



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Planeación Urbana y Regional



Título de la Tesis:

“La Aplicación de un Sistema de Información Territorial, como Herramienta de Control y Gestión del Territorio a través del uso de Software de Código Abierto, en la Cabecera Municipal de San Martín de las Pirámides, Estado de México.”

Para Obtener el Título de Licenciado en Planeación Territorial

Presenta:

Roberto Carlos Rojas Ramírez

Director de Tesis

M. EN. E. U. R. Isidro Rogel Fajardo

Co Director de Tesis

M. EN. C.A. Isidro Colindes Jardón

Toluca de Lerdo, Estado de México abril 2017

Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 7 |
| 1. Conceptualización de los SIT y la Gestión del Territorio | 17 |
| 1.1. Proceso de Urbanización y la Planeación del Territorio | 17 |
| 1.1.1. Metápolis | 21 |
| 1.2. Gestión Urbana | 26 |
| 1.2.1. Instrumentos de Administración del Territorio | 27 |
| 1.3. Sistemas de Información Geográfica..... | 33 |
| 1.4. Elementos de un Sistema de Información Geográfica | 39 |
| 1.4.1. Datos | 40 |
| 1.4.2. Modelado de Datos Digitales | 42 |
| 1.4.3. El Modelo Vectorial..... | 42 |
| 1.4.4. Raster..... | 44 |
| 1.4.5. Sistemas de Coordenadas..... | 45 |
| 1.5. Problemas que Puede Resolver un SIG | 46 |
| 1.6. Sistemas de Información Territorial | 47 |
| 1.7. Principales Funciones y utilidad de los SIT | 52 |
| 1.8. Software de Código Abierto | 54 |
| 1.8.1. Software con Licencia..... | 54 |
| 1.8.2. Software Código Abierto | 56 |
| 1.8.3. Ventajas y Desventajas | 56 |
| 2. Análisis de las Variables que Conforman el SIT | 57 |
| 2.1. Delimitación de la Zona de Estudio | 57 |
| 2.2. Marco Jurídico de la Planeación | 62 |
| 2.3. Variables Demográficas y Socioeconómicas..... | 66 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 2.3.1. | Aspectos Demográficos | 66 |
| 2.3.2. | Distribución de la Población..... | 67 |
| 2.3.3. | Estructura Poblacional..... | 70 |
| 2.4. | Variables Económicas..... | 70 |
| 2.4.1. | Población Económicamente Activa, Ocupada e Inactiva | 71 |
| 2.4.2. | Actividades Económicas..... | 71 |
| 2.5. | Condiciones Geográficas | 72 |
| 2.5.1. | Relieve | 73 |
| 2.5.2. | Geología..... | 77 |
| 2.5.3. | Edafología | 80 |
| 2.5.4. | Hidrología | 82 |
| 2.6. | Uso de Suelo | 84 |
| 2.7. | Condiciones Ambientales..... | 86 |
| 2.7.1. | Unidades de Gestión Ambiental | 86 |
| 2.7.2. | Áreas Naturales Protegidas..... | 88 |
| 2.8. | Delimitación de la Zona Urbana | 90 |
| 2.9. | Normas de Usos y Destinos del Suelo | 92 |
| 3. | Metodología del SIT para San Martín de las Pirámides | 95 |
| 3.1. | Sistema de Información Geográfico | 95 |
| 3.2. | Sistemas de Coordenadas, Proyecciones y Dátum..... | 96 |
| 3.3. | Escala de la Información | 98 |
| 3.4. | Información Cartográfica | 100 |
| 3.5. | Tipos de Datos de Entrada..... | 100 |
| 3.5.1. | Metadatos..... | 100 |
| 3.6. | Descripción de los Criterios..... | 101 |

| | |
|--|-----|
| 3.7. Variables Físicas..... | 102 |
| 3.7.1. Pendiente | 103 |
| 3.7.2. Rocas | 106 |
| 3.7.3. Suelos | 107 |
| 3.7.4. Cuerpos de Agua..... | 108 |
| 3.8. Digitalización de los Usos de Suelo | 110 |
| 3.9. Restricciones Ambientales | 116 |
| 3.10. Administrativos..... | 121 |
| 3.10.1. Usos urbanos Reales | 121 |
| 3.10.2. Tenencia de la Tierra..... | 122 |
| 3.10.3. Delimitación del Área Urbana | 124 |
| 3.10.4. Zonificación | 125 |
| 3.10.5. Sitios de Valor Patrimonial | 126 |
| 4. Conclusiones. | 132 |
| 5. Bibliografía..... | 140 |

Índice de tablas.

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Proceso de Urbanización de 1900-1930..... | 23 |
| Tabla 2. Proceso de Urbanización de 1940-1970..... | 24 |
| Tabla 3. Proceso de Urbanización 1980-2010 | 25 |
| Tabla 4. Diferencias entre los SIG y los SIT | 49 |
| Tabla 5. Aplicaciones de los SIT | 53 |
| Tabla 6. Localidades que integran el Municipio San Martín de las Pirámides. | 59 |
| Tabla 7. Crecimiento Urbano del Municipio de San Martín de las Pirámides..... | 67 |
| Tabla 8. Localidades por Tamaño de Población..... | 68 |
| Tabla 9. Porcentaje de Pendientes y usos Recomendados..... | 73 |
| Tabla 10. Usos de Suelo del Municipio de San Martín de las Pirámides. | 84 |
| Tabla 11. Metadatos | 101 |

Índice de mapas

| | |
|--|----|
| Mapa 1. Zona Metropolitana de la Ciudad de México..... | 22 |
| Mapa 2. Localización de la Zona de Estudio | 58 |
| Mapa 3. Regiones Geopolíticas del Estado de México..... | 61 |
| Mapa 4. Localidades por Tamaño de Población..... | 69 |
| Mapa 5. Pendientes en el Municipio de San Martín de las Pirámides. | 76 |
| Mapa 6. Geología del Municipio de San Martín de las Pirámides..... | 79 |
| Mapa 7. Edafología del Municipio de San Martín de las Pirámides. | 81 |
| Mapa 8. Hidrología del Municipio de San Martín de las Pirámides. | 83 |
| Mapa 9. Usos del Suelo en el Municipio de San Martín de las Pirámides. | 85 |
| Mapa 10. Unidades de Gestión Ambiental. (POETEM) | 87 |
| Mapa 11. Parques Estatales contemplados dentro de los límites municipales. | 89 |
| Mapa 12. Estructura del Suelo, Municipio de San Martín de las Pirámides. | 91 |
| Mapa 13. Zonificación del Suelo Urbano del Municipio de San Martín de las Pirámides..... | 94 |

Introducción

El presente trabajo de investigación aborda el diseño de un Sistema de Información Territorial (SIT) como herramienta de gestión del territorio que ayude a la toma de decisiones, mediante el uso de tecnologías de Software de Código Abierto¹, la zona de estudio es la Cabecera Municipal de San Martín de la Pirámides, Estado de México y forma parte de una de las Zonas Metrópolis más grandes del mundo, su relación directa con la Ciudad de México, Tulancingo y Pachuca de Soto ambas en Hidalgo expone los problemas del proceso de urbanización que han experimentado las ciudades mexicanas a lo largo del Siglo XX y a principios del Siglo XXI.

El proceso de urbanización en la Ciudad de México y en general en el país, ha sido ininterrumpido, desde principios del Siglo pasado y lo que va de este Siglo, lo que se ve reflejado en el aumento de ciudades, y de cómo estas se encuentran distribuidas en el territorio, por lo que se interrelaciona con el crecimiento de la población, pues hoy de día existen zonas urbanas de gran tamaño como la Ciudad de México, interconectadas con otras zonas metropolitanas de menor tamaño por vías de comunicación de alta velocidad y mejores sistemas de transporte.

Pero, ¿Cómo se llegó a esto? para precisar de mejor manera esta situación es necesario mencionar que el desarrollo de la ciudades se dio a partir del crecimiento económico, el cual origina una fuerte migración de las personas de los municipios cercanos a la ciudad, los cuales perseguían mejores oportunidades y comodidades, comparadas contra las que tenían en el campo, esta transformación de actividades primarias a actividades secundarias y terciarias aceleró el proceso de urbanización en la Ciudad de México, y dio paso a una rápida industrialización, resultado de la implantación de un modelo económico llamado sustitución de importaciones. (Garza, 1990)

¹ Software distribuido y desarrollado libremente, (con acceso al Código fuente)

El desarrollo de la Ciudad de México, se puede definir hasta el momento en 4 etapas, que son las que (Garza, 1990) hace mención, la primera de las etapas la llama, crecimiento de núcleo central (1900 a 1930), conocida como la primera fase del metapolitanismo donde se da la primera expansión de la Ciudad a las Delegaciones de Coyoacán y Azcapotzalco. Para la segunda etapa, llamada Expansión Periférica de 1930 a 1950, surge por primera vez el nombre de Área Urbana de la Ciudad de México (AUCM), la cual ya presenta un crecimiento acelerado de la mancha urbana, y como característica principal se experimentó una descentralización del comercio, servicios y población del centro de la ciudad, en este momento se integró por 6 Delegaciones y por primera vez un municipio del Estado de México; al Norte de la ciudad.

Para las siguientes etapas, la Ciudad de México experimentó su límite máximo de crecimiento, es decir, los límites políticos fueron alcanzados y es el Estado de México el que soporta todo el crecimiento de la ciudad. La tercera etapa, Dinámica Metropolitana (1950 – 1980) Deja de llamarse AUCM, y se convierte en el Área Metropolitana de la Zona de México (AMCM) en este momento ya se componía de las 16 Delegaciones del Distrito Federal y 21 municipios del Estado de México, se caracterizó por ser la metrópoli más poblada del planeta. Para la cuarta etapa, Metápolis Emergente (1980 – 2010) la cual surge de la integración de núcleos urbanos anteriormente aislados, como es el caso del Área Metropolitana de la Ciudad de Toluca, pues esta y el AMCM, son capaces de incluir indistintamente el Municipio de Huixquilucan, el cual se convierte en límite entre ambas metrópolis, en otras palabras, esto da paso a que se denomine como Metápolis de la Ciudad de México.

Por último, una etapa a la que ya no hace alusión Gustavo Garza, pero que puede decirse que ya es una realidad, de acuerdo a lo que se experimenta dentro de la Metápolis de la Ciudad de México, el crecimiento de los centros de población a la periferia de la Ciudad de México, en los Estados de Querétaro, Tlaxcala, Hidalgo, Morelos, Puebla, que incluso, de ser expulsores de población pasaron a ser receptores, en este intercambio migratorio, comienza a ser ya la suma de varias

zonas Metropolitanas, influenciadas por el dinamismo de la Ciudad de México, la cual funciona como núcleo, desarrollada principalmente por la rápida conectividad que experimentan dichos centros de población, además de los avances significativos en los medios de comunicación y transporte cada vez más efectivos. (Chávez & Guadarrama, NA)

La expansión de la ciudad para finales de siglo pasado, presentó un patrón de crecimiento disperso, el cual fue incorporando paulatinamente asentamientos tanto como planeados como no planificados, es decir, muchos de estos fueron pueblos tradicionales donde predominaban las actividades primarias y poco a poco fueron intercambiándolas por las actividades del sector terciario o secundario, resaltando que, este cambio de rural a urbano, es el que conlleva el proceso de urbanización. (Aguilar, 2002)

Muchos de estos sub-centros urbanos, crecieron de una forma similar a la que experimentó la mega ciudad, desde su interior, los pueblos, se convierten en ciudades, que de alguna forma se convierten en los centros urbanos, y a su periferia² comienzan a formarse nuevas localidades, dispersas y muchas veces nacen siendo asentamientos irregulares, debido a que se encuentran fuera de las zonas previstas como urbanizables, dentro de la normatividad urbana.

Estos asentamientos se caracterizan por tener usualmente una mala calidad de vivienda, trazado urbano, deficiente dotación de servicios básicos, como energía eléctrica, drenaje, agua potable, entre otros, es en esta etapa en la que las autoridades municipales comienzan a enfrentar problemas, pues la distancia de los centros de población consolidados y los nuevos asentamientos suele ser considerable, lo que complica la dotación de los mismos.

El problema radica en que los municipios, cuentan con los Instrumentos de gestión urbana que permitan un crecimiento ordenado y sustentable como es el caso de los Planes de Desarrollo Urbano (PDU), los Ordenamientos Ecológicos (OE),

² Zona inmediata al exterior de un Centro Urbano.

Reglamentos de Imagen Urbana (RIU), por mencionar algunos, y en muy pocos casos cuentan con todos, pero al menos con un PMDU se cuenta, en dicho instrumento se especifican las zonas urbanas, zonas urbanizables y las zonas no urbanizables dentro del municipio, además de contar con una zonificación en la que se determinan las subdivisiones mínimas de los predios y su compatibilidad de usos.

Tal es el caso para el Municipio de San Martín de las Pirámides, Estado de México. Siendo la Cabecera Municipal una ciudad intermedia, en la que su población se ve relacionada con el núcleo de la Ciudad de México, ya sea por trabajo o educación, y de igual forma con la Zona Metropolitana de Pachuca de Soto. Donde el crecimiento tendencial se dirige hacia esta zona, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias que controlen el crecimiento, manteniendo al municipio en las condiciones óptimas para su desarrollo y crecimiento planificado y ordenado.

Por otro lado, el gobierno estatal cuenta con información geográfica ideal y optimizada para ser empleada por las administraciones municipales, desafortunadamente, estos, no siempre cuentan con personal indicado para llevar a cabo estas tareas, al momento de otorgar el permiso de construcción, solo se tiene como referencia un mapa impreso, el cual no tiene la certeza geo-espacial necesaria para la autorización de los permisos.

En ocasiones, el costo de la inversión en la actualización de los instrumentos de gestión del territorio y de la cartografía necesaria para ejecutarlos, suele ser elevado, para que estos, solo se queden almacenados y no se lleve a cabo una correcta implementación de las estrategias ahí planteadas.

Es por eso que la propuesta de aplicación de un Sistema de Información Territorial (SIT) que sea el resultado de una investigación de las condiciones físicas del municipio, instrumentos de gestión del territorio y ambientales sean integrados a un SIT, que permita la visualización y manipulación de las estrategias planteadas en los Planes y Programas de desarrollo urbano, facilitará la toma de decisiones, sin que requieran de personal altamente calificado para llevar a cabo las labores de

dotación de permisos y regule el crecimiento de acuerdo a lo previamente planificado por las autoridades municipales.

El primero de los objetivos particulares es el de conceptualizar el proceso de urbanización en el Municipio de San Martín de las Pirámides, desarrollado a través de información territorial en un contexto geo-espacial. Esto, entre otras cosas permite, describir el proceso por el cual se generan las variables cartográficas que sirven de insumo para realizar el análisis mediante el uso de software código abierto. Una vez definidas se pueda desarrollar la metodología para aplicar un SIT para la gestión y control del desarrollo urbano. Finalmente mostrar las ventajas del uso del software código abierto como herramienta en la gestión y control del desarrollo urbano mediante una correcta toma de decisiones.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) surgen como respuesta a los problemas de localización geo-espacial dentro del territorio. Desde hace muchos Siglos, la cartografía ha estado presente en nuestras vidas, ahora, en la actualidad de la mano de la era de la información, pues su uso en formato digital, permite gestionar grandes cantidades de datos, analizar en un breve lapso de tiempo y obtener respuestas de modo inmediato, asimismo, mucha gente hace uso de estas herramientas sin saberlo, ya usa el navegador de un automóvil, o el de los teléfonos inteligentes, los servicios de ubicación en las redes sociales que recomiendan lugares cercanos a la ubicación actual o de acuerdo a intereses y gustos. Esto por mencionar algunas de las aplicaciones a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el uso cotidiano y natural. Los SIG están dejando de ser exclusivamente de usos militares o de investigadores, las empresas privadas, gobiernos y población en general, se están volviendo usuarios de estas herramientas.

Sin embargo, para este trabajo de investigación se pretende abordar estos sistemas de información desde el punto de vista territorial, es decir, un SIT(SIT), el cual se centra en las relaciones entre el espacio, (territorio) la naturaleza y la sociedad, cabe señalar que este concepto se puede vincular en la actualidad a una de las nuevas y crecientes formas de representación de la información geográfica digital, que son

los servidores de mapas en internet, su uso principalmente se enfoca a plataformas multiusuario. (Montalvo, 2010)

El uso de los SIT podría dar respuesta a uno de los principales problemas a los que se enfrentan las ciudades del mundo y en específico a las ciudades situadas en países en vías de desarrollo; como México y su creciente número de zonas metropolitanas que año con año se fusionan a las también nuevas localidades que en la mayoría de los casos tienden a ser con un crecimiento disperso, sin orden e irregulares, derivando en problemas sociales y demográficos como podrían ser; pobreza extrema, desempleo, marginación e inseguridad, estas condiciones suelen ser desfavorables para algunos sectores de la población y al final repercuten en su calidad de vida, debido a la carencia de infraestructura eléctrica, sanitaria, potable, vivienda e incluso de servicios educativos y de salud, pocas opciones de transporte, tráfico y problemas ambientales. Este tipo de crecimiento (disperso), constituye la forma en la que crece la ciudad, dejando a un lado aspectos tan importantes como la sustentabilidad ambiental, el control y gestión del territorio y a la misma sociedad que vive dentro de las zonas urbanas.

La zona de estudio propuesta es el Municipio de San Martín de la Pirámides, Estado de México, el cual forma parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, su ubicación geográfica le permite participar en las actividades económicas dentro de la Ciudad de México y en otros centros urbanos como Tulancingo e inclusive Pachuca de Soto, en el estado de Hidalgo, cabe resaltar la cercanía con el centro arqueológico más importante del país, (Teotihuacán) el cual registra millones de visitas año con año, por lo que el tener una adecuada gestión del territorio, permitiría un aumento en la calidad de vida de los habitantes del municipio.

El desarrollo urbano que ha tenido en las últimas décadas, ha sido a partir de su localidad central o Cabecera Municipal (Villa de San Martín de las Pirámides), la cual alberga más del 50% de la población del municipio, sin embargo, las demás localidades se encuentran dispersas, creciendo de forma lineal a lo largo de las principales carreteras, utilizando suelos con vocación agrícola. A pesar de que se

cuenta con el interés de las autoridades municipales por resolver la problemática, muchas veces los Planes de Desarrollo Urbano nunca ejecutan adecuadamente, las políticas y estrategias planteadas, aunado a esto, las diferentes áreas que integran el Ayuntamiento trabajan indistinta e independientemente, cumpliendo sus propias metas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), de donde se desprenden los Sistemas de Información Territorial (SIT), no han sido implementados del todo en México debido a diferentes factores, el uso de estas herramientas tiende a ser sobrevalorado y se tiene la idea que para ser usuario final, debe de ser especialista en la materia, otro de los aspectos importantes es el costo de las licencias, las cuales suelen ser por un solo equipo y requiere de computadoras especiales para que este pueda funcionar en óptimas condiciones, por estas y otras razones el uso de los SIT, no ha sido explotado a nivel municipal, dejando solo el uso de estas a Instituciones de Gobierno Federal o Estatal, Institutos de Investigación, Universidades y el Sector Privado.

Sin embargo, estos, se constituyen principalmente de la gestión de información y se vuelven un medio con el cual se puede visualizar y representar los datos espaciales. Por ello, su importancia como herramienta estratégica para la gestión del territorio, facilitando la coordinación entre los actores que intervienen en el desarrollo del municipio, estos pueden ser públicos y privados, ya que en ambos casos cuentan con un elemento de comunicación rápido que facilita la manipulación de un gran número de variables, ofreciendo con esto, mejores resultados en la toma de decisiones.

Los SIT, han logrado tener una gran aceptación en el mundo, esto sumado con la creciente y rápida evolución del software y las tecnologías como tal, nos enfrentamos a una nueva era en las comunicaciones lo que favorece el intercambio de información y herramientas que hace 20 años no contábamos, el internet, imágenes de satélite, y diferentes opciones de software, conviven en un entorno

que sirve de mucho al desarrollo de los SIT, y no solo a eso, sino a la administración y gestión del territorio.

Actualmente, las computadoras desde las de escritorio hasta las portátiles, cuentan con las características mínimas para operar un SIT. Básicamente solo se necesita una conexión a internet para el uso de algunas de las herramientas, y cabe señalar que, otra de las ventajas de esta expansión en la era de la información, es que, existe software código abierto de uso libre, con el que los gastos iniciales se pueden reducir bastante.

Sin embargo, es importante aclarar que no todas las herramientas libres y gratuitas, sean programas o aplicaciones cumplen con los estándares mínimos para ser considerados como parte de un SIT, como por ejemplo Google Earth o Google Maps, los cuales muestran fotografías de La Tierra, y como referencia son totalmente válidos, pero su precisión geográfica, dentro de su plataforma nativa no es la ideal ni exacta, a estos se les pueden agregar capas de información e inclusive hacer algunas mediciones, pero no por esto los consideramos como SIT o SIG, pero, es posible fusionar estas aplicaciones con otras especiales para uso de SIG, que mejoran la certeza de la información.

La fusión entre la tecnología cada vez más asequible y las herramientas SIT, además de la preocupación de la sociedad por mejorar la calidad de vida, su entorno, su desarrollo y su economía, se vuelve un factor clave para, los especialistas en desarrollo urbano y las autoridades municipales, pues los SIT permiten incidir de mejor manera a la toma de decisiones, con respaldo en las bases de datos e información cartográfica, que alguna vez fueron solo números aislados en papel, estos se interrelacionan, en un sistema digital, donde se considera un sin número de bases de datos, e información georreferenciada del territorio, como los riesgos urbanos, naturales, antrópicos, los usos de suelos, zonificaciones, y compatibilidad de usos, y demás información plasmada en los instrumentos de gestión y control del desarrollo urbano.

Por tal motivo, en esta investigación se pretende demostrar que, la aplicación de un Sistema de Información Territorial que integre documentación plasmada en instrumentos de administración del territorio que coordinan el crecimiento de un área específica, mediante limitantes o estrategias al proceso de urbanización, plasmadas en bases datos en formato digital, así como, la Información geográfica, se convierte en una herramienta de gestión y control del territorio, que facilita la toma de decisiones pertinentes al desarrollo urbano sin contar con un especialista altamente calificado, reduciendo incluso los costos de mantenimiento y de ejecución al utilizar software de código abierto.

Para poder llegar a esto, el primer capítulo, tiene como objetivo conceptualizar el proceso de urbanización, los sistemas de gestión y conocer cómo se conforman los Sistemas de Información Territorial, se aborda el proceso de urbanización de la Ciudad de México, desde principios del Siglo XX a la fecha. Donde se resalta la aplicación de los modelos económicos implementados en el país, los cuales dieron resultados en su momento, sin embargo, una incorrecta planeación del crecimiento, detonó en problemas sociales, ambientales y territoriales.

En el segundo capítulo, se describe la zona de estudio las variables con las que se elaborará el SIT, haciendo evidente que la información e instrumentos enfocados a la planeación del territorio existen, pero su aplicación no ha sido la ideal ni correcta por lo que es necesario innovar en cuanto a la forma en que estos deben ser ejecutados.

En el capítulo tercero, se muestra la metodología que se siguió para poder diseñar un SIT, donde se abordan temas como el tipo de proyección cartográfica o sistema de coordenadas y las características mínimas de la información vectorial lo que permita que los resultados sean confiables. Esto permitirá interactuar de mejor manera con la información estadística, física-geográfica, limitantes al desarrollo urbano, zonas de riesgo, así como las estrategias planteadas en los instrumentos como los PMDU, dejando con esto a un lado la información impresa la cual presenta

dificultades de interpretación al sobreponer información de una capa con otra, o que los recursos gráficos como los mapas, estén impresos en diferente tamaño y escala.

Finalmente, en el último capítulo se presentan las ventajas que tiene la aplicación de un SIT en una plataforma de software de código abierto, respondiendo con esto nuestra pregunta de investigación.

1. Conceptualización de los SIT y la Gestión del Territorio

El marco conceptual que se desarrolla a continuación, permitirá conocer los conceptos básicos necesarios para el entendimiento del proyecto de investigación.

Se parte de la definición del proceso de urbanización, con la implementación de diferentes modelos económicos. Seguido de esto, entra el concepto de gestión, el cual se aborda desde el contexto nacional, haciendo referencia a los primeros intentos por contar con un adecuado sistema de planeación en el país.

Continuando con los SIG, desde sus antecedentes e historia, y como se integran mostrando cuál es la diferencia real a los SIT, objetivo real del estudio de investigación. Finalmente, resaltar las ventajas del software de código abierto, haciendo un comparativo de las herramientas y funcionalidades que ofrece el software especializado en cartografía.

1.1. Proceso de Urbanización y la Planeación del Territorio

Antes de explicar cómo será la relación de los SIT con la gestión del territorio es necesario comprender un poco como es que los conceptos de territorio, gestión, ciudad, urbanización, planeación territorial e instrumentos de planeación y jurídicos, se pueden representar dentro de un sistema de información y con esto ayudar en la administración y gestión del territorio.

Se toma como punto de partida al proceso de urbanización el cual, se remonta a principios del Siglo XX, existen antecedentes anteriores a esto, no precisamente dentro de la zona de estudio, pero el antecedente más lejano al proceso de urbanización es cuando los seres humanos dejaron de ser nómadas y comenzaron a establecerse en pequeñas comunidades o grupos, las primeras ciudades que se tiene conocimiento son la de Mesopotamia o Babilonia, pues estas ciudades en su momento fueron capaces de almacenar grandes cantidades de alimento, lo que les permitió dedicarse a otras actividades, independientes de la agricultura, como el comercio por mencionar un ejemplo. Por tal motivo se considera que los primeros años del Siglo XX son un excelente arranque, ya que también coincide con el

surgimiento de los primeros autores que centraron sus estudios en temas de la ciudad.

Uno de estos primeros estudios estuvo enfocado a definir lo urbano de lo rural, la principal característica que fue tomada en consideración fue la del tamaño de la población, pues sociólogos y geógrafos emplearon estos datos para definir lo urbano de lo rural; cuando una población habitaba dentro de un grupo continuo de viviendas, como ciudades o zonas urbanas, como cita Capel al sociólogo francés R. Maunier el cual define a la ciudad como:

“una sociedad compleja, cuya base geográfica es particularmente restringida con relación a su volumen cuyo elemento territorial es relativamente débil en cantidad con relación al de sus elementos humanos” (Capel, 1975)

En el pasado quizá esto fuese suficiente para hacer dicha distinción, sin embargo, existían áreas pobladas, con una extensión territorial muy grande, fue entonces cuando, se propuso incluir otra variable más, la de la densidad, a lo que se entiende como, el número de habitantes dentro de un área determinada, un ejemplo de eso es el siguiente concepto.

“generalmente se hace referencia a una porción concreta del espacio, más o menos claramente delimitado, con una organización y una morfología característica” (Angulo & Dominguez, 1991).

Es decir, se suma al concepto los límites territoriales e incluso ahora se habla sobre organización y un núcleo, como podemos leer a continuación (Capel, 1975) cita dos interesantes conceptos que definen de mejor forma la diferencia que estamos buscando, el primero de ellos, H. Dörries.

“una ciudad se reconoce por su forma más o menos ordenada, cerrada, agrupada alrededor del núcleo fácil de distinguir y con un aspecto muy variado, acompañado de diversos elementos” (Capel, 1975)

En segundo lugar, a Ratzel donde considera a la ciudad como:

“una reunión duradera de hombres y de viviendas humanas que cubre una gran superficie y se encuentra en la encrucijada de grandes vías comerciales” (Capel, 1975)

Se tienen otras variables a considerar sobre el tema y la que resalta es el aspecto económico, es decir las actividades agrícolas dejan de ser tan importantes dentro de una ciudad y se comienzan a realizar distintos intercambios económicos.

A manera de resumen, se tienen los rasgos o variables que con mayor frecuencia se han utilizado para diferenciar si es, o no, una ciudad, las primeras características son el tamaño y densidad, esto se refiere al número de habitantes dentro de una determinada zona, cabe señalar en este punto que en la actualidad aún no se tiene definido un número mínimo de habitantes a nivel mundial, el cual varía de país a país, en el caso de México, se utiliza para esta diferenciación a las localidades menores de 2,500 habitantes como poblaciones rurales y a las mayores como población urbana³. Este será el número que utilizaremos posteriormente. La segunda característica es el aspecto del núcleo, caracterizado por un orden y estar agrupado, el cual se puede diferenciar a simple vista, la tercer característica y quizá la más importante, responde el por qué, las personas migran del campo a la ciudad, con esto me refiero a la diversificación de actividades económicas, dentro de esta zona (zona urbana), las actividades destinadas a obtener los recursos o materias primas, no forman parte de la oferta de trabajo, sin embargo son materias que se necesitan y estas se continúan llevando desde fuera del área urbana, y predominan las actividades secundarias y últimamente las actividades terciarias es decir, la transformación de las materias primas en diversos productos y en su comercialización, interna y externa. Se puede revisar en el siguiente concepto de Arousseau:

“rurales son aquellos sectores de la población que se extienden en la región y se dedican a la producción de los artículos primarios que rinde

³ INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía

La Tierra; los sectores urbanos, en cambio, incluyen a las grandes masas concentradas que no se interesan, al menos en forma inmediata, por la obtención de materias primas, alimenticias, textiles o de confort en general, sino que están vinculadas a los transportes, a las industrias, al comercio, a la institución de la población, a la administración del estado o simplemente a vivir en ciudad” (Capel, 1975).

Como se puede leer al final, se incluye la parte de la calidad de vida, la cual se caracterizó por tener mejores servicios y acceso incluso a las tecnologías de la comunicación.

Una vez que se explica esta diferencia podemos comprender entonces que la urbanización es básicamente un proceso de concentración de la población (Tisdale, 1942). Esta concentración se da en puntos determinados los que se caracterizan por la sustitución en las actividades económicas, esto lo debemos de ver como un proceso, en este sentido.

“son series de transformaciones que van teniendo lugar a lo largo del tiempo y mediante los cuales algo que no lo era, adquiere carácter de urbano” (Angulo & Dominguez, 1991).

por su parte Chávez y Guadarrama lo definen de la siguiente manera:

“Se caracteriza por el desarrollo incesante de la división social del trabajo, que transforma la fuerza laboral agrícola hacia actividades secundarias y terciarias: la modernización tecnológica de los procesos de producción” (Chávez & Guadarrama, NA)

Esta serie de transformaciones que va teniendo a lo largo del tiempo este proceso de urbanización ha sido prácticamente ininterrumpido desde principios del Siglo XX a diferentes ritmos, pero continuo, marcado principalmente por la revolución industrial y la llamada sustitución de importaciones, políticas de apertura, liberación comercial, avances tecnológicos en telecomunicaciones y transportes más grandes

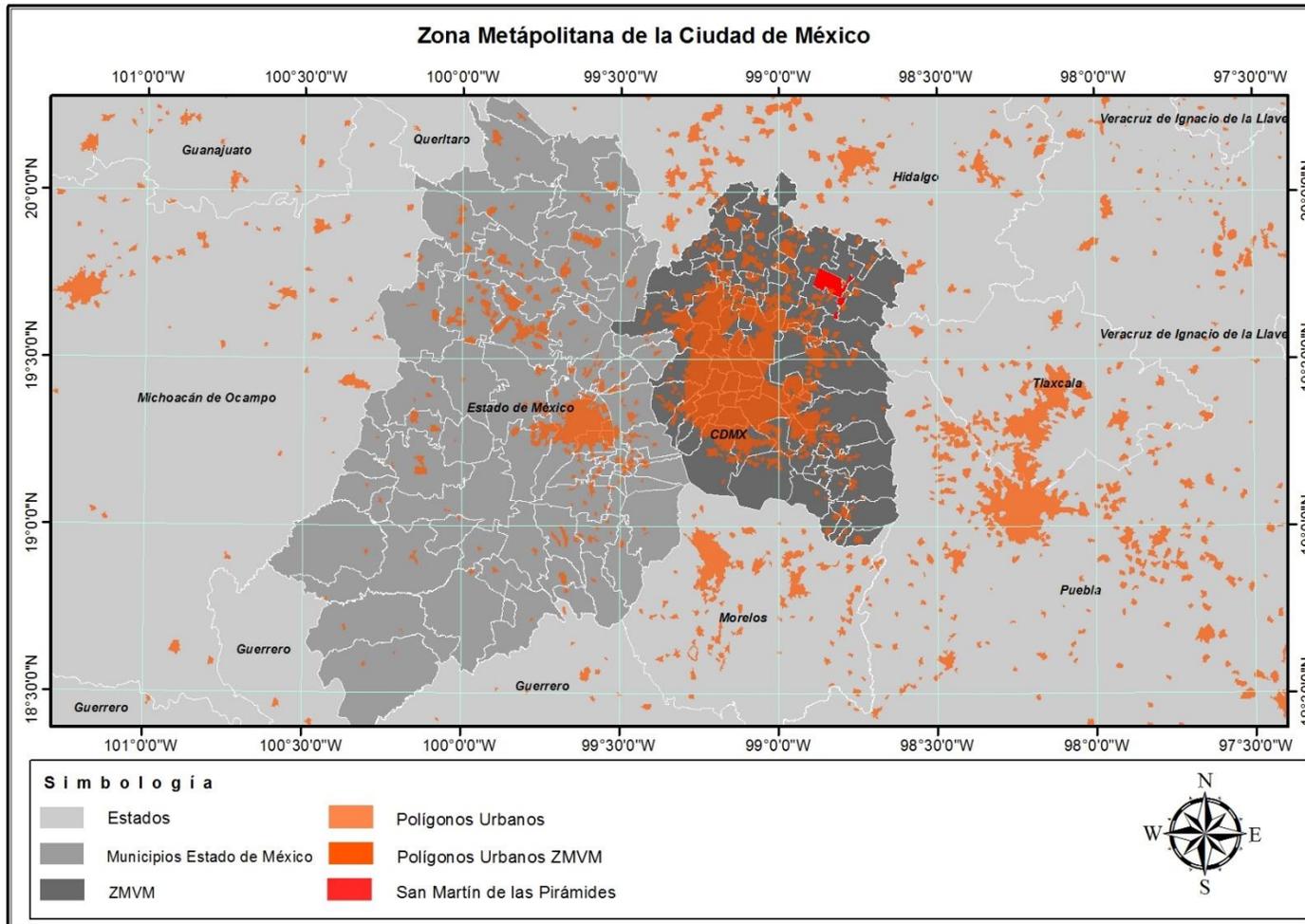
y rápidos, que propiciaron el nuevo patrón de expansión y crecimiento de las Áreas Urbanas (Chávez & Guadarrama, NA)

1.1.1. Metápolis

La Zona de estudio se encuentra dentro de una de las regiones más importantes del país, (ver mapa 1) pues fue la que mostró mayor crecimiento en el Siglo XX y en el presente Siglo XXI, haciendo alusión a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, que de acuerdo con las diversas fuentes consultadas, el término para referirse a esta zona puede cambiar, sin embargo, una vez revisadas las definiciones, se considera que Metápolis es el que mejor se acopla, pues aún no existe un consenso internacional para definirla y diversos autores los manejan de diferente forma.

En la actualidad de acuerdo a los datos presentados en el Sistema Urbano Nacional 2013 (SUN) el cual menciona que existen 384 ciudades superiores a los 15,000 habitantes, dentro de las cuales habitan 81 millones de personas, lo que representa que el 72.3% de la población vive en una zona urbana. Este aumento de población urbana se origina debido a tres circunstancias. A) Reclasificación de localidades rurales a urbanas al sobrepasar los 15 mil habitantes; B) Incorporación de localidades a las ya existentes o crecientes; C) Crecimiento natural y migración de la población (Garza, 1990). La investigación solo aborda a la Ciudad de México en sus distintos periodos de urbanización, para la primera etapa que comprende del año de 1900 a 1940 donde se caracterizó por formar un núcleo central y es conocida también por la primera etapa del metropolitanismo, pues la ciudad por primera vez se extiende a las Delegaciones Coyoacán y Azcapotzalco, a nivel nacional esto se puede observar en la (tabla 1). En 1900 la población total era de 13.6 millones de cuales 1.4 millones vivían en 33 ciudades, es decir solo el 10.5 % de la población era urbana. Esta etapa, se implementó un Modelo Liberal de Crecimiento Económico, el cual se ve obstaculizado por la Revolución Mexicana y el surgimiento o la estabilidad de los nuevos grupos de gobierno.

Mapa 1. Zona Metápolita de la Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

Tabla 1. Proceso de Urbanización de 1900-1930

| Ruptura del Modelo Liberal de Crecimiento Económico, el Movimiento Revolucionario y la Emergencia del Nuevo Estado Nacional | | | | |
|--|-------------------|------------------------------|-----------------------|----------|
| Año | Población Total* | Población Urbana* | Grado de Urbanización | Ciudades |
| 1900 | 13,607 | 1,435 | 10.5 | 33 |
| 1910 | 15,160 | 1,783 | 11.7 | 36 |
| 1921 | 14,335 | 2,100 | 14.7 | 39 |
| 1930 | 16,553 | 2,892 | 17.5 | 45 |
| Ciudad de México | | | | |
| Año | Delegaciones D.F. | Municipios Estado de México. | Población Total* | |
| 1930 | 5 | * | 1,029 | |

Fuente: Tomado del Sistema Urbano Nacional 2013 (SUN) CONAPO, el Crecimiento de la Ciudad de México, Luis Unikel

NOTA: * En miles de habitantes.

Para el periodo que comprende los años de 1940 a 1970, El crecimiento de la población se estabilizó, el desarrollo económico orientado a la sustitución de importaciones se mantuvo en crecimiento, la protección comercial, mejoró las condiciones económicas de la población, como por ejemplo, el sector de la salud, que bajó la tasa de mortalidad, con lo que aumentó la esperanza de vida y a pesar de que se continuó con elevados índices de natalidad, lo que propició un notable incremento en el tamaño de la población (Garza, 1990). Como se puede observar en la (tabla 2) el total de población de 1940 pasó de 19.6 millones a 48.2 millones de habitantes, se destaca el incremento en el número de ciudades superiores a los 15,000 habitantes donde prácticamente se triplicó la cantidad de 55 a 174. Por otro lado, se tiene un grado de urbanización el cual comenzó en 20 % y terminó en 47%. Respecto a la Ciudad de México, adquirió el nombre de Área Urbana de la Ciudad de México (AUCM) (Chávez & Guadarrama, NA). Se define de esta manera a todas las aglomeraciones que poseen una ciudad central de 50,000 mil habitantes o más; y los territorios circundantes a la misma forman parte de la AU, si poseen alguna de las siguientes características, núcleos urbanos, de 2,500 habitantes o más contiguos a la ciudad central (Capel, 1975). En 1950 el AUCM se conformaba de 6

delegaciones del Distrito Federal y por primera vez un municipio del Estado de México (Chávez & Guadarrama, NA).

Tabla 2. Proceso de Urbanización de 1940-1970.

| Modelo de Desarrollo Orientado hacia la Sustitución de Importaciones, Protección Comercial y Atención al Mercado Interno | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|----------|
| Año | Población total* | Población Urbana* | Grado de Urbanización | Ciudades |
| 1940 | 19,649 | 3,928 | 20.0 | 55 |
| 1950 | 25,779 | 7,209 | 28.0 | 84 |
| 1960 | 34,923 | 12,747 | 36.6 | 123 |
| 1970 | 48,225 | 22,730 | 47.1 | 174 |
| <i>Ciudad de México.</i> | | | | |
| Año | Delegaciones del D.F. | Municipios Estado de México | Población Total* | |
| 1950 | 6 | 1 | 2,953 | |
| 1970 | 16 | 21 | 8,815 | |

Fuente: Tomado del Sistema Urbano Nacional 2013 (SUN) CONAPO. El Crecimiento de la Ciudad de México, Luis Unikel.

NOTA: * En miles de habitantes.

