



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL



Fragilidad paisajística, en el ámbito que transcurre la autopista Tenango -  
Ixtapan de la Sal, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG)

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

NATALIA BUSTOS BONFIL

MODALIDAD: TESIS

DIRECTOR DE TESIS

M. EN C.A. ISIDRO COLINDRES JARDÓN

TOLUCA DE LERDO, 2020

# ÍNDICE

<u>Resumen.....</u>	<u>1</u>
<u>Introducción:.....</u>	<u>2</u>
<u>Planteamiento del Problema .....</u>	<u>4</u>
<u>Justificación: .....</u>	<u>6</u>
<u>Objetivos.....</u>	<u>7</u>
<u>Objetivos Particulares: .....</u>	<u>7</u>
<u>Hipótesis.....</u>	<u>8</u>
<u>Alcances del proyecto: .....</u>	<u>8</u>
<u>Capítulo I. Marco teórico conceptual .....</u>	<u>9</u>
1.1 Definición de Paisaje.....	9
1.2 Percepción y movimiento .....	12
1.3 Degradación y valorización del paisaje .....	15
1.4 La alteración en la calidad paisajística .....	18
1.4.1 Fragmentación .....	19
1.4.2 Fragilidad Visual.....	20
1.4.3 Degradación Ambiental y Bosques .....	22
1.5 Ecología del paisaje .....	24
1.6 Percepción remota .....	25
1.7 Espectro electromagnético.....	26
<u>Capítulo II. Marco de Referencia entorno a las principales definiciones.....</u>	<u>27</u>
2.1 Cuencas Visuales .....	30
2.2 Elementos del paisaje.....	32
2.2.1 Temporalidad .....	34
2.2.2 Componentes Básicos .....	35
2.4 Métodos automáticos en cuencas visuales .....	37
2.5 Programa Landsat.....	40
2.6 Degradación Forestal .....	42
<u>Capitulo III. Diagnóstico de factores bióticos y abióticos en la zona de estudio .....</u>	<u>43</u>
3.1 Descripción del Sistema en el área de Influencia.....	43
3.1.2 Ocupación del territorio .....	45
3.1.4 Delimitación de la zona de Actuación .....	45
3.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental .....	46

3.2.1 Aspectos biofísicos .....	46
<b>3.3 Hidrología .....</b>	<b>49</b>
3.3.1 Protección de las aguas superficiales.....	49
<b>3.4 Clima.....</b>	<b>53</b>
3.4.1 Descripción de climas .....	55
<b>3.5 Fisiografía .....</b>	<b>57</b>
<b>3.6 Geología.....</b>	<b>58</b>
3.6.1 Tenancingo.....	58
3.6.2 Tenango del Valle .....	58
3.6.3 Villa Guerrero.....	59
<b>3.7 Edafología.....</b>	<b>61</b>
<b>3.8 Usos de Suelo y Vegetación.....</b>	<b>65</b>
3.8.1 Protección y conservación de los suelos .....	65
3.8.2 Superficie Territorial por Municipio .....	65
<b>3.9 Área natural protegida.....</b>	<b>67</b>
3.9.1 Medio biótico Flora y vegetación.....	70
3.9.2 Medio Físico .....	73
3.9.3 Medio Socioeconómico.....	74
3.9.4 Población total por municipio y su distribución según su sexo.....	76
3.9.4 Vivienda.....	86
3.9.5 Equipamiento .....	88
3.9.5 Aspectos Económicos.....	90
3.9.6 Red Carreteras .....	99
3.9.7 Desarrollo urbano .....	100
3.9.7.1 Evaluación del plan vigente .....	100
<b>Capítulo IV. Metodología.....</b>	<b>101</b>
<b>4.1 Metodología.....</b>	<b>101</b>
4.1.1 Consideraciones de la metodología.....	101
4.1.2 Variables de Análisis.....	104
<b>4.2 Herramientas de análisis de información .....</b>	<b>104</b>
4.2.1 Técnicas de análisis de datos.....	105
<b>4.3 Análisis de Terreno y procesamiento de mapas .....</b>	<b>106</b>
4.3.1 Análisis del paisaje y de degradación mediante cuencas visuales.....	108

4.3.2 Nivel de importancia .....	115
4.3.3 Parámetros de observación de Atributos biológicos y degradación forestal.....	115
4.3.4 Principales causas de fragilidad vegetal y visual .....	118
<b>4.4 Alteración del bosque en el paisaje forestal resultado de la influencia humana. ....</b>	<b>119</b>
<u>4.5 Mapa de Uso de Suelo por Asignación .....</u>	<u>143</u>
<b>4.6 Modelo de Pendientes .....</b>	<b>145</b>
4.6.1 Modelo de Altitud.....	148
<b>4.7 Modelo de Sombreado .....</b>	<b>150</b>
4.8.1 Land Change Modeler.....	162
4.8.2 Change Analysis .....	163
<b>4.9 Valoración del paisaje .....</b>	<b>168</b>
4.9.1 Sinergia del Modelo de Sombras/ Pendientes.....	168
4.9.2 Sinergia de Uso de Suelo / Sombras.....	168
4.9.3 Sinergismo de la red hidrográfica.....	168
4.9.4 Superposición ponderada de mapas.....	169
4.9.5 Cuadro de ponderaciones.....	170
4.9.6 Ponderación de superposición de unidades de paisaje .....	171
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>174</b>
<u>Anexos.....</u>	<u>182</u>
<u>Bibliografía.....</u>	<u>183</u>

## Resumen

En el desarrollo de la investigación fue necesario indagar en diversos estudios sobre el estudio del paisaje de manera subjetiva, en su realización este llegar a ser difuso. El trabajo aborda el tratamiento del aspecto visual mediante la aplicación de percepción remota en el área medioambiental, este caso enfocado al campo visual del paisaje que transcurre en un trayecto sobre la zona de la carretera Toluca- Ixtapan de la Sal, se establecieron varias etapas en la investigación. La evaluación del paisaje en este trabajo trata de valorar objetivamente la calidad y la fragilidad visual del mismo. Serán las unidades territoriales en las que se hagan el análisis paisajístico; a) el estudio de visibilidad, tanto de la visibilidad intrínseca; b) la fragilidad; c) aptitudes del paisaje con sus respectivas valoraciones, zonificación mediante superposición de firmas espectrales.

Percepción y cuantificación en las dimensiones de los tipos de uso de suelo que predominan el espacio de nuestra zona de estudio mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) los cuales son una herramienta básica en el análisis de la fragilidad en el paisaje, el cual se basa en una gama de imágenes de satélite, que han pasado por un proceso de revisión cartográfica continua, así mismo por medio del modelo probabilístico de IDRISI Last Land Change Modeler una herramienta para analizar el potencial de cambio, predecir cambios a futuro el cual se proyectó hasta el año 2035.

## Introducción:

El paisaje es un concepto integrador, un elemento esencial del bienestar social, que acompaña a las personas en su vida cotidiana, un paisaje de buena calidad es necesario para el crecimiento sano e integral del ser humano. Pero no todos los paisajes son iguales, su percepción está sometida a la subjetividad del individuo y a su propia diversidad y calidad visual (Pérez, 2015).

Las ciudades se enfrentan a un constante crecimiento poblacional, la evolución de la actividad humana acelera cambios repentinos en el mundo globalizado que vivimos, continuamente se ve incrementada en el desarrollo urbano en la construcción de viviendas, nuevos caminos, carreteras, o circunvalaciones.

Las ciudades en crecimiento se han convertido en vías de comunicación de obra pública, con las que más conviven los habitantes de zonas urbanas o periurbanas las cuales han sido determinantes en la transformación del paisaje. Por otro lado, las carreteras toman un papel importante; no solo producen gran transformación del territorio y por consecuencia en el paisaje, son el principal exponente de obras públicas, donde se puede recorrer y observar fácilmente el territorio, donde se lleva una serie de modificaciones sobre el mismo, produciendo efectos mismos de fragmentación.

Según el Convenio Europeo del Paisaje (Florencia, 2000) pone énfasis en la importancia de mejorar la calidad paisajística, un claro ejemplo son las carreteras como infraestructuras de transporte., las cuales toman un papel importante en el aprecio de la calidad del paisaje, de ahí ha surgido un interés mundial en el desarrollo, para la protección y estrategias en el paisaje.

Actualmente, existe un reconocimiento en la integración del área paisajística en consecuencia del crecimiento poblacional y cambios en el medio natural, hoy en día sobre todo tiene una mayor importancia ecológica y demanda social por lo que ha formado como parte importante de un recurso integral, multifacético en la planificación y ordenación del territorio.

Diversas causas dan origen a la fragmentación, pero según (Bustamante R. , 1995) afirma que el principal agente perturbador es el hombre. El hombre ha provocado la transformación del paisaje natural a través de la intensificación del uso del suelo para su desarrollo económico.

El paisaje como parte primordial que integra el entorno envuelve la dificultad de encontrar un sistema efectivo para mensurarlo, puesto que en todos los métodos propuestos tienen un cierto modo, un

componente subjetivo. Es por ello que existen metodologías variadas casi todas coinciden en tres aspectos importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual (SEMARNAT, 2003)

La red vial es una infraestructura eminentemente social, juega un papel crucial al trasladar a las personas por territorio, es necesario aproximar su aprecio y entendimiento responsable del paisaje. Paradójicamente son unificadoras y divisorias del territorio, mediante estos medios afectan de manera pequeña la fragmentación del paisaje afectando directamente en la conversión del uso del suelo. (Primack, 1998)

En México el estudio hacia el paisaje no está bien consolidado ni fundamentado y aún no es tomado prioritariamente en cuenta en macroproyectos y obras públicas, parte de la falta de educación ambiental.

La legislación encargada de la protección y planificación del paisaje en México son la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Promulgada en 1976 actualizada en 2020 y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) publicada en 1988, actualizada en el año 2018 (Aguillar Bellamy, 2006), sin embargo, han tomado un papel ineficiente en materia práctica.

El concepto de paisaje sigue estando escasamente presente en la legislación mexicana, (Badillo, 2019) habla que en realidad no existen normas jurídicas que consideren explícitamente el paisaje como un sujeto jurídico, de protección, consideración y gestión en cualquier ordenamiento territorial.

Se considera que el contenido del paisaje asociado a carreteras tiene una gran capacidad de concientización pues se estimula el aprecio e interés de los ciudadanos por el entorno en que circulan diario, su cultura a través de la percepción del paisaje (Chesta, 2014)

Se han utilizado dos acepciones para el concepto de paisaje de acuerdo con (Bernáldez F. G., 1981) una se refiere a tipos de la imagen de un territorio desde el punto de vista escénico, ya sea percibido, en cuanto a su esencia. La segunda es la de un territorio en sentido geográfico, que resulta de un conjunto de elementos espaciales ligados por relaciones de interdependencia.

Las consecuencias territoriales y paisajísticas de la integración de infraestructuras lineales pueden ser variables, establecen marcas visualmente muy claras en el medio; pues éstas atraviesan diferentes unidades de paisaje, fragmentan los ecosistemas en donde las repercusiones serán desiguales, aun

así, las repercusiones no son visiblemente notorias al ojo humano, es donde va enfocado la diversa utilización de variables medioambientales para medir cuantitativamente la fragilidad visual.

Entre una carretera y el paisaje hay un largo proceso de interacción de múltiples factores que conforman e intervienen en el campo visual haciendo su valoración una tarea compleja. Un recorrido que al ser el medio en el cual nos desplazamos cotidianamente logramos una visión de conocimiento, adquiere un sentimiento de valoración, un aspecto que interviene en la calidad de vida de las personas es que circulan diariamente en un territorio determinado.

Resulta interesante tomar en cuenta que estos estrechos lazos de dependencia hacia paisajes concretos dentro del territorio, crea una frecuente diversidad a nivel mundial, en varios países la importancia aún es mínima al ver una imagen sensitiva, que se enfoque y de inicio a distintas fracturas de territorio, es como se suelen llevar valoraciones parciales e incompletas.

## **Planteamiento del Problema**

En este estudio analizaremos las unidades de paisaje, la transformación y degradación del cambio de uso de suelo en distintas décadas. La investigación se dirige a abordar la temática de la causa del crecimiento poblacional que lleva a la ocupación ilegal de áreas de alto valor ambiental, el sector económico primario que se desarrolla exponencialmente sobre la carretera Toluca- Taxco sobre la segunda sección que va de Tenango a Ixtapan de la Sal.

## **Área de Estudio**

El ámbito territorial de nuestro estudio comprende la segunda sección de la autopista Toluca Taxco, se localiza al centro sur del Estado de México. La longitud de estudio comprende 42 kilómetros de carretera, la superficie de estudio cubre 43 kilómetros de latitud y 36 kilómetros de longitud. Con una diferencia altitudinal que va de los 1194 a los 4628 msnm.

Al elegir esta zona de estudio, se buscó una zona de alta densidad de observadores. Una parte importante es que el paisaje conceptualmente existe como recurso solo si existen observadores que puedan apreciarlo. (Figura 1. Mapa de ubicación)



Un análisis de la fragilidad paisajística en el medio de circulación donde indirectamente los habitantes se ven afectados los debido al proceso de expansión y explotación de recursos, así como la actividad económica con fines laborales y turísticos.

Se contribuye a analizar los impactos producidos sobre las infraestructuras lineales que articulan en el territorio sin una propia gestión sostenible. El valor en el paisaje establece marcas visualmente nítidas en la fragmentación del ecosistema.

El territorio analizado corresponde a una zona que abarca una estructura geomorfológica singular del eje Neovolcánico que construye un hito paisajístico referencial pues una parte es de la provincia del eje neo volcánico abarcando también parte de la Sierra Madre del Sur, transcurriendo por las cabeceras municipales de Tenango de Arista, Villa Guerrero, Tenancingo Degollado e Ixtapan de la Sal.

Esta área se determinó porque tiene gran interés paisajístico: una región del estado la cual se ubica el área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca, con gran aportación de relieves boscosos, integración drástica de planicies por las cuales el flujo hídrico es predominante, trabajando de manera notoria, así como la gran parte de región transformada en producción de flores de ornato y diversos cultivos.

El efecto que emite transitar por la zona donde el paisaje es una superficie que se ha deteriorado, con una visión heterogénea, el medio cambia drásticamente en una región extensa; las zonas de expansión son sometidas a un proceso de desarrollo de la dimensión paisajística. Los impactos producidos sobre el paisaje inciden principalmente sobre la calidad visual.

Para evaluar los impactos ambientales, desde la perspectiva objetiva y abordar de una manera holística el paisaje visual, esto con el fin de tomar acciones contundentes en planificaciones futuras, restauración en los proyectos que abarque zonas específicas para la mejor calidad de habitad en la sociedad.

## **Justificación:**

Al empezar a estudiar el paisaje, parece necesario establecer límites en el estudio que guíe sin desviarse del objetivo del estudio, así como las unidades de paisaje, a las mismas se les realiza una caracterización físico-geográfica. La zona de estudio comprende un área que transcurren los usuarios que va de 22 km de latitud y 15 km al utilizar la carretera. Una infraestructura vial que impulsa el desarrollo turístico de la región.

El análisis ya ha sido integrado en varios estudios y según (Bosque Sendra, 1997) la calidad y de la resolución de imágenes satelitales depende del tipo de sensor; por ejemplo, existen satélites con datos de resolución de 10 metros como existen otros con resolución 5 hasta 25 km, las variables digitalizadas como las curvas de nivel, vegetación, núcleos urbanos, han sido independientes y manipulables en el programa IDRISI. En nuestro caso de estudio enfatizamos con imágenes LANDSAT con resolución espacial de 30 metros, con un análisis de Intervisibilidad medio.

Los recursos físicos y biológicos proporcionan bienes y servicios a la sociedad, pero en consecuencia de esta interacción se originan problemáticas en cantidad y calidad en el medio que simultáneamente afectan los ecosistemas y el paisaje.

El objetivo de la presente investigación es realizar una caracterización físico-geográfica para el posterior análisis del territorio. De esta manera se pretende estudiar cómo está siendo el proceso de transformación del territorio la evolución en la vegetación, la transición física del medio ambiente por acciones humanas a través del tiempo y es capaz de complementarse con la degradación del paisaje

La aplicación de los SIG se mantiene como una base para la implementación se puede profundizar prioridades en gestión técnica la cual puede reflejar toda una serie de procesos de los problemas de diversas conductas, el procesamiento digital de imágenes es un conjunto de técnicas de gestión y clasificación de datos que se le aplican a imágenes digitales para facilitar su análisis pues son sometidas a una evaluación cualitativa.

Las ventajas de las múltiples técnicas para la información geográfica y teledetección residen en el análisis multifacético que ellas facilitan, una base de datos que está sujeta a la extracción, comparación y actualización constantemente de la actualización de la información. Desde un plano aéreo se puede comprender mejor la composición y estado de muchos casos de estudio. Priorizar los sistemas de información geográfica para dar la posibilidad de desarrollar herramientas que compartan datos y resultados de una manera independiente del entorno de trabajo.

# Objetivos

## Objetivo General

El objetivo del estudio del paisaje es conocer la estructura espacial, determinar la calidad de la situación actual y sus cambios sobre la cuenca visual por medio de análisis espacial de imágenes satelitales para valorizar el estado y la fragmentación del paisaje sobre el ámbito que transcurre el tramo sobre la carretera mediante SIG.

## Objetivos Particulares:

- Elaborar un marco conceptual y de referencia que describa el concepto de paisaje desde una perspectiva ambiental y social.
- Caracterizar el ámbito abiótico y biótico mediante un diagnóstico de la zona
- Caracterizar el cambio de uso del suelo en un lapso de casi 5 décadas.
- Introducir un contexto ambiental socio espacial y transformación del paisaje mediante zonificación y superposición de diversas variables.
- Estimar la valorización del paisaje basado a un análisis cartográfico de la cuenca visual en la zona de estudio.

## **Hipótesis**

Lograr identificar el grado de evolución de la fragmentación que incide en el paisaje en la segunda sección de la carretera de Tenango-Ixtapan de la Sal n° 55D, cuyas acciones involucran aspectos tanto de calidad ambiental, futuro desarrollo, cambio de uso del suelo de ecosistemas. A partir de la gestión de datos espaciales de una zona la utilización de herramientas como los SIG que permiten realizar procesos para evaluar la calidad de unidades tipológicas del paisaje, construyendo un recurso tecnológico que viabiliza y mejora el proceso de identificación y evaluación de problemáticas socio-ambientales.

## **Pregunta de Investigación**

¿Cuáles son los impactos visuales del paisaje y deterioro de los usos de suelo derivados de la expansión territorial en el ámbito que transcurre sobre la segunda sección de carretera Tenango-Ixtapan de la sal n° 55D?

## **Alcances del proyecto:**

La presente investigación, tiene como fin el desarrollo de una metodología capaz de integrar un análisis del paisaje sobre la el ámbito de la segunda sección de la Carretera Tenango- Ixtapan de la Sal.

Mediante la aplicación de los SIG, el alcance de la presente investigación pretende tener una aproximación de la valorización de la estructura actual del paisaje que comprende la zona ya referida, mediante la reclasificación de diversas variables, representar los cambios desarrollados en el transcurso del tiempo, de los años 1976, 1985, 1996, 2000, 2019 así como el modelaje de la proyección de la estructura paisajística para el año 2035.

# Capítulo I. Marco teórico conceptual

En este capítulo identificamos estudios con las definiciones del paisaje y como es su visión sintetizado en la comprensión de las dinámicas en un espacio determinado, sino que tiene un potencial para la toma de decisiones a través de su impacto en la funcionalidad del territorio; la comprensión del paisaje como recurso de planificación espacial.

## 1.1 Definición de Paisaje

El naturalista (Humboldt, 1810), fue el primero en utilizar el concepto de paisaje (Landschaft, en alemán) en un contexto científico, definiéndolo como "el carácter íntegro de una porción de la Tierra". Mediante observaciones sistemáticas fue que reconoció la importancia de la vegetación en el carácter del paisaje.

Con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial, el concepto de paisaje natural se fue difundiendo en diversos países.

Existen diferentes definiciones del paisaje de diversos autores como (Troll, 1968) el cual lo denomina como una parte de la superficie terrestre que por sus relaciones interiores y exteriores tiene un carácter específico y se distinguen de otros por sus fronteras geográficas y naturales.

El principal énfasis que se hacía del paisaje era de carácter fisionómico, su delimitación y contraste con distintos paisajes por sus atributos tangibles desde el punto de vista biológico y geográfico. Sin embargo, algunos hacen referencia a que la belleza escénica es el factor muy importante en la valoración de un paisaje (Calvin & Dearinger, 1972)

Para (Cabanel, 1995) el paisaje es también una secuencia de planos desde la panorámica hasta el detalle, a su vez designa dos tipos de realidades: una constituida por los elementos geográficos naturales o creados por las sociedades humanas, y otra inmaterial que procede de la percepción, es decir la estética y de lo que es más mental que material. Se involucran planteamientos de la corriente alemana, este incluye a la sociedad y los cambios constantes que se realizan en el espacio el área o

medio. De partida, para que la cultura trabaje como agente de lugar al paisaje como un conjunto de formas físicas, integrándose como un complejo fisionómico y morfológico.

Así mismo (Pitte, 1984) interpreta al paisaje como la expresión visible de la superficie terrestre producto de la combinación de la naturaleza, las técnicas y la cultura del ser humano. Por lo tanto, el paisaje es el resultado de las relaciones entre naturaleza y sociedad aterrizando a un concepto más integral y dinámico.

Según varios autores se toman diversos ideales para el análisis paisajístico

El paisaje se entiende como la expresión visual de un conjunto de interrelaciones de atributos naturales con el territorio, a partir de los recursos perceptivos del ser humano, a partir de la lectura del territorio.

La definición de (Bernáldez G. , 1981) describe al paisaje como un fenosistema, es decir, como una primera aproximación del medio ambiente percibido, considéralo como una percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas.

Fue entonces que el enfoque del paisaje hizo referencia a la expresión espacial y visual del medio, mediante, el conjunto de componentes del paisaje que percibimos por los sentidos.

La cuarta época se aprecia a partir de los años 90's, influenciada por la psicología ambiental. En esta época surgen definiciones como "la combinación entre la naturaleza y la cultura" (Zonneveld, 1995) La superficie con diversos patrones homogéneos, un sistema complejo conformado por la interacción de los elementos bióticos y abióticos y el hombre, que por su fisonomía es una entidad reconocible y diferenciable de otras vecinas.

La elaboración de estudios del medio físico (MOPT, 1993) indica que existen dos enfoques en el estudio del paisaje: el paisaje total o ecológico, que se identifica con el medio el cual se centra en la importancia del paisaje como indicador o fuente relacionada con el territorio, y el paisaje visual o percibido, que va hacia la estética o la percepción del observador.

Para definir paisaje es mirar lo que tenemos ante nuestros ojos, y si a su vez, la geografía, (Santos, 2000) afirma que es una disciplina que siempre ha pretendido construirse como una descripción de la Tierra, de sus habitantes, de las relaciones de éstos entre sí y de las obras resultantes. Los paisajes determinados como áreas geográficas heterogéneas están compuestos por variables como sus hábitats y usos de suelo interaccionan entre sí. (Risser, Karr, & Forman, 1983)

El paisaje es patrimonio y derecho de todos, es un principio reconocido; por su parte, para conseguir los beneficios sustentables corresponde asegurar la conservación entendido como el uso y gestión del paisaje compatible con el mantenimiento de sus valores ambientales, culturales, visuales y perceptivos, en beneficio de la sociedad y de las generaciones futuras. (CEP, 2000)

Entender al paisaje como un conjunto de sistemas de conceptos (natural, social cultural, social) que permite una aproximación a la visión de la realidad del espacio geográfico, territorio, en el contexto ambiental. (Ortiz, 2001)

El paisaje se considera polifacético para distintas personalidades, dependiendo de su campo de estudio ya que donde pretenden llegar con la investigación, estas guían a llevarlo a un enfoque determinado, abarcando un mosaico de ecosistemas productivos y dinámicos en su funcionamiento.

El paisaje es un elemento esencial del bienestar social, que acompaña a las personas en su vida cotidiana y un paisaje de buena calidad es necesario para el crecimiento sano e integral del ser humano. Pero indudablemente no todos los paisajes son iguales, su interdisciplinaria ha dado una diversidad de interpretaciones donde tiene una visión de la sociedad, variaciones geopolíticas que se puede conflictuar por el acelerado mundo globalizado, en donde se puede distorsionar las ideas. (Pérez, 2015)

Como concepto se dirige con una visión objetiva y subjetiva que se relaciona con de la superficie de la tierra, evidenciando su multidisciplinaria. (Godron, 1986)

El paisaje es interpretado por el hombre, este se basa ante la calidad visual y su atractivo deriva de sus características propias en el territorio. Se puede ver como un indicador externo de los procesos que tienen lugar en el territorio ya corresponde al ámbito natural o humano.

La integración del territorio como unidad paisajística es fomentada ante una oportunidad de apoyo en organizar, desarrollar espacios y su percepción visual.

## 1.2 Percepción y movimiento

Al percibir el paisaje, el hombre realiza una serie de procesos mentales que hacen la vez de filtros, primero de ellos da origen a una "imagen sensitiva" que se procesa en la corteza del cerebro y está asociada a todos los factores ambientales que influyen en la percepción de la imagen. El segundo filtro da origen a una "imagen cognoscitiva" del paisaje, es decir, una imagen propia en la que interfieren las escalas de valores sociales e individuales (García Romero & Muñoz Jiménez , 2002)

Desde el enfoque de (Munar, 2008) la percepción del paisaje se puede concebir como un proceso mental o cognitivo por el cual se construye el conocimiento o experiencia útil, incitado y fundamentado en el entorno natural y cultural.

La conciencia y pensamiento del paisaje es consecuencia del mundo físico, siendo éste una abstracción de la realidad.

La experiencia y cognición del paisaje se adquieren de forma individual y subjetiva, la evaluación del paisaje se puede realizar de manera colectiva, tomando en cuenta los aspectos culturales, sociales y económicos del grupo evaluado (Nogué J. , 2010)

Se han cuestionado la validez de los métodos de valoración del paisaje para proporcionar soluciones que abarquen el concepto en toda su complejidad (Javier, Zubelzu Mínguez, Díaz Fernández, & Hernández Colomina, 2011). Para ser considerados como válidos, estos métodos de valoración deben permitir una gestión del paisaje que considere los rasgos más característicos del mismo entre los que cabe citar su componente territorial, la percepción mediante la que el territorio se convierte en paisaje, la consideración de la población o la extensión del paisaje a todo el territorio independientemente de su singularidad.

El paisaje visual, es entendido como el resultado de la interacción entre el observador y su entorno, condicionado por los tamices que le impone el hombre al percibirlo toma cada vez más importancia como un aspecto social y medio ambiental a tener en cuenta. (Augé, 1992)



La ciudad se representa como ejemplo colectivo de manifestaciones, fundamentalmente en una red de espacios públicos. Éstos constituyen el soporte de nuestra vida cotidiana, en la que no solamente nos desplazamos; no son únicamente vías de transporte, sino que se han convertido en la plataforma fundamental de percepción y disfrute del paisaje por parte de la mayoría de los habitantes. (Nogué J. , 2014)

Las carreteras son piezas con un carácter fuertemente funcional que permiten una circulación fluida sobre el territorio a través de distintos medios de transporte, mantenemos una relación constante con el espacio en que nos desplazamos diario.

El estudio de la percepción del paisaje se ha convertido en un componente clave para realizar una adecuada planificación y ordenamiento territorial (Matsuoka, 2008) Tradicionalmente el enfoque para el estudio y análisis del paisaje se había establecido a través de la percepción visual.

Incrementando el interés en la clasificación del paisaje natural, en unidades naturales, donde la pertenencia también juega un papel decisivo. Las divisiones de unidades de paisaje, evaluación del paisaje. Pueden atravesar continentes de manera muy generalizada o a su vez pueden ser pequeñas, sus distintos órdenes de tamaño están determinados principalmente por la estructura geomorfológica.

Tradicionalmente, los métodos de valoración del paisaje se han clasificado en directos, indirectos y mixtos (Pedreros, 2003), ninguno de los cuales ha suscitado un acuerdo extendido entre la comunidad científica en cuanto a su mayor validez, estos son clasificados de acuerdo con la intención que busca el estudio y así llegar a una mayor efectividad.

El paisaje es un bien público fundamental para la calidad de vida de la sociedad, un sistema vivo que contiene valores, que son parte de los recursos que mantienen el equilibrio ambiental y cultural. (SAPM, 2011)

Engloba el valor estético, cualidad perceptual que otorgan sensaciones de bienestar y produce una relación armónica con el territorio. En un enfoque ambiental que permite mantener los elementos de los ecosistemas.

Se percibe como el conjunto de interacciones naturales y antrópicas, la percepción visual está relacionada con una porción de subjetividad, y se podría analizar con diversas herramientas objetivables. Pone en valor la vivencia de la sociedad como los actores del territorio, de manera cultural. De manera económica genera eficiencia energética y por consecuencia un beneficio social.

La evaluación del paisaje según (Van den Berg, 2010) se utiliza para comprender y valorar la percepción del público hacia el mismo, así como las relaciones físicas y psicológicas entre los usuarios, los espacios abiertos con las áreas verdes. La evaluación multidisciplinaria ha servido para establecer la calidad de determinados paisajes (Kaymaz, 2012).

Los estudios sobre el paisaje percibido por los usuarios provienen de diversas disciplinas, como la arquitectura del paisaje o la psicología y en general, la caracterización de los recursos escénicos consta de dos partes: una esencialmente descriptiva y otra evaluativa.

La primera recoge la información existente y define las relaciones que se dan entre los diferentes componentes del paisaje. La segunda parte interpreta evaluativamente la información recolectada.

El paisaje incorpora la complejidad, al singularizarlo física y emocionalmente, en condiciones ambientales y estéticas resultan actualmente imprescindibles para el desarrollo de nuevas actividades económicas.

La experiencia sensorial que el automovilista percibe a la circular como lo hace habitualmente por una autopista, forma una parte importante en donde se percibe excepcionalmente el paisaje y su alteración en el medio, se establece un vínculo entre los automovilistas y el territorio, arraigando el espacio a un significado que cobra sentido de identidad una relación con la naturaleza y representa un punto de georreferencia para el viajero. (Harvey, 2008)

La visión de varios autores entre ellos (Bernáldez F. G., 1981) es que el paisaje, juega un papel complejo de interrelaciones y variables tiene diferentes formas de percepción, se define como la percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas.

La percepción en la evaluación del paisaje es de vital importancia, pues se puede tener diferentes significados al ser una representación cognitiva particular de la realidad para cada individuo. Los resultados de las evaluaciones paisajísticas pueden variar de acuerdo con el contexto natural, social, tiempo y al paradigma del grupo evaluado conocimiento, preferencias, necesidades, experiencias y anhelos. ( Bruno Rivera, Cruz García, Pérez Vázquez, & Gallardo López, 2014) este enfoque va hacia

una idea diferente, el concepto de paisaje visual considerado más la estética y la capacidad de percepción de un observador.

La percepción del paisaje es íntegramente variada, no depende de ciertos parámetros, sino se refleja como componentes que serán determinados por el sentido sensibilizador de cada individuo, así como la cultura forma a los paisajes humanos a partir del medio natural.

### 1.3 Degradación y valorización del paisaje

El paisaje es considerado un recurso natural, su valor está relacionado con su abundancia o escasez. Según (PTEO, 2010) los impactos producidos sobre el paisaje inciden sobre la calidad visual principalmente.

Según (Pedreros, 2003) existen dos métodos de evaluación estética del paisaje:

- 1) La evaluación directa que valora el paisaje como un todo; y 2) la evaluación indirecta, que valora cada uno de los elementos del paisaje que lo componen por separado. Estos métodos se emplean bajo dos modalidades: in situ (en el sitio) y ex situ (fuera del sitio). Eventualmente para la evaluación del paisaje se emplean desde material visual (fotografía, mapas, etc.)

La protección de los valores logra calidad de vida y un sentido de pertenencia. Conservar la biodiversidad y proteger los hábitats y recursos escénicos, los valores culturales y la expresión de identidad. (Palma, 2015)

La evaluación del paisaje permite integrar las variables territoriales y una relación con el observador. De una imagen u objeto físico- espacial a un ente o territorio percibido por un observador o grupo de observadores. Hay diversidad de los elementos constituyentes e integrados en el territorio (Ramos, 2014)

Es así como el paisaje puede estudiarse como un indicador ambiental al observar los componentes que ocurren en él, mediante una visión ecológica.

Actualmente, las metodologías de evaluación estética del paisaje más efectivas son las que consideran la combinación de los diferentes tipos de métodos estableciendo una interrelación adecuada de sus componentes y la integración de nuevas herramientas como los métodos participativos, encuestas

por internet, pero sobre todo los que nos dan un alcance más verídico y amplio en cuestión de espacio e información son los sistemas de información geográfica.

Una de las cualidades más importantes del territorio es la forma clara, directa y sencilla con la que se nos muestra a través de "escenarios visuales", es decir, a través de imágenes que pueden ser claramente percibidas por medio de la vista. Entendido como escenario, el paisaje es variado y complejo. Incluye formas, tamaños, colores, texturas, sombras, grados de nitidez, patrones, situaciones, rasgos asociados y estructuras, dispuestos todos ellos bajo un cierto orden espacial y temporal (Castillo, 2014).

Funcionalidad del Paisaje: según (Ortiz M., 2016) consiste en el conocimiento de los tipos de interacción entre los factores formadores de paisaje y los elementos de paisaje (agua, suelo y vegetación), y la combinación de interacciones, las intensidades y las direcciones de los flujos de energía.

Algunos autores han determinado que el paisaje, permita un análisis objetivo mediante el estudio de sus estructuras básicas tales como color, forma, línea, textura, escala y carácter espacial (Domínguez A, 2004)

El paisaje se refiere a la textura por su parte se conjuga con el aspecto del color pues es la manifestación de luz en relación con la rugosidad de la superficie, por lo tanto, se clasifica entre grano, densidad y contraste interno (Pérez Ortiz, 2017)

La subjetividad en la valoración es otro aspecto que afecta la interpretación del paisaje. La percepción del paisaje no depende solo del marco geográfico real, sino de la forma de interpretación que individual o socialmente se hace del mismo (Dominguez, 1992)

Para ser utilizado en la práctica, la delimitación del paisaje es arbitraria y depende de los criterios utilizados para su identificación según (Matteucci, 1998) de los objetivos para los cuales se delimita.

El paisaje se considera un sistema funcional que varía con el tiempo, pues entre más perturbaciones contiene mayor será su proceso de evolución y transformación.

El paisaje natural se va transformando desde este enfoque exógeno del crecimiento de las ciudades y permite entender el crecimiento acelerado del desarrollo mal planificado de las infraestructuras y de los servicios que van cambiando el paisaje, la sociedad y el ambiente en las ciudades turísticas en las últimas décadas en los países donde se implanta esta actividad, con el consiguiente deterioro del paisaje natural.

De forma más puntal el paisaje natural debería tener más ponderación en las políticas nacionales para un desarrollo turístico sustentable.

La valoración se realiza en base a la Calidad Visual Intrínseca y a la Incidencia Visual. Se entiende por Calidad Visual Intrínseca el atractivo visual que se deriva de las características propias de cada territorio, como morfología, vegetación, presencia de agua, etc. La incidencia visual está representando la visibilidad del territorio, desde las zonas frecuentadas por la gente (Maero, Rivarola, & Tognelli, 2006)

El paisaje incorpora la complejidad presente en cada territorio como su principal valor, al singularizarlo territorial y emocionalmente.

El análisis visual del paisaje se puede plantear mediante un análisis metodológico territorial, abordando integralmente el fenosistema resultante, que deriva su consideración visual, este no solo dependiente de las variables territoriales sino también de la forma de ser observada.

Según (Abello, 1984) el paisaje es considerado una expresión espacial y visual del medio. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. La multidimensionalidad radica la dificultad de su estudio.

La gestión sostenible del paisaje implica la utilización racional de los recursos naturales para aumentar el bienestar de la población, cuidando no agotarlos, ni destruirlos, de manera que su aprovechamiento sea prolongable en el tiempo.

El paisaje es útil y demandable; es un recurso natural permanente, pero devaluable por su uso inadecuado (Larrín, 1989). Es un recurso fácilmente depreciable y difícilmente renovable, por lo que merece especial consideración al momento de evaluar impactos ambientales negativos en un proyecto determinado.

Según expertos la valoración y uso de modelos del paisaje es de gran utilidad la toma de decisiones en temas de política ambiental, aporta numerosas opciones y elementos de utilidad para el análisis del concepto calidad estética del paisaje (Molina, 2018).

La forma en que se plantea la cosmovisión del paisaje por los autores es como un recurso que está siempre presente, sin embargo, éste se degrada, por acción antropogénica, difícilmente éste puede integrar sus características natas quitándole así valor al paisaje. La principal forma de cuantificar su estado es mediante la propia visión de los humanos, es valorar las características que hay a su alrededor.

## **1.4 La alteración en la calidad paisajística**

Según (Solari et al, 2009) la calidad paisajística, se comprende como el valor o grado de excelencia que tiene un sitio en relación con las variables de alteración, destrucción o conservación, se realizan mediante características visuales estipulados en los métodos independientes o dependientes.

La parte más objetiva del análisis, son los elementos visuales, lo que realmente está sobre el espacio, en determinados casos es necesario considerar aspectos de percepción (Merino, 2014)

La calidad del fondo escénico, se le conoce como, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, diversidad y geomorfología. Los impactos producidos sobre el paisaje inciden en parte a la calidad visual, están relacionados con los cambios que sufren las posibles vistas del paisaje

La percepción de la calidad visual del paisaje es un acto creativo de interpretación por parte del observador (Polakoski, 1975)

Los métodos dependientes de los usuarios del paisaje pretenden establecer una valoración del recurso mediante la opinión democrática de los observadores para obtener una mejor evaluación de observación.

La calidad visual se entiende con el grado de excelencia o interés que un determinado paisaje presenta, el cuales determinado en función del análisis y valoración de sus atributos biofísicos, estructurales y estéticos, sin dejar la parte que a nivel mundial existen diversas definiciones sobre calidad del paisaje.

### 1.4.1 Fragmentación

Se considera que el principal efecto mediato de la fragmentación es la alteración de los patrones espaciales (estructura horizontal) de la cobertura vegetal, estos cambios se reflejan en tanto términos físicos como biogeográficos; pueden llegar a ser grandes y rebasar la aproximación espacial y temporal (Etter, 1991).

La fragmentación ocurre cuando un hábitat continuo se reduce y se subdivide en dos o más fragmentos. Este fenómeno está casi siempre asociado a la tala de bosques para su conversión en otros usos del suelo, pero también ocurre cuando el área es atravesada por una carretera, canal, línea de transmisión u otra obra de infraestructura que divida el área (Primack, 1998). Está se asocia siempre con efectos negativos derivados de acciones que modifican intensamente el territorio, se refleja en la pérdida importante de hábitats naturales que jamás se podrán recuperar, las cuales conllevan a la extinción de especies.

La fragmentación constituye un proceso que atraviesa diversas etapas o estados de perturbación, grados de irregularidad, el paisaje y los ecosistemas sufren procesos de fragmentación uno de los conceptos más difundidos en la ecología del paisaje, suele estar asociado a perturbaciones que pueden ser naturales o antrópicas, provocando desaparición de relaciones entre territorios (Irastorza Vaca, 2006).

La disposición territorial de una autopista respecto a la distribución territorial de los distintos hábitats determina la fragmentación de las relaciones ecológicas entre unas áreas y otras debido a sus amplios y continuos puntos de observación.

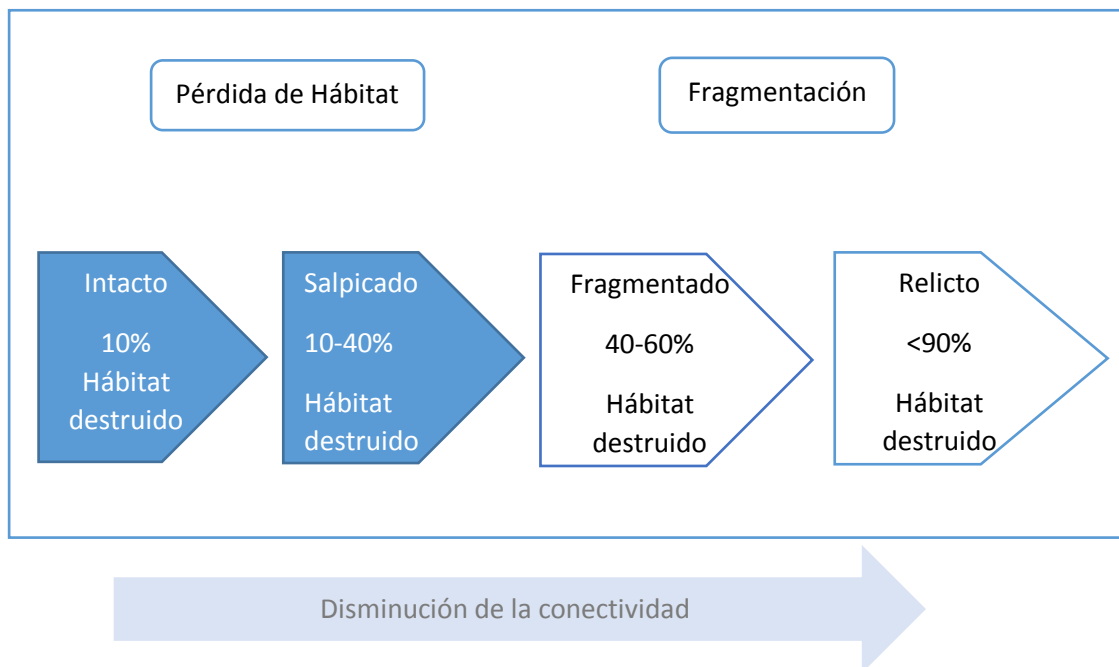
La fragmentación afecta negativamente a la biodiversidad, poniendo en peligro a especies vegetales y animales, modificando su dinámica de población. El terreno es alterado significativamente por la división de fragmentos.

La capacidad de fragmentación por una autopista forma posibilidades de garantizar una cierta permeabilidad tienen que ver con el desajuste entre el relieve natural y las exigencias geométricas de la plataforma.

Por otro lado, la fragmentación puede tener un lado positivo, con el cruce específico de especies superiores, lo que incrementa la variación en subpoblaciones y hábitats.

En general la fragmentación se basa a partir de procesos, etapas o estados de alteración. Según Morera clasifica los procesos de perturbación en grados por porcentaje.

### Clasificación de alteración del paisaje



Elaborado por: Morera, 2010

Un término el cual puede valorar desde la biodiversidad, la cobertura vegetal hasta el uso de suelo del paisaje se considera como uno de los principales procesos que afecta y amenaza a la biodiversidad. Junto con el grado de deforestación esta sirve como indicador espacial su evaluación contribuye a la evaluación del territorio y grado de continuidad de este el caso de las ciencias ambientales.

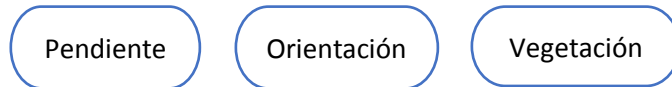
### 1.4.2 Fragilidad Visual

La definen como la susceptibilidad que tiene un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. También se denomina vulnerabilidad visual (Cienfuentes, 1979).



Depende de las características del territorio, para que sea más fácil de objetivar a la hora de valorarlo.

- Factores biofísicos: Es la fragilidad visual de la unidad a valorar. Unidades de paisaje



- Factores de visualización: Fragilidad del entorno. Según la cuenca visual dentro de esta hay que ver compacidad, tamaño, extensión y forma.
- Factores histórico-culturales: la singularidad que son las partes del territorio que predominan

La determinación de la fragilidad visual se considera de gran importancia en las condiciones de visibilidad del territorio. Es el caso de vías de comunicación las cuales están relacionadas con un mayor número potencial de observadores son los núcleos de población, la fragilidad visual adquirida depende de la posibilidad de ser observado (Parrilla Alcalá , Eulogio; Márquez Pérez, Joaquín; Rodríguez Díaz, Virginia;, 2005).

Un aspecto por considerar en proyectos de planificación, actividades a implantar en un territorio determinado.

Ahora bien (Alonso, 1981) propone una evaluación mediante un método que diferencia la fragilidad visual intrínseca y la fragilidad visual adquirida:

- Fragilidad visual intrínseca: Es la que se presenta un territorio por sus propias características inherentes y propiedades, tales como cualidades fisiográficas, pendientes, orientaciones, vegetación, usos del suelo.
- Fragilidad visual adquirida: Se refiere a la que se presenta en un territorio en función de los observadores, tanto puntos móviles (carreteras) como elementos fijos (núcleos de población). Se emplea el análisis de las cuencas visuales.

Para englobar el aspecto de fragilidad (Molina, 2018) especifica que este depende del tipo de actividad que se desarrolle en el espacio visual es el objeto de estudio (actividades agrícolas, explotaciones forestales, canteras, carreteras, urbanizaciones, instalaciones y equipamientos recreativos, obras hidráulicas, industrias etc.

Según (Boersema, 2009) La evaluación de la calidad de cualquier elemento territorial-ambiental, como exponente en este caso el paisaje, es intrínsecamente compleja, interviniendo factores como la comparación o la percepción social.

Si la fragilidad visual intrínseca se integra con la presencia potencial de observadores mediante la accesibilidad, se obtiene la fragilidad visual adquirida, cuyo valor aumenta con la cercanía a pueblos y carreteras porque cuanto mayor sea el número de veces que un punto es visto al recorrer una carretera, mayor será la fragilidad visual de aquel punto (Maero, Rivarola, & Tognelli, 2006).

Se habla de la aparición y desarrollo de paisajes degradados que son afectados por la pérdida de atributos y propiedades que garantizan el cumplimiento de determinadas funciones, del potencial, de los mecanismos de autorregulación y regeneración de la capacidad productiva (Ortiz, 2001).

La fragilidad visual, termina siendo un buen parámetro para evitar el deterioro del paisaje. Y es una herramienta de gran ayuda en el gran interés en planificación.

### 1.4.3 Degradación Ambiental y Bosques

En definición la degradación de los bosques afecta en la estructura del bosque, la dinámica y las funciones ecosistémicas, asociadas en gran medida a causas de origen humano (Thompson, MR, & Okabe, 2013).

En la degradación se considera que los bosques pierden o reducen su capacidad para proveer servicios ecosistémicos o sufren cambios mayores en su composición de especies, provocando afectaciones a nivel social, cultural y ecológico.

La urbanización de cuencas ha implicado la sustitución de paisajes naturales por superficies impermeabilizadas que aumentan los coeficientes de escorrentía superficial, los riesgos de inundación y los derrumbes y remoción en masa de los sedimentos. Igualmente, fragmentan la conectividad entre los ecosistemas, lo que tiene implicancias sobre la biodiversidad y los servicios ambientales (Romero, López, & Sandoval, 2009).

Sin duda la degradación del medio ambiente se acentúa con los riesgos naturales, es reflejo del crecimiento urbano no planificado, el cual se expande en cerros, conforman redes ecológicas y ambientales.

La vegetación cuenta como principal componente para el sistema ambiental el cual tiene un incalculable valor ecológico. Se integra como un componente de la naturaleza.

El potencial que tiene el medio ambiente de una zona corresponde a las cualidades intrínsecas tales como disponibilidad de agua, riqueza estructural y abundancia.

La conservación de los hábitats ha dado la regulación de procesos de urbanización. Se advierte una permanente reducción y fragmentación de los paisajes naturales y escasa capacidad para reconocer las características especiales que adquieren los paisajes.

La degradación es causada por diversos ámbitos generalmente por alteraciones que varían por términos de extensión, su origen y su frecuencia (FAO, 2006)

Según la FAO en el caso de México la definición de degradación se traduce como la alteración de la vegetación: toda aquella vegetación primaria que pasa a una etapa de sucesión secundaria (arbórea, arbustiva o herbácea) así como toda aquella vegetación secundaria que pasa a un estado de sucesión inferior ya sea arbórea a arbustiva o de arbustiva a herbácea.

El proceso de cambio más notorio en un hábitat es casi siempre introducido por actividades humanas directas e indirectas desde la explotación forestal la recolección excesiva de leña para quema, incendios forestales la agricultura migratoria, pastoreo excesivo etc.

Las actividades que causan la degradación de los bosques pueden presentarse en zonas forestales aislados, el proceso gradual de degradación es difícil detectar mediante los métodos de teledetección actuales.

La reducción a largo plazo del potencial total de suministros de los bosques incluye cualquier otro producto o servicio.

La evaluación de la degradación de los bosques actúa en sinergia y por ende viene la degradación de la tierra, como un problema grave en el medio ambiente hay erosión del suelo, escasez de agua, como resultado a la alteración de los ciclos biológicos (FAO, 2009).

## 1.5 Ecología del paisaje

En los años ochenta surge una rama de ecología del paisaje con una nueva perspectiva acerca de la configuración en el espacio de los sistemas ecológicos y de las relaciones que se establecen entre ellos desde un enfoque pluriescalar. Esta disciplina sirve como base para la ordenación y planificación del medio natural, permite realizar estudios a escalas amplias de análisis y se ha convertido en una ciencia del espacio y del tiempo al integrar el cambio temporal.

El término ecología del paisaje fue introducido por el biogeógrafo alemán Carl Troll, debido a la relación que tenía con la fotografía aérea, en el comienzo se veía como principal fuente de disciplina, como fuente de combinar los ámbitos de estudio de dos disciplinas tales como la ecología y la geografía; para ejemplificar que el término del paisaje se ha convertido en un motivo particular de investigación en la geografía moderna.

Al integrarse en un ámbito de urbano que integra la ecología se ejemplifica con gente, procesos económicos y funcionales, también contempla aspectos como el microclima, convivencia con el biosistema natural.

La ecología del paisaje se convirtió en una de las principales herramientas e instrumentos tanto teóricos como en la práctica que es necesarias para avanzar en la planificación eco-paisajística en áreas metropolitanas.

Dentro de este contexto el concepto de geosistema por (Hiernaux, 2006) expresa que ha contribuido el lado del paisaje- sujeto, el paisaje-objeto. De manera que el paisaje se ha transformado en una categoría operacional y en instrumento eficaz para la ordenación territorial.

