



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE MÉXICO**



FACULTAD DE GEOGRAFÍA

**Propuesta de sistema de información para la gestión del
desarrollo urbano sustentable del municipio de San Andrés**

Cholula, estado de Puebla

Proyecto terminal para

Obtener el grado de

**Especialista en Cartografía Automatizada, Teledetección y
Sistemas de Información Geográfica**

25ª promoción

Presenta: Lic. U. D. A. Lucero Bolaños Fortiz
Director: Dr. Juan Campos Alanís

Toluca, Estado de México

Junio de 2021

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
II. JUSTIFICACIÓN.....	8
III. OBJETIVOS	11
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	12
1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL.....	13
1.1. CONCEPTOS TEÓRICOS.....	14
1.1.1. <i>Teoría General de Sistemas</i>	14
1.1.2. <i>Desarrollo Urbano</i>	17
1.1.3. <i>Desarrollo Urbano Sustentable</i>	18
1.1.4. <i>Gestión</i>	19
1.2. CONCEPTOS OPERACIONALES.....	20
1.2.1. <i>Sistema de Información</i>	20
1.2.2. <i>Sistemas de Información Geográfica</i>	21
1.2.3. <i>Sistema de gestión</i>	23
1.2.4. <i>Interoperabilidad</i>	24
CAPÍTULO II. MARCO NORMATIVO Y CONTEXTUAL.....	26
2. MARCO NORMATIVO Y CONTEXTUAL.....	27
2.1. MARCO NORMATIVO	28
2.1.1. <i>Nivel internacional</i>	28
2.1.1.1. <i>Nueva Agenda Urbana (Organización de Naciones Unidas)</i>	28
2.1.2. <i>Nivel nacional</i>	28
2.1.2.1. <i>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</i>	28
2.1.2.2. <i>Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano</i>	28
2.1.2.3. <i>Ley de Planeación</i>	29
2.1.3. <i>Nivel estatal</i>	29
2.1.3.1. <i>Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla</i>	29
2.1.4. <i>Nivel municipal</i>	29
2.1.4.1. <i>Programa municipal de desarrollo urbano sustentable de San Andrés Cholula 2008</i>	29
2.1.4.2. <i>Modificación Parcial al Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Cautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula (2011)</i>	30

2.1.4.3.	<i>Reestructura y actualización del Plan municipal de desarrollo 2018-2021</i>	30
2.2.	MARCO CONTEXTUAL	31
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		34
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	35
3.1.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	39
3.1.1.	Planificación	39
3.1.1.1.	<i>Obtención de información</i>	39
3.1.1.2.	<i>Delimitación del proyecto</i>	40
3.1.1.3.	<i>Elicitación de requerimientos</i>	40
3.1.1.4.	<i>Factibilidad del proyecto</i>	42
3.1.2.	Diseño.....	42
3.1.2.1.	<i>Diseño de la arquitectura del sistema</i>	42
3.1.2.2.	<i>Diseño de la base de datos</i>	42
3.1.2.3.	<i>Diseño de la interfaz gráfica</i>	43
3.1.3.	Desarrollo	44
3.1.3.1.	<i>Creación de base de datos</i>	44
3.1.3.2.	<i>Personalizar interfaz gráfica</i>	45
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		48
4.	RESULTADOS	49
4.1.	PLANIFICACIÓN.....	49
4.1.1.	Obtención de información	49
4.1.2.	Delimitación del proyecto	51
4.1.2.1.	<i>Procedimientos operacionales de los departamentos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable</i>	51
4.1.2.2.	<i>Información</i>	53
4.1.2.3.	<i>Hardware y software</i>	54
4.1.2.4.	<i>Diagnóstico</i>	54
4.1.3.	Elicitación de requerimientos	56
4.1.3.1.	<i>Software</i>	56
4.1.3.2.	<i>Información</i>	58
4.1.3.3.	<i>Delimitación de requerimientos funcionales, no funcionales y de almacenamiento</i>	62
4.1.4.	Factibilidad del proyecto	64

4.2.	DISEÑO	66
4.2.1.	Diseño de la arquitectura del sistema.....	66
4.2.2.	Diseño de la base de datos.....	69
4.2.2.1.	<i>Responsable estratégico, táctico y operativo</i>	69
4.2.2.2.	<i>Sistema Gestor</i>	69
4.2.2.3.	<i>Modelado conceptual</i>	69
4.2.2.4.	<i>Modelado lógico</i>	72
4.2.2.5.	<i>Roles</i>	72
4.2.2.6.	<i>Parámetros de conexión</i>	73
4.2.2.7.	<i>Estándares de base</i>	74
4.2.3.	Diseño de la interfaz gráfica	74
4.3.	DESARROLLO	76
4.3.1.	Creación de base de datos	76
4.3.2.	Personalizar interfaz gráfica	77
	DISCUSIÓN.....	79
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	82
5.1.	CONCLUSIONES GENERALES	83
	CAPÍTULO VI. ANEXOS	84
	REFERENCIAS	90

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Crecimiento urbano de 1990 a 2018.....	4
2. Población de San Andrés Cholula 1990-2020	5
3. Total viviendas de San Andrés Cholula 1990-2020	5
4. Organigrama de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable	7
5. Localización del municipio San Andrés Cholula	10
6. Esquema Marco Teórico-Conceptual	14
7. Panorama del Desarrollo de Sistemas	20
8. Diagrama de un Sistema de Información Geográfica	21
9. Diagrama de modelo de Sistema de Gestión	24
10. Diagrama del Marco Normativo.....	27
11. Localización de la zona de estudio	31
12. Equipamiento urbano de la zona de estudio	32
13. Disposición de servicios públicos en viviendas (2020).....	32
14. Población femenina y masculina de las localidades urbanas 2020	33
15. Esquema metodológico de Roger Tomlinson	35
16. Esquema metodológico HFPM.....	36
17. Esquema metodológico de Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia	37
18. Esquema comparativo de las fases metodológicas.....	38
19. Esquema metodológico.....	39
20. Organización de los grupos de capas	43
21. Conexión de QGIS a PostGIS	44
22. Guardar estilos de capa.....	46
23. Diagrama de flujo de la metodología	47
24. Arquitectura del sistema	67
25. Diagrama Entidad-Relación del grupo General	70
26. Diagrama Entidad-Relación de Programas y Departamentos	71
27. Esquema relacional	72
28. Consulta a la capa de Predio y visualización	76
29. Consulta a la capa de Vialidad y visualización.....	76
30. Propiedades de la capa de Alineamiento y número oficial.....	76
31. Organización de las capas	77

32. Interfaz del SIG	77
33. Visualización de grupo Histórico	78
34. Capa de manzana	78
35. Actividades del departamento de Geomática	80
36. Segunda fase del proyecto	81
37. Diagrama de flujo de Alineamiento y Número Oficial	85
38. Diagrama de flujo de Licencia de Uso de Suelo	86
39. Diagrama de flujo de Factibilidad de Uso de Suelo.....	87
40. Diagrama de flujo de Constancia de Uso de Suelo	88
41. Diagrama de flujo de Uso de suelo específico	89

ÍNDICE DE TABLAS

1. Funciones del Sistema de Información Geográfica.....	22
2. Insumos y procesamiento	41
3. Inventario de información.....	49
4. Documentación para trámites de Alineamiento y Número Oficial.....	51
5. Documentación para trámites del departamento de Uso de suelo	52
6. Documentación para trámites del departamento de Movilidad	53
7. Procesos realizados por cada departamento	54
8. Requisitos para ArcGIS Desktop 10.8.x	56
9. Productos	58
10. Diccionario de datos Grupo General	60
11. Diccionario de datos Grupo Departamentos	61
12. Diccionario de datos Grupo Histórico	62
13. Requerimientos funcionales, no funcionales y de almacenamiento	63
14. Grupo de capas General	67
15. Grupo de capas Departamentos, Histórico y WMS	68
16. Responsables de la BD y funciones	69
17. Roles	73
18. Estilos de capas	74

RESUMEN

La presente investigación plantea la creación de un diseño de modelo de sistema de información para la gestión del desarrollo urbano en el municipio de San Andrés Cholula en el Estado de Puebla, que sea interoperable y multiutilitario, que contenga información de los departamentos de: Movilidad y proyectos urbanos, Alineamiento y número oficial, Uso de suelo y Geomática de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable o SDUS. Actualmente esta dependencia, ha dado paso a proyectos enfocados a la actualización del modo de gestionar su información espacial y desarrollo urbano, siendo importante porque actualmente están en coordinación para elaborar el nuevo Programa de Desarrollo Urbano Sustentable Municipal, pero estos primeros intentos no han resuelto la falta de coordinación entre departamentos e información dispersa.

Términos como Desarrollo Urbano Sustentable e Interoperabilidad se manejan en este proyecto como procesos que permitan planear el municipio de San Andrés de manera adecuada y regulada, usando información actual y normalizada, estableciendo relaciones de comunicación más cercanas entre operadores y facilitando el intercambio de información espacial establecido en algunas leyes y normas de los distintos niveles de organización.

La revisión de diferentes metodologías se resume en la propuesta metodológica, que está conformada por tres etapas: planeación, diseño y desarrollo, teniendo actividades que se definen en cada una, dando como resultados el establecimiento de criterios para estandarizar la información adquirida y conjuntarla en una base de datos con roles establecidos, donde la información se puede visualizar, consultar y editar en un software de código abierto como es QGIS, con el fin de dar pauta a la concentración y almacenamiento de toda la información espacial de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula en una base de datos aplicando estándares y normalizándola para su proceso; este modelo será un ejemplo de cómo se puede administrar la información para que posteriormente se puedan realizar análisis espaciales que sean integrales y respondan a temáticas de orden social, económico y ambiental.

INTRODUCCIÓN

La Nueva Agenda Urbana 2030 en su apartado de Planificación y gestión del desarrollo espacial urbano, establece en varios puntos de aplicación, la promoción y uso de tecnologías relacionadas con la planificación urbana y territorial, así como la normalización de información y apertura sobre todo en dependencias gubernamentales, con el fin de tener un mejor conocimiento, capacidad a la toma de decisiones y tener repercusiones de tipo social, económico y ambiental.

Meneses y Cárdenas (2011) hacen mención de la importancia del manejo integral de información sobre todo para mejorar la calidad de control en los municipios y en este caso en la Secretaría de Desarrollo Sustentable en San Andrés Cholula, una buena gestión de la información facilitaría al usuario su acceso, análisis espacial, intercambio de información, procesos, reduciendo tiempos y siendo más certeros en la toma de decisiones; dicha secretaría no cuenta con una buena gestión de la información, a pesar de que se han promovido proyectos enfocados en este sentido no han sido concluidos ni han dado respuesta a las necesidades de esta dependencia. La propuesta que se realiza en este escrito da pauta a la unificación de las bases de datos, en este caso por ser un modelo, solo se toman en cuenta los departamentos de Movilidad y Proyectos Urbanos, Alineamiento y número oficial, Uso de Suelo y Geomática.

Tomlinson (2007) afirma que una buena planificación de un Sistema de Información Geográfica ayuda a priorizar y prever los requerimientos del sistema que se pretende crear, identificando el propósito para el cual se realiza, determinando las necesidades de la dependencia o empresa a la que se va a enfocar y los beneficios que traerá, como agilizar flujos de trabajo; también es importante determinar los productos finales y qué se necesita para generarlos.

Este trabajo se estructura de la siguiente manera: planteamiento del problema, donde se habla del crecimiento urbano que ha tenido San Andrés Cholula y sobre la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de este municipio; posteriormente se menciona la justificación de este proyecto y los objetivos; el capítulo uno es el marco teórico, donde se establecen términos de tipo teórico y operacional que se manejan en este proyecto; el capítulo 2 es el marco normativo y contextual, en este se mencionan normas y leyes a nivel internacional, nacional, estatal y municipal, y se contextualiza la zona de estudio mencionando aspectos de equipamiento, población, entre otros. En el capítulo tres se aborda la metodología que se manejará para crear el modelo de propuesta, aquí se muestran algunas metodologías que se revisaron y que se tomaron en cuenta para la creación de la que se maneja en este proyecto, posteriormente se describen las etapas a seguir y las actividades que se establecen para la generación del sistema de información; como siguiente capítulo, son los resultados obtenidos de la aplicación metodológica, estos resultados se presentan en el orden establecido en la metodología y se muestran en tablas y esquemas. Para finalizar, las conclusiones se presentan como las reflexiones a las que se llegaron con la realización de este proyecto.

Este proyecto es sólo el inicio de la centralización de la información de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable, dará las pautas para la generación de la base de datos, orientada a procesos de sistematización, estandarización de información para alcanzar la normalización e interoperabilidad con el fin de impulsar un modelo más eficiente de planeación urbana.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ONU-Hábitat (2018) refiere en su *Índice básico de las Ciudades Prósperas* correspondiente a San Andrés Cholula, que las ciudades han tenido un crecimiento exponencial a nivel mundial, generando diversos problemas ambientales, sociales y económicos como la falta de servicios básicos, asentamientos precarios, transporte público ineficiente, exclusión social, inseguridad, contaminación, entre otros; es por ello que se debe poner énfasis en la *planeación, desarrollo y gestión* de las mismas para poder tomar mejores decisiones basadas en los lineamientos de la Nueva Agenda Urbana 2030 y lograr un desarrollo sostenible.

De acuerdo con el Banco Mundial, *más del 50% de la población vive en zonas urbanas y para 2045, la población urbana mundial aumentará 1,5 veces hasta llegar a 6,000 millones de personas* (Grupo Banco Mundial, 2020, Desarrollo Urbano). Este proceso de urbanización desmedido aunado a la globalización, han puesto en evidencia a instituciones de gobiernos locales, ya que no han logrado adaptarse al cambio y la nueva organización del territorio, siendo necesaria su modernización para poder adquirir un valor competitivo.

En México, para la gestión de las ciudades se tiene un marco jurídico establecido pero la complejidad del desarrollo urbano supera la capacidad institucional, aunado a que el gobierno federal ha mostrado poco interés en la coordinación de la planeación regional, dejándose a los gobiernos estatales y municipales, que a su vez resaltan la deficiencia de capital humano y poca autonomía presupuestal para una adecuada gestión. Otros aspectos que limitan a la planeación son la caducidad de la metodología, los cambios de administración, la generación de planes y programas de desarrollo que suelen ser largos y desgastantes. Es *en la esfera municipal donde no se dispone de cuerpos técnicos de planificadores urbanos capaces de innovar la práctica urbanística a partir del conocimiento conceptual y empírico*. (Baños & Cárdenas, 2014)

Actualmente existen sistemas de *apoyo para la planeación*, que responden las necesidades actuales del desarrollo urbano, como las Geotecnologías, que son herramientas para la planeación y gestión territorial y que aportan a la toma de decisiones respondiendo a esta nueva organización del territorio e incorporándolo a la competitividad en este escenario donde la globalización impera.

“Las Geotecnologías se dividen en dos grupos: Gestión y descripción del Territorio, que responde a un ¿Dónde están las cosas? (emplea funciones básicas, CAD y BD); y Ordenación y planificación del territorio, que responde a la pregunta ¿Dónde deben estar las cosas? (búsqueda de información, descripción de datos, generación de modelos explicativos y manipulación de la información).” (Contreras & Villegas, 2016)

San Andrés Cholula es un municipio ubicado en la parte centro-oeste del estado de Puebla, con una extensión de 62.9 km² aproximadamente; colinda al norte con el municipio de San Pedro Cholula, al Sur con Ocoyucan y Puebla, al oeste con San Gregorio Atzompan y San Jerónimo Tecuanipan y al este con Puebla, es uno de los treinta y nueve municipios que conforman la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala. (Ver figura 1)

En este municipio se localiza el Proyecto Angelópolis que atrajo grandes comercios, centros urbanos y servicios públicos, generando una conurbación aún más marcada con el municipio de Puebla, teniendo una concentración de más personas, convirtiéndola en una ciudad dormitorio y extendiendo su mancha urbana, la figura 1 muestra el crecimiento durante los años de 1990 a 2018.