Para los siguientes años, Se aborda a partir de dos etapas diferentes, la primera en la década de 1970 a 1980, en este punto el AUCM, en específico, el Distrito Federal, experimenta su límite de crecimiento al Norte, por lo que ahora adquiere un nuevo nombramiento, el de Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM) definidas en 1950 como zonas que “incluyen una o más ciudades de 50,000 mil habitantes y constituyen una unidad económica integrada con un amplio volumen de viajes y de comunicaciones diarios entre la ciudad o ciudades centrales y los espacios exteriores del área” (Capel, 1975). La Metròpoli se integra por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 21 municipios del Estado de México, también es importante señalar, que, en este momento es considerada también como la zona metropolitana más poblada del Planeta. (Chávez & Guadarrama, NA) Para esta etapa, la ciudad sufre de un importante ajuste en el crecimiento, marcado por el agotamiento del modelo de sustitución de importaciones y reemplazado por el de apertura comercial, menor peso al Estado en funciones económicas; recomendación del Fondo Monetario Internacional FMI (Sobrino, 2012). Otro aspecto importante, es que el grado de urbanización ya es del 55% y existen 227 ciudades.

En el periodo siguiente, México, se encuentra en un momento en el que ya no es viable enfrentar de forma razonable los requerimientos de empleo infraestructura y servicios urbanos, debido a los constantes incrementos de población, (Garza, 1990). Por primera vez el término de Megalópolis se utiliza para una Ciudad en México, ya que la integración de núcleos metropolitanos, anteriormente aislados comienzan a tener mayor interacción, como es el caso del Área Metropolitana de la Ciudad de Toluca, que, en ambas zonas, se puede incluir indiscriminadamente el Municipio de Huixquilucan, constituyendo técnicamente un conglomerado magalopolitano o “Megalopolis de la Ciudad de México” (Chávez & Guadarrama, NA), en resumen para el año del 2010 el 72 % del total de la población en México, se encontraba viviendo dentro de una zona urbana y 384 es el número de ciudades superior a los 15 mil habitantes. En el caso específico de la Ciudad de México, se mantiene como la única ciudad del país con más de 5 millones de habitantes, teniendo un total de 20,116,842 habitantes. Esto sin sumar a la población de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Tabla 3. Proceso de Urbanización 1980-2010

| Nuevo Modelo Económico Orientado hacia la Apertura Comercial. Menor peso del Estado en Funciones Económicas. | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|
| Año | Población Total* | Población Urbana* | Grado de Urbanización | Ciudades |
| 1980 | 66,847 | 36,739 | 55.0 | 227 |
| 1990 | 81,250 | 51,491 | 63.4 | 304 |
| 2000 | 97,483 | 66,649 | 68.4 | 343 |
| 2005 | 103,263 | 73,715 | 71.4 | 358 |
| 2010 | 112,323 | 81,231 | 72.3 | 384 |
| Ciudad de México | | | | |
| Año | Delegaciones del D.F. | Municipios Estado de México | Municipios Hidalgo | Población Total* |
| 1980 | 16 | 21 | | 13,840 |
| 1990 | 16 | 57 | 1 | 15,563 |
| 2000 | 16 | 58 | 1 | 18,396 |
| 2010 | 16 | 59 | 1 | 20,116 |

Fuente: Tomado del Sistema Urbano Nacional 2013 (SUN) CONAPO

NOTA: * En miles de habitantes.

Como se aprecia en los párrafos anteriores el crecimiento urbano ha sido exponencial desde principios del siglo pasado, factores como el de la disminución en la tasa de mortalidad y la migración hacia la ciudad, debido a las crecientes fuentes de trabajo en las industrias, ocasionaron tal incremento en el número total de habitantes, sin embargo, estos números pudieron ser mayores, si no hubieran existido problemas económicos, cómo, la crisis de los años 80 por otra parte, la desindustrialización, que llevó a las grandes empresas a salir del centro de la ciudad y comenzar a colocarse en la periferia y en ciudades emergentes. Lo que ocasiona que la dispersión de la población y de los asentamientos humanos sea cada vez mayor y a menos de que no se comiencen a realizar acciones que contengan o prevengan dicho crecimiento, este siglo estará marcado por los mismos patrones de crecimiento, y más aun con la cercanía de algunas de las Zonas Metropolitanas a la Ciudad de México. Conocidas como la región urbana del centro, en la que se encuentran metrópolis superiores al millón de habitantes, como es el caso de Toluca y Puebla, y otras 8 de menor tamaño, en los que destacan, Cuernavaca, Pachuca, Tlaxcala y Tula, etc. Dando un total de 29.1 millones de habitantes. (Sobrino, 2012)

Una de las principales problemáticas radica en los inconvenientes sociales que este crecimiento ha provocado, como la falta de empleo, marginación, migración, conflictos ambientales, insuficientes vialidades, falta de transporte público, servicios, entre otros y que da pie a nuestro siguiente tema central que es la gestión urbana.

1.2. Gestión Urbana

La gestión urbana hace referencia a los instrumentos que se encargan de planificar el desarrollo urbano, es decir, poner un orden a la ocupación del suelo tanto urbano como rural, en otras palabras, se entiende como, planeación territorial. Asimismo, gestión se puede conceptualizar como:

“la gestión urbana implica el reconocimiento y valoración de cada uno de los actores sociales e instituciones como constructoras de ciudad, con intereses diferentes, a veces no tan fáciles de conciliar, condición relacionada directamente de sus atributos principales: la legitimidad social, legitimidad institucional, transparencia y la eficiencia” (Valmijana, 2008) cita (Ornés, 2014).

Referente al concepto anterior, la gestión debe de contemplar a todos los actores involucrados en el desarrollo de una ciudad, y estos deben de considerar cada uno de los elementos internos de las ciudades, para así, lograr una correcta administración del territorio, sin embargo, esto no se ha podido consolidar en México y mucho menos dentro de la Ciudad de México.

Por tal motivo es necesario hacer mención de los antecedentes a la planeación territorial como instrumentos jurídicos de gestión, cuya función es la de regular el crecimiento urbano dentro de las ciudades mexicanas y en específico el que se ha efectuado durante el Siglo XX y lo que va del actual.

1.2.1. Instrumentos de Administración del Territorio

Es importante hacer mención que los estudios urbanos y la ejecución de instrumentos que regulen la planeación en México no tienen unos antecedentes muy lejanos, hasta cierto punto esto podría considerarse como un tema nuevo, aun en la actualidad existen muchos actores involucrados en la toma de decisiones sobre el desarrollo urbano, que no aceptan de buena forma esta clase de temas.

Como menciona (Chaparro, 2009)

“que en el campo de los estudios territoriales se observa un vacío temático de gran trascendencia cuando se trata de entender el concepto y evaluar los alcances de la planeación urbana contemporánea. Se advierte un proceso mecánico que no se percata de su origen y evolución y en la mayoría de los casos, la condena al fracaso como medio de anticipación y conducción al desarrollo y crecimiento de la ciudad”

Lo que advierte que, este tipo de pensamiento queda lejos de ayudar al desarrollo de las ciudades ya que suele quedarse solo como un requisito administrativo más; y muchas veces con el nulo conocimiento del tema sobre la correcta ejecución propiciando, no se llegue a tener un crecimiento ordenado de las ciudades.

El primer antecedente encontrado sobre este tema, es el proceso de reconstrucción nacional Post Revolucionario, el cual buscaba crear diversas iniciativas que favorecieron a la creación de un marco teórico-instrumental de intervención urbana, en la que destacan los trabajos realizados por el Arquitecto Carlos Contreras, quien trabajó en el Plano Regulador de la Ciudad de México, el cual se proponía una nueva forma de organización urbana para hacer de la ciudad de México un espacio moderno, funcional y ordenado. (Chaparro, 2009) en el que Contreras definía a la planeación urbana como:

“el arte de proyectar, trazar y construir ciudades a partir de entender su forma y patrón de crecimiento y para efectos de conducir su desarrollo en forma armoniosa y ordenada”. (Chaparro, 2009)

Esto, tuvo impactos significativos en el crecimiento de la ciudad, pues una de las principales causas que frenó el proceso de planeación urbana en México, fue la puesta en marcha del llamado proceso de Industrialización, que, como se menciona, aconteció como una de las principales causas que impulsó el crecimiento urbano de las ciudades, principalmente el de la Ciudad de México, la cual floreció por el impulso a la economía, sin embargo, las cuestiones urbanas pasaron a segundo plano.

“diversas razones que explican esta situación, sin embargo, una de las más significantes tiene que ver con el hecho de que el proceso de industrialización basado en el sistema de sustitución de importaciones fue el principal detonante del México urbano” (Chaparro, 2009).

Pues la idea del gobierno fue basar el crecimiento de las ciudades con una visión enfocada a satisfacer las necesidades de la industria, y con la creación de infraestructura e inversiones, favorecer el asentamiento de nuevas empresas

nacionales e internacionales, lo que llevó a que la concentración de la población se diera de manera paulatina en pocas zonas del territorio.

Lo que repercutió en el crecimiento de la ciudad, pues fue en esta etapa que la Ciudad de México se vio rebasada en cuanto a sus límites administrativos, pasó a ser una población predominantemente urbana y los problemas para administrar el territorio, gobernarlo y controlar la gran cantidad de población, de ahí que surgiera la necesidad de efectuar una correcta planeación del territorio.

Sin embargo, no fue hasta el año de 1976, cuando por primera vez en el país se promulgó una Ley que sentó las bases para crear las leyes, planes, y reglamentos urbanos, la conocemos como la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH). Para los años siguientes se continuó con la intención de poder regular el crecimiento urbano, y se creó la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) la cual dentro de sus funciones principales tenía la de controlar la planeación de los centros de población, la ecología urbana, el equipamiento, el suelo y la vivienda, además de ser la encargada de elaborar el primer Plan Nacional de Desarrollo Urbano en 1978. En este punto de la historia de la planeación territorial.

“se sentaron los principios sobre los cuales debería de llevarse a cabo la estructuración de la planeación en México, con el Sistema Nacional de Planeación del Desarrollo Urbano, pues esta debería estar basada en el ya mencionado PNDU y que los Estados internamente deberían de elaborar los propios Planes Estatales de Desarrollo Urbano, para posteriormente servir de base a los Planes Municipales de Desarrollo Urbano”. (Ochoa, 2016)

“Los cuáles deberían de dirigir el crecimiento en especial de las ciudades, de limitar la cantidad de suelo, a través de una clasificación del suelo y de actuaciones previstas y programadas, para el crecimiento de la población, así mismo, fijara los usos y las limitantes restantes al suelo y

determina condiciones urbanísticas en cuanto a densidades y tipología de vivienda”. (Angulo & Dominguez, 1991)

Lo que en teoría son los elementos que norman la planeación del desarrollo urbano.

Por otro lado, en la década de los años noventa, el impulso a las políticas de planeación territorial se vio una vez más desplazado o relegado a un segundo plano, pues en esta etapa se instruyó el apoyo a la sociedad y a la economía ya que surgieron programas como el “Ciudades Medianas” y el de “100 Ciudades” lo que solo propició la creación de nuevas ciudades en la periferia inmediata; de la ZMVM, lo que dio paso a un crecimiento externo, es decir, la absorción de ciudades y pueblos cada vez más alejados hacia la zona de funcionamiento cotidiano.

“Los límites y las diferencias físicas y sociales entre el campo y ciudad son cada vez más imprecisos”. (Ascher, 2004)

Sin embargo, como se observa hoy en día, estas ciudades forman parte de la Ciudad de México.

Finalmente, la tendencia actual es la de “Disminuir la Pobreza” con programas sociales como el “Programa Hábitat” y “Cruzada Nacional Contra el Hambre” estos a cargo de la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) con políticas enfocadas al desarrollo territorial y urbano para superar los contrastes sociales, ocasionados principalmente por los rezagos económicos.

Son pocos los intentos a nivel nacional por crear un adecuado sistema de planeación territorial, sin embargo, tampoco se ha podido observar una continuidad en la ejecución de los mismos. Aspectos como el cambio de gobierno, la nula continuidad de ideas, programas y proyectos a largo plazo, y la influencia de los modelos económicos que adopta el país, son los que han frenado dicho proceso en el territorio nacional.

Para esta etapa, los municipios deberían de contar con sus respectivos PMDU, que son un diagnóstico municipal en el que se enlistan sus condiciones físicas, sociales, económicas y territoriales, los escenarios futuros y los proyectos previstos, para

satisfacer las necesidades de la población en los años siguientes, destaca la creación de polígonos referentes a la estructura urbana, el primero de ellos es la zona urbana, donde se concentra la mayoría de la población, así como, construcciones comerciales y de vivienda, además de una cobertura de servicios básicos, el siguiente polígono está conformado principalmente por zonas continuas a la mancha urbana, donde se pretende orientar el crecimiento urbano, por la continuidad de servicios e infraestructura, que generalmente es lo ideal, el tercer polígono es el de zonas no urbanizables, que es la mayor parte del territorio en algunos casos, esta se conforma de áreas agrícolas, Áreas Naturales Protegidas (ANP), zonas vulnerables a algún riesgo, o simplemente que la aptitud del suelo no es la ideal, debido a los diferentes porcentajes de pendiente que esté contenga, los diferentes tipos de suelo, entre otras características no aptas para el desarrollo urbano.

En consecuencia, se crearon unas fronteras imaginarias, ya que estas solo existen dentro de los PMDU, pues el crecimiento natural del territorio rural hace que todas las zonas cercanas, en este caso a las denominadas zonas urbanas tienda a estar cambiando y extendiéndose siempre hacia nuevas zonas, caracterizados por presentar áreas de cultivo y viviendas dispersas, que, con el tiempo, tienden a multiplicarse, desapareciendo al suelo rural y desfasando el límite urbano, muchas veces de manera informal y suelos de carácter ejidal, lo que dificulta su ordenamiento, pues no están dentro de lo establecido en la normatividad del municipio. De igual modo, los periodos administrativos de 3 años, afectan la continuidad en el desarrollo de obras y proyectos urbanos. (Bazant, 2010)

De acuerdo con lo hasta aquí mencionado, existe coherencia con las situaciones actuales a las que se enfrentan en las grandes ciudades, como es el caso de la Ciudad de México, que ha mostrado la incorrecta aplicación de los principios de la planeación del territorio a nivel nacional, pues durante muchos años al ser la ciudad más importante del país o la que reflejaba un rápido crecimiento urbano, motivo por el cual, fue tomado como laboratorio donde se pusieron a prueba distintas teorías y modelos económicos que al no ser correctamente implementados ocasionaron

problemas sociales, los cuales fueron y siguen siendo la prioridad de muchos gobiernos, todo esto parece confirmar la necesidad de planificar el desarrollo urbano.

“El mundo globalizado actual, las ciudades deben orientarse hacia un módulo que promueva la superación de las deficiencias y problemas reconocidos por los gobiernos y la propia sociedad, vinculados con: el elevado crecimiento demográfico, las desigualdades en el acceso a los servicios, vivienda y empleo digno, la disminución de calidad de vida en las ciudades y la aparición de zonas irregulares y deterioradas con niveles de riesgo socio-natural que no han sido atendidas adecuadamente. Por ello ha surgido una serie de estrategias de actuación centradas en la búsqueda de esta sustentabilidad en las ciudades.” (Ornés, 2014)

Como ya mencionaba el Arquitecto Carlos Contreras, el arte de planificar el territorio está pensado a partir de una adecuada identificación del crecimiento actual de la ciudad y no solo desde las necesidades actuales de la población, sino, desde el crecimiento urbano, las necesidades de los servicios básicos, servicios de transporte más rápidos, eficientes y limpios, la inclusión de los espacios y áreas verdes que fomenten el cuidado del ambiente. Ahora que la era industrial ha sido desplazada por la era de la información, la cual está rompiendo con muchos paradigmas de como se hace ciudad.

Ascher menciona:

“que el resultado de la globalización está ocasionando un doble proceso de metropolización y de formación de nuevos territorios urbanos, las Metápolis: es decir, grandes conurbaciones, extensas y discontinuas, heterogéneas y multipolarizadas, pues la presencia de servicios de muy alto nivel, un gran número de equipamiento e infraestructuras, las buenas y cada vez más rápidas comunicaciones internacionales, los empleos, los comercios, equipamientos sanitarios, espacios educativos y

culturales de ocio y recreación son los que atraen a la población”.
(Ascher, 2004)

Por su parte Jan Bazant menciona lo siguiente:

“una ciudad no es una isla en medio de un territorio “Abstracto” como frecuentemente se conceptualiza dentro de los Planes y Programas de Desarrollo Urbano”. (Bazant, 2010)

Esta forma parte de un territorio con límites administrativos y diferentes tipos de suelo, en el cual paulatinamente se va dando el desarrollo urbano.

“En consecuencia, en este se debe de identificar las tendencias de crecimiento físico y espacial de la ciudad en las circunstancias actuales, hechos y sucesos, se conviertan en una base de datos confiables sobre las que se sustenten propuestas, que permitan corregir las ineficiencias de una ocupación irracional del territorio, que resulte en propuestas de desarrollo urbano social y económico más equitativo”. (Bazant, 2010).

“Se debe de agregar a esta base de datos que los territorios poseen capacidades, iniciativas, recursos cuyas relaciones y redes, definen, potencian o retrasan el desarrollo. Como las empresas, actividades económicas, cuanto empleo generan, cuál es su concentración geográfica, que actividades generan mayor valor agregado, para así definir cuáles son las actividades estratégicas para apoyar y donde aplicar los recursos, para potenciar un correcto desarrollo urbano”.
(Canuto, 2001)

Todas estas características, tienen la posibilidad de ser interpretadas por herramientas tecnológicas, conocidas como Sistemas de Información Geográficos, que se analizan a continuación.

1.3. Sistemas de Información Geográfica

Si bien, en la actualidad ya no tienden a ser algo tan nuevo, pues el acceso a los SIG se ha vuelto cotidiano para muchas personas, incluso, algunas de ellas, sin

percibirlo hacen uso de bases de datos georreferenciadas, que indican destinos e interés de acuerdo a la ubicación espacial.

Antes de pasar al tema de los SIG, se hará mención sobre sus antecedentes, sin embargo, no se pretende profundizar en el tema, pues no es el interés real de esta investigación. Pero para comprender de mejor manera la evolución que han tenido los SIG, su rápida expansión y uso por cientos de miles de usuarios en el mundo, los cuales los están llevando en diferentes direcciones y está nutriendo a muchas disciplinas en la actualidad, abordando dichos antecedentes los cuales ayudarán a comprender mejor el concepto de los SIG.

El desarrollo de los SIG, ha sufrido de importantes cambios desde su nacimiento en la década de los años sesenta con la coincidente necesidad de tener control sobre la información geográfica para poder gestionar y tener un uso óptimo, a partir de este momento el surgimiento de las primeras computadoras se verá claramente ligado a la evolución de ambos hasta nuestros días.

El primer SIG formalmente desarrollado, aparece en Canadá, al auspicio del Departamento Federal de Energía y Recursos. Este sistema, denominado, CGIS (Canadian Geographical Information Systems), fue desarrollado a principios de los años 60 por Roger Tomlinson, quien dio forma a una herramienta que tenía por objeto el manejo de los datos del inventario geográfico canadiense y su análisis para la gestión del territorio rural. El desarrollo de Tomlinson es pionero en este campo, y se considera oficialmente como el nacimiento del SIG. En este momento es cuando se acuña el término y Tomlinson es conocido popularmente como el Padre del SIG. (Olaya, 2014).

En este momento de la historia, una computadora, no era ni un poco cercana a lo que se conoce en la actualidad, ni en tamaño, ni en capacidad de procesos y mucho menos en la forma de representar la información digital. Por tal motivo, la evolución de los ordenadores, se convierte en el parteaguas más importante para los SIG, debido a que la evolución en la tecnología, fue siempre de la mano con su mejora;

como herramienta e incluso como disciplina, pues esta comienza ser estudiada y aplicada por algunas universidades importantes.

No es hasta finales de la década de los años 80, que el uso de estas herramientas deja de ser exclusivo para grandes computadoras y pasa a ser parte de la naciente era de las computadoras personales. Los primeros programas informáticos de este tipo que comienzan a ser comercializados son los de la empresa ERDAS, cuyo software llamado 400 System, el cual, dentro de sus características más importantes, permitía al análisis de imágenes. Paralelamente a esto otra empresa nace, está es conocida en el mundo SIG como esri, también creando su primer sistema llamado ArcInfo que sería el antecedente de la herramienta que popularizó el uso de los SIG en las computadoras personales, el ArcView.

El avance de la tecnología y de los software de escritorio para computadoras no se detuvo aquí y siguió la inevitable evolución, a esto se fueron sumando otras herramientas como los Sistemas de Posicionamiento Global⁴ (GPS) cada vez más populares por determinar con mejor exactitud la posición en el espacio geográfico, los cuales también adquirieron fuerza debido a los satélites artificiales enviados al espacio y que comenzaron a monitorear La Tierra, aquí, es donde nace la teledetección⁵ y se obtienen las primeras imágenes de la superficie terrestre, que sirvieron para la identificación de características del suelo. (Olaya, 2014)

Otro de los hitos importantes es, el nacimiento de la *World Wide Web* (WWW) o internet como se le conoce popularmente, pues para la década de los años 90, este se empieza a utilizar en herramientas relacionadas con los SIG. *MapServer*, primer servidor de información cartográfica y uno de los principales en la actualidad. Con el nuevo siglo y la suma de todas estas aplicaciones, la fuerza de los SIG alcanza

⁴ GPS, es una herramienta de la tecnología geoespacial cuyo propósito es la localización geográfica (latitud, longitud y altitud geodésica) con la mayor exactitud y precisión por medio de la captación de señales de satélites artificiales. (Montalvo, 2009: 109)

⁵ Teledetección, se revela como una tecnología válida para el reconocimiento y cuantificación de tipologías de recubrimiento del suelo, con capacidad para mejorar los datos de cartografía temática convencional. (Asociación Española de teledetección)

nuevos niveles, pues dejan de ser vistos como herramientas exclusivas de grandes ordenadores y de profesionales en la materia, extendiéndose a campos insospechados y muy distintos a los que originalmente se atribuían los SIG. Todo esto gracias a las herramientas de *Google*, *Google Maps*, que, gracias a su interfaz de programación abierta y código libre, pudieran crearse a partir de esto muchas nuevas aplicaciones y utilidades, el cual también fue el antecedente de *Google Earth*. (Olaya, 2014) Toda esta creciente gama de herramientas basadas en los principios del software de código abierto, están tomando gran fuerza en la actualidad.

Pero, para comprender qué son en realidad los SIG, se parte de explicar su concepto y sus principales componentes, cómo funcionan y al mismo tiempo, explicar la diferencia que existe entre estos y los Sistemas de Información Territorial (SIT), el real objeto de investigación.

El primer antecedente se encuentra en los Sistemas de Información Computarizados,

“los cuales no son más que programas o conjuntos de programas diseñados para representar y gestionar grandes cantidades (Volúmenes) de datos sobre ciertos aspectos del mundo real” (Gutiérrez & Gould, 2000).

Sin embargo, se habla sobre la posibilidad de incluir aspectos del mundo real, pero no se menciona la parte de que esta información se encuentre georreferenciada, cualidad a la que se llega con los SIG y en función a esto se encontró que:

“un SIG, es un conjunto de elementos que involucran personal calificado, tecnología de computo (hardware), software especializado y no especializado, los cuales, al interrelacionarse entre sí, con los datos espacialmente georreferenciados, posibilitan la modelación del entorno geográfico, su análisis y por ende contribuyen como una herramienta auxiliar en la toma de decisiones” (Samano & Nájera, 2001).

En este sentido los GIS (Geographic Information System) por sus siglas en inglés, es ya un término ampliamente difundido.

”Especialmente dentro de los profesionales que trabajan no solo en la planeación urbana o en la resolución de problemas socioeconómicos, ambientales, gestión catastral y planificación del transporte”. (Gutiérrez & Gould, 2000)

La gran aceptación que han tenido los SIG en las últimas décadas es debido a que, la información en bases de datos se puede georreferenciar, es decir, dar el atributo de una localización en el espacio como menciona Tomlinson.

“un SIG almacena datos espaciales, llenos de información vinculada a una base de datos, donde las funciones analíticas están controladas de manera interactiva por un operario con el fin de generar los productos informativos necesarios.” (Tomlinson, 2007)

Entonces, se observa que el mayor beneficio de los SIG está fundamentado en las bases de datos, las cuales se encuentra referenciadas a un lugar en el espacio, acorde con esto, se mencionan las siguientes definiciones:

“Los SIG son una tecnología aplicada a la resolución de problemas territoriales, una herramienta que añade valor a la información y que puede comportarse simultáneamente como un sistema de apoyo a las decisiones” (Sendra, 1992)

“Para lograr esa relación geoespacial, los objetos (cuales quiera que sean) se expresan mediante un sistema de coordenadas, este debe de ser el mismo en todas y cada una de las capas de información para que la información representada en el mapa sea válida”. (Gutiérrez & Gould, 2000)

Entonces, de acuerdo a los autores citados y otros que no se mencionan, coinciden en que los SIG se diferencian de todos los demás sistemas de información, por la cualidad de que un usuario tiene la posibilidad de interactuar con información

georreferenciada a un lugar en el espacio además de que esta sea analizada y convertida en un mapa de la superficie a estudiar.

Ahora bien, la información que se integra dentro de los SIG, puede abordarse desde diferentes puntos de vista, por ejemplo, un sociólogo puede incluir datos específicos sobre población, a la que se le suma una variable sobre características físicas de la zona de estudio, ambas variables tienen una georreferencia. Debido a esta cualidad, este tipo de herramientas han sido adoptadas con tanta popularidad y creando conciencia de la importancia de la información espacial, dando paso a la creación de nuevos usos. Por último, el personal, que, como se menciona, diferentes áreas han empleado el uso de los SIG desde otros enfoques y necesidades.

“Por lo tanto, los SIG son sistemas sólidos y cohesionados que permiten que la información se pueda combinar y analizar de manera conjunta independientemente si es un profesional en su uso o no y que además permite la integración de teorías y metodologías”. (Olaya, 2014)

Como conclusión, un SIG es un sistema compuesto por diferentes elementos, el sistema, hace referencia al lugar donde se almacena la información, se lleva a cabo el análisis de dicha información, y finalmente, este es operado por un usuario. El cual tiene la capacidad de elegir el medio por el cual da a conocer la información generada, donde el principal factor es la base de datos, que generalmente se compone por información sobre un lugar o tema determinado, con características propias de un dato espacial, como son las coordenadas, en otras palabras, un elemento del espacio geográfico.

Esto no hubiera sido posible sin la relación que existe, entre los avances tecnológicos en materia de computación y la facilidad de transmitir información y datos, los cuales incrementaron el uso de estos a diversas áreas, dejando de ser exclusivas de las disciplinas complementarias a la geografía. Un ejemplo de esto puede ser; un uso creciente por parte del sector privado, que hacen uso de los SIG para determinar la ubicación de sucursales y rutas de distribución; empresas de marketing, para determinar sus puntos de venta y de promoción, diferentes áreas y

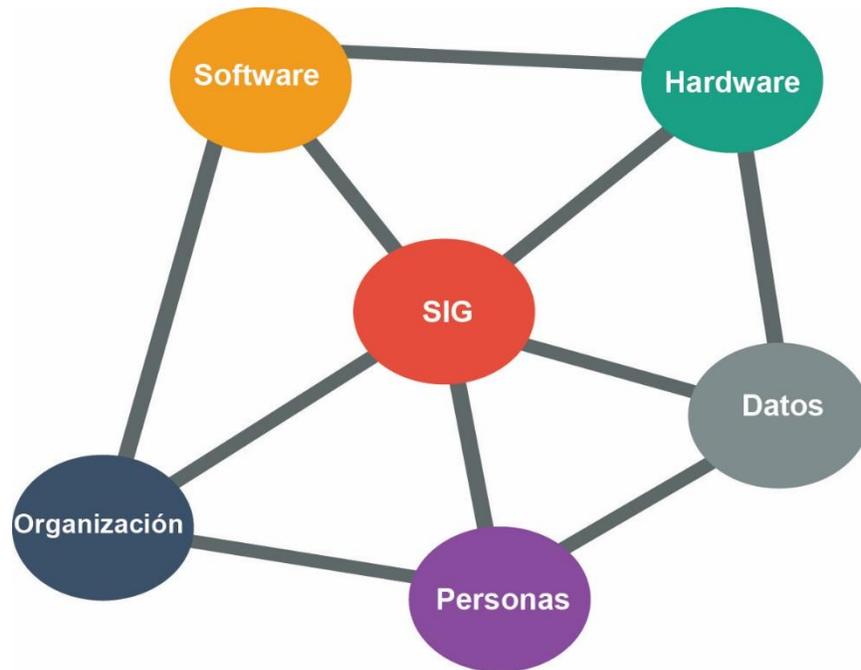
espacios académicos, así como las redes sociales, que con base a la localización y los intereses de las personas hacen recomendaciones personales. Finalmente, podemos sumar el uso más reciente hasta el momento, la realidad aumentada, la cual apunta a convertirse en uno de los nuevos usos de los SIG.

1.4. Elementos de un Sistema de Información Geográfica

Como se aborda en párrafos anteriores, el concepto de SIG es básicamente un sistema que integra diferentes elementos interrelacionados los cuales son los datos, el software y el personal, esto a su vez se subdivide en cinco componentes básicos: hardware, software, datos o información geográfica, personas que operan el sistema y procedimientos organizativos. (Del Bosque, Fernández, Martín-Forero, & Pérez, 2012)

- *Hardware:* Hace mención a los dispositivos que permiten la entrada de información como podría ser un scanner de planos o de salida, plotter o impresoras.
- *Software:* Se refiere al conjunto de aplicaciones informáticas, que permitan la administración de la información, estos los podemos ver tanto en SIG comerciales como los de código abierto, estos también se caracterizan por tener herramientas que permiten la realización de geo-procesos, previamente programados. Recientemente también se incluyen diferentes plataformas que su función a través de internet.
- *Datos:* Corresponden al pilar más importante de los SIG, ya que sin estos no se le puede dar vida al sistema, pues son indispensables para la visualización.
- *Personas:* Son los encargados de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del SIG.
- *Organización:* Es básicamente un conjunto de formulaciones y pasos a seguir, para que el SIG y los resultados que se esperan sean adecuados.

Esquema 1. Componentes de un SIG



Fuente: Elaboración propia con base en (Del Bosque, Fernández, Martín-Forero, & Pérez, 2012)

Para garantizar los resultados que se pretenden obtener al momento de la puesta en marcha de un SIG, cualquiera que sea su temática, se debe considerar cada uno de estos elementos, que se explican a continuación. Aunque cabe señalar que la importancia de este tema, no es como se compone el SIG, sino, la importancia radica en aprovechar el funcionamiento, para la aplicación de un SIT en la gestión del territorio.

1.4.1. Datos

El primero de los aspectos y quizá el más importante de todos, es la base de datos, como se hace mención en párrafos anteriores, son necesarios para la visualización de la información y con esto se realice un análisis más completo, pues una de las principales funcionalidades de estos, es manipular grandes cantidades de datos, de acuerdo al área o interés del trabajo incrementando el valor de dicha información.

Es importante hacer una diferenciación entre el concepto de “dato” y el de “información” Los datos en este sentido.

“Son la representación concreta de la realidad, un conjunto de datos interrelacionados forma una base de datos.” (Del Bosque, Fernández, Martín-Forero, & Pérez, 2012, pág. 36)

Es decir, un dato es el conjunto de valores o elementos que se utilizan para representar un aspecto de la superficie terrestre, por ejemplo: se puede representar un lago, con un polígono trazado al contorno del mismo, hasta este punto es un dato, pero cuando se lleva a cabo la interpretación del mismo, se puede obtener la superficie, localización, ubicación, especies nativas, entre otras características de la zona.

Por lo que uno de los principios de administración y clave para la utilización correcta de los SIG es; que los datos se agrupen en capas de información, donde cada una de las capas hace referencia a un tipo de datos o a un conjunto de los mismos de características similares, estos pueden ser capturados en forma alfanumérica y numérica. Por mencionar algunos ejemplos, hidrología, geología, edafología, etc. Lo que permite que el usuario manipule cada una de estas capas de información, esta capacidad es lo que ha permitido que los SIG incrementen sus capacidades de uso.

“Un SIG almacena información en capas temáticas que pueden enlazarse geográficamente. Este concepto simple pero altamente poderoso y versátil ha probado ser crítico en la resolución de muchos problemas” FAO⁶

Es aquí donde, la base de datos y su información que proporciona además de la posibilidad de estar integrados por capas son cualidades que tienen los SIG y se resalta posibilidad de integrar estos datos dentro de un sistema de referencia.

⁶ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

“El componente espacial el cual hace que la Información pueda calificarse como geográfica, ya que sin ella no se tiene una localización, y por lo tanto el marco geográfico no existe”. (Olaya, 2014)

Los datos en la actualidad proceden de diferentes fuentes información y la mayoría de ellos se gestionan y almacenan en un ambiente digital, para lo cual es importante entender como son las características propias de dichos datos, a lo que se conoce como metadatos, que es la información correspondiente a su elaboración.

1.4.2. Modelado de Datos Digitales

La información de entrada, es la que representa la realidad geográfica, a pesar de que en la actualidad tenemos abundancia de información, y diferentes formatos, esta, debe de emplearse en un formato que pueda ser almacenado, entendido y manipulado dentro de un sistema informático, esto resulta en dos modelos dominantes, uno de ellos es el formato vectorial⁷, que representa los datos en vectores; puntos, líneas y polígonos. El formato raster que representa la información mediante celdas o pixeles de igual tamaño. Estos dos formatos conviven dentro de los SIG.

1.4.3. El Modelo Vectorial

El modelo vectorial el cual desde su origen se considera bidimensional, es decir, trabaja bajo un sistema de coordenadas “X”, “Y” las cuales están en función a un sistema coordinado de referencia. Diversos autores definen que la principal finalidad es la de recoger la información del territorio para poder representarla en nuestros mapas y como se ha dicho esto, en un ambiente digital, el cual utiliza entidades geométricas, por medio de puntos, líneas y polígonos.

“Donde el punto, es la unidad básica de nuestro sistema, ya que, para formar las líneas dentro de los SIG, no son más que un conjunto de puntos interconectados en un determinado orden; los polígonos son

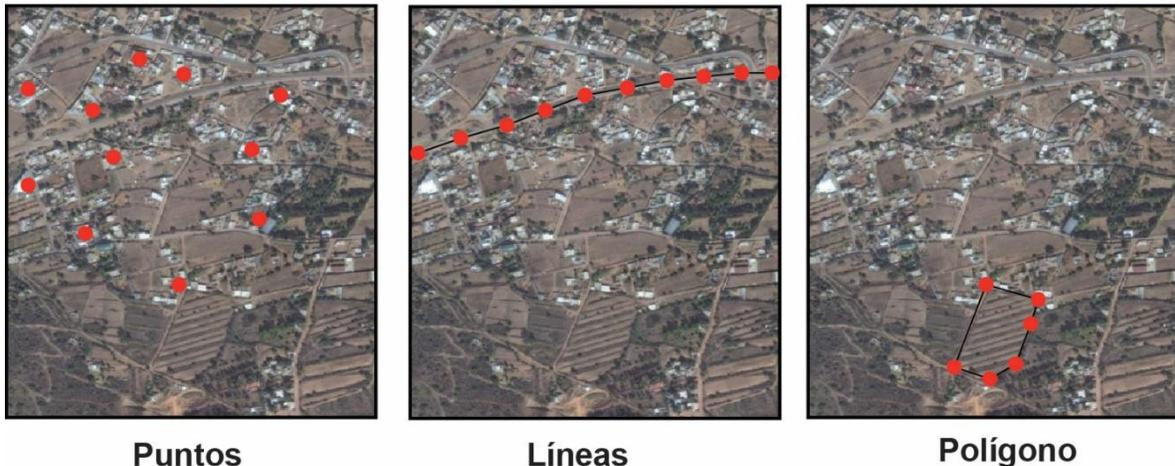
⁷ “Un Vector es un agente que trasporta algo de un lugar a otro” (tomado de <http://definicion.de/vector/> el día 20 de julio 2016)

líneas cerradas, también expresados por una serie de puntos”. (Olaya, 2014).

“Estos puntos se codifican a la base de datos por medio de un sistema de coordenadas (las cuales explicaremos más adelante) y que definen inequívocamente su posición”. (Del Bosque, Et Al, 2012)

En otras palabras, se tiene una base de datos con información de una presa cualquiera, en la que se conoce información básica y la posibilidad de realizar una digitalización, el método que se selecciona es vector en forma de polígono, que como se menciona, no es más que, una conexión de puntos convertidos en una línea cerrada, para el siguiente paso el cual consiste en adjuntar los datos que se conocen, como por ejemplo el nombre, año de creación, municipio o estados en los que se encuentra y el más importante de todos, información sobre su localización geográfica en el espacio, lo que permitirá analizar las características del polígono en dos dimensiones y obtener resultados tales como la superficie o áreas de amortiguamiento por la creciente del nivel de agua.

Esquema 2. Puntos, líneas y polígonos



Fuente: Elaboración propia con información de (Olaya, 2014)

1.4.4. Raster

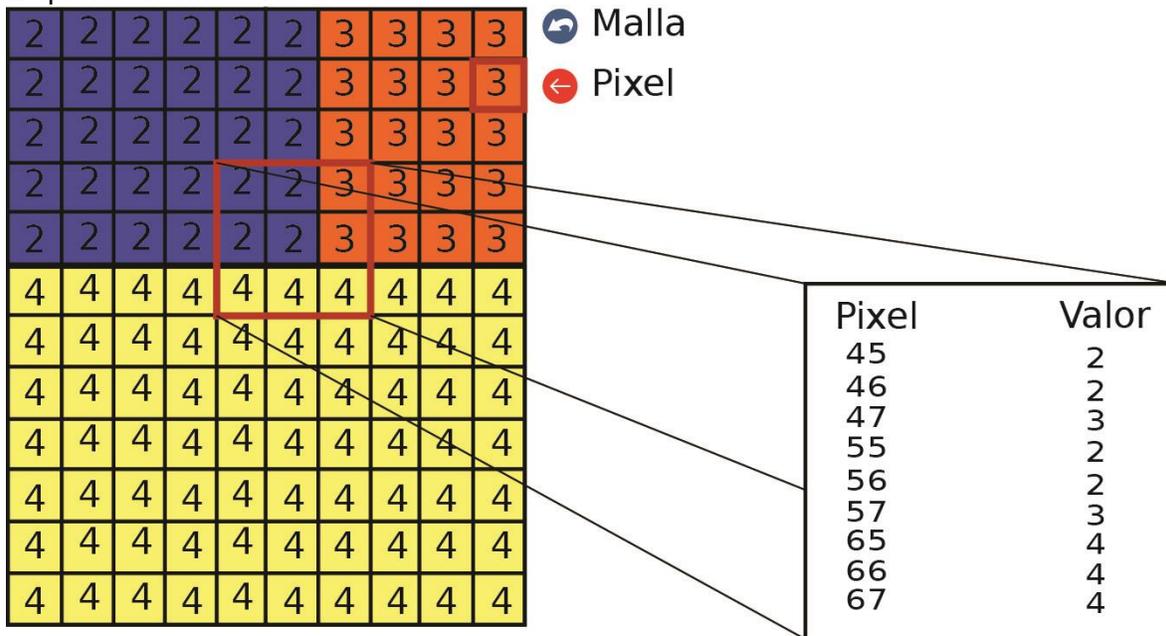
En segundo caso, el modelo de datos Raster, el cual es un formato de imagen, divide al espacio, o zona de estudio, en una serie de unidades mínimas, regularmente del mismo tamaño, esto es en forma de cuadrados, agrupados por medio de filas y columnas, donde se codifica el interior de los objetos geográficos, registrando de forma implícita la frontera de los mismos. (Del Bosque, Et Al, 2012) A esto usualmente se le conoce como pixel⁸ o pixeles, agrupados en una malla imaginaria que cubre la zona de estudio. Estos van a definir la resolución geométrica del modelo SIG, pues entre más pequeño sea el tamaño del pixel más precisa va a ser la definición digital de los elementos. Aunque cabe señalar que también a mayor número de pixeles o de resolución, aumenta el espacio que se ocupa en el disco duro, usualmente se mide por bytes⁹.