De tal forma que se ha transformado y diversificado el enfoque del paisaje para ser una herramienta, para un amplio análisis de dinámicas en un determinado espacio, y consigo ha llevado su potencial para la elaboración de insumos para la gestión de espacios. Una ciencia espacial internamente relacionada al caso de estudio y conjuntamente a las ciencias ambientales.

Del concepto ecología del paisaje es cuando, surge el resultado de la interpretación de la fotografía aérea y sus grandes beneficios que se pueden aplicar en el estudio de la superficie terrestre.

## 1.6 Percepción remota

Puede definirse como la ciencia de obtener información de un objeto, analizando los datos adquiridos mediante algún dispositivo que no está en contacto físico con dicho objeto.

Según (Romero F. S., 2006) la percepción de recursos naturales se basa en un sistema de adquisición de datos a distancia sobre la biosfera, que está basado en las propiedades de la radiación electromagnética y en su interacción con los materiales de la superficie terrestre.

La percepción remota es una técnica que permite levantar altos volúmenes de información de la superficie terrestre, la cual sirve de apoyo a diversas ciencias, adquirir información más notable en el medioambiente, en actividades agrícolas, catastrales, industriales para el ordenamiento territorial (Muñoz, 2005).

Así también es sinónimo de teledetección; la cual se considera como una técnica a través de la cual se obtiene información de un objeto sin tener contacto directo con él, esto gracias a la relación sensor-cobertura.

El producto de ello son las imágenes satelitales las cuales además de ofrecer una perspectiva única de la Tierra, representan una valiosa herramienta para adquirir información de un fenómeno u objeto.

La extracción del conocimiento a partir de la firma espectral de los recursos naturales, y el comportamiento de los fenómenos naturales, implica el desarrollo tecnológico y económico.

La percepción remota es una disciplina basada en la tecnología que permite desarrollar, capturar, procesar y analizar imágenes de satélite, no sólo se muestran detalles del territorio sino también los procesos asociados al funcionamiento del planeta (Centrogeo, 2015).

El resultado de la percepción remota permite la visualización, edición y consulta de mapas temáticos, modelos de análisis, imágenes satelitales, servicios web y bases de datos, ofreciendo al usuario en un ambiente de toma de decisiones de manera precisa dinámica (SIGSA, 2015).

Para el entendimiento del paisaje es necesario comprender la estructura espacial y sistema funcional del paisaje, con un sentido de desarrollo evolutivo de transformación. La estimación de la calidad, ante las dinámicas históricas de degradación forestal mediante tecnologías.

La aportación de los satélites de observación terrestres ha marcado un gran paso para la ciencia con el cual ha llevado a desarrollar sensores capaces de estudiar distintos usos. Uno de los importantes usos es como una metodología directa, para la detección de incendios extensión, evaluación de los cambios en zonas de incendios, deforestación, cambio de uso de suelo, analizar corrientes oceánicas, monitorear la vida en la superficie marina.

### 1.6.1 Sistemas de Información Geográfica

Este sistema que trabaja como hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos especialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión. permite, por separado la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, siendo posible trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando al interprete la posibilidad de relacionar la información existente.

Según la guía para la elaboración de estudios de integración paisajística en la comunidad autónoma de país vasco, se emplea como método para la descripción de componentes y dinámica del paisaje, a partir de imágenes satelitales los sistemas de Información Geográfica se emplean en métodos de cuantificación; estos tienen la característica de almacenar una serie de elementos.

## 1.7 Espectro electromagnético

La luz visible es sólo una de las muchas formas de radiación electromagnética que existe. Según (Arbelo, Labrador García, & Evora Brondo, 2012) en teledetección lo normal es caracterizar a las ondas electromagnéticas por su longitud de onda en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ,  $10^{-6}\text{m}$ ) Es un intervalo total de longitudes de onda o frecuencias de radiación electromagnética.

La luz y radiación que hemos mencionado forman parte de un rango amplio, que no tiene límite inferior o superior, denominado el Espectro Electromagnético. Este espectro se ha dividido en diferentes regiones, pero que no tienen fronteras rígidas entre regiones adyacentes (Fontal, Suárez, Reyes, & Bellandi, 2005).

Los sensores montados a bordo de los satélites de teledetección son capaces de detectar radiaciones de regiones no visibles del espectro electromagnético, desde el ultravioleta hasta las microondas.

La vista humana solo es capaz de percibir una pequeña parte del espectro electromagnético, visible.

La reluctancia espectral es una característica de las superficies terrestres, algo fundamental en teledetección. Se define como la proporción de energía incidente que es reflejada por una superficie; pues todos los elementos que inciden en la Tierra tienen una respuesta espectral propia que se denomina firma espectral.

La teledetección estudia las variaciones espectrales, espaciales y temporales de las ondas electromagnéticas y pone de manifiesto las correlaciones existentes entre éstas y las características de los diferentes materiales terrestres (Romero F. S., 2006).

El espectro electromagnético se refiere a cualquier tipo de energía radiante en función de su longitud de onda o frecuencia. A pesar de que la sucesión de valores de longitud de onda es continua, suelen establecerse una serie de bandas en donde la radiación electromagnética manifiesta un comportamiento similar. La organización de estas bandas de longitudes de onda o frecuencia se denomina espectro electromagnético (Chuvieco, 1995).

El espectro Visible va de (0,4 a 0,7 $\mu$ m). Se denomina así por tratarse de la única radiación electromagnética que pueden percibir nuestros ojos, coincidiendo con las longitudes de onda en donde es máxima la radiación solar.

Suelen distinguirse tres bandas elementales, de las cuales se denominan (0.4 a 0.5  $\mu$ m);

Verde (0.5 a 0.6  $\mu$ m) y el rojo va de (0.6 a 0.7  $\mu$ m), debido a los colores elementales.

Su relación se puede presentar en tres formas: Emisión, Reflexión y Emisión. Reflexión, el flujo de energía que se produce por alguna de estas formas va a estar en función de la transmisión de energía térmica.

## **Capítulo II. Marco de Referencia entorno a las principales definiciones**

La presente investigación tiende a definir principales consideraciones que aplicaran a considerar a lo largo de la metodología en la investigación.

En la evaluación cuantitativa conocida como método indirecto unos de los mayores problemas de métodos de evaluación de los elementos del paisaje, la gran mayoría de los modelos coinciden en la visibilidad, la fragilidad y la calidad paisajística, sin embargo, para este caso nos fuimos por un método directo o cualitativo, donde se valora el paisaje mediante una contemplación total por unidades de paisaje, está según (Moruno, 1998) puede realizarse directamente en la observación del terreno, mediante dibujos, fotografías o imágenes digitales y satelitales, se les critica por su falta de operatividad, así como la forma en que manejan la subjetividad, los métodos valoran el paisaje sin detenerse a descubrir los elementos decisivos o los realzan.

La fotografía como imagen que permite recolectar y clasificar conocimiento geográfico y su comunicación a bastas audiencias también ha sido incorporada en la agenda de investigación geográfica (Schwartz & James, 2003).

De acuerdo con un análisis de un modelo de aplicación de SIG y Evaluación Multicriterio de (Ocaña Ocaña & Galacho Jiménez, 2002). Las variables territoriales y el interés de su aplicación en procesos de evaluación en orden a la planificación, en general con el interés social de evaluar los recursos del medio rural, con la finalidad de incorporar en los procesos de desarrollo garantizando sostenibilidad.

El desarrollo de SIG diseña un modelo informático, conlleva la necesidad de seleccionar un método de evaluación con el fin de que sea aplicable el proceso. En concreto el valor concedido al paisaje y a la oferta complementaria al alojamiento, especialmente la que se refiere al potencial que tiene. El paisaje plantea problemas metodológicos difíciles para el análisis territorial, mejor pertrechado para abordar el análisis integral.

Los criterios de evaluación consisten en especificar las bases en que se va a especificar y fundamentar la valoración.

Parte nuestro estudio lleva la intención de trabajar con imágenes satelitales lo cual aporta varios beneficios de trabajar con varios lapsos de tiempo; trabajar con la teledetección, se debe comprender principalmente el concepto en general; que son y cómo se captan las imágenes de satélite, su sensor, cuenta con miles de detectores diminutos que miden la cantidad de radiación electromagnética, que se expresa como la energía, que se refleja la superficie de la tierra y los objetos que hay en ella. Las cuales se denominan espectrales.



Cada valor de reflectancia espectral se registra como un número digital, estos números se transmiten de nuevo a la tierra donde un ordenador los convierte en colores o matices de gris para crear una imagen que parezca una fotografía (Muñoz, 2005).

El paisaje se expresa de acuerdo con (Pérez Ortiz, 2017) como la respuesta que van de las relaciones naturales y antrópicas, con el fin de evitar sesgos de subjetividad como lo es la percepción visual, estas relaciones pueden valorar y analizar el espacio paisajístico con distintas herramientas objetivables.

Uno de los objetivos de la movilidad de poblaciones de lo rural a lo urbano según (Hollman, 2008) la configuración de los paisajes y el ordenamiento territorial, estos se enriquecen con interrogantes sobre el estatus asignado sobre las imágenes, su producción y circulación, así como las emociones que se activan, en cuestión ambiental merece especial atención debido a su amplia difusión y a su inserción en no solo en la problemática ambiental sino también en las preocupaciones sociales.

La alteración de los elementos del paisaje es generada principalmente por las edificaciones turísticas y la falta de adaptación al entorno natural del litoral, según un estudio de (Arias Orozco, 2013) en este caso el principal objetivo es la afectación sobre los recursos naturales y territoriales existentes.

Mediante un análisis de los modos de ocupación del territorio, los impactos y las transformaciones generadas sobre el paisaje, es factible establecer una serie de parámetros de evaluación, mediante el confort y la percepción visual del paisaje natural.

“El objeto del análisis visual del paisaje para es determinar las áreas visibles desde cada punto o conjunto de puntos, bien simultáneamente o en secuencia, con vistas a la posterior evaluación de la medida en que cada área contribuye a la percepción del paisaje y a la obtención de ciertos parámetros globales que permitan caracterizar un territorio en términos visuales” ( Otero et al, 2009)

En su estudio encuentra que podría distinguirse, lo que más abarca e identifica al paisaje, es dividirse en dos con el medio biofísico en su totalidad que vendría siendo, el **Paisaje total**, y en cuanto a los aspectos visuales el **Paisaje Visual**; cuya consideración corresponde al enfoque de la estética o de la percepción.

En el análisis del paisaje visual, se empieza con los componentes físicos y bióticos del medio que son directamente perceptibles.

En una línea llamémosle objetiva, que ha sido desarrollada por la Unidad docente de Planificación y Proyectos de la Escuela de Ingenieros de Montes de Madrid (Aguílo et al , 1995)

La otra se basa en las respuestas perceptuales de los observadores, tratando de elaborar patrones de respuesta, la cual adopta una visión más subjetiva en su inició y ha sido muy trabajada por el Departamento de Ecología de las Universidades Autónoma y Complutense de Madrid.

## 2.1 Cuencas Visuales

El conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación o, dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto (Cañadas, 1977)

Según el estudio de (Sanz, 1996) una zona de intersección del conjunto de las cuencas visuales correspondientes siendo el subconjunto de puntos que son vistos desde todos los puntos de la zona.

Las cuencas visuales conjuntas a los puntos pertenecen a una zona de cada uno de ellos; el total de los puntos que pueden ser vistos por algún punto de la zona.

En este caso de estudio da un ejemplo del diseño de una carretera, donde se calculan varias cuencas visuales juntas. Los métodos para determinar la cuenca visual de un punto dado, se basa en su trazado visual (líneas rectas) y su intersección con la altura.

La cuenca visual puede verse afectada hasta en un 53 %, según la posición del punto de observación y la función de nitidez elegida, según el estudio de (Alonso, 1981)

Como método de cálculo de las cuencas visuales y determinación en un estudio del paisaje, para identificar que ámbito tiene mayor cuenca visual, basta comparar las fotografías tomadas desde cada punto (Sanz, 1996)

La guía para la elaboración de Estudios de Integración Paisajística de país Vasco, a partir el estudio de visibilidad, mediante la superficie que puede verse desde distintos puntos de observación, evidentemente aquellos paisajes que son más visibles desde diversos puntos de observación tienen mayor fragilidad visual, desde marcadores o puntos de observación los señalamiento de las vistas y zonas de afección visual desde los recursos paisajísticos, cualquier alteración que se haga en ellos será más visible, referentes visuales o puntos de observación, elementos singulares vistos como recorridos escénicos o senderos vías de comunicación, entre ello vías de observación.

Hace referencias que la determinación de la visibilidad implica el empleo de técnicas de información sobre cartografía a escala adecuada y documentación de fotografías panorámicas. Se tiene en cuenta que las técnicas informáticas permiten calcular la visibilidad mediante el punto de vista de uno o varios observadores sobre cada punto de terreno.

En este tipo de estudios al terreno estudiado se superpone una red o malla, el cual se le denomina cuadrículas celdas o teselas.

Los procedimientos existentes para el cálculo de una cuenca visual se basan en el uso de un Modelo Digital de Terreno (**MDT Modelo Digital de Terreno o DTM, Digital Terrain Model**)

Y con su estudio se definen en cuanto al cálculo de la visibilidad entre dos puntos y en la selección de puntos representativos.

Para la caracterización de la cuenca visual, la mejor manera de interpretarla es a través de un plano topográfico, pero es necesario recurrir al uso de índices que definan algunas de sus características y, de esta forma, se pueden establecer comparaciones con otras cuencas visuales. ( Otero et al, 2009)

Una forma comúnmente admitida, de abordar la descripción es el estudio se ha venido a llamar la cuenca visual, un correlato del paisaje con imagen serie de índices expresivos a su vez de las mencionadas características que se pueden reflejar de manera fácil sobre el mapa topográfico.

Los elementos que llevan a cabo la evaluación del paisaje están basados fundamentalmente en criterios de visibilidad.

Los directos se basan en identificar, mediante la observación total del paisaje sea mediante fotografías satelitales o a través de la observación desde puntos precisos, las respuestas de los espectadores a las diferentes escenas.

Los métodos indirectos que analizan el paisaje partiendo de los variados elementos que lo integran y descomponiéndolo según criterios. (Benlloch, 1993)

## 2.2 Elementos del paisaje

Para abordar el alcance de un buen estudio del paisaje es necesaria la selección entre diversas teorías y criterios.

Como **elementos visuales básicos**: Son los elementos visuales que son observables en el entorno que los definen como métodos directos y métodos indirectos. Los directos se basan en identificar, mediante la observación total del paisaje sea mediante fotografías o a través de la observación desde puntos.

En los trabajos aplicados se identifican de forma somera tres grandes líneas de trabajo:

a) La perspectiva biofísica, con un manejo del paisaje como unidad de síntesis, holística y geosistémica (Muñoz, 1989; García y Muñoz, 2002); b) la consideración del paisaje desde una perspectiva sociocultural, iniciada a partir de las reflexiones de Fernando Braudel en torno a la geografía histórica e incorporando la cuestión subjetiva del observador.

La calidad visual se basa en la identificación del estado fisionómico de las comunidades vegetales, analizando parámetros medibles sobre las características de dichas comunidades

Los campos visuales o visibilidad intrínseca en las zonas montañosas sean, por lo general, bastante reducidos.

Una Unidad visual de paisaje es una unidad delimitada mediante la parte visual y puede definirse como "la zona interconectada visualmente dentro de la cual un espectador es capaz de ver la mayor parte de esa porción del territorio y no el de zonas circundantes" (Gobierno de Aragón, 2013)

Las Unidades de Paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debiera ser lo más homogénea posible en relación a su valor de paisaje por su calidad visual y valor de fragilidad (Escribano M, 1991, pág. 117). La delimitación de las UP es muy importante para la posterior gestión de los recursos.

Las UP se definen como una serie de "espacios" cerrados con características propias. En su interior se podrán separar subespacios en base a topografía, vegetación y medio construido. Refiere a que estos espacios pueden cubrir o no la totalidad del territorio bajo estudio, pero serán representativos y, por lo tanto, extrapolables para estudios posteriores (Muñoz Pedreros, Andrés, 2004).

Por las ventajas operativas se sugiere usar UP irregulares, esto es, la unidad de paisaje toma una forma irregular como un ecosistema, de un tamaño condicionado por la escala de trabajo. Respecto a esto último cabe hacer notar que, en la valoración del paisaje, a diferencia de otros recursos, lo raro, excepcional, aislado y/o insólito, lejos de ser eliminado por el investigador, puede ser de un peso determinante en la evaluación. Por este motivo no se puede recomendar a priori una escala de trabajo, con su consiguiente nivel de detalle, aun cuando este mismo nivel de resolución puede ser un indicador del nivel de precisión empleado para estudiar una UP.

#### Determinación de las unidades de paisaje

Las unidades de paisaje se establecen en base a los aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios el método de (MOPT, 1993) para determinar una UP.

(a) determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo, puede tomarse la vegetación o el relieve

(b) cartografiar el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido

(c) agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas.

Se proponen como componentes centrales a la cubierta vegetal y la morfología del terreno, componentes que variarán si se incorporan desiertos y océanos. Esto es lo que puede configurar los paisajes a estudiar.

A menor escala las UP serán de mayor tamaño (con menor nivel de detalles). La UP pueden ser regulares, irregulares o mixtas, pero si las unidades visuales del paisaje tienen menor tamaño hay mayor precisión en su valoración.

En el artículo de (García el Barrio, J.M; Ortega, M; González, S; Elena Ro; Rosselló R., Elena, 2014) un estudio de procesos de cambio en el paisaje habla de acerca de las tendencias de cambio en los paisajes forestales y rurales españoles del periodo 1956 a 1998.

Utilizaron las mismas coberturas para cada caso, correspondientes a cada fecha y mediante su superposición en un SIG de (ArcGIS) se establecieron procesos de cambio correspondientes a los dos

periodos estudiados, 1956-1984 t 1984-1998. Los cambios de uso producidos en los intervalos entre estas fechas han sido medidos en porcentaje de superficie y evaluados de acuerdo con 3 criterios: 1) Cambios de tipos de uso y de cubierta; 2) Cambios de densidad de la cobertura leñosa sin cambio de Tipos de uso y cubierta; 3) Mantenimiento tanto de los tipos de uso y cubierta como de su densidad.

## 2.2.1 Temporalidad

El análisis del paisaje está implicado en el ambiente, no sólo en la dimensión espacial, sino en la temporalidad que se refleja mediante la transición de fenómenos biológicos y de la memoria.

Cuando se habla de transformación del paisaje, se hace referencia a la variación que sufren sus estructuras fragmentadas, su composición y su funcionamiento en un lapso determinado. Relacionado con el estado de transformación de una o más variables (Forman & Godron, 1986)

Los aspectos de cambios según (Forman & Godron, 1986) se expresan como en curva de variación, se pueden caracterizar por medio de tres aspectos

- Tendencias de cambio (incremento, decrecimiento o nivelación)
- Amplitud de oscilación alrededor de la tendencia (grande o pequeña)
- Frecuencia y ritmo de oscilación (regular o irregular; rápido o lento)

Un espacio natural, está constituido por un espacio temporal, una organización espacial compleja y abierta formada por la interacción entre componentes o elementos biofísicos que pueden ser modificados o transformados por las actividades antropogénicas y diferentes grados. (Mateo Rodriguez, Vicente da Silva, & Cezar Leal, 2012)

La condición en dinámicas de los paisajes exige que el tiempo, o los cambios temporales, sean tenidos en cuenta en los estudios cuantitativos del paisaje.

Desde el desarrollo de los (SIG) ha permitido trabajar con cambios a gran escala y en lapsos de tiempo variables.

La temporalidad de la dinámica del paisaje es altamente dependiente de factores externos económicos, políticos, sociales, climatológicos. (Sauer, 2006). La realidad cronológica, el elemento temporal está presente en la asociación de hechos geográficos, pues el tiempo tiene un lugar bien

reconocido como factor en muchos campos científicos, afirma que en los que el tiempo no es simplemente un término que designa alguna relación causal identificable.

De acuerdo con la escala del paisaje estudiado, un municipio, un territorio, una región, etc.; el nivel de detalle del estudio y el ámbito temporal, serán más adecuadas unas aproximaciones u otras al momento de interpretar la realidad paisajística y su evolución.

## 2.2.2 Componentes Básicos

Un importante punto de partida para cualquier evaluación es la delimitación de unidades para la clasificación del territorio. Según (Bosque Sendra, 1997) se dividen en irregulares extensas, regulares y mixtas.

Las irregulares las cuales son divisorias del territorio y se establecen atendiendo a los aspectos visuales, pueden delimitarse libremente, con tal de mantenerse en homogeneidad con la variación de la zona de estudio y acorde con la escala de trabajo. Están asociadas a factores naturales como la topografía, geomorfología, etc.

Las unidades regulares, forman determinadas unidades que consisten en dividir el territorio, con homogeneidad interna implica características paisajísticas donde los puntos son iguales o se han definido como equivalentes.

Según (Bolos, 1992) los componentes del paisaje y los clasifican en cuatro grandes áreas:

La tierra: mediante este componente del paisaje es factible observar, el relieve, las texturas y los diferentes materiales del terreno, así como la evolución de como se ha conformado la superficie terrestre de ese entorno. La zona cruza el eje neo volcánico, con pendientes pronunciadas, las cuales hacen un atractivo visual a lo largo del entorno circundante.

El agua: Este componente del paisaje es de bastante peculiaridad ya que la presencia de este elemento en el ambiente es esencial para cualquier forma de vida.

La vegetación: Es otro componente vital en el paisaje, ya que por sí misma proporciona gran variedad en el colorido y textura dentro del entorno natural o artificial.

Las estructuras o elementos artificiales son componentes inevitables en el paisaje. Es la manifestación del hombre sobre el entorno, lo realmente importante en este análisis es considerar la forma, los materiales y los sistemas constructivos.

**La abertura visual**, que es la relación que existe entre el usuario y lo que observa hacia el exterior.

**La visual, rayo visual** o simplemente rayo, es la recta imaginaria que partiendo desde el punto de observación conecta con otro punto destino, del cual se quiere saber si es visible o no.

**La pendiente virtual** o pendiente visual se define como la tangente del ángulo formado por el rayo visual con la horizontal.

**El alcance** o distancia máxima en una dirección de las observaciones vendrá dado por la finalidad del estudio pudiendo ser variable en una misma cuenca en función de la dirección.

**El dominio visual**, que consiste en el área específica que el usuario es capaz de observar en un momento determinado, si ese elemento fuese de su interés.

La altura del observador habría que sumarla a la altura del punto de observación para efectuar los cálculos de la pendiente virtual.

**La convexidad** de la proyección en planta de la zona de cálculo ha de tomarse en consideración para no falsear los datos obtenidos en el cálculo de la cuenca visual.

En el caso de estudio de Arias Orozco se valora la existencia de panoramas amplios en el horizonte visual. Califica al territorio según el grado de visibilidad recíproca, de todas las unidades entre sí (las líneas visuales, trazadas, ayudan a determinar la cuenca visual, entre las diversas zonas del paisaje) a esto se refiere la **Intervisibilidad**.

Se considera después la posible cualificación de esa cuenca visual en función de la distancia y del ángulo de incidencia visual, incluyendo la obtención de la pendiente y orientación de cada punto como paso previo para tener en cuenta la incidencia.

La fragilidad intrínseca comprende la interacción de tres factores que expresan la vulnerabilidad que tiene un espacio para sufrir un cambio territorial, ya que sea de tipo biofísico (vegetación, topografía), histórico-cultural (elementos singulares, cercanía de carreteras, entre otros) de visualización también llamados morfológicos

Hay que tomar en cuenta que para su descripción se ocupan otras características como:



1. Capacidad Paisajística: La Calidad visual intrínseca.
2. La calidad del entorno inmediato dentro de un radio de 700 mts.
3. La calidad visual del fondo escénico.

Según el estudio de (Vergara, 2015) una manera de simplificar el grado de fragilidad es utilizar criterios comparativos para cada zona de estudio, se proponen criterios de visibilidad los cuales son:

**Receptividad**, con relación la visibilidad de zonas consideradas como naturales (vegetación, cerros) frente a la observación de aquellas que presentan signos de artificialidad (núcleos de población, carreteras).

#### **Actividad**

Se define como la visibilidad existente desde el exterior hacia el interior del ámbito estudiado, es comprobar la superficie de todo el ámbito que percibe cada unidad observada.

**Conservabilidad.** El cual pretende determinar las zonas que por sus características es conveniente preservar.

La perspectiva de (Vergara, 2015) en los extraurbano es que a partir de lo biogeográfico se permite relacionar múltiples elementos del ecosistema, tomar en cuenta que las áreas de vegetación son consideradas como un regulador del medio ambiente urbano, entre ellos la producción de O<sub>2</sub>, captación de polvo en suspensión, regulación de temperatura, captación y devolución de humedad, atenuación de niveles de decibeles, entre los principales.

## **2.4 Métodos automáticos en cuencas visuales**

Entre la serie de problemáticas, de valoración de calidad es que da lugar a múltiples métodos de evaluación según la metodología para elaborar estudios del medio físico.

Métodos directos: una valoración que se realiza a partir de la contemplación total del paisaje. Los cuales se encuentra muy adoptados a la subjetividad, su valoración dependerá del criterio personal, otra problemática que conlleva es que es que el estudio no es cuantificable.

Métodos indirectos: otra valoración se realiza a través del análisis de los componentes de paisaje, su importancia radica en la variedad, la tipología, la escasez etc.

Un método que integra una diversidad de técnicas de valoración, donde las variables que pueden integrarse son la tipografía, los usos del suelo, la presencia de agua; este método puede integrarse una objetividad, pues termina integrándose variables determinadas por el territorio.

Han surgido una serie de métodos en el estudio los cuales van desde:

Método de los rayos o de las secciones variables (Aguiló, 1981)

El cálculo de la cuenca visual por rayos está basado en la asignación a los puntos observados de áreas en forma de sectores de corona, cuya amplitud es creciente según la distancia al punto de observación. El procedimiento de cálculo se organiza de la forma siguiente:

Por medio de visuales que parten del origen o punto de observación se recorre toda el área de estudio. Los rayos se distribuyen separados con un cierto ángulo que se fija previamente.

Las observaciones en cada rayo se distancian una longitud denominada paso. Separados por una distancia igual al paso, en donde "p" es el paso y di es la distancia existente entre el punto de observación y el observado. Si se ve el punto central de la corona se atribuye el total del área asignada, independientemente de que se vea o no toda ella. Por el contrario, no se asigna superficie alguna si no se ve su punto central.

El método de evaluación que se ha desarrollado en la unidad homogénea de paisaje-no ajeno al concepto con su estructuración dentro de las cuencas visuales. Donde su tratamiento es estrictamente visual y se ha analizado metodológicamente como las unidades elementales del paisaje. Se pretende valor las consecuencias negativas en función de la vulnerabilidad ambiental. El estudio se orienta en medir las incidencias del uso agrario del suelo y establecer menor efecto visual en función de intervisibilidad.

### **Método general o de las cuadrículas**

En este método las superficies asignadas a cada punto observado son constantes independientemente de la distancia. El "test" de visibilidad se aplica a cada una de las cuadrículas que se encuentren en el interior del círculo cuyo radio viene determinado por el alcance.

Los rayos visuales se trazan desde el punto de observación hasta las cuadrículas del perímetro correspondiente al alcance.

### **Método de integración**

Este método trata de integrar los métodos anteriores, utilizando sus ventajas e intentando solucionar sus problemas. En síntesis, el método consiste en trazar rayos visuales al igual que se hace en el método de los rayos, pero con la diferencia en este caso de que tanto el ángulo de separación entre los rayos visuales como el paso para cada rayo, son variables y no se definen "a priori" (Sanz, 1996)

Cuando la pendiente del rayo visual sea inferior o igual a los 45° los rayos cortarían a todas las cuadrículas por sus lados verticales.

### **Cuenca visual absoluta**

Este índice mide la superficie total vista desde un punto de observación, sin tener en cuenta ni su forma ni su distribución. Cuando la cuenca visual es conjunta y se obtiene como observación desde distintos puntos del territorio, puede ser necesario ponderar las distintas aportaciones según el número de observadores.

### **Pendiente visual media**

Se propone para medir la sensación de dominancia del observador; coincide con la media de las pendientes visuales ponderadas con la superficie. Valores negativos indicarían que el observador se encuentra en una posición dominante (Sanz, 1996)

### **Fragilidad visual adquirida**

Este tipo de fragilidad se relaciona directamente con las condiciones de accesibilidad y observación de uno o varios puntos tanto móviles o fijos que permiten al sujeto visualizar su entorno, por lo que las condiciones de infraestructura son sumamente importantes en el cálculo de esta variable.

### **Puntos singulares**

Se definen como puntos singulares aquellos que, por sus particulares características visuales, se pueden distinguir del resto de puntos del territorio. Punto o zona sobresaliente, es una superficie que se encuentra rodeada en su vecindad de zonas ocultas por la topografía del terreno. (Sanz, 1996)

## **Excentricidad**

En el estudio de la cuenca visual, no hay que olvidar la importancia del observador y a su vez, del punto de observación. Por lo general el centro de gravedad de una cuenca visual no coincide con el punto de observación, y esa circunstancia produce una excentricidad.

La esperanza de visión, que depende a su vez de la ley de pérdida de nitidez visual con la distancia.

Dirección principal de la cuenca visual

El término se ha tomado de la Mecánica, haciendo un símil con las direcciones principales en la distribución de momentos de inercia axiales respecto al conjunto de rectas que pasan por un punto

Opinión: El modelo se aplica después a un territorio concreto para evaluar su funcionamiento

Los factores visuales relevantes para evaluar dentro del paisaje según (Orozco, Silvia Arias, 2013)

1. La forma: Representada por el relieve y la morfología urbana.
2. Línea y Contraste: Se refiere a elementos naturales como la presencia de agua, además de elementos artificiales como edificios y vías de acceso.
3. Textura: Se observa a través de la existencia de la vegetación, así como la estructura y composición del suelo.
4. Color: Se obtiene de acuerdo con las características propias del paisaje según la época del año y en el caso particular de la tipología del color empleada en las edificaciones turísticas.

## **2.5 Programa Landsat**

Uno de los principales exponentes de percepción remota para la vigilancia terrestre, el cual se constituye por series de misiones para observar la tierra, las cuales son gestionada por la NASA y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Empezó en el año 1972 como exploración y continúa registrando cambios en la superficie terrestre desde el espacio.

Considerado un sistema de satélite con resolución moderada, cada píxel de su imagen tiene un tamaño con el que se podría cubrir un campo de béisbol.

Actualmente Landsat se encuentra en su octava versión, denominada: Landsat Data Continuity Mission (LDCM). Este programa mejora y avanza el registro de imágenes multispectrales, manteniendo una misma calidad en sus procesadores. La diferencia de este es que incorporados sensores de barrido: El (OLI) Operational Land Imager, y un sensor térmico infrarrojo llamado Thermal Infrared Sensor (TIRS).

La calidad de los datos (relaciona su señal en función del ruido) y la resolución radiométrica es de 12 bits. La resolución espacial de las bandas TIRS se adquieren a una resolución de 100 metros, pero se vuelven a remuestrear a 30 metros. Estos sensores se representan avances evolutivos en la tecnología de sensores remotos y en ese rendimiento.

Una imagen satelital tiene resolución espacial de las imágenes es de 49 pies (15 m) pancromáticas y 98 pies (30 metros) a lo largo de 115 millas (185 kilómetros) de ancho de imagen; cubriendo así amplias zonas de la tierra.

Las imágenes de satélite se encuentran en formato ráster; lo cual consiste en una matriz de miles de píxeles, en donde cada píxel tiene un valor digital o de reflectancia.

Es así como las bandas trabajan conjuntamente para representar lo más detalladamente posible las características del territorio. La información de Productos LDCM tiene un formato de salida tipo LDCM L1Gt, los cuales están predefinidos en formato: Geographical Tagged Image File Format (GeoTIFF)

Los factores que determinan la resolución espacial de un sensor son distancia sensor- superficie terrestre, ángulo de visión y campo de visión instantáneo (Labrador García & Arabelo, 2012).

Distintas superficies responden de manera diferente a la radiación electromagnética. Por lo tanto, se puede lograr obtener una firma espectral específica para para cada tipo de superficie sea natural o artificial.

La resolución espectral un sensor como el número mayor de canales o bandas espectrales que pueden discriminar, se generaliza como el número y anchura de las bandas espectrales que puede discriminar el sensor (CONAGUA, 2005). Esta resolución va de la mano con la radiométrica de los datos de teledetección se define como la cantidad mínima de energía requerida para incrementar el valor de un píxel en un nivel digital (ND), la resolución radiométrica se define como el máximo número de niveles digitales destacables por un sensor. La atmosfera provoca un cierto grado de dispersión y

absorción en la radiación que alcanza el sensor y reduce el número de ND en las imágenes en específico las de onda corta.

Entre mayor resolución radiométrica que se proporcione más precisión de la información espectral.

El tratamiento digital permite llevar a cabo una gran cantidad de análisis, que en el pasado por su complejidad eran imposibles realizar únicamente mediante interpretación visual.

## **2.6 Degradación Forestal**

La degradación de los bosques constituye un grave problema ambiental, social y económico. La degradación es un concepto técnico y científicamente delicado de definir, es objeto de apreciaciones y percepciones. La cuantificación de la magnitud de la degradación forestal es complicada porque la degradación obedece a muchas causas y ocurre de formas y grados de intensidad diversos (Simula & Mansur, 2011).

La disponibilidad y la calidad técnica de las imágenes por satélite aumentan constantemente, mientras su precio va en disminución. Es posible evaluar con cierta rapidez, paisajes extensos e incluso inaccesibles.

Los sistemas naturales pueden evolucionar progresivamente hasta alcanzar su clímax, o bien por otro lado regresivamente. Existe un límite una tolerancia de los ecosistemas ante la intervención humana que puede provocar regresiones irreversibles hasta acabar con los ecosistemas naturales (Ory, 2019).

El método que se analiza fue diseñado originalmente para cartografiar paisajes forestales intactos. (PFI) es una extensión de ecosistema natural ininterrumpida, que no muestra signos de actividades humanas, se han integrado dos tipos de criterios para paisajes no intactos, a) la alteración y la fragmentación. En este caso solo se determinó la alteración de las zonas únicamente mediante un análisis de imágenes que fue realizado por interpretación visual.

El método fue utilizado para específicamente para manejar imágenes por satélite en consecuencia de los procedimientos.

## Capítulo III. Diagnóstico de factores bióticos y abióticos en la zona de estudio

### 3.1 Descripción del Sistema en el área de Influencia

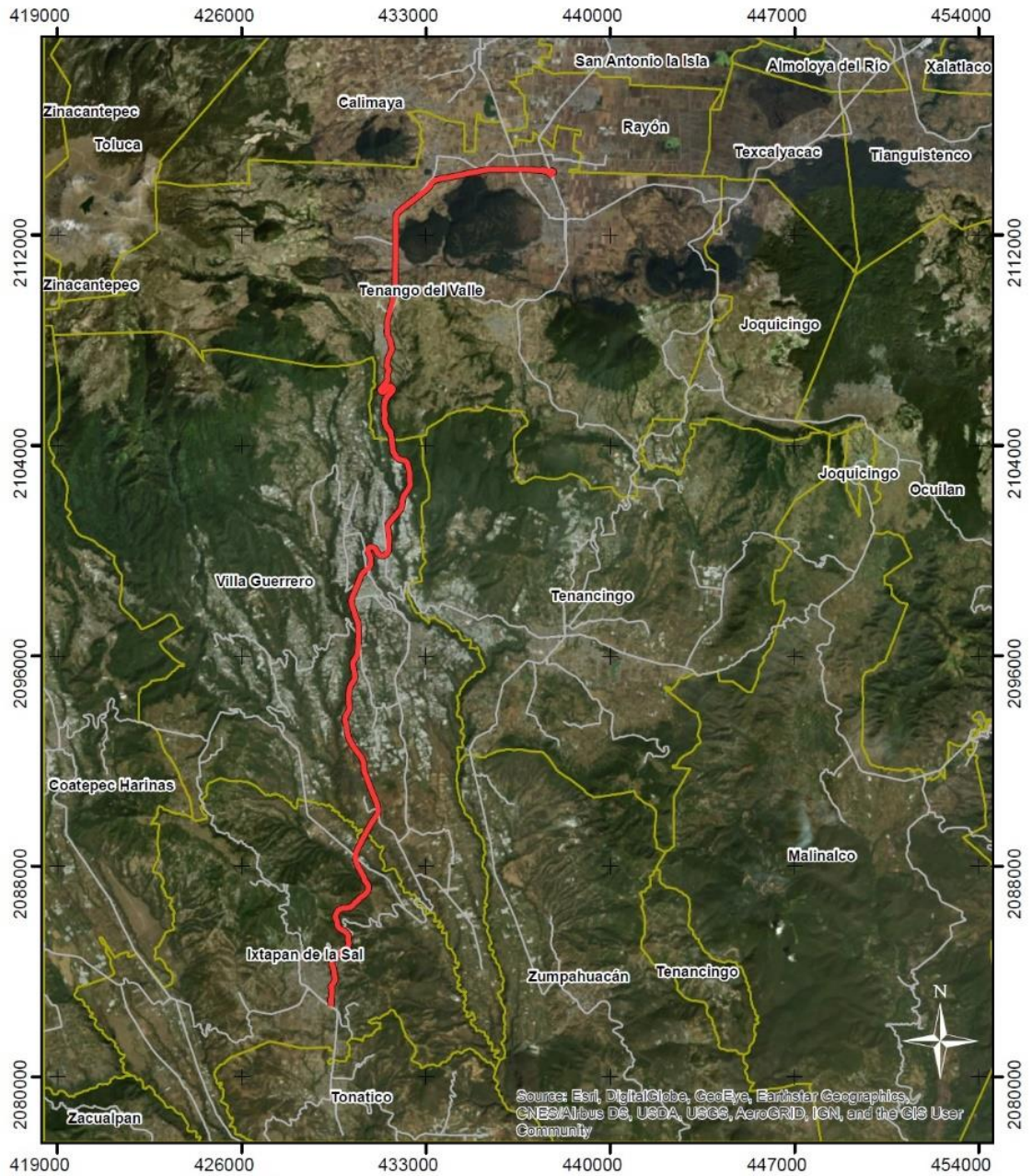
La ubicación del proyecto pertenece a la segunda sección de la carretera Toluca- Taxco, atraviesa los municipios de Tenango hasta Ixtapan de la Sal en el Estado de México, donde se caracterizarán el sistema del área de influencia.

Cuadro 1. Coordenadas de inicio y termino del proyecto.

Coordenadas UTM		
Puntos	X	Y
Punto de inicio	2077515	418485
Punto final	2120445	2120445

Fuente. Google Earth

### Ubicación de la zona de estudio



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

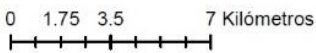


Universidad Autónoma del Estado de México

#### Simbología Base

- Cuota
- Libre
- Municipios

Escala: 1:200,000



Elaborad por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 1. Ubicación del proyecto



Se integraron las **coordenadas UTM** al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) una herramienta de uso público de SEMARNAT, para hacer un análisis espacial del proyecto de acuerdo con los criterios básicos de Unidades de Gestión Ambiental, de acuerdo con el rango de incidencia en la cuenca Visual.

### 3.1.2 Ocupación del territorio

- El municipio de Tenancingo representa un 0.71% pues este cuenta con 160.1 Km<sup>2</sup>.
- Tenango del Valle representa un 0.92% del estado de México pues abarca 208.88 km<sup>2</sup>.
- El municipio de Villa Guerrero represente el 0.92 % de la superficie del Estado, es decir 207.73 km<sup>2</sup>. siendo el municipio con mayor superficie de la zona de estudio
- El municipio de Ixtapan de la sal representa el 0.51% de la superficie del Estado de México, es decir 115. 31 km<sup>2</sup>.
- Zumpahuacán representa el 0.89 % del Estado de México pues abarca con 201.54 km<sup>2</sup>.

### 3.1.4 Delimitación de la zona de Actuación

Los municipios que gravitan sobre la carretera Toluca- Ixtapan de la sal en nuestra zona de estudio; son Tenango del Valle, Tenancingo, Villa Guerrero, Ixtapan de la Sal, y una parte de Zumpahuacán como base de su desarrollo presentan vocación comercial y turística.

Tenancingo forma parte de la región VI de Ixtapan de la Sal, y se localiza en la porción sur del valle de Toluca, colinda con los municipios de Tenango del Valle y Joquicingo al norte, Zumpahuacán al sur, Malinalco al este y Villa Guerrero al oeste.

También se integra Tenango del Valle que se encuentra al sureste de la capital estatal, es parte integrante de la Región XIII Toluca, al norte con los municipios de Calimaya, Santa María Rayón y Texcalyacac al sur con Tenancingo y Villa Guerrero, al este con Joquicingo y al oeste con Toluca.

Por la ubicación geográfica de Tenancingo y Villa Guerrero, cuentan con un potencial de recursos naturales configurando una actividad agrícola creciente, orientada fundamentalmente durante la

última década a la producción de flor altamente especializada, para el mercado regional, nacional y de exportación. En el censo ejidal y ganadero se tienen identificadas 4,294 unidades de producción agropecuaria, que destinan su superficie a la producción de flor, legumbres, cereales, frutas y forrajes.

Ixtapan de la sal, el cual pertenece a la Región VII de XVI regiones, al norte colinda con Villa Guerrero y Coatepec de Harinas; y al este con Villa Guerrero, Zumpahuacán y al sur con Tonalico.

Por último, se integra el municipio de Zumpahuacán forma parte de la región VII (Ixtapan de la Sal), se localiza al oeste con Ixtapan de la Sal y Tonalico, al norte con Tenancingo y al noreste con Villa Guerrero y Malinalco, al este se encuentra el Estado de Morelos.

## **3.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental**

### **3.2.1 Aspectos biofísicos**

Los agentes del medio ambiente natural existentes en el área de estudio, tienen gran relevancia ya que tienen múltiples interrelaciones.

El área de estudio se desarrolla parcialmente sobre un sistema montañoso. Los sistemas de laderas se encuentran cubiertos de vegetación de pino-encino, con alturas que van de 2600 a los 1600 msnm. Las zonas bajas presentan fragmentación de bosque y zonas sin vegetación aparente, así como pastizal inducido. El área de estudio está conformada por los municipios de Tenango del Valle, Villa Guerrero, Tenancingo, Ixtapan de la sal e Zumpahuacán y las comunidades aledañas son: Santiaguillo Cuaxustenco, San Isidro, San Miguel Balderas, Santa Cruz Pueblo Nuevo, San Bartolomé Atlatlahuaca, San Pedro Tlanixco, El potrero, San Batolomé, San José, El moral, San Bartolomé Coatepec, San Martín Coapaxtongo, Monte de Pozo, Santa Ana. Santiago Oxtotitlán, Zacango, Totolmajac, Potrero Nuevo, San Pablo Tejalpa (Google Earth, 2020).

La zona de estudio se encuentra ubicada en un acota altitudinal máxima 4,628msnm y la cota altitudinal mínima va de 1,600-2020 msnm, presenta un patrón altitudinal que desciende de Norte a Sur.

Los municipios que integran la zona de estudio se encuentran en una región potencial de deslizamiento de laderas en México.

Cuadro 2. Altura sobre el nivel del mar

Municipios representativos	Altura sobre el nivel del mar
Tenango del Valle	2,275-3,345 msnm
Tenancingo	2,020-2,700 msnm
Villa Guerrero	3,760-1,767 msnm
Ixtapan de la Sal	1,880-3,800 msnm
Zumpahuacán	1,670-2,600 msnm

Fuente: Plan de desarrollo municipal Tenango del Valle 2019, Tenancingo 2011, Villa Guerrero 2010, Ixtapan de la sal 2012, Zumpahuacán 2018

Cuadro 3. Principales localidades por municipio

<p><b>Tenancingo</b></p> <p>Acatzingo</p> <p>Chalchihuapan</p> <p>San José Tenería</p> <p>San Martín Coapaxtongo</p> <p>San Miguel Tecomatlán</p> <p>San Simonito</p> <p>Santa Ana Ixtlahuatzingo</p> <p>Tepalcatepec</p> <p>Tepetzingo</p>	<p><b>Tenango del Valle</b></p> <p>Tenango de Arista</p> <p>San Bartolomé Atlatlahua</p> <p>San Francisco Pulta</p> <p>San Francisco Tepexoxuca</p> <p>San Miguel Balderas</p> <p>San Pedro Tlanixco</p> <p>San Pedro Zictepec</p> <p>Santiaguito Cuaxuxtenco</p> <p>Santa María Jajalpa</p> <p>Santa Cruz Pueblo Nuevo</p>
<p><b>Villa Guerrero</b></p> <p>Porfirio Díaz</p> <p>San Mateo Coapexco</p> <p>San Francisco</p> <p>Santiago Oxtotitlan</p> <p>Totomajac</p> <p>Zacango</p>	<p><b>Ixtapan de la sal</b></p> <p>Tecomatepec</p> <p>Ahuacatlán</p> <p>San Diego</p> <p>San Miguel Laderas</p> <p>San José del Arenal</p> <p>Malinaltenango</p> <p>El Salitre</p> <p>Yerbas Buenas</p> <p>Mesón Nuevo</p>

Fuente: Recursos Ipomex, 2019, Plan de desarrollo municipal, Ixtapan de la sal, 2019

## 3.3 Hidrología

### 3.3.1 Protección de las aguas superficiales

Los municipios que integran la zona de estudio pertenecen a la Cuenca del Balsas, la cual cuenta con una extensión de 8,741.53 km<sup>2</sup>, la cual abarca 33 municipios, lo que representa 39% del total de la superficie estatal.

Según los datos de la Estadística del Agua en México de la CNA La Región Hidrológica administrativa (RHA) de esta zona representa el número IV la cual se denomina como pacifico centro.

Cuadro 4. El balance que se tiene en esta región

	Volumen de precipitación	Escurrimiento	Infiltración	Evapotranspiración
Hectáreas en m <sup>3</sup> anual	10,199.6	2,451	564	7,185.5

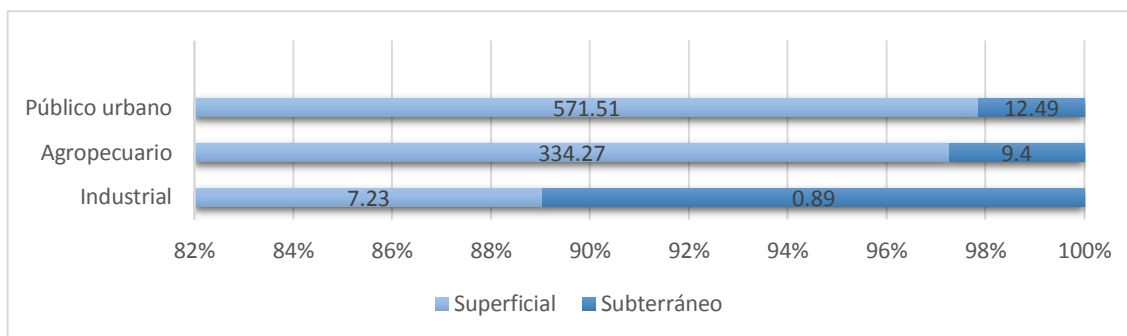
Fuente: Programa Hídrico Integral del Estado de México 2017-2023

Cuadro 5. Extracciones totales en la región Balsas

Aprovechamientos	Volúmenes (hm <sup>3</sup> / año)		
	Superficial	Subterráneo	Total
Público urbano	571.51	12.49	584
Consumo Local	101.57	12.49	114.06
Exportaciones	470.04	0	470.04
Subtotal	571.51	12.49	584.00
Agropecuario	334.26	9.40	343.66
Industrial	7.23	0.89	8.12
Total	913.00	22.78	935.78

Fuente: Elaborada con base en datos de REPDA, 2014

Gráfico 1. Aprovechamiento de la región Balsas



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con datos de INEGI

En la región Balsas se reconoce que el aprovechamiento superficial para el sector agropecuario es alto con el 37% total de los aprovechamientos.

**Tenancingo:** El municipio forma parte de la Región Hidrológica número 18, denominada “Río Balsas” (RH18), en la cuenca Río Grande de Amacuzac (18F); en la subcuenca del Río Alto Amacuzac (f), la cual tiene escurrimientos que van entre los 200 y 500 mm. El escurrimiento superficial más importantes en el centro de población es el arroyo San Simonito, y sobre él se encuentra una caída de agua denominada “El Salto”, este presenta un alto nivel de contaminación debido a que la red de drenaje del centro de población. (PDU, 2017)

Cuenta con 22 manantiales, 21 arroyos de corriente intermitente, 7 acueductos y un río de corriente permanente denominado río Tenancingo, nace en los manantiales que existen en el pueblo de San Pedro Zictepec perteneciente al municipio de Tenango del Valle, (SEDUV, 2010)

La cuenca hidrográfica del Río Grande de Amacuzac se localiza al sur del Estado de México con una superficie que abarca el 10.6 % del área estatal. Esta cuenca colinda al norte con la Cuenca del Río Lerma, al este se continua al Estado de Morelos, al sur penetra al Estado de Guerrero y al oeste con las Cuencas del río Balsas- Cirándaro y con la Cuenca del Río Cutzamala de la Región RH18 Río Balsas (INEGI, 2001).

Entre los recursos subterráneos está el Acuífero Tenancingo (1504) que comprende en la subregión Alto Balsas, aloja sólo un acuífero que corresponde al denominado Tenancingo, con una superficie de 177 km<sup>2</sup>, en condiciones de subexplotación, sujeto a disposiciones de veda rígida, que recibe una recarga de 128.3 hm<sup>3</sup> al año, frente a una extracción de 15.14 hm<sup>3</sup> al año y una descarga natural comprometida de 113.0 hm<sup>3</sup> anuales (CAEM, 2015).

Sus aguas superficiales, que corren 16.3 m<sup>3</sup>/seg no son aptas para consumo humano, además la mayor parte están concesionadas, por lo que no pueden ser aprovechables, y en la zona del Municipio de Tenancingo el agua está sujeta a veda por su sobreexplotación.