En la reestructuración y actualización del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 (2020) se afirma que al oriente del municipio se está dando un proceso de *hiperurbanización*, elevando la densidad de población amenazando a la dotación de servicios públicos, desgaste de infraestructura y déficit de transporte; en la zona occidente del municipio existe un desabasto de servicios y equipamiento público; y en la zona centro del municipio, el crecimiento urbano se da de manera desmedida derivada de la expansión de la zona habitacional, específicamente de fraccionamientos.

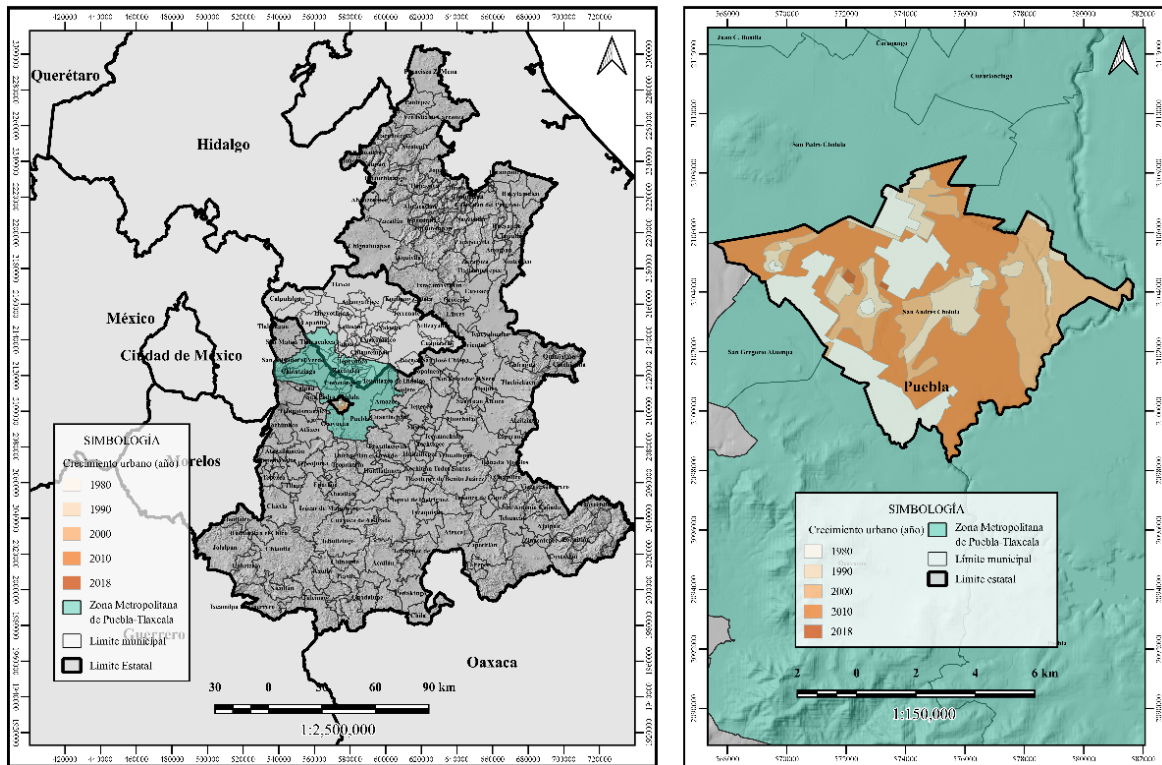
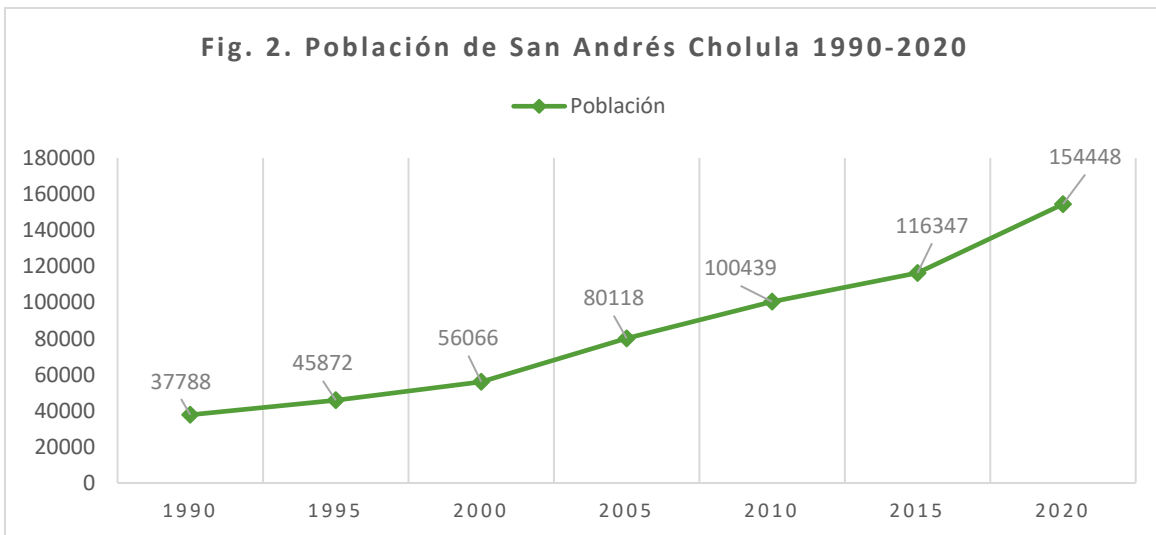


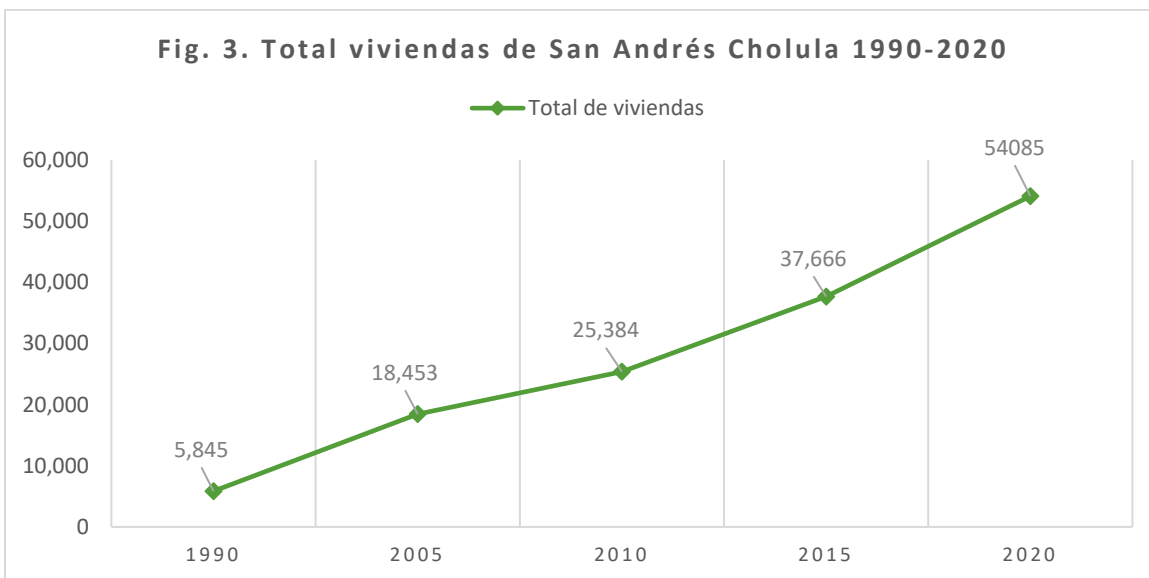
Fig. 1. Crecimiento urbano de 1990 a 2018. Municipio San Andrés Cholula, Puebla dentro de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala. Elaboración propia. Instituto Metropolitano de Planeación, insumos base 2018. INEGI. Marco Geoestadístico Integrado 2010. Gobierno de Puebla, Reestructura y actualización del Plan Municipal de Desarrollo.

En 1990 se tenían 37 mil 788 habitantes en todo el municipio de San Andrés, para 2020 incrementó a 154 mil 448 habitantes, teniendo una ganancia de 116 mil 660, con una tasa de crecimiento anual entre 1990 a 2020 de 4.8%, siendo mayor al crecimiento medio anual de Puebla municipio con 1.4% y al crecimiento medio anual metropolitano con 1.6%. (Ver figura 2)



Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, 2008. SEDESOL. Unidad de Microrregiones Cédulas de Información Municipal, 2013. INEGI. Censos generales de Población y Vivienda 1990 y 2000, Conteo de Población y Vivienda 1995. Censo de Población y vivienda 2020.

La SEDATU refiere en el *Proyecto Ejecutivo Catastral de San Andrés Cholula* (2017) que en la última década se ha tenido una gran transformación urbanística en el municipio, aumentando el número de viviendas de interés social y residencial de densidad media. En la siguiente gráfica podemos observar que 1990 se tenía un total de 5 mil 845 viviendas, incrementando para 2020 a 54 mil 85, teniendo una tasa de crecimiento anual del 7.6%, por lo que ha sido mayor el crecimiento de la vivienda que de la población y esto se puede confirmar con el número de viviendas habitadas ya que solo son 44 mil 827 en 2020, es por ello que es importante empezar a puntualizar en la planeación y en el uso de las herramientas que nos permitan darle un orden al crecimiento que se tiene en la ciudad. (ver figura 3)



Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, 2008. SEDESOL. Unidad de Microrregiones Cédulas de Información Municipal, 2013. INEGI. Censos generales de Población y Vivienda 1990. Censo de Población y Vivienda 2020.

La SEDATU (2017) también menciona que la infraestructura operativa no responde de manera adecuada a las demandas de los servicios solicitados, la toma de decisiones depende de la *veracidad, actualidad y grado de confiabilidad* en la información geográfica, además de que es prescindible la actualización y adecuación de procedimientos, tecnología y mejora en el servicio público.


Domínguez (2000), afirma que a pesar de que los Sistemas de Información Geográfica sean habituales como herramientas para la administración pública u organismos que estén vinculados con el medio ambiente, gestión y ordenamiento territorial, no se han podido incorporar del todo, ya que *no se tiene un estudio previo del sistema, así como la escasa y falta de calidad de la información geográfica en formato digital*, aunado a la poca experiencia de los operadores con la gestión de información geográfica.

A pesar de tener instrumentos jurídicos como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de 2008 (publicado en el Periódico Oficial, en el tomo CCCXCIV, tercera sección), el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula 2014-2018 (sólo fue usado como consulta, ya que se derogó por no ser inscrito en el Registro Público); mientras que la Reestructuración y actualización del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, sólo planteó prototipos de acciones funcionales en los rubros de sostenibilidad social, gestión administrativa, economía local, seguridad, protección urbana, planificación y diseño urbano sustentable. Adicionalmente, la Secretaría Desarrollo Urbano Sustentable tiene un rezago operativo en la gestión y más aún, registra un rezago significativo en la disponibilidad de información necesaria para dicha actividad, pues gran parte de los insumos de información necesarios aún manejan información analógica (en papel) e información dispersa, sin contar con una estandarización establecida y mucho menos se puede hablar de una coordinación real operativa entre sus directrices. Este trabajo está orientado a dar respuesta a este primer problema, a la vez que sienta precedente en acciones orientadas a lograr la integración de bases de datos y cartografía que puedan ser usadas por cualquiera de las instancias que forman la secretaría

El organigrama de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula se estructura en cuatro Direcciones: de Administración del Desarrollo Urbano, de Uso de Suelo, de Sustentabilidad y Gestión Urbana, y Jurídica. A su vez están divididas en departamentos: Alineamientos y Números Oficiales, Construcciones, DROMs y corresponsables; Mejora Regulatoria, Movilidad y Proyectos Urbanos, Geomática; Gestión Ambiental, Gestión Territorial, Imagen Urbana; Supervisión y Control, lo Consultivo y lo Contencioso. En el siguiente esquema se señalan los departamentos en los que este proyecto se basa para la creación del modelo, Geomática sería la encargada de suministrar la información a todos los departamentos por lo cual vincularía a las Direcciones de Administración del Desarrollo Urbano, Innovación y Proyectos Urbanos y la de Sustentabilidad y Gestión Urbana. (Ver figura 4)

Fig. 4. Organigrama de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula.



 *Departamentos que se trabajarán en el proyecto.

Fuente: Organigrama de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, 2020.

Durante el mes de septiembre de 2019 se creó el departamento de Geomática con el objetivo de generar la cartografía base del municipio y así solucionar la problemática de bases de datos dispersas en las direcciones que la conforman y la unión de información con el Catastro Municipal. Adicionalmente se planteó la estandarización e interoperabilidad de la información; para ello la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula adquirió un vehículo aéreo no tripulado de ala fija EBEE-X, una antena receptora y equipos GNSS.

A finales del mes de agosto de 2020, el departamento de Geomática ya contaba con los siguientes productos: ortofoto, poligonales en formato shapefile de predios, manzanas, construcciones y vectores de calles de todo el municipio; pero aún no cuenta con los datos tabulares y la concatenación de la información de los departamentos que conforman a la Secretaría. Para ello, esta investigación pretende diseñar y conceptualizar un modelo de sistema de información para la gestión del desarrollo urbano de San Andrés Cholula, enfocándolo hacia la información de los departamentos de Uso de Suelo, Alineamientos y Números Oficiales, Movilidad y Proyectos Urbanos y Geomática, a través de procesos de conversión y estandarización de la información y generación de bases de datos enfocándose a una área de estudio, esto por el poco tiempo que se tiene para realizar todo lo que comprende un sistema.

II. JUSTIFICACIÓN

La Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, adquirió una plataforma E-Gob, mostrándose como un Sistema de Gestión de Desarrollo Urbano, pero que sólo sirve para generar los pagos y trámites de sus respectivos departamentos, por lo que no se ha dado respuesta a la necesidad de unir la información geográfica con la de los trámites y conjuntarla en una sola base de datos que sea interoperable y se ajuste a los usuarios.

La realización de un modelo de Sistema de Información para la Gestión del Desarrollo Urbano Sustentable facilitará los procesos de optimización para la toma de decisiones e implementación de soluciones integrales orientadas a aspectos de movilidad, proyectos urbanos, alineamientos y números oficiales, usos de suelo, además aportaría en la interoperabilidad y la realización de análisis completos. Este sistema será enfocado a la información que se tiene de los departamentos antes mencionados a una escala de la zona ya delimitada, se pretende realizar las bases de datos (diseño conceptual, lógico y físico) de los archivos tabulares que se encuentren en formatos digitales como coeficiente de ocupación de suelo y coeficiente de utilización del suelo; la estandarización y digitalización de Planes y Programas de desarrollo de todo el municipio ya que serán de consulta general para los demás departamentos, la carta urbana, uso de suelo, equipamiento urbano, trámites de los departamentos (levantamientos topográficos, alineamientos y números oficiales, proyectos urbanos).