Caso similar al de los vectores, los archivos en formato raster pueden contener diferente información en cada uno de los pixeles, pero es mejor que se traten por variables separadas, es decir, utilizar diferentes capas de información, que permitan representar de mejor manera los resultados. Este modelo está completamente relacionado a los formatos de imagen que se pueden utilizar dentro de nuestro SIG, los formatos al igual que los vectores son variados, y los más importantes al momento son los que podemos trabajar a partir de sensores utilizados en los satélites artificiales, conocido como imágenes de satélite, o a partir de una cámara fotográfica, montada en un avión, que realiza un vuelo específico para obtener esta información. Por otra parte, también existe la posibilidad de escanear viejos o nuevos mapas y trabajar con ellos en un ambiente digital.

⁸ Pixel, es el acrónimo de las palabras en inglés Picture Element “elemento de Imagen”, y se refiere al elemento más pequeño que integra una imagen. (Real Academia Española)

⁹ Byte, es la unidad de información base utilizada en computación y en telecomunicaciones, resulta de un conjunto ordenado de bits.

Esquema 3. Formato Raster



Fuente: Elaboración propia con información de (Del Bosque, Fernández, Martín-Forero, & Pérez, 2012)

1.4.5. Sistemas de Coordenadas

Como se menciona anteriormente para poder trabajar con información llamada geográfica, es necesario que esta se encuentre dentro de un sistema de coordenadas, por la tanto debemos de disponer de un sistema que codifique cada uno de los puntos que conforman las líneas y polígonos ya mencionados asimismo las capas de información raster, que son "X", "Y" a los que se les asigna el concepto de latitud¹⁰ y longitud¹¹ empleados para establecer las coordenadas geográficas.

¹⁰ Latitud: distancia angular desde un punto en la superficie terrestre entre la línea ecuatorial, y la base, el meridiano de Greenwich o meridiano 0, lo que permite conocer su dirección, Norte o Sur.

¹¹ Longitud: distancia angular medida en grados de un punto dado sobre la superficie terrestre y el meridiano de referencia, actualmente, el que pasa por Greenwich también conocido como meridiano 0. Determina Este y Oeste.

Con respecto a esto (Olaya, 2014) las define como:

“Sistema de Coordenadas Geográficas, es un Sistema de Coordenadas esféricas mediante el cual un punto se localiza con dos valores angulares”

Estas, son de gran utilidad cuando se trabaja con grandes regiones, un país, por ejemplo. Sin embargo, hablar sobre un sistema de coordenadas específico es muy complicado, debido a que las condiciones no son las mismas, pues influye la curvatura o la forma esférica de La Tierra, lo que dificulta el uso de un solo sistema para todas las regiones del mundo.

Por tal motivo, la importancia de que la Información con la que se trabaje se encuentre bajo un mismo sistema de proyección cartográfico, preferentemente bajo una superficie plana, ya que son los ideales para trabajar en la elaboración de mapas. Las más utilizadas son Universal Transversa de Mercator UTM, que emplean metros y no grados como las geográficas, y de igual forma que las coordenadas geográficas éstas se representan mediante una malla imaginaria, que divide a La Tierra en 60 bloques del mismo tamaño, determinados por un número y 20 bandas determinadas por una letra, entonces, al estar proyectadas en metros, permite obtener cálculos de superficies y distancias.

1.5. Problemas que Puede Resolver un SIG

Hasta este punto, se ha profundizado en las características fundamentales de los SIG, que básicamente son las que lo diferencian de un sistema o software de dibujo o CAD, esto permite hablar de ellos como herramientas capaces de resolver un sin número de problemas, pues se emplean en diferentes áreas, debido a que se adapta a sin número de funciones.

“el éxito de estas aplicaciones radica en el hecho de que la geografía es parte de nuestra vida diaria” (Gutiérrez & Gould, 2000)

Pues la mayor parte de las decisiones se encuentran referenciadas, simplemente al momento de no conocer una dirección e introducirla en una aplicación de los

teléfonos inteligentes se están haciendo uso de ellos. Con esto, no se quiere decir que solo como individuos hemos adoptado el uso de los SIG, ya que incluso las empresas e instituciones hacen uso de estas herramientas de una manera creciente.

“En la actualidad se estima que más del 70% de la información que se maneja en cualquier disciplina se encuentra georreferenciada”. (Olaya, 2014)

El avance en la Tecnología ha facilitado el acceso a estas herramientas y el ser humano, se está volviendo consiente de la importancia de que el componente geográfico sirva de relación con muchas disciplinas.

Destacando un dominio de los SIG en forma de inventario, centrándose en solo dar a conocer lo que se tiene en un territorio determinado, por ejemplo, un inventario forestal, que calcula la superficie de bosques y selvas, o las Áreas Naturales Protegidas (ANP) que permiten saber de manera digital, la ubicación de algunas de ellas, así como su superficie. Lo que limita las posibilidades de los SIG a solo contener la información y visualizar. Pocos han sido utilizados como herramientas de gestión, pues no se ha dado el siguiente paso que permita analizar esa información de una forma que beneficie a la toma de decisiones en el territorio estudiado. Este siguiente paso lo dan los Sistemas de Información Territorial, los cuales se abordan en el siguiente párrafo.

1.6. Sistemas de Información Territorial

Los Sistemas de Información Territorial (SIT), forman parte de la tecnología de la información geoespacial, los SIG, y como se menciona su finalidad es la de administrar la Información y los recursos que se tienen en el territorio, facilitando la toma de decisiones. Pero existe una característica que diferencia a los SIG de los SIT, por lo que se analiza su concepto y se parte de lo que mencionan Cebrían y Chuvieco, donde ambos coinciden en que

“los SIG son generales, es decir, abarcan diferentes ramas de la investigación y que toda información dentro de estos sistemas esta

georreferenciada, por lo tanto, todos los sistemas que trabajen bajo estos parámetros deberíamos de considerarlos como solo SIG". (Cebrián & Chuvieco, 1993)

Ahora bien, otro de los conceptos que se puede considerar como uno de los antecedentes del SIT es el de Land Information Systems (LIS) por sus siglas en inglés, pero que al español se traduce como SIT y dice que

"Hace referencia a la gestión de la información parcelaria, es decir, a las aplicaciones relacionadas con el catastro" (Gutiérrez & Gould, 2000)

Hasta este punto se puede decir que ambos conceptos son considerados como válidos, pues la información que se va a manejar en un SIT debe de estar georreferenciada, y la escala de trabajo debe de contener el mayor detalle, en este caso representada por parcelas, en el nivel de predio, a lo que se conoce como catastro.

Sin embargo, como se lee, las definiciones son un tanto generales a lo que los SIT pueden y son capaces de representar, pues estos deben de ser incluyentes a los aspectos sociales presentes en el territorio. Ahora bien, en la siguiente definición se amplían dichos aspectos mencionados.

"un sistema especializado de información, caracterizado por la relación de sus datos cartográficos con el territorio, que brinda a sus usuarios Información sobre el catastro territorial, en sus aspectos físicos, jurídicos y económicos, para la planificación urbana y el desarrollo del territorio". (del Valle, y otros, 2010)

Esta definición se toma como punto de partida, ya que involucra los conceptos referentes a esa relación que existe en el territorio, es decir, sus características físicas y las de las ciudades construidas, como, por ejemplo: aspectos económicos, planificación urbana, cuestiones jurídicas y el desarrollo del territorio.

Bajo este parámetro otro autor define a los SIT de la siguiente manera:

“como una nueva concepción geo-tecnológica, si se reconoce su carácter multifuncional como plataforma para la solución de problemas de distinta índole”. (Montalvo, 2010)

Es aquí donde se incluye una nueva variable, la cual hace mención a una plataforma multifuncional, este autor explica, que los SIT, son el siguiente paso en la evolución de los SIG, pues estos se han vuelto herramientas capaces de manipular grandes cantidades de información la cual va más allá de solo planificar, gestionar y tomar decisiones, ya que se pueden poner en un plano de consulta, publicitación y ejecución de programas gubernamentales, para atender múltiples sectores y usuarios. Es necesario relatar que también distingue a los SIG de los SIT de la siguiente manera, como podemos ver en la tabla.

Tabla 4. Diferencias entre los SIG y los SIT

| SIG | SIT |
|--------------|----------------|
| Uni-escala | Multi-escala |
| Monousuario | Multiusuario |
| Uni-temporal | Multi-temporal |
| Temático | Multi-temático |
| Uni-variado | Multivariado |

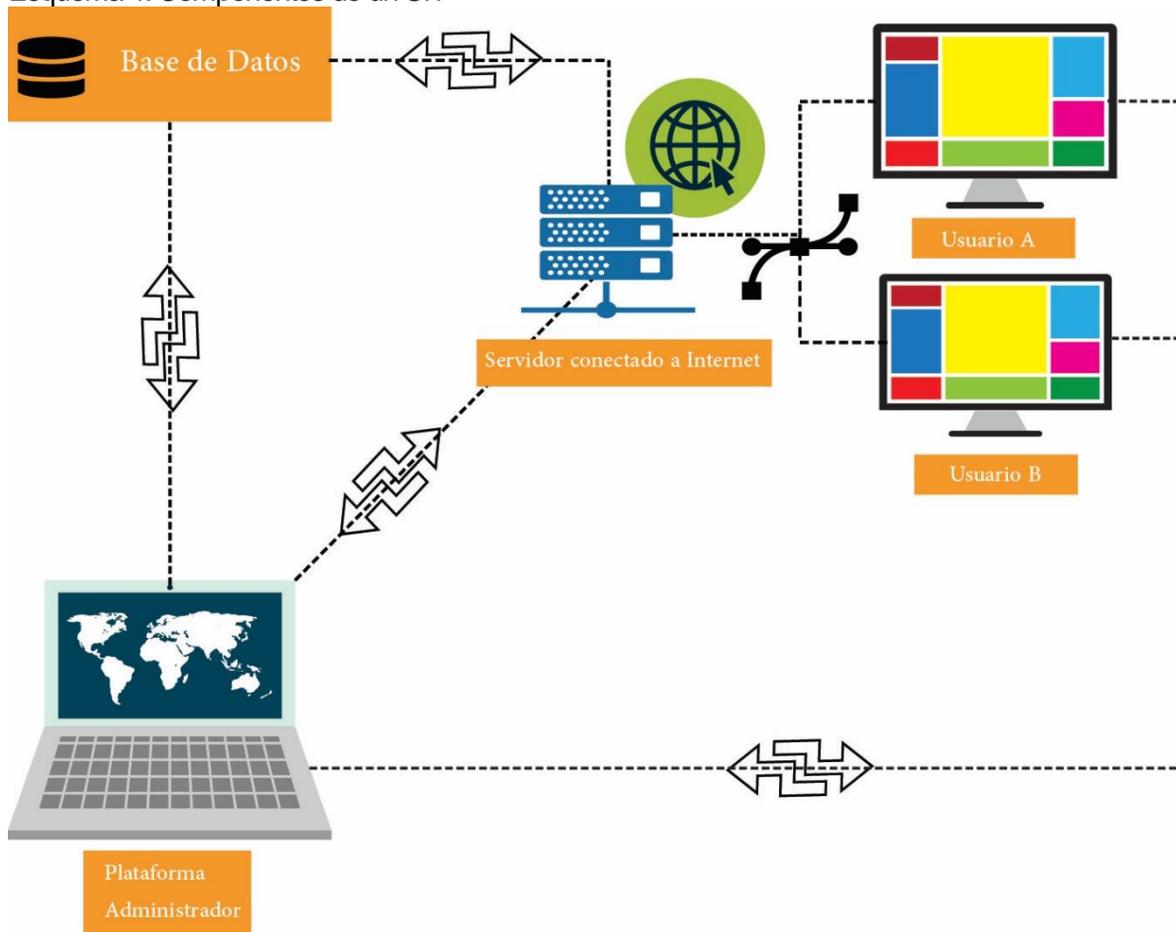
Fuente: Elaboración propia, tomado de (Montalvo, 2010)

La información que se debe integrar en los SIG, que como se menciona desde los SIG, debe de estar debidamente georreferenciada y manejar una escala en común para la información, sin embargo, en los SIT, esta información se puede integrar de una manera local, municipal, regional e incluso nacional. Un segundo aspecto, es que los SIG se centran en el uso de un usuario a la vez, con su respectivo equipo de cómputo y software, donde es posible compartir la información, pero sin la posibilidad de que varios usuarios trabajen al mismo tiempo en un mismo proyecto, situación que los SIT, deben de poder ejecutar. Como tercer característica se tiene que los datos en los SIG tienden a ser estables o fijos a una fecha, es decir, que una vez que se introducen los atributos o variables éstas quedan fijas hasta que el usuario o administrador lo actualice, por otro lado, existe información como por ejemplo: el clima, del cual se generan datos cada 30 minutos, con la posibilidad de vincular estas bases de datos a un SIT, el cual este actualizando automáticamente

dicha información, por lo que deja de ser uni-temporal y pasa a ser multitemporal, como se menciona en párrafos anteriores una de las principales diferencias es que los SIG suelen ser enfocados a un solo tema en específico y los SIT tienen la característica de contar con diferentes temáticas y variables en un solo lugar.

En la actualidad los SIG y los SIT se han visto favorecidos por los avances tecnológicos, pues para poder diseñar este tipo de herramientas es necesario hacerse valer de herramientas informáticas, las cuales hace 20 años no existían, (como podemos ver en el esquema 4) los SIT se basan principalmente en una plataforma, que puede o no estar almacenada en un servidor web. Una de sus principales características es que debe de ser multiusuario y la relación que se da, debe de ser recíproca, es decir, como el usuario A puede visualizar la Información del sistema, también puede ver la que el usuario B este generando, y que este no solo sea un visualizador de información sino que sea capaz de llevar a cabo diferentes geo procesos que ofrecen los SIG, esta información generada debe de ser controlada y validada por un administrador, que a su vez es el que se encarga de integrar la información dentro de la base de datos georreferenciados.

Esquema 4. Componentes de un SIT



Fuente: Elaboración propia con información de (Montalvo, 2010)

Todo esto parece confirmar, que incluir a los SIT, como parte de los SIG, no es lo correcto, pues la integración de todos estos componentes dentro de un sistema y la posibilidad de compartir información, favorece el carácter de multiusuario y no solo monousuarios como lo son los SIG, a esto se le suman las capacidades tecnológicas de transferir información que se tienen en la actualidad, como es el internet, el incremento de herramientas tecnológicas, que van desde los llamados teléfonos inteligentes, los GPS, los sensores satelitales, imágenes satelitales, la teledetección que ya son abordados por diferentes disciplinas, favorece a la solución de problemas específicos dentro del territorio.

Por lo tanto, los SIT son una de las nuevas herramientas ideales para la planificación del territorio, que permite administrar múltiples temáticas en un mismo entorno,

como, por ejemplo: educación, salud, medio ambiente, catastro, seguridad, servicios públicos, obras públicas, recolección de residuos y limpieza, entre tantas otras.

Emplear la cartografía¹² como herramienta exclusiva de los profesionales en la materia, ha dejado de ser una realidad, pues como se menciona, su uso se ha abierto a un modo más colaborativo, el cual es demandado por una sociedad abierta al conocimiento y a la información, donde personas de todas partes del mundo comparten sus conocimientos y aportan soluciones de desarrollo, así como de información. Siendo así como nacen las herramientas de código abierto, las cuales ofrecen una solución a las limitantes que los programas informáticos con licencia ponen al desarrollo de investigaciones.

1.7. Principales Funciones y utilidad de los SIT

Entre las principales funciones que se pueden realizar dentro del ambiente de los SIT, destacan las siguientes:

- Captura y almacenaje de datos, para su posterior análisis.
- Consulta y análisis de los datos previamente almacenados, lo que permite dar seguimiento a las principales variables, que ayuden a la toma de decisiones.
- Visualizar la información mediante, mapas, gráficos e informes volviendo más eficaz la forma de comunicar e integrar la información.
- Para difundir las estrategias y sus resultados.

Los SIT ofrecen diferentes soluciones, como ya se menciona, estos pueden ser a disciplinas ajenas al área de las ciencias geográficas, pues como el sector público puede hacer uso de estas herramientas, de igual forma lo pueden llevar a cabo empresa, consultores, investigadores e usuarios en general, ayudando a la toma de

¹² Cartografía, se define como; la ciencia que trata de la representación del Planeta Tierra sobre un plano llamado mapa, se considera la más científica de las artes y las más artística de las ciencias (cartografia.supaw.com)

decisiones, ya que de alguna manera, todos forman parte del territorio, por lo tanto se relacionan con el proceso de urbanización y el desarrollo urbano y económico del municipio, y al hacer uso de estas herramientas, se vinculan directamente al componente geográfico; algunos ejemplos son los siguientes:

Tabla 5. Aplicaciones de los SIT

| Áreas | Funcionalidades | Principales Usuarios |
|--|---|--|
| Planificación agrícola | <ul style="list-style-type: none"> Facilita la toma de decisiones respecto a la planificación de los usos de suelo, volumen de producción y calidad o momento óptimo de recolección, recolección, entre otros. Generación de modelos de impacto-aptitud de suelos, determinando la localización óptima en un territorio de una actividad, analizando conjuntamente los impactos ambientales y socioeconómicos | Planificadores y gestores públicos Productores y empresarios Consultores e investigadores. |
| Planificación medioambiental | <ul style="list-style-type: none"> Análisis de los cambios producidos en el paisaje. | Planificadores y gestores públicos Empresarios Consultores e investigadores |
| Planificadores de espacios naturales | <ul style="list-style-type: none"> Delimitación del perímetro de los espacios naturales y sus diferentes grados de protección. Localización óptima de actividades recreativas. | Planificadores y gestores públicos |
| Geomarketing | <ul style="list-style-type: none"> Facilita el análisis de los mercados, clientes potenciales o existentes. | Empresarios |
| Planificación y gestión de servicios, infraestructuras y equipamientos públicos | <ul style="list-style-type: none"> La localización de los servicios públicos, permite conocer la ubicación óptima de las infraestructuras y equipamientos, al poder manejar de forma simultánea información sobre la población, asentamientos humanos, carreteras. Etc. | Planificadores y gestores públicos |
| Urbanismo y ordenamiento del territorio | <ul style="list-style-type: none"> Las administraciones con competencias en la gestión del territorio manejan un importante volumen de los datos que emplea o genera en el ejercicio de sus actuaciones administrativas. Estos datos suceden en un espacio físico. Planes Urbanísticos. | Planificadores y gestores públicos Consultores e investigadores |

| | | |
|--------------------------|--|---------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Planificación y optimización de infraestructura y servicios. • Análisis de ocupación del suelo. • Análisis de impacto de políticas de suelo. • Generación y/o diseño de políticas del suelo. • Estudios de impacto: predicción y generación de escenarios. | |
| Gestión municipal | <ul style="list-style-type: none"> • Cartografía catastral. Una parte significativa de la financiación económica de los ayuntamientos, se basa en la propiedad del territorio y de sus usos. | Planificadores y Gestores |

Fuente: elaboración propia tomado de Guía metodológica para el diseño e implementación de un SIT para iniciativas de Desarrollo Económico Local.

1.8. Software de Código Abierto

El software de código abierto ha experimentado en los últimos años un crecimiento impensable hace un par de décadas, en la actualidad existen alternativas libres al software privativo en la mayoría de áreas, estos, se encuentran lo suficiente maduros para dar respuesta a una vasta necesidad y usos de los múltiples usuarios, los encontramos como sistemas operativos para computadoras, de texto y hojas de cálculo, procesadores y editores de imágenes para diferentes usos, por mencionar algunos y en el caso de los SIG, esto no se queda atrás, los hay para cubrir cualquier nivel de utilización ocasionando que su penetración en el mercado sea cada vez más elevada. (Olaya, 2014)

Una de las más importantes características de estos llamados software código abierto, es que suelen estar acompañados de sus correspondientes textos de ayuda, habitualmente también de una forma libre, y en diferentes idiomas, los cuales constituyen además de muy buenas referencias sobre el campo de los SIG.

1.8.1. Software con Licencia

En el software privativo o con licencia hay diferentes opciones ya que existen más de 30 aplicaciones en el mercado especializadas en el tema de los SIG, sin embargo, la presente investigación no es capaz de abordarlos cada uno y solo nos enfocaremos en las cualidades de ArcGIS de esri. Considerado como la potencia a nivel mundial situación que ha venido predominando desde su fundación siendo uno

de los sistemas con mayor aceptación en el mundo, incluso el término ArcGIS comienza a ser sinónimo de SIG, debido a su popularidad. (Artega, 2015)

Es el más utilizado al momento de realizar publicaciones de estudios relacionados con los SIG, sus usuarios en la mayoría son de un nivel medio, y los procesos aquí realizados tienden a ser más sencillos, rápidos y efectivos, dentro de las principales aplicaciones destacan los siguientes módulos con los que cuenta la plataforma de escritorio, como se menciona en la página de esri Resources:

- **ArcGlobe** El cual permite la manipulación de objetos georreferenciados en 3D.
- **ArcGis Pro** Con la capacidad de poder compartir mapas y ser almacenados en la nube, para poder utilizarlos en cualquier otra computadora, sin embargo, esta deberá de contar con el mismo tipo de licencia para su uso.
- **ArcMap** Consta de la plataforma más utilizada por los usuarios, donde encontramos las herramientas básicas, los editores y el ArcInfo, herramienta para manipular las bases de datos.
- **3D Analyst** Se vincula con ArcGlobe y destaca la posibilidad de ver datos en 3D dentro de una versión planimétrica, consultar distancias mediante datos SIG en 3D, construir superficies con elevaciones a partir de datos LIDAR y Modelos de Elevación.
- **Spatial Analyst** Proporciona una amplia variedad de datos dedicados al análisis y modelado espacial, en la que se podrán crear, consultar y analizar datos basados en celdas raster.
- **Geostatistical Analyst** Utilizado para analizar y predecir valores asociados a fenómenos espacio temporales, como el clima elemento con cambios constantes, pero que se dan en un mismo sitio en un día.

Otro motivo de su amplia aceptación es porque es compatible con el Sistema Operativo también comercial Windows, y cabe señalar que también funciona en el Sistema Operativo Código Abierto Linux, ambos con mayor cantidad de usuarios en su rama.

1.8.2. Software Código Abierto

En el caso del software de código abierto, como en el caso anterior, existen diferentes opciones, la investigación se centra en que ha tenido mayor aceptación por diversos especialistas del área de los SIG, el software se le conoce como QGIS anteriormente Quantum GIS. Este es creado dentro de una comunidad de usuarios de los SIG muchos de estos solo son voluntarios, dedicados en alimentar día a día este gran proyecto (Artega, 2015)

Como en el caso del ArcGIS el QGIS, también cuenta con diferentes módulos capaces de editar, cortar, trazar y crear mapas, estos se conocen como Plug-in, diseñados cada uno por una comunidad de usuarios que solo buscan crear mejores herramientas, todas estas son gratuitas y en la actualidad existen más de 400, por tal motivo no se aborda en que consiste cada una de ellas, pero si se concluye que se pueden realizar sin número de combinaciones de los Plug-in para lograr los resultados que la plataforma de ArcGIS. Es importante resaltar la gran cantidad de formatos puede recibir y leer, incluso el formato nativo de esri el shapefile, CAD, y diferentes tipos de imágenes, destaca que además de trabajar en los mismos Sistemas Operativos que ArcGIS, este incluye el de Apple el OS X.

1.8.3. Ventajas y Desventajas

Una de las principales ventajas que tiene QGIS sobre ArcGIS y quizá la más importante, es que, en el caso del ArcGIS, existen diferentes tipos de licencias, las cuales siempre es posible acceder, pero no son costos accesibles lo que a veces limita su uso a instituciones educativas, de Gobierno e Investigación y empresas privadas que pueden invertir en las licencias. En el caso del QGIS, trabaja bajo la Licencia Pública General GNU (GPL) la cual no se paga y es totalmente gratuito su uso, descarga y publicación de trabajos, además de los Plug-in elaborados por los mismos usuarios son gratuitos, lo que aumenta las posibilidades todos los días pues este se está actualizando año con año, con mejoras notables.

2. Análisis de las Variables que Conforman el SIT

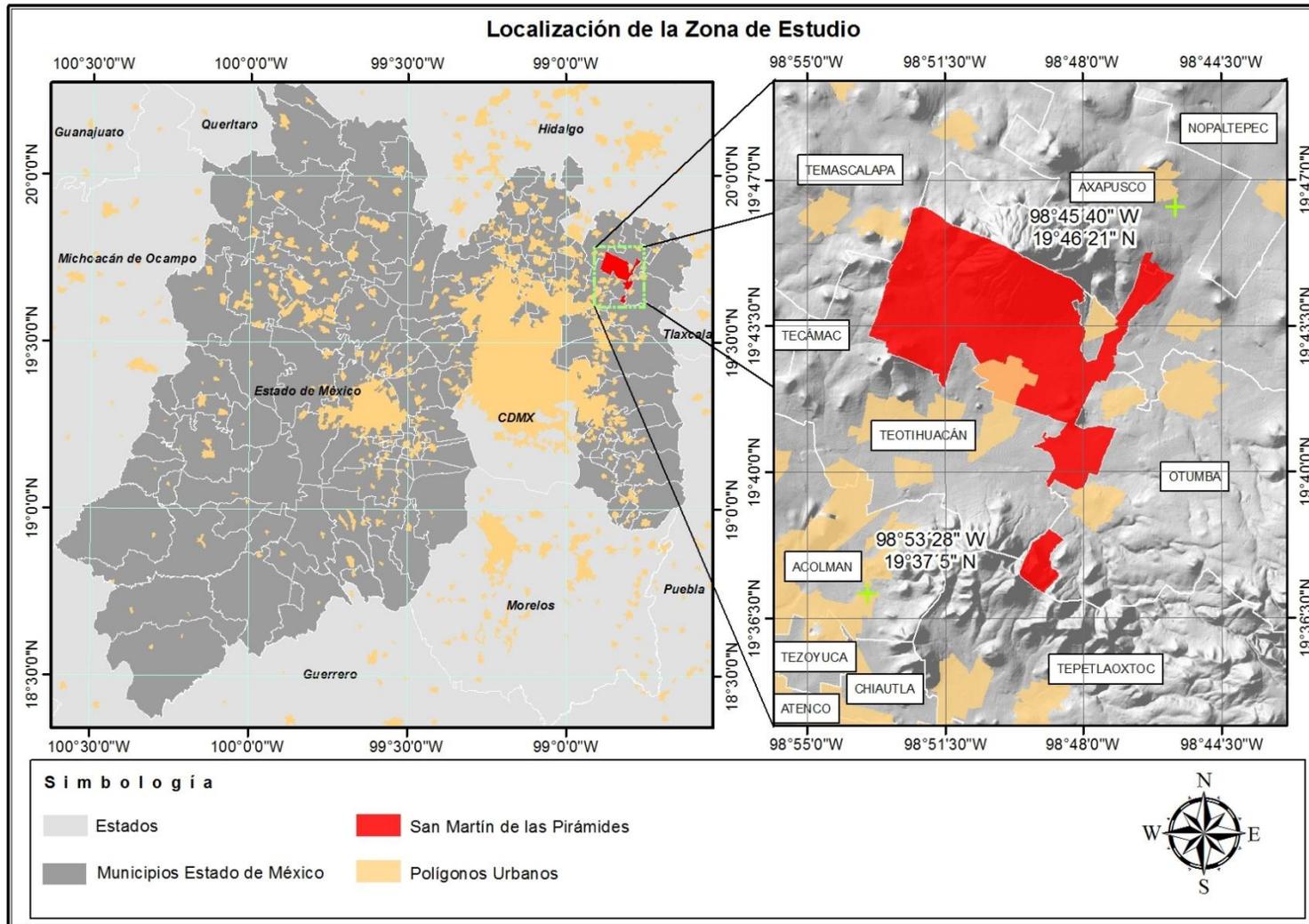
2.1. Delimitación de la Zona de Estudio

La zona de estudio es el Municipio de San Martín de las Pirámides, Estado de México, el cual forma parte de la ahora llamada Zona Metápolitana de la Ciudad de México, desde el año 2000. Se localiza en el Noreste del Estado de México, con coordenadas extremas 98°45'40" Oeste 19°46'21" Norte y 98°53'28" O 19°37'5" N.¹³ a una altura promedio de 2,295 msnm el clima es templado con temperatura media anual de 16°C. El municipio para el año del 2010 tenía una población de 24,851 habitantes los que se distribuyen dentro del territorio en aproximadamente 7,000.5 hectáreas¹⁴. Siendo esto, solo un 3% de la superficie total del Estado de México.

¹³ Obtenidas por medio de un sistema geográfico de coordenadas, en el software QGIS.

¹⁴ Calculado a partir de los límites municipales, bajo una proyección UTM Z14.

Mapa 2. Localización de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia, con datos del Marco Geoestadístico Municipal 2012 INEGI.

Colinda al Norte con los municipios de Axapusco, Temascalapa y Otumba; al Sur con el Municipio de Otumba y Teotihuacán; al Oeste con Teotihuacán y Temascalapa. Las localidades que forman parte del municipio quedan divididas de la siguiente manera de acuerdo con lo establecido en el Bando de Policía y Buen Gobierno 2016; 6 Pueblos, 8 Rancherías, 5 Colonias. Como se puede apreciar en la siguiente tabla. (tabla 6)

Tabla 6. Localidades que integran el Municipio San Martín de las Pirámides.

| |
|--------------------------------------|
| Cabecera Municipal |
| Villa de San Martín de las Pirámides |
| Pueblos |
| San Pablo Ixquiltán |
| Santiago Tepetitlán |
| Santa María Palapa |
| San Antonio de las Palmas |
| Ixtlahuaca |
| Rancherías |
| San José Cerro gordo |
| Santa María Tezompa |
| Rancho Ex Hacienda de Tlacateopan |
| Tlachinolpa |
| Rancho las Dos RR |
| Rancho los Chopos |
| El Saltito |
| Cozotlán Norte |
| Colonias |
| Álvaro Obregón |
| San Marcos Cerro Gordo |
| Oztoyohualco |
| San Diego |
| La Noria |

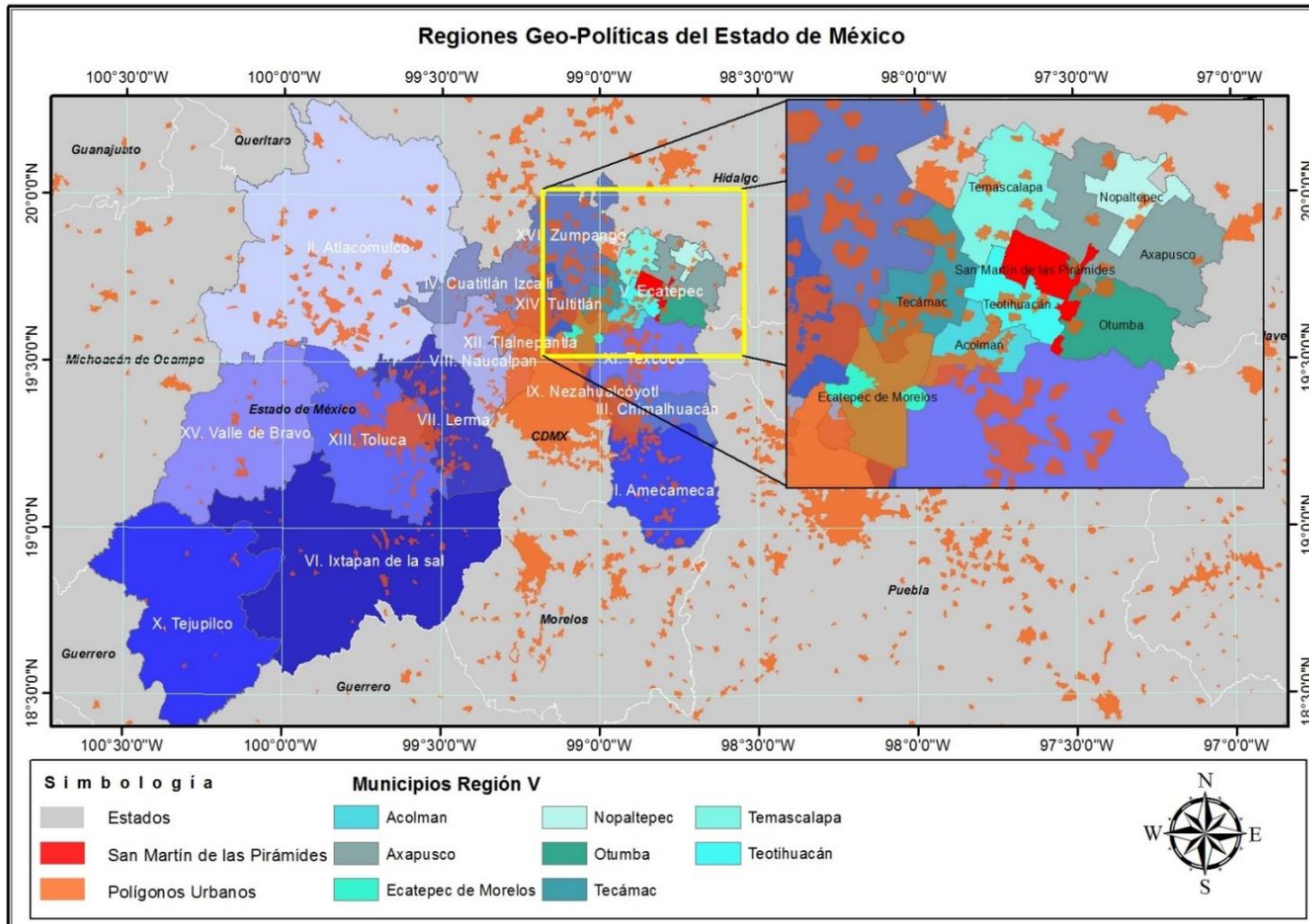
Fuente: Elaboración propia, con datos del Bando de Policía y Buen Gobierno 2016. San Martín de las Pirámides.

La localidad de Villa de San Martín de las Pirámides, destaca, no solo por ser la localidad cabecera, sino como la más poblada y urbanizada, su población es superior a los 15 mil habitantes, por lo que forma parte del catálogo de las ciudades del Sistema Urbano Nacional 2012, de igual manera pertenece a la Región Socioeconómica del Estado de México, número V con Cabecera en Ecatepec, que

comparte con los municipios de Acolman, Axapusco, Ecatepec de Morelos, Nopaltepec, Otumba, Tecámac, Temascalapa y Teotihuacán. En conjunto tienen una superficie de 1,217.06 km² y una altura promedio de 2,316 msnm actualmente es la región más poblada del estado, con 2'239,132 habitantes, con una densidad de población de 1,908 habitantes por km².¹⁵

¹⁵ Información obtenida del Programa Regional Región V Ecatepec. 2012

Mapa 3. Regiones Geopolíticas del Estado de México.



Fuente: Elaboración propia con datos del GEM

2.2. Marco Jurídico de la Planeación

Como antecedentes al marco de planeación y de la gestión del territorio que ejercen sobre el municipio, se hace mención a algunos de ellos, lo que comprende un marco jurídico, con instrumentos que se espera sean tomados en consideración en todos los Planes de Desarrollo Urbano, del municipio y de la región.

A nivel federal el primer ejemplo es la **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**, publicada el 5 de febrero de 1917 y su última reforma el 27 de enero de 2016. La cual especifica que en los **Artículos 25 y 27** en los que habla sobre el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles a explotación, que logren el desarrollo equilibrado del país, estableciendo adecuadas reservas de los mismos además de regular y controlar la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Por otra parte, en el **Artículo 115** menciona que los municipios tienen la facultad para formular, aprobar y administrar la zonificación y Planes de Desarrollo Urbano Municipal, autorizando y controlando la utilización del suelo, mediante las licencias y permisos de construcción.

La Ley de Planeación Federal publicada el 5 de enero de 1983 y su última reforma el 28 de noviembre 2016, en el que se actualiza el **artículo tercero** donde se especifica el aprovechamiento de los recursos naturales y la protección al medio ambiente, así como el ordenamiento de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano, en general la ley especifica los convenios que tendrán los representantes de las entidades federativas y resalta el impulso a la participación ciudadana en la toma de decisiones en materia de planeación. El siguiente es **la Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)** que como ya mencionamos marcó un punto de partida en México para los temas urbanos y de planeación del territorio. Esta fue publicada oficialmente el 21 de julio de 1993, con una última reforma el día 28 de noviembre de 2016, donde se resalta lo siguiente; establece la normatividad en materia de planeación. ordenación y regulación de asentamientos humanos a través de instrumentos de planeación estratégica y democrática como son Planes y Programas de Desarrollo Urbano y su coordinación con los ámbitos, Federal y

Estatad, además de propiciar que permitan la participación ciudadana, en los procesos de planeación y gestión del territorio con base en el acceso a la información de una manera transparente, cabe resaltar que dicha ley dentro de sus artículos, en específico en el capítulo cuarto, **Artículo 11** atribuciones de los municipios, estos deberán de incorporar al Sistema de Información Territorial y Urbano (**SITU**), los respectivos Planes y Programas de Desarrollo Urbano y modificaciones. Esto, un motivo más a la importancia de abordar este tipo de temas dentro del desarrollo urbano de los municipios, el SITU, al momento de esta investigación no se encuentra disponible, pero éste, deberá de contener las características mínimas de cómo se deberá de integrar la información desde el municipio y nutrir de esta manera el sistema nacional.

En el sentido de protección al ambiente, existe también un apartado, en este caso la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)** publicada el 28 de enero de 1988 y su última reforma realizada el 9 de septiembre de 2015, la cual es considerada como un instrumento de política ambiental, para regular las actividades del ser humano y sus impactos sobre el medio ambiente, por lo tanto debe de ser considerada para la toma de decisiones en el desarrollo urbano y la planificación del territorio. Otra de las leyes que adquiere importancia por el tipo de propiedad del suelo que se encuentra en el municipio y principalmente por las actividades económicas, es la **Ley Agraria**, la cual fue publicada el 26 de febrero de 1992 y su última reforma el día 9 de abril de 2012, en esta se habla sobre los permisos que tienen los ejidatarios para urbanizar sus tierras, si estas están continuas a un centro de población y limita su expansión a zonas de preservación ecológica.

Para la parte de las viviendas se encuentra dentro de la política nacional la **Ley de Vivienda** publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio de 2006 y reformada el 20 de abril de 2015, en la que se establece que la construcción de las viviendas debe de respetar el entorno ecológico, buscando la sustentabilidad ambiental, la ordenación del territorio y desarrollo urbano en todo el territorio nacional.

La siguiente Ley es importante hacer su mención, si bien no aplica para muchas zonas del país, el Municipio de San Martín de las Pirámides no es la excepción, pues dentro de sus límites se tiene la presencia de restos arqueológicos, pertenecientes a la cultura Teotihuacana, de relevancia nacional y mundial. Esta **Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos**, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972 y reformada el día 28 de enero de 2015 da la autoridad al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), en que cualquier tipo de construcción o remodelación deberá ser previamente autorizada por dicha Institución, cabe señalar que parte de la cabecera municipal se encuentra dentro de unos polígonos de contención a la zona arqueológica de Teotihuacán.

Finalmente, la **Ley del Sistema de Información Estadística y Geográfica** reformada el 27 de enero de 2017. Cuya finalidad es la de suministrar a la sociedad y al estado información de calidad, pertinente, veraz y oportuna, a efecto de coadyuvar al desarrollo nacional. El SIEG, especifica las normas las cuales deben de ser de observancia general ya que aplican a la generación de información nueva por parte de las autoridades, dependencias y terceros. Por lo que, toda información geográfica o estadística deberá de regirse por esta ley.

En el ámbito Estatal el primer referente es la **Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México**, en la que destaca el **artículo 139** que hace mención al sistema estatal de planeación democrática, el cual tiene como base el Plan de Desarrollo Estatal del Estado de México, mismo que se integra por los Planes y Programas que formulan las autoridades estatales y municipales con la participación de la sociedad, para el desarrollo de la entidad. Asimismo, la **Ley de Planeación del Estado de México y Municipios**, publicada el 11 de septiembre de 2001. En esta se define el sistema de planeación democrática para el desarrollo del Estado de México, el cual se conforma por el Plan de Desarrollo del Estado de México, Planes de Desarrollo Municipal, Programas Sectoriales, Programas Regionales y Programas Especiales.