Tenango del Valle a diferencia de los demás forma parte de la Región Hidrográfica Lerma- Santiago y de Balsas. Las principales corrientes de agua son El Zaguán, Grande, La Ciénega, Las Cruces, San Gaspar y Tepexcantitla (INEGI, 2020)

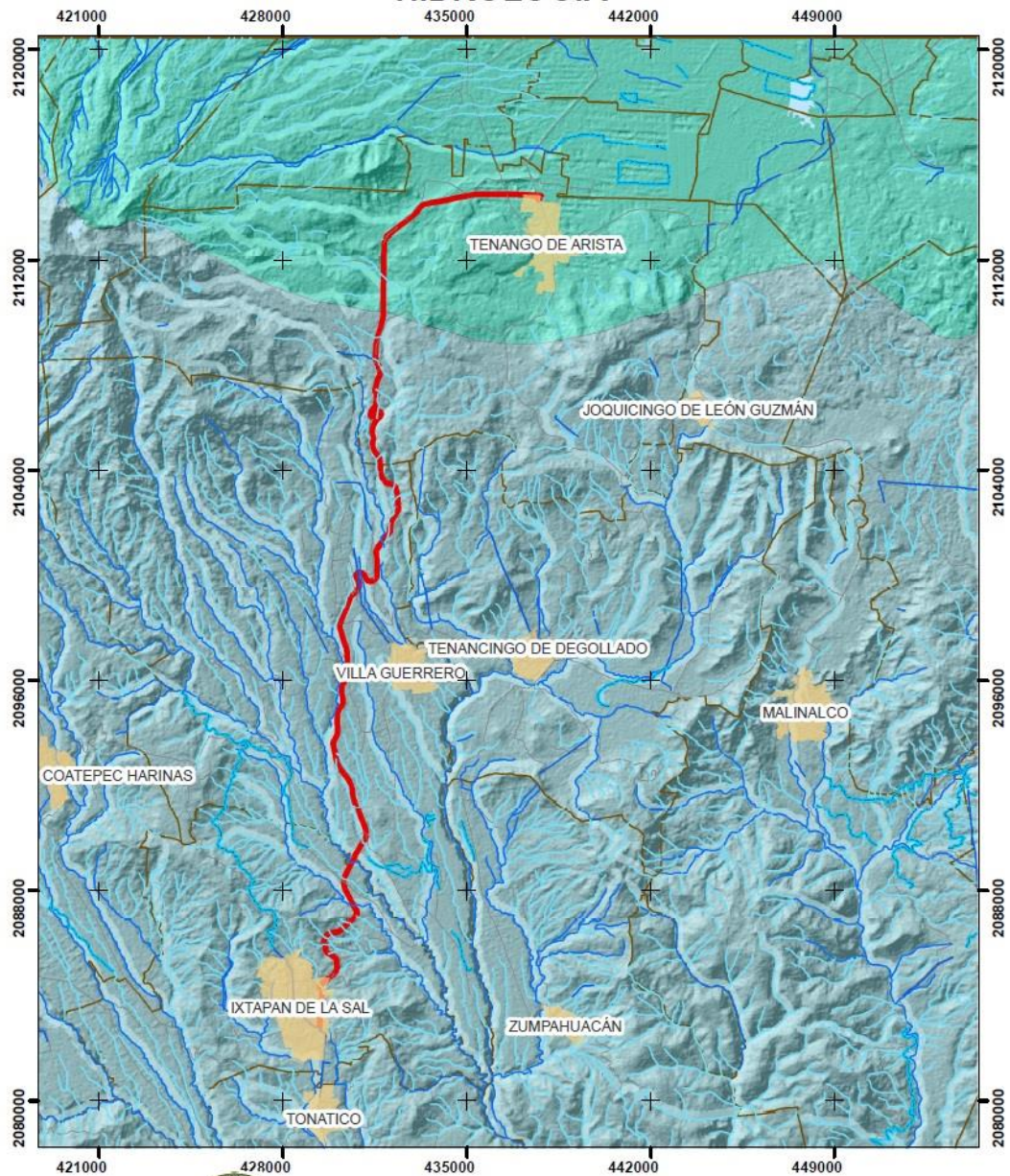
En Villa Guerrero, cuenta con numerosos arroyos y ríos, por su importancia destacan: Texcaltenco, Tintojo, Los Cuervos, de Santa María, de San Gaspar, de Zacango, Los Tizatez, Teuimilpa y el Cruz Colorada o de San Mateo, que en conjunto forman parte de la Cuenca del Alto Balsas (COPLADEM, 2016).

En su trayecto este da lugar a distintas cascadas y saltos, los principales son: el Acaquixtla, el del Maquintero, el Salto del Río Grande de San Gaspar y Salto de la Neblina (COPLADEM, 2016).

Ixtapan de la sal, se distinguen los ríos Calderón y Nenetzingo que corren de Norte a Sur y al unirse dan lugar al río San Jerónimo, conocido localmente como río Ixtapan, también de norte a sur; El Malinaltenango corre al poniente del municipio. Al poniente y al Sur de la cabecera municipal corre el arroyo " El Salado " que nace en las fuentes termales de San Gaspar y se prolonga hasta unirse con el arroyo Salitre. En las faldas del Nevado de Toluca nacen dos manantiales uno en el cerro El pollo y el otro en el cerro La Rabia, ambos se juntan cerca de Tequimilpan (Villa Guerrero), en el lugar denominado La junta de los manantiales, dando origen a la fuente de abastecimiento de agua más importante de la región (PDM, 2017).

Para el caso de la hidrología se descargó la red Hidrográfica Escala 1:50,000 y las corrientes escala 1:500,000 donde seleccionamos una zona de influencia apta según diversos estudios esta puede variar en cuanto a la escala y posición, en nuestro estudio se aplicó con una distancia de 250 metros, para los ríos se representó mediante una herramienta llamada buffer la cual zonifica nuestra zona de influencia de corrientes perennes. Sobre el transecto recorren en su mayoría corrientes intermitentes más de 20 y 4 corrientes perennes y acueductos.

# HIDROLOGÍA



Universidad Autónoma del Estado de México

## Simbología Básica

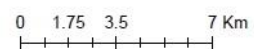
- Localidades
- Cuota
- Libre
- Municipios

## Simbología Temática

- Acueductos
- Canales
- Corriente intermitente
- Corriente perenne

- Lerma Santiago
- Pacífico Centro
- Ríos

Escala 1:200,000



Elaborado por Natalia Bustos Bonfil en base a Casa A., Gustavo, (1997). 'Hidrología lítica del estado de México'.

Mapa 2. Mapa de Hidrología



### 3.4 Clima

En el territorio de la zona de estudio la mayor parte forma parte de una región de clima templado subhúmedo, seguido por una parte donde se contrasta a semifrío subhúmedo y termina en una región semicálido subhúmedo, la zona en su mayoría posee un agradable clima templado.

En Tenancingo predomina el clima templado húmedo con lluvias en verano C(w), que está dentro del subgrupo de climas templados (C) con temperatura media anual entre 12°C Y 18°C, la máxima es de 29.5 °C y la mínima de 5 °C. Asimismo es del tipo Templado subhúmedo, con lluvias en verano con una precipitación del mes más seco menor de 40 mm. Se presenta heladas en los meses de octubre a enero. Vientos fuertes en febrero y marzo. La temperatura del mes más frío va entre -3° C y 18°C.

Este clima es del subtipo de mayor humedad dentro de los templados subhúmedos. La precipitación en el mes más seco menor de 40 mm. El porcentaje de precipitación invernal es menor de 5 al 10.2% del total anual, siendo el más importante de la Entidad, ya que ocupa el 46.7%.

Las isoyetas anuales del municipio de Tenancingo, se tiene un promedio de precipitación que va de 1000 a 1500 mm; año con año se presenta un periodo de lluvias de convección en verano y parte de otoño, el subsecuente periodo de tiempo es seco.

En el caso de Tenango del Valle el rango de precipitación es de 800-1500 mm, con un clima templado subhúmedo con lluvias en verano.

La ubicación de Ixtapan de la sal favorece al clima semicálido, este presenta en su mayoría un clima (A)C(w2) (w)(í) g (semicálido), aunque dentro del municipio también existe un clima templado subhúmedo con lluvias en verano en las partes más altas de la orografía presenta, con un rango de precipitación de 41.54%. Las lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.

En Zumpahuacán la precipitación el rango de temperatura es de los 16° a los 24°C. La gran parte de lluvias es en verano con un promedio de 1000-1500 mm.

En zonas específicas de las zonas más altas se puede presentar en clima Semifrío subhúmedo C b´(w2) con verano fresco largo, de temperatura media anual entre 5°C y 12°C, con un porcentaje de lluvia invernal de 5 al 10% del total anual.

Las condiciones naturales de temperatura y precipitación pueden sustentar agricultura de la mayor parte del año con restricciones moderadas para el desarrollo de los cultivos.

Para el presente estudio se tomó en cuenta las normales climatológicas correspondientes al Estado de México, específicamente aquellas que se encuentran ubicadas en la delimitación de la zona de estudio, siendo las siguientes:

Cuadro 6. Ubicación de las estaciones meteorológicas consideradas

	Estación	Coordenadas ubicación		Altura msnm
		Longitud	Latitud	
Tenango	15122	-99.617222	19.106944	2858
San Francisco Putla	15240	-99.631944	19.118889	2747
Santa Maria E-31	15299	-99.649444	18.988333	2291
Totolmajac E-17	15305	-99.684722	18.916944	1990
Vivero La Paz	15134	-99.643056	18.894167	1990

Fuente: Portal de Geo información, CONABIO

Para nuestra zona de estudio se extrajo de la carta 1:500,000 de CONABIO; los shp correspondientes de nuestra zona, se clasifican 6 tipos distintos con la clasificación climática de Köppen, diseñada por el botánico y climatólogo ruso de origen alemán Wladimir Köppen en el año 1900 y adaptada a México por García E. Para esta representación se mantuvo la misma colorimetría de representación del mapa para el Estado de México

### 3.4.1 Descripción de climas

#### **Cálido**

Aw''0(w)(i') g: Clima cálido, subhúmedo y lluvia invernal inferior a 5, con poca oscilación térmica y las temperaturas más elevadas se registran entre el equinoccio de primavera y el solsticio de verano

Aw1 (w)(i') g: Clima cálido, subhúmedo (con humedad moderada), posee un porcentaje de precipitación invernal inferior a 5, tiene poca oscilación térmica anual, entre 5 °C y 7 °C, y la temperatura más elevada se registra antes del solsticio de verano.

#### **Semicálido**

A) C(w2) (w)(i') g: Clima semicalido, subhúmedo, (humedad moderada), con lluvia invernal inferior a 5%, la oscilación térmica es reducida y la temperatura más elevada ocurre antes del solsticio de verano.

A(C)w1(w)(i') g: Clima semicalido, subhúmedo, (humedad moderada), con lluvia invernal inferior a 5%, la oscilación térmica es reducida y la temperatura más elevada ocurre antes del solsticio de verano.

#### **Templado**

C (w2) (w)b(i)g: Clima templado, subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior al 5%, es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano.

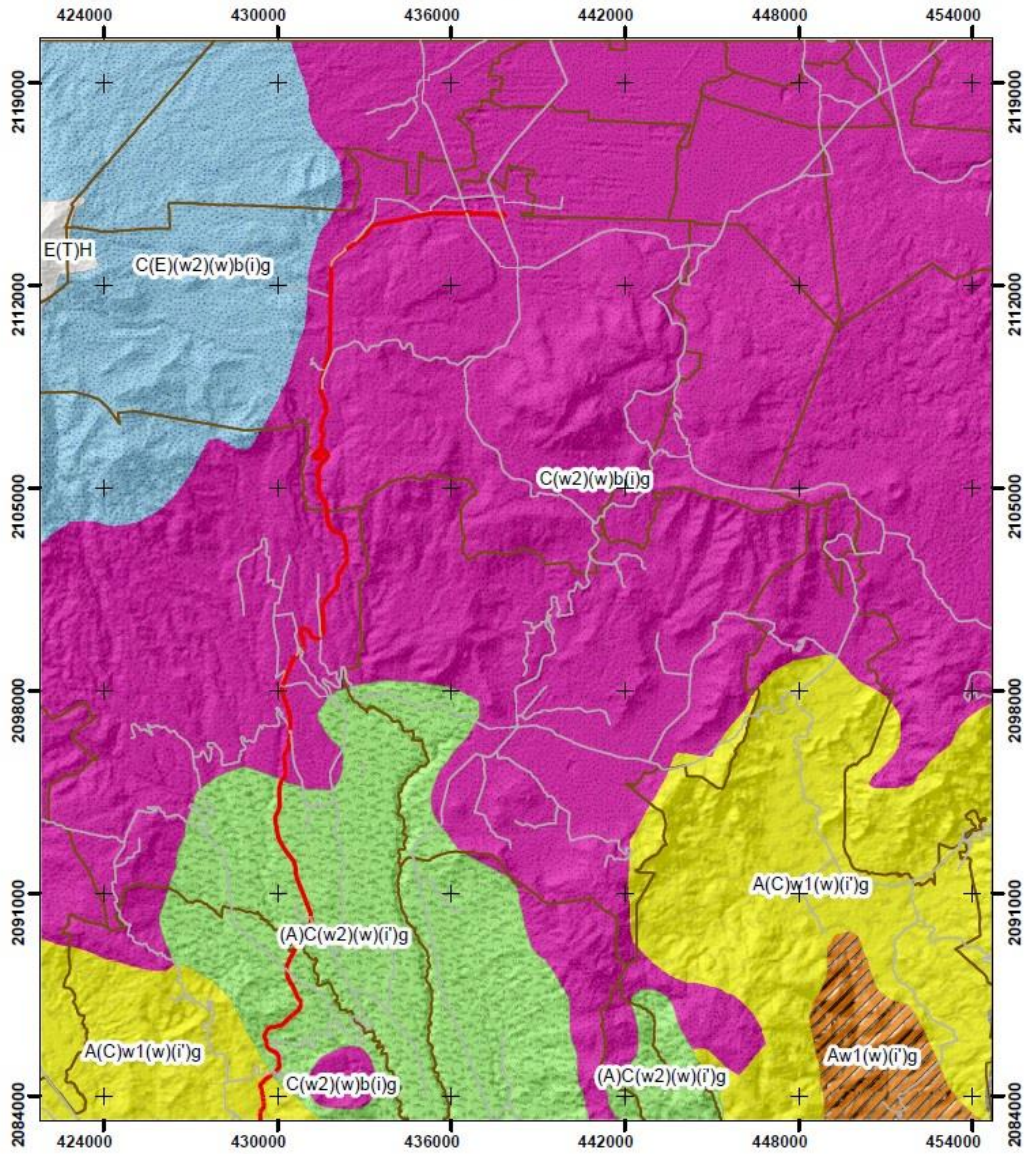
#### **Semifrío**

C (E)(w2) (w)b(i)g: Clima semifrío, subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano.

#### **Frío**

E (T)H: Clima frío, con temperatura media anual entre -2 °C y 5 °C y, la del mes más frío es menor a 0 °C.

# CLIMAS



Universidad Autónoma del Estado de México

## Simbología Básica Simbología Temática

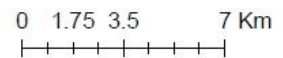
- Cuota
- Libre
- Municipios

### Climas

- Semicálido Subhúmedo
- Semicálido Subhúmedo
- Cálido Subhúmedo

- Semifrio Subhúmedo
- Templado Subhúmedo
- Frío

Escala 1:200,000



Elaborado por Natalia Bustos Bonfil

Mapa 3. Mapa de climas

### 3.5 Fisiografía

La mayor parte del área estatal está ubicada dentro del eje neovolcánico, mientras que la porción sur-occidental de la entidad, se localiza en el complejo orogénico de Guerrero- Colima y sólo una pequeña porción del Estado de México forma parte de la plataforma Morelos- Guerrero.

La provincia fisiográfica a la que corresponde la región donde se localiza el proyecto en la provincia del Eje Neovolcánico y transcurre por la Sierra Madre del Sur.

Subprovincias se encuentran Lagos y Volcanes de Anáhuac, la cual está integrada por grandes sierras volcánicas o aparatos individuales que se alternan con amplios vasos lacustres. Donde el sistema topográfico está compuesto por Sierra en 23.98%, Sierra con mesetas en 24.0%, lomeríos 20.39% y llanuras se forman como las representativas con un 31.63%; estas subprovincias son las que abarca mayor extensión en el Estado, con el 58.59% de la superficie estatal, cubren totalmente los municipios de Tenango del Valle y Tenancingo.

Se completa con Sierras y Valles Guerrerenses y mil Cumbres. Por un sistema de topoformas que abarcan Lomerío de Mesetas y Lomerío de basalto con cañadas, Sierra volcánica con estrato de volcanes. Escudo volcanes con mesetas, Lomerío de basalto con mesetas.

El municipio de Tenango del Valle, municipal se ubica en dos sistemas fisiográficos: al norte forma parte de la Provincia del Eje Neovolcánico, Subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac, la cual corresponde a las cercanías del Xinantécatl y al sur forma parte de la Provincia de la Sierra Madre del Sur, Subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses.

Se caracteriza por elevaciones que se extiende a lo largo y ancho del territorio. Destaca el cerro Tetépetl, donde se asienta la zona arqueológica, el cerro Azul y la Ladera en Zictepec, el de Tepehuisco, en Pueblo Nuevo, cerro El Zacatonal y el Cuexcontepec en Tlanixco.

Entre las elevaciones más importantes se encuentran los cerros Nixcongo, La Conchita, Tepetzingo, Los Coyotes, La Víbora, Peña Colorada, La Malinche, Santa Cruz y Tres Marías los cuales rodean a la cabecera municipal. El municipio está sobre las faldas de los cerros La Cantera y La Malinche.

El 35 % del territorio presenta zonas semiplanas con pendientes de 5 a 15 % las cuales se ubican hacia el norte y el sur. Además, se localizan terrenos con pendientes mayores al 25 % en la Peña Colorada,

cañada de El Salto y los cerros Tepetzingo y Santa Cruz. Las zonas más planas con pendientes menores a 5 %, comprenden a la mayor parte de las localidades integradas en el centro de población.

En el municipio de Tenancingo se cuenta con las siguientes elevaciones más importantes, La Cochinita, Tepetzingo, los coyotes, Peña Colorada, La víbora, La Tezontlera, La Cantera, La Malinche, Santa Cruz y Tres Marías, estas dos últimas forman parte del macizo montañoso llamado del Nixcongo.

Para Villa Guerrero se comparte la misma provincia, integrado con sistemas de topoformas como los lomeríos con mesetas. Sierra volcánica y Lomerío de Basalto.

Del 2010 al 2015, no se ha sido actualizado en varias regiones la información de la cartografía.

Las topoformas que abarcan la zona de estudio van desde una parte de vaso lacustre y lomerío según (PROBOSQUE, 2014). En tema de ecorregión se presenta como lomeríos de elevaciones aisladas con bosques de encinos y coníferas, bosque mixtos pastizales.

## **3.6 Geología**

### **3.6.1 Tenancingo**

El tipo de rocas que predomina son las ígneas extrusivas: basalto y toba, rocas sedimentarias: arenisca-conglomerado y rocas sedimentarias: caliza

La zona de estudio va representada por secciones de roca sedimentaria complementaria a ígnea extrusiva (INEGI, 2009).

### **3.6.2 Tenango del Valle**

Está recubierto con mayor porción con andesita en un aproximado de 24.73 %, se localiza principalmente al oriente del municipio denominada la sierra de Tenango y pequeñas porciones en todo el municipio, seguido de Basalto en un 19.15%, se genera a través de la expulsión de lava volcánica, se encuentra localizado al sur del municipio en los límites con Tenancingo y Villa Guerrero (SEDUV, 2011).

### 3.6.3 Villa Guerrero

El tipo de rocas que predomina son las ígneas extrusivas: basalto y toba, rocas sedimentarias: arenisca-conglomerado, y rocas sedimentarias: caliza (INEGI, 2009)

Los municipios al noreste de Ixtapan de la sal y Villa Guerrero forman parte de rocas sedimentarias de tipo arenisca, arenisca-conglomerado, brechas sedimentarias, así como Ígnea extrusiva: andesita, volcanoclásticos, toba ácida, y basalto; formaciones de pequeños valles, barrancas, así como lomeríos.

En el municipio de Zumpahuacán se encuentran rocas sedimentarias de tipo caliza en mayor cantidad seguido de arenisca- conglomerado, de parte ígnea extrusiva como basalto y toba ácida. (INEGI, 2009)

#### **Mapa Geológico**

Representada como la dimensión espacial abiótica del concepto paisaje.

De escala 1:250, 000 de INEGI, se clasifican por 2 eras, cenozoica y mesozoica, tipos y sistemas

#### **De la Era Cenozoica;**

Tipo de suelo Aluvial de origen fluvial, lacustre

Roca Ígnea extrusiva, Andesita, Basalto, Brecha volcánica, dacita, Pórfido dacítico, Toba ácida, Toba Básica, Volcanoclástico

Roca sedimentaria, Arenisca conglomerado, Brecha sedimentaria, conglomerado, Travertino

Ígnea extrusiva Basalto.

#### **Era mesozoica:**

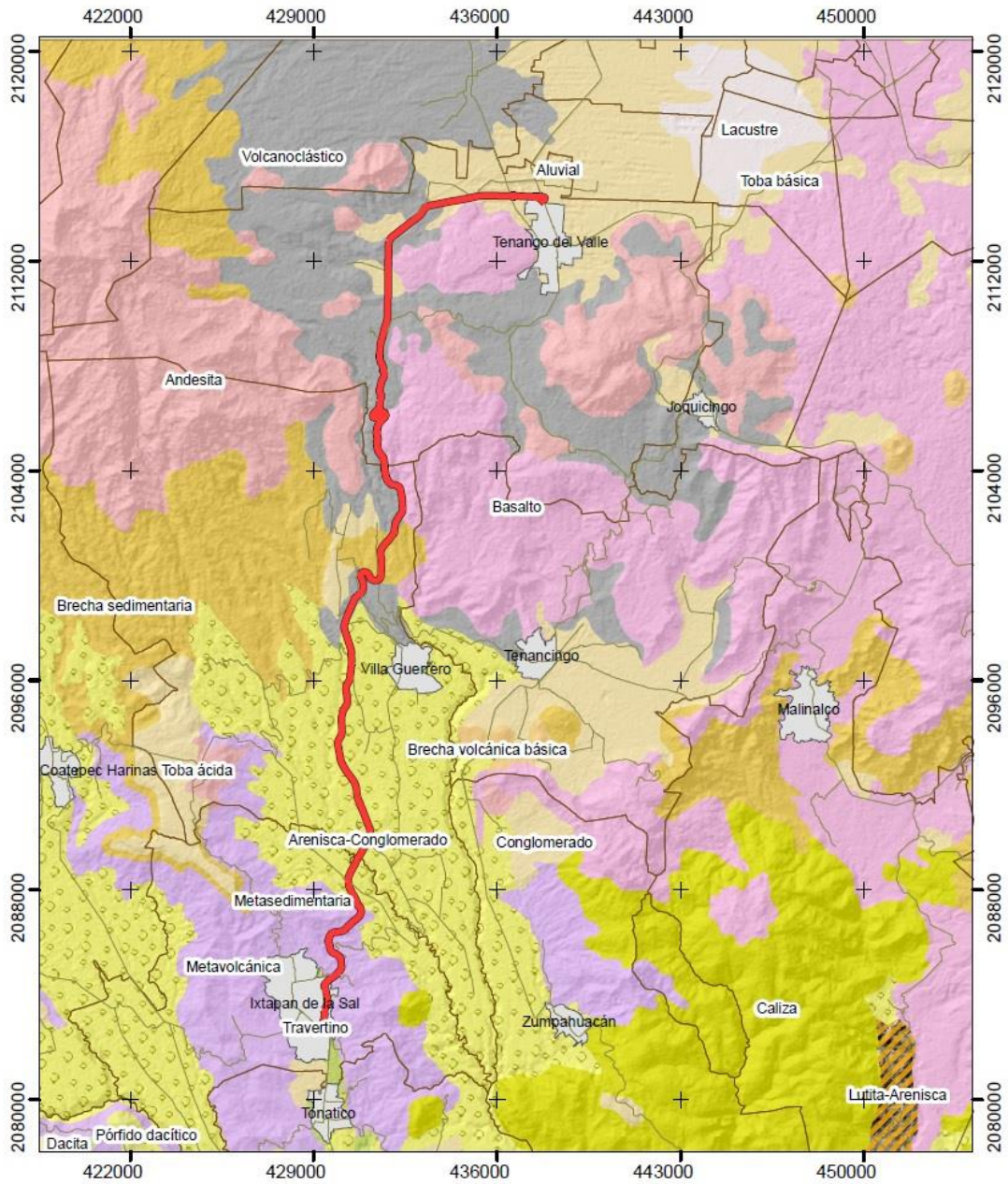
Roca sedimentaria, caliza, Lutita-Arenisca

Roca metamórfica: Metasedimentaria, Metavolcanica,

En el Estado de México, las rocas volcánicas y volcaniclásticas que forman parte del eje neo volcánico, fueron producidas simultáneamente con el volcanismo del Cenozoico, periodo cuaternario con roca ígnea extrusiva, representan alrededor de 70% de la superficie de la entidad.

Los estratos geológicos por los que pasa la carretera de estudio son en su mayoría Volcanoclástico, zonas de suelo Aluvial, Brecha sedimentaria, seguido de arenisca y Metavolcánica

# GEOLOGÍA

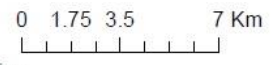


Universidad Autónoma del Estado de México

## Simbología Base Simbología Temática

Cuota	Aluvial	Caliza	Metavolcánica
Libre	Andesita	Conglomerado	Pórfido dacítico
Municipios	Arenisca-Conglomerado	Dacita	Toba básica
	Basalto	Lacustre	Toba ácida
	Brecha sedimentaria	Lutita-Arenisca	Travertino
	Brecha volcánica básica	Metasedimentaria	Volcanoclástico

Escala: 1:200,000



Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 4. Mapa Geológico



## 3.7 Edafología

A través del inventario de vivienda interactivo del 2016, se hizo una superposición de la zona para la descripción del tipo de uso de suelo o vegetación.

Al iniciar la zona de estudio, se presenta un suelo tipo Feozem (PH), Tenango forma parte de este tipo de suelo tipo, el cual se combina con partes de tipo Leptosol (LP), Fluvisol (FL) y Regosol (RG).

La localidad de San Miguel Balderas comprende un tipo de suelo andosol, agrícola regular o de baja productividad, son suelos que se han formado por ceniza volcánica por lo cual tienen una gran susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica.

Siguiendo el recorrido nos encontramos con la localidad de Santa Cruz Pueblo Nuevo, la cual está formada por un tipo de Fluvisol (FL), San Pedro Tlanixco comparte un Andosol.

Seguido por la zona de **Villa Guerrero** en la cual sus localidades forman parte de Umbisol ideal para pastar ganado en verano, y suelos como el Cambisol (CM) en San José, San Bartolomé y San Diego, San Lucas, la Joya y el Islote.

Santiago Oxtotitlán forma parte de un suelo Feozem (PH), al sur de Villa Guerrero la zona es formada por un Vertisol. En el municipio de Ixtapan de la sal hay un conjunto de Leptosol y Vertisol e integrado en una región a Regosol (RG), en Zacango, San Gaspar y Tequimilpa, el cual consiste en suelos someros y pedregosos, lo que impide la infiltración del agua al subsuelo y a su vez favorece la erosión hídrica.

El uso de suelo que se presenta en la zona en su mayor parte es de temporal lluvioso, y de riego, abarca más el bosque de encino y bosque de coníferas.

La comunidad de Santa Cruz pueblo Nuevo comparte, una parte de Fluvisol, la cuales forma parte de suelos agrícolas bastante fértiles. Seguido de la colonia San José Barranca Mocha, forma parte de Andosol. Una parte integrada a Villa Guerrero e Ixtapan de la Sal está formada por Luvisol, el cual se considera un arcilloso muy fértil para la agricultura.

Antes de finalizar la zona se podrá observar un Cambisol (como suelos agrícolas con métodos de riego). Al final de la zona de estudio el tipo de suelo cambia a Vertisol (de tipo agrícola bastante fértil). Por la región se Zumpahuacán predomina el Leptosol, Feozem seguido del Vertisol.

Las características del suelo se complementan desde Feozem (agrícolas dependientes del comportamiento de las lluvias) seguido de Andosol (Agrícolas de regular o baja productividad)

**Tenancingo:** La constitución litológica del municipio y el tipo de clima determinan la presencia de siete tipos de suelo en los que domina el Vertisol, Pelico, Feozem, háplico y el Andosol húmico.

El suelo más abundante es el Andosol, el cual soporta la cubierta forestal, hacia el sureste del municipio se encuentran el Feozem que es apto para la agricultura.

El Vertisol pelico es un suelo muy arcilloso que presenta grietas anchas y profundas en época de sequía y con la humedad se vuelve pegajoso, es de color negro o gris oscuro y casi siempre muy fértil, pero su manejo ofrece ciertas dificultades ya que su dureza dificulta la labranza, además presenta problemas de inundación por mal drenaje. Para el crecimiento urbano también presenta limitantes por el proceso de expansión comprensión al que se ve sujeto dependiendo de las condiciones de humedad.

El Feozem háplico se caracteriza principalmente por su capa superficial oscura y suave rica en materias orgánicas y nutrientes. Desde el punto de vista económico, en la agricultura pueden servir para cultivos de riego y de temporal, en el caso de Tenancingo, estos suelos se encuentran en laderas o pendientes, por tanto, pueden aprovecharse para el pastoreo o la ganadería.

El Cambisol crómico es un suelo joven, poco desarrollado que se caracteriza por su color rojizo o pardo oscuro y por tener una alta capacidad para retener nutrientes.

Su potencial económico se concentra en la actividad agropecuaria, ya sea por medio de pastos naturales, inducidos o cultivados; en tanto que para la agricultura tiene vocación para cultivos de granos, pero es susceptible a la erosión, para usos urbanos tiene aptitud, presenta en términos de desarrollo urbano las mismas características que el Feozem Háplico.

El Litosol es un suelo con menos de 10 centímetros de profundidad, limitado por roca, tepetate o caliche duro. Respecto a su uso agrícola, está condicionado por la presencia de abundante agua, en caso contrario se erosionan, por la naturaleza rocosa de la zona, tiene poco horizonte de excavación, de tal forma que su vocación para uso urbano se encuentra condicionada por la pendiente y el tipo de roca, debido a que los costos de introducción de infraestructura se elevan.

El Regosol eútrico es un suelo formado por material del aluvial reciente, como dunas, cenizas volcánicas o playas. No presenta capas distintas, frecuentemente es somero y pedregoso. En usos

agrícolas, su fertilidad está condicionada a su profundidad para el caso particular del municipio tienen potencial para cultivar granos y para usos forestales, el grado de erosión que pueden ser objeto es variable de acuerdo con la vegetación existente. Estos suelos no son aptos para el desarrollo urbano.

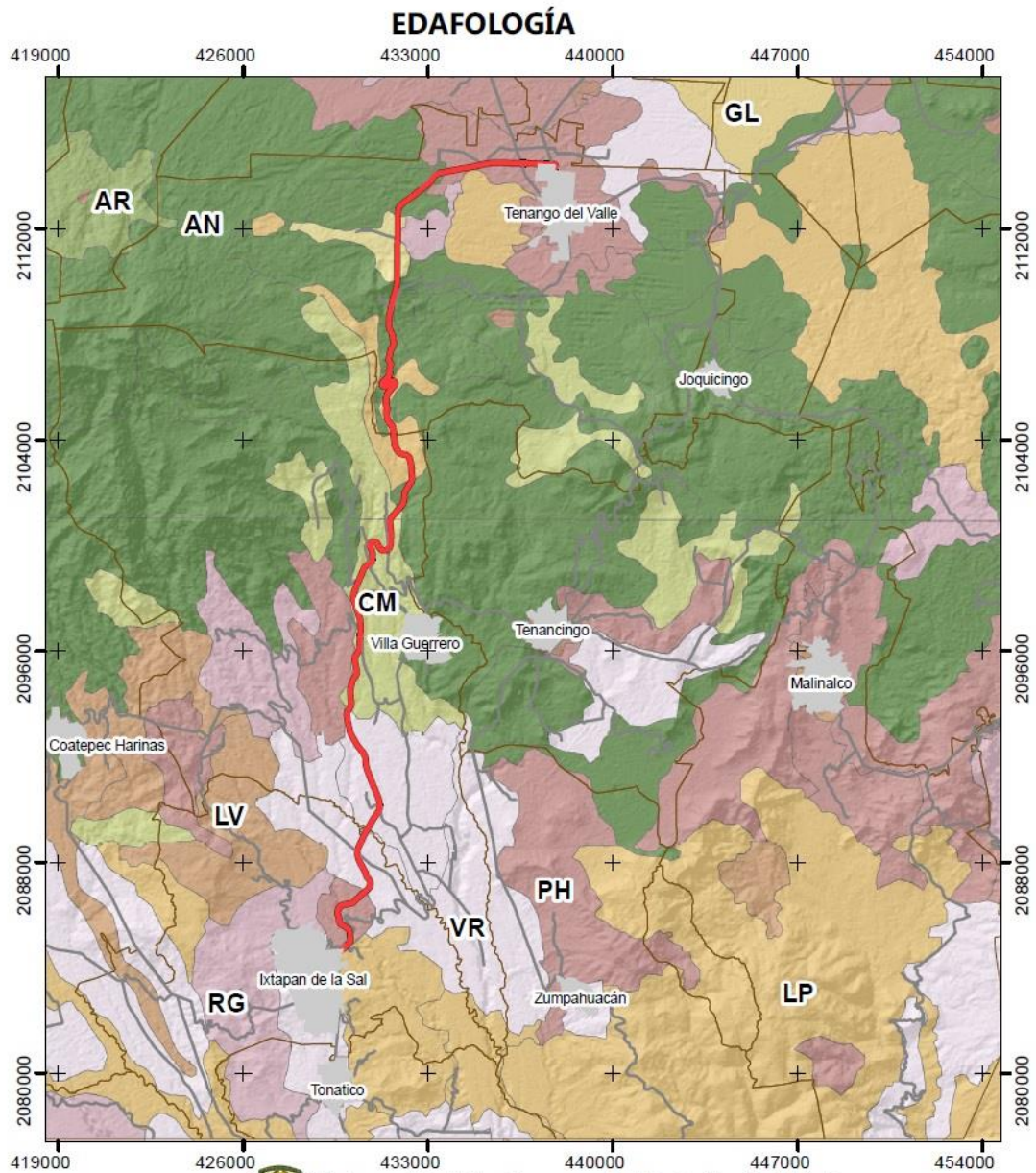
El Andosol húmico y el Andosol órtico son suelos derivados de cenizas volcánicas, muy ligeros y con alta capacidad de retención de agua, el primero tiene una capa superficial oscura o negra, rica en materia orgánica, pero muy ácida y pobre en nutrientes, el segundo presenta una capa superficial clara y pobre en nutrientes.

La unidad de suelo que existe en el área de estudio es de tipo Andosol, con una clase textural media, presenta una fase Lítica: Lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad.

Los andosoles son suelos derivados de la intemperización de cenizas volcánicas, son muy ligeros con una densidad de masa menor a 0.85, con una alta capacidad de retención de agua y fijación de fósforo. Tienen una fuerte tendencia a la acidez, presentan una estratificación con un horizonte A y puede haber o no un horizonte B cámbrico.

El suelo más abundante es el Andosol, el cual soporta la cubierta forestal, hacia el sureste del municipio se encuentran el Feozem que es apto para la agricultura.

Los suelos por los que transcurre la zona de estudio son Andosol, Cambisol, Vertisol en su mayor parte y Feozem y Leptosol en menor parte.



**Simbología Básica**

- Cuota
- Libre
- Municipios

**Simbología Temática**

- |   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #4CAF50; border: 1px solid black;"></span> Andosol (AN)  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFF9C4; border: 1px solid black;"></span> Fluvisol (FL) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #D7CCC8; border: 1px solid black;"></span> Luvisol (LV) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #E1BEE7; border: 1px solid black;"></span> Regosol (RG)  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #C8E6C9; border: 1px solid black;"></span> Arenosol (AR) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFF176; border: 1px solid black;"></span> Gleysol (GL)  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #D1C4E9; border: 1px solid black;"></span> Nátrico (NA) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #F0F0F0; border: 1px solid black;"></span> Vertisol (VR) |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #A5D6A7; border: 1px solid black;"></span> Cambisol (CM) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFCC80; border: 1px solid black;"></span> Leptosol (LP) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #C896C8; border: 1px solid black;"></span> Feozem (PH)  |   |

Elaboró :por Natalia Bustos Bonfil  
 en base a Conjunto de Datos Vectorial  
 Edafológico, Serie II

Escala: 1:200,000



Mapa 5. Mapa Edafológico

## 3.8 Usos de Suelo y Vegetación

### 3.8.1 Protección y conservación de los suelos

La superficie forestal a nivel de los principales municipios, son Villa Guerrero con 22,825.38 ha, Tenango del Valle representó 20,749.04 ha. Tenancingo representa 16,388.23 ha. Ixtapan de la sal con una superficie de 11,462.63 ha, Zumpahuacán con 20,151 ha (SEMARNAT, 2014)

### 3.8.2 Superficie Territorial por Municipio

La superficie territorial municipal en Tenancingo se encuentra ocupada por los siguientes usos:

Cuadro 7. Clasificación del Territorio por ocupación del Suelo de Tenancingo

Tipo de suelo	No. De hectáreas	Porcentaje
Bosque	6,792	42.4%
Agricultura	6,192	38.2%
Floricultura	2,145	35% (respecto del 38.2% del territorio dedicado a la agricultura)
Deforestación	3,500	50% de la zona forestal
Pecuario	430	2.68%
Urbano	1,608	10.03%
Cuerpos de agua	14	0.08%
Ejidos	3,600	22.47%

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tenancingo 2010.

Las principales siembras en el **uso agrícola** es el maíz grano, avena, forraje, frijol, hortalizas y flores.

#### 3.8.2.1 Tenango del Valle

Cuadro 8. Clasificación del Territorio por ocupación del Suelo de Tenango del Valle

Uso de suelo	Superficie en km <sup>2</sup>	Porcentaje %
Agrícola y pecuario	112.57	60%
Forestal	70.98	34%
Pecuario	145	0.69%
Uso industrial	199.12	0.95%
Uso habitacional	1516.56	7.30%
Otro tipo de usos	309.31	1.50%
Total, de superficie municipal	208.88	100

Fuente: Elaboración propia con base en el Plan de Desarrollo Urbano de Tenango de Valle 2016

### 3.8.2.2 Tenancingo

Cuadro 9. Clasificación del Territorio por ocupación del Suelo de Tenancingo

Tipo de suelo	Superficie en km <sup>2</sup>	Porcentaje
Bosque	67.92	42.4%
Agricultura	61.92	38.2%
Floricultura	21.45	35% (respecto del 38.2% del territorio dedicado a la agricultura)
Desforestación	35	50% de la zona forestal
Pecuario	4.3	2.68%
Urbano	16.08	10.03%
Cuerpos de agua	0.14	0.08%
Ejididos	36	22.47%

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Tenancingo, 2010

Cuadro 10. Clasificación del Territorio por ocupación del Suelo de Ixtapan de la Sal

Uso del Suelo y Vegetación	Porcentaje %
Agricultura	54.15
Zona Urbana	4.71
Bosque	29.48
Pastizal	6.52
Selva	5.14

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Ixtapan de la Sal, 2016-2018

### 3.8.2.3 Ixtapan de la sal

Cuadro 10. Clasificación del Territorio por ocupación del Suelo de Ixtapan de la sal

Tipo de Suelo	Superficie Km <sup>2</sup>	Porcentaje %
Agrícola	29.74	26
Agrícola temporal	16.29	14.12
Forestal	37.46	32.48
Pecuario	7.18	6.22
Urbano	5.56	4.8
Uso comercial	3.5	3.1
Uso industrial	1.5	1.3
Habitacional	14.74	12.8
Total	115.97	100.82

Fuente: PDM Ixtapan de la Sal, 2017

### 3.8.2.4 Villa Guerrero

Cuadro 11. Clasificación del Territorio por ocupación del Suelo de Villa Guerrero

Tipo	Superficie en km <sup>2</sup>	Porcentaje %
Forestal	113	53.1
Agropecuario	87.4	42.2
Urbano	98.9	4.7
Total	207.77	100

Fuente: Plan de desarrollo Urbano, 2010

### 3.8.2.5 Zumpahuacán

Cuadro 12. Clasificación del Territorio por ocupación del Suelo de Zumpahuacán

Tipo	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentaje%
Agrícola	67.39	33.81
Pastizal	11.70	5.87
Selva	118.12	59.26
Zona Urbana	2.11	1.06

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal Zumpahuacán, 2017

## 3.9 Área natural protegida

Cuadro 13. Áreas Naturales Protegidas que abarcan de la zona de estudio:

Área Natural Protegida (ANP) Estatal	Categoría	Superficie de incidencia en hectáreas (ha)
Hermenegildo Galeana	Parque Estatal Ecológico Turismo y Recreativo	336.05
Nahuatlaca Matlazinca	Parque Natural para la Recreación Popular	4027.63
Tenancingo-Malinalco - Zumpahuacan	Parque Ecológico Recreativo	15841.64

Fuente: SIGEIA, 2020

Cuadro14. Áreas Naturales Protegidas de carácter federal

Área Natural Protegida (ANP) Federal	Categoría	Categoría de manejo	Superficie de incidencia (ha)
Desierto del Carmen o de Nixcongo	PN	Parque Nacional	126.53
Nevado de Toluca	APFyF	Área de Protección de Flora y Fauna	4,829.61

Fuente: SIGEIA, 2020



## ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS



Universidad Autónoma del Estado de México

### Simbología Base

- Cuota
- Libre

### Simbología Temática

- Ciénegas del Lerma
- Desierto del Carmen o de Nixcongo
- Nevado de Toluca

Escala 1:200,000

0 1.75 3.5 7 Kilómetros

Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 6. Mapa de Áreas Naturales Protegidas

### 3.9.1 Medio biótico Flora y vegetación

#### 3.9.1.2 Vegetación

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación a escala 1:250,000 (Serie IV, Continuo Nacional), 2016 de CONABIO el tipo de vegetación en el sistema ambiental que predomina es el pino- encino.

#### **Villa Guerrero**

El uso del suelo que se da en el área circundante de este centro urbano es boscoso y de producción florícola. En total contemplando la cabecera municipal y las localidades más grandes. Entre las especies arbóreas que rodean la cabecera municipal se tienen al: encino, pino, oyamel, cedro, fresno, jacaranda, aguaje, causarina, aguacate, durazno, palmeras, amates, tejocote, pirul, ciruelo.

El uso actual del suelo en el municipio de Villa Guerrero es el **forestal**, donde la vegetación característica son los bosques de encino y pino, el otro tipo de uso del suelo predominante es el agropecuario, donde sobresale la floricultura. Entre las alteraciones al medio natural de mayor impacto en el municipio están, la deforestación, y el uso excesivo de agroquímicos, utilizados en la producción florícola. En el municipio de Villa Guerrero existe una gran variedad de flora silvestre y de flora cultivada.

Cuadro 15. Flores silvestres del municipio de Villa Guerrero

Tipo	Nombre
F	Azucenas del Río
L	Flor de mayo
O	Vergonzosa
R	Violetas
A	Margarita
	Vara de San José
	Lirio Acuático
	Catarinas
F	O Rosas
L	R Clavel
O	N Crisantemo
R	A Gladiola
E	T Garbera
S	O Ave de paraíso
	Lilies
D	Polar
E	Pompón
	Margarita
	Nardo
	Tulipán
	Alcatraz

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal del Villa Guerrero, 2016

Además, se cultiva la fresa, frijol, maíz, garbanzo, haba, lenteja, manzano, nogal, trigo, papa, zanahoria, alfalfa, avena y cebada; se explotan los bosques para la producción de tablas, tablonés y leña para la fabricación de papel y de combustible.

Cabe señalar que el cultivo de las diferentes especies de flora en el municipio se lleva a cabo a cielo abierto a través de túneles e invernaderos a menor escala, cuya producción es destinada hacia el mercado regional, nacional e incluso internacional.

La vegetación encontrada en el área de ampliación de la carretera Tenango del Valle, Tenancingo, se caracteriza por ser de una cobertura muy irregular debido a la presencia de parcelas dedicadas a la agricultura de temporal donde se cultiva maíz, haba, avena, calabaza, zempacuchitil flores para corte de diversas especies en invernadero, frutales como pera, durazno, nuez, aguacate, entre otras, asimismo se observa que en los derechos de vía de la carretera se ha reducido a la reforestación con algunas especies que no son propiamente de la región.

Cuadro 16. Especies de importancia encontradas en la zona de estudio

Especies	
Nombre Científico	Nombre común
Pinus spp	Pino
Quercus spp	Encino
Cupressus sp	Cedro
Eucalyptus sp	Eucalipto
Buxus sempervirens	Arbustos
Poaceae	Zacates
Alnus sp	Alie
Arbustus sp	Madroño
Cartaegus sp	Tejocotes
Fraxinus sp	Fresno
Prunus sp	Capulin
Buddleia sp	Tepozan
Eucalyptus spp	Eucalipto

Fuente: Programa municipal de desarrollo, 2016-2018

Estos últimos de importancia forrajera para el ganado de los lugareños.

Algunas de las especies encontradas en ambos tramos son introducidas en la región durante las campañas de reforestación, dentro de estas están el Eucalipto, el fresno, el cedro.

- Uso forestal. Es el segundo uso de mayor importancia, que ocupa una superficie de 5,070 hectáreas, las cuales representan el 31.64% del total bosque de chaparrales y zonas arbustivas.

## Tenancingo

**Uso agrícola.** Es el uso con mayor extensión territorial, ocupa una superficie de 8,662 hectáreas y representa el 54.06% del total municipal.

Cuadro 17. Principales siembras del municipio de Tenancingo

Siembras Principales
Maíz
Grano
Avena
forraje
Frijol
Flores
Hortalizas

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de Tenancingo, 2016

El proceso más intenso de ocupación del suelo que ha presentado el municipio de Tenancingo se ubica en la zona centro-oriente y centro-occidente, en el corredor que va de Sana Ana Ixtlahuatzingo hasta San Miguel Tecamatlán, que incluye a San José Tenería, en donde el establecimiento de los asentamientos humanos ha aumentado de manera importante.

Las características geográficas hacen de Tenancingo un municipio importante para el aprovechamiento del suelo para uso forestal y para la preservación ecológica. Las áreas de bosque suman 6,792 hectáreas, lo que representa el 42.4 % del territorio municipal. Las comunidades que cuentan con mayor extensión de áreas boscosas son: San Antonio Aguabendita, los ejidos Francisco Zarco y Los Morales, San Juan Xochiaca, Tecamatlán, Tenería, Desierto del Carmen, Santa Ana Ixtlahuatzingo, San Nicolás, Ixpuichiapan y Tepalcatepec.

El municipio presenta un clima que lo hace especialmente productivo y distinto al resto de los municipios del Estado de México y gracias al clima tan especial, ha permitido realizar una actividad que para el municipio es fundamental y es la base de su economía, la floricultura que permite la producción de una gran cantidad y diversidad de especies florícolas.

El relieve predominante en el municipio presenta lomeríos y cañadas, con pendientes mayores al 5% no siendo limitante para la producción de flores, además de la gran cantidad de humedad en el ambiente, así como la existencia de ríos y arroyos que permiten el desarrollo de la importante

actividad florícola. Los tipos de suelo y roca han permitido la realización de la actividad más importante, además de que la riqueza en nutrientes de los suelos permite el buen desempeño en calidad y diversidad de las flores.

**Tenango del Valle:** Se estima que más del 50% de esta superficie son dedicadas a **la agricultura de temporal**. Por las condiciones climáticas, la zona es apta para la producción agrícola.

Cuadro18. Principales cultivos de Tenango del Valle

Principales Cultivos	Avena forrajera en verde
	Maíz forrajero
	Elote
	Maíz grano
	Papa
	Zanahoria
Flores	Haba
	Alhelí (manejo)
	Gladiola
	Nube (manejo)
	Polar Gruesa

Fuente: SIAP, Servicios de Información Agroalimentaria y Pesca (SAGARPA) 2020

### 3.9.2 Medio Físico

#### 3.9.2.1 Especies de Fauna

La zona es muy variada de especies entre las principales se encuentra

Cuadro 19. Especies de fauna

Nombre científico	Nombre común
Nasua narica	Tejón mexicano
Oryctolagus cuniculus	Conejo
Mustela putorius furo	Hurón
Rattus	Rata de campo
Sciurus vulgaris	Ardilla
Dasyopodidae	Armadillo
Chiroptera	Murciélago
Chiroptera	Coyote
Vulpes vulpes	Zorra
Lepus europaeus	Liebre
Geomyidae	Tuza
Felis silvestris	Gato Montes
Didelphis marsupialis	Tlacuache

Bassariscus astutus	Cacomixtle
Serpientes de cascabel	Víbora de cascabel
Crotalus durissus	Coralillo
Boa constrictor	Mazacuata
Anura	Rana
Natrix maura	Culebra de agua
Lacertilia	Lagartija
Sceloporus horridus	Chintete
Scorpiones	Escorpión
Chamaeleonidae	Camaleón
Accipiter nisus	Gavilán
Parabuteo unicinctus	Aguillilla Rojinegra
Ortalis	Chachalaca
Carduelis carduelis	Jilquero
Passer domesticus	Gorrión
Mimus saturninus	Calandria
Hirundo rustica	Golondrina
Molothrus bonariensis	Tordo
Mimus polyglottos	Cenzontle
Trochilidae	Colibrí
Cardinalis cardinalis	Cardenal
Columbina inca	Tortola
Columba livia	Pichón
Serinus canaria	Canarios
Anas platyrhynchos domesticus	Pato
Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera

Fuente: Planes de desarrollo municipal que integran la zona de estudio.

### 3.9.3 Medio Socioeconómico

#### 3.9.3.1 Demografía

Para el año 2000 de acuerdo con los resultados preliminares del Censo General de Población XII y Vivienda, el municipio de Ixtapan de la sal, el cual cuenta alrededor con 33 localidades, habitaba un total de 30,529 habitantes, En el 2005 habitaban un total de 30,073 personas.

De acuerdo al Censo de población y vivienda 2010, en el municipio de Ixtapan de la sal habitaban 33,541 personas y la encuesta Intercensal en el 2015 había un total de 35,552 habitantes de los cuales 18,474 eran mujeres y 17,078 hombres. La densidad de población era de 308 habitantes por km<sup>2</sup>. El municipio cuenta con una extensión territorial de 115.31 km<sup>2</sup>.