Se pretende que esta información se maneje en la interfaz de QGIS, con un modelo multiusuario, donde los operadores de cada departamento puedan editar, consultar, actualizar o corregir la información espacial y bases de datos en tiempo real. Los insumos que se usarán en este modelo aparte de los instrumentos jurídicos del municipio son: información del Registro Nacional Agrario e INEGI; se establece la Norma Técnica para la elaboración de Metadatos Geográficos y los Lineamientos para el intercambio de información catastral con fines estadísticos y geográficos del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) como estándares nacionales, así como la Norma para el aseguramiento de la calidad de la información estadística y geográfica del

INEGI. Las reglas de operación dependerán del papel que tenga el usuario, ya sea que sólo puedan realizar consultas o que puedan editar, dependerá del rol que desempeñen en el departamento correspondiente; es importante recalcar que en este proyecto se llegará sólo al modelo, una simulación de lo que podría llegar a ser este Sistema, además de estandarizar información general del municipio, pero en cuanto a trámites sólo será de la zona de estudio.

Actualmente el manejo de información en la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable, pese a algunas actualizaciones sigue siendo analógica y con bases de datos personales en archivos de AutoCAD o incluso en archivos de texto, si bien anteriormente no se contaba con los Sistemas de Información Geográfica y se tenía que usar softwares CAD, debemos distinguir sus diferencias y ámbitos de trabajo.

“Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los CAD, han sido creados para distintos fines, mientras que los SIG representan la realidad, los CAD sirven para diseñar algo inexistente. Los SIG se enfocan al análisis, modelización y gestión de datos espaciales, datos que cubren una gran superficie geográfica con diversos sistemas de proyección y edición de datos por usuarios de distinto perfil” (Olaya, 2012).

La OCDE en su *Guía para mejorar la calidad regulatoria de trámites estatales y municipales e impulsar la competitividad de México* (2010) afirma que: *si no se cuenta con la infraestructura, será muy difícil establecer un registro electrónico de trámites o una base de datos coordinada y compartida*, lo que causa que los trámites sean complicados e ineficientes, el hecho de actualizar la manera de operar de la Secretaría ofrecería *eficacia y aumento de la productividad, transparencia y una mayor habilidad para la captura de recursos* (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1994).

El crecimiento de San Andrés Cholula se evidencia en la zona que forma parte de la Reserva Territorial Atlixáyotl, delimitada por las vialidades al norte Boulevard Atlixco, al sur Boulevard Vía Atlixáyotl, al oriente con el Boulevard del Niño Poblano y al poniente con el Periférico Ecológico, con una superficie de 6.15 km². (Ver figura 5)

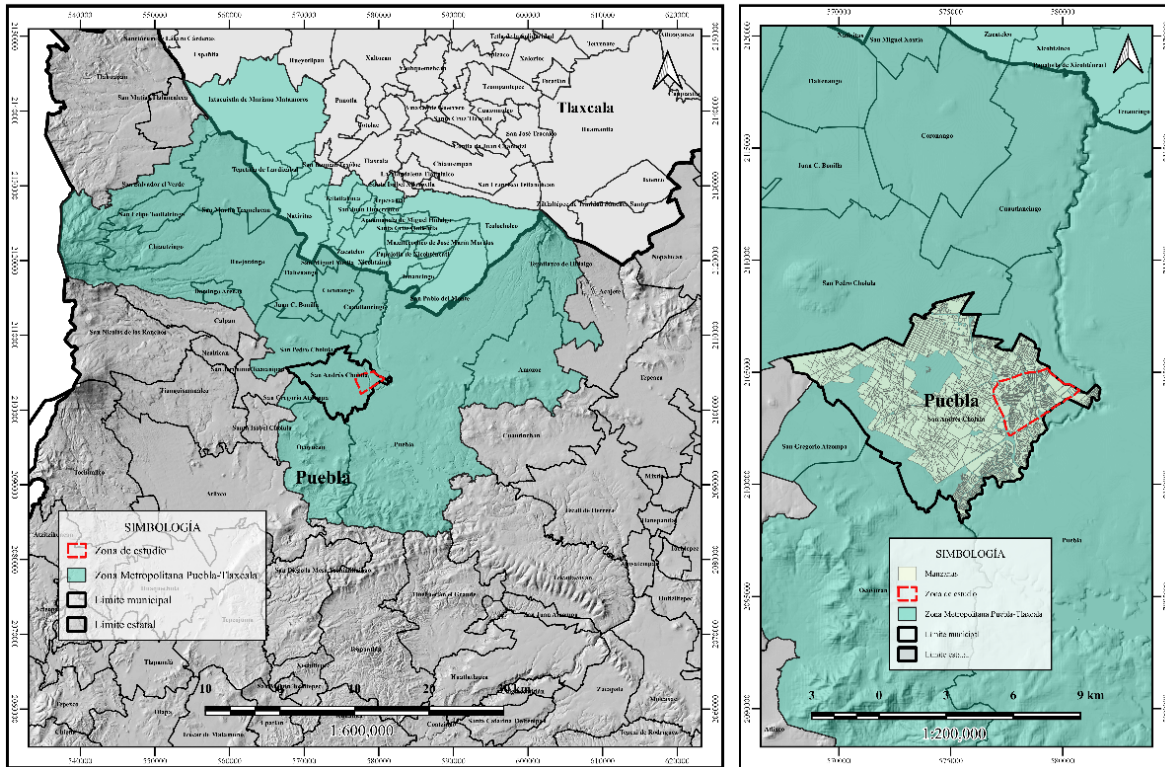


Fig. 5. Localización del municipio San Andrés Cholula, Puebla dentro de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala. Elaboración propia. Instituto Metropolitano de Planeación, insumos base 2018. INEGI. Marco Geoestadístico Integrado 2010.

Esta zona es el centro del Megaproyecto Angelópolis y la conurbación entre Puebla y San Andrés Cholula, fue parte de la expropiación de 1,081.51 hectáreas de tierras ejidales que formarían la Reserva Territorial Quetzalcóatl-Atlixcáyotl, con el fin de ordenar el crecimiento urbano de los municipios de San Andrés Cholula, San Pedro Cholula, Puebla y Cuautlancingo. Para 1993 se creó el Programa de Desarrollo Regional Angelópolis, donde se vislumbraban tres proyectos para el desarrollo de los municipios conurbados de esa región: un corredor industrial, un distrito histórico y un distrito habitacional, comercial y de servicios. Estos proyectos se desvirtuaron dando paso a un proceso de mercantilización del suelo, cambiando el uso de suelo a favor de la *expansión comercial*, claro ejemplo el Centro Comercial Angelópolis. Posteriormente se estableció un sistema vial que sería el detonante del desarrollo regional, dando lugar al Anillo Periférico Ecológico, que contaría con grandes áreas verdes que en la práctica se desestimaron y el suelo se usó con otros fines, y la vía Atlixcáyotl también sufrió de la especulación pero fue esta vialidad la que conectó el centro con el sur del país (Martínez, 2015).

Para Hofmann (2015), Angelópolis es el punto más atractivo de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala sobre todo para población de alto poder adquisitivo ya que es una zona de alta rentabilidad (al oriente de Vía Atlixcáyotl se ubica la zona de nivel económico alto y al poniente los clústers o viviendas de interés social), además de que cuenta con equipamiento administrativo, educativo, de salud y comercial. Este mismo autor infiere que la zona es un claro ejemplo de la mala planificación de la ciudad y un crecimiento no controlado, ya que es una zona que ha dado paso a la exclusión de ciertos sectores no favorecidos económicamente, además de personas con discapacidad y peatones dificultando transitar por la poca o nula existencia de banquetas, puentes peatonales extensos y

vialidades sin cruces. Los intereses de los gobiernos pasados influyeron en toda esta zona y el crecimiento que ha tenido a lo largo de los años responde a la especulación con la que se creó, por ello es importante no sólo establecer lineamientos para controlar dicho crecimiento sino usar las herramientas que favorezcan la correcta planeación urbana.

III. OBJETIVOS

Objetivo general: Diseñar un modelo de sistema de información para la gestión del desarrollo urbano del municipio de San Andrés Cholula, considerando la información de los departamentos de la Secretaría Desarrollo Urbano Sustentable del municipio en temas de movilidad, proyectos urbanos, alineamientos, números oficiales, uso de suelo y geomática.

Objetivos particulares:

- Realizar un inventario de la información actual de los departamentos de la Secretaría Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, para establecer los procesos de conversión de formatos digitales y analógicos tanto de cartografía como de bases de datos considerando los estándares para el manejo de la información.
- Diseñar una metodología para el diseño de un modelo de sistema de información enfocado a una zona de estudio ya delimitada, que integre las necesidades de los departamentos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable.
- Integrar al modelo de sistema cualidades de multiutilitariedad e interoperabilidad para los diversos departamentos a fin de que la información generada pueda ser utilizada, actualizada y corregida por cualquiera de ellos bajo ciertas reglas de operación o de negocio y estándares.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

1. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

En este apartado se presentan los conceptos base para el estudio de este proyecto: está dividido en conceptos teóricos como la Teoría General de Sistemas, Desarrollo Urbano, Desarrollo Urbano Sustentable y Gestión; y conceptos operacionales como Sistemas de Información, Sistemas de Información Geográfica, Sistemas de Gestión e Interoperabilidad.

Conocer sobre estos temas antes de dar paso a la metodología servirá para entender el enfoque de este proyecto, por ello la Teoría General de Sistemas surge como concepto principal o eje rector para los demás conceptos que se manejan, dentro de su descripción se plantea la definición, origen, los elementos que componen un sistema, los enfoques que comprende, las relaciones entre sus componentes y su aplicación en el desarrollo urbano.

Para definir al Desarrollo Urbano, se define por medio de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y posteriormente se establecen los grandes problemas en México enfocados a esta temática para poder dar énfasis en el uso de herramientas de planeación. Al conjuntarse el desarrollo urbano con la Sustentabilidad se orienta el propósito del modelo a proyectar, mediante la gestión para que tenga un enfoque integral.

La Gestión, por otra parte, se define y se habla sobre los aspectos que emplea la gestión urbana, y los desafíos a los cuales se enfrenta al dotarla con un carácter de sostenibilidad, además de mencionar los elementos que debe tener un modelo de gestión.

Los conceptos de operacionales, se refieren más a los procesos y el sistema donde se realizarán estos; como primer concepto tenemos al Sistema de Información donde lo definiremos, se explicarán sus etapas de desarrollo y componentes, así como su aplicación y los tipos de sistemas de información. Derivándose del concepto anterior, resultan los Sistemas de Información Geográfica y los de Gestión, definiéndose y hablando de sus componentes y aplicaciones, detallando la clasificación de funciones y su representación. Como ultimo concepto, pero igual de importante, está la Interoperabilidad, que es el proceso que se retomará en la propuesta, puesto que el modelo pretende llegar a realizar el intercambio de información en tiempo real entre los departamentos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, una vez definiendo el concepto, se mencionan los estándares de información y la relación entre ambos, los tipos de interoperabilidad y su aplicación dentro de la gestión de la ciudad. (Ver figura 6)

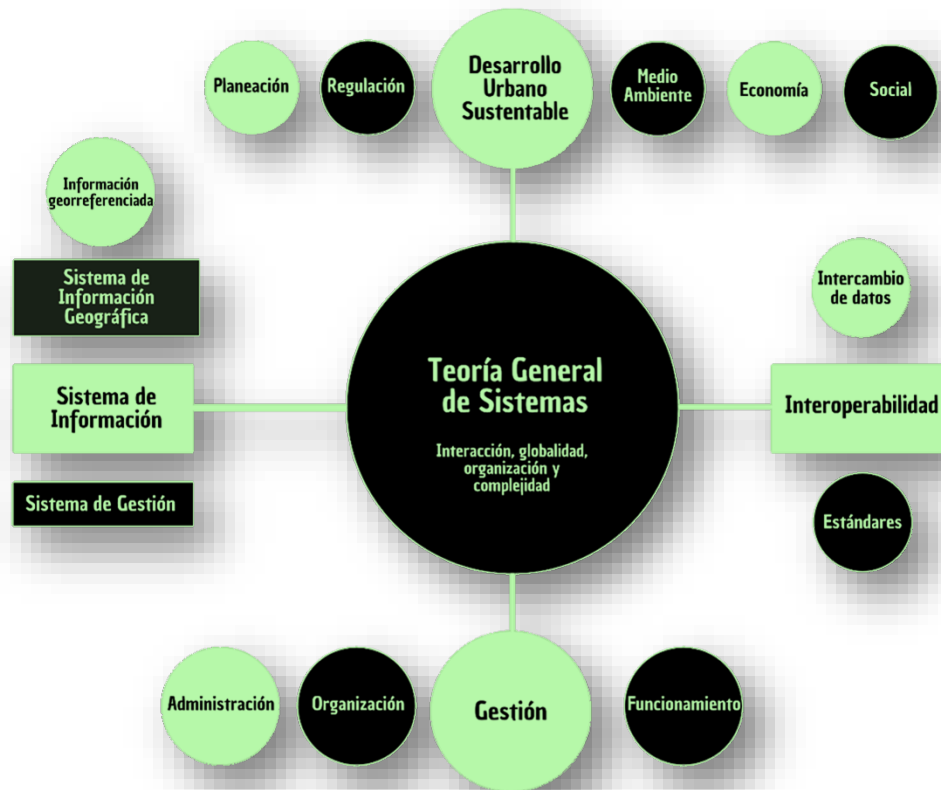


Fig. 6. Esquema Marco Teórico-Conceptual. Elaboración propia.

1.1. CONCEPTOS TEÓRICOS

1.1.1. Teoría General de Sistemas

Para poder entender lo que es un Sistema y cómo se comporta, es necesario hacer referencia a la Teoría General de Sistemas, de la cual el biólogo Ludwing Von Bertalanffy es considerado el padre, en 1968 publica su libro *General System Theory*, siendo la primer publicación en su área y exaltando el concepto principal de esta teoría, el sistema.

Domínguez y López-Santillán (2016) definen al sistema como:

“...un conjunto de elementos que colaboran de manera coordinada y tienen una constante interacción, esto para alcanzar un objetivo en común, está claramente delimitado y opera en un ambiente o entorno con el que guarda una relación estrecha, a su vez sus elementos pueden ser un subsistema o sistema de menor complejidad, por el contrario, uno de esos sistemas puede ser elemento de un sistema más grande.”

Cathalifaud y Osorio (1998) menciona que la Teoría General de Sistemas se presenta como una forma sistémica y científica de aproximación y representación de la realidad con orientación interdisciplinaria, caracterizándose por una perspectiva holística e integradora dando importancia a las relaciones y elementos que ahí emergen, ofreciendo un ambiente para la interrelación y comunicación entre especialidades y especialistas.

Estos autores también establecen los objetivos principales de esta teoría:

1. *Impulsar el desarrollo de una terminología general que describa las características, funciones y comportamientos sistémicos.*
2. *Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a los comportamientos.*
3. *Promover una formalización matemática de estas leyes.*

Osorio, Arnold, González, Aguado (2008) refieren que actualmente la Teoría General de Sistemas comprende diversos enfoques como la Teoría de conjuntos (Mesarovic), Teoría de las Redes (Rapoport), cibernética (Wiener), Teoría de la información (Shannon y Weaver), Teoría de los autómatas (Turing), Teoría de los juegos (Von Neumann), entre otros; el análisis aplicado de sistemas debe aplicar diferentes modelos, dependiendo de la naturaleza del caso y criterios operacionales, aunque algunos de los conceptos de esta teoría se apliquen a diversos sistemas.