Otro instrumento es la **Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México**, en esta ley se menciona la ordenación y regulación de los asentamientos humanos la cual se deberá de llevar a cabo a través de El Plan Estatal de Desarrollo Urbano, Los Planes Regionales Metropolitanos, Los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, Los Planes de Centros de Población Estratégicos, Los Planes de Centros de Población y Los Planes Parciales. Por otra parte, tenemos la **Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México**. El que establece que la Secretaria de Desarrollo Urbano es la dependencia encargada del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y que regula a los centros de población y vivienda y promueve la elaboración de los Planes Municipales de Desarrollo Urbano. En consecución a esto tenemos el **Código Administrativo del Estado de México y su libro Quinto “Del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población”** el cual, a grandes rasgos tiene como objetivo fijar las bases para planear, ordenar, regular, controlar, vigilar y fomentar el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y como debe de ser el contenido de los PMDU en el que se destaca la zonificación, normas de uso y aprovechamiento del suelo y de la conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población.

En el Ámbito Municipal se destaca el **Bando Municipal 2016** en el que se especifica en materia de desarrollo urbano a la Dirección de Desarrollo Urbano y Catastro del H. Ayuntamiento Municipal, como encargada de vigilar el cumplimiento del PMDU, revisar el contenido y en su caso proponer las modificaciones pertinentes que el documento requiera. En segundo caso, el **Reglamento de Imagen urbana**, que tiene como objetivo, preservar, conservar, difundir y mejorar el ambiente característico y particular del municipio en cuanto a su imagen se refiere.

2.3. Variables Demográficas y Socioeconómicas

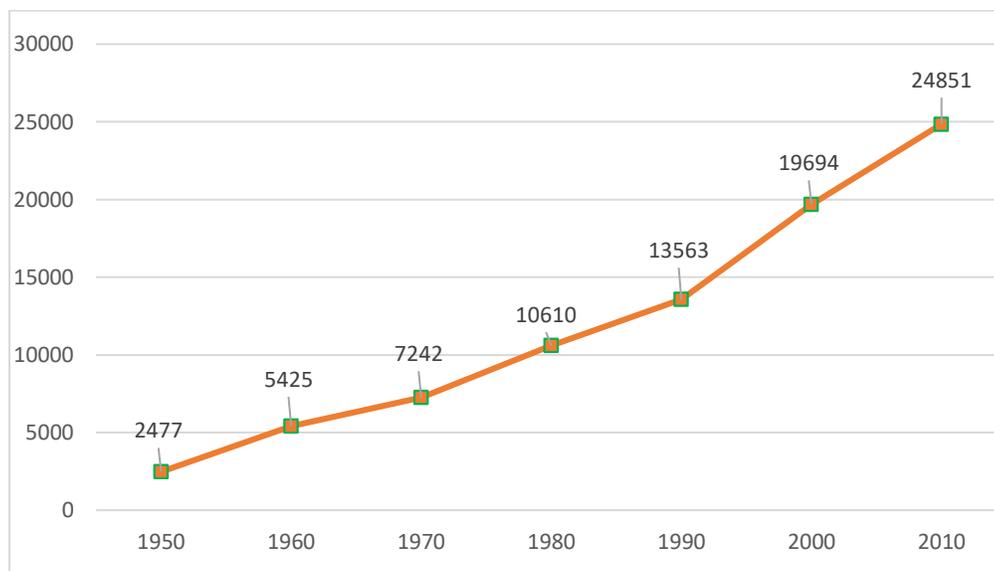
En este caso se refiere al estudio de los indicadores que permitan conocer la dinámica de la población y de las actividades que desarrollan dentro del municipio, ya que el análisis en conjunto de esta información permitirá conocer el tipo y dimensiones de las demandas de los servicios y sobre todo un marco de interpretación al proceso de ocupación del territorio.

2.3.1. Aspectos Demográficos

Con base en los datos del último Censo de Población y Vivienda INEGI 2010 se obtuvieron algunos de los siguientes indicadores demográficos el primero de ellos, el total de la población el cuál fue de 24,851 habitantes, y que, de acuerdo con los datos estadísticos de Censos pasados, en el año 1990 fue de 13,563 el número total habitantes¹⁶. Lo que representa un aumento de casi el 100% en un periodo de 20 años, la tasa de crecimiento media anual incluso fue superior a la que registró el Estado de México, pudiendo inferir que dicho crecimiento fue debido a la expansión de la Ciudad de México, la cual realizó una expulsión de habitantes y de industria con los programas de “ciudades medias” o el de “100 ciudades” que se implementaron durante esta etapa. Como lo muestra la siguiente gráfica (gráfica 1.), que representa el crecimiento del municipio desde la década de los años 50, cuando el municipio aún era una pequeña comunidad de características rurales, y el modelo orientado a la sustitución de importaciones en la Ciudad de México estaba en pleno auge.

¹⁶ Con Base en el Censo de Población y Vivienda 1990 INEGI.

Gráfica 1. Crecimiento Histórico de la Población en el Municipio de San Martín de las Pirámides.



Fuente: Con Información de los Censos de Población y Vivienda INEGI

Tabla 7. Crecimiento Urbano del Municipio de San Martín de las Pirámides.

| Municipio | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| San Martín de las Pirámides | 2,477 | 5,425 | 7,242 | 10,610 | 13,563 | 19,694 | 24,851 |

Fuente: Elaboración propia con información del Censo General de Población y Vivienda 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, INEGI.

Durante los últimos 60 años la población del municipio multiplicó más de 10 veces su tamaño inicial. Aunque dicho crecimiento ha ocurrido con mayor intensidad en la cabecera municipal pues en el año de 1960 superó los 2,500 habitantes y desde entonces las características propias de una localidad del tipo rural comenzaron a ser sustituidas por las de un municipio urbano, caso contrario para el resto de las localidades, que como se muestra a continuación ninguna supera los 2,500 habitantes.

2.3.2. Distribución de la Población

De las 18 localidades que conforman el municipio, el 53% de la población vive en Villa San Martín de las Pirámides (Cabecera Municipal), propiciado la etiqueta de

municipio urbano, pues ninguna de las 17 localidades restantes supera a los 2,500 habitantes, primer característica que distingue una población urbana de una rural, destacan las localidades de San Pablo Ixquitlán con 1,928 habitantes, Santiago Tepetitlán 1,609 habitantes, Santa María Palapa 1,849 habitantes y San Antonio de las Palmas 1,411 habitantes, por su dinámica de interacción con la cabecera, y cercanía además de que se cuenta con vialidades que así lo permiten, el resto es de una población inferior a los 1,000 habitantes como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 8. Localidades por Tamaño de Población.

| Localidades | Población total |
|--|------------------------|
| Villa San Martín de las Pirámides (Cabecera Municipal) | 13,378 |
| San Pablo Ixquitlán | 1,928 |
| Santiago Tepetitlán | 1,609 |
| Santa María Palapa/Colonia San Diego | 1,849 |
| San Antonio de las Palmas | 1,411 |
| Ixtlahuaca | 789 |
| San José Cerro Gordo | 191 |
| Santa María Tezompa | 592 |
| Rancho Ex Hacienda de Tlacateopan | 6 |
| Tlachinolpa | 344 |
| Rancho las dos RR | 9 |
| El Saltito | 466 |
| Cozotlán Norte | 1,505 |
| Colonia Álvaro Obregón | 399 |
| Colonia San Marcos Cerro Gordo | 134 |
| Colonia La Noria | 58 |
| Rancho los Chopos | * |
| Oztoyohualco | * |

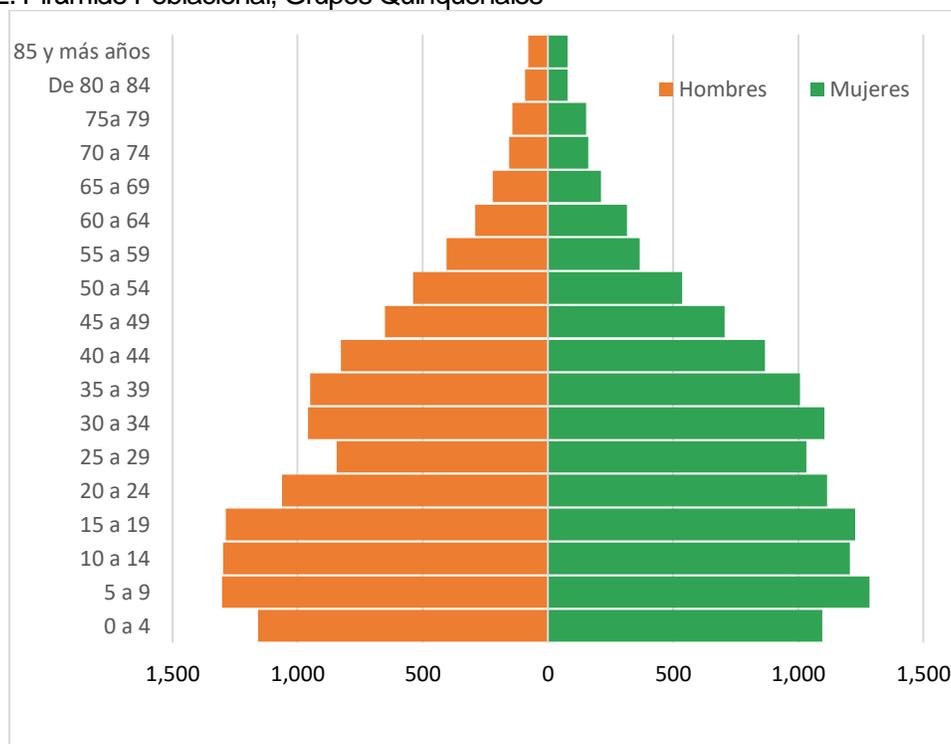
Fuente: Elaboración Propia, con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 INEGI

*Las localidades no están dentro de los estadísticos del INEGI, pero el Bando Municipal las reconoce como parte del Municipio.

2.3.3. Estructura Poblacional

Otro de los indicadores demográficos que permite analizar y dimensionar el crecimiento de la población, es la llamada pirámide poblacional, en esta, destacan los grupos quinquenales de población de 5 a 9 años de edad, 5.17 % mujeres y 5.24% hombres, así mismo, resalta la disminución del grupo de población de 25 a 28 años de edad, (Gráfica 2). acontecimiento que puede estar relacionado con la migración del municipio en busca de mejores oportunidades de trabajo y de educación.

Gráfica 2. Pirámide Poblacional, Grupos Quinquenales



Fuente: Elaboración propia con base al Censo de Población y de Vivienda 2010. INEGI.

2.4. Variables Económicas

Conocer la situación económica ayuda a construir una imagen clara de la situación económica que se tiene en el territorio, estos, son importantes de ser considerados al momento de realizar los Planes y Programas de Desarrollo Urbano, por tal motivo son considerados como una variable más que puede ser incluida en el SIT.

2.4.1. Población Económicamente Activa, Ocupada e Inactiva

Las actividades económicas de la población, permiten observar de manera más clara cuáles son las necesidades dentro del territorio, lo que en la planeación urbana detona en la implementación de estrategias dirigidas a las exigencias reales de la población y en prospectiva lo que pudiera estar requiriendo la población del municipio en los siguientes años. Los tres aspectos que resaltan son; la Población Económicamente Activa (PEA), que permite conocer el número de personas que están en edad de desempeñar algún trabajo, INEGI los define como, personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o; buscaron trabajo en la semana de referencia. El siguiente indicador es el de Población Ocupada (PO) el cual se entiende como la población que está en edad de trabajar y que además se encuentra desempeñando alguna actividad laboral personas de 12 y más años de edad que trabajaron o que no trabajaron, pero sí tenían trabajo en la semana de referencia INEGI; por último, la Población Económicamente Inactiva, (PEI) la que no realiza ninguna actividad remunerada, a los que INEGI se refiere como; personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicados a los quehaceres del hogar, que tiene alguna limitación física o mental permanente que le impida trabajar.

En este sentido la PEA es de 9,788 personas y su contra parte la PEI es de 9,123 habitantes, en este periodo la Población Ocupada era de 9,474 habitantes, lo que resalta los niveles de desempleo en el municipio, los cuales podemos considerar bajos, pues el número es de apenas unas 314 personas desempleadas o sin realizar ninguna actividad remunerada. Sin embargo, esta información es muy variable y más con las condiciones del municipio, ya que una parte de la población se dedica a las actividades del campo, y esto no refleja que las personas cuenten con remuneraciones acordes a sus necesidades.

2.4.2. Actividades Económicas

En este sentido las actividades económicas se dividen en tres grupos principales las actividades primarias, secundarias y terciarias. En el primario encontramos principalmente a las actividades agrícolas, pecuarias, ganaderas, básicamente las

que se obtienen de las materias primas o recursos naturales, el sector secundario alberga las actividades industriales y de transformación de las materias primas, finalmente el sector terciario, predominante, debido al amplio rango que son los servicios.

2.4.2.1. Sector Primario

El municipio contaba con una superficie de 5,599 has sembradas en el año de 2013¹⁷, esto representa el 80% de su territorio destinado a las actividades agrícolas, en la que destaca la cosecha de la tuna y el xoconostle, pues se reportó una superficie de 4,658 has sembradas; la cual no presenta muchos cambios año con año ya que el nopal es un cultivo perenne, el resto de la superficie se divide en varios cultivos no tan relevantes.

2.4.2.2. Sector Secundario

En el año del 2015 se reportaron un total de 176 industrias manufactureras¹⁸, entre las que destacan una fábrica de pinturas y talleres de artesanías, estos últimos por la cercanía con la zona arqueológica de Teotihuacán, el resto se divide en tortillerías, panaderías etc.

2.4.2.3. Sector Terciario.

Hace referencia a los 917¹⁹ establecimientos divididos entre comercios y servicios, en los que podemos mencionar servicios financieros, inmobiliarios, educativos y de salud, negocios y de esparcimiento en el que se encuentra laborando más del 50% de la PO.

2.5. Condiciones Geográficas

Es fundamental para llevar a cabo un análisis que reconozca los aspectos relevantes del espacio geográfico en el que se encuentra la zona de estudio, pues con dicho análisis se evalúa la información la cual da a conocer las restricciones que el medio ambiente impone al desarrollo urbano, y es posible considerar los

¹⁷ Datos estadísticos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP 2013.

¹⁸ Con base en Datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DNUE. INEGI.

¹⁹ Con base en Datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DNUE, INEGI

efectos e impactos producidos por el desarrollo urbano, por el proceso de urbanización en el territorio.

2.5.1. Relieve

San Martín de las Pirámides se localiza dentro del eje neo-volcánico o también conocido como Sierra Volcánica Transversa y la Sub Provincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac Transversal.²⁰ Zona que se caracteriza por una variedad en cuanto tipos de relieve se refiere, donde destacan los lomeríos, llanuras y sierras. Cerro Gordo el más claro ejemplo, este alcanza una altura máxima de 3,045 msnm, lo que influye en la altura promedio del municipio la cual es de 2,595 msnm Como se puede apreciar en el siguiente mapa (mapa 5), el cual clasifica las pendientes en el municipio en diferentes rangos, con base a los criterios de diseño urbano (Bazant, 2010).en el apartado de pendientes óptimas para el desarrollo urbano. La mayor parte del municipio se encuentra por debajo del 5% de pendiente misma que no presentan ningún riesgo para los asentamientos humanos, y favorecen las actividades agrícolas.

Tabla 9. Porcentaje de Pendientes y usos Recomendados.

| Pendientes | Características | Uso Recomendable |
|------------|--|--|
| 0-5% | <ul style="list-style-type: none"> • Sensiblemente plano • Drenaje adaptable • Estancamiento de agua • Asoleamiento irregular • Visibilidad limitada • Se puede reforestar • Se puede controlar la erosión • Ventilación media | <ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • Zonas de recarga acuífera • Construcción a baja densidad. • Recreación intensiva • Preservación ecológica. |
| 5-10% | <ul style="list-style-type: none"> • Pendientes bajas y medias • Ventilación adecuada • Asoleamiento constante. • Erosión media • Drenaje fácil • Buena vista | <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de mediana densidad, e industrial • Recreación |

²⁰ Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos.

| | | |
|--------|---|--|
| 10-15% | <ul style="list-style-type: none"> • Pendientes variables • Zonas poco arregladas • Buen asoleamiento • Suelo accesible para la construcción. • Movimientos de tierra • Cimentación irregular • Visibilidad amplia • Ventilación aprovechable • Drenaje variable | <ul style="list-style-type: none"> • Habitación de mediana y alta densidad • Zonas de Recreación • Zonas de Reforestación • Zonas Preservables |
| +15% | <ul style="list-style-type: none"> • Incosteable de Urbanizar • Pendientes extremas • Laderas frágiles • Zonas deslavadas • Erosión fuerte • Asoleamiento extremo • Buenas vistas | <ul style="list-style-type: none"> • Reforestación • Recreación extensiva • Conservación |

Fuente: Elaborado a partir del Manual de Criterios de Diseño Urbano Jan Bazant.

2.5.1.1. Pendientes

Las Pendientes de: **0-5%** Se encuentra gran parte del territorio municipal, como se lee en el cuadro anterior, hace referencia a las zonas en las que se recomienda un uso agrícola, debido a que, algunas herramientas como los tractores son más fáciles de implementar en áreas sin pendientes, estos suelos tienden a ser inundables, pues su escasa inclinación no permite un drenaje natural, como un río, pero si ayuda en la filtración y recarga de los mantos acuíferos. Respecto a la urbanización se recomienda que esta sea de baja densidad. Como podemos observar en el (mapa 4). Aproximadamente un 80% del territorio municipal se encuentra dentro de este rango. Destacando a la cabecera municipal dentro de este porcentaje de pendientes.

Las Pendientes de: **5-10%** Este tipo de pendiente, favorece a la construcción habitacional con una densidad media, e industrial, además actividades recreativas. Ya que, de acuerdo con las características, son suelos susceptibles a la erosión, esta puede ser hídrica o eólica, no favorece el uso agrícola, por lo complicado que puede ser llegar a emplear tractores u otra maquinaria. Las corrientes de aire

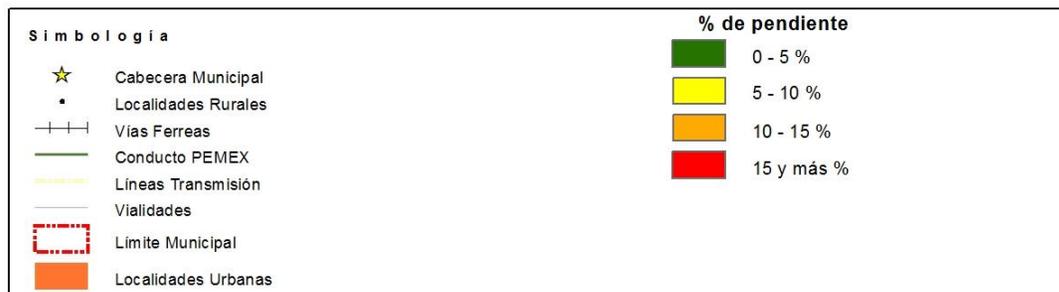
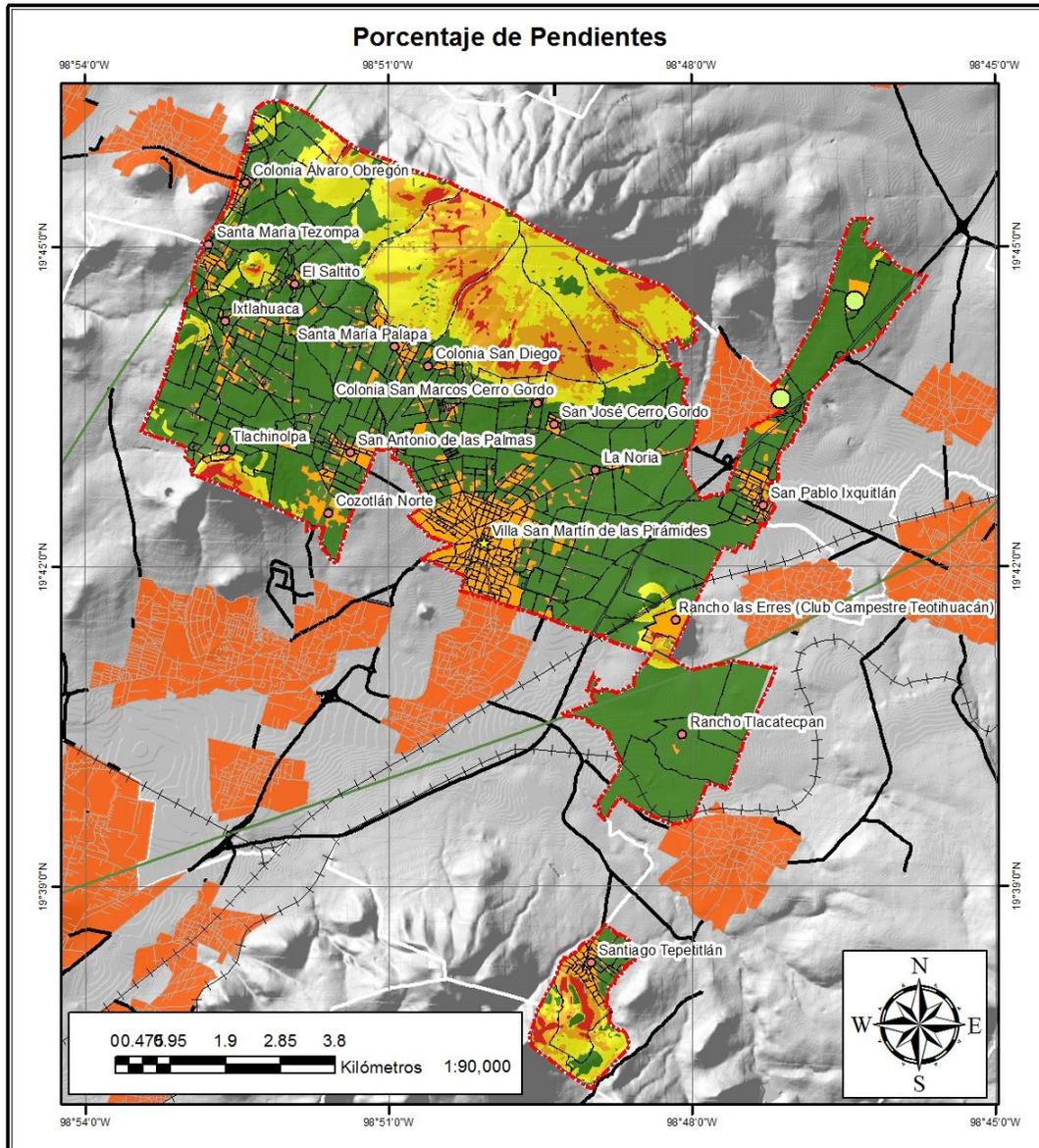
favorecen a la ventilación y un asoleamiento constante de las viviendas, aparte de la vista (paisaje) que pudieran llegar a tener las viviendas.

Las pendientes de: **10-15%** En este sentido, este debería ser el tipo ideal para la urbanización, media y de alta densidad, además de ser zonas ideales para actividades recreativas y de reforestación, debido a las características del suelo, un elevado grado de erosión, lo que lo hacen suelo al que no se le puede sacar algún otro tipo de provecho. Sin embargo, este tipo de pendientes es muy escaso en el municipio, y como vamos a ver más adelante, pertenece a una ANP.

Las Pendientes de: **Más de 15%** Este tipo de pendientes se vuelven incosteables para la urbanización, y peligrosas pues se pueden presentar materiales sueltos que pongan en riesgo a la población, no son un tipo de pendientes en la zona de estudio, pero en general su uso ideal es el de reforestación, lo que evita incluso que existan deslaves o desplazamientos de tierra, y que permita la filtración de agua al subsuelo.

Como podemos observar en el mapa posterior de pendientes, poco más del 80% del municipio presenta una pendiente inferior al 5% de acuerdo con la tabla anterior se debe de dar prioridad a las actividades agrícolas del municipio.

Mapa 5. Pendientes en el Municipio de San Martín de las Pirámides.



Fuente: Elaboración Propia con Datos del Continuo de Elevaciones Mexicano INEGI

2.5.2. Geología

La zona de estudio se ubica en el eje neo-volcánico, por lo tanto, la composición de las rocas principalmente es de origen volcánico, pertenecientes en un 82 % al periodo cuaternario y en un 12% al periodo neógeno, teniendo las siguientes características²¹:

Aluvial: Tipo de roca caracterizada por ser rica en minerales y nutrientes, apta para el uso agrícola, sin embargo, de muy baja capacidad de carga.

Basalto: Se considera como el tipo de roca más abundante del mundo, de grano fino y color normalmente oscuro; es comúnmente usada como aditivo para la construcción.

Brecha volcánica basáltica: En este grupo varían ampliamente en su resistencia, permeabilidad y comportamiento en sus afloramientos. Muchos aglomerados que son formados por partículas heterogéneas proporcionando cimentaciones aceptables y son poco permeables.

Basalto-Brecha volcánica basáltica: Combinación entre tipos de roca por lo que cuenta con las características anteriores.

Riolita: Es una roca dura y resistente apropiada en general para la construcción.

Toba basáltica: Roca con muy alta capacidad de carga, presenta dificultades para la edificación, un ejemplo de esta roca es el tezontle, cabe señalar que más del 50% del municipio predomina este tipo.

Arenisca-toba: Roca del tipo sedimentaria, esta se clasifica de acuerdo a su tamaño, es generalmente permeable, puede tener diferentes usos de acuerdo con las características de cada unidad.

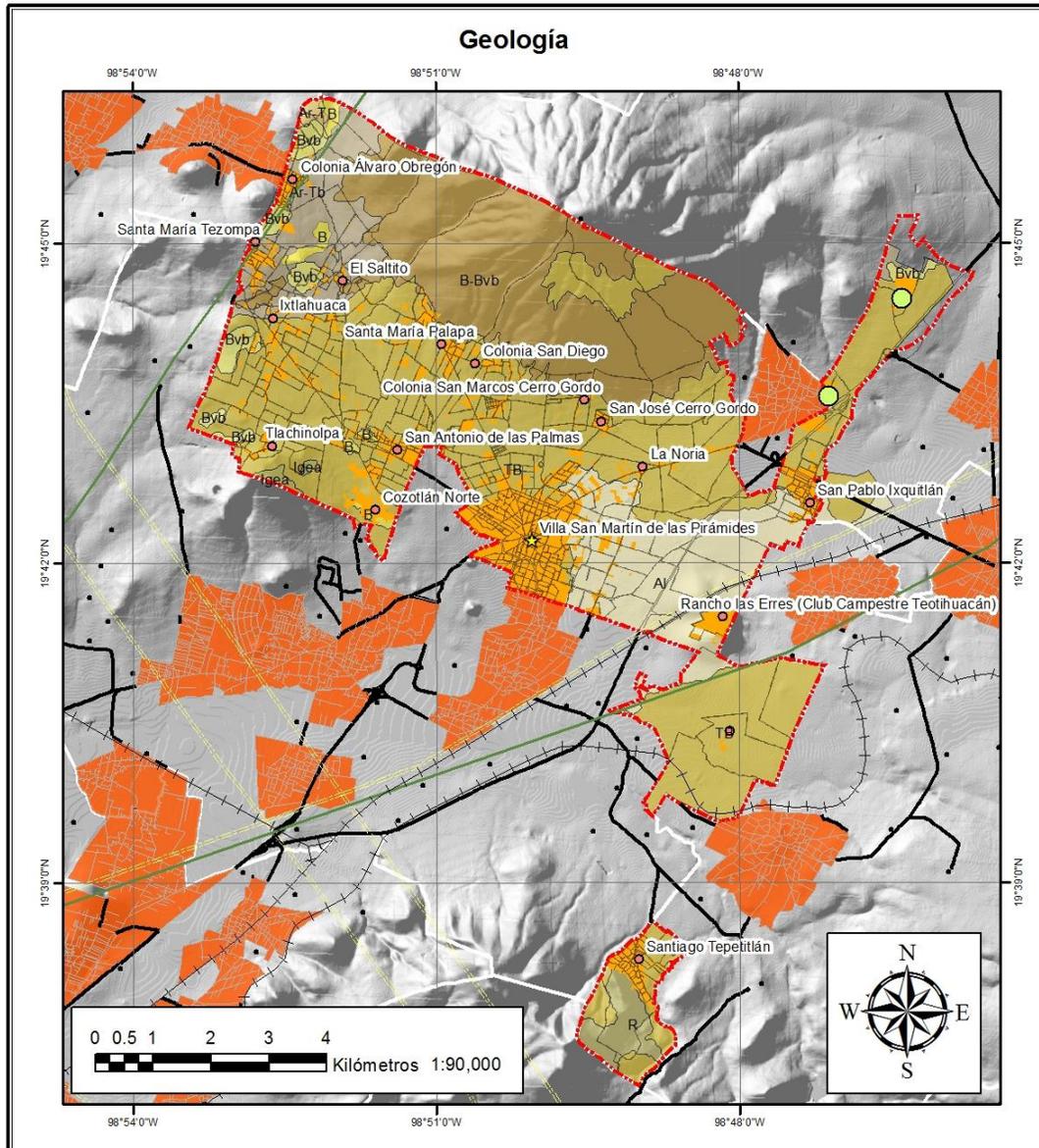
Arenisca-toba basáltica: Fusión de ambos tipos de roca debido a su origen.

²¹ Con base en la Carta Geológica 1: 50,000 INEGI y La Guía de Interpretación Cartográfica (Geología)

Ígnea extrusiva ácida: Son aquellas que han solidificado a partir de una lava sobre la superficie terrestre, así como las que se han formado por la litificación de fragmentos eyectados por erupciones explosivas.

El tipo de roca tiende a ser parte importante para la formación del suelo, característica que a continuación describiré.

Mapa 6. Geología del Municipio de San Martín de las Pirámides.



| Simbología | | Geología | |
|----------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------|
| ★ | Cabecera Municipal | Aluvión | Arenisca-Toba Basáltica |
| • | Localidades Rurales | Basalto | Brecha Volcánica Basáltica |
| +++ | Vías Ferreas | Riolita | |
| — | Conducto PEMEX | Toba Basáltica | |
| — | Líneas Transmisión | Arenisca-Toba | |
| — | Vialidades | Ignea Extrusiva Acida | |
| ⬜ (red dashed) | Límite Municipal | Basalto-Brecha Volcánica Basáltica | |
| ⬜ (orange) | Localidades Urbanas | | |

Fuente, Elaboración propia con Información Vectorial 1: 50,000 INEGI

2.5.3. Edafología

El significado de edafología es simple, se refiere al estudio del suelo, es decir a la capa más superficial de la corteza terrestre (INEGI, 2004). La cual se encuentra principalmente cubierta por vegetación y es donde los seres humanos realizan la mayoría de las actividades y asentamientos. Existe una variedad de suelos, con características diferentes, algunos con más y mejor posibilidad de albergar vida que otros, o con la capacidad para absorber líquidos de mejor forma, otros totalmente repelentes o hidrofóbicos. Probablemente sea uno de los recursos naturales de mayor presencia en el mundo, a continuación, se explican las características de cada uno de ellos.

Cambisol: Se localiza al Noroeste del municipio, se caracteriza por ser un suelo de textura fina derivado de un amplio tipo de rocas; delgado, con intemperismo moderado de materiales parentales y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial y materia orgánica.

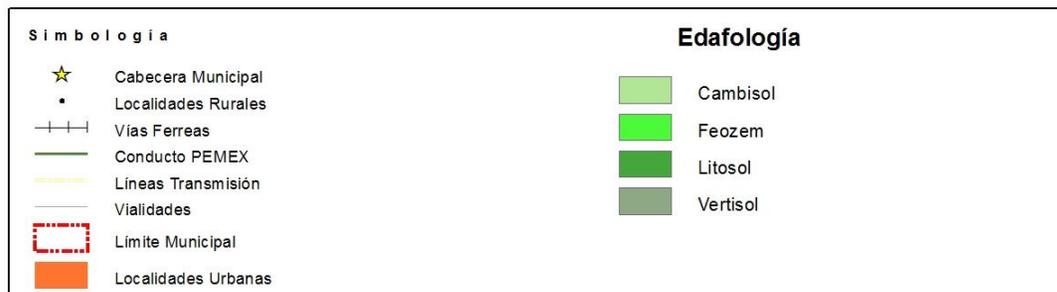
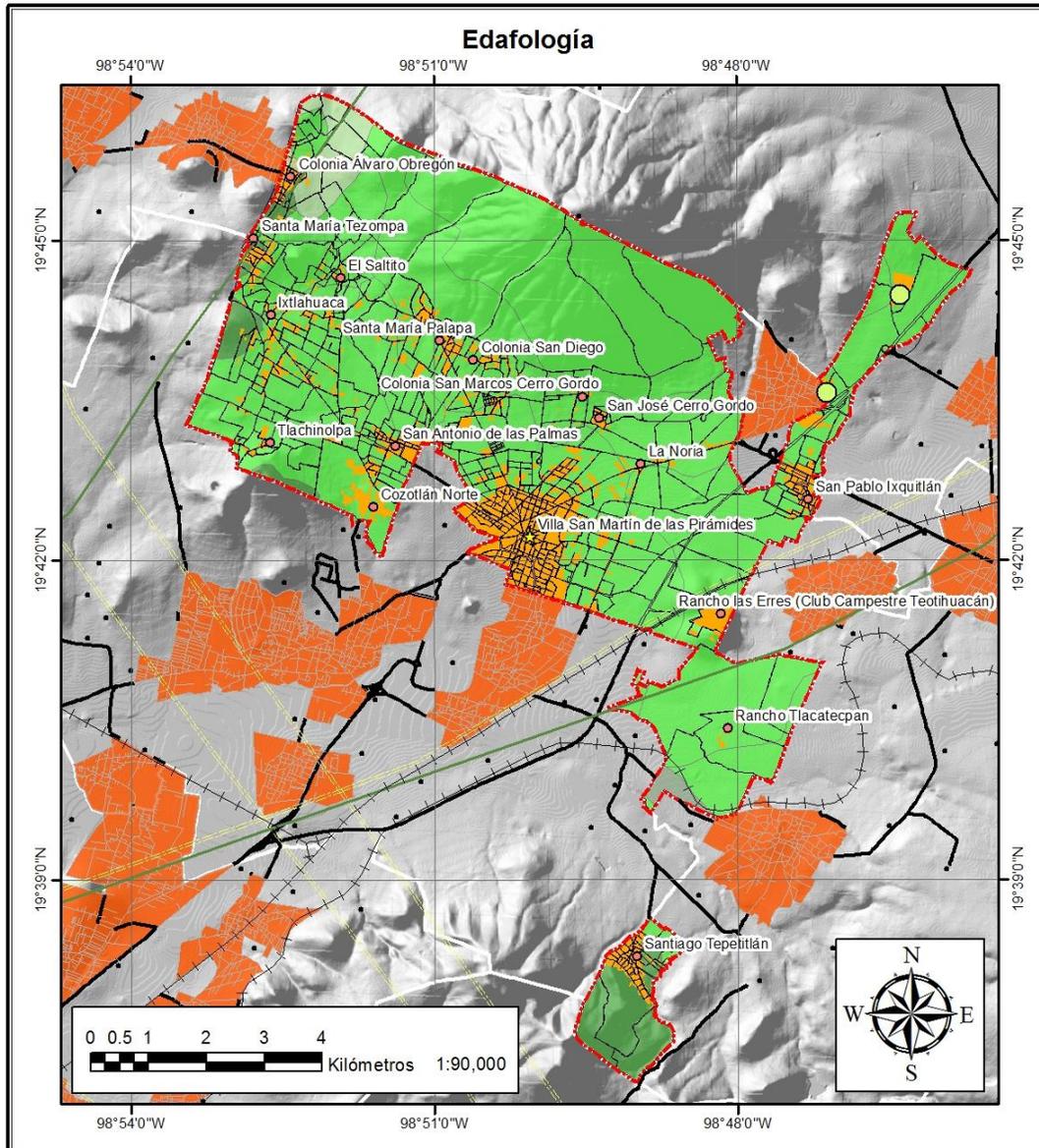
Vertisol: Se ubica al Sureste de la cabecera municipal, presentan alternancias de condiciones de humedad y sequía, expansión-contracción y son ricos en arcillas expansivas del tipo de las esmectita. Son suelos de color oscuro que tienen textura uniforme fina o muy fina y un contenido bajo de materia orgánica, pero talvez su propiedad más importante es la denominación de la arcilla expandible, que ocasiona que estos suelos se compacten y se agrieten.

Feozem: Este tipo de suelo se ubica en la mayor parte de la superficie del territorio municipal, se caracteriza por no tener salinidad elevada y la ausencia de propiedades hidromórficas.

Litosol: Se caracteriza por ser un suelo delgado de una profundidad no mayor a 10 cm, con presencia de roca. Su fertilidad y nivel de erosión condicionan otros factores en el ambiente, principalmente su uso forestal, pero puede ser empleado para pastoreo moderado, en cuanto a agricultura se utiliza para pocos cultivos por lo delgado del suelo, siendo bueno para la acumulación de agua.

Fuente: Elaborado a partir de información de la (INEGI, 2004) (Sotelo, Hernández, Bello, Sanchez, & Estrada, 2010)

Mapa 7. Edafología del Municipio de San Martín de las Pirámides.



Fuente: Elaboración propia con Información Vectorial 1: 250,000. INEGI.

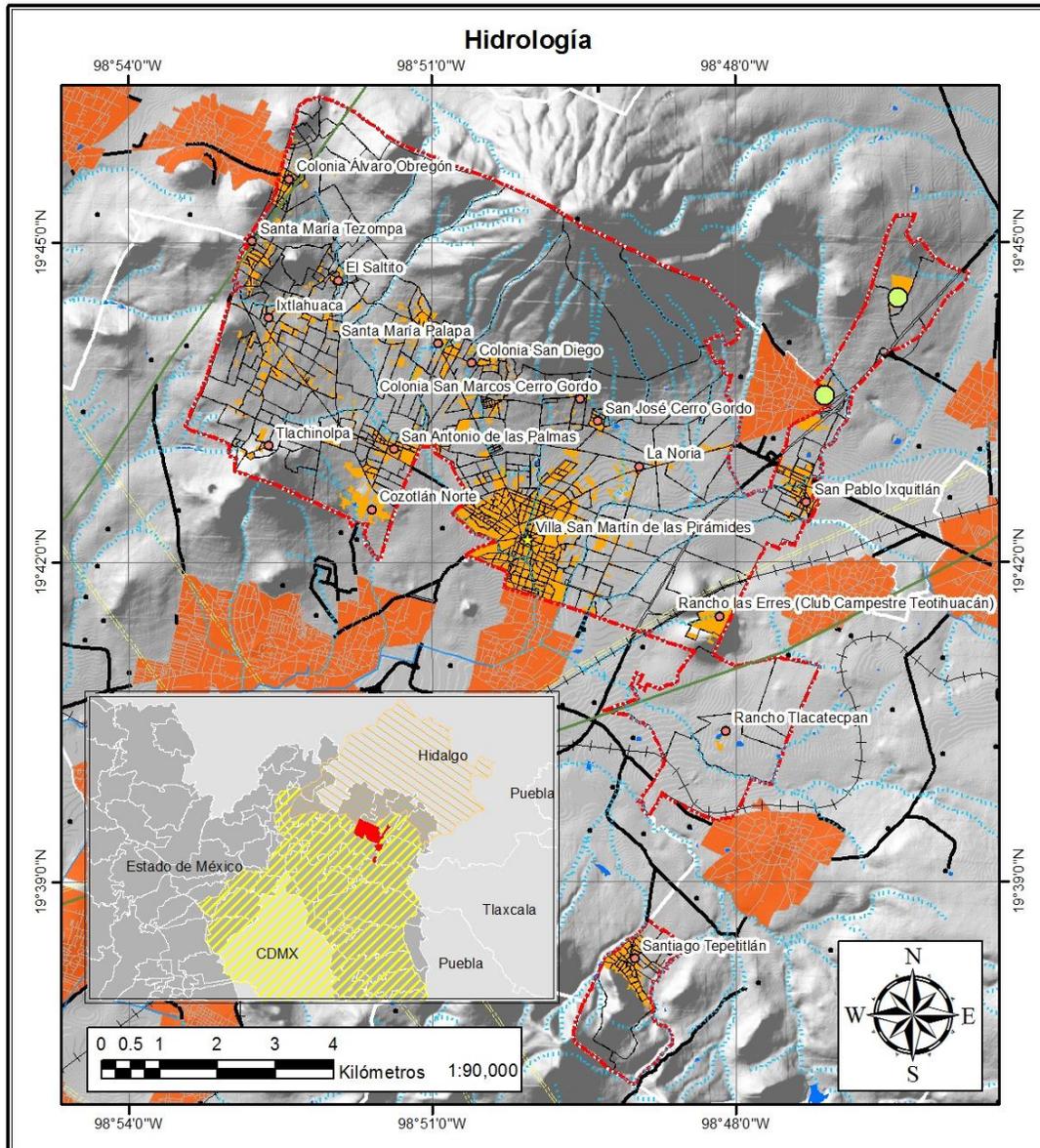
2.5.4. Hidrología

La Región Hidrológica (RH) a la que pertenece el municipio, es la de Pánuco, misma que, debido a sus dimensiones, se divide en sub-cuencas para facilitar su interpretación, en las que destacan las siguientes; Río Moctezuma, Lagos de Texcoco y Zumpango y Río Tezontepec. Por ser las que tiene presencia dentro del territorio municipal.