Para el municipio de Tenancingo en el año 2000 fue un número de 77,531 habitantes, en el año 2005 el crecimiento poblacional alcanzo 80,183 y solo para el 2010 fue de 90,946 habitantes., de acuerdo a la Encuesta Intercensal de INEGI en 2015, la población total del municipio fue de 97,891, de los cuales 50,679 eran mujeres y 47,212 eran hombres. La densidad de población actualmente es de 611 habitantes por km<sup>2</sup>, el municipio cuenta con 160.18 km<sup>2</sup> de extensión territorial.

Tenango del Valle se representó una población de 65,119 habitantes en el año 2000 la cual ascendió a un total de 68,669 para el año 2005 y aumento a 77,965 para el año 2010, en el cual abarca a San Miguel Balderas, Santa Cruz Pueblo Nuevo San Pedro Tlanixco y San Bartolome Atlatlahuca. Para el año 2015 según la Encuesta Intercensal, la población total del municipio de Tenancingo era de 86,380 habitantes, de los cuales 44,366 eran mujeres y 42,014 eran hombres. La densidad de población era de 415 habitantes por km<sup>2</sup>, ya que el municipio cuenta con una extensión territorial de 208.88 km<sup>2</sup>

Para el municipio de Villa Guerrero, abarcan las localidades de San Bartolomé, El Moral, San José, Santiago Oxtotitlán, Potrero Nuevo, en el cual se registraron en el Censo de Población y vivienda del año 2000 una cantidad de 50,829, en el año 2005 incremento a 52, 090.

En el año 2010 se registró una población de 59,991 habitantes. De acuerdo con la Encuesta Intercensal de INEGI en 2015, la población total del municipio de Villa Guerrero fue de 67,929 habitantes, de los cuales 34,588 eran mujeres y 33,341 eran hombres. La densidad de población para el municipio fue de 327 habitantes por km<sup>2</sup>, ya que el municipio cuenta con una extensión territorial de 207.73 km<sup>2</sup>.

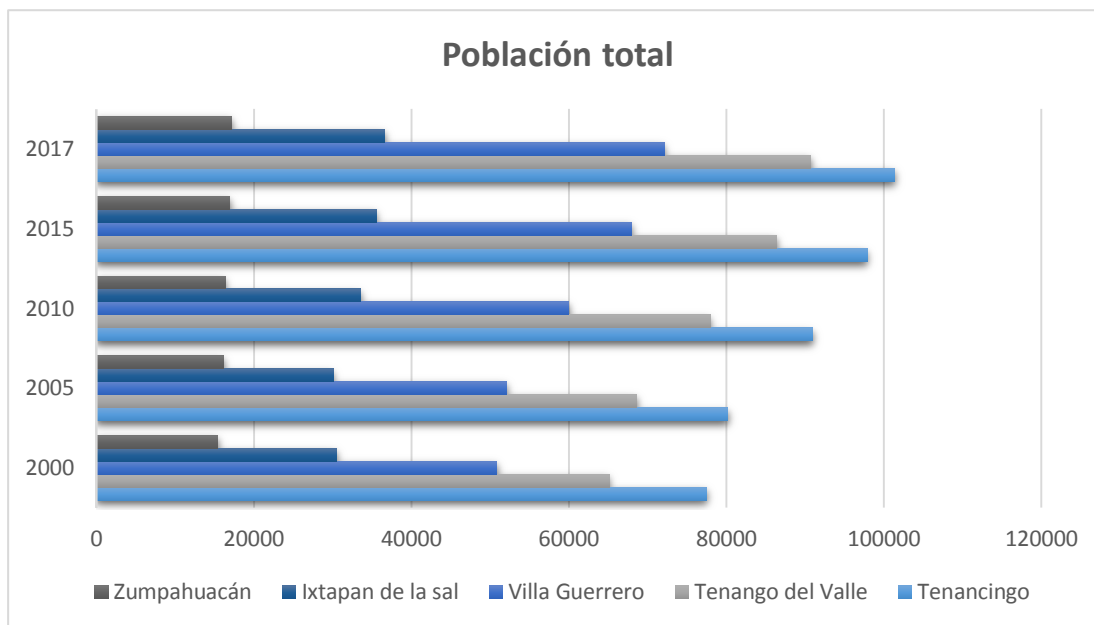
Los datos recolectados de población total fueron por localidad en los Censos de población de los años 2000, 2005, 2010 y en el 2015, para el año 2017, fueron sacados del boletín estadísticas vitales del IGECEM 2018.

Cuadro 20. Población total por municipio 2000-2017

Municipio	Población Total					
Año	2000	2005	2010	2015	2017	2018
Tenancingo	77,531	80,183	90,946	97,891	101, 432	107,2019
Tenango del Valle	65,119	68,669	77,965	86,380	90, 761	91,997
Villa Guerrero	50,829	52,090	59,991	67,929	72, 129	71,185
Ixtapan de la sal	30,529	30,073	33,541	35,552	36, 566	39,103
Zumpahuacán	15,372	16,149	16,365	16,927	17, 204	18,148

Fuente: Elaborado con información del INEGI. Censo General de Población y Vivienda, (2000, 2005, 2010). Censo de Población y Vivienda, 2010. Encuesta Intercensal, 2015. Cuaderno Estadístico Estado de México, 2015, Boletín de Estadísticas Vitales 2018, Proyecciones CONAPO, 2016

Gráfico 2. Población total por municipio 2000,2005,2010,2015,2017



Fuente: Censo General de Población y Vivienda, INEGI, CONAPO

### 3.9.4 Población total por municipio y su distribución según su sexo

#### Tenango del Valle

Cuadro 21. Población total de Tenango del Valle según sexo 2000-2018

Año	Total	Femenina	Masculina
2000	65,119	33,433	31,686
2005	68,699	35,337	33,332
2010	77,965	39,893	38,072
2015	86,380	44,366	42,014
Proyección 2018	91,997	46,799	45,198

Fuente: Censo General de Población y Vivienda INEGI, CONAPO, Proyecciones ISEM

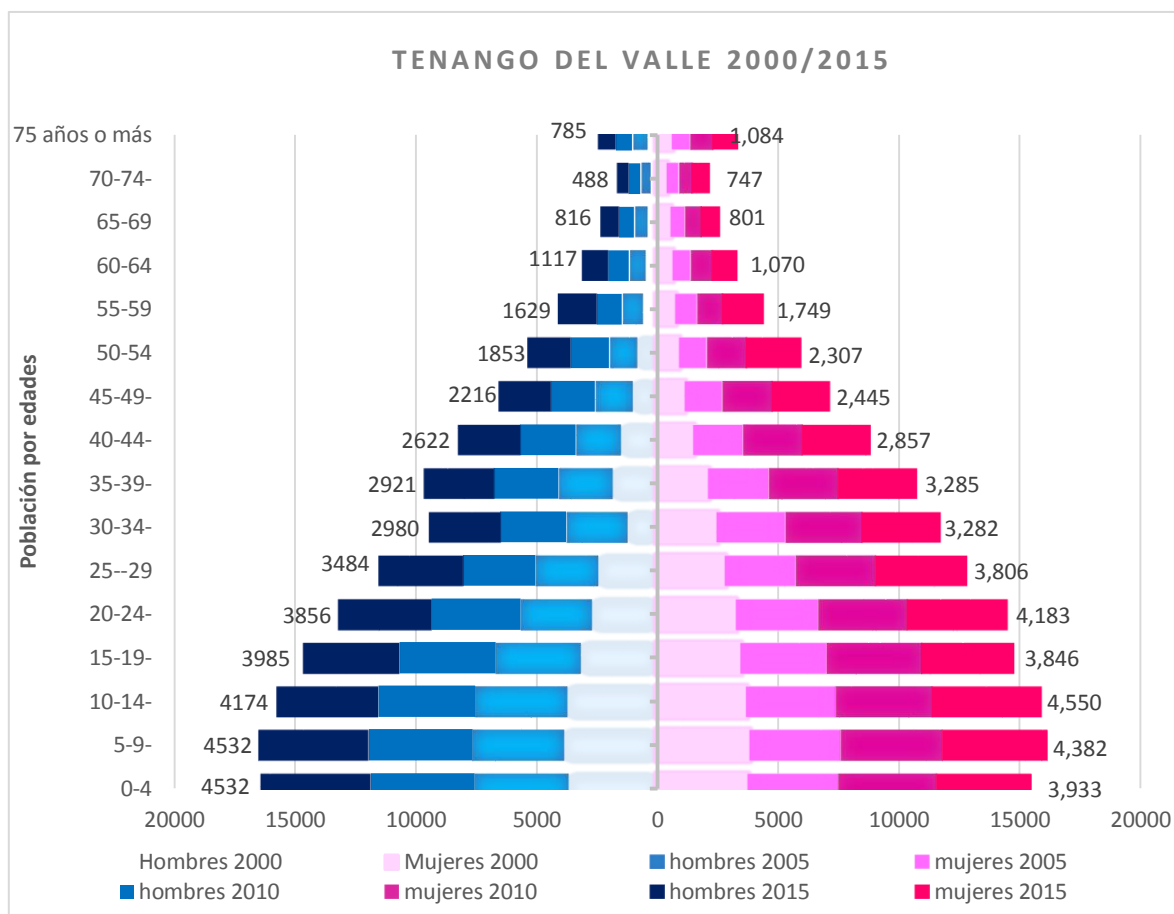


Cuadro 22. Población total por grupos quinquenales de edad según sexo en el municipio de Tenango del Valle, 2000 - 2015

Año	2000		2005		2010		2015	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Población por edad								
0-4	3704	3724	3884	3715	4283	4105	4532	3933
5-9	3906	3793	3760	3756	4276	4221	4532	4382
10-14	3757	3659	3788	3681	4009	4016	4174	4550
15-19	3196	3418	3505	3547	3973	3966	3985	3846
20-24	2764	3228	2910	3388	3681	3702	3856	4183
25-29	2484	2786	2580	2916	2996	3311	3484	3806
30-34	1287	2453	2499	2832	2728	3175	2980	3282
35-39	1903	2105	2193	2480	2680	2904	2921	3285
40-44	1560	1492	1838	2024	2285	2471	2622	2857
45-49	1096	1144	1494	1539	1829	2063	2216	2445
50-54	911	914	1110	1142	1570	1623	1853	2307
55-59	649	738	824	898	1049	1071	1629	1749
60-64	555	629	641	756	842	904	1117	1070
65-69	465	555	513	578	597	711	816	801
70-74	339	413	365	482	497	578	488	747
75 años o más	464	612	590	743	658	945	785	1084
No especificado	1746	1770	838	860	119	127	24	39

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda, 2000. Censo de Población y Vivienda, 2010. Encuesta Intercensal, 2015.

Grafica 3. Pirámide poblacional Tenango del Valle 2000-2015



Fuente propia a partir del Censo General de Población y Vivienda 2000 2010 y encuesta intercensal 2015

Se observa un crecimiento progresivo de población en Tenango del Valle tanto para hombre como para mujeres, con un grado bajo de emigración en el rango de 30 a 34 años mayor para el año 2005 enfatizado en hombres, la mayoría de población se encuentra entre los 9 y 14 años.

## Tenancingo

Cuadro 23. Población total de Tenancingo según sexo 2000-2018

Año	Total	Femenina	Masculina
2000	77,631	39,770	37,861
2005	80,183	38,698	41,485
2010	90,946	46,707	44,239
2015	97,891	50,679	47,212
Proyección 2018	107,219	54,759	52,460

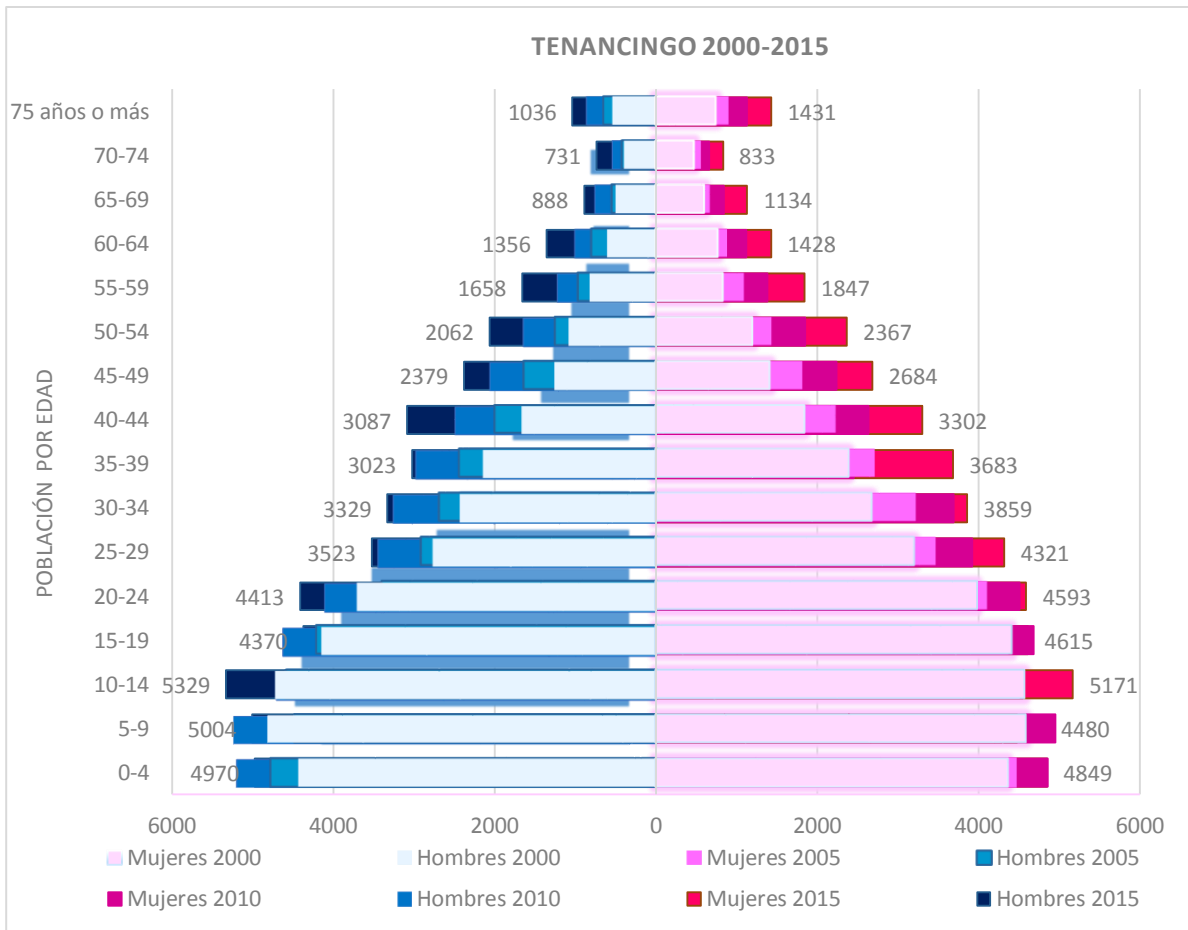
Fuente: Censo General de Población y Vivienda INEGI, CONAPO, Proyecciones ISEM

Cuadro 24. Población total por grupos quinquenales de edad según sexo en el municipio de Tenancingo, 2000 - 2015

Año	2000		2005		2010		2015	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
0-4	4420	4358	4774	4462	5182	4858	4970	4849
5-9	4802	4582	4478	4272	5219	4959	5004	4480
10-14	4705	4566	4579	4510	4690	4550	5329	5171
15-19	4137	4405	4208	4368	4613	4685	4370	4615
20-24	3699	3977	3403	4102	4095	4508	4413	4593
25-29	2766	3197	2925	3464	3436	3921	3523	4321
30-34	2428	2672	2699	3224	3248	3690	3329	3859
35-39	2146	2392	2455	2717	2965	2453	3023	3683
40-44	1668	1841	2017	2231	2484	2641	3087	3302
45-49	1266	1411	1657	1814	2053	2243	2379	2684
50-54	1091	1197	1273	1435	1644	1852	2062	2367
55-59	824	831	986	1095	1221	1384	1658	1847
60-64	612	771	820	891	1011	1121	1356	1428
65-69	511	606	566	672	764	844	888	1134
70-74	408	474	436	563	551	666	731	833
75 años o más	549	742	671	905	862	1130	1036	1431
No especificado	1260	1268	751	760	201	202	54	82

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda, 2000. Censo de Población y Vivienda, 2010. Encuesta Intercensal, 2015.

Grafica 4. Pirámide poblacional Tenancingo 2000-2015



Fuente: Propia a partir del Censo General de Población y Vivienda 2000 2010, y encuesta intercensal 2015

Se observa un crecimiento progresivo de población en Tenancingo sin embargo su emigración de población es mucho más marcada en hombres entre los 20 y 29 y en mujeres entre los 15 y 24 años, la mayoría de población se encuentra entre los 10 y a los 19 años. Seguido de los niños de 0 a 4 años.

### Villa Guerrero

Cuadro 25. Población total de Villa Guerrero según sexo 2000-2018

Año	Total	Femenina	Masculina
2000	50,829	26,052	24,777
2005	52,090	26,940	25,150
2010	59,991	30,698	29,293
2015	67,929	34,588	33,341
Proyección 2018	71,185	36,118	35,067

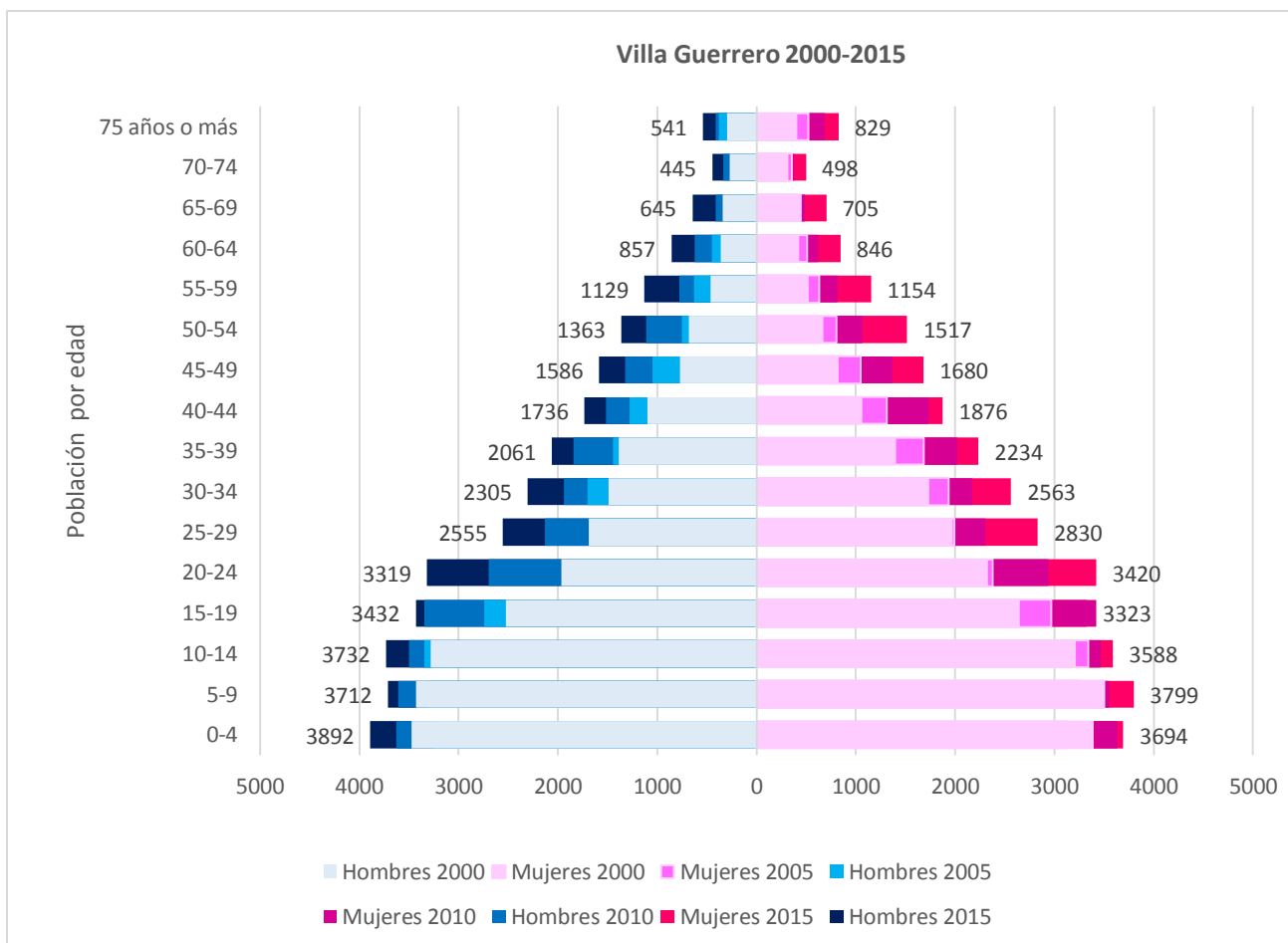
Fuente: Censo General de Población y Vivienda INEGI, CONAPO, Proyecciones ISEM

Cuadro 26. Población total por grupos quinquenales de edad según sexo en el municipio de Villa Guerrero, 2000 - 2015

Año	2000		2005		2010		2015	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Población por edad								
0-4	3471	3388	3261	3138	3627	3632	3892	3694
5-9	3431	3505	3308	3260	3610	3553	3712	3799
10-14	3281	3204	3346	3339	3500	3468	3732	3588
15-19	2523	2639	2741	2972	3346	3425	3432	3323
20-24	1964	2323	1864	2377	2696	2943	3319	3420
25-29	1692	1969	1684	1992	2133	2302	2555	2830
30-34	1492	1731	1703	1936	1938	2168	2305	2563
35-39	1387	1399	1448	1687	1844	2020	2061	2234
40-44	1096	1058	1279	1313	1519	1732	1736	1876
45-49	769	816	1048	1051	1323	1369	1586	1680
50-54	682	665	751	803	1111	1065	1363	1517
55-59	460	514	631	634	778	817	1129	1154
60-64	362	417	451	511	622	623	857	846
65-69	338	448	315	384	413	488	645	705
70-74	273	308	261	354	332	381	445	498
75 años o más	296	400	379	524	414	686	541	829
No especificado	1260	1268	675	665	60	53	31	32

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda, 2000. Censo de Población y Vivienda, 2010. Encuesta Intercensal, 2015.

Gráfico 5. Pirámide poblacional Villa Guerrero 2000-2015



Fuente: Propia a partir del Censo General de Población y Vivienda 2000 2010, y encuesta intercensal 2015

En este caso observa un crecimiento progresivo de población en Villa Guerrero enfatizando mayor población en jóvenes de 20 a 24 años sin embargo su emigración de población es igualitaria para hombres y mujeres entre los 30 años.

### Ixtapan de la Sal

Cuadro 27. Población total de Ixtapan de la sal según sexo 2000-2018

Año	Total	Femenina	Masculina
2000	30,529	16,051	14,478
2005	30,073	15,848	14,225
2010	33,541	17,459	16,082
2015	35,552	18,474	17,078
Proyección 2018	39,103	20,135	18,968

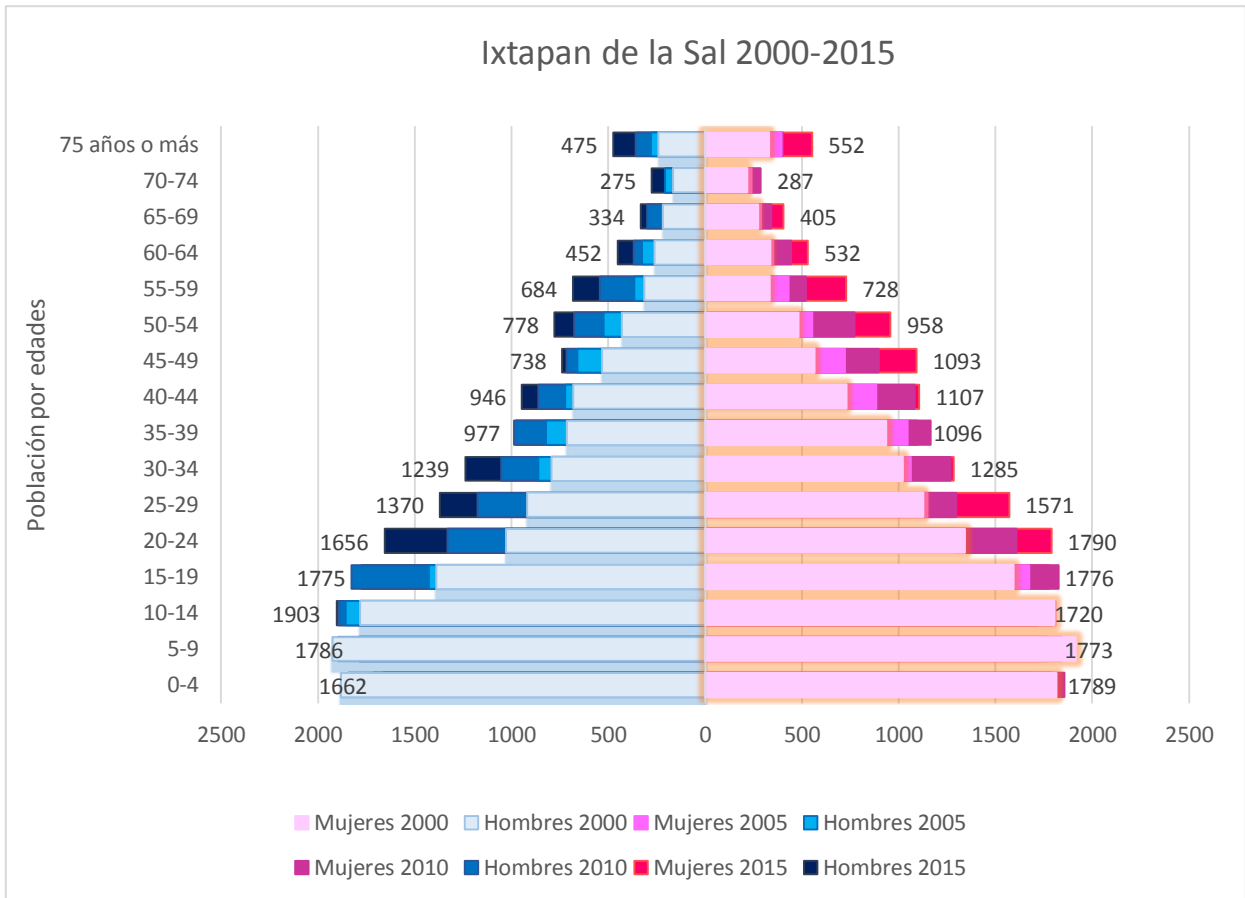
Fuente: Censo General de Población y Vivienda INEGI, CONAPO, Proyecciones ISEM

Cuadro 28. Población total por grupos quinquenales de edad según sexo en el municipio de Ixtapan de la Sal, 2000 – 2015

Año por edad	2000		2005		2010		2015	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
0-4	1881	1816	1716	1670	1843	1855	1662	1789
5-9	1925	1913	1789	1742	1897	1842	1786	1773
10-14	1783	1805	1857	1810	1894	1794	1903	1720
15-19	1388	1595	1426	1675	1828	1826	1775	1776
20-24	1028	1341	1029	1294	1330	1609	1656	1790
25-29	919	1127	903	1150	1176	1297	1370	1571
30-34	794	1021	862	1064	1055	1267	1239	1285
35-39	715	935	823	1046	986	1165	977	1096
40-44	681	732	722	884	863	1081	946	1107
45-49	531	564	661	721	715	899	738	1093
50-54	430	484	525	555	677	771	778	958
55-59	315	334	364	432	543	520	684	728
60-64	260	338	327	353	370	444	452	532
65-69	217	275	207	288	298	342	334	405
70-74	166	218	206	241	203	286	275	287
75 años o más	240	331	279	395	360	402	475	552
No especificado	1205	1222	529	528	34	37	28	12

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda, 2000. Censo de Población y Vivienda, 2010. Encuesta Intercensal, 2015

Gráfico 6. Pirámide poblacional Ixtapan de la Sal 2000-2015



Fuente: Propia a partir del Censo General de Población y Vivienda 2000 2010, y encuesta intercensal 2015

Ixtapan de la Sal tiene un crecimiento progresivo con su mayoría de población entre los 9 y los 14 con mayor emigración entre los 20 y los 29 para hombres y mujeres.

### Zumpahuacán

Grafica 29. Población total de Zumpahuacán según sexo 2000-2018

Año	Total	Femenina	Masculina
2000	15,372	8,055	7,317
2005	16,149	8,381	7,768
2010	16,365	8,585	7,780
2015	16,927	8,858	8,069
Proyección 2018	18,148	9,524	8,624

Fuente: Censo General de Población y Vivienda INEGI, CONAPO, Proyecciones ISEM

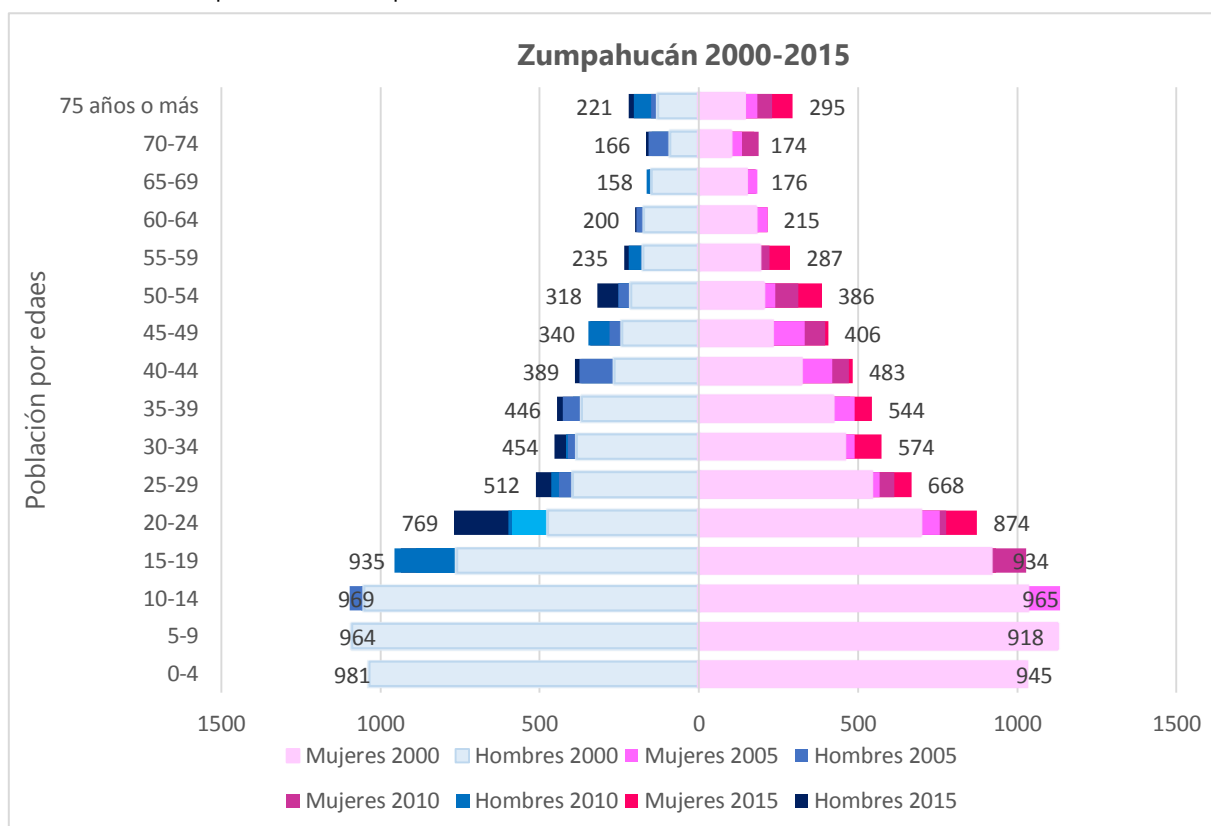


Gráfica 30. Población total por grupos quinquenales de edad según sexo en el municipio de Zumpahucán, 2000 – 2015

Año	2000		2005		2010		2015	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
0-4	1034	1027	1001	974	988	920	981	945
5-9	1089	1123	1066	1042	1007	1011	964	918
10-14	1050	1030	1096	1134	1061	1020	969	965
15-19	759	915	886	920	956	1029	935	934
20-24	473	695	586	756	598	776	769	874
25-29	395	542	440	568	463	614	512	668
30-34	383	455	412	489	417	456	454	574
35-39	366	422	427	490	395	476	446	544
40-44	264	320	374	419	368	472	389	483
45-49	241	230	280	333	346	396	340	406
50-54	212	201	253	241	252	313	318	386
55-59	173	189	181	168	220	223	235	287
60-64	172	178	196	216	190	188	200	215
65-69	147	149	141	184	164	180	158	176
70-74	90	99	157	136	148	187	166	174
75 años o más	127	143	149	184	205	230	221	295
No especificado	342	337	127	127	2	4	12	14

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda, 2000. Censo de Población y Vivienda, 2010. Encuesta Intercensal, 2015

Gráfico 7. Pirámide poblacional Zumpahuacán 2000-2015



Fuente: Propia a partir del Censo General de Población y Vivienda 2000 2010, y encuesta intercensal 2015

Para el caso de Zumpahuacán se observa un crecimiento progresivo mucho más lento y joven este va enfatizado en niños de 10 hasta los 20 sin embargo su emigración de población es más marcada en hombres y mujeres entre los 25 y 29, la mayoría de población se encuentra entre los 5 y a los 10 años. Seguido de los niños de 0 a 4 años.

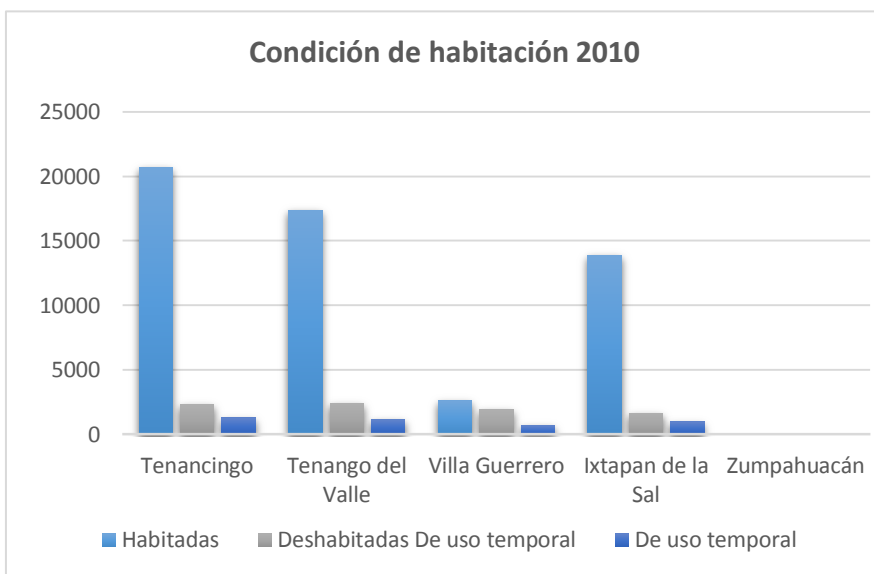
### 3.9.4 Vivienda

Cuadro 31. Viviendas particulares por municipio según su condición de habitación, en el año 2010.

Entidad y municipio	Viviendas particulares	Condición de habitación		
		Habitadas	Deshabitadas	De uso temporal
Tenancingo	24,314	20,710	2,313	1,291
Tenango del Valle	20,936	17,361	2,412	1,163
Villa Guerrero	16,487	13,884	1,896	707
Ixtapan de la Sal	10,955	8,308	1,659	988
Zumpahuacán	4,185	3,434	937	348

Fuente: COESPO con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

Gráfico 8. Condición de Viviendas 2010 por municipio



Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

Cuadro 32. Estimadores de las viviendas particulares habitadas y su distribución porcentual según clase de vivienda particular por municipio

Municipio	Clase de Vivienda Particular					
	Viviendas Particulares habitados	Casa	Departamento en edificio	Vivienda en vecindad o cuartería	Otro tipo de viviendas	No especificado
Tenancingo	23,582	97.85	0.44	0.74	0.00	0.97
Tenango del Valle	20,144	97.41	0.25	0.53	0.00	1.81
Villa Guerrero	16,662	96.51	0.26	0.10	0.01	3.12
Ixtapan de la Sal	8,987	95.49	0.62	2.60	0.37	0.91
Zumpahuacán	3,831	98.23	0.00	0.00	0.03	1.75

Fuente: INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015

El crecimiento observado, se podría detallar el nivel de degradación municipal los valores de las superficies de suelo ocupadas, así como su crecimiento anual con respecto a los censos de población. En estos se puede observar el importante crecimiento en la ocupación urbana que se produce en la población. Los crecimientos más destacados e importantes se refieren a Tenango del Valle, seguido del municipio de Villa Guerrero, el cual demuestra su crecimiento exponencial, y debido a su escasa

superficie que se presenta en Ixtapan de la Sal, es el que conforma en el número más alto de densidad de población siendo 305 habitantes por km<sup>2</sup>.

### 3.9.5 Equipamiento

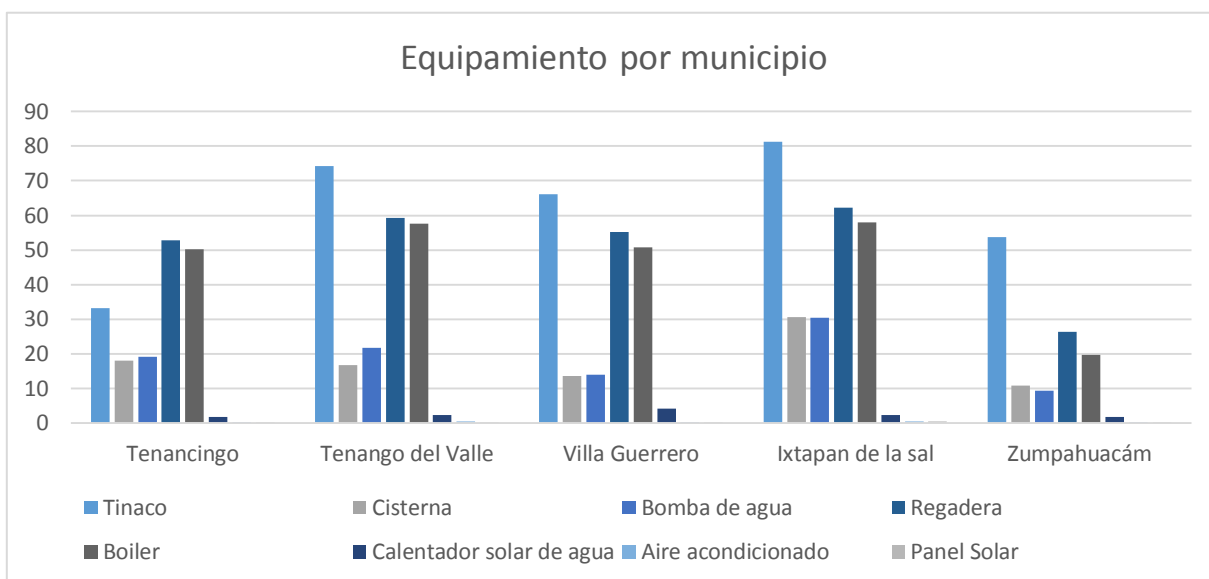
Distribución porcentual según disponibilidad de equipamiento por municipio.

Cuadro 33. Estimadores de las viviendas particulares habitadas según disponibilidad de equipamiento por municipio y tipo de equipamiento

Municipio	Tipo de equipamiento									
	Tenancingo		Tenango del Valle		Villa Guerrero		Ixtapan de la sal		Zumpahuacán	
	Disponen	No disponen	Disponen	No disponen	Disponen	No Disponen	Disponen	No disponen	Disponen	No disponen
Tinaco	66.42	33.16	74.16	25.66	66.02	33.30	81.29	18.54	53.63	45.61
Cisterna o aljibe	18.00	81.13	16.74	82.85	13.50	85.59	30.49	69.30	10.81	88.25
Bomba de agua	19.08	80.08	21.68	77.93	14.01	85.17	30.37	69.32	9.30	89.74
Regadera	52.87	46.59	59.31	40.45	55.13	44.11	62.24	37.62	26.34	72.72
Boiler o calentador de agua	50.25	49.09	57.51	42.14	50.75	48.34	58.05	41.60	19.66	79.27
Calentador solar de agua	1.74	97.27	2.28	97.23	4.20	94.90	2.32	97.49	1.64	97.23
Aire acondicionado	0.30	98.84	0.38	99.07	0.11	99.01	0.46	99.32	0.29	98.62
Panel Solar	0.21	98.91	0.13	99.31	0.14	98.57	0.32	99.45	0.18	98.64

Fuente: INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal, 2015

Gráfico 9. Equipamiento por municipio



Fuente: INEGI, 2015

Cuadro 34. Estimadores de las viviendas particulares habitadas y su distribución porcentual según la disponibilidad de energía eléctrica por municipio, 2015

Municipio	Disponibilidad de energía eléctrica			
	Viviendas particulares habitadas	Disponen	No disponen	No especificado
Tenancingo	23,582	99.15	0.75	0.09
Tenango del Valle	20,144	99.15	0.78	0.07
Villa Guerrero	16,660	98.63	1.10	0.26
Ixtapan de la Sal	8,959	99.41	0.56	0.03
Zumpahuacám	3830	99.41	1.44	0.16

Fuente: INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015

En menor porcentaje de disposición de energía eléctrica es representado por el municipio de Villa Guerrero con un porcentaje del 98.63% para el año 2015.

Cuadro 35. Indicadores seleccionados de algunas características de las viviendas particulares habitadas por municipio 2010

Municipio	Promedio de ocupantes por vivienda	Promedio de cuartos por vivienda	Porcentaje de viviendas con más de 2.5 ocupantes por cuarto	Porcentaje de ocupantes en viviendas que disponen de agua entubada	Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Porcentaje de ocupantes que disponen de excusado y drenaje
Tenancingo	4.38	3.55	10.17	93.12	8.64	89.49
Tenango del Valle	4.46	3.71	8.42	94.07	9.84	93.01
Villa Guerrero	4.32	3.39	8.62	91.54	11.28	80.95
Ixtapan de la Sal	4.03	3.42	9.48	76.70	6.41	87.44
Zumpahuacán	4.77	3.43	11.68	76.80	10.87	74.67

Fuente: Características de las viviendas particulares habitadas por municipio, INEGI, 2010

### 3.9.5 Aspectos Económicos

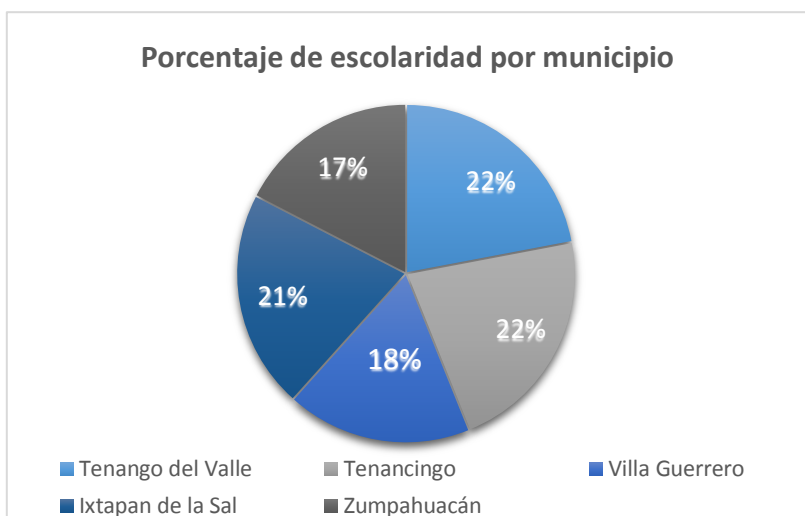
#### 3.9.5.1 Nivel de educación

Cuadro 36. Estimación de la población según nivel de escolaridad, promedio de escolaridad por municipio

Municipios	Nivel de Escolaridad						Grado promedio de escolaridad
	Preescolar	Primaria	Secundaria	Educación media superior	Educación Superior		
Tenango del Valle	0.33	45.981	84.60	19.24	11.67	8.45	
Tenancingo	0.22	44.44	88.09	16.93	12.45	8.40	
Villa Guerrero	0.31	64.60	82.54	9.96	6.03	6.81	
Ixtapan de la sal	0.47	54.72	84.73	16.25	12.67	8.04	
Zumpahuacán	0.43	52.13	88.28	10.87	3.94	6.68	

Fuente: INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015

Gráfico 10. Escolaridad por municipio, 2015



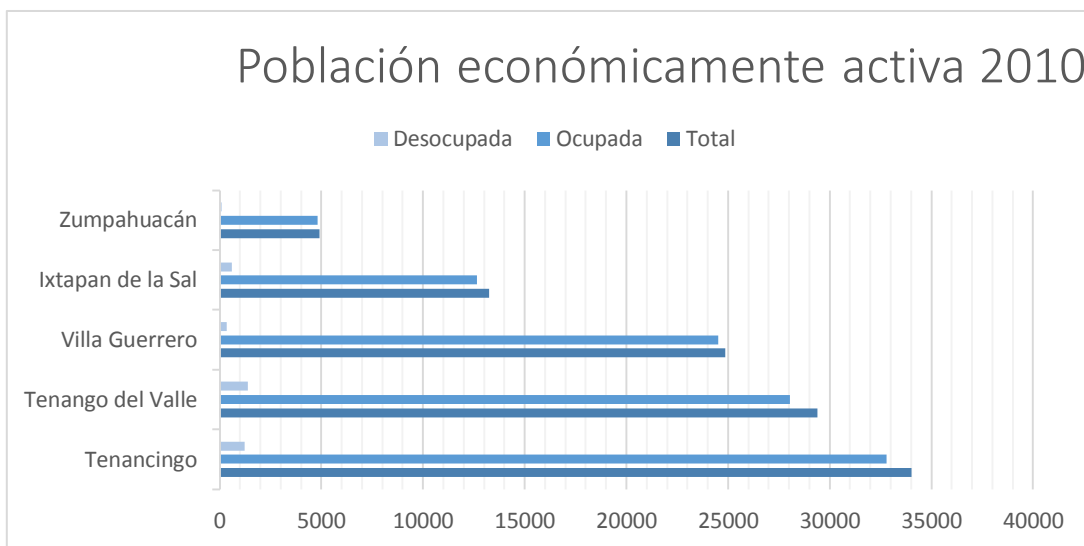
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 37. Población de 12 años y más por municipio, según condición de actividad económica y de ocupación 2010

Municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica				
		Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
		Total	Ocupada	Desocupada		
Tenancingo	66,459	34,027	32,802	1,225	31,777	655
Tenango del Valle	57,574	29,408	28,039	1,369	27,614	552
Villa Guerrero	42,652	24,860	24,523	337	17,514	278
Ixtapan de la Sal	24,530	13,260	12,667	593	11,128	142
Zumpahuacán	11,586	4,923	4,824	99	6,620	43

Fuente: COESPO. Cuaderno Estadístico Estado de México, 2015

Gráfico 11. Población Económicamente Activa, 2010



Tenancingo al ser el municipio con mayor población representa un 49.35% de población ocupada.

Tenango del Valle representa el 48.70% de su población ocupada.

Villa Guerrero representa el 57.49 % de su población ocupada.

Ixtapan de la sal representa el 51% de su población ocupada.

Zumpahuacán representa el 42.49% de su población ocupada.

### 3.9.5.2 Aspectos Económicos

Cuadro 38. Tasas específicas de participación económica por tamaño de localidad y grupos quinquenales de edad según sexo.

Municipio	Tasas específicas de participación económica		
	Total	Hombres	Mujeres
Tenancingo	51.20	74.62	29.94
Tenango del Valle	51.08	75.09	28.76
Villa Guerrero	58.29	84.50	33.83
Ixtapan de la Sal	54.06	76.17	34.47
Zumpahuacán	42.49	71.96	17.22

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Básico



Gráfico 12. Tasa de Población económica en porcentaje



Fuente: INEGI, 2010

El municipio que tiene el número más alto en participación económica para los hombres es Villa Guerrero, en el caso del porcentaje de participación económica es para Ixtapan de la Sal seguido de Villa Guerrero.

El municipio con más participación social es para Villa Guerrero.

### 3.9.5.3 Índice de Población económicamente activa

La actividad económica de la Región VI, destaca por sus condiciones físicas y climáticas, las cuales favorecen a actividades agrícolas y ganaderas, que con base a los datos del Censo General de Población y Vivienda, 2000; el 54.59% de la población económicamente activa se dedicaba a esta actividad y para el año 2010, el 42.15%, disminución causado posiblemente causada por la falta de recursos y/o apoyos económicos, la necesidad de capacitación encaminada a nuevas tecnologías, la falta de recursos y por el cambio climático.

Por lo anterior, la ocupación de la Población está emigrando a otros sectores, principalmente terciario, excepción que, en el 2010, el municipio con mayor porcentaje de población laboró en el sector primario fueron Villa Guerrero con 66.64%.

Cuadro 39. Porcentaje de población ocupada en sectores por municipio:

Ámbito	% Sector primario		% Sector secundario		% Sector comercio		% Sector servicios	
	2010	2015	2010	2015	2010	2015	2010	2015
Tenancingo	28.78	25.32	17.72	19.88	16.49	15.32	36.69	38.43
Tenango del Valle	24.04	26.16	21.22	19.51	23.96	20.52	29.95	33.08
Villa Guerrero	66.64	63.49	5.57	6.38	12.62	13.23	14.90	16.08
Ixtapan de la sal	19.2	20.17	20.15	17.38	16.16	16.08	44.01	44.16
Zumpahuacán	70.18	61.13	7.50	9.16	10.18	10.60	12.14	19.11

Fuente: INEGI, 2010, INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015

El municipio de Villa Guerrero se ubica en la Región VI1; dentro de ésta, la participación de las actividades económicas del municipio es la más relevante, con respecto a la región. Para 1991, en el municipio existían 4,600 unidades de producción (lo que representa el 13.19% con respecto a la región), de las cuales 4,587 se dedicaban a las actividades agropecuarias o forestales con 11,726 elementos de mano de obra; es decir, un promedio de 2.5 personas por unidad de producción.