Becker (2005) hace mención sobre las ideas de B. H. Banathy, ya que mediante la observación y estudio de comportamiento de sistemas sociales, se podrán reconocer sus características comunes, así como sus relaciones, de esta manera podremos organizarlos en esquemas conceptuales denominados modelos de sistema.

Bertalanffy (1986) acepta que la única manera de estudiar la organización es estudiarla como sistema y el análisis de sistemas es la organización de variables dependientes, menciona que la Teoría General de Sistemas es útil al dar modelos utilizables y usados en diferentes campos, además de dar definiciones exactas a conceptos semejantes, dándose un *isoformismo* al aplicar modelos y abstracciones conceptuales a fenómenos diferentes.

De acuerdo con Flores y Thomas (1993) los conceptos que definen a un sistema son: interacción, globalidad, organización y complejidad. La interacción es la relación entre elementos, son biunívocas¹ y al *cambiar un elemento se modifica la globalidad del sistema y existe una retroalimentación o feedback que forma parte de las interacciones*; dentro de la interacción se suelen usar conceptos como relación, correlación e interacción; el primero es la dependencia de dos más elementos de influencia recíproca, *la correlación mide el grado de dependencia entre dos o más elementos o fenómenos relacionados*. La interacción es la relación de interdependencia que define la organización entre elementos, su entorno y el mismo sistema.

Arnold y Osorio (1998), menciona que la globalidad es la complejidad de la unidad o del sistema, es la integración de todas sus partes y se reconocen en su totalidad; las emergencias y contreñimientos garantizan el equilibrio entre las relaciones de las partes con el todo y viceversa, las emergencias son propiedades nuevas que aparecen en los sistemas en relación con las propiedades de los considerados individualmente y los constreñimientos son las propiedades que pierden los elementos al formar un sistema, por ello es importante que al estudiar un sistema debe abordarse como un todo para poder entenderlo y explicarlo. La organización es el arreglo (que implica conceptos como proceso, estado, optimización, disposición y aspectos estructurales y funcionales) de las relaciones entre componentes, produciendo una unidad nueva con diferentes cualidades, donde la estructura es la organización interna de elementos mediante uniones de asociación (que

¹ *Que asocia cada elemento de un conjunto con uno y solo uno de los elementos de otro conjunto, y cada elemento de este último conjunto con uno y solo uno de los elementos del primero.* Real Academia Española.

conservan rasgos de su individualidad) y de combinación (relaciones estrecha transformacional entre elementos y determina un sistema más unificado); la organización transforma: pues conduce al sistema a lograr objetivos preconcebidos (función) y cambia a los elementos dentro del sistema sin perder sus características individuales; produce: porque el resultado está determinado por la función; reúne: articula los elementos; y mantiene: genera mecanismos de ajuste. La función y la organización son las directrices de apoyo, funcionamiento, flujo y productividad del sistema. La complejidad se refiere a la composición del sistema, el número de características e interacciones.

Ossa (2016), clasifica a los sistemas de acuerdo con la relación que tiene con su entorno:

1. Sistema aislado: no intercambia materia, energía ni información con su ambiente y es usado en constructos mentales de la ciencia.
2. Sistema cerrado: intercambia energía e información con su ambiente.
3. Sistema abierto: existe intercambio de materia, energía e información, se da una interacción de fuerzas.

Boulding (2007) clasifica la jerarquía de los sistemas existentes mediante niveles:

1. Estructura estática o nivel de armazón, la descripción de relaciones estáticas como el trazado del mapa tierra, el sistema solar, la anatomía de un gen, es el el comienzo del conocimiento teórico.
2. Sistema dinámico o denominado de relojería, se divide en sistemas de equilibrio simple (su estabilidad está determinada a partir de las propiedades dinámicas del sistema al que pertenece) y los sistemas dinámicos estocásticos (se orientan al equilibrio estacionario y son complejos).
3. Sistema cibernético o mecanismo de control (nivel termostato) donde la transmisión o interpretación de información es parte importante del sistema, esto es que se mantenga dentro del equilibrio de este mismo dentro de cierto límites.
4. Sistema abierto o estructura de automantenimiento, en este nivel se diferencia la vida de la que no, es nivel de célula, por lo que estos se autoreproducen y automantienen.
5. Genético-societal, sus características son la división del trabajo entre células para formar una sociedad y la diferenciación de genotipo y fenotipo asociándolo al crecimiento.
6. Animal, caracterizado por la movilidad, comportamiento teleológico y autoconciencia, ya que es donde se da el desarrollo de receptores de información para crear estructuras de conocimiento.
7. Humano, además de las características que se mencionan en el sistema animal, en este nivel se alcanza una autorreflexión por medio del lenguaje y la civilización.
8. Organizaciones sociales, en este caso el rol es la parte de la persona que tiene que ver con la organización a través de canales de comunicación, en este nivel se dan relaciones entre la naturaleza de los sistemas de valores, el significado y contenido de los mensajes.
9. Sistema simbólicos o sobre los incognoscibles que poseen estructura sistémica y relaciones como serían el gen y el virus.

En el campo de la administración se cuestionaron los modelos sistémicos ya que aplicándolos a este campo existía una disparidad por lo que surgieron nuevos modelos de organización, Peralta (2016) habla de los siguientes modelos de gestión que complementan a la Teoría General de Sistemas. Toma de decisiones (Hebert Simon) dentro de una empresa, dando lugar a conceptos como

racionalidad limitada que es cuando los individuos toman decisiones que los lleven a resultados óptimos. Modelo de Tavistock de organización sociotécnica, que organizaba el trabajo donde tomara en cuenta aspectos técnicos como la organización social, en este modelo la relación entre *subsistemas técnico y social condicionaban la productividad de operación*. Robert Kahn y Daniel Katz con la Organización como Sistema Abierto, retoman la concepción de Bertalanffy y definen a la organización como un sistema abierto, con características, *transformación de energía transformándola en productos o servicios que serán nuevamente enviados al entorno y retroalimentarse del entorno para mantener el sistema*, en este se retoman conceptos de entropía negativa, retroalimentación, homeóstasis, diferenciación y equifinalidad. Sistemas adaptativos complejos por John Holland y Murray GellMann, *los sistemas con comportamientos no lineales y sistemas de feedback de cualquier índole*, ya sea cualquier tipo de sistema donde sus interacciones adaptativas entre actores o dispositivos generen resultados simples y predecibles.

El modelo que se pretende crear para este trabajo, es de un sistema cerrado que permitirá compilar varios componentes como son equipo de computo, usuarios, información, software, entre otros, con el objetivo de vincular los cuatro departamentos que se trabajarán de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula a través de la interoperabilidad, compartiendo información de acuerdo con reglas de operación respecto a los roles de los operadores (función y organización), con el fin de afectar a otro sistema, la ciudad, para una correcta realización de sus funciones.

Navarrete-Peñuela (2017), define a la ciudad como un *sistema abierto, dinámico, sinérgico, complejo, entrópico y altamente subsidiado, en el que están presentes flujos de materia, energía e información*. Las variaciones que se tienen de estos flujos alteran el orden urbano y pueden llevar el sistema al límite de su capacidad de adaptación, generando cambios importantes en sus actividades de tipo funcional y relacional, que determinan los problemas dentro y fuera de la ciudad. Esta misma autora menciona que no sólo se generan problemas ambientales sino que se afectan todos los componentes del sistema: aspectos como social, ecológico, económico, cultural y político; afectando directamente a los habitantes, presentándose como inequidad, exclusión social, segregación espacial, pobreza, marginalidad, pérdida de identidad, crecimiento demográfico, entre otros.

La ciudad es un sistema abierto, en este caso la variación de flujos de San Andrés Cholula como el crecimiento poblacional ha generado una inestabilidad que se resume en los problemas de falta de servicios, un crecimiento de la zona urbana no adecuado (como bien se mencionó con anterioridad), es por ello que existe la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable (otro sistema) que se encarga de aplicar las leyes correspondientes a este tema, mediante sus componentes o direcciones, ahora bien es importante el uso de herramientas que faciliten a las direcciones para poder gestionar de manera adecuada la ciudad, para ello la organización del personal y el rol de cada uno es importante para que este sistema pueda funcionar de manera adecuada.

1.1.2. Desarrollo Urbano

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (2020) lo reconoce como *el proceso de planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población*.

En el libro *Los grandes problemas de México* (Garza & Schteingart, 2010) enfatizan diversos problemas generados por la mala gestión del desarrollo urbano en diferentes ciudades del país enfatizando a las zonas metropolitanas, como la concentración de la población en las grandes metrópolis, estos autores mencionan que el desarrollo económico y la urbanización están orgánicamente ligados y explica el crecimiento urbano de México en diversos periodos de tiempo, siendo en los años 70's el periodo donde se empezaron a conglomerar los centros metropolitanos que hasta el día de hoy persisten; para los 90's y 2000's se frena el crecimiento de las ciudades, pero la población urbana crece, esta dinámica demográfica influyó en la producción habitacional, bajando la densidad domiciliaria y afectando al hacinamiento, así como incrementó el número de viviendas que disponen de servicios básicos, esto se debe al incremento de zonas urbanas con disponibilidad de servicios, consolidación de vivienda, acción del Estado y programas de emergencia habitacional. El suelo es el insumo para la construcción de viviendas por lo que sus características y accesibilidad determinan las condiciones de habitabilidad en los diferentes sectores socioeconómicos.

1.1.3. *Desarrollo Urbano Sustentable*

Para López, López y Ancona (2005) los términos Sustentable y Sostenible son una forma de conciliar el crecimiento económico y el equilibrio del ecosistema y su connotación en diversos espacios (académico, político, económico, etcétera) que implican diversas características, deficiencia del uso y utilización de los recursos naturales, evitando su extinción o mejoramiento de los niveles de vida o bienestar. Es importante mencionar que tomaremos como sinónimos estos conceptos para efectos de este proyecto.

La Ley Desarrollo Urbano Sustentable del estado de Puebla (2003) define al Desarrollo Urbano Sustentable como *el proceso de planeación y regulación para la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población en el que se considere la ordenación, regulación y adecuación de sus elementos físicos, económicos y sociales y sus relaciones con el medio ambiente natural.*

El desarrollo urbano sustentable se ha fundamentado en criterios de productividad, pero en la competitividad ya considera *condiciones del entorno urbano que favorezcan el trabajo de seguridad y ambiental.* En países del tercer mundo se han dado fenómenos de urbanización, ya que es en las ciudades donde se concentran actividades económicas más redituables, generando un crecimiento demográfico que ejerce presión en los recursos naturales, además de una mayor demanda de servicios públicos (o satisfactores humanos como lo menciona el autor) y materia prima; en México el problema de sustentabilidad está vinculado a la gobernabilidad. (Lezama & Domínguez, 2006)

De las Heras, Adame, Cadena y Campos (2020) afirman que el desarrollo urbano integral sustentable *promueve el desarrollo urbano justo y ordenado, donde la vivienda, infraestructura, servicios, equipamiento, comercio, educación, salud y esparcimiento satisfagan las necesidades de los ciudadanos de forma equitativa y equilibrada, reduciendo la segregación, focos de marginación y pobreza y el incremento de desigualdades económicas;* este mismo concepto aplicado a la gobernanza se busca *lograr la prestación de servicios a su cargo con calidad y cobertura necesarias, control adecuado de gastos y deuda y toma de decisiones transparente, planificada y eficaz.*

Hernández, Adame y Cadena (2017) mencionan que para 2020 y 2030 la población de zonas metropolitanas llegará a los 72.4 y 78 millones, pero su *crecimiento anárquico* ha provocado una

serie de problemas que han disminuido su nivel de sustentabilidad, por ello es importante tener conocimiento sobre la dinámica urbana para la toma de decisiones, priorizar la planificación a mediano y largo plazo y *tomar en cuenta todos los elementos que interactúan en el sistema urbano*.

Como lo mencionan Balbo, Jordán y Simioni (2003) no es el crecimiento demográfico un problema del desarrollo sostenible, sino el crecimiento económico, aumento de estándares de vida y nivel de consumo, como consiguiente un aumento de la demanda de suelo, energía, agua y bienes alimenticios junto con el incremento de desechos y productos contaminantes, de los cuales no se prevé disminución, al igual de pérdida de suelos agrícolas y áreas naturales por la expansión urbana de baja densidad sobre todo en áreas limítrofes y centros urbanos.

La planificación de la ciudad parte de lo que está pasando y prevé lo que puede pasar, menciona De Terán (2009), a partir de ello poder organizar estrategias que funcionen y den los resultados que queremos, es necesaria la disponibilidad de recursos económicos, disposición de mecanismos jurídicos y administrativos (por ejemplo la limitación de uso de suelo), de ahí depende de las actitudes políticas que se adopten pero que condicionan a la planificación misma.

Para elaborar una planificación funcional y espacial integral, Echebarría y Aguado (2003) plantean la existencia de interacciones entre factores: medio físico, ciudadanos, organización política y social y tecnología, siendo la solución a gran parte de los problemas sociales las modificaciones en modos de estructuración del hábitat físico.

La Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, así como los instrumentos jurídicos como Programas de Desarrollo Urbano se han visto limitados, como se menciona anteriormente, en aspectos tecnológicos y de actualización, por el manejo de información de forma analógica y en el caso del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de 2008, aunque tiene una actualización y reestructuración, los lineamientos para el uso de suelo se retoman de este primero, el cual ya tiene trece años de antigüedad, lo cual es mucho al ser la ciudad un ente que cambia diariamente.

1.1.4. *Gestión*

La gestión de acuerdo con la Real Academia Española implica *ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo*. De acuerdo con la CEPAL (2003a) existen algunos desafíos en la gestión de las ciudades, sobre todo para que adquieran un carácter sostenible: *logro de equidad social y combate de la pobreza, aumento de la productividad en los asentamientos urbanos, mejoramiento del medio ambiente urbano, fomento de la gobernabilidad y participación y eficiencia en las políticas*.

En la Guía de gestión urbana de la CEPAL (2003) se menciona que la gestión emplea *aspectos legislativos, de financiamiento, operación, toma de decisiones, competencia de autoridades locales, manejo de programa de inversiones y presupuestos, así como sistemas de recopilación de información, difusión de planes de desarrollo, etcétera*. Los modelos de gestión deben partir por el *tamaño de la ciudad, el marco institucional simple, procesos administrativos directos (que caracterizan a los asentamientos)*; además existen diversas herramientas de gestión que cumplen con objetivos específicos como influir en los patrones de crecimiento urbano y distribución de servicios públicos, herramientas como la planificación y la participación.

Para poder realizar una planeación estratégica, Eibenschutz (2009-2010) menciona se requiere de una gestión estratégica integral que permita la participación de los agentes involucrados y adaptación a los escenarios durante la ejecución del proyecto para la consecución de los objetivos, o sea que los procesos de planeación se deben concretar en proyectos urbanos estratégicos y acciones prioritarias que redireccionen el desarrollo de las ciudades, esto solo puede lograrse con la participación activa del gobierno local, capital privado, ciudadanos y aporte de equipo técnico y profesionales interdisciplinarios.