La presencia de cuerpos de agua es del tipo intermitente, es decir, estos solo se presentan en la temporada de lluvias, los cuales descienden del Cerro Gordo, algunas otras perennes como por ejemplo el Arroyo Barranca Grande, Arroyo Hondo, Arroyo Muerto, el Cedazo, el Puente y Torrente de Piedras Negras, este último ha sido entubado en su paso por la cabecera municipal, finalmente el Río Estete localizado al oriente del municipio, es el de mayor caudal, sin embargo es empleado como desagüe de aguas residuales, la cuales no reciben ningún tipo de tratamiento previo.

No cuenta con algún otro tipo de cuerpo de agua superficial, pero si existe la presencia de algunos pozos de agua que son los que abastecen de agua potable a las localidades del municipio.

Mapa 8. Hidrología del Municipio de San Martín de las Pirámides.



Fuente: Elaboración propia con Información Hidrológica 1: 50,000 INEGI.

2.6. Uso de Suelo

El uso de suelo predominante es el de tipo agrícola, con 63% de la superficie municipal, cabe señalar que la mayor parte de este porcentaje, corresponde a agricultura del tipo permanente o perenne, ya que el cultivo de mayor presencia, es el nopal tunero, que se caracteriza por estar presente todo el año, del cual se obtiene nopal, tuna y en algunos casos el xoconostle; las condiciones climáticas, edafológicas y geológicas propician son las ideales para este tipo de cultivo.

En segundo lugar, con 19% se tiene la vegetación secundaria, donde se destaca la ausencia de suelos forestales. Aunado a esto, en cuarto lugar, tenemos a los matorrales crasicuale con solo un 6% en ambos casos, es el tipo de vegetación predominante dentro de la región, sin embargo, los usos agrícolas y urbanos están desplazando estos tipos de suelo y vegetación que en él se encuentra.

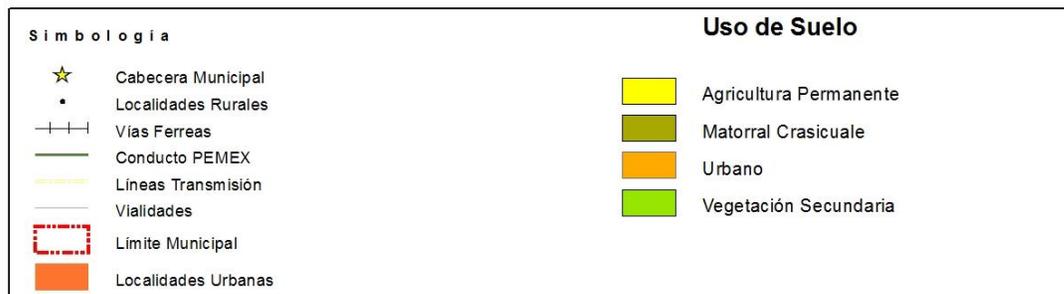
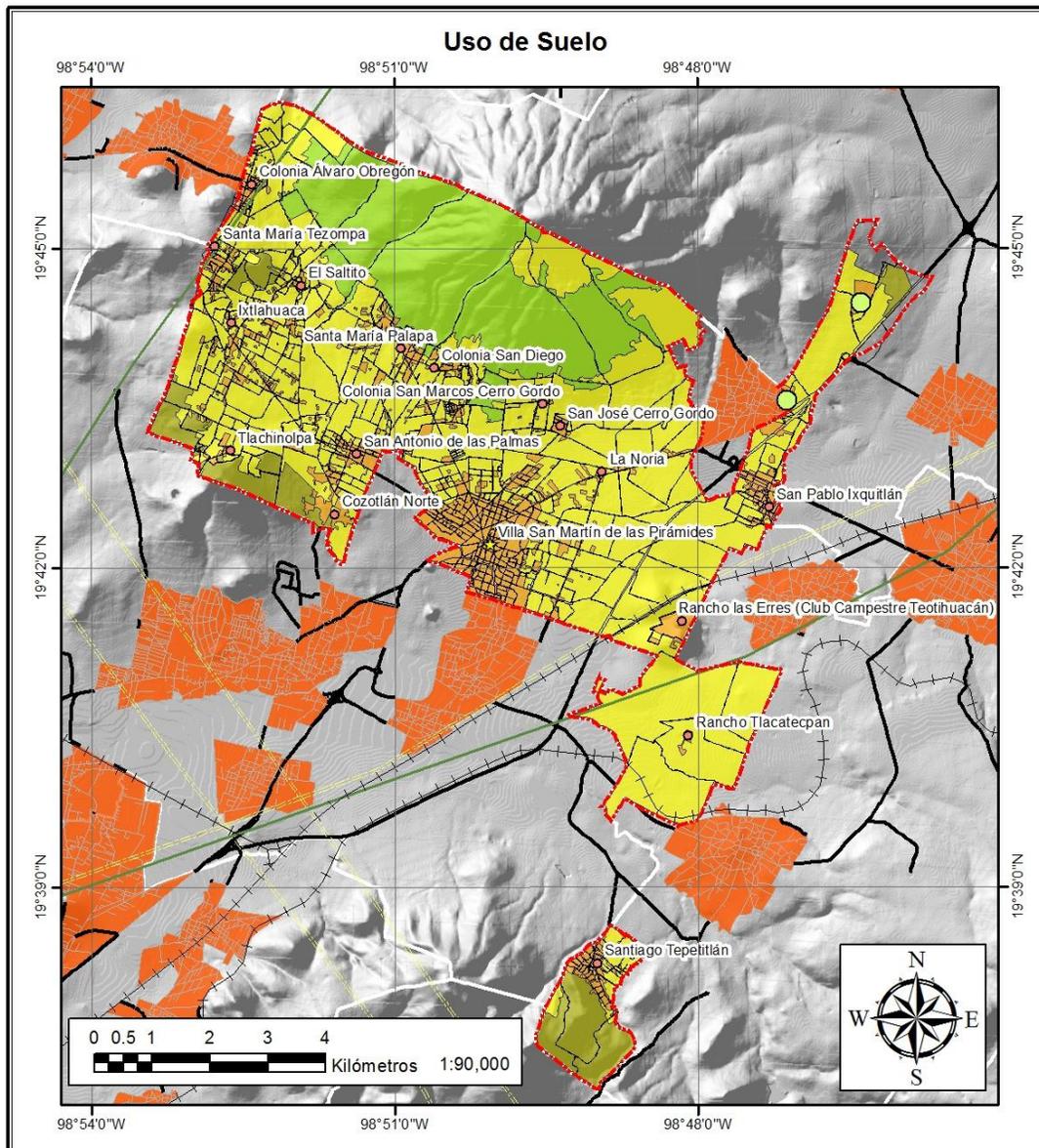
El tercer lugar y quizá el de mayor importancia por ser uno de los objetos de estudio de la planeación urbana con 835 has representando un 12% de la superficie municipal, el uso de suelo urbano, el cual también se encuentra subdividido en tres aspectos principales, uso industrial el cual ocupa 17.86 has el 2.1%. en segundo lugar, tenemos el uso de suelo destinado a equipamientos, el cual ocupa aproximadamente 62.56 has siendo un total de 7.5%. El resto, poco más del 90% es urbano habitacional, donde destaca cabecera municipal como la localidad de mayor extensión territorial urbana y como se hace mención en párrafos anteriores también de mayor población.

Tabla 10. Usos de Suelo del Municipio de San Martín de las Pirámides.

| Uso | Hectáreas | % |
|-----------------------|-----------|-------|
| Agrícola | 4,408.62 | 62.96 |
| Vegetación Secundaria | 1,324.85 | 18.92 |
| Urbano | 835.48 | 11.93 |
| Matorral Crasicuale | 433.38 | 6.19 |

Fuente: Elaboración propia con base a la digitalización de las imágenes de Google Earth y SPOT 5.

Mapa 9. Usos del Suelo en el Municipio de San Martín de las Pirámides.



Fuente: Elaboración propia con base a la digitalización de las imágenes de Google Earth y SPOT 5.

2.7. Condiciones Ambientales

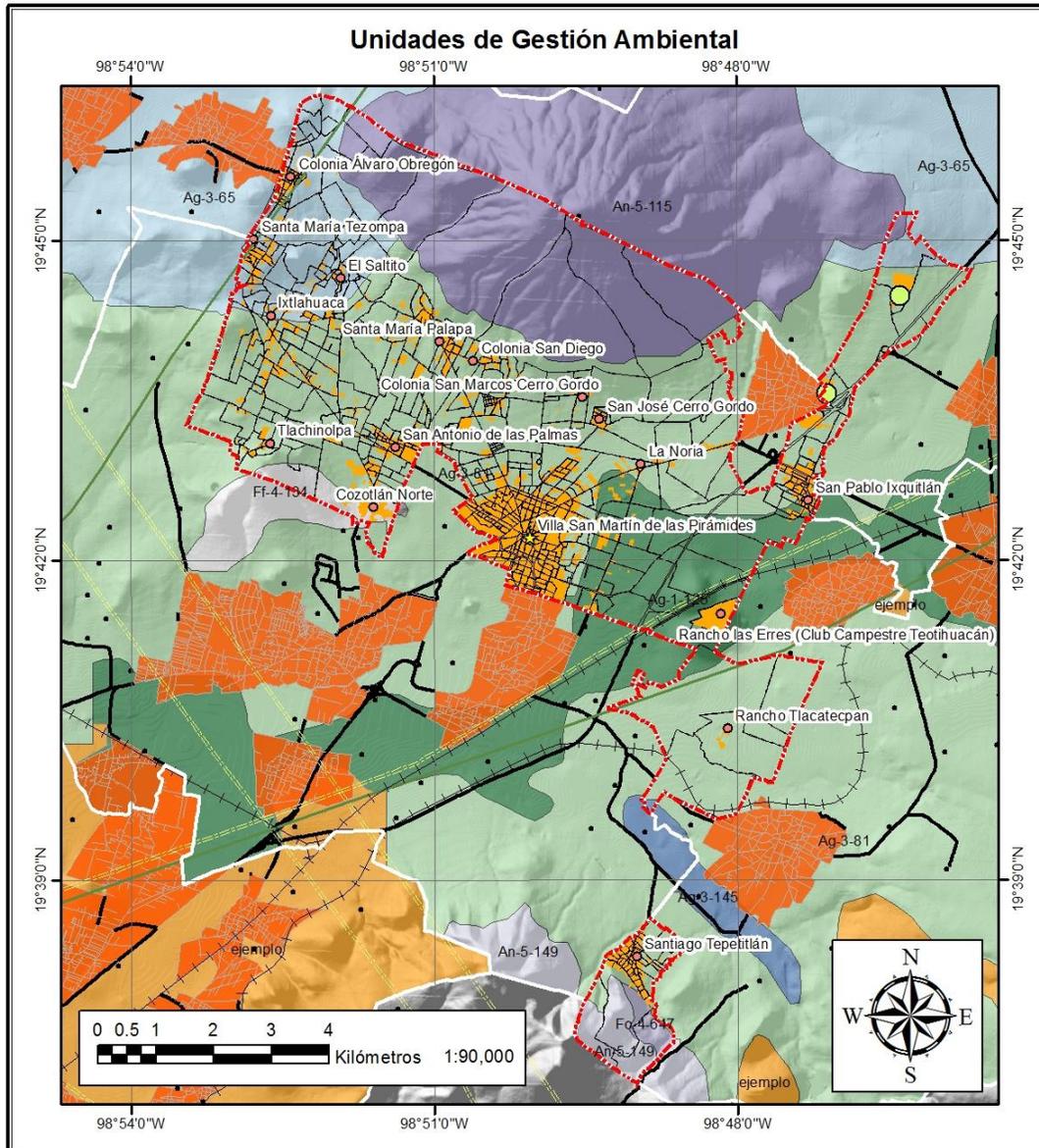
En cuanto a la protección al ambiente existen diferentes instrumentos que buscan regular el desarrollo sustentable orientando el crecimiento económico y social de cada una de las regiones administrativas del Estado de México, en primer lugar, destaca el Programa de Ordenamiento Ecológico, del Territorio del Estado de México (POETEM)²² y, en segundo lugar, las Áreas Naturales Protegidas.

2.7.1. Unidades de Gestión Ambiental

A nivel Estatal se tiene el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de México (POETEM), documento que jerarquiza el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, es esencial para promover la evaluación, programación y legislación del suelo y demás recursos naturales, lo que permite que los asentamientos humanos así como el aprovechamiento de los recursos naturales sea lo más favorable posible con el medio ambiente, por lo que el Estado de México, se encuentra dividido en un total de 713 Unidades de Gestión (UGA) que de acuerdo a sus condiciones físicas como el tipo de suelo, pendiente, precipitación, cobertura vegetal, procesos erosivos, usos de suelo actuales y usos potenciales se les establecen 4 políticas. *Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento*. Para el caso de la zona de estudio, se contemplan 8 UGA's. predominando agrícola con fragilidad ambiental media, políticas de aprovechamiento e incluso zonas de fragilidad ambiental máxima, estas dentro de Áreas Naturales Protegidas.

²² Publicado en Gaceta de Gobierno el día 19 de diciembre de 2006

Mapa 10. Unidades de Gestión Ambiental. (POETEM)



| Simbología | UGA's | Políticas |
|-----------------------|----------|-----------------|
| ★ Cabecera Municipal | Ag-1-125 | Aprovechamiento |
| • Localidades Rurales | Ag-3-81 | Aprovechamiento |
| +++ Vías Ferreas | Ag-3-65 | Aprovechamiento |
| — Conducto PEMEX | Ag-3-145 | Conservación |
| — Líneas Transmisión | Ff-4-134 | Conservación |
| — Vialidades | AN-5-149 | Protección |
| ▭ Límite Municipal | Fo-4-647 | Conservación |
| ▭ Localidades Urbanas | An-5-115 | Protección |

Fuente: Elaboración propia con Información del POETEM

2.7.2. Áreas Naturales Protegidas

No es un tema nuevo, pero si algo que está adquiriendo mayor importancia con el paso de los años, reflejo de los problemas ambientales que afectan al mundo, y a México en especial a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, la finalidad es la de preservar los recursos naturales con los que se cuenta en un territorio específico. Algunos de estos instrumentos o mecanismos creados para preservar el entorno son; las llamadas Áreas Naturales Protegidas (ANP), Reservas Ecológicas, Parques Naturales o Estatales.

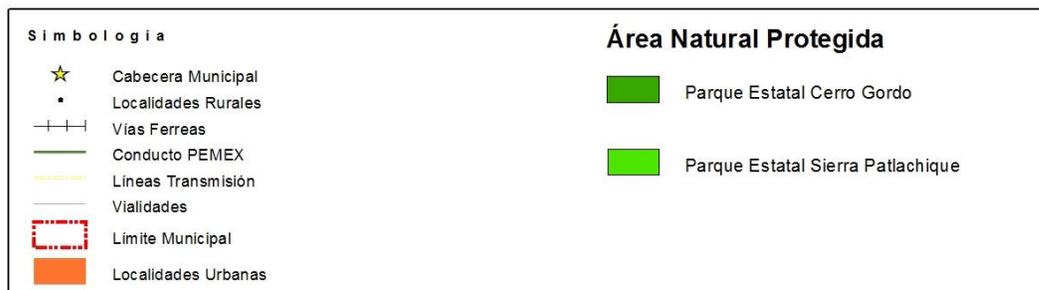
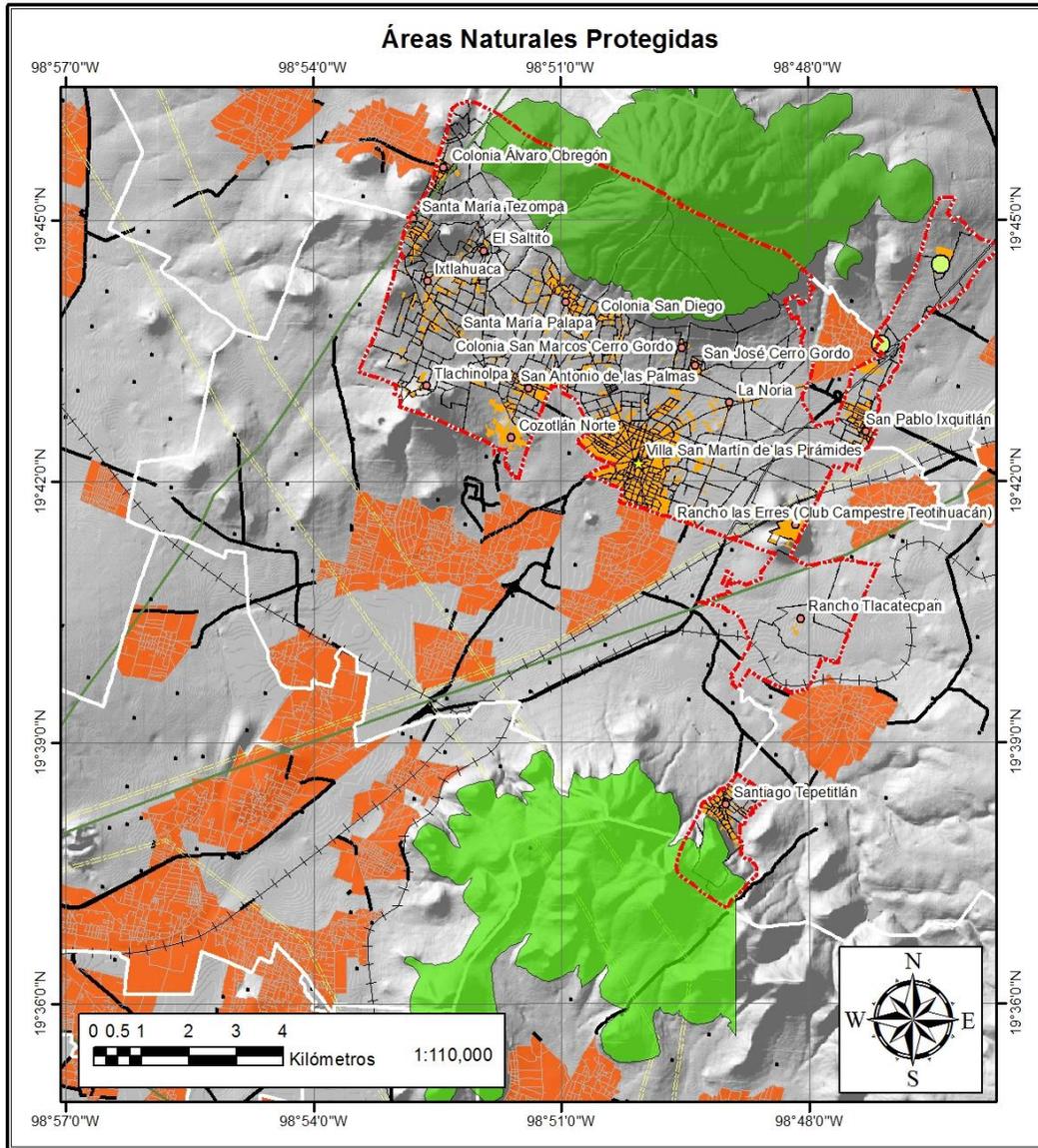
Existen dos zonas de protección máxima, denominadas como Parques Estatales, una de ellas, Cerro Gordo, con una superficie total de 2,915 has el cual comparte límites con los municipios de Axapusco y Temascalapa, dentro del área del parque estatal se puede encontrar vegetación de tipo matorral xerófilo, chaparral o matorral de encino, pastizal y bosque de encino. La fauna se encuentra representada principalmente por reptiles como camaleones, lagartos y serpientes; 39 especies de aves como lechuzas, codornices, palomas, colibrí, pájaro carpintero, entre otros. 19 especies de mamíferos como los tlacuaches, la tuza, ardillas, conejos, liebres, zorrillos, comadrejas y coyotes, por mencionar algunos.²³

Por otro lado, se tiene al Parque Estatal Sierra Patlachique con una superficie total de 3,077 has las cuales se encuentran distribuidas dentro de los límites administrativos de los municipios de Tepetlaoxtoc, Acolman, Chiautla, Teotihuacán y finalmente San Martín de las Pirámides, siendo este último, el que menos porcentaje tiene del parque, sin embargo, existen varias especies de flores, árboles y arbustos, característicos de la región, donde los esfuerzos están encaminados a la reforestación, respecto a la fauna, existen diferentes tipos de aves, mamíferos y reptiles, además de que en la zona existen especies en peligro de extinción, el caso de Cardenal y la lagartija Texincoyote.²⁴

²³ Programa de Manejo del Parque Estatal Cerro Gordo.

²⁴ Programa de Manejo del Parque Estatal Patlachique.

Mapa 11. Parques Estatales contemplados dentro de los límites municipales.



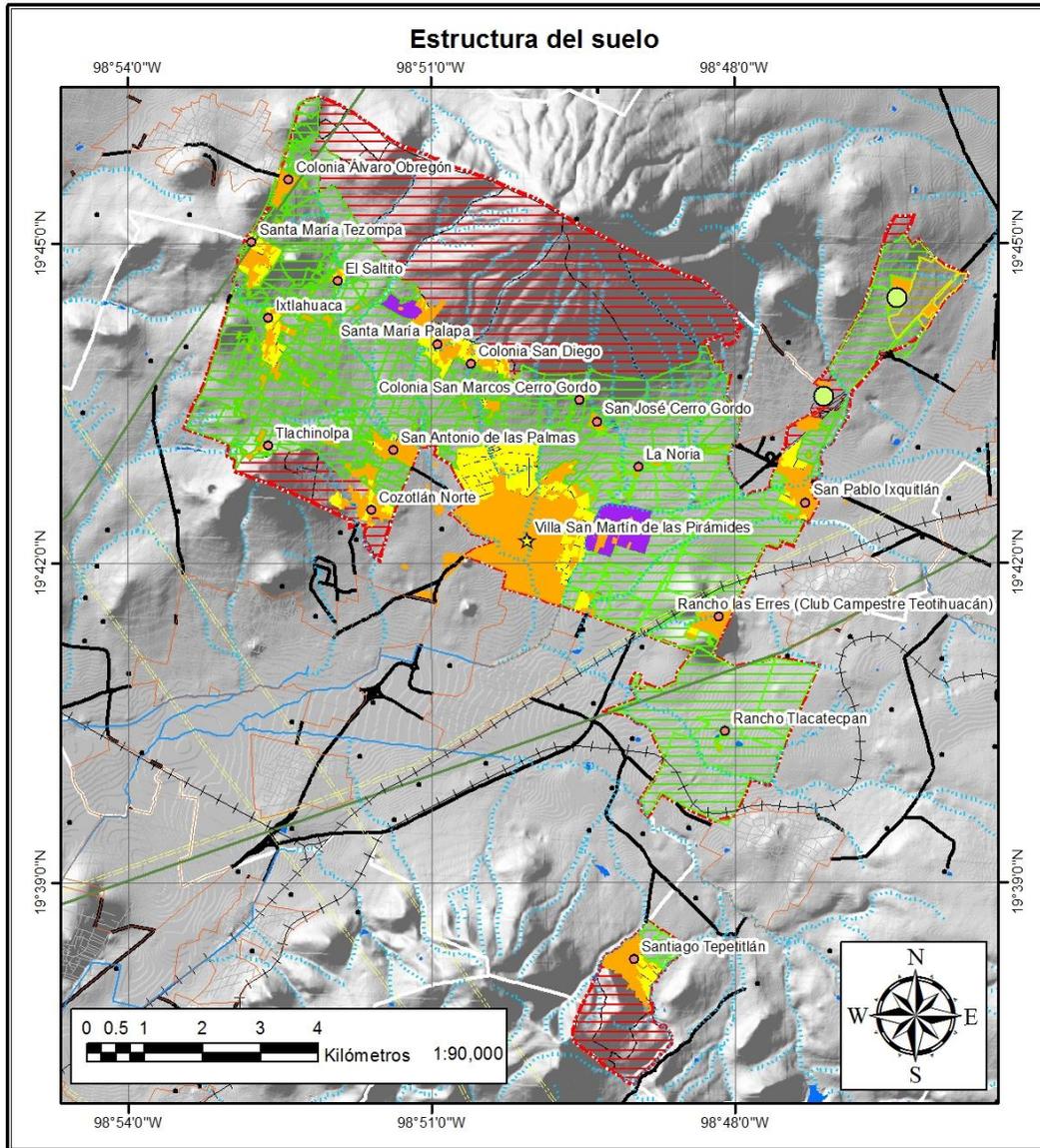
Fuente: Elaboración propia con Información de los Programas de Manejo y la Base de Datos Geográfica de ANP Municipales de México 2009.

2.8. Delimitación de la Zona Urbana

La delimitación de las zonas de crecimiento urbano, forma parte de las estrategias planteadas en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de San Martín de las Pirámides, la finalidad de estos es que, a partir de un análisis, basado en el diagnóstico de las condiciones físicas del territorio, se determine cuáles son las zonas ideales para albergar el futuro crecimiento de la ciudad, en este punto también se toman en consideración situaciones como las tendencias de crecimiento naturales y una serie de proyecciones de crecimiento demográfico, lo que resulta en valores aproximados de la demanda de suelo que se tendrá en los siguientes años.

Para esto se determina una zona urbana actual y la zona urbanizable, que es la visión que se tiene de crecimiento de la mancha urbana del municipio, y finalmente la zona no urbanizable, quizá más importante que la zona urbana, pues esta debe de englobar diferentes limitantes, ya sea la de algún tipo de riesgo natural o antropogénico por ser un suelo altamente fértil y que de mejores rendimientos como suelo agrícola, o que pueda ser considerado como una zona de alto valor ecológico o con fragilidad ambiental y se busque su preservación, esta última variable suele ser la menos respetada, e invadida por asentamientos de tipo irregular.

Mapa 12. Estructura del Suelo, Municipio de San Martín de las Pirámides.



| Simbología | | Estructura del Suelo | |
|----------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| ★ | Cabecera Municipal | ■ (Naranja) | Área Urbana |
| • | Localidades Rurales | ■ (Amarillo) | Área Urbanizable |
| —+—+— | Vías Ferreas | ▨ (Líneas horizontales rojas) | Área No Urbanizable |
| — — — | Conducto PEMEX | ■ (Púrpura) | Zona Industrial |
| — — — | Líneas Transmisión | ▨ (Líneas horizontales verdes) | Agrícola |
| — — — | Vialidades | ▨ (Líneas diagonales verdes) | Pastizal |
| ▭ (Línea roja discontinua) | Límite Municipal | | |
| ■ (Naranja) | Localidades Urbanas | | |
| ■ (Azul) | Cuerpos de Agua | | |

Fuente: Elaboración propia, con Información de Desarrollo Urbano Catastro del Municipio de San Martín de las Pirámides.

2.9. Normas de Usos y Destinos del Suelo

Esta parte se relaciona directamente con las zonas urbanizadas y urbanizables en el municipio, forma parte de la normatividad vigente en el municipio, planteada en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de San Marín de la Pirámides. En el que se realizó una sub-división a esta se le conoce como zonificación la cual actúa directamente sobre las edificaciones y los predios, en ella se contienen las limitaciones relativas al número máximo de viviendas, Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) la altura máxima de las construcciones y las dimensiones mínimas de la superficie libre de construcción. Así mismo se entiende que todo lo que se encuentra fuera de estos polígonos y de la zonificación debe de quedar prohibido, con sus excepciones en la cuales se pueda autorizar el cambio de uso de suelo.

- **Altura:** Es el número máximo de niveles o metros que se pueden construir en un predio, dependiendo del uso del suelo que señale el presente Plan y está relacionado con la superficie máxima de desplante y la intensidad máxima de construcción. La altura se medirá a partir del nivel de banquetta, salvo en los casos donde el predio presente pendientes, en cuyo caso y previo dictamen técnico que emita la Dirección de Desarrollo Urbano y Catastro, se considerará a partir del desplante. En caso de no haber banquetta, se considerará como banco de nivel, el de la guarnición o el de 30 centímetros sobre el nivel del terreno a partir del alineamiento.
- **Densidad:** Se refiere al número máximo de viviendas que se permiten construir en una hectárea de terreno. La densidad neta es aquella en la que ya se ha descontado la superficie destinada a vialidades y equipamiento urbano, misma que equivale al 40% del predio; mientras que en la densidad bruta se considera la superficie total del predio.
- **Coeficiente de utilización del suelo (CUS):** Se refiere al número máximo total de metros cuadrados que se permiten construir en un predio y se expresa en relación con el número de veces la superficie del predio. Se obtiene de multiplicar la superficie total de desplante por el número de niveles

máximo permitido o la suma de las áreas construidas del total de pisos de la edificación.

- **Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) o Superficie Máxima de Desplante:** Es la superficie del terreno ocupada con construcción superficie mínima sin construir: Es la superficie del predio libre de construcción; esto es, sin techar y es contraria a la superficie de desplante (COS).
- **Uso del suelo de Impacto Regional:** Es aquel que puede generar alteraciones en las características físicas y operativas de los componentes de la estructura urbana que se encuentra en su entorno regional y que pueden afectar directa o indirectamente la salud y seguridad de la población, sus actividades económicas y sociales, las condiciones estéticas del medio urbano y el patrimonio cultural inmueble, así como la cantidad y calidad de los servicios urbanos y el tránsito vehicular.

Dicha información es representada en un mapa y una tabla usos de suelo, donde se publican las zonificaciones y los usos permitidos, es decir, la compatibilidad que se tiene, y se representan con unas claves de clasificación como en el siguiente ejemplo:

Clave: H-200-A

H= Uso de suelo habitacional

200= m² de terreno bruto/viv.

A= Tipo de mezcla de usos

I = Industrial

TAMAÑO

P= Pequeña

M= Mediana

G = Grande

GRADO DE CONTAMINACIÓN

C= Contaminante

N= No contaminante

AR= Alto riesgo

N= Uso natural

TIPOLOGÍA

PAR= Parque

PAS= Pastizal

BOS= Bosque

SITUACIÓN

P= Protegido

E = Equipamiento

SIMBOLOGÍA

UIR= Uso de Impacto Región

3. Metodología del SIT para San Martín de las Pirámides

En el presente capítulo se describen los pasos que se siguieron para preparar la información que contendrá el SIT, es decir, que la información que compone al sistema se encuentre bajo un mismo sistema de proyección, y de ser posible con una misma escala de entrada, (no siempre existe o se cuenta con la información vectorial a una misma escala, pero es importante que esta no sea muy diferente) mismos límites, por lo que la información debe de ser de una fuente confiable de información, así como la que se llega a generar. Las variables a las que se hace mención son las siguientes; aspectos socioeconómicos, condiciones geográficas, variables ambientales, infraestructura y limitantes al desarrollo urbano, de los instrumentos de planeación vigentes dentro del municipio.

3.1. Sistema de Información Geográfico

El software que se emplea para el presente trabajo de investigación es el QGIS 2.18 “Las Palmas” versión lanzada al mercado el 13 de enero de 2016, siendo esta, la última versión hasta el momento. El cual, en propias palabras de los autores, es un Sistema de Información Geográfica de Código Abierto; este proyecto nace en mayo 2002, bajo la premisa de contar con una herramienta capaz de poder visualizar la información geográfica, parte de su éxito, radica en que las características contenidas dentro de la plataforma, cumplieron con lo mínimo establecido, lo que permitió ampliar sus usos y sus contenidos, contrarrestando a los programas enfocados a los SIG con licencia, que, por lo regular son costosos y que solo unos pocos usuarios pueden tener acceso a estos, además de tener la capacidad de ser empleados en diferentes sistemas operativos, como es caso de los más comerciales, Microsoft, Apple y Linux. El software es desarrollado usando herramientas Qt y C++. Esto significa que la plataforma es ligera y la interfaz con el usuario es agradable y fácil de usar.

QGIS se distribuye bajo la Licencia Pública General GNU (GPL) que como se menciona con anterioridad, ofrece muchas funcionalidades propias de los SIG más comunes, haciendo posible la visualización de datos vectoriales y raster en diferentes formatos, es capaz de explorar datos y componer mapas, pues dentro de

sus características mínimas, están las de; crear, editar, gestionar y exportar datos, además de analizar dichas variables y publicar los resultados en internet y otros medios impresos si así lo prefiriera el usuario final.

Ilustración No. 1. Software de Código Abierto empleado en el SIT.



Fuente: Tomado del software QGIS ventana de inicio

Por las razones mencionadas, es que se decidió utilizar esta herramienta para llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

3.2. Sistemas de Coordenadas, Proyecciones y Dátum

Como se menciona en capítulos anteriores, para que un Sistema de Información Territorial sea un sistema totalmente útil, es necesario que la información o bases de datos a representar en el entorno del SIG, cuente con una georreferenciación, la cual se entiende como la localización que tiene un punto en el espacio, en este caso a la superficie terrestre, para que esto sea posible, se necesita hacer uso de un sistema de coordenadas, este es un tema que muchas veces no suele ser sencillo de interpretar por más fácil que parezca, ya que, La Tierra no es plana, y por lo tanto la curvatura natural ocasiona conflictos al momento de interpretar la información o realizar algún cálculo de superficies o áreas, por tal motivo se busca trabajar bajo un mismo sistema de proyecciones, a lo que se llama proyecciones cartográficas, las cuales son capaces de transformar coordenadas en la superficie curva de La

Tierra, en coordenadas sobre una superficie plana, como puede ser un plano o la misma pantalla de la computadora.

En este caso se utiliza, el Sistema de Coordenadas Geográficas, el cual es uno de los más antiguos y más utilizado en el mundo, su uso es básicamente para poder obtener la latitud y longitud, por medio del uso de las líneas imaginarias de La Tierra, llamadas paralelos y meridianos, para esto se utiliza como referencia al Meridano 0, o Meridiano Greenwich, como el punto de partida para medir la longitud, que divide al Planeta en dos hemisferios, el occidental y el oriental. El paralelo de referencia es el Ecuador que se encarga de dividir a La Tierra en dos hemisferios, el Norte y el Sur con a este se le conoce como, la latitud. Con lo que se obtiene una clara división de la superficie terrestre en cuatro diferentes sectores, lo que permite que ninguna coordenada pueda ser repetida.

En cuanto al sistema de proyecciones empleado, existen diferentes niveles de aproximación, dependiendo la región o zona que sea estudiada, el ideal para estos casos es el rectangular, en el que también se forma por una malla de líneas imaginarias, que subdivide en rectángulos más pequeños ofreciendo amplias ventajas para el uso de la cartografía, en especial para el uso del catastro, o de la cartografía urbana, ya que proporciona cálculos de superficies y áreas así como las distancias de una forma más rápida, Este sistema es conocido como Universal Transversa de Mercator, (UTM), el cual divide dicha cuadrícula en segmentos. México ocupa 6 Zonas UTM, va de la 11 a la 16, para la zona de estudio se utiliza únicamente la Zona UTM 14N Q. Donde N significa Norte y Q hace referencia a la franja latitudinal en la que se encuentra el Estado de México.

A todo esto, también existe un sistema de referencia geográfica, estos surgen por la ausencia de un punto específico sobre el cual se trace la información geográfica, pues como se menciona, el Ecuador y el Meridiano de Greenwich ambos establecidos de forma arbitraria, no porque no sea lo correcto, pero muchos países prefieren establecer sus propios sistemas de referencia geográfica a este punto inicial se le conoce como DATUM, que quiere decir, “Dato” u “Origen” en este

sentido México utilizaba generalmente el Dátum Norteamericano de 1927 también conocido como el NAD27, el cual, está ligado a mucha de la información elaborada por el INEGI, sin embargo, esto cambió, pues existían muchas deformaciones en la información. La actualización a esto fue el NAD87, que consistía en mejorar esas inconsistencias del NAD27. México decidió no emplear este Dátum y prefirió basarse en un sistema de referencia denominado “International Earth Rotation Server Terrestrial Reference Frame 01 1992” o Mejor conocido como ITRF92, cuyo propósito es el de crear una red nueva de información, por tal motivo, este es el Datum empleado para crear nueva información y que coincida con la pre-existente.

Cabe señalar que toda la información que se genere en la actualidad, debe de contener estos aspectos mínimos, pues ahora forma parte de un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, y a lo largo del 2017 de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, deberán de formar parte de un Sistema de Información Territorial y Urbano, y las autoridades municipales, tienen la obligación de informar y proporcionar a este sistema, toda actualización o creación de nueva cartografía urbana. Al momento de esta investigación se encuentra por ser publicado.

3.3. Escala de la Información

En lo referente a la escala, INEGI maneja diferentes niveles de representación de la información temática de sus mapas, en algunas ocasiones esto no se toma en cuenta al momento de procesar los archivos ya que se suele sobreponer información de diferentes capas y diferentes fuentes, la escala, es la relación que existe entre lo dibujado y lo real. A menor escala el detalle de la información es mayor y a mayor escala, la información es más general e incluso pierde nivel de detalle. En este sentido, se buscó que la información proporcionada por fuentes como el INEGI, y otras instancias fuera mínimo de 1: 50,000 pues el nivel detalle es el ideal para trabajar con un municipio como San Martín de las Pirámides.

En algunos casos, como en el de la información a nivel predio, se pueden llegar a emplear escalas que permitan un adecuado detalle de la información, en estos

casos, se utilizan escalas que van del 1: 2,500 a 1: 10,000 pero, para poder llegar a este nivel de detalle, se tiene que conjuntar con imágenes de satélite de alta resolución, lo que garantice un adecuado trabajo de digitalización y de creación de la capa de información.

Caso contrario, al hablar de un límite en cuanto a la escala máxima permitida, la finalidad es trabajar dentro de un municipio, por lo que las escalas superiores a 1: 1,000,000 muestran los resultados de información a un nivel superior incluso del de un estado, por lo que es importante evitar este tipo de proporciones, dependiendo el tipo de información.

Sin embargo, un SIT pretende que su uso predominante sea en formato digital, lo que permite que la escala de visualización sea la que determine el usuario, así como la que elija de acuerdo a la necesidad y problemática a resolver del momento, pues esta puede ser impresa.

Por otro lado, alguna de la información como el uso de suelo, con apoyo de imágenes de satélite SPOT 5 pancromática resolución espacial de 10 metros, y el Plug-in que vincula a capas propias de Google Earth, el cual ofrece imágenes con una resolución espacial de hasta 2.5 metros. Se trabajó a una escala de digitalización en un rango de 1: 2,500 a 1: 10,000 como lo establece INEGI, en su propia metodología para la digitalización, la cual permitió que el detalle de la información fuera mejor, por la importancia de la información que esta representa. En algunos casos, no existe información con una escala inferior a 1: 250,000 tiende a ser información muy general, sin embargo, en los casos que esto sucedió durante la investigación las capas vectoriales no presentan problema o complicación alguna por su falta de resolución. Hablar de una escala de salida de la información, es decir, la que será impresa, es irrelevante, pues esta podrá cambiar de acuerdo a la necesidad del momento, o del área que se pretenda representar impresa, es una de las facilidades que ofrecen los SIT.