En este sentido se observa que el municipio concentró el 13.19% de las unidades de producción que se dedicaban a las actividades agropecuarias o forestales en la región ubicándose en el 1° lugar seguido por Tenancingo.

La estructura vial de la Región donde se inserta el Municipio de Tenancingo se encuentra conformada a partir de vialidades de corte federal y estatal.

#### 3.9.5.4 Crecimiento Económico y PIB

Se caracteriza como una variable macroeconómica, para la evaluación del crecimiento social, los datos que pudimos recabar por municipio son del 2007 hasta una cifra estimada del 2015, según su sector de actividad económica, con el fin de determinarlas que sector predomina.

Cuadro 40. Producto interno bruto (millones de pesos) por año según sector de actividad económica 2007 – 2015 en el municipio de Tenango del valle.

Año	Producto Interno Bruto	Agropecuario, Silvicultura y Pesca	Industria	Servicios	Impuestos a los Productos Netos
2007	2 093.95	215.93	486.60	1 337.44	53.98
2008	2 160.65	243.06	470.39	1 390.54	56.66
2009	2 064.48	207.87	432.50	1 369.83	54.38
2010	2 222.45	202.04	472.63	1 490.39	57.39
2011	2 290.06	140.27	450.60	1 639.89	59.31
2012	2 454.37	206.28	430.07	1 753.62	64.40
2013	2 618.23	218.89	504.48	1 826.36	68.51
2014	2 786.22	318.55	511.85	1 885.52	70.30
2015	2 808.62	328.91	515.70	1 913.93	71.91
2016	2 862.6	284.8	483.3	2 013.0	81.4

Fuente: IGCEM. Dirección de Estadística con información del INEGI. Censos Económicos 2004, 2009 y 2014; Producto Interno Bruto Nacional y Estatal, 2015.

Cuadro 41. Censo Económico Tenancingo

#### Tenancingo

Año	Producto Interno Bruto	Agropecuario, Silvicultura y Pesca	Industria	Servicios	Impuestos a los Productos Netos
2007	2 307.3	510.7	75.2	1662.5	58.9
2008	2 334.1	679.2	101.6	1 496.4	57.1
2009	2 339.7	673.3	103.5	1 505.4	57.5
2010	2 429.4	494.9	227.4	1 646.3	60.7
2011	2 580.1	457.2	251.8	1 806.2	64.8
2012	2 589.5	444.2	118.5	1 959.6	67.2
2013	2 920.4	585.7	132.0	2 122.8	79.9
2014	3 202.3	768.2	134.5	2 216.1	83.4
2015	3 320.3	852.7	134.8	2 246.3	86.5
2016	3 441.2	890.7	139.9	2 318.6	91.9

Fuente: IGCEM. Dirección de Estadística con información del INEGI. Censos Económicos 2004, 2009 y 2014; Producto Interno Bruto Nacional y Estatal, 2015.

Cuadro 42. Censo Económico Villa Guerrero

**Villa Guerrero**

Año	Producto Interno Bruto	Agropecuario, Silvicultura y Pesca	Industria	Servicios	Impuestos a los Productos Netos
2007	2 082.08	2127.32	52.71	811.63	90.42
2008	3 479.48	2 443.41	55.89	876.57	103.61
2009	2 901.32	1 896.76	80.59	951.86	85.33
2010	2 986.54	1 868.76	80.59	951.86	85.33
2011	3 037.49	1 785.12	87.26	1 078.57	86.55
2012	3 181.16	1 523.21	70.56	1 491.59	95.80
2013	3 054.34	2 128.14	85.77	742.24	98.19
2014	3 294.10	2 260.74	79-65	852.96	100.76
2015	3 320.58	2 334.26	80.25	865.81	103.07
2016	3 156.3	1 913.1	87.0	1 045.9	110.2

Fuente: IGCEM. Dirección de Estadística con información del INEGI. Censos Económicos 2004, 2009 y 2014; Producto Interno Bruto Nacional y Estatal, 2015.

Cuadro 43. Censo Económico Ixtapan de la Sal

**Ixtapan de la Sal**

Año	Producto Interno Bruto	Agropecuario, Silvicultura y Pesca	Industria	Servicios	Impuestos a los Productos Netos
2007	1 039.84	80.88	48.65	883.56	26.75
2008	1 042.11	79.39	52.65	882.47	27.60
2009	997.33	70.47	57.56	842.75	26.54
2010	1 067.62	72.12	82.90	884.65	27.95
2011	1 118.74	66.00	79.21	944.11	29.42
2012	1 217.15	87.18	64.31	1 034.41	31.25
2013	1 213.98	88.01	66.21	1 027.98	31.79
2014	1 273.33	126.62	70.88	1 043.21	32.62
2015	1 283.56	130.74	71.41	1 058.93	33.37
2016	1 348.1	115.0	80.2	1 114.9	38.0

Fuente: IGCEM. Dirección de Estadística con información del INEGI. Censos Económicos 2004, 2009 y 2014; Producto Interno Bruto Nacional y Estatal, 2015.

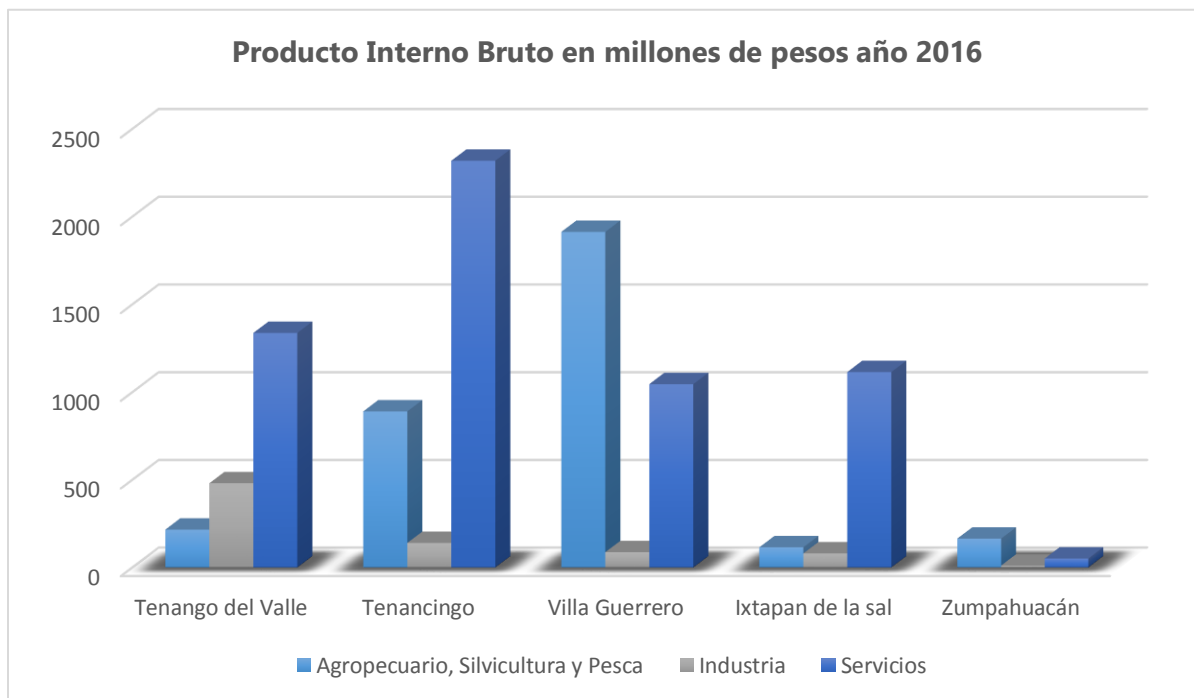
Cuadro 44. Censo Económico Zumpahuacán

**Zumpahuacán**

Año	Producto Interno Bruto	Agropecuario, Silvicultura y Pesca	Industria	Servicios	Impuestos a los Productos Netos
2007	135.4	97.0	9.1	25.8	3.5
2008	146.2	104.4	8.7	29.2	3.9
2009	144.3	99.7	9.6	31.2	3.8
2010	157.2	111.9	11.5	29.9	3.9
2011	163.7	105.4	14.7	39.3	4.3
2012	170.7	108.1	9.9	47.9	4.7
2013	183.7	123.7	9.5	46.2	4.4
2014	209.9	148.7	9.7	46.9	4.5
2015	223.8	159.7	10.3	49.1	4.7
2016	231.2	164.7	10.7	50.9	4.9

Fuente: IGCEM. Dirección de Estadística con información del INEGI. Censos Económicos 2004, 2009 y 2014; Producto Interno Bruto Nacional y Estatal, 2015.

Gráfico 13. Producto Interno Bruto en millones (millones de pesos) por año según sector de actividad económica del año 2016 por municipio



Fuente: Producto Interno Bruto Nacional y Estatal, 2015.

### 3.9.5.5 Agricultura

Cuadro 45. Cada sector primario se enfoca en la siembra de los siguientes cultivos de Ixtapan de la Sal

Agricultura	Avena forrajera	Granada
	Aguacate	Guayaba
	Calabacita	Lima
	Camote	Limón
	Cebolla	Maíz forrajero
	Chile	Maíz en grano
	Durazno	Jitomate
	Elote	Limón
	Fresa	Rosa gruesa
	Gladiola gruesa	Pepino

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO). Cierre Agrícola por municipio, principales cultivos. En [www.edomexico.gob.mx/sedagro/MUNICIPIOS/ixtapansal.pdf](http://www.edomexico.gob.mx/sedagro/MUNICIPIOS/ixtapansal.pdf).

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el territorio municipal son las relacionadas con la agricultura, el sector agropecuario la silvicultura.

### 3.9.5.6 Rezago social

De acuerdo con los datos de Rezago social de CONEVAL la zona de estudio abarca una parte inicia en una parte muy baja y después en la localidad de San Pedro Tlanixco se ubica con grado medio, en el municipio de Villa Guerrero se presenta un grado bajo y en sus alrededores la localidad de Santa María Aranzazú, sube a grado medio, así como Santiago Oxtotitlán y Buenavista.

Hasta Ixtapan de la Sal representando un grado bajo de rezago. De acuerdo con los inventarios cartográficos, los municipios de Tenango y sus localidades aledañas su última actualización fue en 2010. En Villa Guerrero por su crecimiento exponencial se hizo una actualización en 2015 en las localidades de Santiago Oxtotitlán y Buenavista al igual que en las afueras del municipio de Ixtapan de la Sal (INV, 2016)

### 3.9.5.7 Nivel de pobreza

La carencia por espacios y vivienda sigue aumentando desde el 2012 con un porcentaje a un 10.3% en 2014 en el Estado de México (CONEVAL, 2014).

De acuerdo con el inventario de viviendas vendidas con créditos de CONAVIS terminadas para el año 2018, la situación de viviendas a nivel estado de México es de 18,290 (CONAVI, 2018)

El total de ingresos por suministro de bienes y servicios, en el sector 23 (construcción), en 2008 fue de 21UG para Villa Guerrero, de 741UG para Tenancingo, para Tenango del Valle fue de 19,560 UG (INEGI, 2008)

Para el 2010 la población en hogares familiares fue de 88,944 para Tenancingo 76,271 para Tenango del Valle, 58,803 para Villa Guerrero 32,600 para Ixtapan de la Sal (INEGI, 2010)

El número de viviendas ha aumentado exponencialmente desde el 2000 a los estudios de 2015, Tenancingo con un número de 20,588, Tenango con 17,298, Villa Guerrero presento un número de 13,852 viviendas (INEGI, 2015).

### 3.9.6 Red Carreteras

El municipio está comunicado por las siguientes vías: la carretera federal número 55D Procedente de Palmillas, Toluca y Tenancingo, la cual se interna en el municipio por el lado oriente, pasa por la cabecera a través de un libramiento y continúa hacia Ixtapan de la Sal y Tonicato.

La autopista de cuota Tenango – Ixtapan de la Sal, la cual llega al municipio por el norte y lo atraviesa de norte a sur. Tiene dos entronques principales, el primero en el paraje conocido como Los Reyes para comunicar a la cabecera municipal a la altura del kilómetro 19, y el segundo a la altura del kilómetro 23, para desviar hacia Zacango.

La carretera federa la integra: la carretera federal número 55 México-Toluca-Axixintla, la cual atraviesa la cabecera municipal de Tenancingo por la Avenida Hidalgo, eje principal de salida de oriente a poniente de la cabecera municipal, comunica con los municipios de Villa Guerrero e Ixtapan de la Sal, y se entronca con la carretera a Coatepec Harinas.



Fuente: Google Earth

### 3.9.7 Desarrollo urbano

El municipio de **Villa Guerrero** se ubica en la parte sur del Estado de México en las laderas de la Sierra Nevada de Toluca

Villa Guerrero está situado a 112 km. de la ciudad de México, se llega por las carreteras federales 15 y 55. Además es uno de los municipios que está considerado dentro de la Región VI agrícola del Estado de México regida por el municipio de Tenancingo.

#### 3.9.7.1 Evaluación del plan vigente

En el municipio de Villa Guerrero se cuenta con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, el cual conformó el primer ejercicio de planeación realizado en el municipio, sin embargo, muy probablemente por tratarse del primer plan en la materia, se plantearon usos de suelo en la zona urbana consolidada, situación que impidió prever de manera más realista el crecimiento de la ciudad,



no digamos al mediano y largo plazo, sino incluso al corto plazo, situación que entre otras cosas ha obligado a la actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano.

### **Agrícola**

En tanto la floricultura es una actividad que ha tomado gran relevancia con la comercialización de la gran variedad de flores en el mercado nacional e internacional. La mayoría de los cultivos de la flor se realiza en grandes invernaderos, otros más en invernaderos rudimentarios y otros a cielo abierto.

## **Capítulo IV. Metodología**

### **4.1 Metodología**

En este trabajo se trató de valorar paisajísticamente el ámbito, que transcurre por una infraestructura lineal carretera, debido a su capacidad de ser un elemento de observación del paisaje. Se propuso integrar una metodología que integra el empleo de técnicas de procesamiento digital de imágenes e interpretación de análisis de información temática y superposición de imágenes satelitales.

Los SIG son una excelente herramienta de gestión territorial como del medio natural que permiten realizar diversas metodologías para la cartografía de la vía y a través de ella la representación de los distintos elementos objetivos para la valoración paisajística de su entorno (pendientes, altura, vegetación, hidrología). Sobre todo, las herramientas SIG facilitan el desarrollo de metodologías que integren distintos aspectos, ayudan a crear información cuantitativa y cualitativa de la zona a estudiar.

#### **4.1.1 Consideraciones de la metodología**

Para encontrar un buen análisis en la resolución del trabajo y las principales problemáticas, se buscó e investigó; el tema es poco reconocido en México y las fuentes que existen en su mayoría son estudios de extranjero, los estudios paisajísticos tienen características subjetivas, complejas todos los paisajes son diferentes, sobre todo porque forman parte de cambios constantes, las fuentes bibliográficas que se encontraron para el trabajo son artículos que se resumen en el efecto indirecto de la degradación al paisaje sin embargo con la extensa búsqueda del estudio fue exitoso; donde fue crucial para comprender más el contexto de paisaje que se quiere estudiar.

Mediante técnicas de recopilación de información y análisis de datos. En este caso, parte a diseñar una metodología conjunta de diversos estudios, descriptores flexibles para que puedan ser adaptados a las necesidades particulares de la zona de estudio para ello se necesita tener una comprensión del entorno, mediante un análisis sectorial así poder identificar mejor las variables y tener claro su funcionamiento.

El presente estudio tendrá interés en desarrollar un método de investigación correlacional con el propósito de basarse como una guía en la evaluación multicriterio pues diversas variables pueden integrarse como indicadores de degradación de procesos internos en el territorio. Los SIG son una potente herramienta de apoyo para su gestión, a través de procedimientos de manipulación en un software se facilita el análisis de información; mediante un proceso de superposición ponderada en este caso fue posible trabajar de manera rápida y más sencilla, facilitando la interpretación existente.

Otro método de aproximación ha sido el trabajo de campo que engloba técnicas en el análisis ecológico y visual, se delimitó mediante el uso de recopilación de imágenes satelitales, modelo digital de terreno, para la fisiografía de la zona, se recopilaron mapas topográficos y de vegetación escalándola directamente a la zona de estudio. Se hizo una clasificación de los tipos de vegetación los cuales fueron interpretados mediante cartas topográficas y observación mediante trabajo de campo en el área de estudio.

Los productos de sensores remotos (imágenes de satélite y el modelo digital de terreno) permiten la identificación de particularidades mediante técnicas de procesamiento de los mismos. Se realizó un análisis espacial de patrones de paisaje y procesos de cambio ocurridos durante los últimos cuarenta años del trayecto que transita por el área de 14 kilómetros que va de Tenango a Ixtapan de la Sal.

Se ha utilizado un método directo de análisis y valoración con enfoque cuantitativo, considerandos a través de la estimación objetivable de determinados parámetros con incidencia paisajística. El método de recolección de información fue guiado mediante un enfoque exploratorio.

La disposición de imágenes de satélite en la misma época del año cada aproximadamente en el mismo mes, fue una dificultad que se encontró pues no cada diez años encontramos una imagen clara, sin efecto de nubes que nos impidió visualizar para tratarla fue necesaria para el estudio.

Integrando un modelo del geosistema según (Bertrand, 1968)



Figura 7. Modelo geosistémico

Los lazos de interconexión o relaciones sinérgicas que se crean cuando los subsistemas adoptan como parte de su contenido la información proveniente de otros subsistemas, con todas las implicaciones de cambios y dependencias que ello les supone.

Este modelo de geosistema representa el contenido del territorio, los tipos de interacciones funcionales y como se puede transmitir la información entre sus componentes.

### 4.1.2 Variables de Análisis

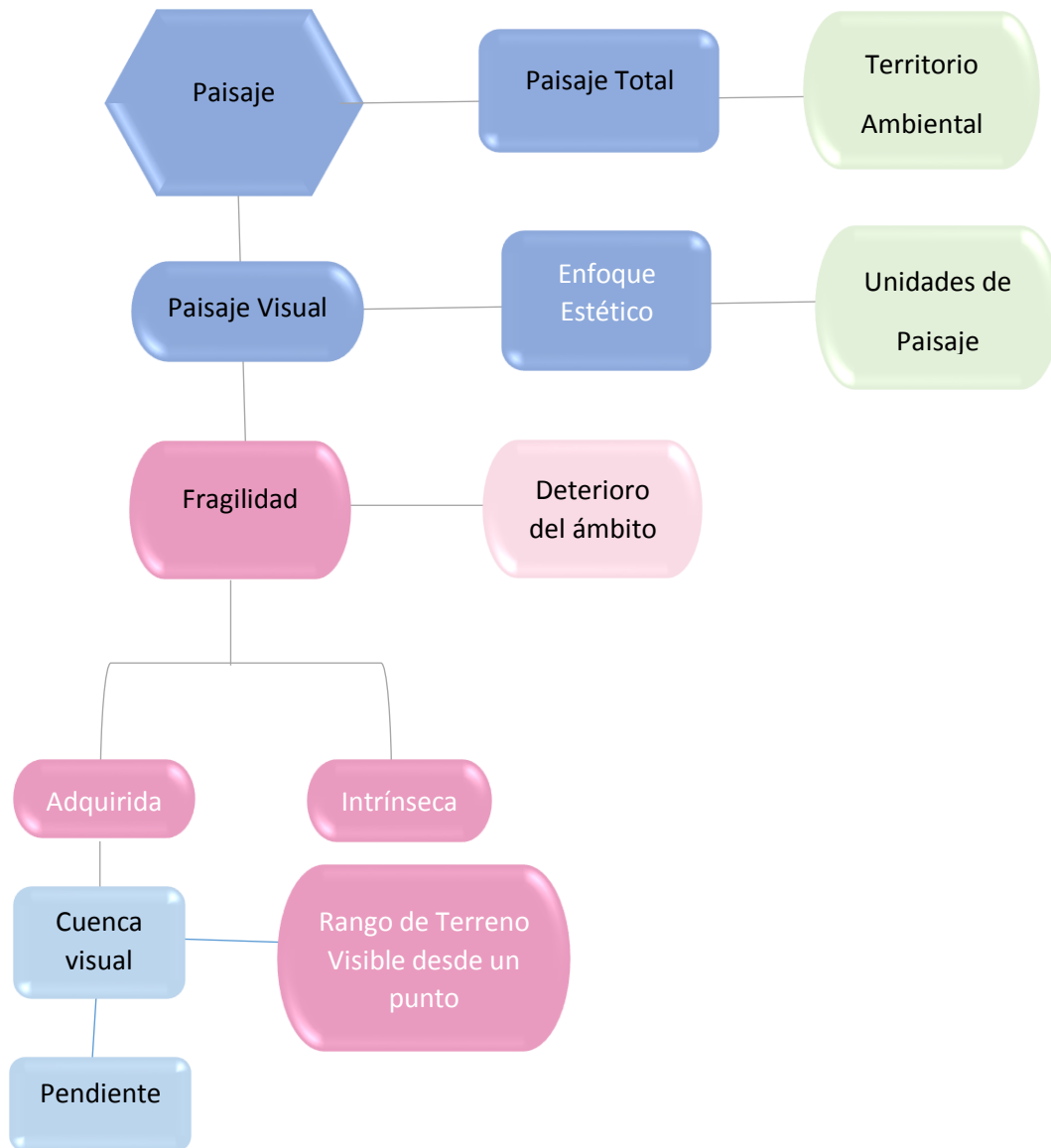


Figura 8. Composición del paisaje

## 4.2 Herramientas de análisis de información

El estudio se basó en el uso de una serie de diversas fuentes de información geográfica que ayudado a confeccionar la cartografía temática. Estas fuentes han sido: CONABIO e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la interpretación y diagnóstico, United States Geological Service (USGS) y LandViewer. para clasificación de uso de suelo.

Herramientas de interpretación y análisis de información

- Cartas uso de suelo y vegetación, escala 1:50,000, (segunda impresión 1976) E14A47, E14A48, E14A57, E14A58

Desarrollo de proceso cartográfico

- Edafología CONABIO República Mexicana - Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional)
- Geología INEGI escala 1:250,000 edición 1983 serie I.
- Hidrología de CONABIO escala 1:250,000 edición 2007 Por Comisión Nacional del Agua - Subdirección General Técnica
- Climas Estado de México escala 1:500,000 según la clasificación de Koppen modificada por García E.

Para mapas de uso de suelo y vegetación

- Imágenes satelitales LANDSAT 1,4 y 8 de la plataforma digital de la USGS
- Hipsometría (curvas de nivel) Modelo de Elevación Digital Global (ASTGTM) de ASTER de USGS

Los datos se trabajaron en coordenadas proyectadas: WGS 1984 UTM Zona 14N.

Se trabajó en gran mayoría a escala de entrada de información a 1:250,000 se obtuvo un análisis de la información variada. Para el formato de impresión fue a tamaño carta. Mientras que la escala de salida fue de 1:200,000 para no perder tanto la calidad del detalle.

El estudio se deriva del área que se centra en el tramo longitudinal de 42.19 km que atraviesa principalmente por cuatro municipios del estado de México. *Su ubicación se detalla en la sección de anexos (Anexo 1)*

#### 4.2.1 Técnicas de análisis de datos

Los SIG permiten resolver problemas relacionados con la gestión y ordenamiento del Territorio para poder comprender el contexto en que vamos a trabajar, se trabajó en la elaboración de un diagnóstico, histórico de los principales temas.

-Delimitación de la zona de actuación

-Medio físico, natural

- Medio biótico

-Crecimiento poblacional

- Actividad económica

El proceso comienza con los análisis de superposición de imágenes sobre las firmas espectrales en que se van a trabajar; así poder tener la noción de que tanto se ha desarrollado la zona.

### 4.3 Análisis de Terreno y procesamiento de mapas

Como atributos físicos mediante componente espacial en el proceso de valoración del terreno.

1.- Se obtuvo por un registro de cuenta en: <https://earthexplorer.usgs.gov/> se hizo una recopilación existente de distintos años de imágenes satelitales obtenidas por distintos sensores de satélites Landsat dependiendo de la fecha de la toma de imágenes.

Proyecto	Año	Resolución espacial	Combinación real de Bandas
Landsat 1-5 MSS C1 Level-1 (Landsat Collection 1)	26/02/1973	60 m	754
Landsat 1-5 MSS C1 Level-1 (Landsat Collection 1)	31/01/1985	60 m	123
Landsat 4-5 TM C1 Level-1(Landsat Collection 1 Level-1)	18/03/1996	30 m	743
Landsat 4-5 TM C1 Level-1 (Landsat Collection 1 Level-2 (On-Demand))	01/25/2000	30 m	245
Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 (Landsat Collection 1 Level-2 (On-Demand))	01/29/2019	30 m	752

Cuadro 47. Lista de fotografías satelitales utilizadas en el estudio.

1. Para el año 2010, surgió un inconveniente en el estudio pues las imágenes tomadas para ese año con el Landsat 7 ETM+C1 Level-2, correspondiente muestran un error en el sensor que provoco el desfase de la resolución de la imagen.

Se eligió Landsat por la cantidad de bits que tienen sus imágenes (16 bits) logra tener un análisis más completo y de mejor calidad sobre la interpretación del uso de suelo y por la información histórica de décadas atrás que maneja, a comparación de otros satélites como Sentinel que van a partir del 2015.

2.- Se procedió a realizar el análisis de la información un software de procesamiento de Imágenes en (IDRISI SELVA).

3. La escala espacial de análisis de las medidas e índices calculados se define por las siguientes variables a) Tamaño del paisaje considerado; b) Resolución espacial

Obtención de imágenes en la plataforma URSS

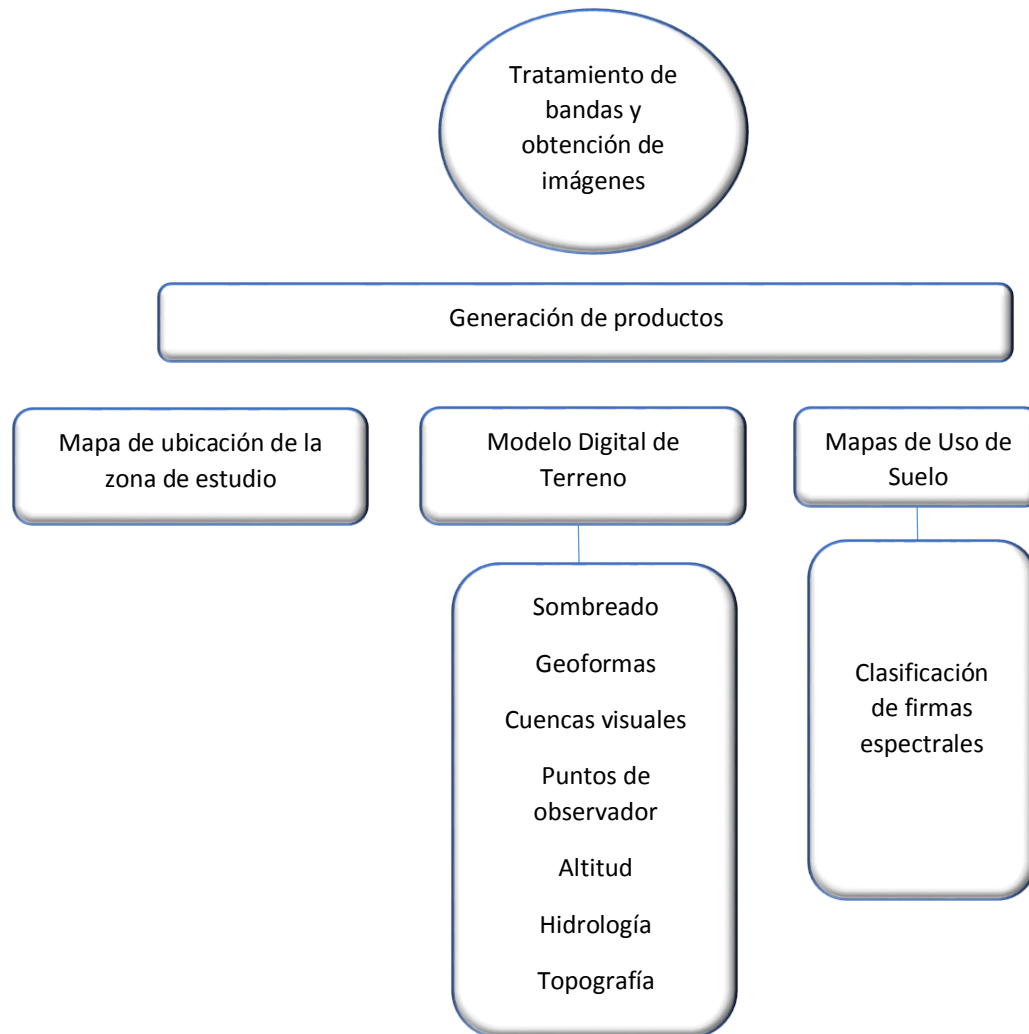


Figura 9. Generación de mapas para la evaluación del paisaje

El modelo digital de elevación (DEM) fue indispensable en el estudio, esta representación digital de información de elevación del terreno, fue posible construir un conjunto de modelos derivados a partir de información contenida como pendientes, sombras, y altitud, etc.)

### 4.3.1 Análisis del paisaje y de degradación mediante cuencas visuales



Figura 10. Mapa obtención de cuencas visuales

Como siguiente paso nos enfocamos en crear parte de la valorización del paisaje mediante cuencas visuales.

Los mapas de visibilidad permiten conocer cuál es el acceso visual a determinados puntos como secuencia, con vistas a la posterior evaluación en que cada área, determinada se observan panoramas que contribuyen a la percepción visual del paisaje.

Una primera aproximación se basó en la interpretación del Modelo Digital de Terreno, el cual brinda información para marcar el límite entre los diferentes ambientes. Este facilita las tareas de delimitación en geformas, criterios de altitud, criterios de cuenca, etc.

El método de análisis de visibilidad permite obtener ciertos parámetros globales que permiten caracterizar un territorio en términos visuales, es tanto para la valorización del paisaje como el impacto visual útil en la evaluación de impacto ambiental. La parte de análisis visual, nos basamos a un estudio de cuencas visuales, se basó en puntos sobre la autopista. Para calcular la cuenca visual el



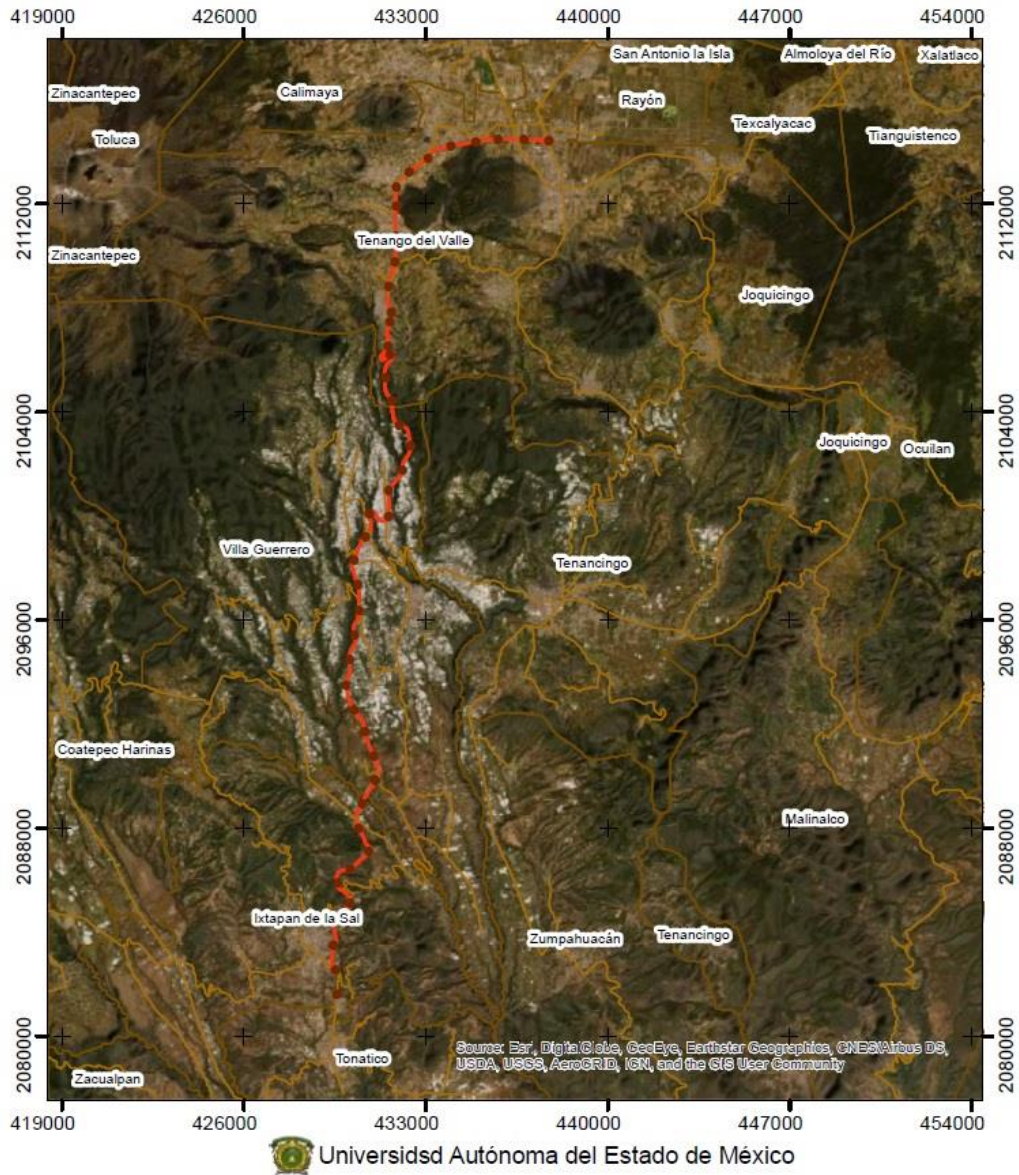
primer paso fue obtener una serie de puntos cada kilómetro sobre el tramo de la carretera, se recaudaron un total de 43 puntos sobre el trayecto marcado.

Sobre cada punto se proyectó su cuenca visual, la determinación de las cuencas se identificaron mediante distintos colores, en un conjunto de proceso visual las cuales se incorporan como análisis definitivo de unidades paisajísticas.

que se destacan las zonas visualmente más repetidas marcándolas de con mayor intensidad de color azul.

Se desarrolló una caracterización físico-ambiental de la zona, mediante firmas espectrales para cada tipo de uso de suelo. Las combinaciones de bandas varían de algunas nos basamos a un falso color para lograr un mayor nivel de detalle en la interpretación y clasificación. Las cuencas visuales se comprenden como el conjunto de superficies en el territorio son visibles desde un punto determinado, en este caso los puntos de observación establecidos sobre el trayecto de la carretera 55 D. Un punto vulnerable es que cuanto más visible sea la cuenca visual hay más fragilidad visual.

## PUNTOS DE OBSERVACIÓN



### Simbología Básica

- Cuota
- Libre
- Municipios

### Simbología Temática

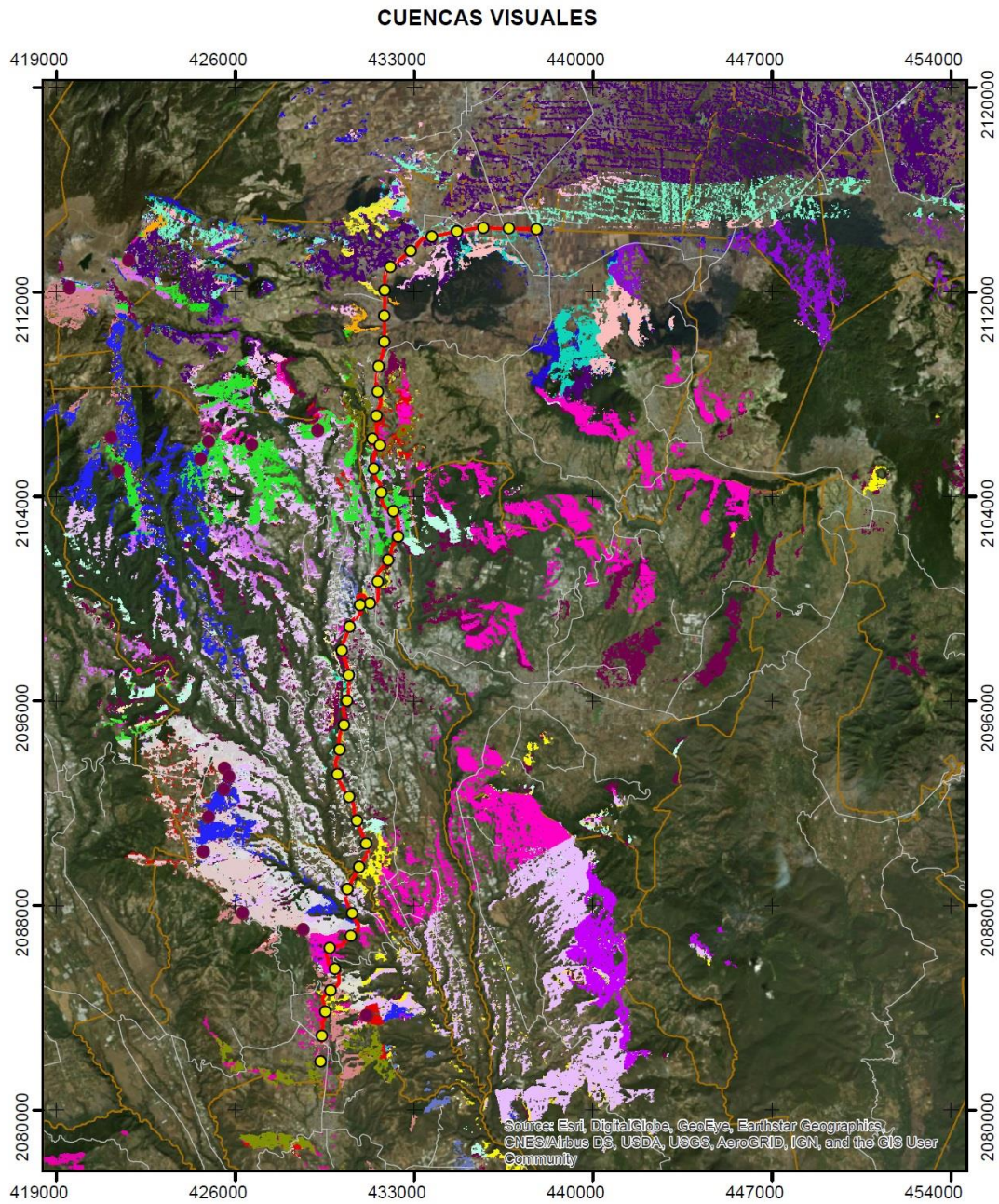
- Puntos de Observación cada 100 metros


Escala: 200,000



Elaborado por : Natalia Bustos Bonfil

Mapa 7. Puntos de observación sobre el tramo de la carretera cada kilómetro



 **Universidad Autónoma del Estado de México**

**Simbología Base**

**Vialidades**

- Cuota
- Libre
- Municipios

**Simbología Temática**

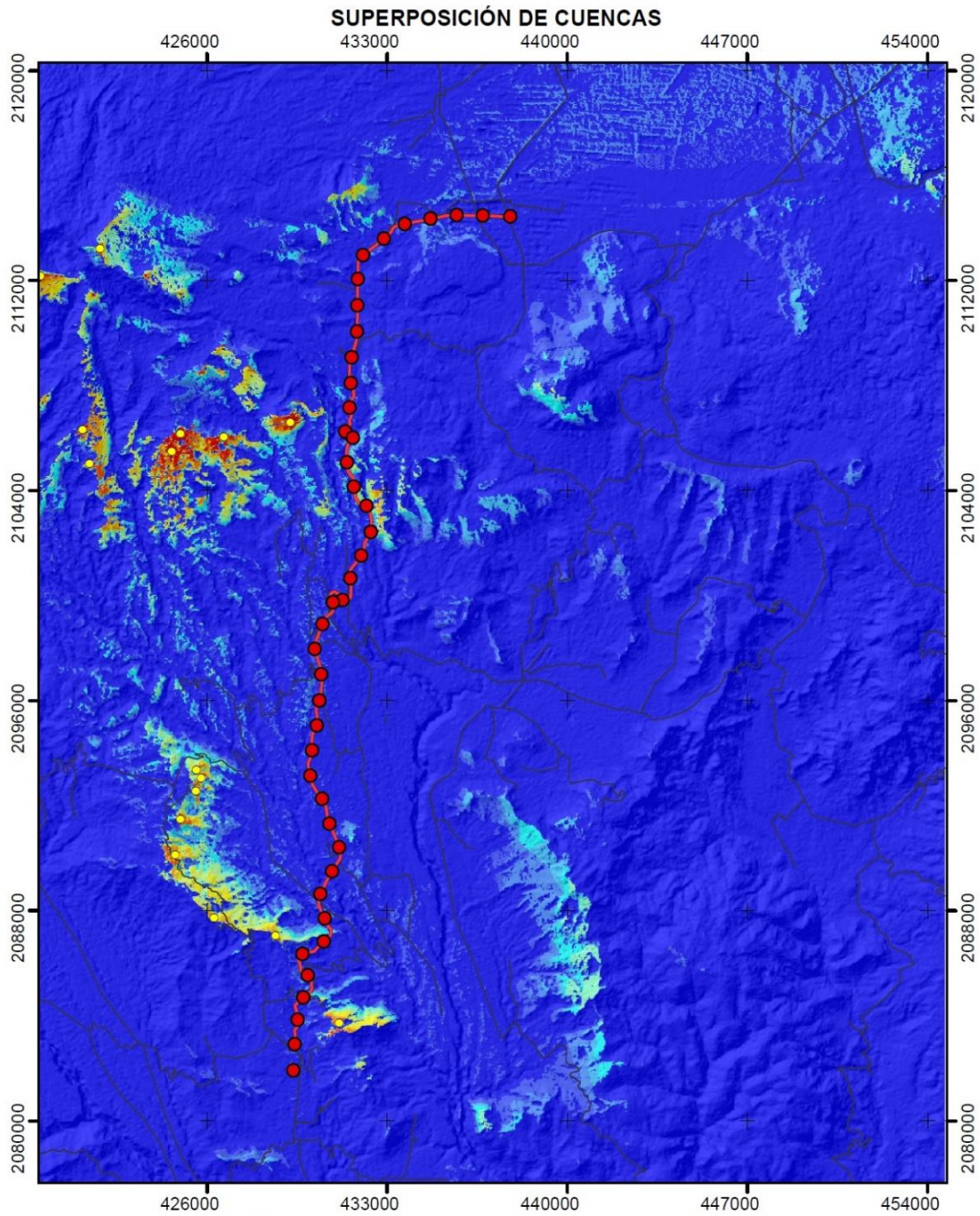
- Puntos en Campo
- Punto cada 1000 metros

**Escala: 200,000**



Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

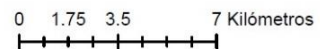
Mapa 8. Cuencas visuales sobre cada punto de observación



 Universidad Autónoma del Estado de México



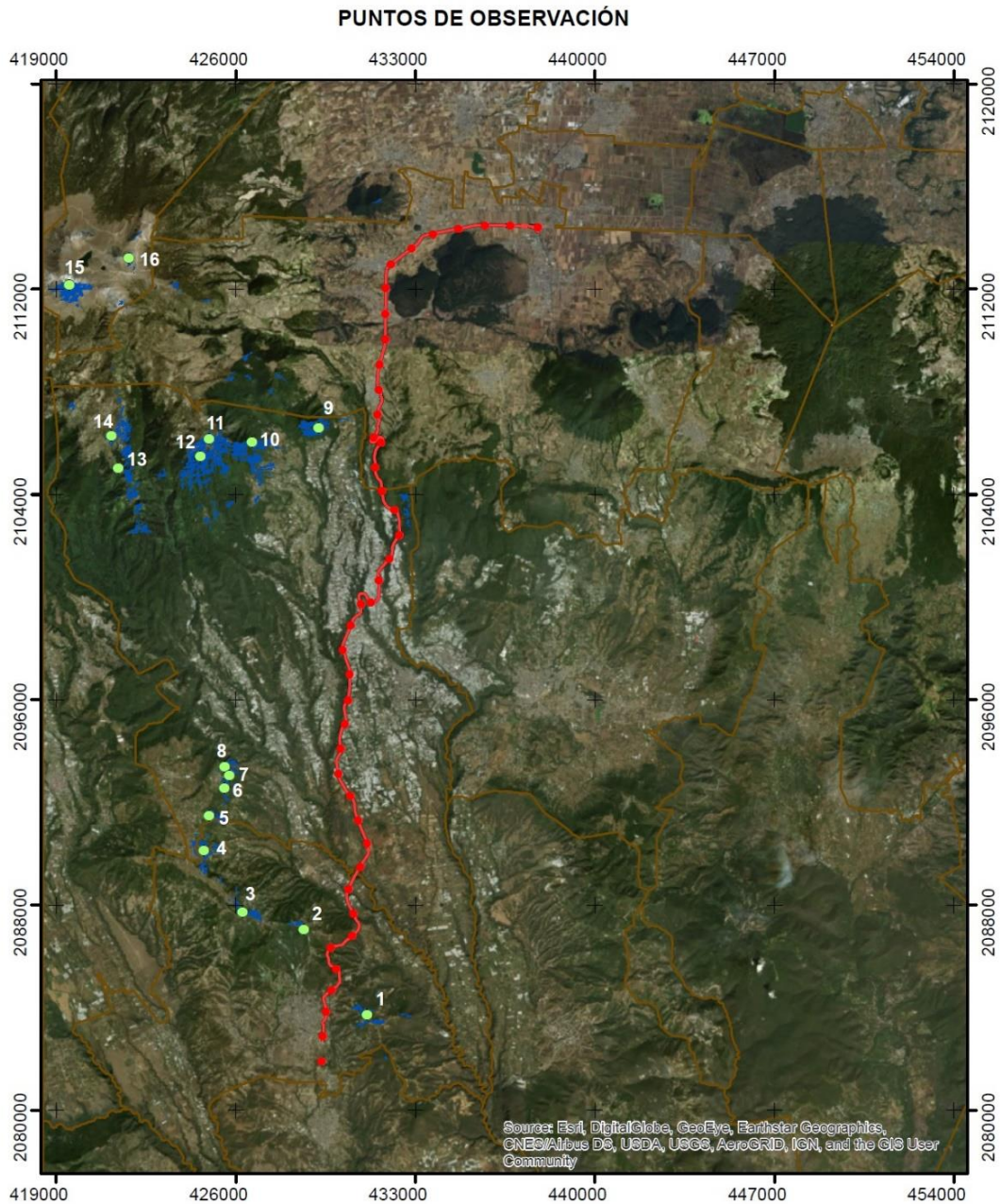
Escala: 200,000




Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 9. Cuencas con mayor incidencia

El proceso fue hacer una reclasificación sobre la media del valor de los píxeles, para obtener un rango de valores, con una desviación estándar 10-21. En un rango reclasificado que va de 0-9 y de 9-21.



 **Universidad Autónoma del Estado de México**

**Simbología Base**

- Cuota
- Municipios

**Simbología Temática**

- Campo
- Puntos de Observación

**Escala: 200,000**



Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 10. Numeración de puntos de control en campo

El mapa de accesibilidad visual es sinónimo de visibilidad según el número de observadores

Los cuales se encuentran en las coordenadas siguientes:

Puntos	Puntos de zona de Estudio	
	X	Y
1	431118	2083719
2	428648	2087065
3	426266	2087724
4	424758	2090137
5	424954	2091492
6	425544	2092558
7	425748	2093066
8	425570	2093384
9	49228	2106614
10	46635	2106045
11	424955	2106164
12	424624	2105490
13	421421	2105028
14	421141	2106309
15	419498	2112174
16	421827	2113221

Figura 48. Puntos de clasificación constantes

La mita de los puntos se encuentra en zonas de difícil acceso por su lejanía de puntos de acceso y altitud, para estos puntos que no fue posible obtener su evidencia fotográfica y esto limita un poco más el trabajo de campo.

**Degradación:** no se caracteriza por la disminución de la superficie forestal sino de la calidad de su estado, respecto a uno o a más elementos del ecosistema forestal (estrato vegetal, fauna, suelo, etc.)

La supervisión del deterioro del bosque lleva a un proceso de degradación, es una zona específica lleva a la identificación de las áreas de prioridad para las acciones preventivas o correctivas.

Las alteraciones en el medio se pueden diferenciar por su calidad, severidad, extensión, frecuencias. Por sus escalas temporales y espaciales.

Un indicador de la degradación forestal puede ser estudiado mediante el estudio de la salud de la merma la pérdida de biodiversidad, de su potencial productivo y también por su valor estético. La precisión es mayor cuando los sitios se verifican selectivamente como en este caso.

Importante mencionar que para el estudio de campo no se pudo tener el acceso a todos los puntos de observación que se recaudaron debido a la inaccesibilidad, representan los puntos con menor degradación espacial y con mayor valor visual.