1.2. CONCEPTOS OPERACIONALES

1.2.1. Sistema de Información

La Teoría General de Sistemas ha abarcado varias disciplinas, esta teoría se puede aplicar de esa misma forma, entendiendo al sistema de información como el *conjunto de personas, máquinas y métodos organizados para agrupar, procesar, transmitir y diseminar datos que representan información para el usuario*, dicha información se convierte en conocimiento al entenderla y evaluarla. (González-Longatt, 2007)

Los sistemas de información deben ajustarse según los distintos niveles, especialidades y trabajadores de una organización, es por esto que se pueden ver los distintos tipos de SI desde dos puntos de vista, uno funcional, que dependerá de las actividades que se realizan, y otra que dependerá de los grupos a los que se les presta servicio. (Proaño Castro, Orellana Contreras & Martillo Pazmiño, 2018)

De acuerdo con Stair y Reynolds (2010) el desarrollo de sistemas consiste en la generación o modificación de un sistema, esta actividad debe contemplar una estrategia que la divide en etapas con metas definidas y tareas a cumplir, en el siguiente esquema se muestran las etapas para el desarrollo de un sistema (Ver figura 7):



Fig. 7. Panorama del Desarrollo de Sistemas. Tomado de Stair&Reynolds. (2010). *Principios de Sistemas de Información*. (9ed. ed.). México, D.F.: Cengage Learning. Obtenido de <http://docshare04.docshare.tips/files/24101/241015829.pdf>

Durante el proceso de Investigación y análisis del sistema se realiza una investigación para profundizar y comprender la problemática a resolver, y se plantea si es viable solucionar dicho problema, posteriormente se define las oportunidades y problemas del sistema actual. En el diseño del sistema se define el funcionamiento del sistema respondiendo a las necesidades antes planteadas en el análisis, en la implementación se incluye la adquisición de los componentes y desarrollando lo que se precisó en la etapa del diseño; la etapa de mantenimiento es importante ya que debe verificarse su funcionamiento y en dado caso modificación o reparación.

Mediante su uso se obtienen grandes mejoras, ya que automatizan los procesos operativos que se pueden llevar a cabo en toda empresa, proporcionan información de apoyo al proceso de tomas de decisiones y facilitan el logro de ventajas competitivas a través de su implantación dentro de la organización. (Hamidian & Ospino, 2015)

1.2.2. Sistemas de Información Geográfica

Como se mencionó con anterioridad, los Sistemas de Información han acaparado varias disciplinas, de acuerdo con Buzai (2013) a inicios de 1980 surge la *Geografía Automatizada*, basándose como su nombre lo dice, en la *automatización digital de los procedimientos geográficos* y que dio lugar a la Geoinformática. Siendo la Cartografía el lenguaje de la Geografía, se vio altamente beneficiada esta primera al incorporarse los Sistemas de Información Geográfica.

Santos (2004) define a los Sistemas de Información Geográfica como *herramientas informáticas, capaces de gestionar y analizar información georreferenciada, con vistas a la resolución de problemas de base territorial y medioambiental.*

Este mismo autor hace referencia a que las operaciones automáticas se realizan en un ordenador, y que este tipo de sistemas está dirigido a la *gestión, análisis y modelización de la información geográfica.*

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1992), afirma que un *Sistema de Información Geográfica un conjunto de hardware y software integrados que permiten introducir, almacenar, manipular y presentar datos geográficos.* (ver figura 8)

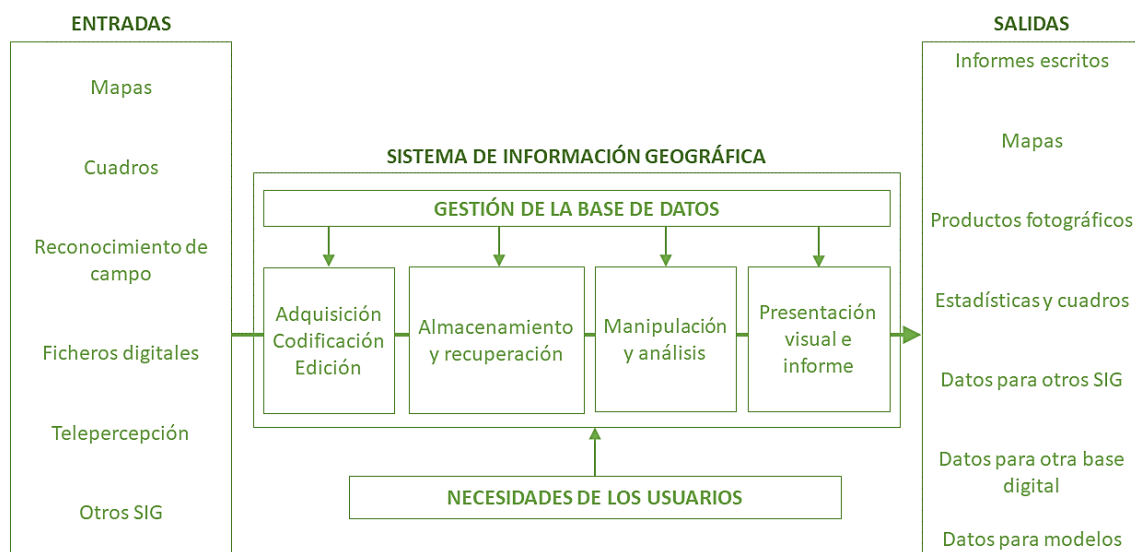


Fig. 8. Diagrama de un Sistema de Información Geográfica. Tomado de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1992). Funcionamiento y usos de los Sistemas de Información Geográfica. En G. Meaden, & J. Kapetsky, *Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura* (pág. Cap. 6). Roma: FAO. Obtenido de FAO.

Las funciones de un Sistema de Información Geográfica se clasifican de la siguiente manera (ver tabla 1):

FUNCIONES	PROCESOS	FORMATOS/OBSERVACIONES
INTRODUCCIÓN Y CODIFICACIÓN DE LOS DATOS	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de datos. • Validación y edición de datos. • Estructuración y almacenamiento de datos 	Datos en formato digital, alfanumérico o numérico. En este caso los datos por ser de diversas fuentes pueden tener diferencias estructurales o no compatibles.
MANIPULACIÓN DE LOS DATOS	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión de estructura. • Conversión geométrica. • Generalización y clasificación de datos. • Integración. • Mejoras. • Cálculos abstractos. 	En este paso se organizan y/o modifican los datos, teniéndolos en la memoria como ficheros de la base de datos.
RECUPERACIÓN DE LOS DATOS	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación selectiva de información en base a criterios definidos por el usuario. 	Se pueden usar operadores para la recuperación de información de ciertas zonas, ya sea cartográficamente o de manera tabular.
ANÁLISIS DE LOS DATOS	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis espacial. • Análisis estadístico • Mediciones. 	Análisis interactivos: espaciales, estadísticos y medición.
REPRESENTACIÓN VISUAL DE DATOS	<ul style="list-style-type: none"> • Representación cartográfica. • Presentación descriptiva. 	Temporal, impresa o fichero en disco.
GESTIÓN DE LA BASE DE DATOS	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo y vigilancia del acceso multiusuario a la base de datos. • Mantenimiento (preventivo y correctivo) de base de datos y del sistema. • Enlaces de comunicación con otros sistemas. • Actualización de las bases de datos. • Organización de base de datos. 	Campos, registros, ficheros.

Tabla 1. Funciones del Sistema de Información Geográfica. Elaboración propia. Tomado de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1992). Funcionamiento y usos de los Sistemas de Información Geográfica. En G. Meaden, & J. Kapetsky, *Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura* (pág. Cap. 6). Roma: FAO.

Para López, Posada y Moreno (1997) un SIG representa la realidad mediante capas, constituyendo elementos con una localización por medio de un sistema de coordenadas y estos elementos a su vez contienen atributos temáticos, se representa digitalmente a través de dos modelos: vectorial y ráster; el modelo vectorial se plasma como puntos localizados de manera individual en función a una operación matemática y están determinados por coordenadas, teniendo tres formas de implantación: punto, línea y polígono; los cuales están vinculados a una base de datos. El modelo ráster, por su parte, es una matriz conformada por pixeles, estos pixeles tienen valores únicos que los identifican, la resolución del modelo ráster influirá en el tamaño de pixeles y por lo tanto del volumen de datos que se tenga.

Los Sistema de Información Geográfica que se usarán en este proyecto serán ArcGIS y QGIS, a través de ellos se manipulará y digitalizará la información proveniente de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable, a través de criterios generar las bases de datos en PostgreSQL para poder formar el modelo de este proyecto.

1.2.3. Sistema de gestión

La Auditoría Superior del Estado de Puebla (2021) explica que los sistemas de gestión son instrumentos administrativos que apoyan a las actividades de la institución y es reconocida como un ente fiscalizador e impulsor de calidad a diferentes escalas de nivel.

Para Torres (2020) los componentes para el desarrollo de un sistema de gestión son los siguientes (ver figura 9):

- Estratégico o gestión estratégica, sirve para evaluar que hacer y que no.
- Táctico o gestión para la mejora anual de la operación, pretende resolver las exigencias actuales del mercado y competidores.
- Operacional o de gestión diaria, son procedimientos para que los sistemas operacionales funcionen correctamente, orientados al mantenimiento y la mejora.
- Gestión de mejoría, son las metas y planes de acción para la mejora del sistema y se divide en departamental e interdepartamental, el primero resuelve los problemas de alta administración y los segundos el mantenimiento y mejora de las operaciones.
- Gestión de innovación, se encarga de la creación de nuevos productos y diseño de nuevos procesos en función de las necesidades.
- Gestión de flujo, se divide en interdepartamental, que es la calidad; cadena de valor que tiene que ver con las finanzas y flujo de valor que es cuando llega al consumidor final (es transformar la necesidad del cliente en servicios).
- Gestor de proyectos, es la utilización de conocimientos, habilidades y técnicas para crear proyectos.

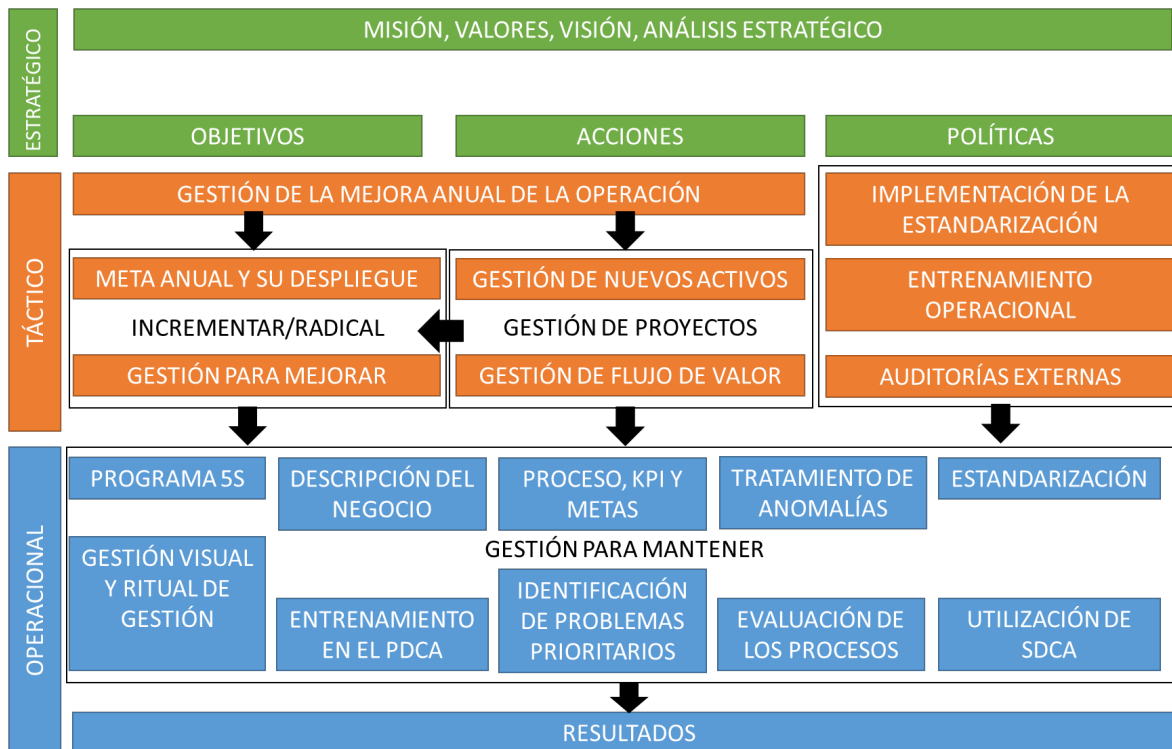


Fig. 9. Diagrama de modelo de Sistema de Gestión. Tomado de Torres Alvarado, I. D. (29 de febrero de 2020). El Sistema de Gestión y sus componentes: estratégico, táctico y operacional. Obtenido de Redalyc.org: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/880/88062542005/html/index.html>.

*PDCA: Método de Gestión que se divide en planear, hacer, verificar y actuar.

*SDCA: Método de Gestión que implica estandarizar, hacer, verificar y actuar.

La planeación como la gestión urbana se encuentran en un proceso de reinención en latinoamérica, afirma Lara (2019), además de que la planificación ha quedado en manos del Mercado, así como la desregulación del suelo ejidal y su anexión a las reservas urbanas, ha sido el motor de crecimiento expansivo de las ciudades.

1.2.4. Interoperabilidad

Vitturini y Fillottrani (2008) explican que con el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica y la aplicación de las nuevas tecnologías para la gestión y análisis de información geográfica, surgió la necesidad de estandarizar y normalizar la información, surgiendo el Comité Técnico de normalización sobre Geomática e Información Geográfica ISO/TC 211, pero para 1994 se crea el Open Geospatial Consortium (OGC) reuniendo a organizaciones públicas y privadas, para definir estándares abiertos e interoperables para los Sistemas de Información Geográfica, para facilitar el intercambio de información. La interoperabilidad es una función que permite que los sistemas intercambien procesos o datos, dicha interoperabilidad se puede dar por medio de la Web, pero para poder distribuir la información primero se debe dar solución a los problemas de integración de información.

González e Yzquierdo (2015) afirman que estudios europeos consideran cuatro aspectos de la interoperabilidad:

- *Semántica: asegura el significado de la información intercambiada para que sea entendible por todas las aplicaciones, además de habilitar sistemas para combinar información recibida con otros recursos.*
- **Organizacional:** define objetivos de negocios, modela procesos y facilita la colaboración de administradores que intercambian información a través de diferentes estructuras organizacionales y procesos internos, además de orientar a los usuarios sobre los servicios.
- *Técnica: cuestiones técnicas de hardware, software, telecomunicaciones para conectar los sistemas computacionales, servicios, interfaces abiertas, servicios de interconexión integración de datos, middleware, presentación e intercambio de datos, accesibilidad y servicios de seguridad.*
- **Gobernanza de interoperabilidad de gobierno electrónico:** son acuerdos entre gobiernos y actores dentro del proceso de interoperabilidad, con esto se busca la institucionalidad para establecer estándares, dotar a las dependencias de capacidad organizacional y técnicas para poner en práctica.

Este proyecto se plantea como un modelo de sistema de información que a mediano o largo plazo se logre unificar con la información de los demás departamentos, pues sólo se enfoca en: Uso de Suelo, Alineamientos y Números Oficiales, Movilidad y Proyectos Urbanos y Geomática, como bien se menciona en los apartados anteriores. Los Sistemas de Información Geográfica son un conjunto de diversos elementos que conllevan no solo a la muestra y procesamiento de información geográfica sino también hace uso de la capacidad del operador para realizar el análisis de la zona de estudio y poder transmitir un resultado de ese mismo análisis dando certeza a la toma de decisiones, es importante mencionar que al ser un sistema se compone de varios subsistemas.

Estas herramientas se han convertido en parte importante para la gestión del territorio o la planeación de este, ya que nos muestra la situación del lugar de manera tan actualizada como se tenga la información, y para este proyecto la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula es prescindible contar con información actualizada para los diferentes trámites que se realizan.