3.4. Información Cartográfica

Como se ha mencionado, en los párrafos anteriores, la calidad, así como la confiabilidad de la información es muy importante para poder realizar adecuadamente un proyecto SIT, por tal motivo, las fuentes son dependencias de gobierno, especializadas en sus áreas, como el caso de INEGI, CONABIO, CONANP, POETEM, Registro Agrario Nacional (RAN), Servicio Geológico Mexicano (SGM), algunos otros son de elaboración propia, como el uso de suelo, basado en imágenes de satélite SPOT 5, Google Earth. e información proporcionada por el mismo Ayuntamiento.

3.5. Tipos de Datos de Entrada

Una vez que se definen las características de los datos de entrada, se realizan las adecuaciones necesarias a cada una de las capas de información, para que se encuentren bajo un mismo sistema de coordenadas, proyección y datum. Posterior a esto, la información podrá ser en formato de raster (imagen) o vector, pues la finalidad es que sea de consulta, análisis, generación de más información y apoyo en la toma de decisiones, el SIT, permite activar o desactivar las capas de información, de acuerdo a las necesidades del momento.

3.5.1. Metadatos

Estos son definidos, de acuerdo con la norma anteriormente citada, la cual está directamente relacionada, con el SIEG, en esta se especifican, las características mínimas para elaborar los metadatos de la información geográfica, basados en el ISO 19115:2003 por la Organización internacional de estandarización, los elementos a considerarse, forman parte del núcleo estándar y son 149, de los cuales 25 son obligatorios y 124 opcionales, a continuación se especifican los elementos del núcleo ISO 19115:2003 que se mencionan en la Norma Técnica para la Elaboración de Metadatos Geográficos del INEGI.

Tabla 11. Metadatos

| Características mínimas para la elaboración de metadatos | | | |
|---|-------|---|-------|
| Título del conjunto de datos espaciales | (O) | Tipo de representación espacial | (Opc) |
| Fecha de referencia de conjuntos espaciales | (O) | Sistema de referencia | (Opc) |
| Parte responsable del conjunto de datos espaciales | (Opc) | Linaje | (Opc) |
| Localización geográfica del conjunto de datos espaciales (por 4 coordenadas o por identificador geográfico) | (C) | Recurso en línea | (Opc) |
| Idioma del conjunto de datos espaciales | (C) | Identificador del archivo de metadatos | (Opc) |
| Conjunto de caracteres del conjunto de datos espaciales | (C) | Nombre del estándar de metadatos | (Opc) |
| Resolución espacial del conjunto de datos espaciales | (O) | Idioma de los metadatos | (C) |
| Resumen descriptivo del conjunto de datos espaciales | (Opc) | Conjunto de caracteres de los metadatos | (C) |
| Formato de distribución | (Opc) | Punto de contacto para los metadatos | (O) |
| Información adicional de la extensión del conjunto de datos espaciales (vertical y temporal) | (Opc) | Fecha de creación de los metadatos | (O) |

Opc: Opcional, O: Obligatorio, C: Condicional

Fuente: elaboración propia con información de la Norma Técnica para la Elaboración de Metadatos Geográficos del INEGI.

3.6. Descripción de los Criterios

En este apartado, se realiza la descripción de las variables que integrarán el SIT, en el primero de los casos, las condiciones físicas, que van desde la formación del suelo, relieve (pendientes), rocas (geología) como del suelo mismo (edafología), finalmente, la formación de cuerpos de agua (hidrología) que propician una serie de

características que resultan en limitantes o aspectos que favorecen el desarrollo urbano de la zona de estudio.

Por otro lado, se tienen los aspectos ambientales como las Unidades de Gestión Ambiental y los Polígonos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) estos servirán de limitante para el desarrollo urbano y económico de los municipios, pues determinan las condiciones naturales que favorecen o perjudican alguna actividad y son restricciones para el desarrollo.

Una tercera serie de capas son las que tienen que ver con instrumentos administrativos que se encuentran vinculados al territorio como son las delimitaciones del área urbana, de las zonas urbanizables y no urbanizables, por otro lado, la zonificación, que ejecuta una limitante a los aspectos de imagen urbana dentro de las áreas urbanas existentes en las que se tiene contemplada la expansión de la ciudad, destacan las características de construcción, los COS y CUS, etc. Limitantes plasmadas en el PMDU, además de los Reglamentos de Imagen Urbana. Asimismo, la tenencia de la tierra, es decir, si el suelo es privado o ejidal, aunado a esto, en el municipio existen zonas con valor patrimonial como lo es la zona arqueológica de Teotihuacán, la cual restringe el desarrollo urbano a la periferia de dicha zona y por último los equipamientos con los que cuenta la zona de estudio.

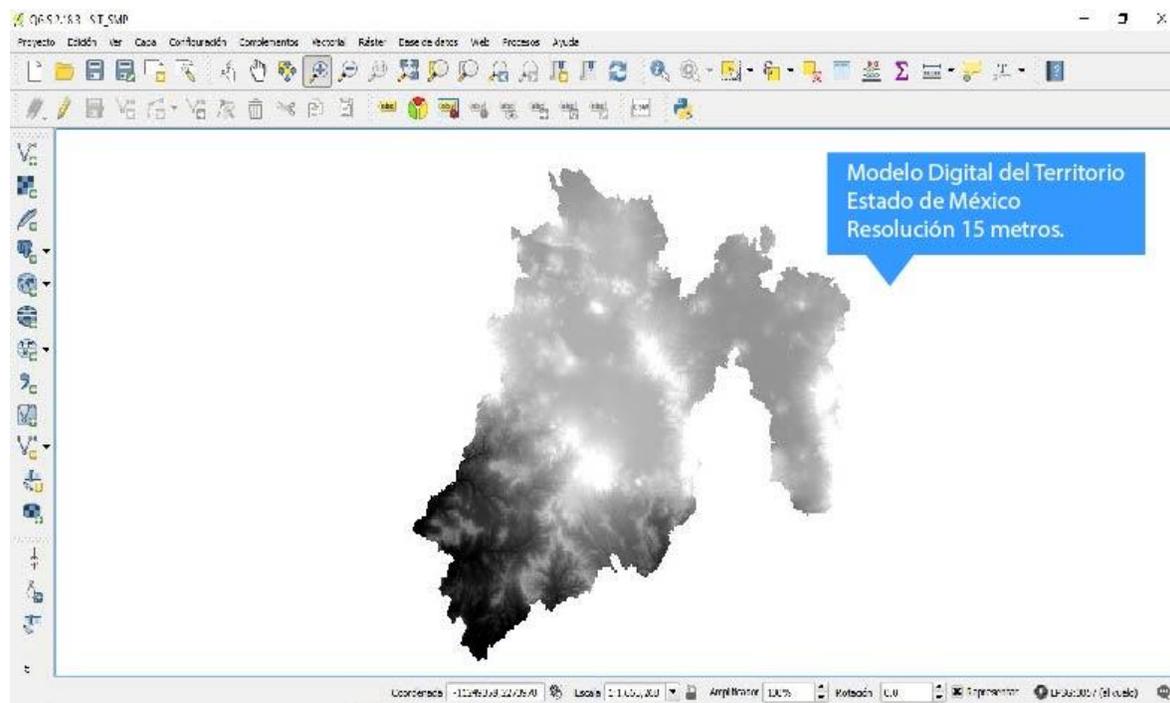
3.7. Variables Físicas

Características físicas presentes en el municipio, estas son de gran utilidad al momento de planificar el desarrollo urbano, pues de acuerdo con las condiciones que se tiene dentro del territorio es posible determinar un correcto crecimiento, sin comprometer o poner en riesgo a la población ante un agente natural, además sirve para conocer adecuadamente la vocación del territorio e impulsar las estrategias que juntas mejoren la calidad de la población. Por tal motivo en los siguientes párrafos, se presenta como fue el procedimiento para generar u obtener dichas variables.

3.7.1. Pendiente

Para poder generar la parte de las pendientes, fue necesario antes que nada comenzar con la descarga del Continuo de Elevaciones Mexicano en su versión 3.0 cuya finalidad es la de representar las elevaciones dentro del territorio continental nacional mediante valores localizados en un sistema de coordenadas X, Y en los que se integran información en Z que hace referencia a la altura, o a los metros sobre el nivel del mar (msnm) presentes en el continente, en esta versión la resolución es de 15 metros.

Ilustración No. 2. Modelo de Elevación Digital del Territorio.

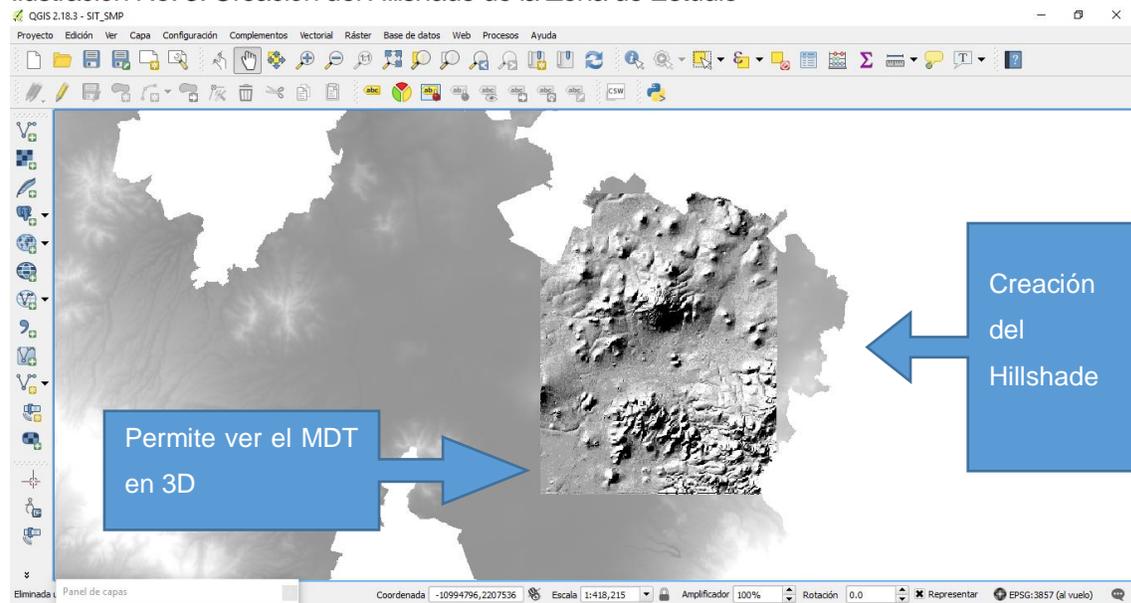


Fuente: Elaboración propia, con datos del MDT INEGI.

Esto permitió realizar un siguiente proceso en el que se generó un Modelo de Elevación Digital, donde a diferencia del continuo de elevaciones, este permite visualizar la información en 3D, con lo que se interpretan de una mejor manera la formación de las montañas, planicies y depresiones que definen las actividades que se pueden desarrollar de una forma óptima sobre el territorio, sin afectar o propiciar algún riesgo al desarrollo urbano, principalmente, pues entre más inclinación tenga,

la capacidad de construcción se vuelve, costosa y peligrosa, así como la misma dotación de servicios, como se menciona en el capítulo dos en la descripción de las pendientes, con la información de (Bazant, 2010).

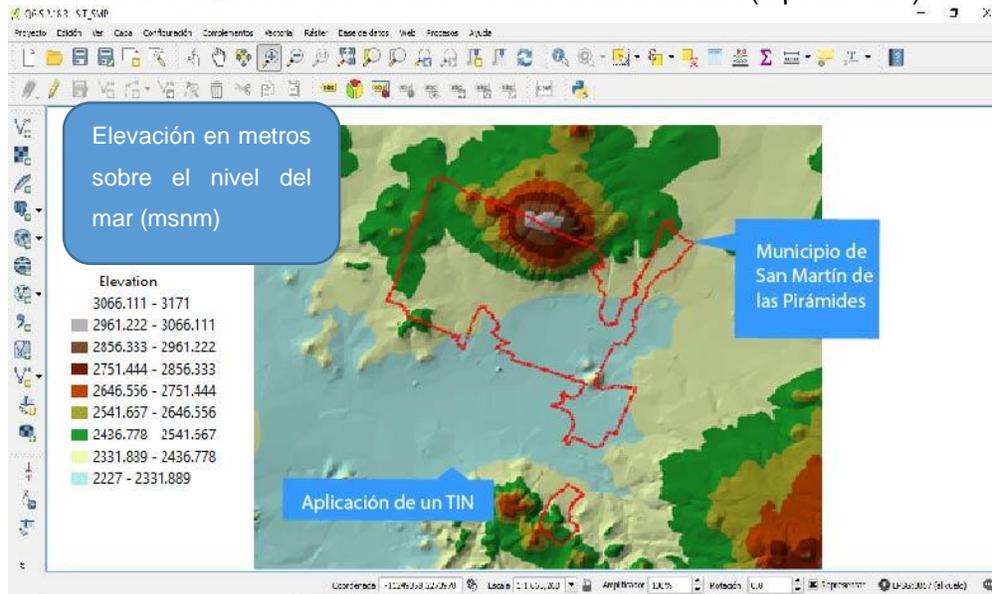
Ilustración No. 3. Creación del Hillshade de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con información del MDT, INEGI.

A partir del MDE, se genera un Hillshade, también conocido como mapa de sombreado plástico, donde se representa las sombras y la radiación solar sobre el territorio, permite, visualizar la Información en 3D, lo que como podemos apreciar en la ilustración anterior, la forma del territorio, sin vegetación o ciudades, de tal forma que se puede anticipar, si la zona es sujeta a inundaciones, por mencionar un ejemplo, además sirve de base para sobreponer diferentes capas de información vectorial en el SIT.

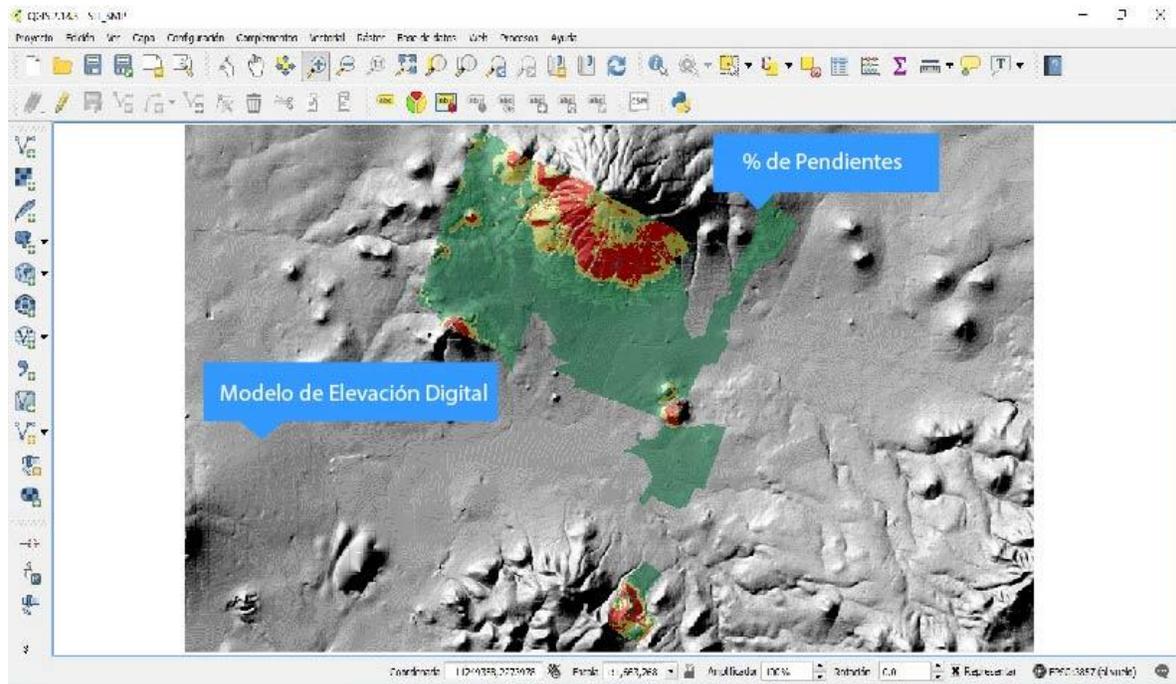
Ilustración No. 4. Elevaciones en Metros Sobre el Nivel del Mar (Hipsométrico).



Fuente: Elaboración propia con información del MDT, INEGI.

El primer paso, para elaborar el mapa de pendientes, es la generación de un TIN que es un mapa de triángulos irregulares, donde los triángulos se forman por una red de aristas conectados entre sí, el cual, entre otras cosas sirve para conocer la morfología de un lugar, y su altura en metros sobre el nivel del mar, que como se observa en la ilustración anterior, la altura máxima que alcanza la zona de estudio es de 3066 msnm, Cerro Gordo, es el lugar con la altura máxima.

Ilustración No. 5. Porcentaje de Pendientes



Fuente: Elaboración propia con información del MDT, INEGI.

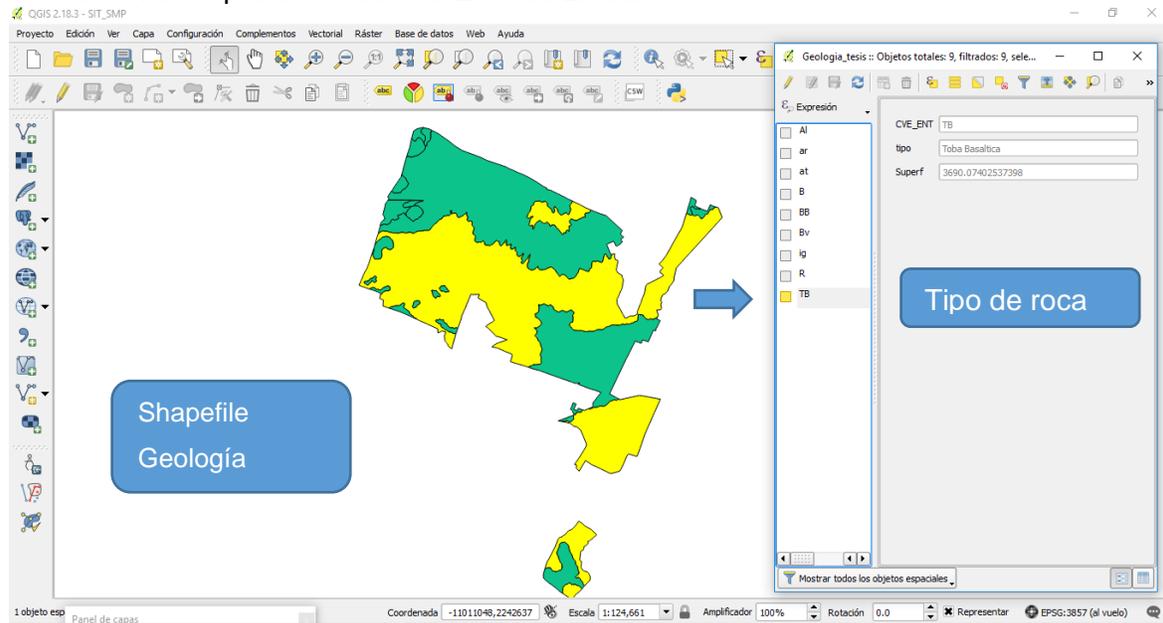
Finalmente, como se menciona al comienzo de la descripción de esta variable, este será el insumo base para la elaboración del mapa de pendientes, ya que adquiere importancia para conocer o identificar la existencia de zonas vulnerables a algún riesgo, como, por ejemplo, deslizamientos de tierra por la pendiente pronunciada, dificultades para la dotación de servicios públicos, como el agua potable, e incluso determinar zonas susceptibles a forestar con la finalidad de prevenir este tipo de incidencias.

3.7.2. Rocas

En el caso de la capa de información geológica, se tomó como base la carta geológica a escala 1: 50,000 elaborada por el INEGI cabe señalar que existe una capa de información elaborada por la misma dependencia que corresponde a los datos vectoriales a escala de 1: 1,000,000 este tipo de información tiende a ser general y no se llega al nivel de detalle que se necesita en estos casos, pues como se explica dentro del capítulo anterior, existen zonas cavernosas, que presentan un tipo de riesgo geológico para los asentamientos humanos, ahora bien, dicha

información solo se pudo acceder de forma digital en el índice de cartas impresas con el número de registro E14 B21 Texcoco, Estado de México, sin embargo, esto no fue una limitante, pues dicha carta fue georreferenciada, para su posterior digitalización, con lo que se pudo obtener una capa de información vectorial que contuviera información a una escala con mayor detalle de la información.

Ilustración No. 6. Tipos de Rocas en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con información de datos vectoriales a escala de 1: 50,000 INEGI.

3.7.3. Suelos

Para obtener la capa vectorial de edafología, el procedimiento que se siguió fue el siguiente; se descargó la Información del conjunto de datos vectoriales serie II continuo nacional de INEGI, actualizada en el periodo de 2002 – 2006 y categorizado de acuerdo a la Clasificación de Suelos del Sistema Nacional Base Referencial Mundial del Recurso del Suelo, por lo que su viabilidad y uso son los apropiados para este proyecto de investigación y que en conjunto con las demás capas de información ayude en la toma de decisiones. Una vez descargado el vector, se recortó un área de influencia superior a los límites municipales, posterior a esto, se proyectó la capa de información para que coincidiera con el resto, como se menciona es la UTMZ14Q para conocer superficies en metros, el contar con una

base de datos adjunta al shapefile con información alfanumérica y otros datos permite manipularlos digitalmente con procesos útiles para implementar el SIT.

Ilustración No. 7. Tipos de Suelo en la Zona de Estudio



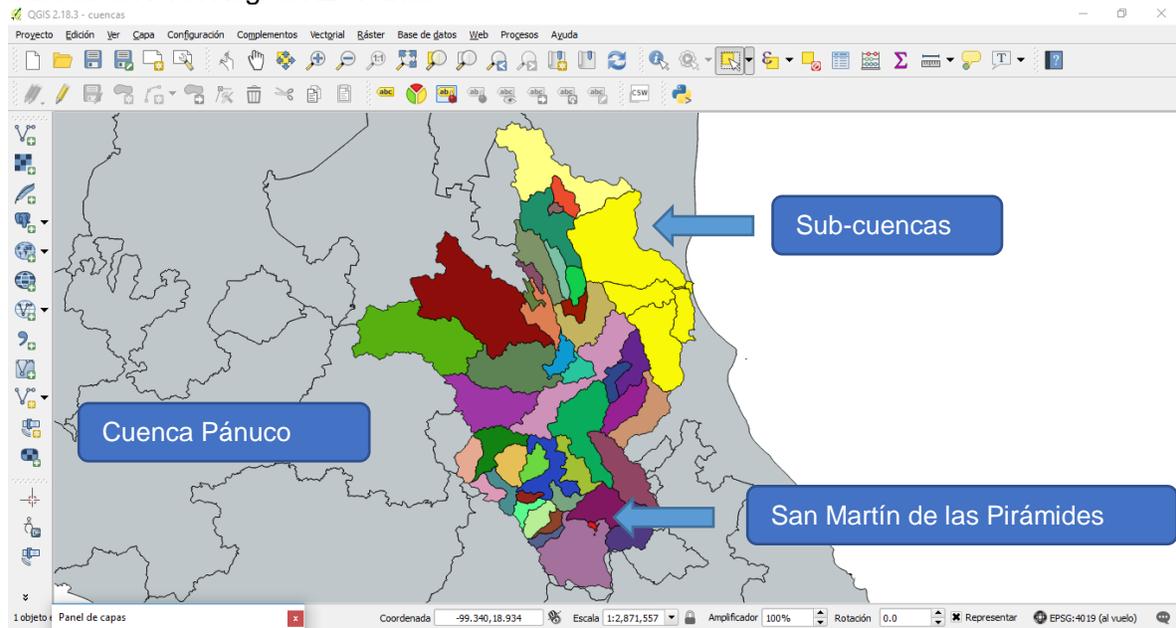
Fuente: Elaboración propia con información del conjunto de datos vectoriales serie II continuo nacional de INEGI,

3.7.4. Cuerpos de Agua

En el caso de la hidrología, la información es la que se proporciona en la Red Hidrográfica escala 1: 50,000, edición 2.0 elaborada por INEGI la información aquí presentada cumple con las características mínimas, de la información de entrada, que como se menciona anteriormente esta es digitalizada entre rangos de 1: 2,500 y 1: 10,000 lo que permite que los acercamientos tengan una adecuada fotointerpretación de los rasgos de la superficie las cuales son de calidad establecidas por la misma institución.

Para facilitar la interpretación y difusión, el agua superficial se encuentra en tres niveles de desagregación, el primero es la Región Hidrográfica (RH) que al menos agrupa a dos cuencas hidrográficas. Cabe señalar que el país se encuentra dentro de 37 de estas mismas regiones y la RH que se emplea en este trabajo de investigación es la RH26 Pánuco.

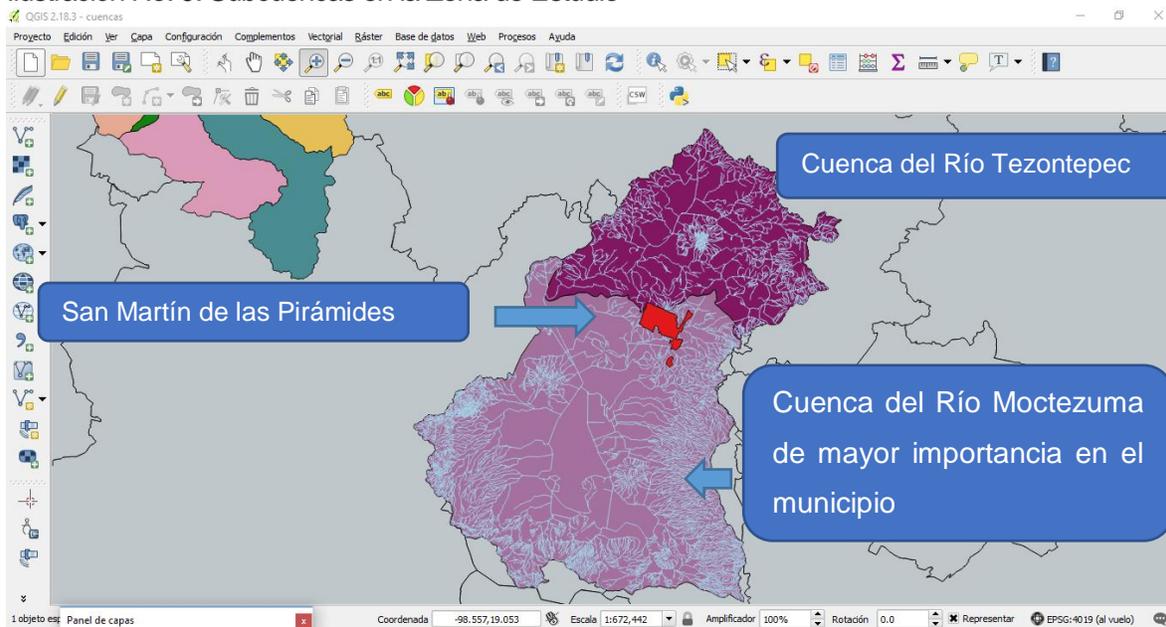
Ilustración No. 8. Región H26 Pánuco



Fuente: Elaboración propia con información de la Red Hidrográfica escala 1: 50,000, edición 2.0, INEGI

El segundo nivel de desagregación corresponde a las cuencas hídricas, que en este caso está compuesto de 4, lo que da paso finalmente al último nivel, denominado como subcuenca, en total existen 46, estas son consideradas como una subdivisión de escurrimientos, el municipio forma parte de la cuenca del Río Moctezuma a la RH26Dp subcuenca del Lago de Texcoco y Zumpango. Y la RH26Dt subcuenca del Río Tezontepec.

Ilustración No. 9. Subcuencas en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con información de la Red Hidrográfica escala 1: 50,000, edición 2.0, INEGI

Como se observa en la ilustración anterior, las características que contiene la capa de información es referente a los cuerpos de agua, ya sea perennes o intermitentes en el que destacan ríos o escurrimientos, algunos puntos como presas, pozos o manantiales, sin embargo, hay ausencia de cuerpos de agua de importante tamaño dentro de la zona de estudio, la mayoría son escurrimientos intermitentes, que se forman en temporada de lluvias, pero que se consideran, ya que estos deben de ser una limitante al desarrollo urbano, con la finalidad de prevenir algún riesgo del tipo hidrometeorológico.

3.8. Digitalización de los Usos de Suelo

Para esta variable, se cuenta con la que se proporciona en el Marco Geoestadístico Municipal INEGI, en específico la de los polígonos urbanos, sin embargo, esta información tiende a ser general y solo incluye a las localidades superiores a los 2,500 habitantes, y uno de los aspectos que se resalta de la implementación de un SIT es que este, puede llegar a representar información a nivel de predio o parcela, por lo que se procedió a generar dicha capa de información con el mayor detalle

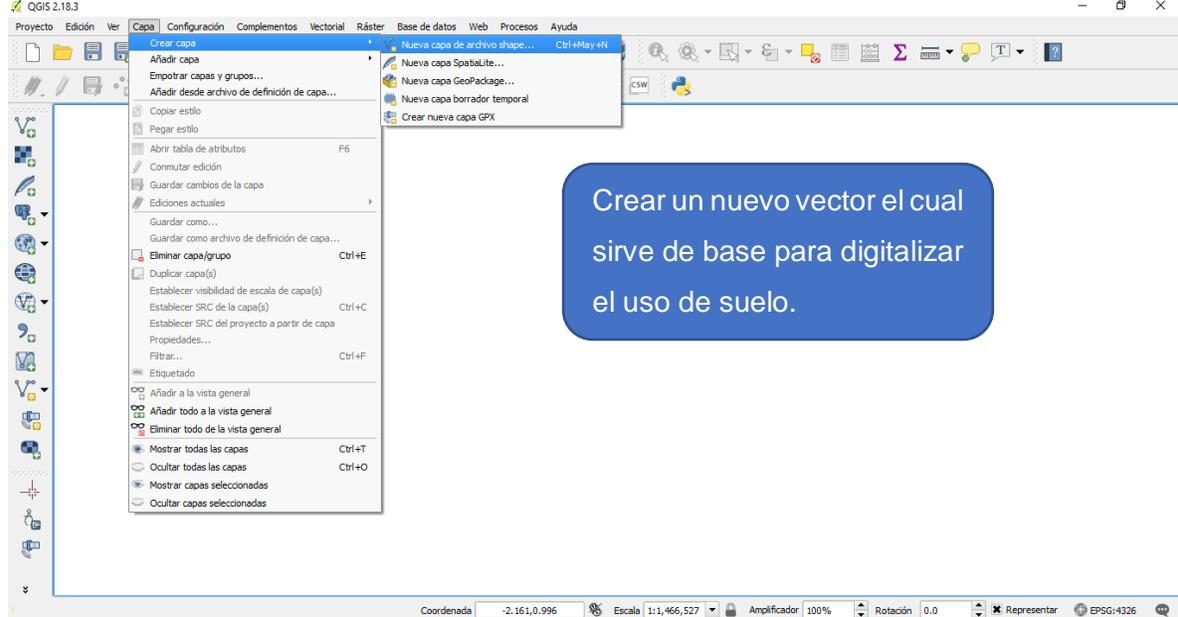
posible de todas las áreas urbanas y rurales, que presenten algún tipo de asentamiento humano.

Con el apoyo de imágenes de satélite, software cartográfico y de visualización, como el Google Earth. Se realizó una digitalización detallada a escala de entre 1: 2,500 a 1: 10,000. Lo que permitió que la información aquí plasmada sea lo más cercana a la realidad, detallada, actualizada y que esto facilite la aplicación correcta de la misma. Se digitalizaron las 7,000 hectáreas que tiene de superficie el municipio. Con lo que se elaboró una mancha urbana actualizada al año 2016, y por lo tanto se pudo obtener superficies, que como se menciona en el capítulo segundo destacan las siguientes: superficie agrícola, áreas con vegetación forestal o del tipo arbustiva y principalmente las zonas urbanas. Lo que ayudo con la identificación de las zonas con tendencia de crecimiento habitacional, fuera de los polígonos establecidos como áreas urbanizables.

Una vez concluida la digitalización se compararon los resultados obtenidos con la capa vectorial de información de usos de suelo de INEGI, escala 1: 250,000 como un comparativo de los suelos aquí mostrados, e incluso se validó con muestreos aleatorios realizados en campo que corroboraron la información. El resultado se muestra en la tabla de usos de suelo, (ver tabla 10) y en el (mapa 9).

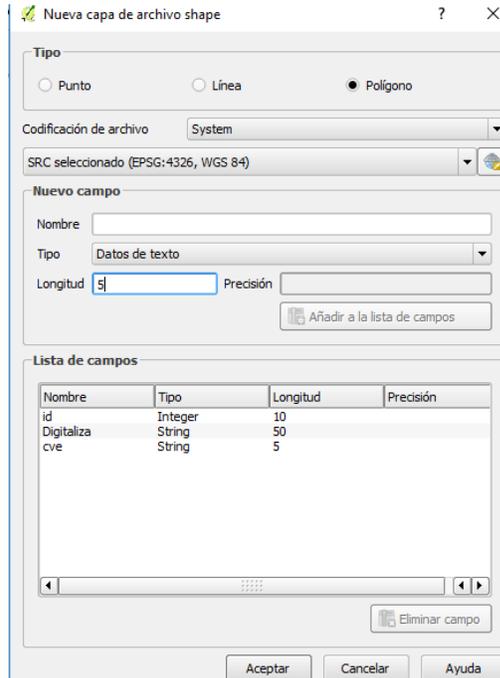
Para realizar una digitalización adecuada se siguió una metodología, con la cual se redujeron los problemas de topología. Primero se creó una malla, la cual debe de ser mayor al área a digitalizar en este caso, debe de ser superior a los límites del municipio, cabe señalar que en este momento dicha malla debe de estar georreferenciada en metros, es decir, coordenadas UTM; y deberá de incluir por lo menos en su tabla de atributos, o base de datos, una columna llamada clave, el nombre es opcional, pero es aquí donde se introduce un atributo que diferencie un uso de suelo de otro.

Ilustración No. 10. Creación de un Nuevo Shapefile



Fuente: Elaboración propia con ayuda del software QGIS "Las Palmas"

Ilustración No. 11 Definiendo el Sistema de Coordenadas.

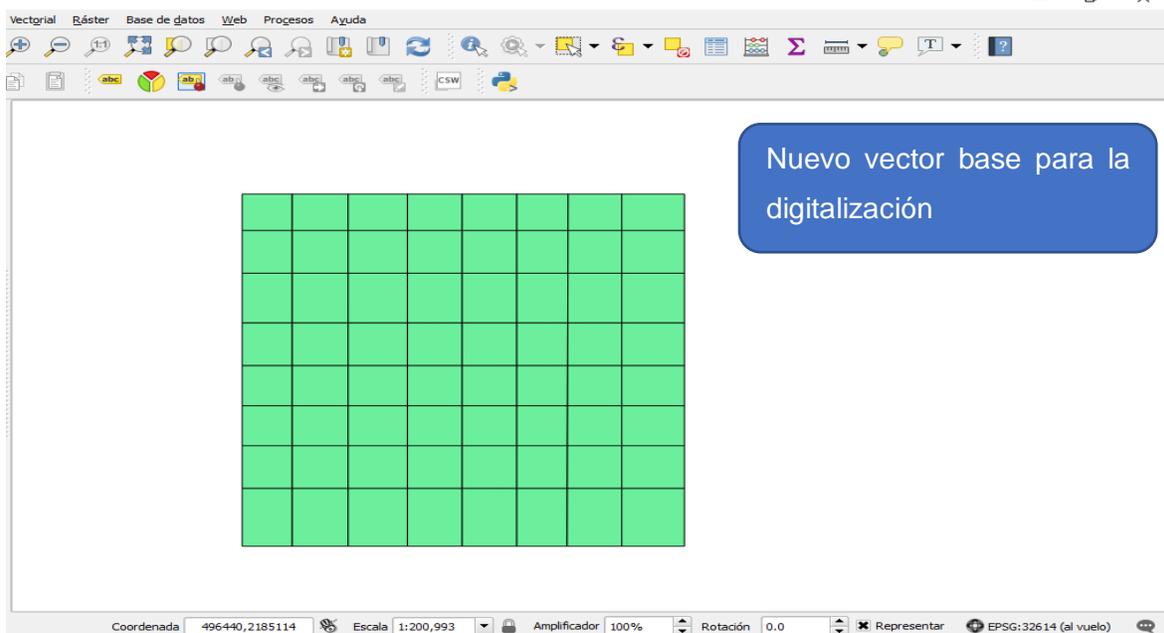


Definiendo el sistema de coordenadas

Creando la base de datos

Fuente: Elaboración propia con ayuda del software QGIS "Las Palmas"

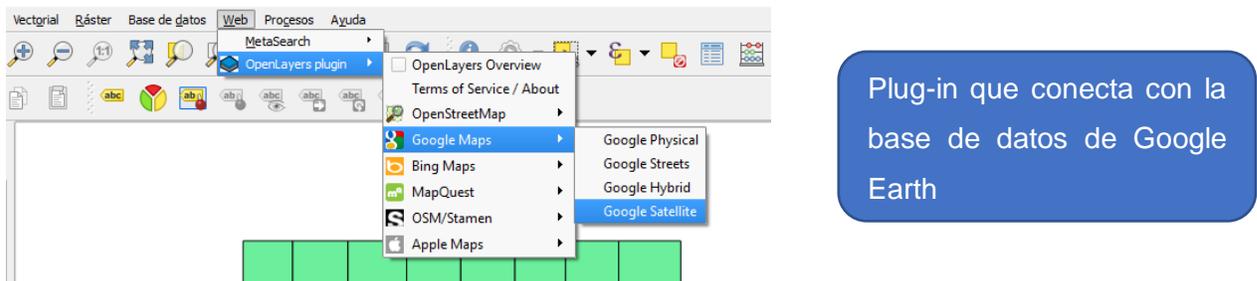
Ilustración No. 12. Vista de la Malla para Digitalizar el Uso de Suelo.



Fuente: Elaboración propia con ayuda del software QGIS “Las Palmas”

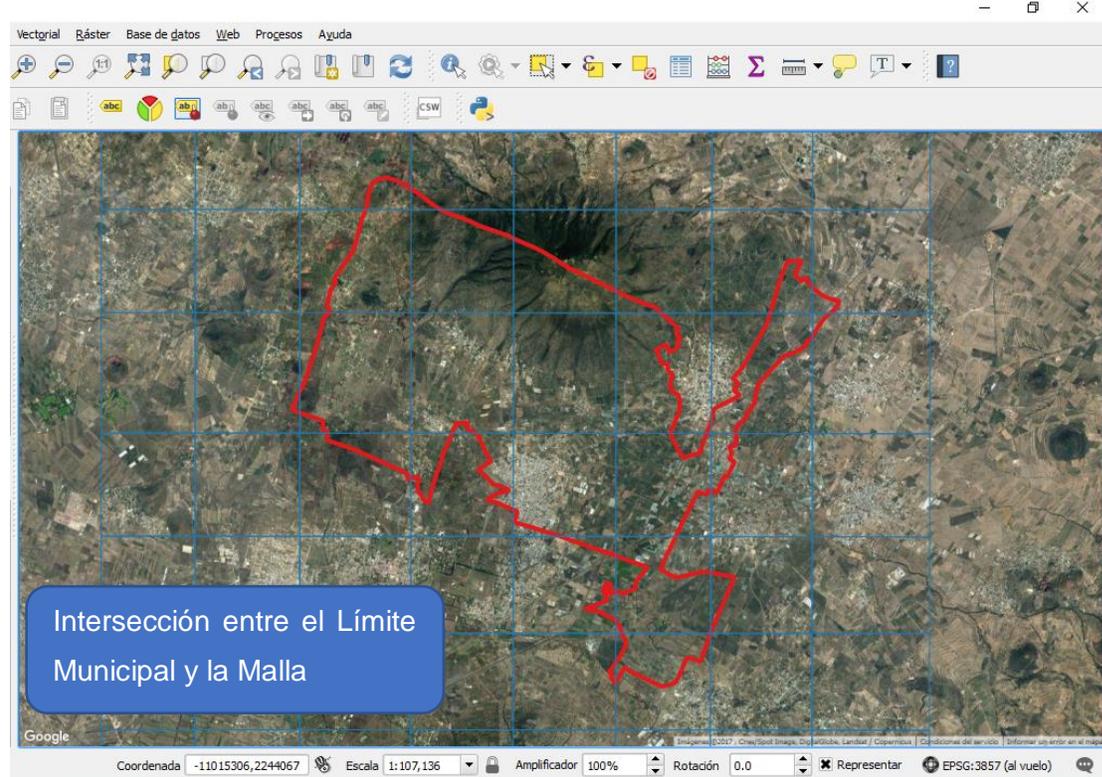
Ya que la malla en formato Shapefile y la base de datos están listos, el siguiente paso es activar un Plug-in, que vincula el software QGIS, con algunas de las bases de datos de imágenes de satélite más importantes del mercado, en este caso, Google Earth, con su capa de imagen satelital, debido a su excelente resolución espacial (aproximadamente 2.5 metros), lo que permite mejor detalle, además de que se encuentran en constante actualización.