#### 4.3.2 Nivel de importancia

Bioma/Estado de degradación	Ponderación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
No Degradado	0

Cuadro 49. Nivel de importancia del estado de degradación

#### 4.3.3 Parámetros de observación de Atributos biológicos y degradación forestal

	Dosel Arbóreo	Nivel de las existencias en formación	Estructura del Bosque	Composición de las especies	Invasión y especies exóticas	Total
Punto 1	1	1	2	1	2	7
Punto 2	3	1	2	1	2	9
Punto 3	2	1	2	2	2	9
Punto 4	1	1	1	1	1	5
Punto 5	1	1	2	2	1	7
Punto 6	2	2	1	1	2	9
Punto 7	2	2	1	1	1	7
Punto 8	1	1	1	2	1	6

Cuadro 50. Parámetros de observación de Atributos biológicos y degradación forestal

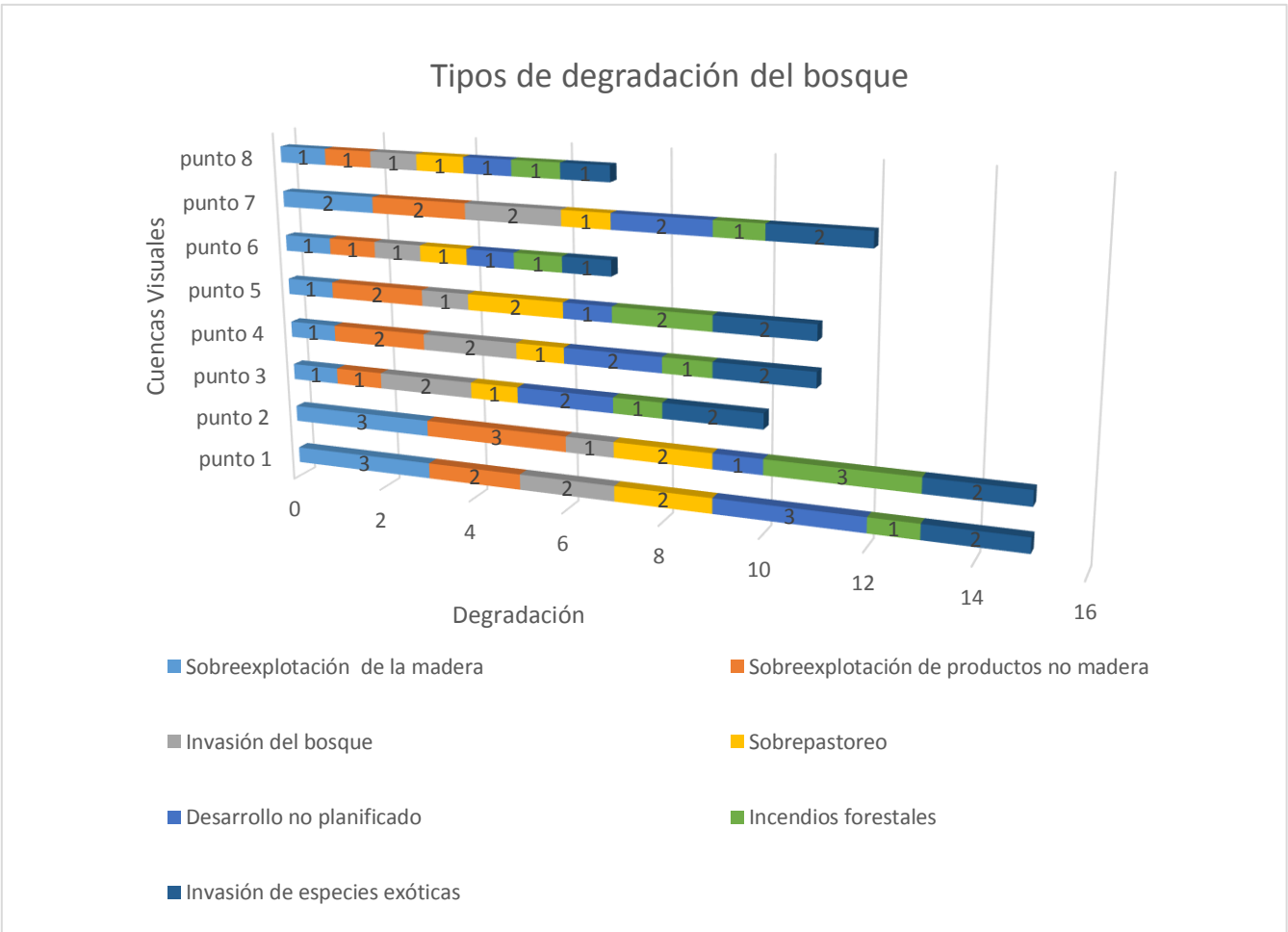
Defectibilidad: (baja=5-6; media=7-8; alta=8-9)

Causas antropogénicas de la degradación del bosque y la posibilidad de detectarlas.

Causas de Degradación		Sobreexplotación de productos de la madera	Sobreexplotación de productos no madera	Invasión del bosque (asentamientos u ocupación ilegales)	Sobrepastoreo	Desarrollo no planificado	Incendios forestales	Invasión y colonización de especies exóticas
Puntos	Elemento Clave de la Degradación	Biomasa	Diversidad de especies	Dosel arbóreo	Suelo Superficial	Fragmentación	Hábitat	Biomasa
	Punto 1	Alto	Medio	Medio	Medio	Alto	Bajo	Medio
	Punto 2	Alto	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Alto	Medio
	Punto 3	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio
	Punto 4	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio
	Punto 5	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio
	Punto 6	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Punto 7	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio
	Punto 8	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Cuadro 51. Elementos y causas de degradación





Grafica 14. Degradación en cuencas visuales

### 4.3.4 Principales causas de fragilidad vegetal y visual

La utilidad del método puede incrementarse mediante tres tipos de disposiciones.

	Agricultura Migratoria	Recolección de leña /carbón	Producción de madera	Asentamientos ilegales	Ocupación de tierras	Erosión
Punto 1						
Punto 2						
Punto 3						
Punto 4						
Punto 5						
Punto 6						
Punto 7						
Punto 8						

Cuadro 52. Causa de degradación del bosque por zonas

La fragilidad de la cubierta vegetal se refiere al inverso de su capacidad para ocultar las actividades degenerativas del Territorio.

A menor fragilidad las formaciones vegetales de mayor altura y cubierta.

- Menor fragilidad baja formación arbórea densa y alto **valor 1**.
- Media formación arbórea dispersa y baja **valor 3**.
- Mayor fragilidad alta pastizales y cultivos **valor 5**.

Se puede notar que, en casi todas las situaciones, el valor de la erosión es evidente en todos los puntos debido a la degradación del territorio, la falta de cubierta vegetal, debido a su ocupación de tierras y sobre eso a la agricultura migratoria la cual se desbrozan los campos, generalmente con fuego, una estrategia de manejo de los recursos mediante la cual los agricultores transada de un campo a otro con el fin de cultivan por periodos cortos.

#### 4.4 Alteración del bosque en el paisaje forestal resultado de la influencia humana.

Descripción de los atributos biofísicos del paisaje en los puntos de observación, del entorno en el área de influencia.

##### **Cuenca 1. El camino autopista Tenango-Ixtapan de la sal, hacia la desviación Santiago Oxtotitlán (Carretera, Coatepec Harinas- Villa Guerrero)**



Imagen 1.



Imagen 2.

### Descripción de la cuenca 1

Altitud: <b>2000 msnm</b>
Pendiente: <b>Media</b>
Geología: Roca Metamórfica Esquito roca de bajo a medio grado de metamorfismo, principalmente mineral formado por cristales de granate de elementos metálicos principalmente silicio.
Edafología: Luvisol (Lp) Plintico, enriquecido por arcilla altamente intemperizada y numerosas manchas rojas arreglados en forma laminar o reticular
Vegetación: Vegetación secundaria
Clima: (A)C(w2) (w)(i') g <b>Clima templado semicálido</b> , subhúmedo con precipitación invernal menor a 5%, con poca variación térmica y la temperatura más elevada se origina antes del solsticio de verano Clima semicálido
Descripción de la zona: Bosque dañado, <b>zona modificada</b> como corredor y canal de acceso, se puede notar que una parte fue ya modificada por cultivos de col y en una zona cercana se ha encontrado

que está siendo talada para su cambio de uso de suelo y expansión de siembra de col, la zona conservada se ve degradada por la zona altitudinal y deslaves.

Vegetación natural: se clasifican como árboles pino-encino, ciprés mexicano en mayor densidad se presenta vegetación secundaria. Algunas especies son introducidas en calidad de plagas

Punto esta zona aún está en proceso de modificación y explotación.

*Causas de degradación:* **Cambio de uso de suelo** para siembra de col y asentamientos instalación de biodigestor. Las zonas bajas presentan **fragmentación de bosque** y zonas sin vegetación aparente, así como pastizal inducido.

Especies identificadas:

- Clerodendrum Thomsoniae
- Cedro de Busaco
- Maguey de monte
- Hortensias
- Vegetación secundaria

**Cuenca 2. Camino autopista Tenango-Ixtapan de la sal, dirección San Pedro Buenos Aires**

Imagen 3.



Imagen 4.



## Descripción de la cuenca 2



Imagen 5.

Altitud: **2100 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: Meta sedimentaria, roca metamórfica formada a partir de una roca sedimentaria

Edafología: Se encuentra en una zona entre el regosol gélido y el faozem Háptico, su proceso erosivo puede liberar gran cantidad de sedimentos, su material es muy deleznable y fácilmente acarreado.

El **faozem háptico** se caracteriza principalmente por su capa superficial oscura y suave rica en materias orgánicas y nutrientes. Desde el punto de vista económico, en la agricultura pueden servir para cultivos de riego y de temporal, en el caso de Tenancingo, estos suelos se encuentran en laderas o pendientes, por tanto, pueden aprovecharse para el pastoreo o la ganadería.

Vegetación: Vegetación secundaria

Clima: (A)C(w2) (w)(i) g

**Clima templado semicálido**, subhúmedo con precipitación invernal menor a 5%, con poca variación térmica y la temperatura más elevada se origina antes del solsticio de verano.

Descripción: Una parte de la zona se encuentra degradada por el cambio de uso de suelo a agricultura, **fertilizantes químicos**, algunos indicios de expansión de asentamientos humanos, la zona boscosa se encuentra **dañada por incendio forestal** la vegetación está volviendo a crecer. Algunos árboles se encuentran plagados y débiles, zona con fragmentos claros.

*Causas de degradación:* Cambio de uso de suelo para siembra de hortalizas, incendio provocado, deforestación y cambio de uso de suelo.

Especies encontradas:

- Árboles de Aguacate
- Cedro rojo
- Fruta del Pobre
- Árbol de fuego
- Helecho común
- Huizache
- Encinos
- Gallitos



### Cuenca 3. Del mirador Rancho del Carmen



Imagen 6.



Imagen 7.

### Descripción de la cuenca 3

Altitud: <b>2300 msnm</b> Pendiente: <b>Media</b>
Geología: Brecha sedimentaria constituida por un conjunto de fragmentos de rocas angulosos de rocas de distinta naturaleza
Edafología: Luvisol vértico, suelo que se desarrolla en zonas de suaves pendientes, por acumulación de arcillas rojizas.
Vegetación: Agricultura de temporal anual
Clima: A(C)w1(w)(i') g <b>Semicálido subhúmedo</b> con humedad moderada, lluvia invernal a 5% la oscilación térmica es reducida y la temperatura más elevada ocurre antes del solsticio de verano.
Descripción: El punto de observación se encuentra en la parte más alta del municipio, la cual fue destinada como mirador, la zona ha sido modificada para construcción de escenarios de representaciones religiosas. Donde la <b>vegetación arbórea</b> se vio <b>comprometida</b> significativamente, media degradación de suelo para abrir brechas.
<i>Causas de degradación.</i> Cambio de uso de suelo por asentamientos humanos para mirador y capilla Especies encontradas: <ul style="list-style-type: none"><li>• Cedros</li><li>• Sesbania Drummondii</li><li>• Erigeron de Canada</li><li>• Enebros</li><li>• Sabinas</li></ul>

**Cuenca 4. San Pedro Buenos Aires, el Carmen en dirección sobre la zona de plantíos.**

Imagen 8.



Imagen 9.





Imagen 10.

#### **Descripción de la cuenca 4**

Altitud: **2400 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: Roca Ígnea formada por Toba volcánica, la cual posee su origen en la ceniza volcánica, material expulsado por chimeneas volcánicas, transportada por aire y depositada en la superficie del suelo.

Edafología: (Lv) Luvisol vértico, suelo de poca pendiente, con un 30 % o más de arcilla.

Vegetación: Agricultura de temporal Anual

Clima: C(w2) (w)b(i)g

**Clima templado**, subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior a 5%, es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano.

Descripción: Es uno de los **puntos más altos**, la zona está siendo modificada significativamente, por agricultura sembrados de col, maíz, aguacate degradación del suelo por fertilizantes para la siembra

introducción de vegetación secundaria y **cambio de uso de suelo para asentamientos humanos**, en este caso es de un panteón.

*Causas de degradación:* Cambio de uso de suelo para hortalizas como lechuga entre otras, uso excesivo de agroquímicos, al lado contrario se posiciono un pequeño cementerio.

Especies encontradas:

- Acedora de hojas obtusas
- Hedeondilla
- Maíz
- Berenjena
- Ciprés de Arizona

#### **Cuenca 5. Dirección San Miguel Laderas, quinientos metros hacia la capilla barrio de San José**



Imagen 11.

## Descripción de la cuenca 5

Altitud: <b>2400 msnm</b>
Pendiente: <b>Media</b>
Geología: Roca Ígnea formada por extrusiva ácida
Edafología: Luvisol vértico, suelo que se desarrolla en zonas de suaves pendientes, por acumulación de arcillas rojizas
Vegetación secundaria, arbustiva de bosque de encino
Clima: C(w2) (w)b(i)g <b>Clima templado</b> , subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior a 5%, es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano
Descripción: Este punto <b>fue genuinamente modificado debido a su difícil accesibilidad</b> el cual está en propiedad privada, más a delante hay un punto con visibilidad.
<i>Causas de degradación:</i> Cambio de uso de suelo, <b>una disminución de la capacidad ecosistemica</b> empieza el sobrepastoreo, reemplazo de grandes áreas del bosque dejando parches separados de bosque, con consecuencias para la biota nativa
Especies encontradas: <ul style="list-style-type: none"><li>• Guaje</li><li>• Girasol</li><li>• Solanum</li><li>• Desmanthus</li><li>• Novelia</li></ul>

**Cuenca 6. Dirección del norte sobre el Mirador Juárez**



Imagen 12.

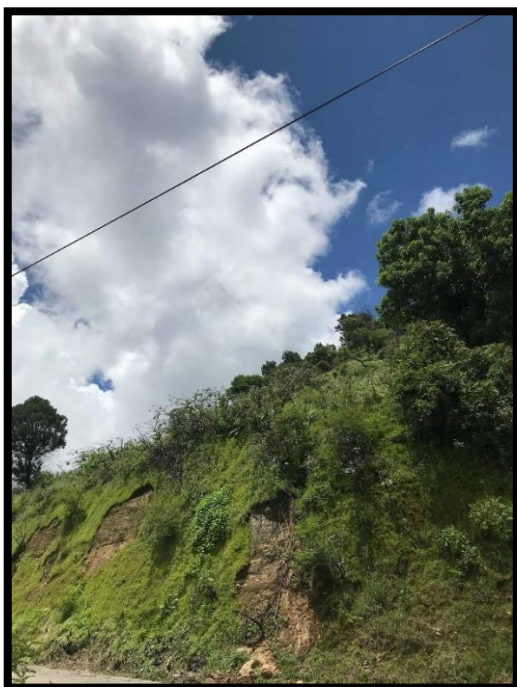


Imagen 13



Imagen 14

## Descripción de la Cuenca 6

Altitud: **2600 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: Roca Ígnea volcánica de composición intermedia. Su composición mineral comprende generalmente minerales ferromagnéticos.

Edafología: (Lv) Luvisol vértico, suelo de poca pendiente, con un 30 % o más de arcilla.

Vegetación: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

Clima: C(w2) (w)b(i)g

**Clima templado**, subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior a 5%, es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano Templado

Descripción: Zona modificada, cambio de uso de suelo, por agricultura, cambio de vegetación por secundaria, crecimiento de plantaciones de maíz.

*Causas de degradación:* Principales causas de degradación es la **erosión masiva** y **ocupación de tierras**. Poca invasión de especies.

Especies:

- Cedro
- Abeto rojo
- Flor de muerto
- Hierbas
- Tejocotes



**Cuenca 7. Mirador de Juárez**



Imagen 15.



Imagen 16.

## Descripción de la Cuenca 7

Altitud: **2800 msnm**

Pendiente: **Alta**

Geología: Andesita Roca Ígnea extrusiva

Edafología: (Lv) Luvisol vértico, suelo de poca pendiente, con un 30 % o más de arcilla.

Vegetación: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

Clima: C(w2) (w)b(i)g

**Clima templado**, subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior a 5%, es isotermal, lluvias de mayor humedad en verano y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano.

Descripción: La zona esta visiblemente degradada donde solía ser, un mirador, agradables se convirtió en una zona de estacionamiento y **continua en expansión** para asentamientos humanos se encuentra en modificación para posible expansión de construcciones y asentamientos humanos.

*Causas de degradación:* Deterioro alto del ámbito, **erosión por fragmentación** y **sobreexplotación en productos de la madera**, cambio de usos de suelo, desarrollo no planificados por asentamientos *humanos*.

Especies:

- Pino- encino
- Enredaderas
- Palo Blanco
- Solanum Mauritianum

## Cuenca 8. Colegio Juárez pasando antes de los naranjos



Imagen 17.

### Descripción de la Cuenca 8

Altitud: **2400 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: Límite de Roca Ígnea y Toba Andesita

Edafología: (Lv) Luvisol vértico, suelo de poca pendiente, con un 30 % o más de arcilla.

Vegetación: Agricultura de temporal permanente

Clima: C(w2) (w)b(i)g

**Clima templado**, subhúmedo con verano largo, lluvia invernal inferior a 5%, es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano

Descripción: Se encuentra una zona donde se puede mirar 360 ° el paisaje esta ubicación es utilizada como **mirador** siendo de los puntos más alejados para acceder en la zona de estudio, se encuentra en un lapso de recuperación. La zona se encuentra menos degradada que en otros puntos, esta si se ocupa como uno de los mejores miradores, la zona tiene baja invasión y colonización de especies.

*Causas de degradación:* La estructura del bosque esta **conservada**, se convertido en el mirador más grande y atractivo, Buena composición de especies.

Especies:

- Tamarisco
- Alcachofa
- Eucalipto
- Almendro
- Hayuelo

## Puntos faltantes de la zona

### Cuenca 9. Área Natural protegida Nevado de Toluca



Imagen 18

Foto de Google Maps

Altitud: **2800 msnm**

Pendiente **Media**

Geología: Andesita, una roca ígnea extrusiva o volcánica de composición química intermedia contienen cristales compuestas principalmente de feldespatos, y minerales

Edafología: (An) Acrisol húmico

Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino.

Clima: C(E)(w2) (w)b(i)g

Clima semifrío, subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano.

*Descripción:* Degradación intermedia, **bajo dosel arbóreo** vista de domo andesítico

Especies:

- Hierbas
- Arbustos
- Alie
- Madroño
- Tejocotes
- Fresno

### **Cuenca 10. Área Natural Protegida Nevado de Toluca**

Altitud: **2400 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: Brecha volcánica básica, las brechas se generan en erupciones explosivas por rotura de la roca

Edafología: Andosol

Vegetación secundaria **arbórea de bosque de pino**.

Clima: C(E)(w2) (w)b(i)g

**Clima semifrío**, subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano

Descripción: Degradación media por extensión **y sobreexplotación de productos de madera**, baja estructura del bosque

Especies:

- Pino
- Encino
- Cedro
- eucalipto
- Hierbas
- Arbustos
- Zacates



Imagen 19.

Foto de: Google Maps

### **Cuenca 11. Área Natural Protegida Nevado de Toluca**

Altitud: **2400 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: Ígnea extrusiva

Edafología: Andosol, en áreas onduladas a montañosas de las regiones húmedas, desde el ártico al trópico

Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino.

Clima: C(E)(w2) (w)b(i)g

**Clima semifrío**, subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano

Descripción: Degradación del bosque baja, **área natural protegida nevado de Toluca**, zona de gran pendiente principales afectaciones de la tala inmoderada

Especies:

- Encino
- Cedro
- Hierbas
- Arbustos
- Oyamel

### **Cuenca 12. Área Natural Protegida Nevado de Toluca**

Altitud: **2400 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: Ígnea extrusiva, Brecha volcánica básica, las brechas se generan en erupciones explosivas por rotura de la roca

Edafología: Andosol

Vegetación: secundaria arbórea de bosque de pino.

Clima: C(E)(w2) (w)b(i)g

**Clima semifrío**, subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano

Descripción: Área natural protegida de pino encino, **degradación nula**

Especies:

- Hierbas
- Arbustos
- Pino
- Encino
- Tejocotes
- Fresno

- Eucalipto

### **Cuenca 13. Área Natural Protegida Nevado de Toluca**

Altitud: **3928 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: ígnea extrusiva Brecha volcánica básica, las brechas se generan en erupciones explosivas por rotura de la roca

Edafología: Andosol

Vegetación: secundaria arbórea de bosque de pino.

Clima: C(E)(w2) (w)b(i)g

**Clima semifrío**, subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano

Descripción de la zona: **Área natural protegida de pino encino degradación baja por pastoreo** y abatimiento de manantiales

Especies:

- Hierbas
- Arbustos
- Zacates
- Alie
- Modroño
- Tejocotes
- Fresno



## **Cuenca 14. Área Natural Protegida Nevado de Toluca**

Altitud: **3928 msnm**

Pendiente: **Media**

Geología: Ígnea extrusiva, está cubierta de grava y arena provenientes de la misma roca. Suelos tipo Regosol y Andosol.

Edafología: Andosol

Vegetación: secundaria arbórea de bosque de pino.

Clima: C(E)(w2) (w)b(i)g

**Clima semifrío**, subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura más elevada se presenta antes del solsticio de verano

Descripción: Área natural protegida, **vegetación de pino encino degradación casi nula**, tala, disminución de áreas de captación, **fragmentación del hábitat**

Especies:

- Tejocotes
- Fresno
- Capulin
- Tepozan
- Eucalipto

### **Cuenca 15. Área Natural Protegida Nevado de Toluca**

Altitud: **4600 msnm**

Pendiente: **Alta**

Geología: Brecha volcánica básica, las brechas se generan en erupciones explosivas por rotura de la roca, se encuentran bancos de tezontle en la superficie.

Edafología: AR Arenosol, desarrollados en materiales no consolidados de textura arenosa pueden ser calcáreos. En pequeñas áreas pueden aparecer sobre areniscas o rocas silíceas.

Vegetación: **Sin vegetación Aparente**

Clima: E(T) H

**Clima semifrío** subhúmedo, con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura ms elevada se presentan antes del solsticio de verano

Precipitación total anual 1 200-2 000 mm; evaporación de 990 mm.

Descripción: Presencia de Gramíneas, Líquenes y musgos, pino, **erosión por condiciones climáticas y turísticas**

Especies:

- Pastizales
- Gramíneas
- Líquenes y musgos

### **Cuenca 16. Área Natural Protegida Nevado de Toluca**

Altitud: **4500msnm**

Pendiente: **Alta**

Geología: **Brecha volcánica básica**, las brechas se generan en erupciones explosivas por rotura de la roca, se encuentran bancos de tezontle en la superficie.

Edafología: (AR) Arenosol. la cuenca es de roca sólida y está cubierta de grava y arena provenientes de la misma roca. Suelos tipo Regosol y Andosol.

Vegetación: **Pastizal alpino dominado por gramíneas**, líquenes y musgos

Clima E(T) H

Clima frío con porcentaje de precipitación invernal menor a 5, el verano es largo, es isotermal y la temperatura ms elevada se presentan antes del solsticio de verano.

en las faldas del volcán. Temperatura media anual 2-12 °C.

Descripción: Erosión de la zona por **condiciones climatológicas** y exposición al turismo

Especies:

- Pastizales
- Gramíneas
- Líquenes y musgos

## 4.5 Mapa de Uso de Suelo por Asignación

De forma detallada se valoró las unidades de paisaje regional donde se encuentra presente la obra de ampliación.

Analizando las transformaciones producidas, para así con posibilidad de conformar un estudio de impacto medioambiental. Esta categoría se basó en la comparación de la clasificación del análisis espectral combinado mediante la clasificación de imágenes por un método supervisado. Para obtener datos lo más acercados a la realidad; la adecuada y detallada clasificación de firmas fue crucial para la detección de cambios simultáneos.

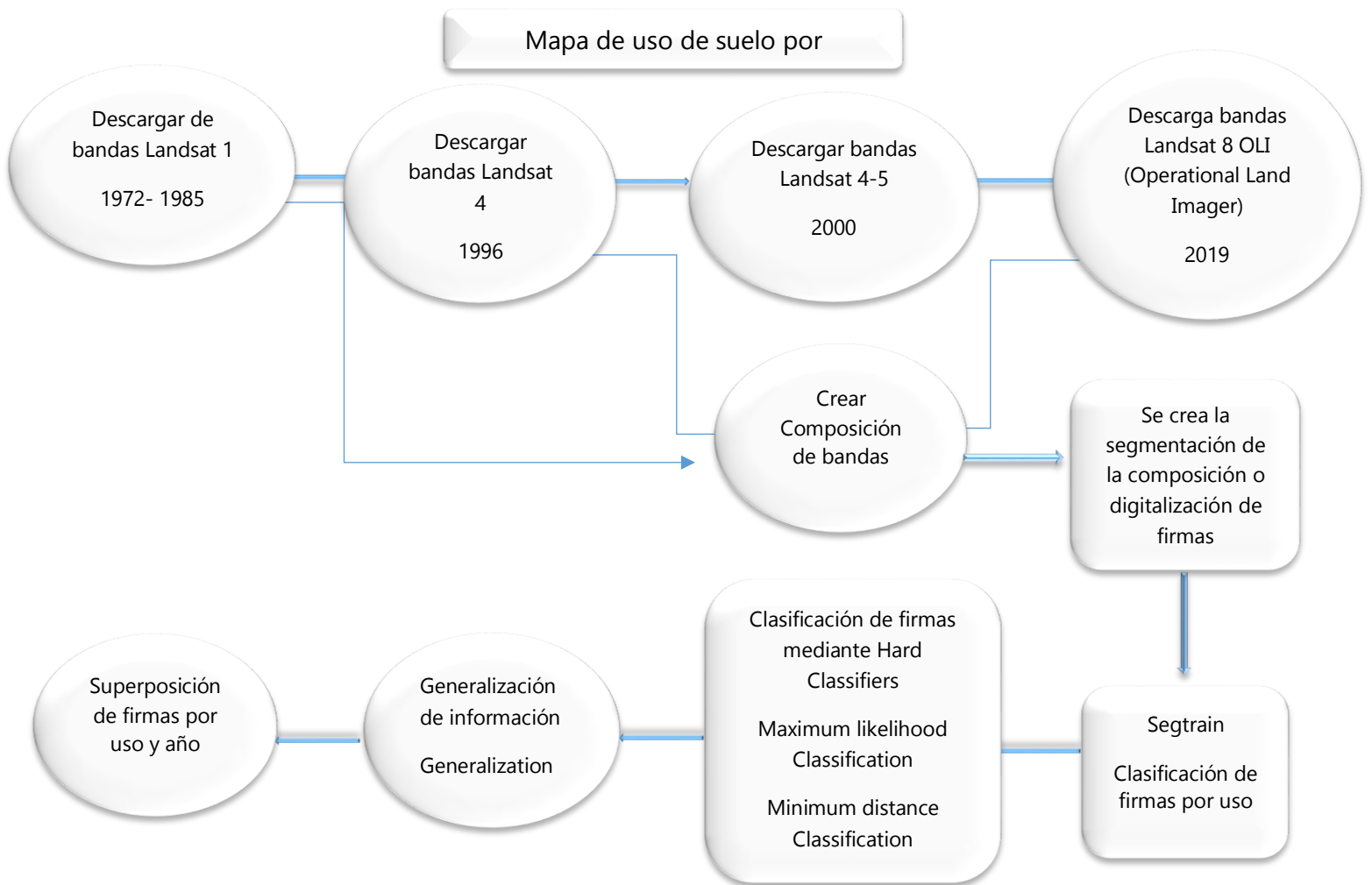


Figura 11. Mapa de obtención de uso de suelo por asignación

Tipos de uso Territorial asignados para la superposición

<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Urb</b>	Urbano	Núcleos urbanos, ciudades, carreteras, cementerios.
<b>Inv</b>	Invernadero	Construcción de diversos materiales, entre ellos plástico en la que se cultivan plantas a mayor temperatura.
<b>A CC</b>	Agrícola con cultivo	Suelo con mejores condiciones para cultivar, huertos, granjas, establos
<b>A SC</b>	Agrícola sin Cultivo	Suelo no fértil con poca capacidad energética
<b>Pas</b>	Pastizal	Ecosistemas predominantes, constituidos por herbazales, ocasionalmente con matorrales o arbolados
<b>B</b>	Bosque	Masas arbóreas naturales de frondosas
<b>H</b>	Cuerpo de Agua	Masas de agua naturales o artificiales, incluyendo ríos, lagos y embalses.
<b>Vo</b>	Nevado de Toluca	Volcán entre el valle de Toluca y Tenango

Cuadro 53. Tipos de uso asignados para mapa de vegetación

## 4.6 Modelo de Pendientes

En él se representa los diferentes grados dependientes en el relieve de un territorio. Es decir, es una relación entre la distancia horizontal y la altitud entres dos puntos.

Las metodologías que existen para calcular las pendientes se valoran en función al tipo de aplicación y zona en donde se haga el estudio, lo cual hace que existan diferentes métodos para el cálculo de pendientes, es una variable derivada del modelo digital de terreno.

Las pendientes se pueden calcular en dos tipos de unidades, grados o en porcentaje. En nuestro caso se llevó a cabo en **porcentaje**, mediante clasificación de pendientes mediante rangos característicos.

Los rangos de pendientes pueden detallarse mediante una clasificación de acuerdo con las condiciones requeridas, según las características del relieve y el modelo de terreno, para identificar planicies o valles, zonas de deslizamientos.

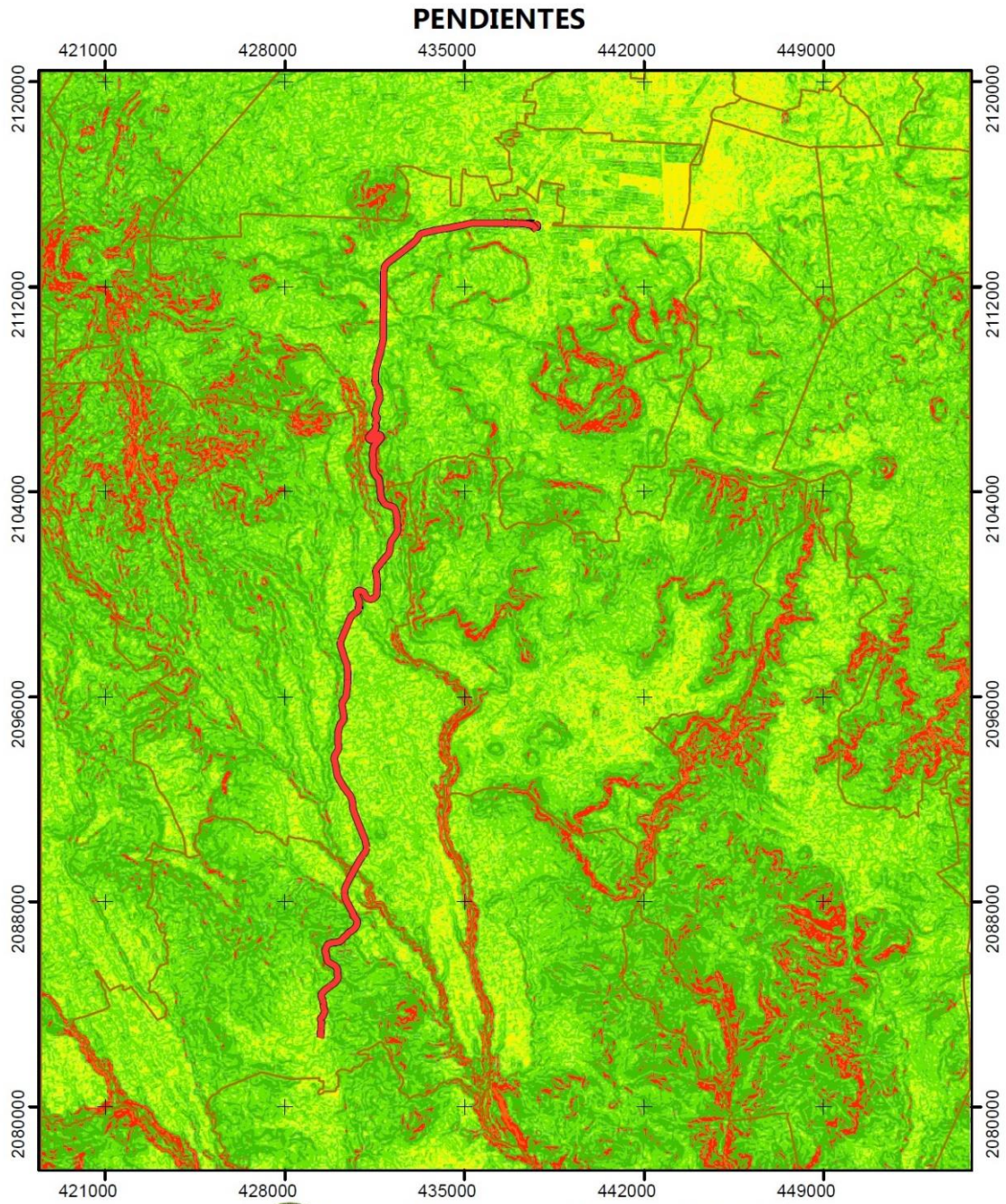
Los rangos se basaron en estos parámetros según la Secretaria de Desarrollo Urbano del Estado de México según la síntesis metodológica de estudios Integrados del Medio Natural de 1982.


Uso	Habitacional		Comercial		Vialidad		Áreas Verdes			
	Vivienda Unifamiliar	Vivienda Plurifamiliar	Almacenamiento Y Abasto	Tienda de Productos Básicos	Primaria	Secundaria	Parques y Zonas recreativas	Zonas deportivas	Agrícola	Forestal
<b>0-2</b>	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
<b>2-5</b>	Apto	Apto	Con restricción	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
<b>6-15</b>	Apto	Con restricción	No apto	Apto	Con restricción	Con restricción	Apto	Con restricción	Con restricción	Apto
<b>15-25</b>	Con restricción	No apto	No apto	Con restricción	No apto	Con restricción	Apto	No apto	No apto	Apto
<b>&gt;25</b>	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Con restricción	No apto	No apto	Apto

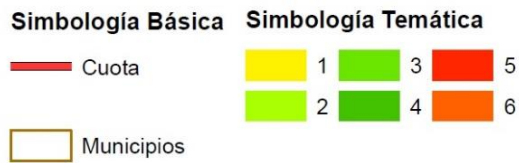
Cuadro 54. Síntesis metodológica de estudios Integrados del Medio Natural de 1982

Para definir los valores de las pendientes, se realizó un proceso de reclasificación. En este caso se definieron 5 rangos de pendientes, en función de las características que se acoplan a la zona de estudio.

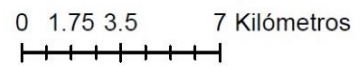
La colorimetría que se utilizó fue en tonos naranja y rojizos las zonas de mayor altitud, verde de mayor pendiente y amarillo en las zonas más planas. El terreno donde transcurre la zona de estudio se puede observar que es baja pendiente en su mayoría.



 **Universidad Autónoma del Estado de México**



Escala: 1:200,000



Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 11. Mapa de Pendientes

#### 4.6.1 Modelo de Altitud

El modelo altitudinal se basó a partir del modelo digital de terreno en consecutiva de la equidistancia de curvas de nivel es se refiere a la diferencia de altitud que existe entre dos curvas de nivel juntas, esta une todos los puntos que tiene la misma altitud. Para este mapa nos basamos en este factor que influye para el modelo altitudinal.

Para su representación se utilizó una reclasificación de 8 clases que ascendieron en promedio cada 700 mts.

El cual va de 1100 a 4628 metros

Las clasificaciones fueron las siguientes.

Las cotas van de 400 a 600 metros de equidistancia

Para la variable de "altitud" nos referimos a tres variantes:

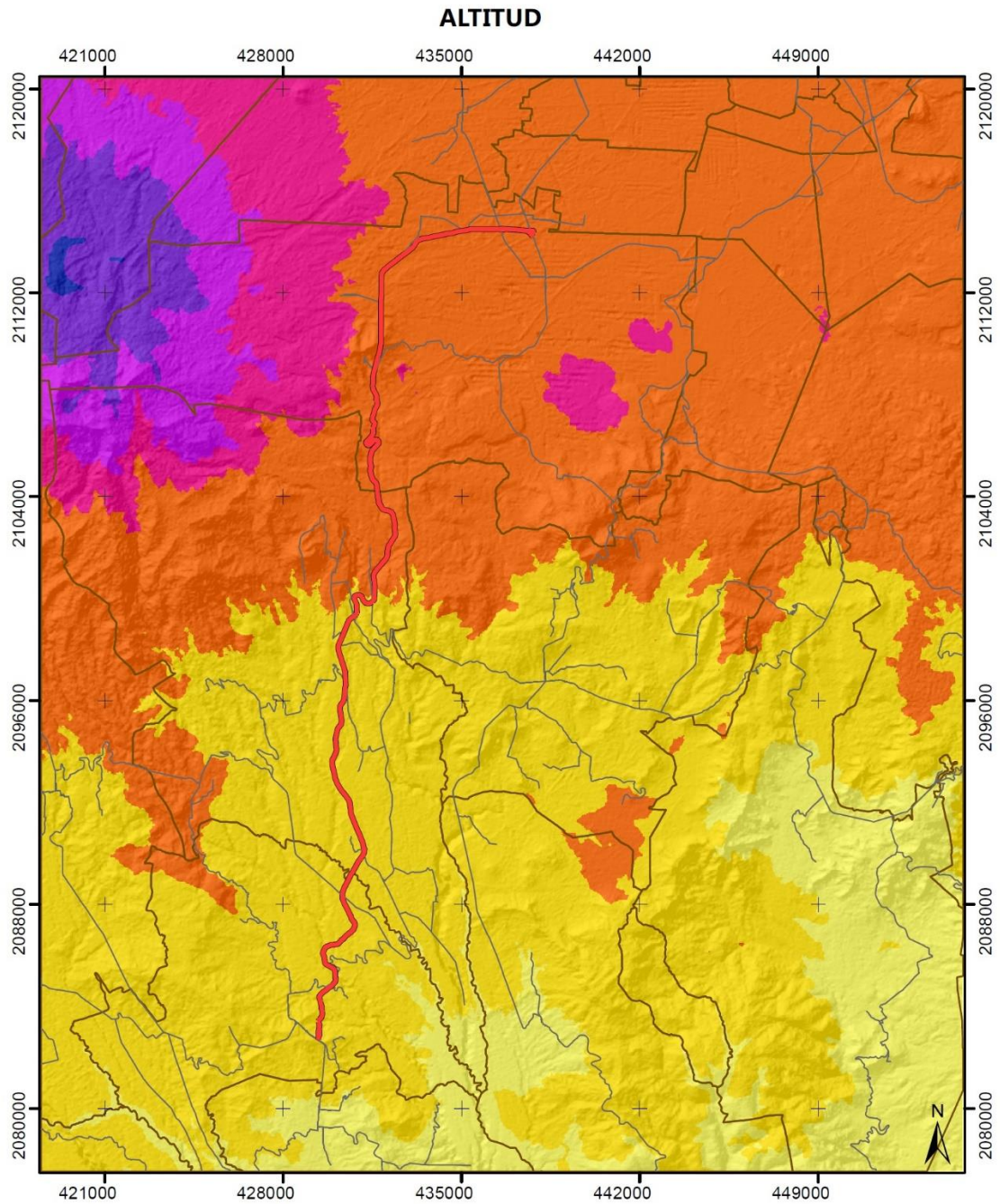
A menos de 1600 metros son zonas bajas.

Las que se eleven más de 1600 metros a 3000 son zonas medias y las que van de 3000 a

4600 se evidencian como zonas altas o elevadas, el punto más alto es el Nevado de Toluca.

	Altitud
1	1194
2	1600
3	2200
4	2800
5	3370
6	3928
7	4100
8	4628





**Universidad Autónoma del Estado de México**

**Simbología Base**

- Cuota
- Libre
- Municipios

**Simbología Temática**

Altitud VALUE				
1600				
1194				
2200				
2800				
3928				
4100				
4628				

Escala: 1:200,000



Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 12. Mapa de Altitud

## 4.7 Modelo de Sombreado

Traducido al inglés como Hillshade, proviene a partir de un modelo digital de terreno, se simula sensación de profundidad en la geografía por medio de sombras proyectadas sobre pendientes. Su función es la representación de relieve a partir de niveles de radiación solar. El principal factor para de la herramienta Hillshade es que de cualquier ubicación es la posición del sol en el cielo.

Poniendo énfasis en las áreas que quedan expuestas a la iluminación directa de la luz solar y en contraparte poniendo énfasis a las áreas que quedan más oscuras representan pendientes.

Datos: Se requirió señalar la posición de la salida del sol hipotéticamente, se determinó con el Azimut que es la representación en grados con respecto al norte y altitud.

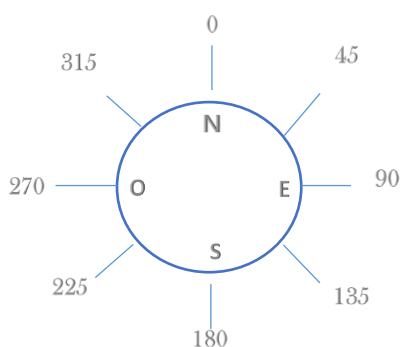


Figura 12. Ángulos solares

El azimut es la dirección angular del sol, medido desde el norte en grados hacia la derecha de 0 a 360°. Un azimut de 90° es el este. El azimut por defecto para el sombreado es 315°.

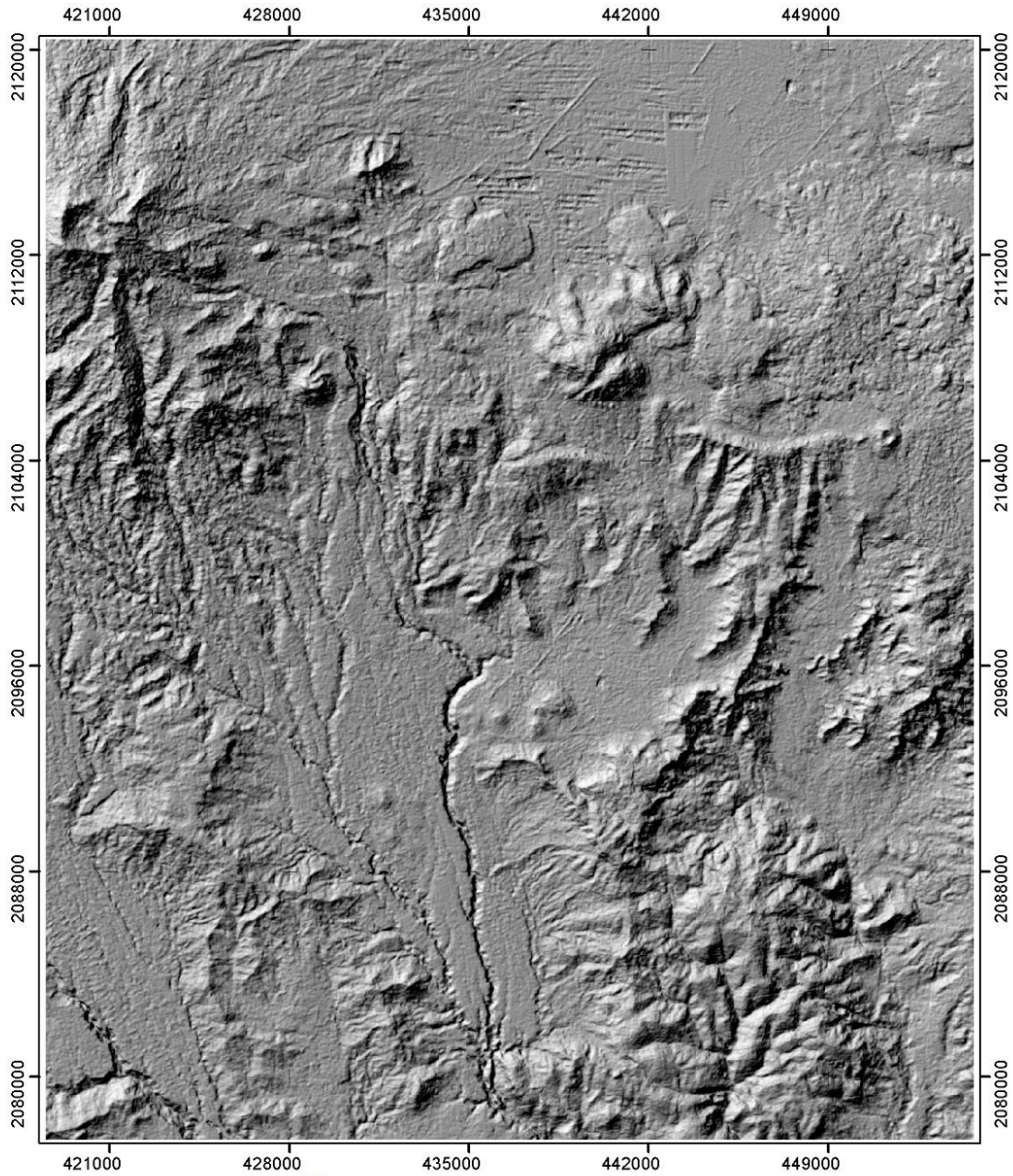
La altitud es la pendiente o ángulo de la fuente de iluminación sobre el horizonte. Las unidades están en grados, de 0 (en el horizonte) a 90 (ángulo cenital). El valor por defecto es de 45°. La altitud de sol valor por defecto es de 45 grados.

En la posición geográfica de en qué está la zona de estudio en invierno por la época en que elegimos las imágenes satelitales son del rango de enero a abril, nos basamos en un punto de referencia donde sale el sol, la dirección es noreste escogimos 90 ° para las 7 am con una altitud de 45 m, supone la luz que incide en la superficie.

El raster generado a partir de este análisis, se utilizó para facilitar la visualización del terreno, recopilación y digitalización de geoformas. La magnitud del gradiente de la imagen es la que refleja una superficie topográfica. De los modelos importantes en la recopilación de estos parámetros está la visualización de las geoformas sobre el sinergismo de los usos de suelo, el modelo de pendientes y sombreado. Con la herramienta de transparencia sobre diversas capas es muy útil para identificar simular la altitud del terreno, así como identificar paisajes. Este mapa fue la base del relieve topográfico de prácticamente todos los mapas, se dejó en representación de la geomorfología del territorio sin ninguna división política ni sobreposición de capas para su mejor apreciación.

Mapa 13. Mapa de Sombreado

# SOMBREADO



**Simbología**



Universidad Autónoma del Estado de México

**Sombreado**

Escala: 1:200,000

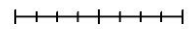
**Valor**

Alto : 254



Bajo : 0

0 1.5 3 6 Kilómetros



Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

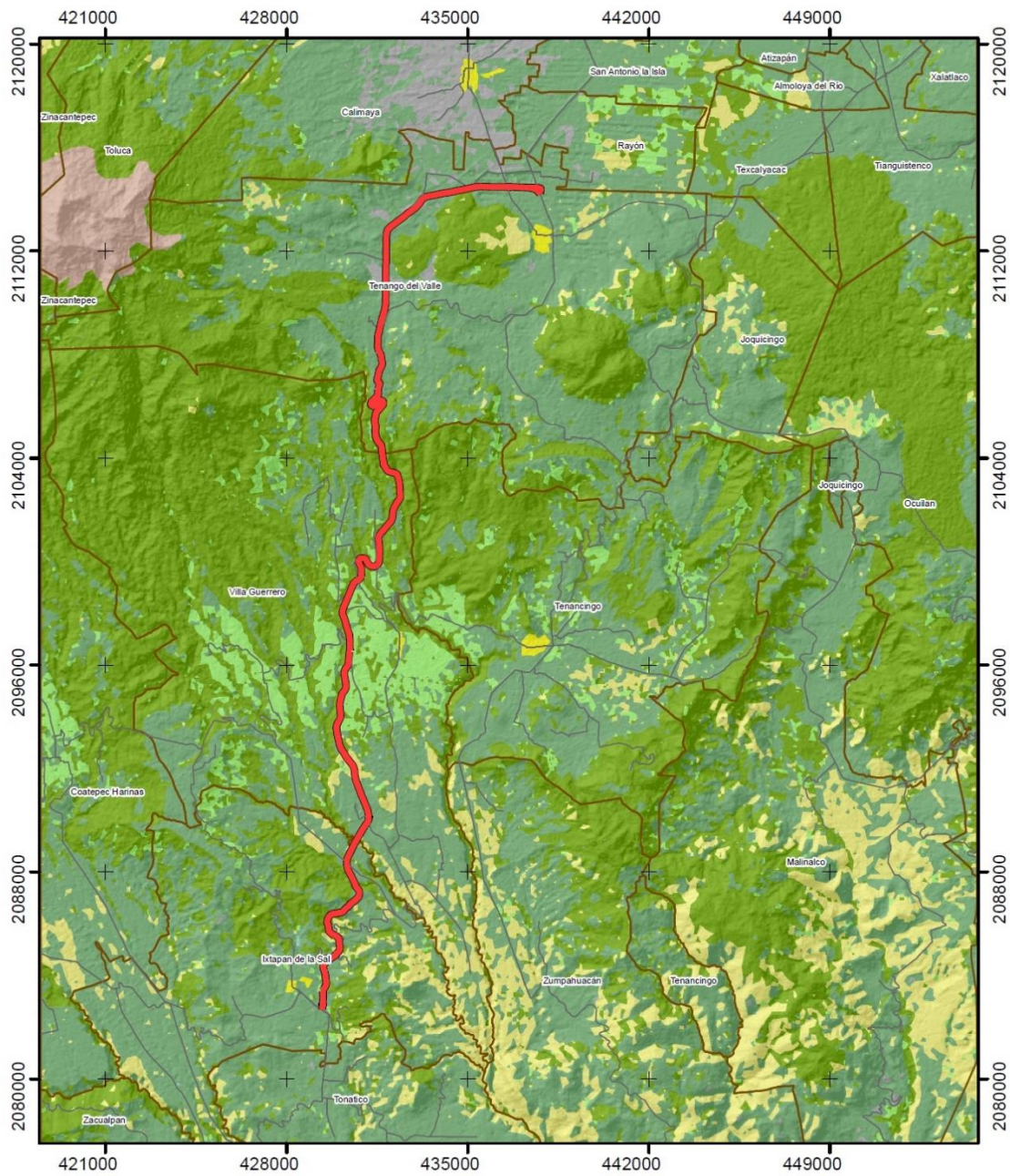
Mapa 13. Mapa de Sombreado


## 4.8 Mapas Usos de Suelo

La realización de los mapas de uso de suelo fue mediante la utilización de imágenes satelitales de años y fechas específicas, en este caso el lapso se escogió entre los meses de invierno.