Los problemas de desarrollo urbano en México han visibilizado la importancia que tiene la planeación y correcta gestión de las ciudades; en cuanto a la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de San Andrés Cholula es crucial su actualización operacional para responder a las nuevas dinámicas territoriales que se generan, sobre todo porque los Sistemas de Información Geográfica permiten el manejo de datos geográficos con una interfaz dinámica reduciendo tiempos y aportando acceso a las diversas áreas que la conforman.

CAPÍTULO II. MARCO NORMATIVO Y CONTEXTUAL

2. MARCO NORMATIVO Y CONTEXTUAL

Dentro de este apartado primero se dará un panorama general sobre el marco jurídico que ampara el desarrollo urbano en el municipio de San Andrés Cholula, este marco hace referencia al crecimiento urbano ya que como bien se mencionó anteriormente la industria inmobiliaria lo ha determinado, favoreciendo diversas problemáticas de orden social, económico y ambiental, como problemas de límites municipales al conurbaciones, desabasto en la distribución de servicios públicos, contaminación, entre otras.

Para fundamentar este proyecto se retoman algunos de los objetivos que se establecen en lineamientos internacionales de los cuales México ha sido partícipe y que algunos gobiernos han adoptado para lograr un desarrollo sostenible, luego se abordarán las normas y leyes correspondientes a nivel nacional que en materia de desarrollo urbano constituyen el eje central en la planeación, regulación y gestión urbana; posteriormente sigue el nivel estatal donde se presenta la Ley de desarrollo urbano sustentable del estado de Puebla que de manera breve define al desarrollo urbano, para finalizar se presentan los programas de desarrollo urbano aplicables al municipio de San Andrés, haciendo mención de los objetivos que se tienen en materia de desarrollo urbano para este municipio.



Fig. 10. Diagrama del Marco Normativo. Elaboración propia.

Para finalizar este apartado, se establece el marco contextual del área de estudio, esto se refiere a hacer mención de sus características como de estructura, equipamiento y población, primero haciendo una breve reseña histórica de cómo fue su desarrollo urbano y posteriormente mostrando datos cuantitativos de las características antes mencionadas.

2.1. MARCO NORMATIVO

2.1.1. Nivel internacional

2.1.1.1. Nueva Agenda Urbana (Organización de Naciones Unidas)

Dentro del ámbito internacional se retomó la **Nueva Agenda Urbana** (2016) de la ONU, en la cual se fundamenta este proyecto en los diferentes puntos de la sección de medios de aplicación definidos para la Planificación y gestión del desarrollo espacial urbano, donde se menciona la promoción de creación y acceso a nuevas tecnologías en materia de planeación, ordenamiento territorial y acceso a servicios públicos, también promueven la recopilación de datos, apertura, análisis y difusión para generar soluciones y mejoras de procesos de desarrollo urbano e integración de los interesados.

2.1.2. Nivel nacional

2.1.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Aprobada el 01 de diciembre de 1916 y publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 05 de febrero de 1917. Texto vigente. Última reforma publicada 24 diciembre de 2020.

Establece en el párrafo tercero del *Artículo 27* sobre el ordenamiento de asentamientos humanos, ya que le compete al estado dictar las medidas necesarias, previniendo usos, reservas y destinos de tierras, agua y bosques; ejecución de obras públicas, planear y regular la función, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, explotación y desarrollo de la propiedad rural.

Artículo 115 fracción IV habla de la competencia de los municipios y estados para expedir leyes, reglamentos y disposiciones administrativas referentes a centros urbanos. En la *fracción V* habla de las conurbaciones, *cuando dos o más centros urbanos se sitúen en municipios de dos o más entidades y formen una continuidad geográfica* será disposición de las entidades y municipios correspondientes la planeación y regulación del desarrollo de los centros urbanos con apego a la Ley Federal en materia.

2.1.2.2. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y

Desarrollo Urbano

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2016. Última reforma publicada 01 diciembre de 2020.

En el artículo 4 se menciona que la planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, centros de población y ordenación territorial deben hacerse con apego a los principios de política pública: derecho a la ciudad, equidad e inclusión, derecho a la propiedad urbana, coherencia y racionalidad (acorde a planes y políticas nacionales), participación democrática y transparencia, productividad y eficiencia (en las ciudades como eje de crecimiento económico), protección y progresividad del espacio público, resiliencia, seguridad urbana y riesgos, sustentabilidad ambiental y accesibilidad universal y movilidad.

En el artículo 11, habla de lo que le corresponde al municipio como los siguientes apartados:

II. Regular, controlar y vigilar las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios, así como las zonas de alto riesgo en los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio;

III. Formular, aprobar y administrar la Zonificación de los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio, en los términos previstos en los planes o programas municipales y en los demás que de éstos deriven;

IV. Promover y ejecutar acciones, inversiones y servicios públicos para la Conservación, Mejoramiento y Crecimiento de los Centros de Población, considerando la igualdad sustantiva entre hombres y mujeres y el pleno ejercicio de derechos humanos;

VI. Participar en la planeación y regulación de las zonas metropolitanas y conurbaciones, en los términos de esta Ley y de la legislación local;

XIV. Solicitar la incorporación de los planes y programas de Desarrollo Urbano y sus modificaciones en el sistema de información territorial y urbano a cargo de la Secretaría;

XVI. Intervenir en la prevención, control y solución de los asentamientos humanos irregulares, en los términos de la legislación aplicable y de conformidad con los planes o programas de Desarrollo Urbano y de zonas metropolitanas y conurbaciones, en el marco de los derechos humanos.

2.1.2.3. *Ley de Planeación*

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 1983. Última reforma publicada 09 abril de 2012.

Donde el artículo 2 menciona que *la planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible del país, con perspectiva de interculturalidad y de género, y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales, ambientales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.*

2.1.3. *Nivel estatal*

2.1.3.1. *Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla*

Publicada 26 de marzo de 2003.

En el artículo 67, se entiende por Desarrollo Urbano al conjunto de actos y procedimientos donde el Estado o Municipio supervisan la gestión y actividades urbanas para que se lleven a cabo de acuerdo con lo dispuesto por esta Ley, programas y reglamentos en materia de Desarrollo Urbano Sustentable.

2.1.4. *Nivel municipal*

2.1.4.1. *Programa municipal de desarrollo urbano sustentable de San Andrés Cholula 2008*

Publicado el 06 de febrero de 2008 en el Periódico Oficial.

En los objetivos que se plantea está el proporcionar a las autoridades responsables del desarrollo urbano un instrumento que ordene y regule los usos de suelo en beneficio de la población, lograr

un desarrollo urbano con ocupación racional del suelo promoviendo una adecuada densificación y satisfacer la demanda de vivienda.

2.1.4.2. Modificación Parcial al Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula (2011) Publicado el 03 de marzo de 2011 en el Periódico Oficial.

El Programa subregional de desarrollo de los municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula se creó con la finalidad de lograr regulación territorial entre dichos municipios, permitiendo una adecuada distribución de usos y destinos dentro del área de la Reserva Territorial Atlixcáyotl-Quetzalcóatl, y en su modificación se realizan los ajustes para conservar e incrementar el porcentaje de superficie de preservación ecológica, además de otras adecuaciones.

2.1.4.3. Reestructura y actualización del Plan municipal de desarrollo 2018-2021
Hace mención de un prototipo de gestión que se establece en el apartado 07 sobre Sostenibilidad del medio ambiente con desarrollo y valor local, en el cual se tiene como objetivo cuidar que el crecimiento urbano no deteriore los recursos y patrimonio ambiental y social, estableciendo ordenamientos para el aprovechamiento sustentable para ello se guiarán con los criterios establecidos en la Nueva Agenda Urbana, a los planes y programas de desarrollo urbano vigentes; una de las acciones funcionales que se establecen es, colaborar con diversos sectores para realizar un inventario de elementos geográficos como equipamiento e infraestructura para realizar un registro.

Dentro del prototipo de gestión 09 sobre Planeación urbana, equilibrada y sostenible, con valor territorial, donde su objetivo va encaminado a la mejora de las condiciones de vida en las localidades urbanas y rurales, acercando bienes y servicios para un desarrollo local equilibrado y justo; algunas de las acciones funcionales que establece este punto son: actualizar lineamientos oficiales en el Programa municipal de desarrollo urbano sustentable para la reorientación de políticas de control de crecimiento en el marco de la Nueva Agenda Urbana, promover la difusión de la carta urbana actualizada para consulta a través de medios electrónicos de libre acceso, *desarrollar una herramienta de planeación que contenga directrices en materia de movilidad urbana sustentable.*

2.2. MARCO CONTEXTUAL

El municipio de San Andrés Cholula cuenta con colonias y juntas auxiliares, en los límites con el municipio de Puebla se encuentra la siguiente delimitación del área de estudio que corresponde a la Zona de Angelópolis que colinda al norte por la Carretera Federal Puebla-Atlixco, al sur la Vía Atlixcáyotl, al oriente el Boulevard del Niño Poblano y al poniente el Periférico Ecológico y la divide el Boulevard Las Torres; forma parte de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala, cuenta con 6.15 km² de superficie, el municipio de San Andrés Cholula ha tenido problemas de límites, pero de acuerdo con el comunicado número 1344 del 6 de diciembre de 2013, se aprobó por el Congreso del Estado de Puebla la resolución de los límites entre Puebla y San Andrés Cholula (ver mapa 3).

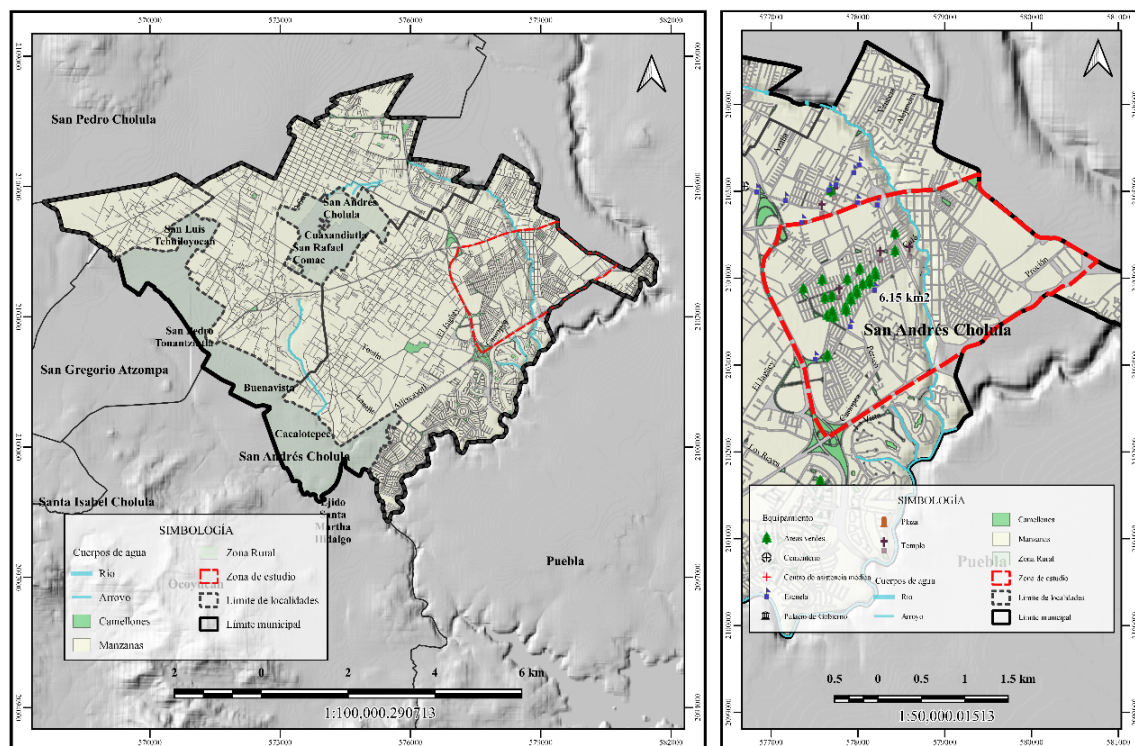


Fig. 11. Localización de la zona de estudio. Elaboración propia. INEGI. Marco Geoestadístico Integrado 2010.

Esta zona es parte de la Reserva Territorial Atlixcáyotl y del Mega proyecto Angelópolis, además de ser una centralidad de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala, el H. Ayuntamiento de San Andrés Cholula 2018-2021 (2020) menciona que la Reserva Territorial en 2010 tenía un total de 38,611 habitantes con una proyección para 2030 de 76,615. La Zona de estudio está dividida por la Avenida Las Torres y una corriente perenne denominada Arroyo el Zapatero que forma parte del Río Atoyac. La Reserva Territorial Atlixcáyotl es un polo de concentración de actividades comerciales, conjuntando equipamiento educativo, cultural, recreativo, entre otros, de carácter regional y con un gran desarrollo inmobiliario.

A continuación, se destacan los siguientes equipamientos de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Desarrollo Social:

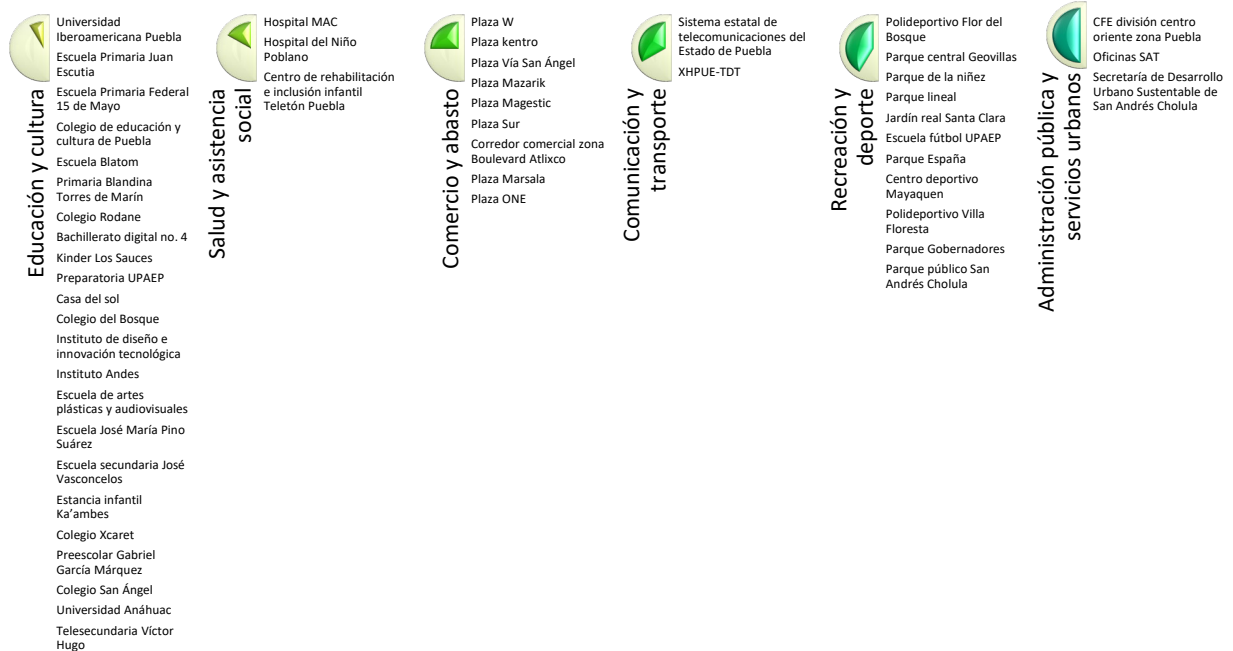
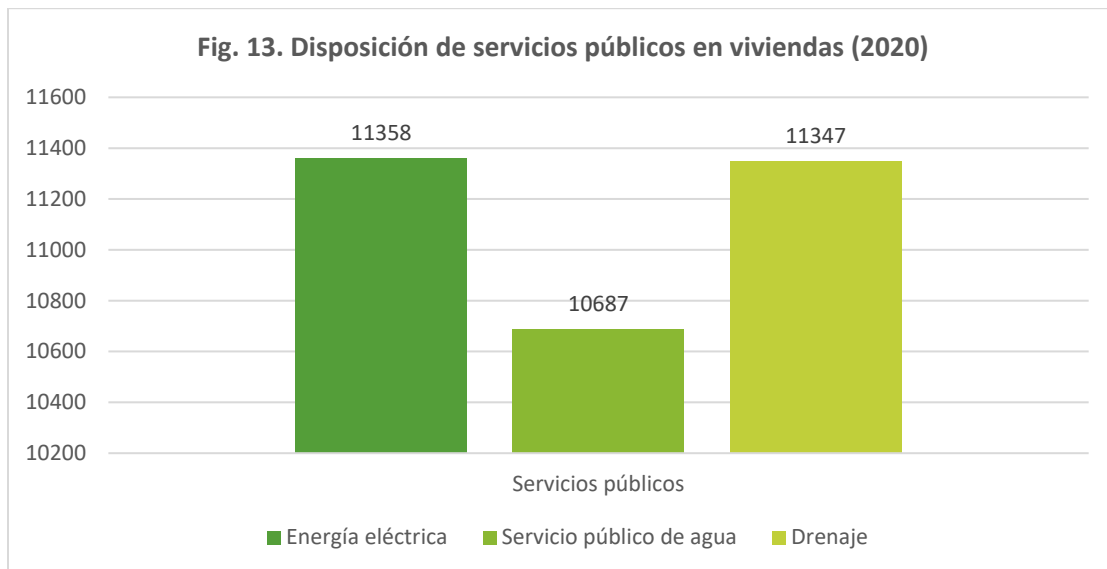


Fig. 12. Equipamiento urbano de la zona de estudio. Elaboración propia.