Ilustración No. 13. Insertando el Plug-in Google Earth



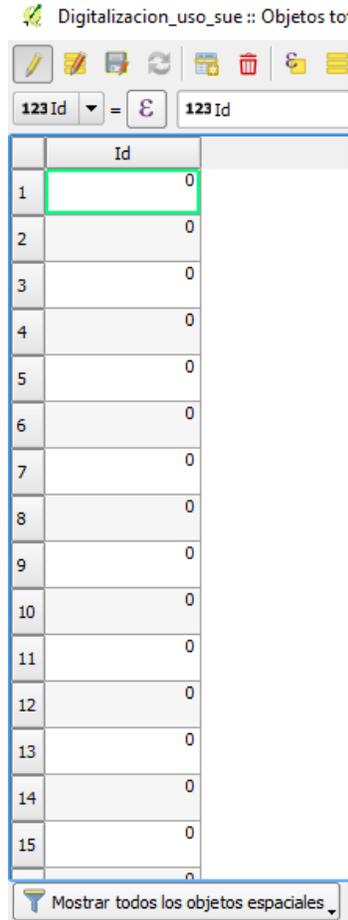
Fuente: Elaboración propia con ayuda del Plug-in Openlayers Plugin

Ilustración No. 14. Vista Previa a la Digitalización



Fuente: Elaboración propia con ayuda del software QGIS "Las Palmas" y el Plug-in Openlayers Plugin

Ilustración No. 15. Vista de la Base de Datos de Shapefile Previo a la Digitalización.



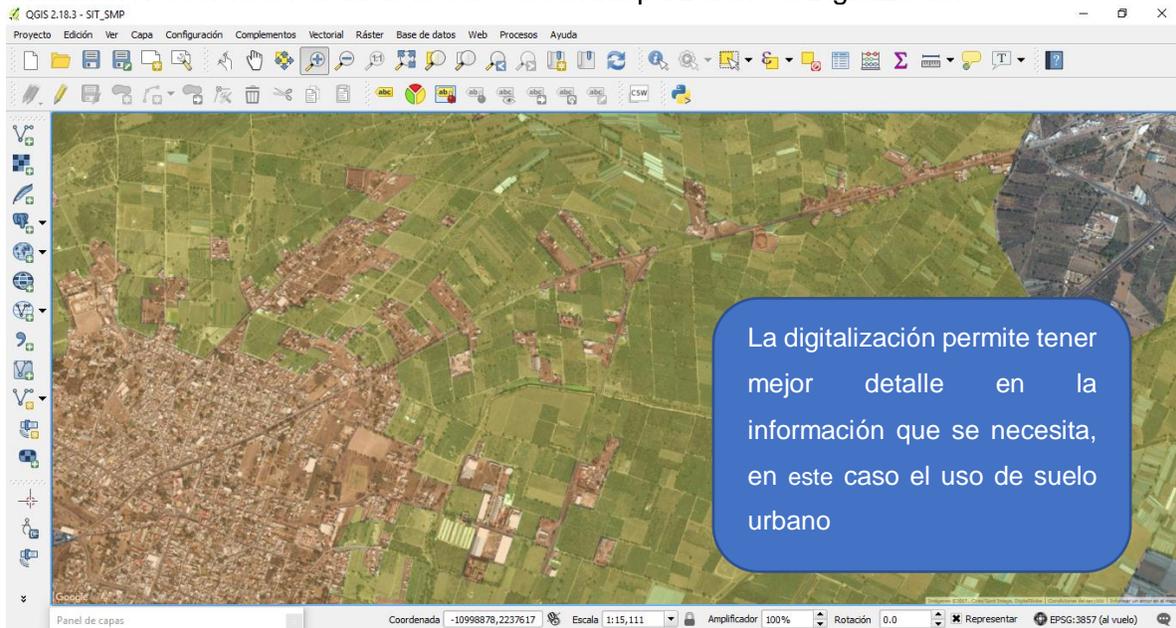
| | Id |
|----|----|
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 0 |
| 6 | 0 |
| 7 | 0 |
| 8 | 0 |
| 9 | 0 |
| 10 | 0 |
| 11 | 0 |
| 12 | 0 |
| 13 | 0 |
| 14 | 0 |
| 15 | 0 |

Base de datos, en la que se introduce una clave interna para ir completando la digitalización

Fuente: Elaboración propia con ayuda del software QGIS “Las Palmas”

Para llevar a cabo la digitalización, se hacen zoom in o acercamientos que varían dependiendo la zona, el tipo de suelo, o el nivel de detalle que se busca, por tal motivo la persona que realiza este proceso debe de tener conocimientos previos de la zona de estudio y habilidades de fotointerpretación; conforme se avanzó en la digitalización se colocó en la base de datos, una clave interna a cada polígono resultante de los trabajos de digitalización, para que una vez terminado permitiera unir los polígonos por los atributos dados y así tener un archivo shapefile el cual pueda ser integrado al SIT y con esto, conocer superficies de forma más precisa, a la que proporciona INEGI en su MGM.

Ilustración No. 16. Vista Parcial de la Cabecera Municipal Durante la Digitalización



Fuente: Elaboración propia con información de la capa de imágenes satelitales de Google Earth.

Ilustración No. 17. Base de Datos Final del Uso de Suelo

Uso de Suelo :: Objetos totales: 5, filtrados: 5, seleccionados: 0

| | CVE2 | Descripción | ha |
|---|------|---------------------|-------------------|
| 1 | | Otros Usos | 1.37630957108 |
| 2 | 1 | Urbano | 856.94328880900 |
| 3 | 5 | Agricultura perm... | 4622.706433770... |
| 4 | 3 | Vegetación Sec... | 1324.854745850... |
| 5 | 2 | Matorral Crasicuale | 467.94854622800 |

El cálculo de las superficies, por lo tanto también es más preciso.

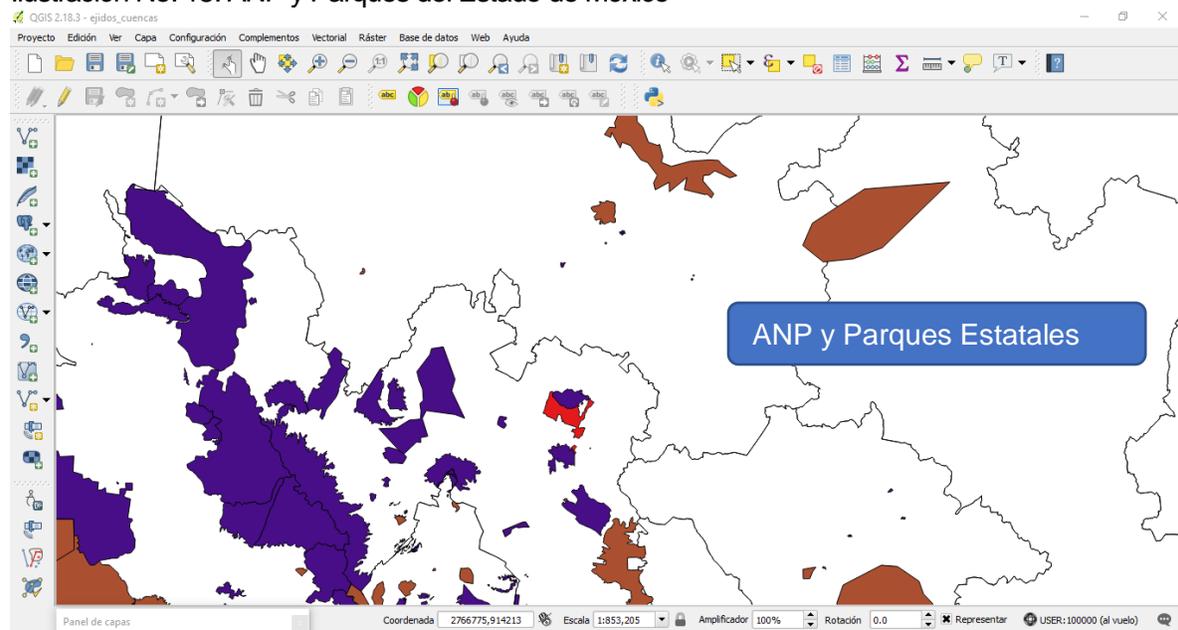
Fuente: Elaboración propia con información de la capa de imágenes satelitales de Google Earth

3.9. Restricciones Ambientales

De acuerdo con la información del análisis de las variables realizado a la zona de estudio, destaca la existencia de dos Áreas Naturales Protegidas, las cuales se encuentran bajo el grado de protección de Parque Estatal, uno de ellos y quizás el más importante, Cerro Gordo, es el que cuenta con mayor superficie dentro del

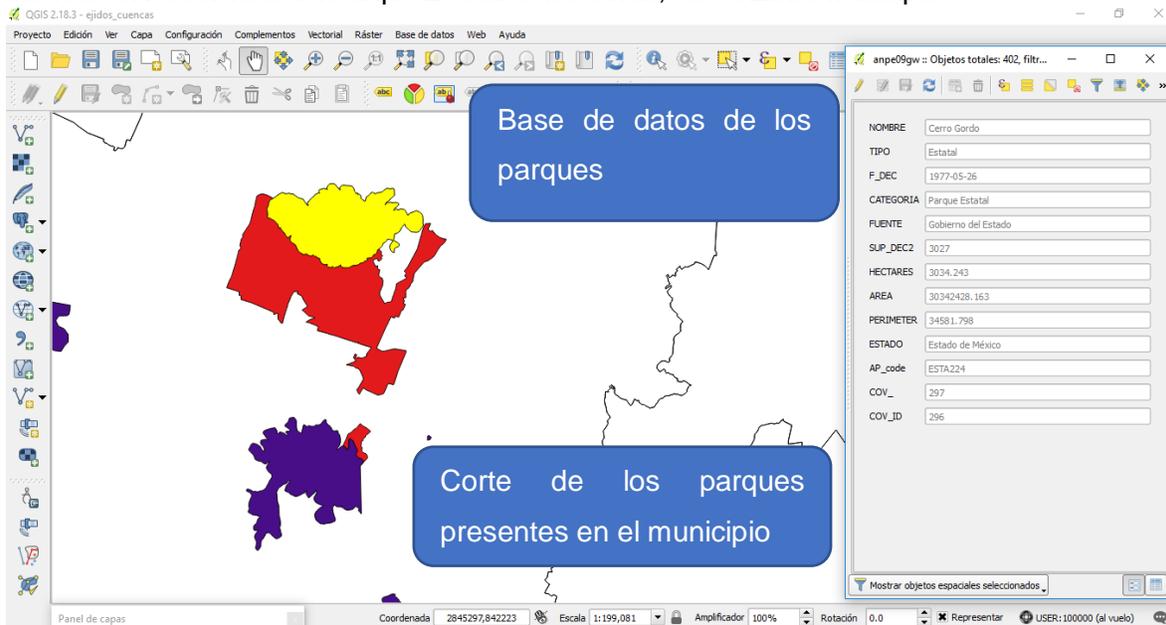
municipio; en segundo lugar, la Sierra de Patlachique. Estos polígonos se obtuvieron, de la información digital de CONABIO, correspondientes a la capa de información vectorial Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Municipales de México 2009, esta contiene información de todo el país referente a las áreas que se encuentran bajo la administración y protección de la Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas del Estado de México. (SEANPEM)

Ilustración No. 18. ANP y Parques del Estado de México



Fuente: Elaboración propia con información de la Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Municipales de México 2009

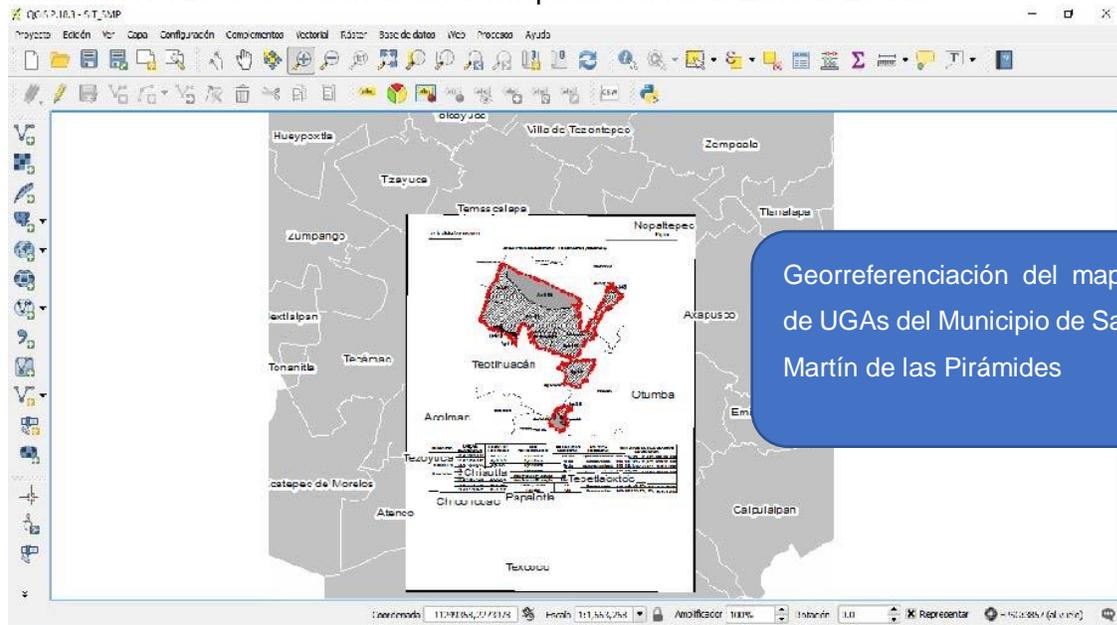
Ilustración No. 19. Vista del Parque Estatal Cerro Gordo, con el Límite Municipal



Fuente: Elaboración propia con información de la Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Municipales de México 2009

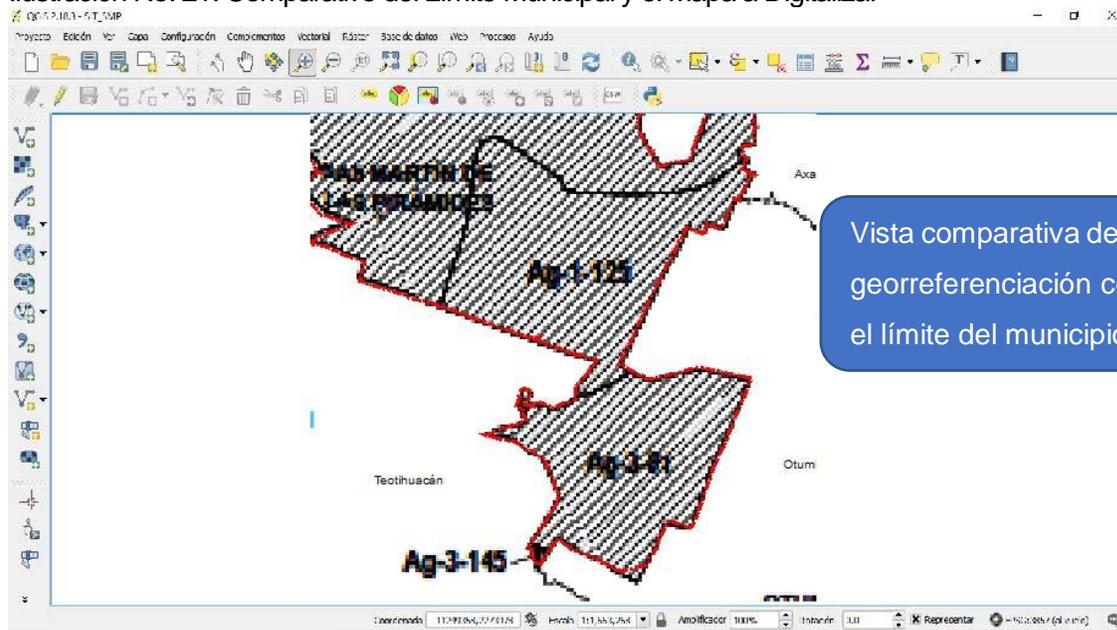
Por otro lado, para obtener información sobre las UGA, el procedimiento empleado, fue el de la digitalización propia, pues no se encontró o no se tuvo acceso a la información en formato digital. El procedimiento fue el mismo, se digitalizó una copia impresa del mapa de Unidades de Gestión Ambiental, presentado como resultados dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México POETEM. correspondientes al municipio, se hizo la georreferenciación necesaria, así como la de los municipios aledaños, para dar continuidad a las UGA's y ayude incluso a conocer el impacto regional, no solo del municipio. Después de los ajustes entre los mapas, se procedió a su digitalización, cabe señalar que la información aquí mostrada no tiene un nivel de detalle deseado, pues la escala con la que está realizada la división es 1: 250,000. Lo ideal en estos casos sería contar con información de un Programa de Ordenamiento Ecológico Local, el cual no existe en el municipio. Pero es muy importante considerar una capa de información de este tipo ya que es el único instrumento que regula el medio ambiente dentro de la zona de estudio.

Ilustración No. 20. Georreferenciación del Mapa de UGA de la Zona de Estudio



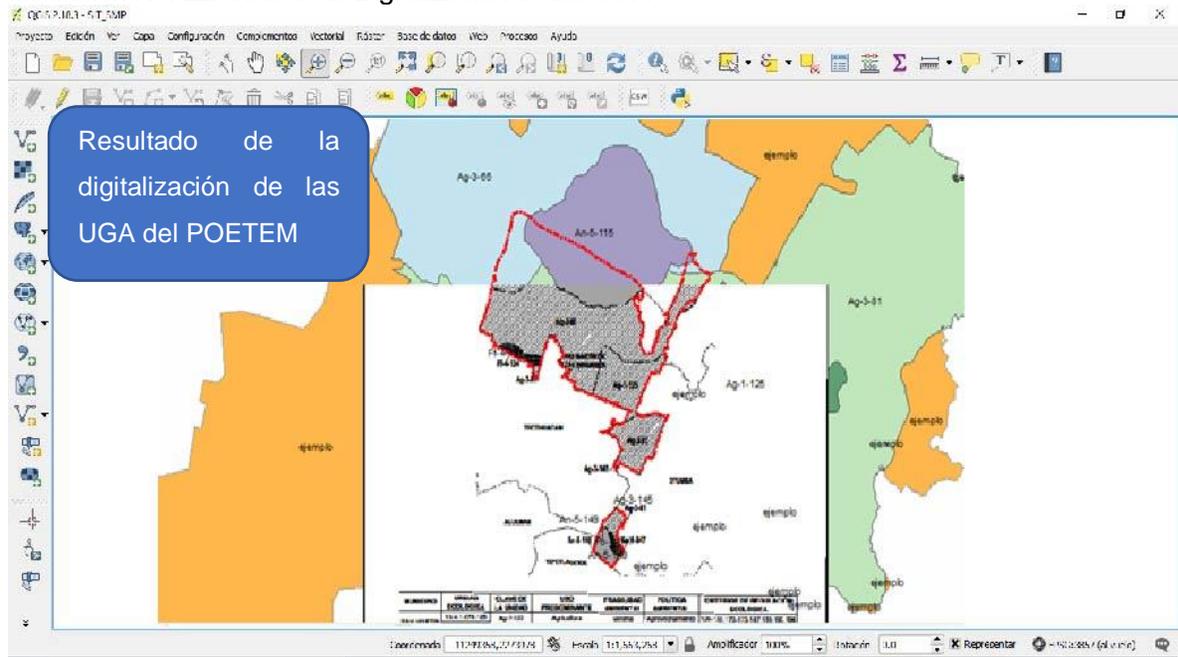
Fuente: Elaboración propia con información de las UGA del POETEM.

Ilustración No. 21. Comparativo del Límite Municipal y el Mapa a Digitalizar



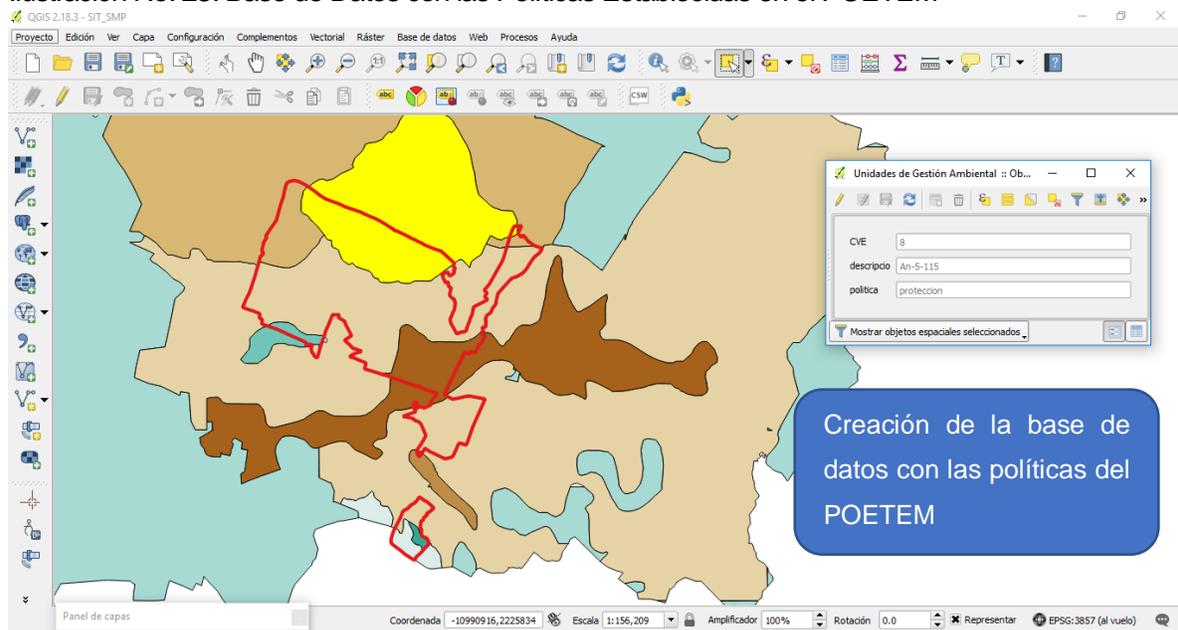
Fuente: Elaboración propia con información de las UGA del POETEM.

Ilustración No. 22. Vista de la Digitalización de las UGA



Fuente: Elaboración propia con información de las UGA del POETEM.

Ilustración No. 23. Base de Datos con las Políticas Establecidas en el POETEM



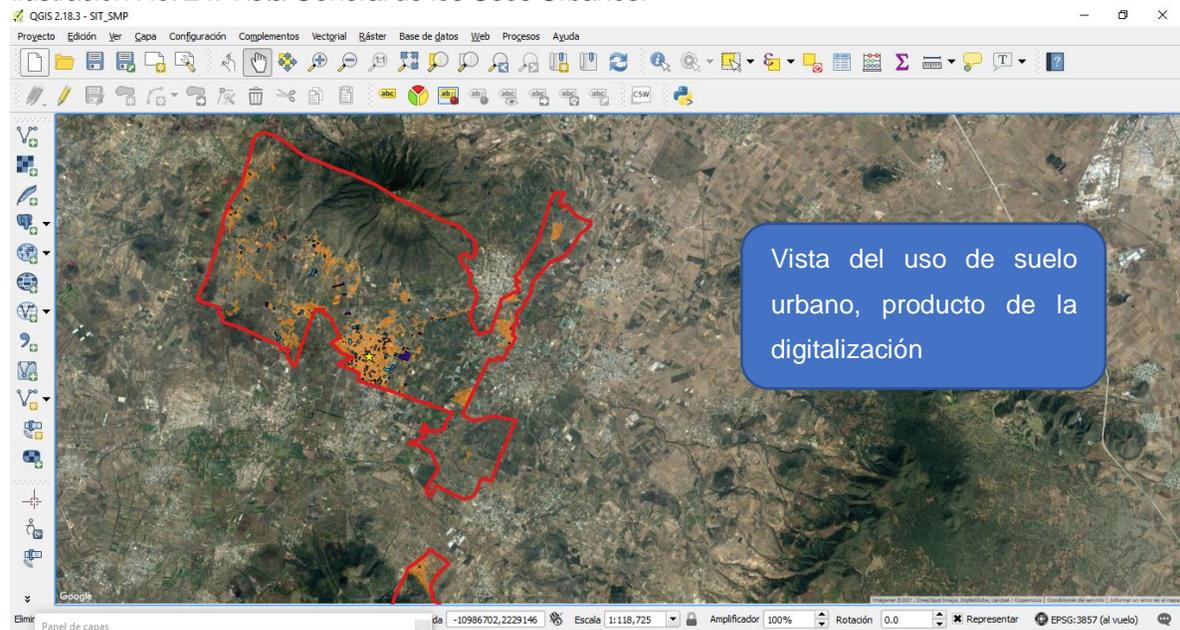
Fuente: Elaboración propia con información de las UGA del POETEM.

3.10. Administrativos

3.10.1. Usos urbanos Reales

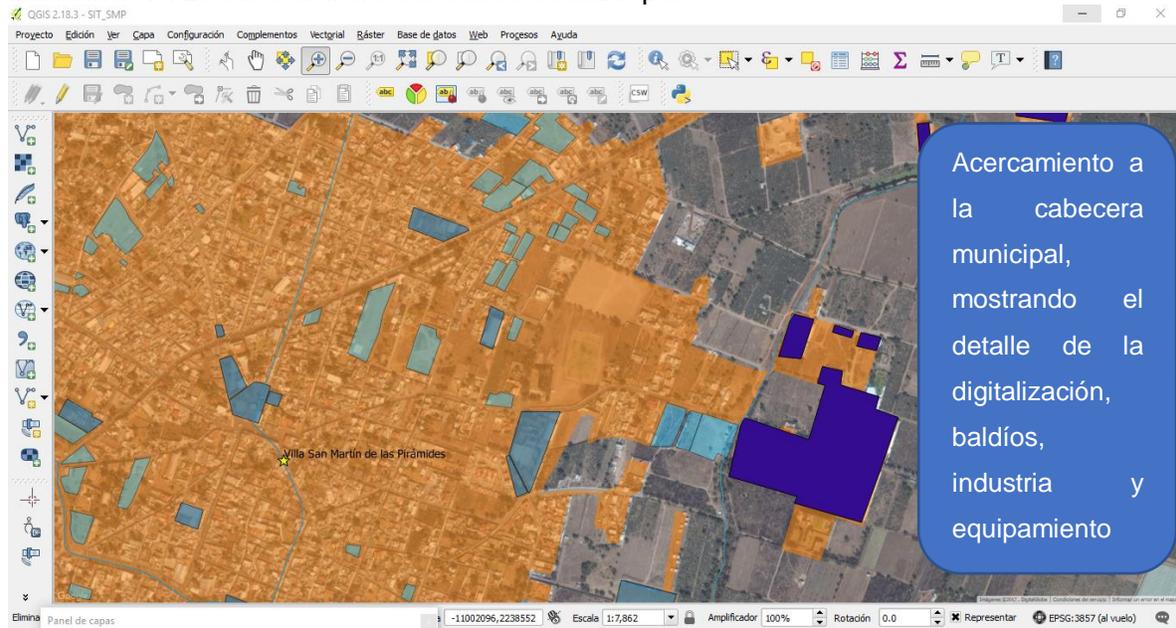
Esta capa se obtiene de la capa de uso de suelo que se menciona anteriormente, con la variante de que la información que se muestra, incluye una clasificación de la zona industrial, equipamiento educativo, de salud y recreativo, así como algunos de los predios considerados como baldíos, estos últimos, solo dentro de la cabecera municipal.

Ilustración No. 24. Vista General de los Usos Urbanos.



Fuente: Elaboración propia con información de la capa de imágenes de satélite de Google Earth.

Ilustración No. 25. Acercamiento a la Cabecera Municipal



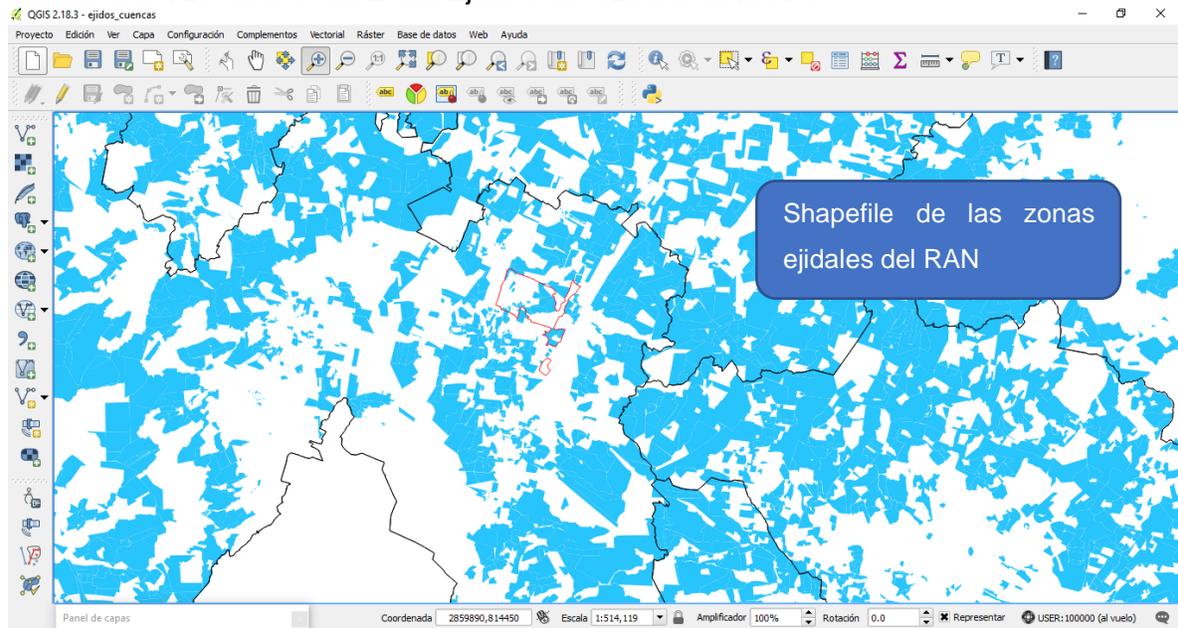
Fuente: Elaboración propia con información de la capa de imágenes de satélite de Google Earth; y trabajo de campo realizado el día 2/09/16

Una de los resultados obtenidos con esta capa de información, es la posibilidad de identificar la oferta de suelo urbano que se cuenta en el municipio, de esta forma, evitar que la mancha urbana siga expandiéndose, pues con esto, es posible fijar una estrategia para utilizar los predios baldíos, ya que, en la mayoría de los casos cuentan con una conexión o cercanía a los servicios públicos.

3.10.2. Tenencia de la Tierra.

Otra variable incluida, es la tenencia de la tierra, es decir, si la condición del suelo es propiedad privada, o ejidal, el archivo shapefile original corresponde al que proporciona el Registro Agrario Nacional (RAN) perteneciente a la capa de información de núcleos ejidales 2014.

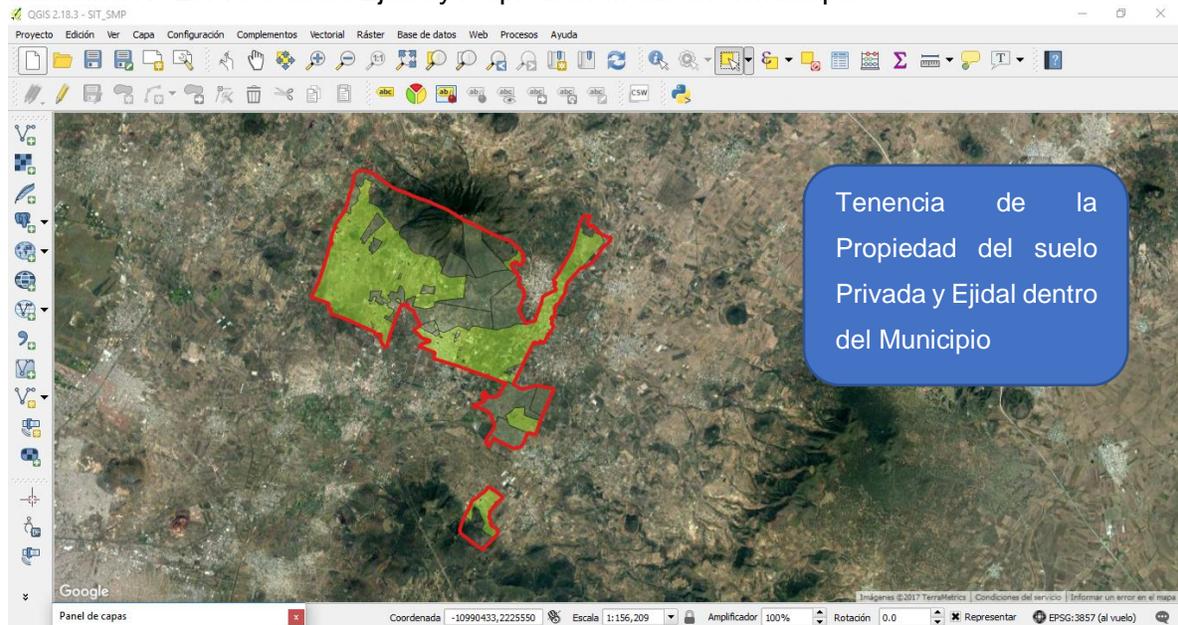
Ilustración No. 26. Vista de las Zonas Ejidales en el Estado de México



Fuente: Elaboración propia con información de los núcleos ejidales 2014, RAN.

Una vez más, se extrae únicamente la información acorde a la zona de estudio, con lo que se realizó una nueva capa vectorial, donde se sobreponen las variables correspondientes a las zonas con categoría de Parque Estatal, las zonas ejidales, y como resultado quedó un nuevo polígono donde el suelo es de propiedad privada. Como se observa en la siguiente ilustración.

Ilustración No 27. Vista de los Ejidos y Propiedad Privada en el Municipio

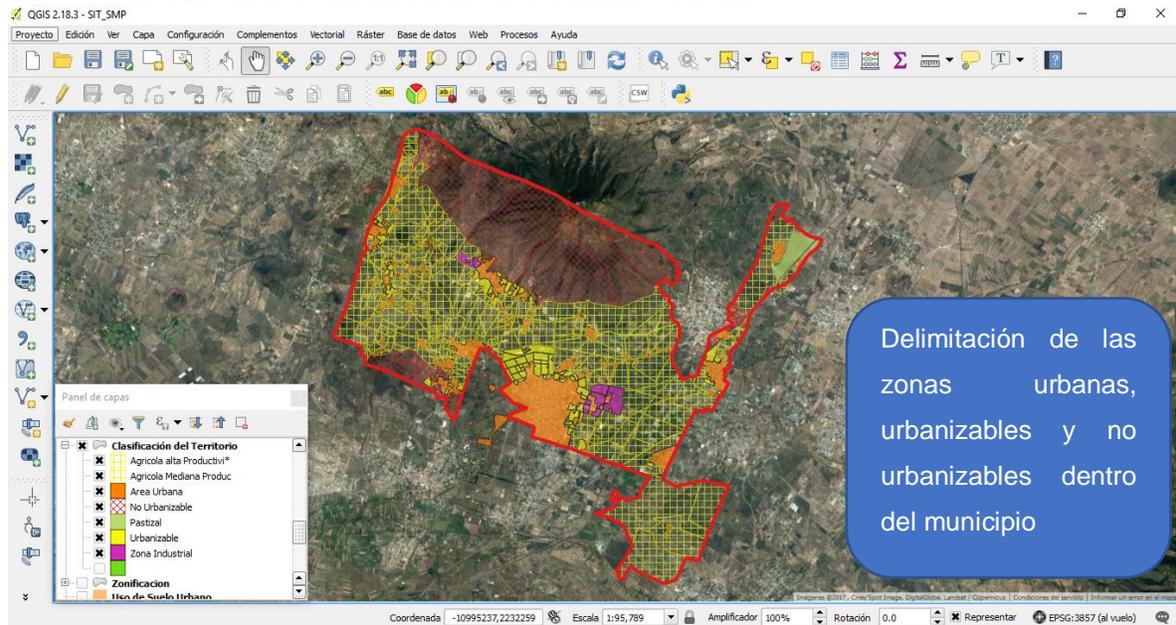


Fuente: Elaboración propia con información de los núcleos ejidales 2014, RAN.

3.10.3. Delimitación del Área Urbana

En este punto, se contó con el apoyo de la Dirección de Desarrollo Urbano y Catastro del Municipio de San Martín de las Pirámides, quienes proporcionaron los polígonos de las zonas urbanizables y zonas no urbanizables, establecidas en la reciente actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano, como estrategias al crecimiento de la ciudad planteadas en el mismo.

Ilustración No. 28. Vista de las Limitantes al Crecimiento Urbano

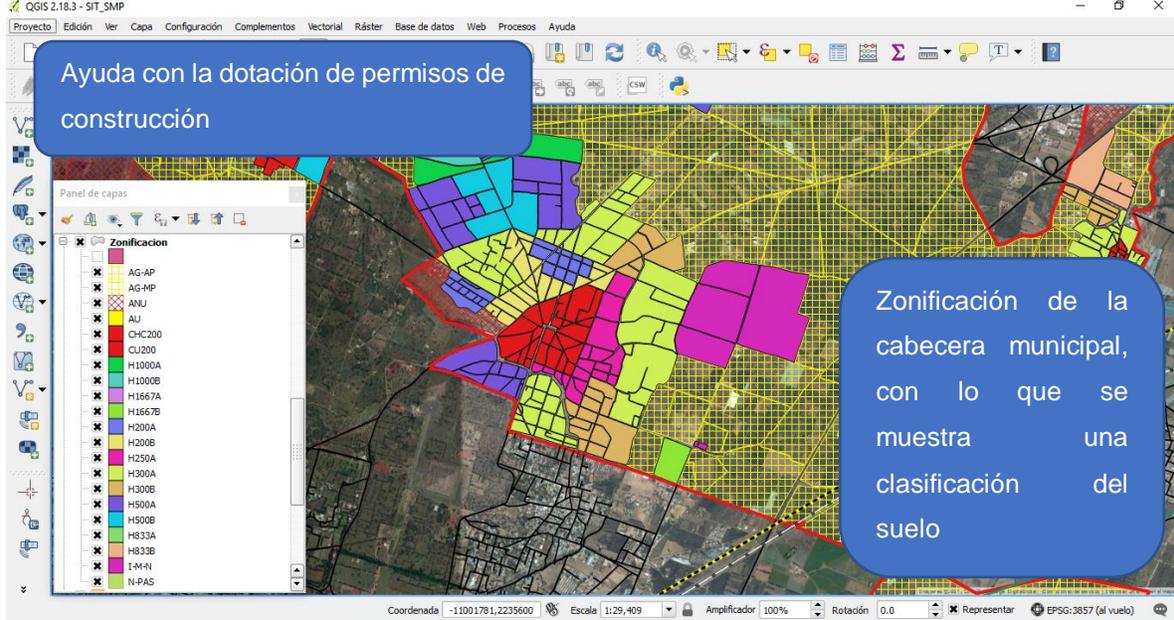


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección de Desarrollo Urbano y Catastro de San Martín de las Pirámides.