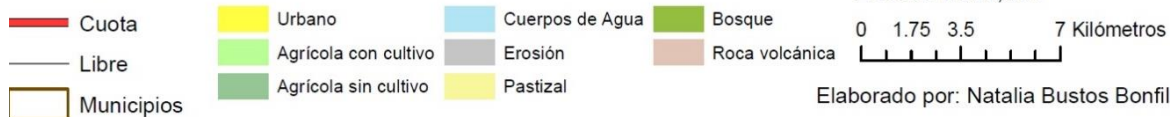
1. Un método de composición de bandas espectrales, para reclasificar las tonalidades en categorías que fueran lo más apreciables para la clasificación de estas.  
Los mapas fueron los de uso de suelo, de esta forma, se utilizó distintos tipos de clasificadores.
2. Se el trabajo se realizó a partir la imagen de satélite de la zona de estudio, luego se usó window el cual dio las dimensiones esperadas a la zona de estudio.
3. Se uso SegTrain, para crear archivos con segmentación, el usuario puede crear de forma interactiva, firmas y asignar archivos. Mediante los cuales se pueden utilizar en la entrada a cualquiera de los clasificadores.
4. Entre ellos se digitalización, por gama de color asignándole un valor determinado, se utilizaron diversos tipos de clasificación de imágenes, los cuales de manera secuencial miden el grado de impacto ante los años.

### USO DE SUELO AÑO 1973



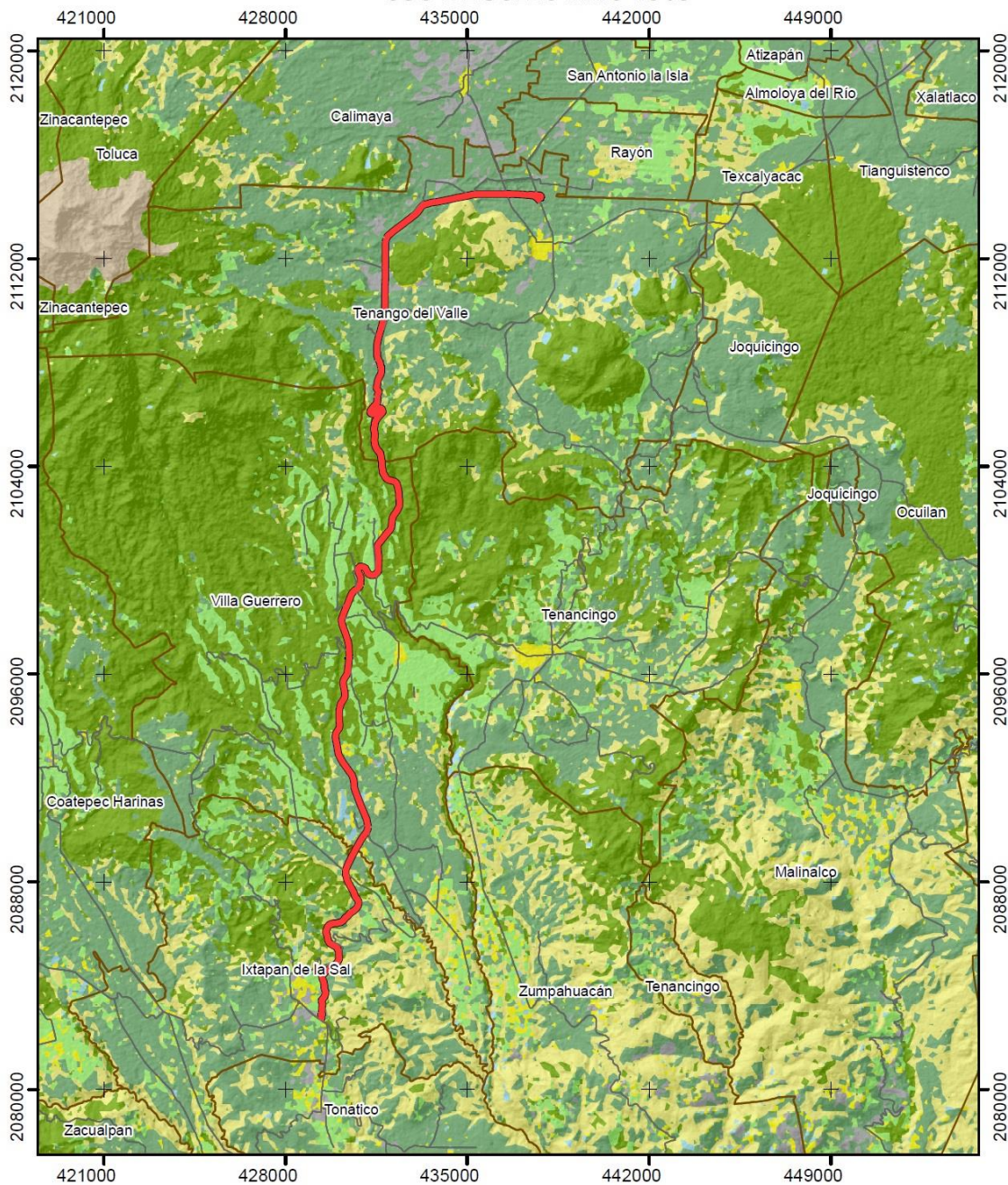
 Universidad Autónoma del Estado de México

#### Simbología Base Simbología Temática














Mapa 14. Uso de Suelo año 1973

### USO DE SUELO AÑO 1985

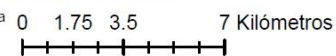


Universidad Autónoma del Estado de México

#### Simbología Base Simbología Temática

- |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  Cuota      |  Urbano               |  Agrícola sin cultivo |  Erosión  |  Bosque         |
|  Libre      |  Agrícola con cultivo |  Cuerpos de Agua      |  Pastizal |  Roca Volcanica |
|  Municipios |  |  |  |   |

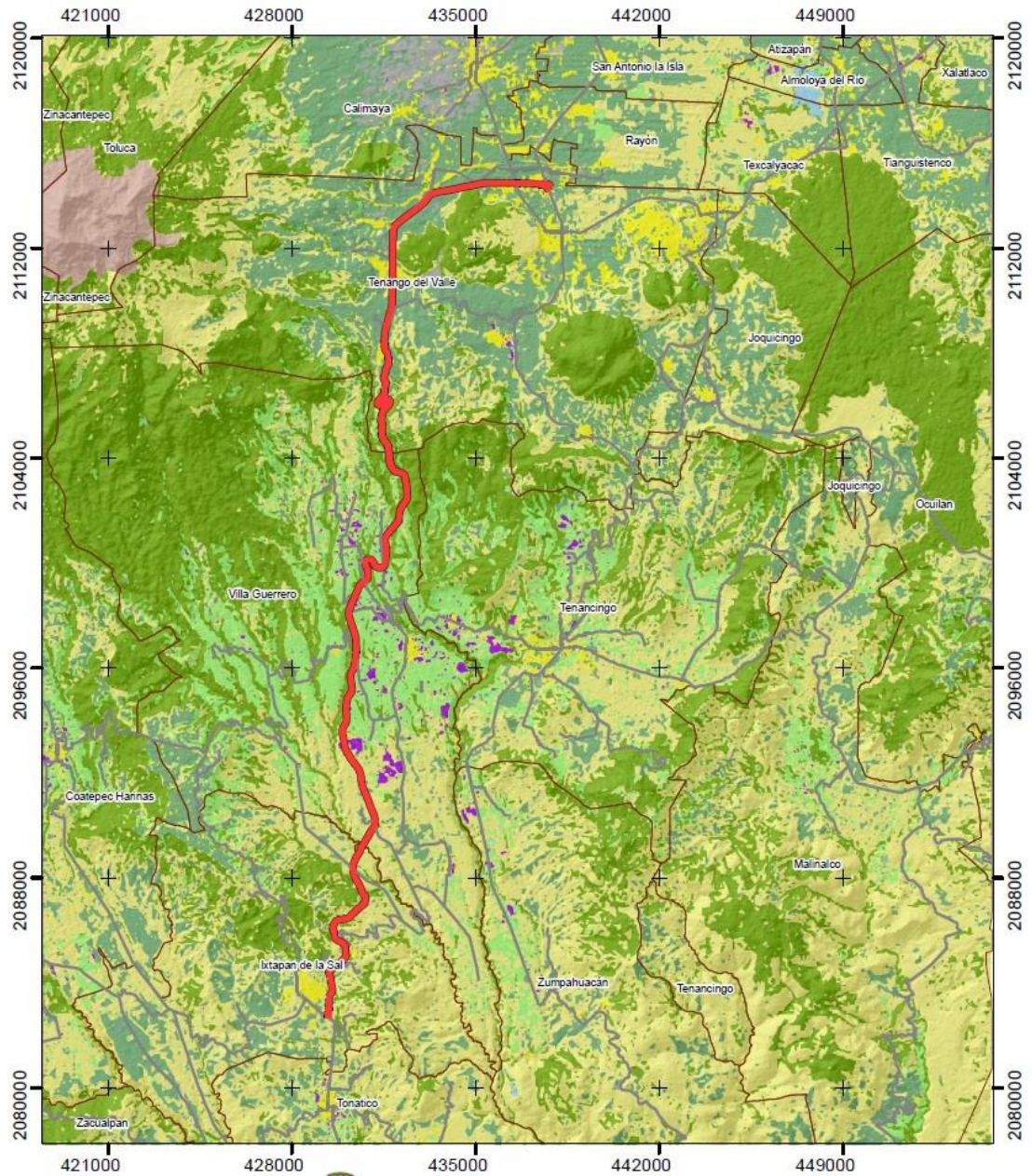
Escala: 1:200,000




Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 15. Mapas de Uso de Suelo año 1985

## USO DE SUELO AÑO 1996



 Universidad Autónoma del Estado de México

### Simbología Base Simbología Temática

 Cuota	 Urbano	 Cuerpos de Agua	 Pastizal
 Libre	 Agrícola con cultivo	 Erosión	 Bosque
 Municipios	 Agrícola sin cultivo	 Invernadero	 Roca Volcanica

Escala: 1:200,000

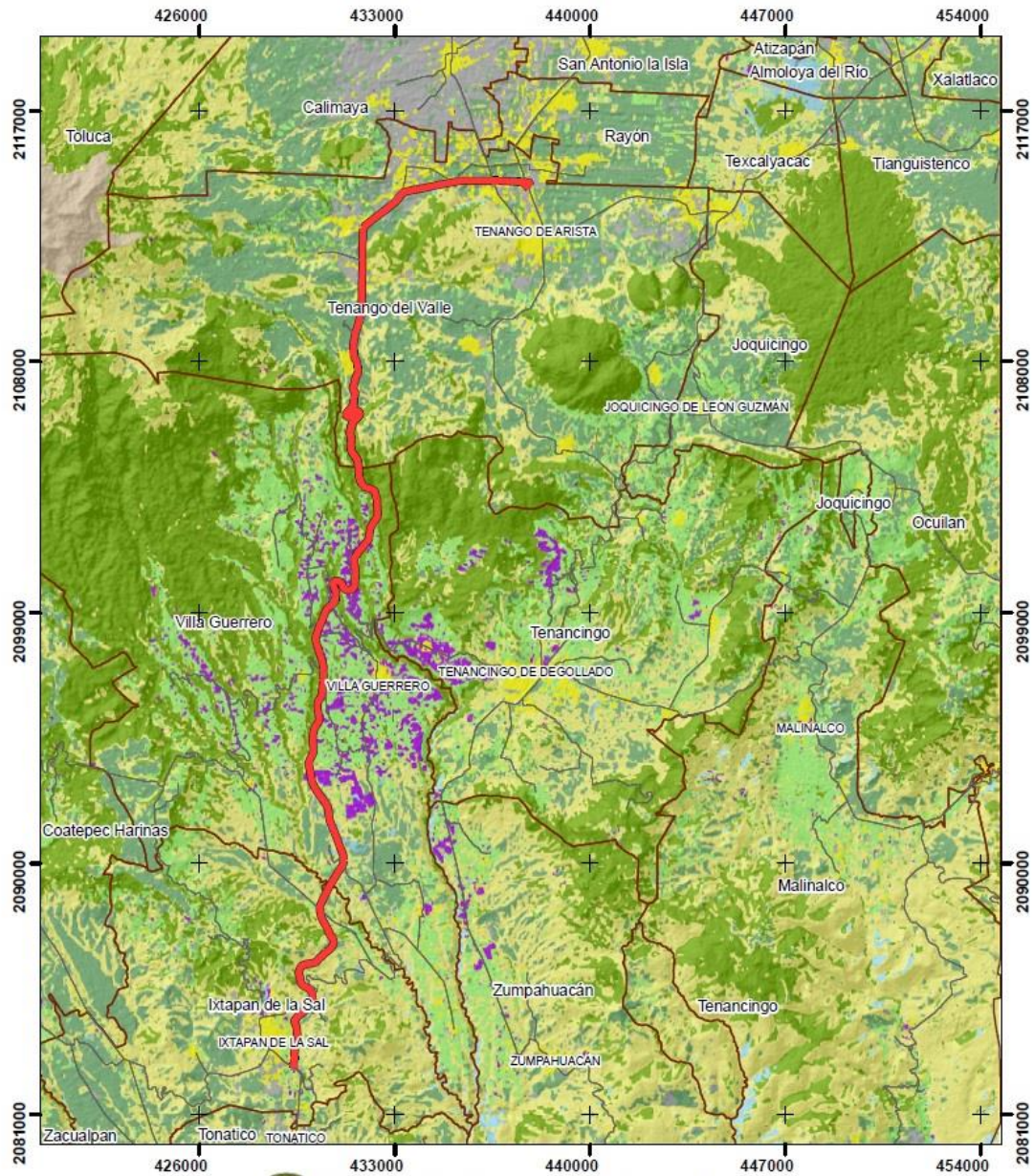
0 1.75 3.5 7 Kilómetros

Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 16. Mapas Uso de suelo año 1996



### USO DE SUELO AÑO 2000



Universidad Autónoma del Estado de México

#### Simbología Base Simbología Temática

Cuota	Urbano	Cuerpos de Agua	Pastizal
Libre	Agrícola con cultivo	Erosión	Bosque
Municipios	Agrícola sin cultivo	Invernadero	Nevado de Toluca

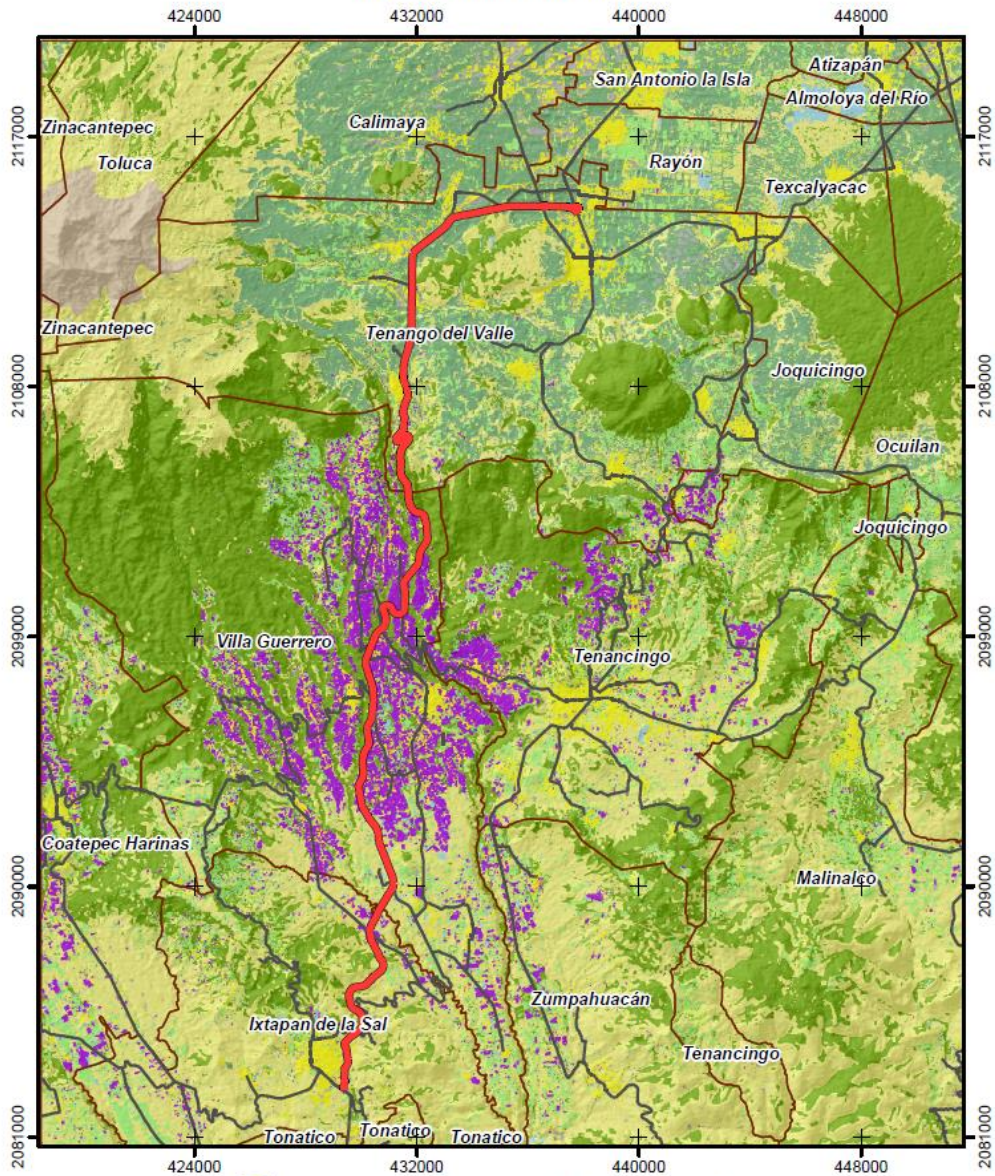
Escala: 1:200,000



Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 17. Mapa de Uso de Suelo año 2000

**USO DE SUELO AÑO 2019**



Universidad Autónoma del Estado de México

**Simbología Base Simbología Temática**

Cuota	Urbano	Cuerpos de agua	Pastizal
Libre	Agrícola con cultivo	Erosión	Bosque
Municipios	Agrícola sin cultivo	Invernadero	Roca volcánica

Escala : 200,000

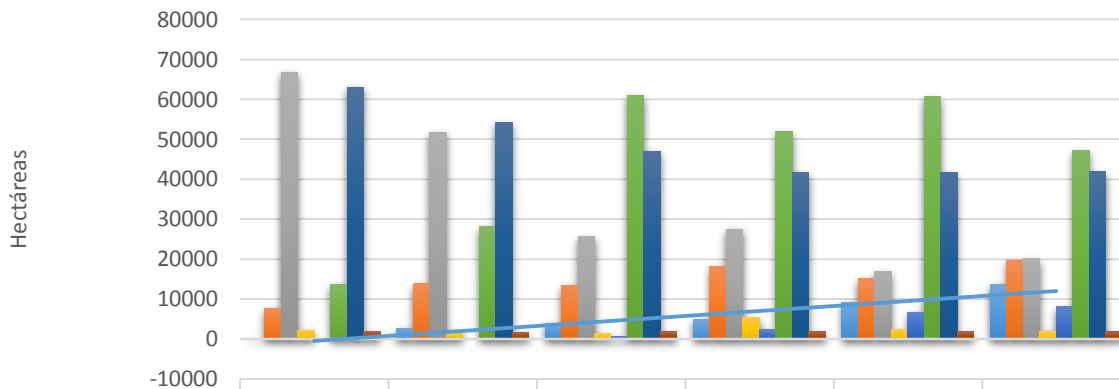


Elaborado por: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 18. Mapa de Uso de Suelo año 2019

Año	Categorías	Hectáreas	Año	Categorías	Hectáreas
<b>1973</b>			<b>1985</b>		
	Urbano	262.44		Urbano	2655
	Agrícola con cultivo	7,648.92		Agrícola con cultivo	1,3910.4
	Agrícola sin cultivo	66,719.16		Agrícola sin cultivo	51,797.52
	Erosión	2,154.24		Erosión	2,185.92
	Pastizal	13,719.24		Pastizal	28,171.44
	Bosque	63,082.08		Bosque	54,158.04
	Roca Volcánica	1,876.32		Roca Volcánica	1,733.4
<b>1996</b>			<b>2000</b>		
	Urbano	3954.96		Urbano	4,926.51
	Agricultura con cultivo	13,519.62		Agrícola con Cultivo	18,280.44
	Agricultura sin cultivo	25,768.71		Agrícola sin cultivo	27,528.12
	Erosión	1490.22		Erosión	5,366.43
	Invernadero	655.11		Invernadero	2,459.25
	Pastizal	60,998.67		Pastizal	51,844.14
	Bosque	47,039.76		Bosque	41,671.44
	Roca Volcánica	1,804.41		Roca Volcánica	1,825.29
<b>2019</b>			<b>2035</b>		
	Urbano	9,215.46		Urbano	13,744.68
	Agrícola con cultivo	15,133.05		Agrícola con cultivo	19,659.53
	Agrícola sin cultivo	16,989.66		Agrícola sin cultivo	20,079.51
	Erosión	2,300.31		Erosión	1,989.11
	Invernadero	6,653.79		Invernadero	8,077.74
	Pastizal	60,641.82		Pastizal	47,321.23
	Bosque	41,594.22		Bosque	41,840.85
	Roca Volcánica	1,811.97		Roca Volcánica	1,803.83

### Uso de suelo año 1973-2019



	1973	1985	1996	2000	2019	2035
Urbano	262.44	2655	3954.96	4926.51	9215.46	13744.68
Agrícola con cultivo	7648.92	13910.4	13519.62	18280.44	15133.05	19659.53
Agrícola sin cultivo	66719.16	51797.52	25768.71	27528.12	16989.66	20079.51
Erosión	2154.24	2185.92	1490.22	5366.43	2300.31	1989.11
Invernadero			655.11	2459.25	6653.79	8077.74
Pastizal	13719.24	28171.44	60998.67	51844.14	60641.82	47321.34
Bosque	63082.08	54158.04	47039.76	41671.44	41594.22	41840.85
Roca volcánica	1876.32	1733.4	1804.41	1825.29	1811.97	1803.83

#### Uso de suelo

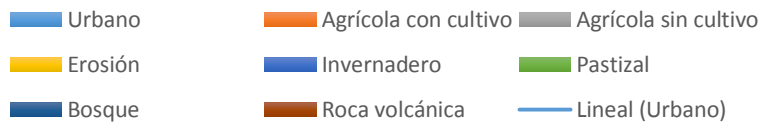


Gráfico.15 Hectáreas de uso de suelo por año

- Exponencialmente el sector urbano creció en un 24%, entre el año 1996 al 2000 y del año 2000 a 2019 creció exponencialmente arriba de un 87% de expansión en hectáreas, con una proyección del 2019 al año 2035 con un aumento del 29%.
- En el sector agrícola con cultivo obtuvo un crecimiento en 12 años del 81% del año 1973 al 1985 mientras que en tan solo 4 años de 1996 al 2000 se obtuvo un crecimiento ligeramente más controlado, con un porcentaje del 35% de ahí se mantuvo y hasta disminuyó en un 20% 19 años después.
- El sector Agrícola sin cultivo se proyectó un aumento al 2025 de un 18% desde el año 2019.
- La erosión aumento en un 260% en un lapso de 4 años de 1996 al 2000.
- La creación de invernaderos se vio reflejada desde el año 1996 y tuvo un crecimiento acelerado de un 170% y una proyección al 2035 de en un 21%
- Del año 1996 tuvo un crecimiento de pastizales en un lapso de 11 años en un 116%
- El bosque aumento disminuyo un 16% desde el 1973 al 1985 y fue disminuyendo hasta en un 15% al año 1996, disminuyo un 13% de bosques.
- En la roca volcánica se proyectó en un aumento del 2019 al 2035 de un .5%

### 4.8.1 Land Change Modeler

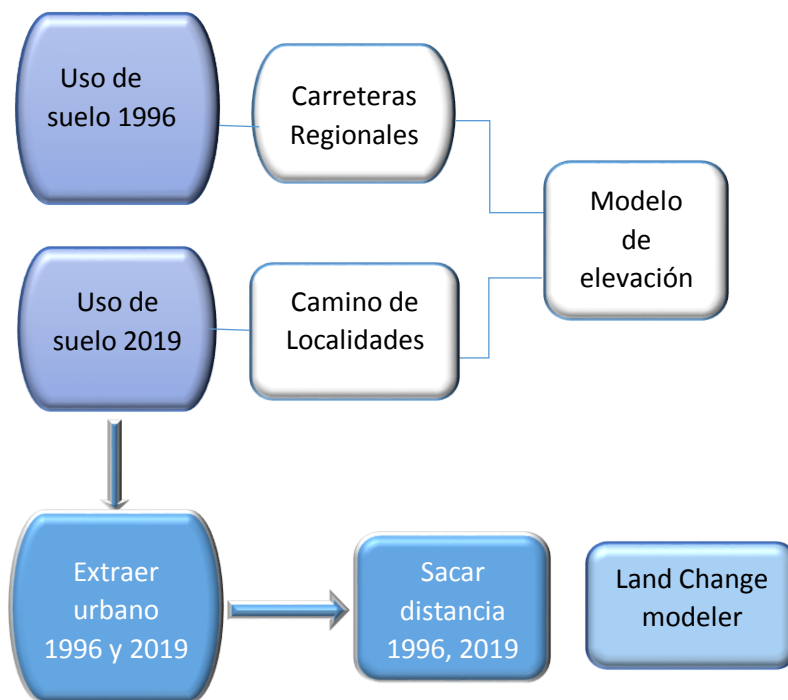
Simplifica la complejidad de análisis de proyección, una herramienta que utiliza el cambio histórico, permite analizar rápidamente el cambio de la cobertura del suelo, de manera empírica.

Modela las relaciones entre las variables explicativas y así es como simula futuros escenarios de cambio de usos de suelo.

Genera gráficos y mapas de cambios de tierras de futuros escenarios, incluyendo ganancias, pérdidas y persistencia de transiciones específicas (Clark University, 2020).

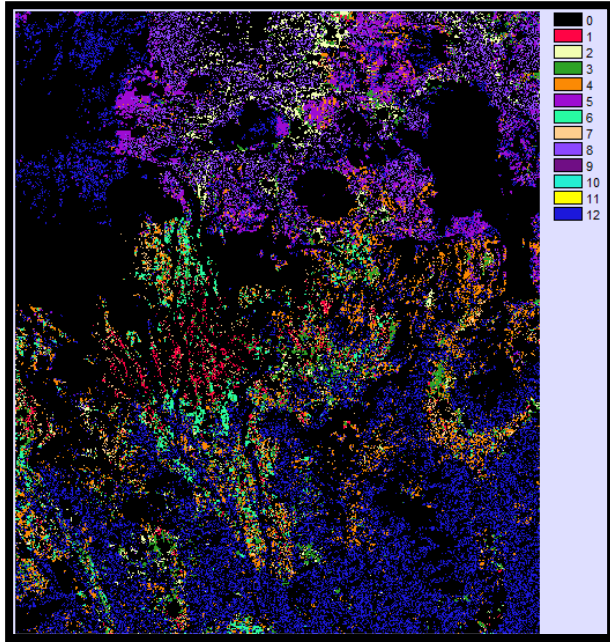
La muestra fue representativa fue de un 80%.

Figura 13. Parámetros Raster del proyecto



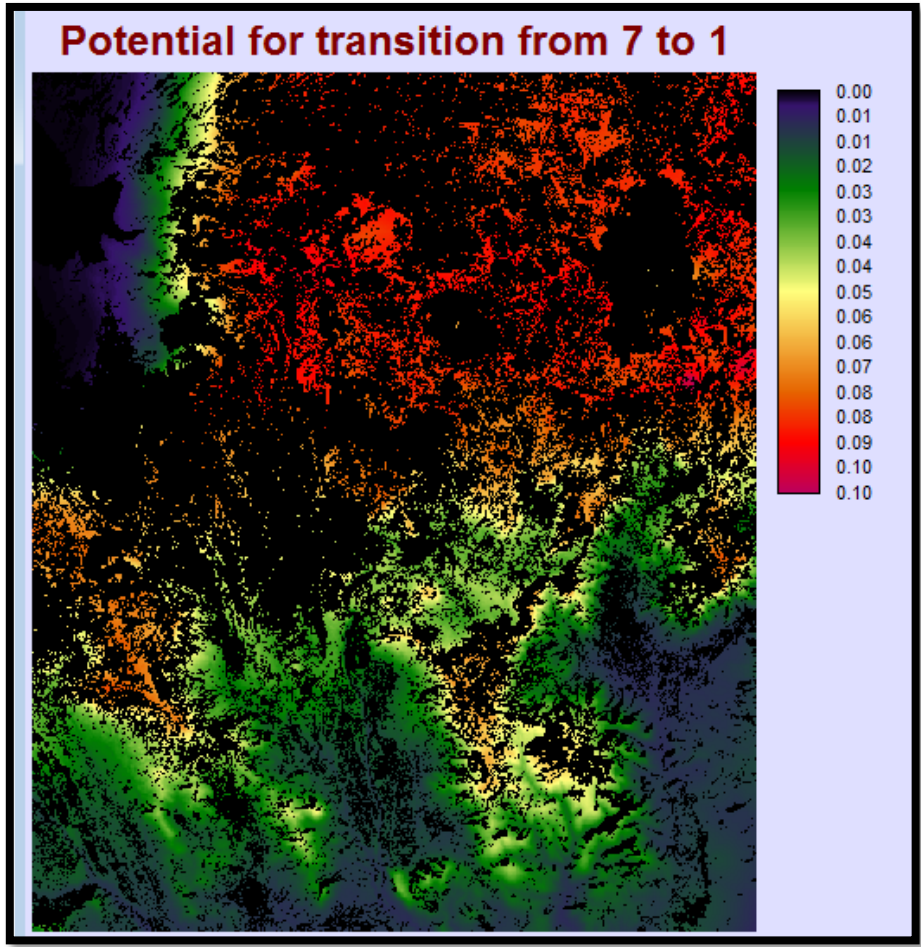
## 4.8.2 Change Analysis

Específicas transiciones de una categoría a otra, en este caso se ocuparon todas las categorías urbanas, ignorando las transiciones menores a 1000 celdas.



### Spacial trend of change

Mapa de tenencia orientado al crecimiento urbano, de tercer orden, sirvió en la visualización de fenómenos espaciales territoriales y su tendencia de crecimiento urbano, mediante las imágenes satelitales.

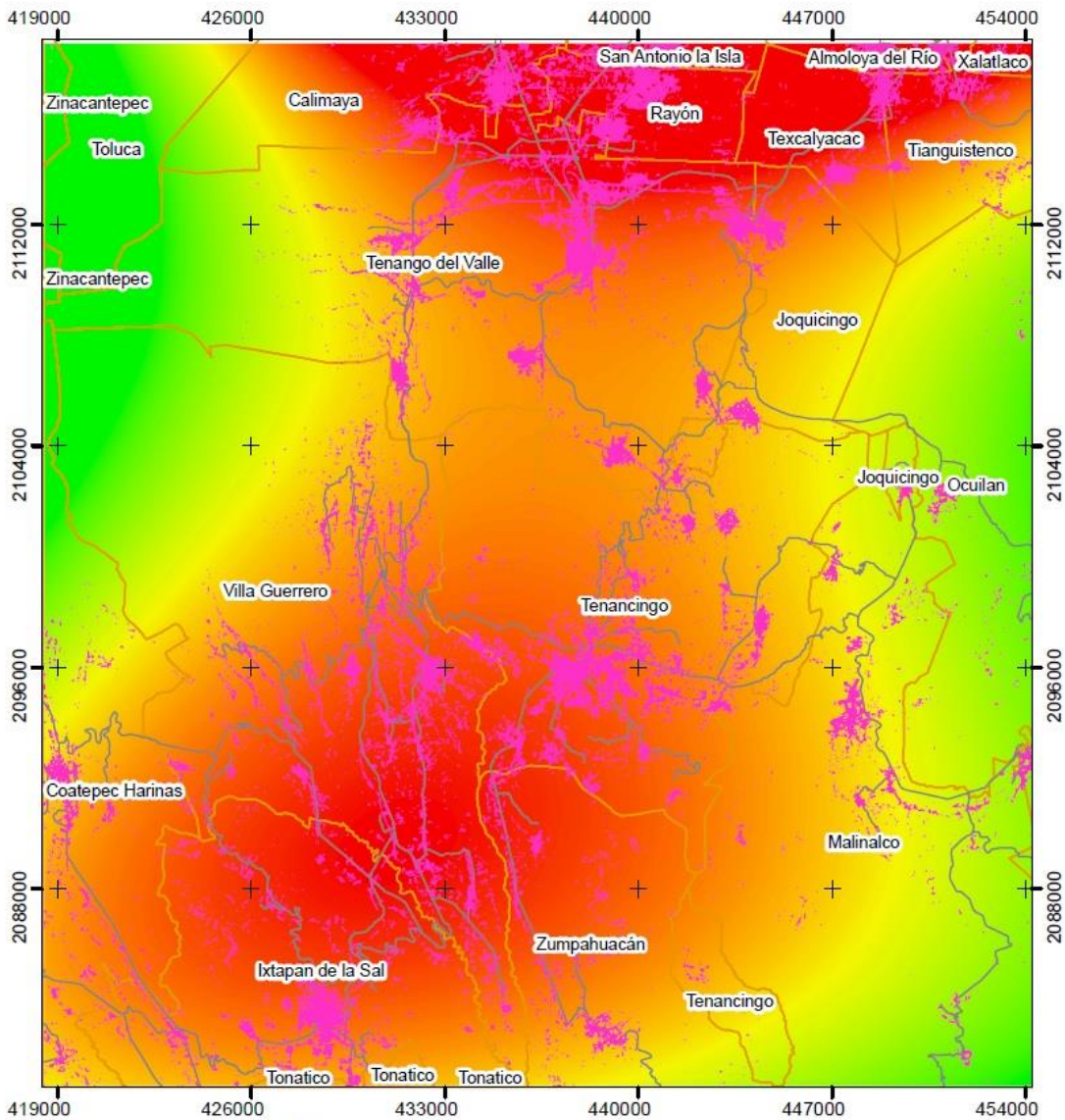



### Change predictions

Realiza el mapeo de escenarios creando un mapa de predicción sólido basado en un modelo de competencia terrestre multiobjetivo con un mapa de predicción suave que sea un mapa de continuidad y vulnerabilidad al cambio (Clark University, 2020).



## Tendencia Urbana año 2035




 Universidad Autónoma del Estado de México

<p><b>Simbología Básica</b></p> <p>— Vialidades</p> <p>□ Municipios</p>	<p><b>Simbología Temática</b></p> <p><b>Tendencia</b></p> <p><b>Value</b></p> <p>High : 0.0796493</p> <p>Low : -0.0153591</p>
---	---

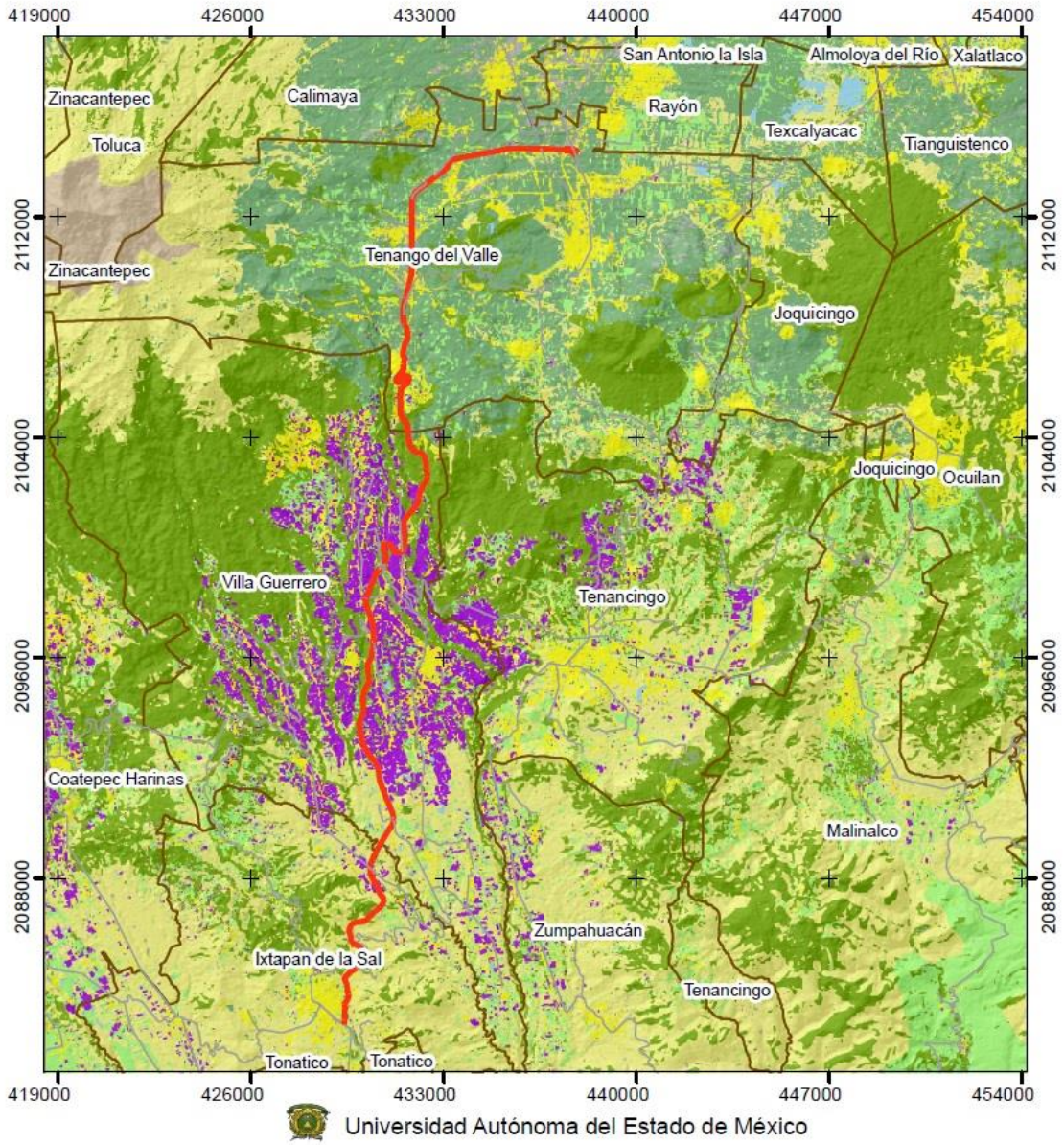
Escala: 200:000

0 1.75 3.5 7 Kilómetros

Elaboró : Natalia Bustos Bonfil

Mapa 19. Tendencia Urbana

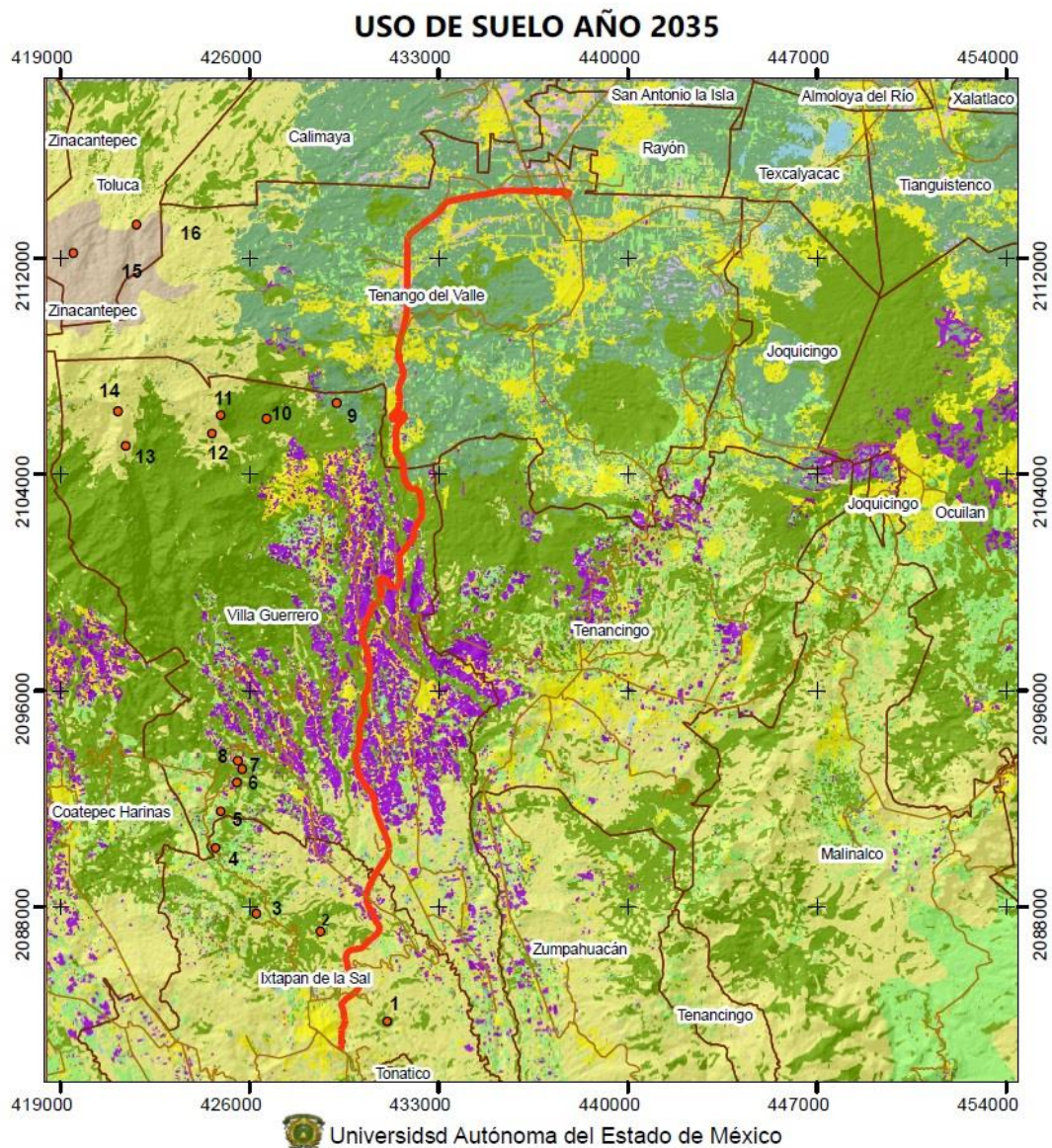
## Uso de Suelo año 2025



### Simbología Básica Simbología Temática



Mapa 20. Predicción del mapa uso de suelo año 2025



**Simbología Básica Simbología Temática**

- |                    |                      |                 |                |
|--------------------|----------------------|-----------------|----------------|
| ● Cuencas Visuales | Urbano               | Cuerpos de Agua | Pastizal       |
| — Cuota            | Agrícola con cultivo | Erosión         | Bosque         |
| — Libre            | Agrícola sin cultivo | Invernadero     | Roca Volcánica |
| □ Municipios       |                      |                 |                |

Escala: 200,000



Elaborado por : Natalia Bustos Bonfil

Mapa 21. Predicción de uso del suelo del año 2035

## 4.9 Valoración del paisaje

Se tomo en cuenta la vegetación, topografía, pendiente, compacidad, el uso de suelo, así para integrar al paisaje como entidad integradora se puede apreciar para el desarrollo de este mapa la valoración es indispensable para realizar el análisis integrado tanto de la fragilidad como la calidad del paisaje.

### 4.9.1 Sinergia del Modelo de Sombras/ Pendientes

La elaboración de las Unidades Visuales de Paisaje (UVP) delimitadas mediante cerramientos visuales. Estas serán las unidades territoriales sobre las cuales surge el análisis paisajístico.

1. El uso de tecnologías SIG se confeccionaron dos bases de datos que recopilan información relacionada con la interpretación y representación cartográfica.
2. Se utilizo el modelo de pendientes con una transparencia del 60%. Favoreció a la ilustración de la topografía y la interpretación de morfología del terreno, permitió la identificación de unidades geomorfológicas.
3. La resolución del MDT fue de gran utilidad para la clasificación de relieves, esta herramienta ayudó a la clasificación del paisaje.
4. Tener la visualización del relieve da una definición de modelado en tema de geformas determinadas.

### 4.9.2 Sinergia de Uso de Suelo / Sombras

Mejoro en gran medida la visualización de la superficie para su análisis o visualización gráfica especialmente cuando se utiliza transparencia.

### 4.9.3 Sinergismo de la red hidrográfica

La interpretación de múltiples capas sobrepuestas, vario desde las sobras las pendientes el uso de suelo, las pendientes, la hidrología, se obtuvo una visión amplia y más detallada del área de trabajo. Se definió y delimitaron rasgos del relieve y se caracterizó las formas del terreno más sobresalientes. El trazo de información geológica es importante para identificar las diferentes unidades litológicas. Los elementos estructurales sirvieron de ayuda en la delimitación de unidades geomorfológicas.

#### 4.9.4 Superposición ponderada de mapas

Superposición ponderada en ArcGIS

##### **Crear indicador: Estabilidad del paisaje**

Trabaja con archivos raster, reclasificados en una escala de evaluación común.

Multiplica los valores de celda de cada ráster de entrada por el peso de importancia de los rústers.

Suma los valores resultanteS para producir el ráster de salida.

Hay que tener claro los valores de entrada, como se generan, como se clasifican y se ponderan.

La cartografía ambiental puede ser concebida como una cartografía de síntesis, mediante un diseño metodológico de análisis espacial y geoprociamiento en ArcGis.