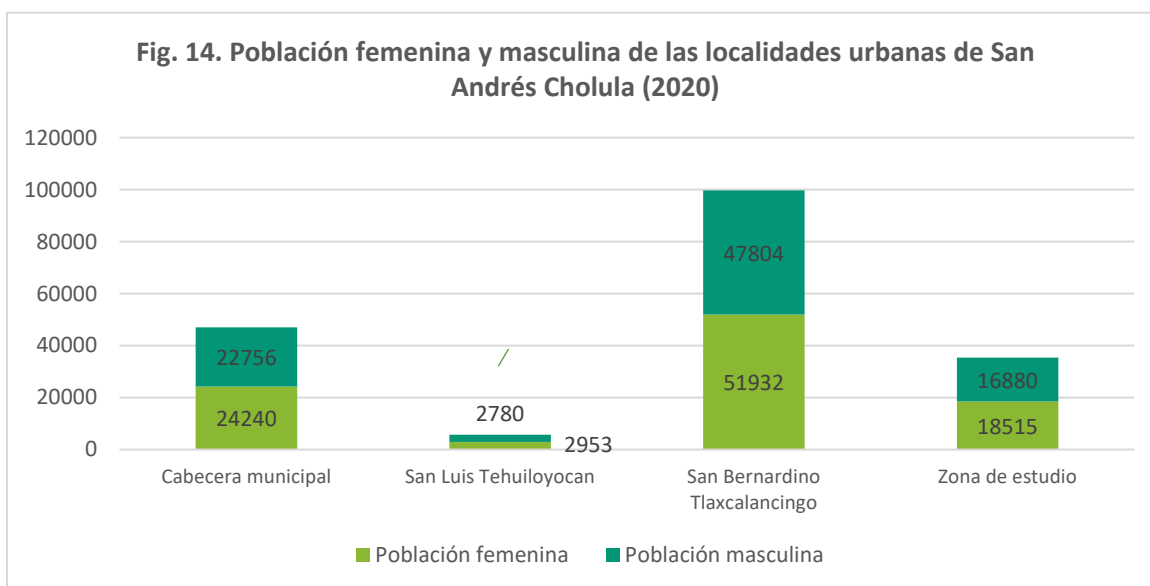
A pesar de tener una gran diversidad de equipamiento, la mayor parte de los establecimientos son de tipo privado, por lo cual no todos pueden acceder a sus instalaciones. En cuanto a la vivienda se tiene un total de 14,220, donde el 80.8% (10,239) están habitadas, del restante 912 viviendas son de uso temporal, de las viviendas habitadas la distribución de servicios que se puede observar en la figura 13:



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

Por lo que puede observar es que más de las viviendas habitadas están abastecidas con energía eléctrica y drenaje, pero en su totalidad están cubiertas con los servicios públicos correspondientes.

La población con la que cuenta la zona de estudio es de 35,492, que de acuerdo con el Censo de Población y vivienda 2020 representa un 23% de la población total del municipio y comparando el número de habitantes de las 3 localidades urbanas que se ubican en San Andrés Cholula junto con nuestra zona de estudio, podemos observar que la población de la Zona de estudio y la Cabecera municipal tienen una diferencia mínima, al representar el 30.4% de la población total del municipio. Además, la zona de estudio en cuanto a población es mucho mayor que la localidad de San Luis Tehuiloyocan, teniendo una densidad de 5,771 habitantes por kilómetro cuadrado. (Ver figura 14)



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

Del total de población se tiene que las personas con discapacidad para caminar, subir o bajar es de un 0.8%, así como quienes tienen limitación en las capacidades anteriormente mencionadas es de 1.9%, hay que tomar en cuenta la zona de estudio está rodeada y dividida por 5 vialidades importantes, una de ellas es el Periférico Ecológico que conforme a la restructura y actualización del Plan municipal de desarrollo 2018-2021, en 2014 tenía un aforo de 25 mil vehículos diarios, Vía Atlxcáyotl que ha provocado que el sureste del municipio se sature y en el punto donde converge con el Periférico Ecológico se da una alta saturación vehicular generada por las altas densidades de construcción urbana. Haciendo referencia a su estructura urbana, Hofmann Aguirre (2015) habla de las condiciones para trasladarse peatonalmente en esa zona son nulas, ya que existen zonas sin banquetas, señalética o cruces peatonales, los puentes que cruzan la Vía Atlxcáyotl tienen distancias de separación de 400 a 800 metros, además de que considera como vialidades regionales al Periférico Ecológico, la Vía Atlxcáyotl (pues se une a la Autopista de cuota Puebla-Atlixco) y Boulevard Atlixco, como vías primarias considera al Boulevard del Niño Poblano y Avenida las Torres. Como bien se menciona anteriormente, la propuesta se desarrolla en el municipio de San Andrés Cholula específicamente en una zona ya delimitada, en la siguiente tabla se mencionarán los insumos con los que se trabajará para la propuesta del modelo de Sistema de Información.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se abordará el proceso metodológico aplicado a este proyecto, pero antes se presenta una revisión de tres metodologías elegidas para identificar las fases o etapas y los procesos que se realizan en cada una de ellas, se realiza una breve descripción de qué consisten las fases que las componen, el autor de la metodología y el año de publicación.

También se realiza una comparativa entre metodologías, agrupándolas en tres etapas: planeación, diseño y desarrollo, las cuales engloban o resumen las fases de cada metodología o que tienen relación, como siguiente se presenta la propuesta metodológica retomando estas etapas y algunos de los procesos que mencionan en estas metodologías y que son importantes para este proyecto, además de los insumos y requerimientos para ellos.

Se realizó una revisión de diferentes metodologías con el fin de determinar los procesos y etapas que se requieren para un sistema de información geográfica, para ello la primera metodología que se presenta es la de **Tomlinson (2007)** donde la estructura de la siguiente forma:

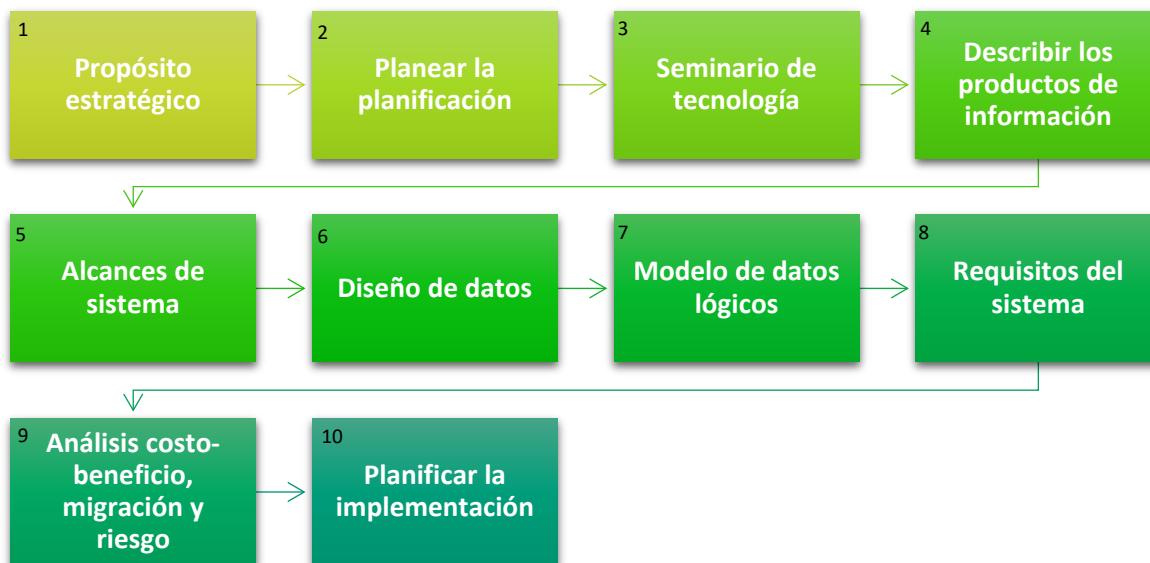


Fig. 15. Esquema metodológico de Roger Tomlinson.

El propósito estratégico nos determina los objetivos y metas del sistema, además que permite evaluar la influencia del SIG en la organización de la empresa; en la segunda etapa se determinan los recursos, se plantea lo que se quiere hacer y lo que se necesita para hacerlo, así como la aprobación y financiamiento del cliente; la tercer etapa es la realización de seminarios en la dependencia donde se aplicará el SIG, con el fin de recabar los requerimientos específicos a través de la participación y colaboración de quienes serán usuarios, también con estos seminarios se pueden establecer los productos finales que en la siguiente etapa estos productos se definen y describen de manera puntual.

La etapa cinco fija los alcances del sistema, esto implica el tipo de datos, qué datos se adquirirán y para qué se usarán; el diseño de datos es conjuntar toda la información geográfica que se adquirió

en una base de datos, al elegir el tipo de base de datos se procede al modelo de datos lógicos en el cual se toman en cuenta la precisión de los datos, estándares y requisitos; para los requisitos del sistema se precisan funciones, interfaz, capacidad y comunicación del sistema; en la fase nueve ya estará el modelo conceptual del SIG pero se buscará manera de implementar el diseño a través del costo-beneficio, migración y riesgo; en la ultima etapa se planea la implementación.

La segunda metodología es presentada por Escalona (2001) en una comparativa sobre metodologías de Sistemas de Información, donde se retoma la denominada *Hypermedia Flexible Process Modeling Strategy* (HFPM), propuesta por **Olsina** (1998), la estructura que presenta es la siguiente:

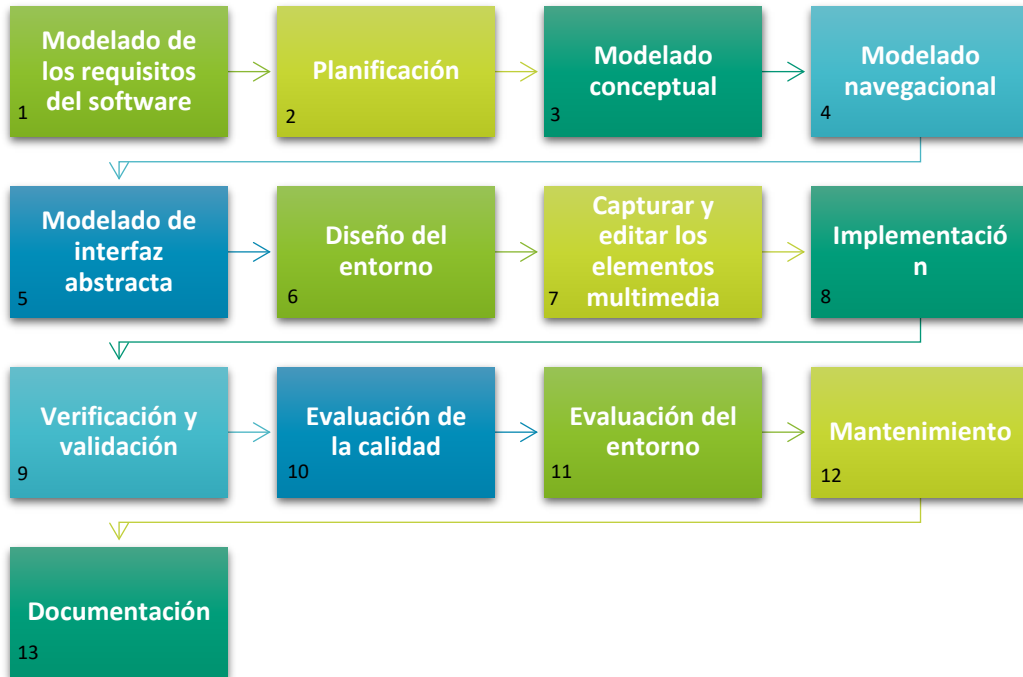


Fig. 16. Esquema metodológico Hypermedia Flexible Process Modeling Strategy (HFPM).

La primera etapa consta de una descripción del problema, los requerimientos y el modelado de datos e interfaz; para la segunda se establece un plan de trabajo evitando presentar algún proceso a seguir, dentro del modelado conceptual se analiza el dominio del problema y el modelo del sistema se genera a partir de un diagrama de clases, en el modelo navegacional se analizan las necesidades del usuario y el contexto de navegación para poder representarlo; el modelado de la interfaz abstracta es diseñar la interfaz sin meterse al lenguaje de programación para ello se detectan objetos, eventos y enlaces que corresponden para cada usuario con el fin de diseñar algunos prototipos. En el diseño del entorno se decide la arquitectura del sistema y subsistemas que lo compondrán, esto puede ser a partir de patrones; para la siguiente etapa se especifican los medios con los que se trabajará como tipos de almacenamientos, en cuanto a la implementación es ejecutar el programa para que en la fase de verificación y validación se analicen los resultados de la ejecución, en la evaluación del entorno se decide si fue aplicable el programa y se adecúa a las necesidades, una vez que es aceptado pasa a la siguiente fase que es mantenimiento, que puede ser correctivo,

aumentativo o adaptivo; el proyecto finaliza con la documentación del sistema donde se especifique cada fase, el resultado de las pruebas en las fases 9 a 11 y el manual del usuario.

Como última metodología se seleccionó la determinada por la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (2017) de la **Universidad Nacional Autónoma de México** que establece las siguientes etapas:



Fig. 17. Esquema metodológico de Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (2017) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En esta metodología también se presentan tipos de modelos de ciclo de vida de un sistema, estos modelos definen el orden de actividades, coordinación, retroalimentación y enlace entre las fases, da algunos ejemplos como el modelo en cascada donde cada fase está separada y no se puede empezar una sin acabarse la anterior, además de que se deben realizar varias iteraciones entre las fases de desarrollo; el segundo modelo es el de espiral, que es una combinación de un modelo de cascada y uno basado en prototipos, siguen ciclos de cuatro fases; el último modelo es el iterativo incremental que aplica el modelo cascada como un complemento en los incrementos.