3.10.4. Zonificación

Para la zonificación, la fuente de la información es la misma que el punto anterior en este sentido se plantea una zonificación dentro del suelo urbano, principalmente en cabecera municipal y localidades con mayor dinámica de crecimiento, que, a pesar de no ser de características urbanas, se busca promover un adecuado ordenamiento del territorio. La idea principal es, incluir en la base de datos vinculada a este Shapefile las características de construcción, condiciones de ocupación del suelo, incluso de los corredores urbanos, como se observa a continuación.

Ilustración No. 29. Vista a la Zonificación en la Cabecera Municipal

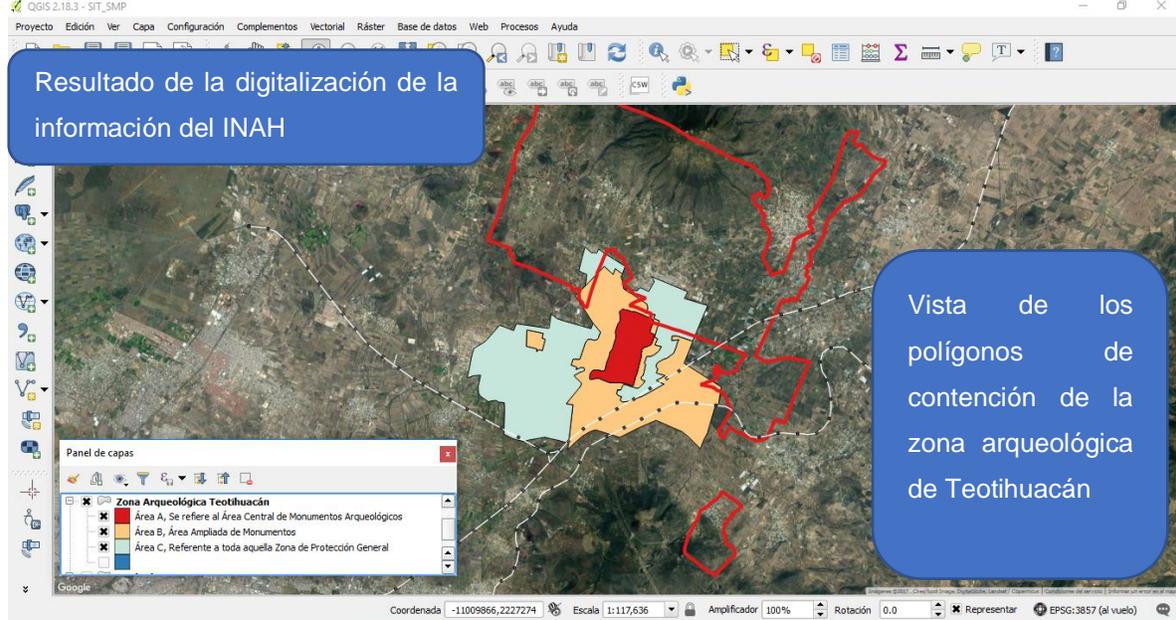


Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección de Desarrollo Urbano y Catastro de San Martín de las Pirámides.

3.10.5. Sitios de Valor Patrimonial

Otro de los aspectos a resaltar, es la presencia o cercanía de la zona arqueológica de Teotihuacán, que si bien, no se encuentra dentro de los límites administrativos de la zona de estudio, esta influye de diferentes maneras, tanto económica, turística y de limitante para la construcción, pues para dicha zona existen unos polígonos de contención al desarrollo urbano, estos, fueron proporcionados en manera impresa por el Instituto Nacional de Antropología e Historia INAH, y se digitalizó de la manera ya antes mencionada, su escaneo, georreferenciación y una posterior digitalización, con algunas adecuaciones, pues el formato impreso, no contaba con algunas de las normalidades mínimas cartográficas, sin embargo, se muestra el resultado, como prueba de que es importante contar con el mayor número de variables disponibles para ordenar de forma adecuada el crecimiento urbano.

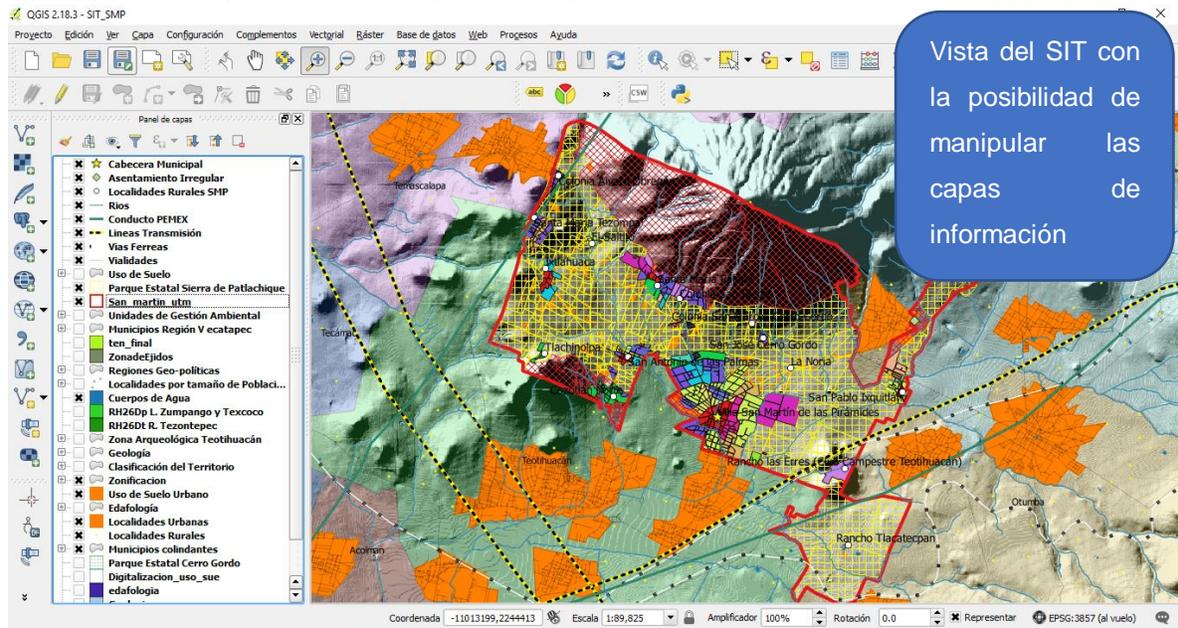
Ilustración No. 30 Polígonos de Contención de la Zona Arqueológica Teotihuacán.



Fuente: Elaboración Propia con información del INAH

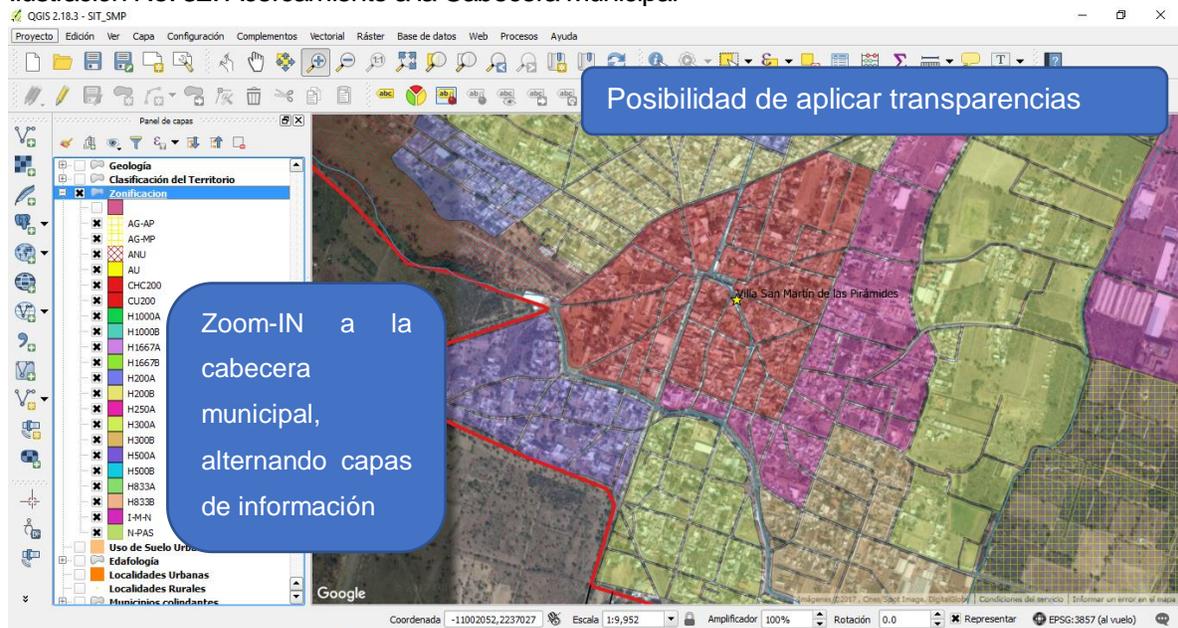
Como resultado, se tiene una serie de capas de información en formato de Shapefile, georreferenciadas y con una base de datos, que, una vez que se encuentran activas en el SIT, pueden visualizarse o no, según la necesidad del usuario, permitiendo ver las condiciones físicas, aspectos socioeconómicos, políticas y estrategias, la vocación del suelo, restricciones y limitantes al desarrollo urbano, que ayuden en la toma de decisiones.

Ilustración No. 31 Vista Parcial del Sistema de Información Territorial San Martín de las Pirámides



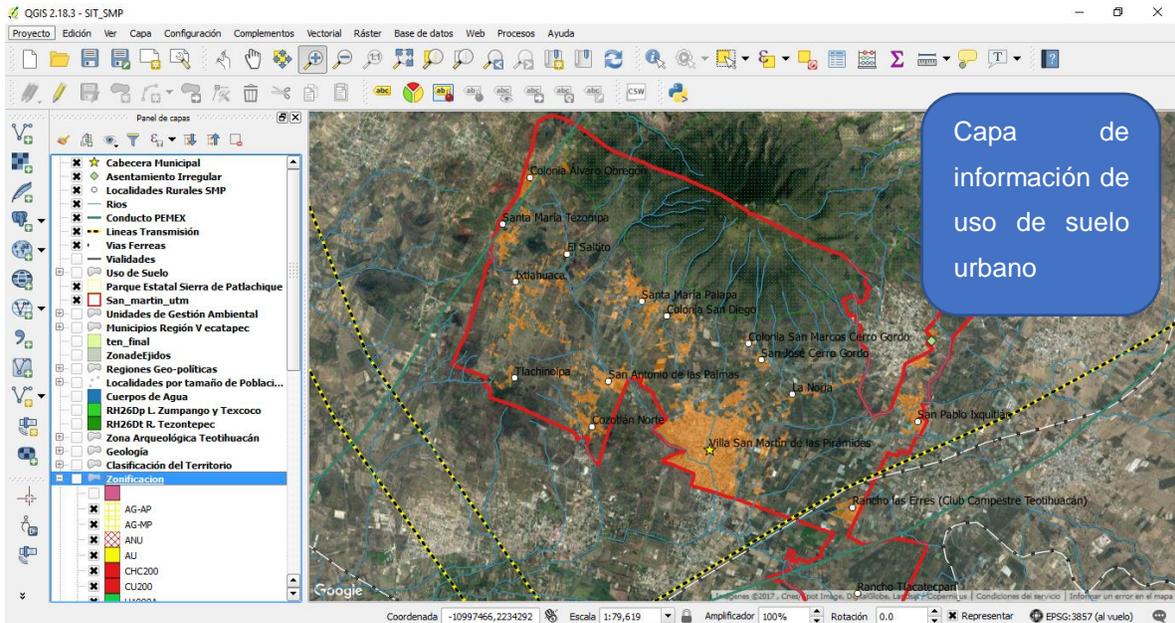
Fuente: Elaboración propia con apoyo del software QGIS "Las Palmas"

Ilustración No. 32. Acercamiento a la Cabecera Municipal



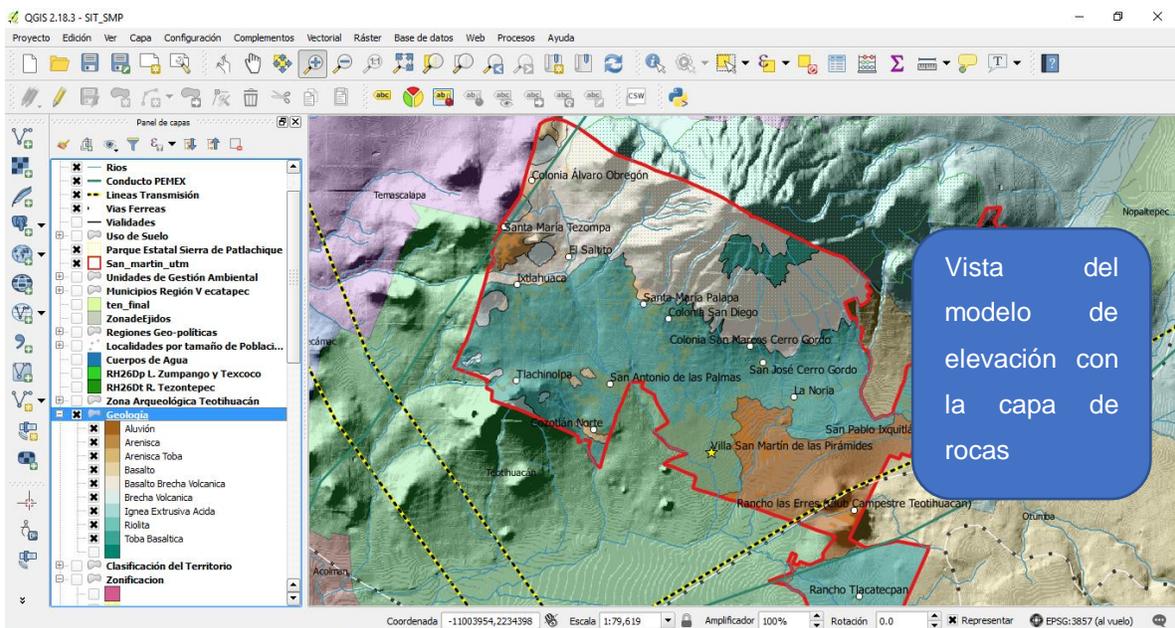
Fuente: Elaboración propia con apoyo del software QGIS "Las Palmas"

Ilustración No. 33. Vista del Uso de Suelo Urbano



Fuente: Elaboración propia con apoyo del software QGIS "Las Palmas"

Ilustración No. 34. Vista del Tipo de Roca



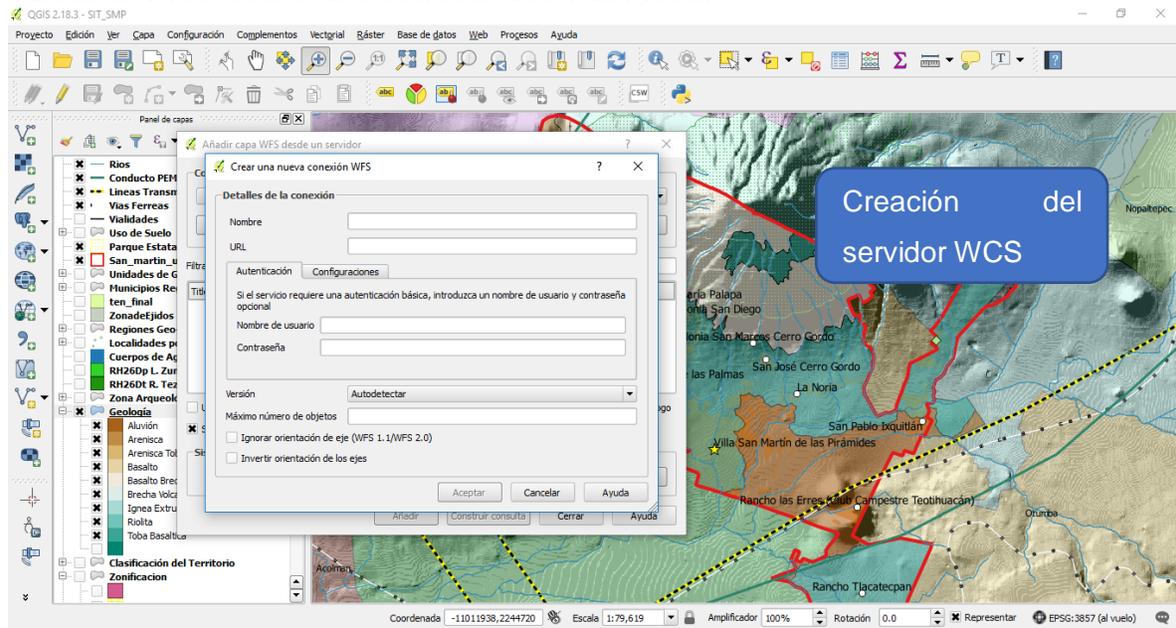
Fuente: Elaboración propia con apoyo del software QGIS "Las Palmas"

Otra de las características que diferencia a los SIG de los SIT es la posibilidad de que estos sean una plataforma multiusuario, cualidad que encontramos dentro en el QGIS, el cual puede funcionar como un cliente OGC, por sus siglas en inglés (Open Geospatial Consortium) que es una organización sin fines de lucro y de investigación en todo el mundo, donde los miembros desarrollan e implementan estándares para su contenido geoespacial. Por los tanto QGIS permite importar y exportar este tipo de información, dentro de las que destacan las siguientes:

- **WMS** Web Map Service
- **WMTS** Web Map Tile Service
- **WFS** Web Feature Service
- **WFT-S** Web Feature Service Transnational
- **WCS** Web Coverage Service
- **SFS** Simple Features for SQL
- **GML** Lenguaje de Mercado Generalizado.

Formatos de difusión de información que están incrementando el uso e intercambio de datos geoespaciales de diferentes implementaciones, bases de datos y servicios SIG.

Ilustración No. 35. Vista de la Creación de un servidor WCS.



Fuente: Elaboración propia con apoyo del software QGIS “Las Palmas”

Esta opción permite que el SIT sea compartido al público en general desde una página web, con la limitación de permisos, en diferentes categorías o niveles, solo con la posibilidad de visualizar la información o encender y apagar las diferentes capas que integran el sistema, sin que esta pueda ser editada al antojo del usuario, o con la posibilidad de funcionar como servidor, con todos los permisos, para edición y creación con la finalidad de que se puedan llevar a cabo nuevos análisis y más capas de información que integren el sistema, con lo que se puede compartir de manera interna a las diferentes áreas del ayuntamiento, mediante la creación de un Servidor WCS.

4. Conclusiones.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal el diseño de un Sistema de Información Territorial SIT, que mejore la gestión y el control de los asentamientos humanos en la Cabecera municipal de San Martín de las Pirámides.

Para demostrar esto, primero se realizó un análisis del proceso de urbanización que se ha llevado a cabo en la llamada Zona Metápolitana de la Ciudad de México. Desde principios del Siglo XX hasta nuestros días. Donde se hace evidente que los problemas en esta zona, han estado ligados al rápido proceso de urbanización ya que la población comenzó a concentrarse en las ciudades, lo que trajo consigo un cambio en las actividades económicas, pasaron de ser primarias a convertirse en actividades secundarias y terciarias, probablemente un reflejo de lo que también sucedía a nivel mundial, la industrialización y la generación de un sin número de productos procesados a partir de las materias primas, así como, el uso de automóviles y nuevos medios de transporte público, el aumento de carreteras y vías férreas que interconectaron el país por completo.

Definitivamente se observa que el crecimiento de la Zona Metápolitana de la Ciudad de México, fue provocado por los modelos económicos implantados durante diferentes sexenios y etapas de la historia de México, algunos de estos como el Modelo Neoliberal de Crecimiento Económico, trajeron los primeros intentos por levantar una nación que llevaba más de diez años en lucha armada, y finalmente el país se abrió a recibir los avances tecnológicos provenientes principalmente de Europa.

Para la siguiente etapa, se dio un apoyo a lo que se producía en el país, se buscó proteger a los comercios y a las empresas mexicanas, probablemente de las mejores décadas en cuanto a crecimiento económico en el país, sin embargo, no solo aquí se dio el crecimiento, se multiplicó el número de habitantes en el país, que repercutió también en el número de ciudades, la población casi era un 50% urbana, y entre otras cosas, podemos decir que las condiciones que ofrecía el vivir dentro de una ciudad, se vio reflejado en la calidad de vida de muchas personas,

mejorando su nivel de educación, acceso a la salud, que propició un claro aumento en la esperanza de vida.

Para la última etapa, con la aplicación del modelo de Apertura Comercial, con la llamada Globalización, de nuevo se duplicó el número de ciudades y en consecuencia el número de habitantes superando ya los 100 millones, para ZMVM, durante estos años, fue considerada como la ciudad más grande del mundo. Reconocimiento que lejos de ayudar, fue un auténtico debacle, pues salieron a la luz situaciones como, la inseguridad, la falta de servicios públicos, carencia de agua potable, desabasto en el suministro de energía eléctrica, transporte público insuficiente, vialidades insuficientes al tránsito vehicular y finalmente problemas ambientales por exceso de contaminación, debido a la emisión de gases contaminantes de las fábricas, que años atrás fueron las que propiciaron el crecimiento urbano, hoy quedaron dentro de la ciudad, generando riesgo a la población. Lo que se convirtió en un periodo de expulsión tanto de habitantes, como de industrias, pues la ciudad no fue capaz de contener todo este crecimiento.

Se hace un especial énfasis a los modelos económicos que quizá fueron los ideales en el momento, y ayudaron a que las ciudades sean lo que son hoy, sin embargo, faltó la correcta aplicación de un Plan o Programa de Desarrollo Urbano con adecuadas estrategias de crecimiento a largo plazo, lamentablemente esto último es algo de lo que no se puede hablar, ya que, los antecedentes de la planeación urbana en México no son tan lejanos, más bien, se puede decir que es un tema nuevo para muchas personas, pues por primera vez en el año de 1976 se creó una Ley enfocada a los asentamientos humanos y una Secretaria encargada de controlar y regular el crecimiento urbano de las ciudades, aquí se sentaron las bases por primera vez de como debería llevarse a cabo la planeación territorial en el país, esta, habría de estar enfocada en un Plan Nacional Urbano, que desprendiera estrategias para las diferentes regiones del país, y que cada estado se comprometería a tomar estas para elaborar su propio Plan de Desarrollo Estatal, que, a su vez, sirve de insumo inicial para elaborar los Planes de Desarrollo Locales o Municipales.

En la mayoría de los estados se cuenta con un Plan de Desarrollo Urbano Estatal, con estrategias para sus diferentes regiones, el Estado de México no es la excepción, más de un 90% de los municipios cuenta con un Plan Municipal de Desarrollo Urbano. Pero de acuerdo al análisis realizado en este trabajo de investigación, muchas veces no se tiene un conocimiento real de los instrumentos aplicables al municipio, generados por diferentes áreas, tanto federales como estatales, y, en otros casos, la elaboración de los PMDU solo se queda en el cumplimiento de un requisito más, impuesto por las autoridades superiores una vez que es evaluado y publicado en gaceta, pasa a quedarse en un archivero, sin que las nuevas estrategias se cumplan adecuadamente.

Lo anterior no suele ser la única variante del por qué no se lleve a cabo una correcta aplicación la planeación en el territorio, pues también sucede que los cambios de gobierno, es decir los periodos administrativos, suelen ser muy cortos a nivel municipal, y la mayoría de las estrategias planteadas en los PMDU, son con prospectiva a unos 15 o 20 años, por lo que las personas encargadas en la toma de decisiones, se centran en mejor atender las necesidades actuales de la población, dejando a un lado la visión a futuro del crecimiento urbano.

San Martín de la Pirámides, es el claro ejemplo de un municipio que se localiza en la periferia de la Ciudad de México y forma parte de la zona metropolitana, su crecimiento ha sido el reflejo de lo experimentado en las ciudades del país, cuenta con diferentes instrumentos de desarrollo urbano; sin embargo, el crecimiento tendencial es reflejo de una inadecuada ejecución del PMDU, la mancha urbana se ha desplazado a zonas no urbanizables, ocasionando la pérdida de suelo altamente productivos, la invasión de asentamientos irregulares en los Parques Estatales y por otra parte, la zona industrial que tampoco se ha efectuado su crecimiento dentro del polígono planificado, pero si lo ha hecho fuera de estas, el problema es ahora que las viviendas cercanas a estas, sean consideradas como zonas de riesgo, aunado a una carencia de vialidades ideales para transporte de carga e incluso las vías férreas se encuentra alejadas, trayendo consigo problemas, sociales, ambientales y hasta de vialidades. La posición geográfica de San Martín de las Pirámides, también

responde a los nuevos conceptos del proceso de urbanización mencionados, ya que le permite interactuar con la Zona Metropolitana de la Ciudad de Pachuca, Con la ZMCM, y en menor medida con las de Querétaro y Toluca.

La finalidad de esta investigación es demostrar que la aplicación de un Sistema de Información Territorial que integre documentación concretada en instrumentos de administración del territorio que coordinan el desarrollo urbano de un área específica mediante limitantes o estrategias al desarrollo urbano, plasmadas en bases datos en formato digital, así como, la Información geográfica, se convierte en una herramienta de gestión y control del territorio, que sustente la toma de decisiones pertinentes al desarrollo urbano sin contar con un especialista calificado, reduciendo incluso los costos de mantenimiento y de ejecución al utilizar software de código abierto.

Para dar respuesta a la hipótesis, primero se aborda desde la invención de las computadoras y la tecnología ligada a esto, pues su rápida evolución, ha venido a impactar directamente en la forma de vida de los seres humanos, hoy en día cada vez son más las personas con acceso a un teléfono inteligente, tableta o computadora y cada vez son menos los empleos que no están ligados a algún sistema de cómputo, que por otra parte, influyen en la formación de las ciudades, pues en la actualidad es común que una persona pueda ser parte de una importante compañía a nivel internacional localizada en la costa este de los Estados Unidos y su oficina se localice dentro de la Ciudad de México, por mencionar un ejemplo. Dichos avances en cuanto a las tecnologías de la información, resultan también importantes, para la gestión del territorio, pues con el nacimiento de los Sistemas de Información Geográfica, los Sistemas de Información Territorial, los Sistemas de Posicionamiento Global, las imágenes de satélite de alta resolución espacial, y que, casi toda la información que se genera puede ser visualizada en formato digital, vinculada a una base de datos georreferenciada, ofrece nuevas oportunidades a la planeación urbana.

Una de las limitantes que se encontró, es que, para integrar de manera adecuada un SIT se requiere de conocimientos avanzados en materia de SIG, pues este requiere de una adecuada planeación de cómo se van a llevar a cabo los pasos de elaboración del sistema, además de que se requieren diferentes procesos y la vinculación de la información de diferentes fuentes de información, siendo necesario que estas se encuentren bajo un mismo sistema de proyección geográfico.

Sin embargo, otro aspecto a resaltar, es la existencia de un Sistema Nacional de Información Geográfica y Estadística, así como la nueva Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, que, dentro de sus artículos, estipula como debe de ser generada la información y las características mínimas con las que deberá de cumplir, pues la intención es, elaborar el primer Sistema Nacional de Información Territorial y Urbano.

Por lo que cada vez más dependencias privadas y de gobierno, así como las instituciones encargadas en educar a los futuros especialistas, deben de atender esta creciente demanda de información siendo capaces de generar información que ayude al desarrollo social, lo que de cierta manera, disminuye el nivel de especialización necesario para emplear dicha Información dentro de los ayuntamientos y, una vez que este se encuentre funcionando su participación es menor, pues los procesos a realizarse ya no son tan complejos como la elaboración del SIT en general.

Respecto al uso de software de código abierto, se encontró que el avance que han tenido estas herramientas a nivel global, nutridos por una amplia red de usuarios, que su único interés es el poder visualizar los datos geográficos de una mejor forma, esto, está funcionando, no solo el QGIS compite con las herramientas de software con licencia, si no hay una red creciente en el mercado que de igual forma se mantiene en actualización constante, lo que en definitiva representa un ahorro al momento de implementar un SIT en un municipio, pues los costos son nulos y en el caso de los software con licencia y de los módulos que permiten la interacción entre varios usuarios tiene un costo, en algunos para mantenerlos, esta inversión se debe

de repetir anualmente. Por otra parte, hablar de un equipo especializado de computo, es innecesario, ya que, muchos de los equipos básicos en el mercado son capaces de soportar ambos tipos de software, por lo que es una limitante menos. Sin embargo, también se hace mención, que para la elección del software que se va a emplear para la aplicación del SIT, muchas veces dependerá de las capacidades y conocimientos del especialista encargado, por lo que también se hace la recomendación de que se deben de conocer diferentes herramientas SIG para realizar un proceso determinado, esta, es otra labor que las universidades deberían de estar atendiendo ya, y no solo centrar los planes de estudio a las herramientas más antiguas, o de mayor renombre en el mercado, sino, ampliar este conocimiento a todos los software posibles, que incluso, permita que las nuevas generaciones sean capaces de ayudar a este tipo de organizaciones con la elaboración de nuevos plug-In y herramientas compartiendo así sus conocimientos al mundo.

Una vez que se consiguió una base de datos, y capas de información, fiables, actualizadas y con las características mínimas para los vectores, estos, ahora se pueden sobreponer fácilmente, aplicar transparencias, encender o apagar a demanda del usuario, graficar, ordenar de acuerdo a la información numérica y alfanumérica de las bases de datos, la posibilidad que más de un usuario pueda visualizar la información al mismo tiempo y a diferentes escalas así como la posibilidad de elegir el medio de difusión, web, impreso, etc. En definitiva, un SIT permite:

- Incluir más de un instrumento de planeación, incluso de diferente orden, local, regional, estatal o nacional, lo que favorece con el seguimiento de la visión que se tiene desde de la región, lo que entre otras cosas posibilita aprovechar o destinar los recursos a acciones que tengan un verdadero impacto social.
- Para el ordenamiento del territorio, en concreto al área de Desarrollo Urbano y Catastro de un municipio, permite que las personas encargadas de otorgar los permisos de construcción, cuenten con la mayor cantidad de argumentos para negar o conceder el permiso de construcción. Pues la visualización de

la información en un medio digital, en este caso, un mapa en formato digital, se convierte en un instrumento con la capacidad de comunicar y de informar muy superior a lo que se logra con una tabla o un documento. Realizando el proceso mucho más rápido y reduciría errores de interpretación con lo que se prevé una disminución en los asentamientos irregulares, invasión a áreas restringidas al desarrollo urbano, que, pasado el tiempo, también exigirán la dotación de servicios.

- La posibilidad de crear una plataforma multiusuario, es decir, que todas las áreas que conforman un municipio, desde las autoridades municipales, empresarios, instituciones académicas y de investigación, y sociedad en general, esté al tanto de lo que sucede dentro del municipio y de cuáles son las estrategias de crecimiento, con la posibilidad de exponer propuestas de solución a problemas que afectan o favorecen el desarrollo mejorando con esto la coordinación para la ejecución de obras, por mencionar un ejemplo y con esto la forma en la que se emplean los recursos.
- La posibilidad de que la información se encuentre actualizada al momento y conforme va sucediendo, en primer lugar, nutre de información al SIT y, en segundo lugar, alerta de las desviaciones respecto a lo esperado, pues ofrece información sobre lo que se está ejecutando y sus resultados, lo que, de igual manera, ayuda a la formulación de las estrategias en los Planes, Programas y futuros proyectos.
- Determinar políticas de inversión, con un conocimiento real y casi al momento de cómo es la interacción de las actividades económicas, sectores y áreas que integran el municipio, favorecer el impulso a únicamente las actividades económicas más relevantes o de mayor peso en el municipio.
- Sostenibilidad ambiental, con la aplicación correcta de un SIT, preservar los recursos naturales y fomentar el uso razonable de estos, mejora sustancialmente la calidad de vida de los habitantes del municipio, pues hace más amigable la ciudad al contar con un mayor número de espacios recreativos y protegidos.

- Inclusión social, no solo en el aspecto de que la población esté al tanto de cómo se están ejecutando las estrategias planteadas para el municipio en los instrumentos de planeación, sino que, estos puedan apoyarse y tomar decisiones de las actividades económicas a realizar, elegir de mejor forma un lugar para vivir, y además, incluir a los grupos de personas pertenecientes a un grupo indígena, ayudar a combatir la marginación y la pobreza dentro de estas estrategias de crecimiento generando bienes e incrementando la dotación de más y mejores servicios públicos que ayuden a mejorar su calidad de vida.

Finalmente, se puede concluir que el proceso de urbanización en la ZMVM y en México, está completamente ligado a los procesos económicos implementados en el país y en el Mundo, por esta apertura a los negocios y empresas internacionales, sin embargo, a pesar de la existencia de leyes, reglamentos e instrumentos encargados de ordenar y gestionar el desarrollo urbano de las ciudades, a veces no se implementan al 100%, al estar solo impresos, no fomentan una coordinación e implementación de las estrategias, políticas y limitantes ahí planteadas, los cambios de administración rompen de alguna forma la tendencia y ejecución de algunas de estas estrategias, lo que resalta los sesgos importantes en cuanto a las necesidades presentes con la carencia de una prospectiva en la forma de crecimiento de los asentamientos humanos. Situaciones como el cambio climático, la creciente escases de recursos naturales, de alimentos y de espacios urbanizables demuestran que el ser humano está poniendo en riesgo su lugar en el Planeta Tierra. Siendo este, el momento en que los encargados de tomar decisiones tengan las herramientas capaces de vincular el espacio social, económico, físico, natural y los instrumentos de planeación del territorio todo esto dentro un SIT y con tecnologías cada vez más asequibles, que permitan lograr una visión a futuro y con esto alcanzar un desarrollo sustentable, entre el ser humano y su entorno.

Por estos motivos, se concluye que, un SIT como herramienta para el control y gestión del territorio, elaborado y aplicado manera correcta, ayuda en la toma de decisiones de los actores involucrados en el desarrollo urbano y económico del municipio.

5. Bibliografía

1. Aguilar, A. G. (2002). *Las mega-ciudades y las periferias expandidas*. Recuperado el 6 de julio de 2016, de Scielo chile: <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008500007>
2. Angulo, J. V., & Dominguez, M. V. (1991). *Los Procesos de Urbanización*. España: Síntesis .
3. Artega, A. (6 de 4 de 2015). *¿Cuál es el mejor Software GIS en la actualidad?* Obtenido de GisGEEK: <http://sistemasdeinformaciongeografica911.blogspot.mx/2015/04/cual-es-el-mejor-software-gis-en-la.html>
4. Ascher, F. (2004). *Los Nuevos Principios del Urbanismo* . España: Alianza .
5. Bando de Policía y Bueno Gobierno de San Martín de las Pirámides 2016. (s.f.).
6. Bazant, S. J. (2010). Expansión Urbana Incontrolada y Paradigmas de la Planeación Urbana. . *Espacio Abierto* , 457-503.
7. Canuto, N. I. (2001). Herramientas para Planificar el Desarrollo: Un Sistema de Información Territorial con Enfoque de Cadena de Valor . *Territorio*, 175-205.
8. Capel, H. (1975). La Definición de lo Urbano. *Estudios Geográficos*, 265-301.
9. Cebrián, J. A., & Chuvieco, E. (1993). ¿Sistemas de Información Geográfica o Territorial? . *Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica*.
10. Chaparro, J. J. (2009). Planeación Urbana en México: un análisis crítico sobre su proceso de evolución. *Asuntos Urbanos internacionales*, 52-63.
11. Chévez, A. M., & Guadarrama, J. (NA). La Región Central de México en transición: Tendencias económicas y Migratorias a finales de milenio. *CEPAL*, NA.
12. Código Administrativo del Estado de México. (s.f.).

13. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP. (s.f.).
14. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. (s.f.).
15. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos . (s.f.).
16. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México. (s.f.).
17. Del Bosque, I., Fernández, C., Martín-Forero, L., & Pérez, E. (2012). *Los Sistemas de Información Geográfica y la investigación en Ciencias Humanas y Sociales*. Madrid: Confederación Española de Centros de Estudios Locales (CSIC) .
18. del Valle, L. G., Luis D, H., Dante Leiva, M., Domingo, C., Luciana, I., Juan, A., & Carla, P. (2010). El Sistema de Información Territorial Municipal como Base de una Infraestructura de Datos Espaciales. *Ciencia*, 51-61.
19. Garza, G. (1990). El Caracter Metropolitano de la Urbanización en México, 1900-1988. En E. C. México, *Estudios Demograficos y Urbanos* (Vol. 5, págs. 37-59). México: El Colegio de México.
20. Gutiérrez, P. J., & Gould, M. (2000). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. España: Sisntesis.
21. INEGI. (2004). *Guia para la Interpretación de Cartografía (Edafología)*. Aguascalientes: INEGI.
22. INEGI. (2004). *Guia para la interpretación de cartografía (Geología)*. Aguascalientes: INEGI.
23. INEGI. (s.f.). *Conjunto de Datos Vectoriales Serir II Continuo Mexicano*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/>
24. INEGI. (s.f.). *Directria Estadístico Nacional de Unidades Económicas DNUE*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denuel/>

25. INEGI. (s.f.). *Principales Resultados por Localidad 2010 ITER*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/>
26. INEGI. (s.f.). *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/>
27. *Ley Agraria*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
28. *Ley de Asentamientos Humanos*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
29. *Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
30. *Ley de Planeación del Estado de México y Municipios*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
31. *Ley de Planeación Federal*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
32. *Ley de Vivienda*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
33. *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas Artísticas e Históricas*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
34. *Ley Organica de la Administración Pública del Estado de México*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
35. *Libro Quinto del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población*. (s.f.). Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/>
36. Montalvo, V. R. (2010). *Sistemas de Información Territorial (SIT)*. Tlaxcala: Colegio de Tlaxcala A.C.

37. Ochoa, V. R. (11 de 9 de 2016). *La Planeacion del Desarrollo Urbano en México*. Obtenido de Juridicas UNAM: <http://historico.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/rap/cont/38/cnt/cnt3.pdf>
38. Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica* . España : Creative Commons .
39. Ornés, V. S. (2014). La gestión urbana sostenible: conceptos, rol del gobierno local y vinculación con el marketing urbano . *Provincia* , 147-171.
40. Programa de Manejo del Parque Estatal Cerro Gordo . (s.f.).
41. Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Patlachique . (s.f.).
42. *Programa de Ordenamiento Ecológico de Estado de México*. (s.f.). Obtenido de <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2006/dic193.pdf>
43. Registro Agrario Nacional RAN. (s.f.).
44. Samano, D. P., & Nájera, H. R. (2001). *Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para la Administración del Catastro, en el Municipio de Toluca, Estado de México*. Toluca: UAEM.
45. Sanchez, S. E. (s.f.). El Desarrollo de la Ciudad de México.
46. Sendra, J. B. (1992). *Sistemas de Información Geográfica* . Madrid : Rialp.
47. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. (s.f.).
48. Sobrino, J. (2012). La urbanización en el México contemporáneo. En CEPAL, *Notas de Población* (págs. 93-122). Santiago de Chile: Naciones Unidas .
49. Sotelo, E. D., Hernández, A., Bello, G., Sanchez, F., & Estrada, S. (2010). *Clasificación FAO-WBR y los suelos del Estado de México*. Zinacantepec : INIFAP .
50. Tisdale, H. (1942). "The Process of Urbanization". *Social Forces* , 311-316.

51. Tomlinson, R. (2007). *Pensando en el SIG: Planificación del Sistema de Información Geográfica Dirigida a Gerentes*. California : Esri Press .
52. Unikel, L. (1968). *El Proceso de Urbanización en México: Distribución y Crecimiento de la Población Urbana* . México: El Colegio de México.
53. Unikel, L. (s.f.). *La Dinámica de Crecimiento de la Ciudad de México*.