Sistema de coordenadas proyectadas: WGS 1984 UTM Zone 14N

### **Mapa de unidades morfológicas de relieve y estabilidad del paisaje**

Capacidad que posee el medio físico natural para permanecer inalterado bajo condiciones climáticas durante un tiempo y espacio

#### **Variables a considerar**

- Pendientes
- Altitud
- Sombras
- Geología

#### 4.9.5 Cuadro de ponderaciones

La escala de valores se sacó mediante una regla de 3

Ponderación	Variable	Rangos	Valor	Escala de valores de 1 al 9
30	Pendientes	5 Alta	Representa estabilidad de soporte superficial	9
		4 Aceptable		7
		3 Media		5
		2 Bajo		4
		1 Muy Bajo		2
30	Geología	Andesita/Conglomerado, Caliza, Metavolcánica Conglomerado <b>Alto</b>	Soporte superficial del paisaje	9
		Basalto, Arenisca, Brecha sedimentaria, Aluvial <b>Aceptable</b>		8
		Volcanoclástico, Toba ácida, Brecha volcánica, Metasedimentaria <b>Medio</b>		6
		Travertino, Lutita-Arenisca, Dacita, Pórfido dacítico <b>Bajo</b>		4
		Toba básica/ Lacustre Muy bajo <b>Bajo</b>		2
25	Altitud	5 Alta	Relacionado a mayor observación por medio de Cuencas visuales	9
		4 Aceptable		7
		3 Media		6
		2 Bajo		4
		1 Muy Bajo		2
15	Sombras	5 Muy Bajo	Asociado indirectamente a los diferentes procesos morfodinámicos de erosión	
		4 Bajo		
		3 Medio		
		2 Aceptable		
		1 Alta		

Cuadro 56. Ponderaciones por variable considerada

Ponderación	Variable	Rangos	Valor	Escala de Valor
<b>10</b>	Pendiente	1 Muy Bajo	6	2
		2 Bajo	12	4
		3 Medio	18	5
		4 Aceptable	24	7
		5 Alto	30	9
<b>15</b>	Sombras	5 Muy bajo	5	3
		4 Bajo	8	5
		3 Medio	10	6
		2 Aceptable	12	7
<b>25</b>	Altitud	1 Alta	15	9
		2 Bajo	10	4
		3 Medio	15	5
		4 Aceptable	20	7
		5 Alto	25	9
<b>30</b>	Geología	Alto - Andesita	30	9
		Aceptable- Basalto	28	8
		Medio-Volcanoclastico	22	7
		Bajo- Travertino	15	5
		Muy Bajo- Toba	10	3

Cuadro 57. Escala de valor por rangos

#### 4.9.6 Ponderación de superposición de unidades de paisaje

Ponderación	Variabes	Rangos	Valor
<b>10</b>	Climas	Bajo	Consecuencia de la geomorfología del terreno y uso de suelo
<b>20</b>	Hidrología	Medio	Administración de recurso encauzada por la geomorfología del terreno
<b>30</b>	Edafología	Medio Alto	Composición del suelo, relación con las plantas
<b>40</b>	Uso de suelo	Alto	Gran valor fisiográfico, visual, es consecuencia de todas las variables anteriores

Cuadro 58. Valores de variables de mapas de paisaje

Esquema metodológico de mapa de estructura geomorfológica

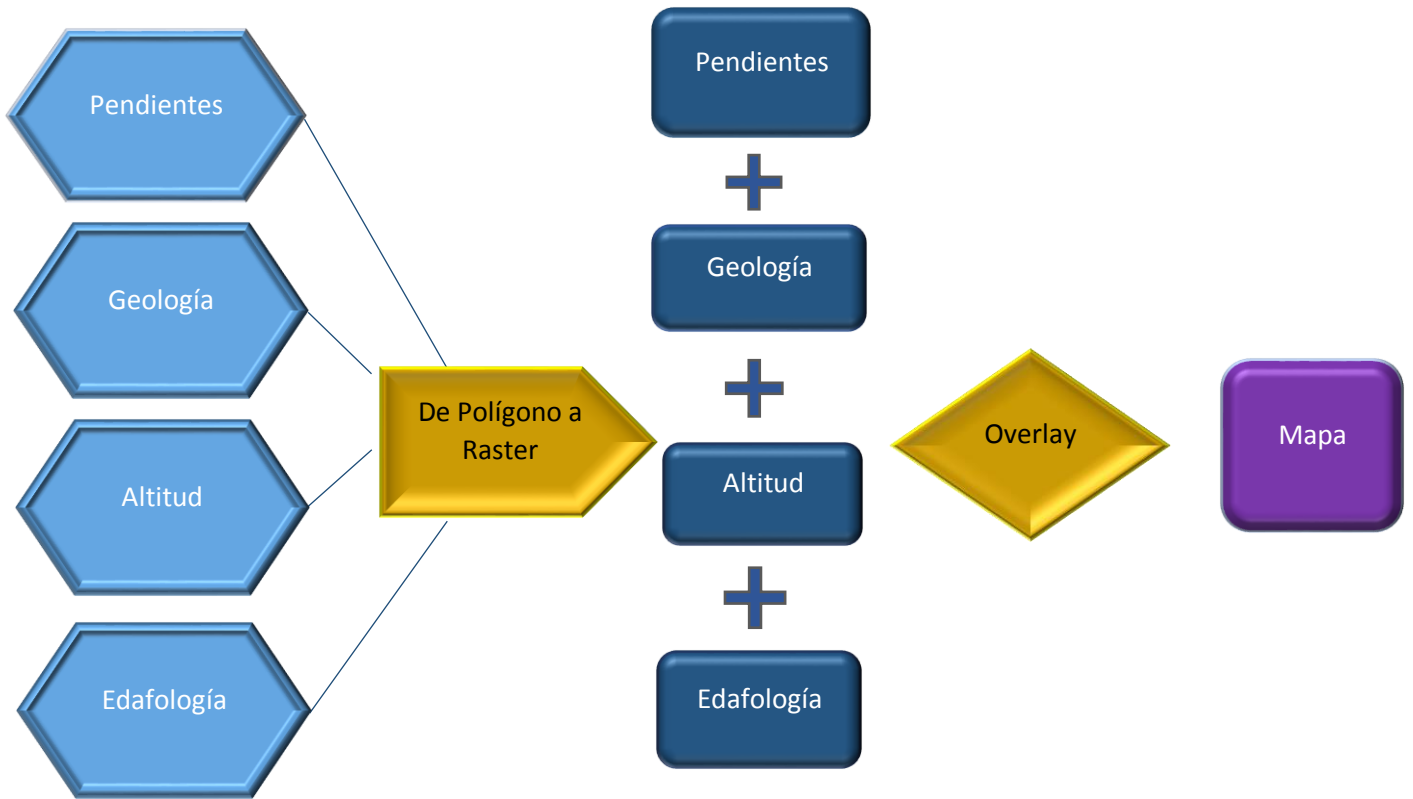
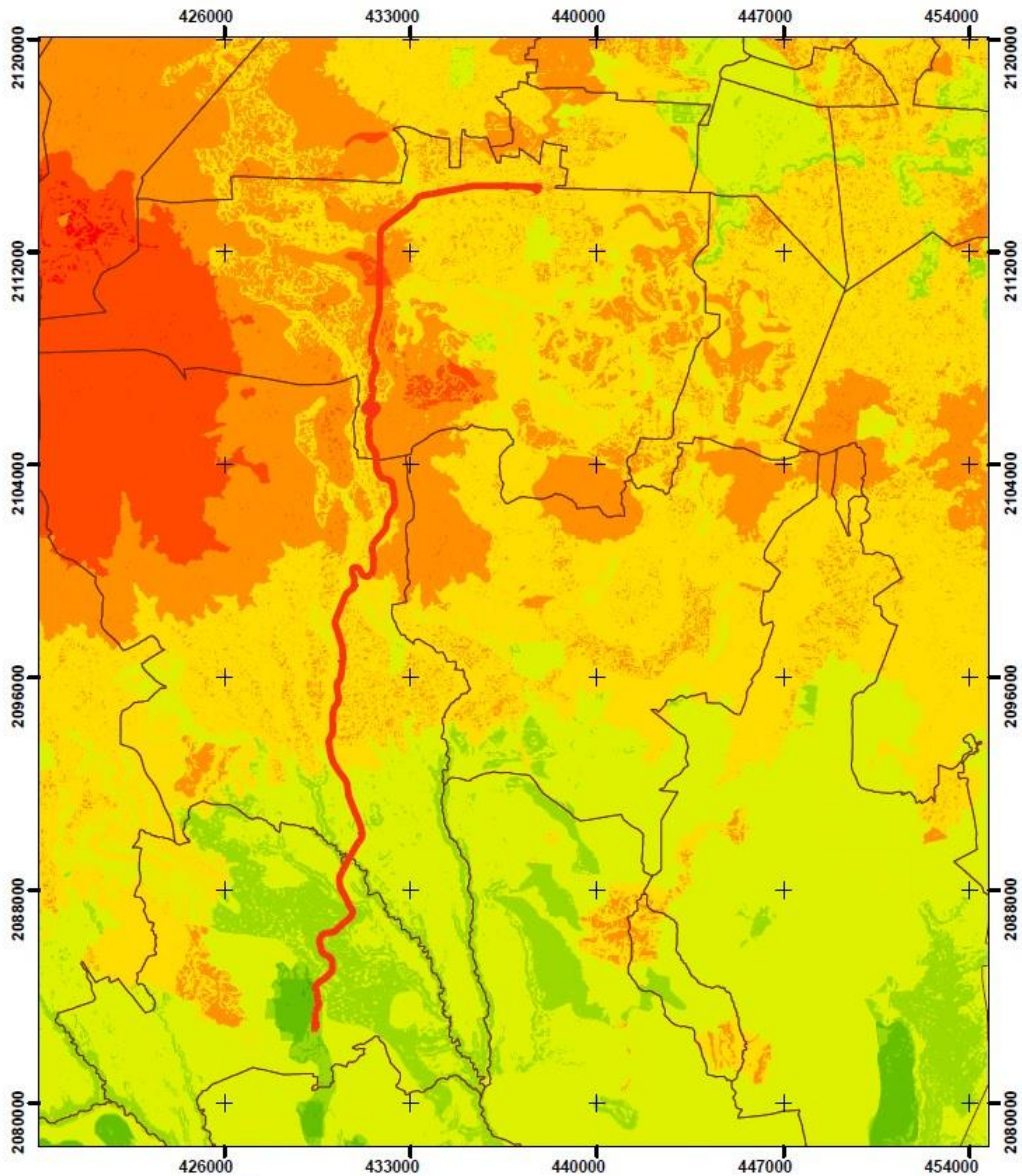


Figura 14. Esquema de creación de mapas de paisaje



# Unidades de Paisaje

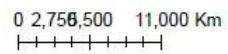


Universidad Autónoma del Estado de México

## Simbología Básica Simbología Temática

- Cuota
  - Municipios
- |              |   |  |  |  |
|--------------|---|--|--|--|
| <b>VALUE</b> | <span style="color: green; font-weight: bold;">■</span> 3 | <span style="color: yellow; font-weight: bold;">■</span> 5     | <span style="color: orange; font-weight: bold;">■</span> 7 | <span style="color: red; font-weight: bold;">■</span> 9    |
|              | <span style="color: green; font-weight: bold;">■</span> 2 | <span style="color: lightgreen; font-weight: bold;">■</span> 4 | <span style="color: yellow; font-weight: bold;">■</span> 6 | <span style="color: orange; font-weight: bold;">■</span> 8 |

Escala: 1:200,000



Elaboro: Natalia Bustos Bonfil

Mapa 19. Interpretación Final de Paisaje

Recursos Paisajísticos	Estabilidad del Paisaje	Rangos de Ponderación
2	Casi Nulo	22-10
3	Muy Bajo	36-22
4	Bajo	48-36
5	Medio Bajo	52-48
6	Medio	64-52
7	Aceptable	76-64
8	Alto	90-88
9	Muy Alto	90-100

Cuadro 59. Rangos de Ponderación del Paisaje

El paisaje surge de la consideración conjunta de los componentes y procesos, la geomorfología, tipo de suelo (edafología) para el caso de estudio principalmente, además de las múltiples relaciones. Todo estudio de paisaje supone un aumento en la escala: de ecosistemas a unidades de paisaje, dando lugar al ámbito de terreno conjunto de ecosistemas en interacción que se repite de forma similar.

Las unidades de paisaje a nivel internacional se han considerado como el punto de partida fundamental en el desarrollo de procedimientos de la Planificación Territorial e Ambiental. El contenido y la división por categorías de paisaje, permite la interpretación geosistémica.

Las condiciones geomorfológicas y edafológicas influyen fuertemente en la división del paisaje, se distinguen mediante dos grandes unidades.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

En la actualidad el interés por la problemática ambiental está aumentando, la preocupación social ha focalizado su interés en mantener la calidad del paisaje en todas las dimensiones (ecológica, cultural, afectiva y económica)

La interpretación a partir del análisis de la fragilidad del paisaje, es posible integrar un contexto territorial y por consecuente en futuras acciones en el territorio se adapten al medio sin degradar el ámbito, ya sea en el mejoramiento de un plan de ordenamiento territorial, así mismo en la búsqueda del lugar más idóneo para implantar una industria donde el lugar tenga un impacto visual sea el menor posible.

La finalidad fue destacar el potencial del tratamiento que se les puede dar a los sistemas de información geográfica en la ordenación territorial, gestión medioambiental. Recalcar el potencial que tiene el análisis de imágenes satelitales no solo de la realidad que nos rodea, sino que también poder analizar con precisión, lo que antes se desarrollaba a nivel teórico por ejemplo el uso de las cuencas visuales y su ponderación en función.

El paisaje a lo largo del tiempo se retoma como una realidad compleja, porque no es del todo cuantificable y es sumamente cambiante, conlleva a comprender una realidad se abarca una totalidad que se puede percibir en la observación, percepción y el detalle.

- ¿Cuáles son los impactos visuales del paisaje y deterioro de los usos de suelo derivados de la expansión territorial en el ámbito que transcurre sobre la segunda sección de carretera Tenango –Ixtapan de la sal n° D55?

Área de recurso paisajístico	Causa de impacto en el paisaje	Deterioro de Uso de Suelo	Sensibilidad del paisaje al cambio
Unidad 2	Erosión	Muy Degradado	Muy sensible
Unidad 3	Deforestación	Degradado	En riesgo
Unidad 4	Cambio de uso de suelo	Fragmentado	Vulnerable
Unidad 5	Expansión Urbana	Poco Fragmentado	Poco Vulnerable
Unidad 6	Deforestación	Baja Fragmentación	Gran Sensibilidad
Unidad 7	Agricultura no sostenible	Salpicado	Sensible
Unidad 8	Deforestación	Bien conservado	Poca sensibilidad
Unidad 9	Área natural protegida	Intacto	Casi Nula

Cuadro 60. Impacto de Unidades paisajísticas

### **Estado actual del paisaje:**

Entre 1976 y 2013, la cobertura de bosque primario se redujo en un 19%. Siendo las décadas más representativas en la disminución de la cobertura, la que va del año 1987 al año 1997, donde se dio un decrecimiento del 37%. No obstante, para la década del año 1997 al 2013 hubo un incremento en la cobertura, esto debido a procesos de reforestación de los bosques, lo que provoca una disminución en el porcentaje de deforestación, el cual pasa de un 37% para el año 1997 a un 25% al 2014; sin embargo, al comparar la totalidad del estudio pese a los repuntes de cobertura entre los años 1976-1987 y 1997-2014 la cobertura de Bosque denso decreció.

Este decrecimiento de la cobertura de Bosque denso, trae consigo el crecimiento del Bosque menos denso y por ende la presencia de una mayor fragmentación del primero, desde el año 1973 al año 2019 este uso disminuyó en un 66%, notándose un claro deterioro de los bosques primarios, afectando las posibles conexiones bióticas entre especies. Al analizar las causas de esta considerable disminución, se evidencia en ese sentido del crecimiento poblacional de la zona, ya que parte de las prácticas agrícolas y la industria florícola, la cual ha fragmentado la zona exponencialmente.

El paisaje de la zona sur de la región sur actualmente presenta una importante cantidad de espacios boscosos debido al área natural protegida Nevado de Toluca, de alta conectividad, favoreciendo las dinámicas y el flujo de energía entre especies de flora y fauna, situación que influye en el análisis de los índices del paisaje donde se evidencia la fragmentación espacios boscosos son muy extensos y compactos, con evidenciarían de actividades productivas traen repercusiones en este, fue un aumento radical en solo cuatro años del 1996 a 2000, incluida la agricultura con cultivo la cual aumento un 26%, incluido el auge de actividad ganadera, la agricultura sin cultivo aumento un 6%. Su extensión fue dividiendo, Se proyecta que, pese a esto según la proyección realizada en el estudio, está basada en la dinámica actual aumento considerable para el año 2035, no se interviene con estudios y normativas más sólidas, se tendrá un paisaje muy fragmentado por actividades productivas y el crecimiento poblacional, tanto en densidad como en infraestructura.

En la zona de estudio los cambios en el territorio producen una degradación del paisaje, están provocados en su mayoría por causas antrópicas, una de las consecuencias negativas que llegan a sufrir los paisajes derivan de las dinámicas territoriales, la fragmentación de cultivos, por industria florícola y alteraciones en el relieve.

Las causas pueden ser:

Ocupación del territorio por asentamientos urbanos, en su mayoría la extensión de la zona agrícola entre ellos tierras de cultivo e invernaderos masivos, entre el sector industrial u obras públicas que producen fragmentación en el territorio y alteran la vegetación el territorio, extensión en la fragilidad visual formas del relieve.

La pérdida de conectividad física funcional y visual es uno de los conflictos paisajísticos de mayor importancia que se dan en el territorio. La degradación y deforestación en zonas de mayor visualización por su incidencia altitudinal. Puede decirse que ha habido un ascenso de la superficie de tierras de cultivo un aumento en agricultura sin cultivo y disminución de la cubierta vegetal, tanto para pastizales como de formaciones arbóreas. Ello ha redundado en un aumento de la heterogeneidad del paisaje como indican los índices de ecología aplicados.

Contrastes cromáticos con el entorno debido a la introducción de elementos artificiales de gran tamaño. La clasificación del territorio en términos de fragilidad y calidad visual permitirá tener un conocimiento más completo de la zona de estudio, así poder aplicar en estudios de planificación.

Los procesos de deforestación y expansión natural global, regional y de biomas sobre la tasa de cambio desde el año 1973 al 2019.

El factor de la degradación del bosque es complejo, pero la forma más fácil de estudiarlo a grandes dimensiones es mediante el análisis de imágenes. La cartografía digital, los satélites de manera directa se aplica para el cálculo de la degradación forestal como una técnica que hoy está en auge.

Considerando que la zona de estudio tiene una superficie de hectáreas. Se mide la abundancia la medición de la degradación se complementa con la valoración de los servicios ecosistémicos, la pérdida de la riqueza biológica y paisajística es difícilmente renovable, debido a su magnitud.

Ocurre por el impacto de la deforestación extracción excesiva, la expansión urbana en sitios no propicios, la extracción excesiva y el cambio climático. En el análisis se impulsó la fragilidad visual y ambiental por el crecimiento poblacional, la demanda agrícola y la floricultura e industrial.

Así se pondera el funcionamiento equilibrado de los centros de población urbana y rural, así como la explotación sostenible de la tierra requiere diversos procesos dirigidos al ordenamiento del territorio municipal.

Se considera como parte de los resultados, la problemática que presentan la zona es:

Poner en marcha puesta de medidas de protección, orden y gestión; delimitación de Infraestructura más verde, se deben fijar criterios a nivel nacional para que las modificaciones en las infraestructuras se adapten al medio sin degradar su carácter entorno al componente de la calidad visual, mediante establecimiento de Normas de Integración Paisajística y guías para adecuación del paisaje e integración del mismo en políticas de ordenación territorial, como un factor principal que propicia el desarrollo social y económico.

La inclusión del componente del paisaje es un estudio de impacto ambiental, alcanza la importancia sustantiva en aquellas áreas donde la calidad escénica pudiera alterarse de manera significativa, con el desarrollo del proyecto. En este sentido el paisaje debe valorarse como un componente más del ambiente, desde un medio perceptual a través de las características del medio y físico, el efecto puede ser negativo o positivo en el que se produce un contexto determinado.

De esta manera el paisaje debería valorarse como una variable de estudio en la implementación de ordenamientos estatales en México, con el fin de que la planeación estratégica, sea la gestionada a nivel regulatorio para el uso del suelo, propicien el crecimiento urbano ordenado, se reduzcan los conflictos ambientales asociados y reviertan los procesos de deterioro ambiental mediante la expedición e instrumentación a dependencias municipal y de gobierno Federal, se adjuntó una breve descripción en relación con los criterios visuales de fotointerpretación, además de la foto realizada en el campo y la descripción del paisaje correspondiente.

La teledetección no sustituye la necesidad de obtener datos de campo cuantificables, pero sirve de herramienta de interpretación, descripción y pronóstico de la Tierra, pero con la combinación de ambos métodos cualificables se consigue mejores resultados.

Un mapa de paisaje puede tener la utilidad tanto de la divulgación de la diversidad de paisajes como utilidad en la gestión y planificación territorial y así cubrirla cartográficamente. Así las unidades de paisaje sirven a los instrumentos de planificación territorial y planeación urbanística y en todas las decisiones de actuación e intervención sobre el territorio derivadas de la implementación de políticas sectoriales de infraestructura, agraria, forestales, turísticas.

Las evaluaciones de impacto ambiental, técnicas de análisis de efectos ambientales potenciales, sirve de análisis sobre efectos ambientales potenciales de actividades humanas, para evitar o reducir niveles aceptables, corregirlos o compensarlos. Poner en marcha puestas de medidas de protección,

orden y gestión mediante una delimitación de Infraestructura más verde. Calendario de operación, estudio de formulación del proyecto.

### **Medidas de mitigación y recuperación**

Analizar las técnicas de recuperación de espacios degradados para corregir impactos y mejorar la calidad del paisaje, el recurso que dan los sistemas de información geográfica acelera y facilitan el proceso metodológico el cual reducen la distancia máxima de visibilidad, y determinan con facilidad la visibilidad existente desde cada cuenca visual.

Con el fin de mitigar los impactos visuales y paisajísticos negativos del proyecto se recomienda incorporar una serie de medidas de mitigación en el desarrollo de proyectos carreteros. Estas medidas de mitigación se describen en los párrafos siguientes.

Como se menciona en el Plan de desarrollo del Estado de México en el 2019 para el pilar territorial, es responsabilidad gubernamental vigilar que se preserven los servicios que el medio ambiente brinda en soporte al desarrollo de las actividades humana, uno de los factores en particular es el control de la erosión de los suelos.

Los ecosistemas involucran la biodiversidad de flora y fauna particularmente los bosques, en múltiples zonas del estado el deterioro ambiental, además la erosión de los suelos va aumentando, la presencia de incendios, afectando la introducción de especies invasoras, la cobertura por ende a la calidad paisajística, ejerciendo una fuerte presión sobre los recursos naturales circundantes. El gobierno del Estado de México, requiere gestionar los bosques de manera sustentable para luchar contra la degradación de tierras y detener la pérdida de biodiversidad. La sustentabilidad y la vida de los ecosistemas terrestres son una de las prioridades más altas de la Agenda del Desarrollo Sostenible 2030.

Seguir Desarrollando proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático de las ciudades, relacionadas con la planeación local ante el cambio climático y el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático. La preservación del paisaje no está marcada como tal en las líneas de acción, sin duda es un ende por el cumplimiento de la legislación ambiental, es promover y difundir el cuidado, protección del uso sustentable, de los espacios naturales. Promoviendo y difundiendo el cuidado,

protección y uso sustentable de los espacios naturales y parques administrados, la consulta cartográfica y las Áreas Naturales Protegidas.

La protección de estas áreas es de suma importancia, ya que en la mayoría de los casos bordean las áreas de pastizal y bosques de encinas y coníferas, densos a pie de monte, grimos, helechos, arbustos en la punta, a mayor altura solo crecen las gramíneas, en ocasiones sirviendo de corredores o puentes entre dos fragmentos de Bosque denso. Por lo que el flujo de energía entre especies es relativamente alto, cuentan como espacios con un potencial de regeneración importante donde con la correcta ejecución de políticas y prácticas ambientales son espacios que pueden volver a ser bosques densos, promoviendo preservación de las especies de flora y fauna. En los últimos años se ha visto reflejada su recuperación de pastizales a bosque se espera que la tendencia de conservación si no es que vaya aumentando se mantenga estable.

Es indispensable para los municipios aledaños al Nevado de Toluca y la zona conurbada a la carretera que sus herramientas de planificación territorial y ordenamientos territoriales, Planes de desarrollo Urbano. Mediante estos instrumentos tienen como objetivos, establecer estrategias para implementar la variable de paisaje como principal carácter de evaluación ambiental y tomar el paisaje como mediador para controlar actividades productivas, donde el desarrollo de los recursos naturales y las especies que se vean afectadas.

La implementación como variable regulatoria puede mejorar la calidad del paisaje de la zona, solucionar problemas presentes, los cuales, si no son revertidos a tiempo, pueden ocasionar efectos negativos con una reversión complicada, tanto educativamente. Se aportan mejores conocimientos sobre los cambios en la cubierta forestal y el uso del suelo relacionados con la vegetación, los bosques especialmente en este caso. Así se pondera el funcionamiento y equilibrio de los centros de población urbana y rural, como el territorio municipal.

Así como en un contexto de futuras carreteras, estos criterios paisajísticos para integrar el disfrute del paisaje a las poblaciones, en un contexto de futuras carreteras paisajísticas, de igual manera como implementación de miradores en puntos de interés, como nuevo equipamiento territorial.

Un claro ejemplo del cambio es integrar la variable paisajística en proyectos que internalizan los costes ambientales. Se deben fijar criterios a nivel estatal y nacional para que las modificaciones en las infraestructuras se adapten al medio sin degradar su carácter entorno al componente de la calidad visual, mediante establecimiento de Normas de Integración Paisajística y guías para una adecuación



del paisaje e integración del mismo en políticas de orden territorial, como factor principal que propicia el desarrollo social y económico.

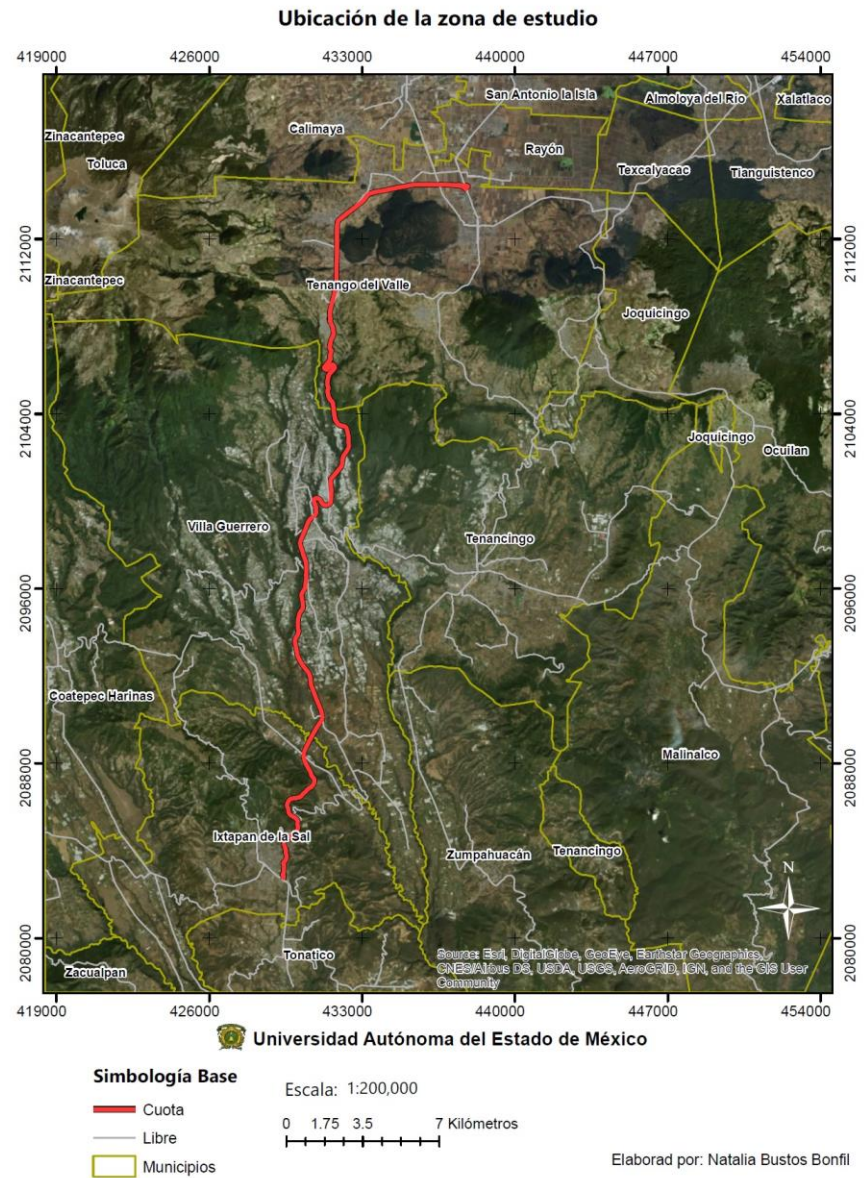
**Recomendaciones:**

De una perspectiva global el análisis podría estar más completo si se tuviera información cartográfica más actualizada y detallada a una escala menor para un mejor análisis territorial, sobre todo en mi caso personal obtener más conocimiento de todas las herramientas que se pueden explotar con el estudio de interpretación de bandas en imágenes satelitales poder explotar las posibilidades sobre todo a nivel licenciatura en el tema ambiental en softwares diversos de acceso libre que no se manejaron en el plan de estudios tampoco se llegan a ver temas como cuencas en de cuencas visuales su repercusión y análisis en el paisaje.

Para crear mapas ponderados en el tema de paisaje, obtener mejores resultados mediante la identificación biológica de especies arbóreas y plantas en general en el análisis de campo sobre las cuencas visuales para una mejor interpretación, contar con el equipo y recurso necesario para la accesibilidad a todos los puntos de estudio resultantes que se encuentran en el parque Nacional Nevado de Toluca en zonas algo remotas, sería bueno poder llegar a todos los puntos para una mejor descripción cuantitativa y detallada del lugar.

Es importante recalcar que este tema a nivel facultad de planeación urbana y territorial no se han integrado estudios de paisaje que nos ayuden a valorar el análisis visual de cuencas y paisaje sobre el territorio, se invita a buscar y desarrollar sobre el estudio del paisaje en México y su posible impacto en la sociedad y medio, como objetivo resaltar esta variable en los planes de desarrollo Urbano en el Estado de México.

# Anexos



## Bibliografía

- Bruno Rivera, A., Cruz García, J., Pérez Vázquez, A., & Gallardo López, F. (11 de Noviembre de 2014). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.  
Obtenido de Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263137781024>
- Otero et al. (2009). El análisis de visibilidad en la evaluación de impacto ambiental de nuevas construcciones. *Informes de la Construcción*(61), 65-75.
- A., F., Solari, & Cazorla, L. (2003). *Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje* . Obtenido de [https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/cuadernos/detalle\\_articulo.php?id\\_articulo=5151&id\\_libro=144](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/cuadernos/detalle_articulo.php?id_articulo=5151&id_libro=144)
- Abello, E. G. (1984). Una metodología para la valoración del paisaje en estudios de ordenación territorial: su aplicación al término municipal de la Granja de San Ildefonso. Ciudad y Territorio. España.
- Aguillar Bellamy, A. (2006). Algunas consideraciones teóricas en torno al paisaje como ámbito de Intervención Institucional . *Gaceta Ecológica*, 5-20.
- Aguiño et al . (1995). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Madrid, España: Secretaría del Estado del Medio Ambiente y Vivienda.
- Aguiló, M. (1981). Metodología para la Evaluación de la Fragilidad Visual del Paisaje. Madrid: Tesis Doctoral, E.T.S, Ing, de caminos, Univ. Politécnica de Madrid . Obtenido de Tesis Doctoral, .
- Alcalá, E. P. (2005). *Establecimiento de la fragilidad visual del Paisaje mediante SIG en el entorno del P.N de la Breña y Marismas del Barbarate*. Obtenido de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/53298>
- Alonso, M. A. (1981). *Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas .
- Alzate, A. G. (2010). El paisaje como patrimonio cultural, ambiental y productivo. . *KEPES* , 98.
- Antrop, M. (2005). *Why landscape of the past are important for the future*. *Landscape and Urban Planning*. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016920460300207X>
- Arbelo, M., Labrador García, J. A., & Evora Brondo, J. A. (enero de 2012). *Satélites de teledetección para la gestión del territorio*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/259230060>

- Arcia, M. (s.f.). Geografía del Medio Ambiente, una alternativa del ordenamiento Ecológico, en colección Ciencias y Técnicas. Estado de México : Ed., a cargo del programa Editorial de la UAEM, Universidad Autónoma del Estado de México Toluca de Lerdo, .
- Arias Orozco, S. (2013). Criterios e indicadores en edificaciones turísticas sustentables como oportunidad de adaptación y mitigación del cambio climático. Guadalajara.
- Augé, M. (1992). Los no Lugares, espacios del anonimato. Bsrcelona: gedisa.
- Autores, V. (1994). *Textos de paisajismo*. Ediciones de Horticultura, S.L.
- Badillo, L. O. (21 de marzo de 2019). *Academia Mexicana de Ciencia*. Obtenido de Academia Mexicana de Ciencias: <https://www.comunicacion.amc.edu.mx/comunicados/el-paisaje-un-concepto-inexistente-en-las-politicas-ambientales-y-territoriales-de-mexico>
- Barredo Cano, J. I.-. (2005). Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio.
- Beckinsale, R. C. (1973). *The History of the Study of the Study of Landforms or The Development of Geomorphology . Vol 2. Life and Work or William Morris Davis*. New York.: Ed. Routledge, .
- Benlloch, P. I. (1993). Una propuesta metodologica para el estudio del paisaje integrado. Zaragoza, España.
- Bernáldez, F. G. (1981). *Ecología y Paisaje*. Barcelona: Ed. Blume.
- Bernáldez, G. (1981). El paisaje como recurso.
- Boersema, J. J. (2009). Principles of Environmental. Amsterdam : Springer Science .
- Bolos, M. C. (1992). Manual de ciencia del paisaje. España: Ed. Masson.
- Bosque Sendra, J. (1997). Valoración de los Aspectos Visuales del Paisaje mediante la utilización de un SIG. *d'Anàlisi Geogràfica*, 19-38.
- Bustamante, R. (1995). *Consecuencias ecológicas de la fragmentación de*.
- Bustamante, R. O., & Castor, C. (1998). *Researchgate.et*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/226433459\\_The\\_decline\\_of\\_an\\_endangered\\_temperate\\_ecosystem\\_The\\_ruil\\_Nothofagus\\_a\\_lessandrii\\_forest\\_in\\_central\\_Chile](https://www.researchgate.net/publication/226433459_The_decline_of_an_endangered_temperate_ecosystem_The_ruil_Nothofagus_a_lessandrii_forest_in_central_Chile)

- Cabanel, J. (1995). *Paysage paysages*. Paris: Ed. : Jean Pierre de Monza.
- CAEM. (Marzo de 2015). *IPOMEX*. Obtenido de Programa hidrónico integral del Estado de México 2015-2017:  
[https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files\\_ipo/2015/28/1/928fd762cefc24c6b7e885c378d3a51a.pdf](https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo/2015/28/1/928fd762cefc24c6b7e885c378d3a51a.pdf)
- Calvin, J., & Dearinger, J. (1972). An attempt at assessing preferences for natural landscapes. *Environment and Behavior*.
- Calvo, M. S. (1997). *El Medio Ambiente en la opinion pública, Tendencias de opinión. Demanda Social, Análisis y gestión de la opinión pública en materia de medio ambiente. Comunicación medioambiental en la Administración y en las empresas*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Cancer, L. (1994). *Aproximación crítica a las teorías más representativas de la ciencia del paisaje*. Obtenido de <http://bddoc.csic.es:8080/detalles.html?tabla=docu&bd=GEOURBI&id=240949>
- Cañadas, M. F. (1977). *El paisaje en la planificación física. Aproximación sistemática a su valoración*. E.T.S de Ingenieros de Montes de Madrid.
- Carranza, E. R. (2005). *Los proyectos de carreteras y el paisaje en el Reino Unido*. ESPAÑOL ECHANIZ.
- Castillo, M. E. (2014). Estrategias de Manejo y diseño Paisajístico para la microcuencua del río contreras. Guatemala.
- Centrogeo. (2015). *Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial*. Obtenido de <https://www.centrogeo.org.mx/investigacion/area-05>
- CEP. (2000). Murcia España.
- Chesta, M. (2014). *UNC*. Obtenido de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4169/TFI%20%20parte1.pdf?sequence=1>
- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de Teledetección Espacial*. Madrid: Rialp, S.A.
- Cienfuentes, P. (1979). *La calidad visual de Unidades Territoriales. Apliación al valle del río Tiétar. Tesis Doctoral*. Madrid: E.T.S de Ing. de Montes. Universidad Politécnica.
- Clark University. (2020). Geospatial Monitoring and Modeling System Geospatial. *Terr Set*, 2.
- CONAGUA. (junio de 2005). *Percepción Remota Fundamentos de Teledetección Espacial*.
- CONANP. (2010). *SIMEC*. Obtenido de <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=39&=11>

- CONEVAL. (2012). *Informe de Pobreza y evaluación en el Estado de Morelos*. Ciudad de México.
- COPLADEM. (30 de marzo de 2016). *Plan de desarrollo Urbano de Villa Guerrero*. Obtenido de <http://villaguerrero.ayuntamientodigital.gob.mx/contenidos/villaguerrero/pdfs/PLANZDEZDESARROLLOZMUNICIPALZ2016.pdf>
- Daniel TC, V. J. (1983). *Methodological issues in the assessment of landscape quality*. Altman I & JF Wohlwil (eds) *Behavior and natural environment*. Freeman & Company,. New, York.
- Daniel, & Vining., J. (1983). *Methodological issues in the assessment of landscape quality*. Behaviour and the Natural Environment. New York: Plenum Press.
- Domínguez A, A. R. (2004). *Gestión del turismo rural de la Sierra Alcaraz y Campo de Montiel (Albacete) mediante técnicas multicriterio y la utilización de SIG en el empleo de los SIG y la teledetección en planificación Territorial*. Murcia, España.
- Dominguez, P. L. (1992). In: *Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding*. . México: FAO Animal production and health.
- Echaniz, I. E. (s.f.). *Las obras públicas en el paisaje*. Madrid: CEDEX.
- Escribano M. (1991). *El Paisaje*. Madrid, España: Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.
- Etter, A. (octubre de 1991). *Introducción a la ecología del paisaje: Un marco de integración para los levantamientos ecológicos*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/266391069>
- FAO. (2009). *Hacia una definición de degradación de los Bosques: Análisis comparativo de las definiciones de los Bosques: Análisis comparativo de las definiciones Existentes*. En *Evaluación de los recursos forestales mundiales* (págs. 30-31). Roma, Italia: Departamento Forestal.
- Fernández Galeano, E. y. (1894). *Una metodología para la valoración del paisaje en estudios de ordenación territorial. Su aplicación al termino municipal de la granja San Ildefonso*. iul-sen .
- Florencia. (octubre de 2000). Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/090471228005d489\\_tcm30-421583.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/090471228005d489_tcm30-421583.pdf)
- Fontal, B., Suárez, T., Reyes, M., & Bellandi, F. (2005). *El Espectro Electromagnético y sus*. Venezuela .
- Forman, R. T. (1986). *Landscape ecology*. En M. Godron. New York: John Wiley and Sons.

- Forman, R., & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology* (Thomas R. ed.). Nueva York, USA: Progress Against Growth. Obtenido de <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/landscape-ecology-by-rtt-forman-m-godron-john-wiley-sons-605-third-avenue-new-york-ny-10158-usa-xix-620-pp-figs-tables-24-17-35-cm-hardbound-us-3895-1986/8A957E216527E1C87088D7C5DA>
- Galiana, F. y. (2007). La planificación del paisaje en la comunidad Valenciana: análisis de la calidad y fragilidad visual. . Universidad de Valencia.
- García el Barrio, J.M; Ortega , M; Gonzáles, S; Elena Ro; Rosselló R., Elena. (2014). Principales Tendencias del cambio en los paisajes forestales de la red de Paisajes rurales Españoles. *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria CIFOR*, 1-5.
- García Romero, A., & Muñoz Jiménez , J. (2002). *El paisaje en el ámbito de la geografía*. (M. Pavón, Ed.) México,D.F: UNAM Geografía.
- García, M. L. (s.f.).
- Gobierno de Aragón. (2013). *IDEARAGON*. Obtenido de <https://idearagon.aragon.es/paisaje.jsp>
- Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. Nueva York: Wiley.
- Harvey. (2008). El derecho a la ciudad. *New Left Review*.
- Hiernaux, D. (2006). Los centros históricos: ¿espacios posmodernos? Barcelona.
- Hollman, V. (2008). *Geografía y cultura visual: apuntes para la discusión de una agenda de indagación*. Buenos Aires.
- Humboldt, A. V. (1810). *Descripciones científicas, literarias y visuales del paisaje rioplatense (1853-1890)*. Siglo Veintiuno Editore.
- INEGI. (2001). *Sistensis de Información Geográfica del Estado de México*. Obtenido de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224028/702825224028\\_11.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224028/702825224028_11.pdf)
- INEGI. (03 de Abril de 2009). *Prontuario de información geográfica de Villa Guerrero*. Obtenido de [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/15/15113.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15113.pdf)
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de Zumpahuacán*. Obtenido de [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/15/15119.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15119.pdf)

- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal Tenancingo*. Obtenido de [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/15/15088.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15088.pdf)
- INEGI. (03 de 04 de 2020). *Prontuario de información geográfica municipal , Tenango del Valle México*. Obtenido de [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/15/15090.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15090.pdf)
- Irastorza Vaca, P. (mayo de 2006). *Integración de la ecología del paisaje en la Planificación Territorial. Aplicación a la comunidad de Madrid*. Obtenido de [http://oa.upm.es/468/1/PEDRO\\_IRASTORZA\\_VACA.pdf](http://oa.upm.es/468/1/PEDRO_IRASTORZA_VACA.pdf)
- J, V. S. (Noviembre de 2011). *Adecuación de la gestión paisajística española al convenio europeo del paisaje. Análisis de las adaptaciones normativas autonómicas y sus implicaciones prácticas sobre los paisajes ordinarios. Actas XI Congreso Nacional de Medioambiente*. Madrid.
- J. V., Zubelzu Mínguez, S., Díaz Fernández, P. M., & Hernández Colomina, A. (2011). *decuación de la gestión paisajística española al convenio europeo del paisaje. Análisis de las adaptaciones normativas autonómicas y sus implicaciones prácticas sobre los paisajes ordinarios*. En A. X. Ambiente (Ed.). Madrid.
- Jankowski, P. J. (1995). *Making Sense of It All: Hermeneutics and Family Therapy*. DeKalb, IL.
- Kaymaz, I. C. (2012). *Landscape perception*. Turquía: INTECH.
- Labrador García, M., & Arabelo, M. (enero de 2012). *ReachGate*. Obtenido de Satélites de teledetección para la gestión del territorio: [https://www.researchgate.net/publication/259230060\\_Satelites\\_de\\_teledeteccion\\_para\\_la\\_gestion\\_del\\_territorio](https://www.researchgate.net/publication/259230060_Satelites_de_teledeteccion_para_la_gestion_del_territorio)
- Larrín, A. (1989). *Ambiente, calidad de vida y desarrollo*. Santiago Chile: Editorial Andres.
- Llausas, A. R. (2006). *"Conceptosy fundamentos en ecología del paisaje"(landscape ecology) ,Una interpretación desde la Geografía*. Girona, España: Universidad de Girona, Universidad de Geografíae Instituto del Medio Ambiente, España.
- MacArthur, R. h. (1967). *The Theory of island biogeography*. Princeton University Press.
- Maero, I., Rivarola, D., & Tognelli, G. (25 de Mayo de 2006). *DOCPLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/12732371-El-valor-del-paisaje-resumen.html>



- Martínes, D. (2013). *Small Steps toward achieving urban sustainability of the metropolitan area of México city. En Remaking Metropolis, Global challenges of the urban landscape.* . New York: Oxon, Routledge.
- Mateo Rodriguez, J. M., Vicente da Silva, E., & Cezar Leal, A. (2012). Paisaje y Geosistema: Apuntes para una discusión Teórica. *REVISTA GEONORTE*, 78-90.
- Mateo, J. (2000). Geografía de los paisajes (Primera Parte Paisajes naturales). Cuba: Facultad de Geografía, Universidad de la Habana.
- Mateo, J. (s.f.). *La concepcion sobre los paisajes vistadesde la Geografía,*. Cuba: Facultadde Geografía, Universidad de la Habana.
- Matsuoka, R. H. (2008). People needs in theurban landscape analysis of landscape and urban planning contributions. En R. H. Matsuoka.
- Matteucci, S. D. (1998). La cuestión del patrón y la escala en la ecología de paisaje y de la región. En *Sistemas Ambientales Complejos: Herramientas de Análisis Espacial* (págs. 219-247). Buenos Aires: EUDEBA.
- Mazari Hiriart, M. y. (2012). *Arquitecturade Paisaje. Obras, Proyectos y Reflexiones.Colección " Textos, Fa.* . México: UNAM: Facultad de Arquitectura.
- Merino, L. V. (21 de Junio de 2014). *El análisis del Paisaje.* Obtenido de Curso abierto de Paisaje Valladolid:  
<http://www.garciamerino.eu/PUBLICACIONES/El%20an%C3%A1lisis%20del%20paisaje%20para%20web.pdf>
- Minguet, J. M. (2012). *Landscape out of the city.* Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones .
- Miranda, J. (2016). El Pasó Exprés, la obra que acabaen la muerte . Cuernavaca: EL Universal.
- Molina, P. G. (2018). Ecología e interpretación del paisaje. Logroño ( LaRioja): Tutor Formación.
- MOPT. (1993). Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Madrid.
- MOPT. (1993). Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Madrid, España.
- Moruno, G. (1998). *Criterios de diseño para la integración de las construcciones rurales en el paisaje* (. Universidad Politécnica de Madrid ed.). Tesis Doctoral.
- Munar, E. (2008). Modelos teóricos y neurociencia cognitiva de la percepción. En J. Rosselló, A. Maiche, & D. y. Travieso. Barcelona: Manual de neuropsicología Vigerá.

- Muñoz Pedreros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 139-156.
- Muñoz Pedreros, Andrés. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 139-156.
- Muñoz, J. M. (junio de 2005). Percepción Remota "Fundamentos de Teledetección Espacial". México.
- Nogué, J. (2010). En *El paisaje en la ordenación del territorio. Estudios geográficos* (págs. 415- 449).
- Nogué, J. (9 de enero de 2014). Carreteras y paisajes . IESA, Doc. Trabajo N° 3. España.
- Ocaña Ocaña, C., & Galacho Jiménez, F. B. (2002). Un Modelo de Aplicación de SIG y Evaluación Multicriterio,. Málaga , España: Universidad de Málaga.
- Orozco, Silvia Arias. (2013). La Evaluación del paisaje en bahía de banderas, Puerto Vallarta. Concepción, Chile: Urbano.
- Ortiz M. (2016). Landscape (Notas) . En *El maco natural de ordenamiento territorial* (págs. 1-55pp). Ciudad de México: Posgrado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Ortiz, M. (2001). La degradación de los paisajes como concepción teórico-metodológica. En N. É. Serie Varia (Ed.). México: Instituto de Geografía UNAM.
- Ory, V. B. (2019). Una visión geográfica acerca de la degradación del paisaje y los problemas del medio ambiente. 19-33. Zaragoza, Aragón, España.
- Palma, M. V. (2015). Ensayo sobre la arquitectura del Paisaje en el Desarrollo Sustentable. 129-133.
- Parrilla Alcalá , Eulogio; Márquez Pérez, Joaquín; Rodríguez Díaz, Virginia;. (2005). Establecimiento de la Fragilidad Visual del paisaje mediante SIG en el entorno del P.N de la breña y marismas del Barbate. Cádiz, España.
- PDM. (01 de 04 de 2017). *Gobierno Municipal Ixtapan de la Sal*. Obtenido de [https://gobedomex-my.sharepoint.com/personal/copladem1\\_edomex\\_gob\\_mx/Documents/Planes%20de%20Desarrollo%202015-2018/PDM%20Ixtapan%20de%20la%20Sal.pdf](https://gobedomex-my.sharepoint.com/personal/copladem1_edomex_gob_mx/Documents/Planes%20de%20Desarrollo%202015-2018/PDM%20Ixtapan%20de%20la%20Sal.pdf)
- PDU. (2017). *Gaceta Municipal de Tenancingo*. Obtenido de [https://gobedomex-my.sharepoint.com/personal/copladem1\\_edomex\\_gob\\_mx/Documents/Planes%20de%20Desarrollo%202015-2018/PDM%20Tenancingo%202016-2018.pdf](https://gobedomex-my.sharepoint.com/personal/copladem1_edomex_gob_mx/Documents/Planes%20de%20Desarrollo%202015-2018/PDM%20Tenancingo%202016-2018.pdf)

- Pedrerros, A. M. (2003). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 18.
- Pérez Ortiz, L. (Noviembre de 2017). Valoración de la fragilidad y la calidad visual del paisaje aplicando un SIG caso de estudio, Santa Ana. Heredia, Cantón de Heredia, Costa Rica.
- Pérez, Y. (2015). *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. Obtenido de [http://congresoage.unizar.es/eBook/trabajos/083\\_Perez.pdf](http://congresoage.unizar.es/eBook/trabajos/083_Perez.pdf)
- Pitte, J.-M. (1984). *Histoire du paysage français*. In: *Norais*, . Juillet-Septembre .
- Polakoski, K. (1975). *Landscape assessment of the Upper Great Lakes basin resources: a macro- geomorphic and micro- composition analysis*.
- Pradilla, E. (2010). Mundialización neoliberal, cambios urbanos y políticas estatales en América Latina. *Cadernos Metròpole* .
- Primack, R. B. (1998). *Essentials of Conservation Biology, 2da. ed.* Massachusetts,: Sinaur Associates.
- PTEO. (2010). *Plan Territorial de Ordenación de Residuos de la Isla de Tenerife*. Isla de Tenerife: Cabildo de Tenerife.
- Ramos et al. (1986). Visual Landscape Evaluation. A grid Technique. *Landscape Planning*,.
- Ramos, B. M. (2014). *Estudio sobre Métodos de evaluación del paisaje y su pontencial en la integración de las autopistas en el paisaje, Nueva propuesta metodológica basada en sistemas de información geográfica y aplicación a autopistas en operación*. Madrid.
- Risser, P., Karr, J., & Forman, R. (1983). Landscape Ecology Directions and Approaches. *Illinois Natural History Survey Special Publication Number 2*, 11-14.
- Romero, A. G. (2002). El entendimiento objetivo del paisaje: el paisaje sistema. En *El paisaje en el ámbito de la geografía* (págs. 22-23). Ciudad de México: UNAM Geografía.
- Romero, F. S. (24 de enero-junio de 2006). La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental. (Aquatic, Ed.) *Redalyc*, 16-34. Recuperado el 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/494/49402403.pdf>
- Romero, H., López, C., & Sandoval, G. (4 de diciembre de 2009). *Degradación Ambiental de Paisajes Naturales y Expansión Urbana de Viña del Mar*. Obtenido de III Coloquio Chile, del País Urbano al País Metropolitano, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118158/DegradacionAmbiental.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México: Limusa.
- Santos, M. (2000). La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción. Barcelona- España: Editorial Ariel, S.A. Colección Geografía.
- Sanz, G. T. (1996). La cuenca visual en el análisis del paisaje . Madris.
- SAPM. (2011). Carta Mexicana del Paisaje. En S. d. México, *Carta Mexicana del Paisaje* (págs. 118-120). Ciudad de México: UNAM.
- Sauer, C. O. (2006). La morfología del paisaje. (C. d. (CISPO), Ed.) *POLIS Revista Latinoamericana*, 8-12. Obtenido de URL: <http://journals.openedition.org/polis/5015>
- Schwartz, J., & James, R. (2003). Introduction: Photography and the geographical imagination. Londres: I.B Tauris.
- SCT. (2010). *4 Infraestructura*. Obtenido de [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/CAP-04.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/CAP-04.pdf)
- SEDUV. (Junio de 2010). *Plan de Desarrollo Urbano de Tenancingo*. Obtenido de [http://seduv.edomexico.gob.mx/planes\\_municipales/Tenancingo/DPUtngo.pdf](http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Tenancingo/DPUtngo.pdf)
- SEDUV. (Octubre de 2011). *Ayuntamiento de Tenango del Valle y el Gobierno del Estado de México*. Obtenido de [http://seduv.edomexico.gob.mx/planes\\_municipales/Tenango%20del%20valle/pdumtv.pdf](http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Tenango%20del%20valle/pdumtv.pdf)
- SEMARNAT. (2000). Registro Nacional de Areas Naturales Protegidas. Ciudad de México.
- SEMARNAT. (2003). *GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL*. Recuperado el 18 de 03 de 2018, de [www.semarnat.gob.mx/dgira/guias.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/dgira/guias.shtml)
- SEMARNAT. (2014). *Inventario Estatal Forestal y de Suelos- Estado de México*. Obtenido de <http://probosque.edomex.gob.mx/sites/probosque.edomex.gob.mx/files/files/inventarioFtal/inventarioEstatalFtalSuelosEdoMex2014.pdf>
- SIGSA. (2015). *ESRI*. Obtenido de <https://www.sigsa.info/productos/percepcion-remota>
- Simula, M., & Mansur, E. (2011). El desafío mundial que reclama una respuesta local. *Unasyva*, 3-6.
- Solari et al. (2009). Valoración de la calidad y la fragilidad visual del paisaje. *Revissta Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*(Cuadernos 30), 220-240.

- Spellerberg, I. F. (1999). *An introduction to applied biography*. Cambridge: University Press.
- Tamayo, H. G. (2001). Diseños muestrales en la investigación . En U. d. Medellín (Ed.). Medellín, Colombia.
- Thompson, I., MR, G., & Okabe, K. (2013). An Operational Framework for Defining and Monitoring Forest Degradation. *Ecol Soc*18:art 20.
- Troll, C. (1968). Ecología del paisaje. Trad por Stephan Scheibner (2003). 71-84: Gaceta Ecológica.
- Van den Berg, A. E.-W. (2010). Manicured, romantic, or wild ?The elation between need for structure and preferences for garden styles. *Urban Forestry and Urban Greening* . En *Manicured, romantic, or wild ?The elation between need for structure and preferences for garden styles*. (págs. 179-186).
- Vergara, M. P. (2015). Ensayo sobre la aquitectura del paisaje en el desarrollo sustentable. *Bitacora Arquitectura*, 130-131.
- Vergara, M. P. (Julio de 2015). Ensayo sobre la arquitectura del paisaje en el desarrollo sustentable. Chile.
- Zonneveld, I. (1995). *Land ecology: an introduction to landscape ecology*. Amsterdam: SPB. Academic Publishing.
- Zube, E. H., L. SELL, J., & G. Taylor, J. (1982). *Landscape perception: research, application and theory*. Arizona.