Estas metodologías al relacionarse entre sí comparten algunas similitudes en las fases y los procesos que las comprenden, para poder sintetizar su revisión se clasificaron en tres grupos de acuerdo con la temática: planificación, diseño y desarrollo, en el siguiente esquema se muestra esta división, en el caso de la fase de documentación de la metodología de Olsina, no se toma en cuenta en la clasificación al ser parte elemental de todas las fases que comprenden, en el caso de Tomlinson, muestra los requisitos como una etapa media, mientras que las otras metodologías presentan los requerimientos como etapas iniciales. (Ver figura 18)



Fig. 18. Esquema comparativo de las fases metodológicas. Elaboración propia.

Se destacan las fases donde presentan el propósito del proyecto, identificación del problema, objetivos, requerimientos, planificación y análisis como parte importante de una fase de planificación, para la fase de diseño es importante señalar los alcances del sistema y el diseño de datos, del entorno y la interfaz, así como su documentación, en el desarrollo se contempla sólo llegar a la captura de elementos multimedia y la implementación, pues el objetivo es generar un modelo de sistema.

3.1. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Retomando las fases que se contemplaron anteriormente y aplicando el modelo *Waterfall* o de cascada, se realiza el siguiente esquema (ver figura 19) que estructura la metodología a seguir en este proyecto, más adelante se explicarán en qué consisten los procesos que conforman estas fases, es importante aclarar que se pretende sólo llegar al modelo lógico del sistema, pero al ser pequeña la zona de estudio se puede llegar a un prototipo del mismo.



Fig. 19. Esquema metodológico. Elaboración propia a partir de los antecedentes.
*Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable del municipio de San Andrés Cholula.

3.1.1. Planificación

La primera etapa es la de Planificación, en esta etapa las tareas principales fueron la obtención de información, delimitación del proyecto, elicitación de requerimientos y la factibilidad del proyecto.

3.1.1.1. *Obtención de información*

De acuerdo con objetivos (general y particulares), se fijaron los cuatro departamentos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula para el modelo de sistema: Movilidad y proyectos urbanos, Alineamiento y número oficial, Uso de suelo y Geomática.

Al solicitar la información de estos departamentos se realizó una revisión, donde se dio mayor importancia a la información que cumpliera con las siguientes características:

- Que puedan ser ubicados espacialmente (georreferenciar) y que la información pueda representarse en el espacio y sea acorde con estos departamentos.
- Que sean datos de consulta para la realización de algún trámite de estos departamentos.
- Que sean formatos: KMZ, KML, Hoja de cálculo, documento de texto, mapas en formato de imagen o PDF, shapefile y ráster.
- Programas de desarrollo municipal, leyes y normas que regulan a esta dependencia.

Terminada la revisión, se realizó un inventario en formato de tabla con la fuente, la información que contiene y el formato de la información; esto con el fin de disponer de estos insumos para la base de datos.

3.1.1.2. Delimitación del proyecto

En esta fase, las actividades que se realizaron fue el diagnóstico de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable donde se explicó lo siguiente:

- Procedimientos operacionales que realizan los departamentos seleccionados, con el fin de identificar relación entre ellos para luego retomarlo en los requerimientos.
- Se explicó el almacenamiento actual de la información de la Secretaría y los formatos de información con los que actualmente se cuentan.
- Los equipos de cómputo y sus características, así como los softwares que se manejan, enfocándose sólo en los departamentos a trabajar.
- Se establecieron alcances (qué es lo que se pretende lograr), debilidades de los formatos de información, de operación y de estado actual del sistema con el que cuentan; limitantes en cuanto a lo que se abarcará (temporalidad, aspectos sobre los departamentos y oportunidades que favorecen a la creación del sistema a nivel operacional.
- Se levantó un programa de necesidades, en este se mencionan elementos que contiene el sistema y las actividades que se llevan a cabo para su realización.

3.1.1.3. Elicitación de requerimientos

En la etapa de obtención de información, se habló con los jefes de departamentos para obtener los requerimientos y necesidades para un mejoramiento operacional, resumiéndose en lo siguiente:

- Una interfaz que conjunte información tabular de los trámites y la representación gráfica del predio.
- Observar la información de los Planes de desarrollo sin tener que abrir diferentes archivos.
- Generación de la base de datos de trámites que pueda ser usada por los diferentes departamentos que conforman a la Secretaría.
- Capas de consulta comunes.
- Automatización de algunos pasos operacionales para un trámite.
- Interoperabilidad en la información.

Posteriormente se seleccionaron los softwares y hardware requeridos para el procesamiento de la información y el modelo de sistema, mostrando las ventajas y características para la aplicación de estos, también se hizo mención del factor humano, ya que este es determinante para la realización de las tareas de procesamiento, definiéndose los roles que tienen y las actividades a realizar.

Se determinaron los procesos por los cuales pasó la información obtenida para ser incorporada al sistema, estableciendo el formato estándar que deberá tener para su uso. Se definió el formato de los archivos en shapefile con EPSG 32614, generando los metadatos de cada uno basándose en los

estándares ISO-19115 e ISO-19113 que maneja la Norma técnica para la elaboración de metadatos geográficos del SNIEG (Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica).

En la tabla 2, se pueden observar los tipos de insumos y procesos que se llevaron a cabo para la estandarización de información.

Tabla 2. Insumos y procesamiento

INSUMOS	FUENTE	PROCESAMIENTO	SOFTWARE	PRODUCTO
Mapas en formato PDF e imagen	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula	<ul style="list-style-type: none"> Georreferenciación y digitalización, establecer sistema de referencia Generar metadatos Generar tabla en base de datos Inserción a base de datos 	QGIS/ArcGIS SICAM Db Designer Fork/PostgreSQL	Shapefiles EPSG 32614 Metadato Registro en base de datos
CAD	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula	<ul style="list-style-type: none"> Georreferenciación, vectorización y sistema de referencia Generar metadatos Inserción a base de datos 	QGIS/ArcGIS SICAM Db Designer Fork/PostgreSQL	Shapefiles EPSG 32614 Metadato Registro en base de datos
Hojas de cálculo	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula	<ul style="list-style-type: none"> Ubicar predios en la cartografía y digitalizar. 	PostgreSQL	Base de datos
Ráster	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula	<ul style="list-style-type: none"> Generar metadatos Inserción a base de datos 	SICAM Db Designer Fork/PostgreSQL	Metadato Registro en base de datos
KMZ	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula	<ul style="list-style-type: none"> Convertir a shapefile Inserción a base de datos Generar metadato 	ArcGIS Db Designer Fork/PostgreSQL SICAM	Shapefile EPSG 32614 Registro en base de datos Metadato
GAIA	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	Web Map Service	QGIS	Capas de consulta
RAN	Registro Agrario Nacional	Web Map Service	QGIS	Capas de consulta

Tabla 2. Insumos y procesamiento. Elaboración propia.

El proceso de georreferenciación lo define ESRI (s.f.) como el uso de coordenadas del mapa para asignar una ubicación espacial a entidades geográficas, en este caso, se usó el EPSG o Sistema de Referencia 32614 (WGS 84/UTM zona 14). La digitalización es la conversión de la información a una representación digital, en este caso la conversión de la información recabada a shapefile.

Un metadato es la descripción del dato espacial, Olaya (2012) establece algunas de las características que debe tener un metadato como: contenido, forma de almacenamiento y referencia

a la que hace esta información; existen estándares internacionales como las ISO 19113 y 19115 creada por el Open Geospatial Consortium que establece lineamientos para la calidad de información geográfica y la creación de metadatos, ambas normas se retoman en la Norma Técnica para la Elaboración de Metadatos Geográficos implementada por el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) del INEGI y es de las pocas normativas que existen a nivel nacional de esta temática, a su vez se creó la aplicación SICAM que funciona como generador de metadatos.

Como siguiente tarea fue importante determinar los requisitos funcionales, estos son aquellos que definen las acciones del sistema ante determinados insumos y muestran también lo que el sistema no debe hacer, con el fin de determinar la interacción que tendrá con el usuario; también se establecieron los requerimientos no funcionales, que son restricciones de servicios o funciones del sistema como el tiempo, cuestiones de seguridad o estándares. De igual forma se identificaron los requerimientos de almacenamiento, esto refiere a identificar conceptos que guardarán como información y la información almacenada para delimitar qué es lo que cada departamento almacenará en la base de datos.

3.1.1.4. *Factibilidad del proyecto*

Se precisó en la disponibilidad de los recursos humanos, materiales y administrativos que se tiene para aplicar el sistema en esta dependencia, se tomó en cuenta el diagnóstico y parte de los requerimientos, identificando las ventajas y potencial que se obtendrá a partir de la aplicación de este sistema en la Secretaría, este apartado es breve porque sólo se hizo mención de los anteriores aspectos, ya que este proyecto se pensó en la necesidad que esta dependencia tenía y que se retoma al no tener el personal capacitado para la realización de este sistema.

3.1.2. Diseño

3.1.2.1. *Diseño de la arquitectura del sistema*

En esta etapa se especificaron los elementos que componen al sistema, para ello se tomó en cuenta los requerimientos, desde la información de entrada y salida, así como el almacenamiento y la operación, con el fin de organizar y establecer cómo se conectarán, presentado a través de un esquema que permita ver la conexión entre todos los componentes.

Aquí también se muestran los parámetros y atributos de calidad del sistema, también se estableció la estructura que tendrá la base de datos, los datos que contendrá (pero no se profundizará ya que en el siguiente apartado se explica el diseño de la base de datos).

3.1.2.2. *Diseño de la base de datos*

Las bases de datos son esquemas de almacenamiento de datos que permiten la interacción de varios usuarios, a través de un gestor de base de datos donde se administra la misma, para objeto de este proyecto se presenta el diseño y estructuración de esta base de datos.

El objetivo de esta base es *diseñar el modelo conceptual, lógico y físico de la base de datos para la gestión del desarrollo urbano de San Andrés Cholula en el estado de Puebla enfocado en*

aspectos de Movilidad y Proyectos urbanos, Alineamiento y número oficial, Usos de suelo y Geomática, que sea interoperable y se rija por reglas de negocios para su operabilidad.

Se fijaron los siguientes alcances:

- Estandarización y normalización de información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula.
- Incorporar información de los programas de desarrollo que tiene el municipio para la consulta de los departamentos que conforman la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula.
- Establecer reglas para el manejo de información.

De acuerdo a estos alcances se identificó a los responsables estratégico, táctico y operativo y se elaboró el modelado conceptual de la base, donde se indicaron las relaciones y atributos de lo que contendrá la base de datos, el resultado fue el modelo de entidad-relación.

Después se consolidó el modelo lógico, en el cual se elige el tipo de base de datos (si es una base de datos relacional u orientada a objetos), el esquema de entidad relación se convierte en un modelo lógico o relacional donde se muestran las tablas y sus relaciones y se eligió el Sistema Gestor de la Base de Datos (SGBD) que es PostgreSQL.

Se eligió el tipo de relación (uno a uno, uno a muchos, muchos a muchos) entre entidades y la descripción de los atributos, parámetros de conexión, roles, usuarios y contraseñas (en este caso se determinó el formato para generar un usuario en la base de datos) y estándares.

3.1.2.3. *Diseño de la interfaz gráfica*

La información estandarizada se agrupó de la siguiente manera: General, Departamentos, Histórico y WMS. (ver figura 20)

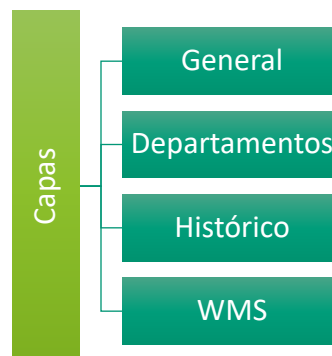


Fig. 20. Organización de los grupos de capas. Elaboración propia.

Como resultado de ese agrupamiento se realizó el diccionario de datos que muestra el nombre de la capa, la clave, número de dígitos, el tipo de carácter, descripción, formato y tipo de dato; se delimitaron los parámetros que tienen las capas que se despliegan en el proyecto, para ello se describen los siguientes aspectos:

Organización: se determinaron grupos por el tipo de información que contienen y de la fuente que provengan.

Color: definir los colores para cada capa, que no sean agresivos visualmente y sean uniformes, para ello se usaron transparencias, para las líneas se usaron diferentes grosores.

Etiquetas: se definió la escala para la visualización de etiquetas en cada capa, el tipo de fuente, el número de fuente, el color y qué mostrará la etiqueta.

Las capas que van al final son los Web Map Service de INEGI y del RAN, ya que solo son de consulta y serán activadas cuando sean requeridas.

3.1.3. Desarrollo

3.1.3.1. Creación de base de datos

Se creó el diseño físico de la base de datos por medio de la importación de la información por medio de QGIS, para verificar la interoperabilidad entre usuarios se necesita de una conexión local y para poder definir una base de datos de tipo espacial se requirió de la extensión de PostGIS en PostgreSQL.

Se habilitó la extensión PostGIS para generar una base de datos espacial con el siguiente código:

```
CREATE EXTENSION postgis;
```

La conexión de la base de datos con QGIS se realizó mediante PostGIS, en el nombre de la conexión se colocó el nombre de cómo se llamará en QGIS, en anfitrión es el IP del usuario, en este caso al estar la base de datos en el mismo equipo es localhost, el puerto es por defecto, en base de datos es a la que se quiere hacer la conexión, en nombre de usuario y contraseña es el correspondiente al que se le genere a cada usuario, en este caso fue postgres. (Ver figura 21)

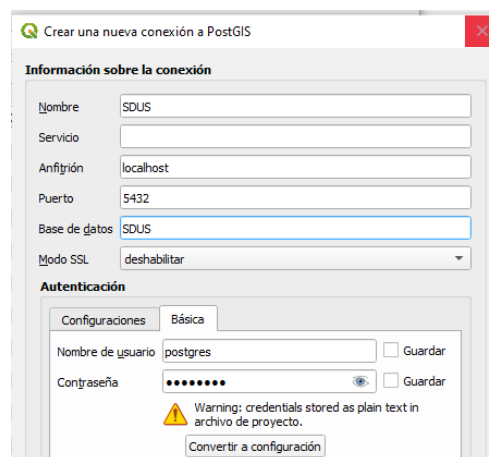


Fig. 21. Conexión de QGIS a PostGIS

La información ya en formato shapefile con los atributos requeridos y EPSG 32614, estandarizada y normalizada, se importó con el menú *Administrador de BBDD* de QGIS a la base de datos, se seleccionó el esquema *pública* y el nombre del archivo o shapefile correspondiente.

Algunas tablas se modificaron en PostgreSQL para cambiar la llave primaria que aparece por defecto, esto es, que el identificador único que se determinó por defecto se cambió, en el caso de predios se estableció como llave primaria el cup, para ello se generó el siguiente código:

```
--Quitar llave primaria que está por default
ALTER TABLE <nombre de la tabla>
DROP CONSTRAINT <nombre de la tabla>_pkey;

--Modificar la llave primaria
ALTER TABLE <nombre de la tabla>
ADD PRIMARY KEY (<nombre del campo>);
```

También se generaron las llaves foráneas correspondientes con el siguiente código:

```
ALTER TABLE <nombre de la tabla>
ADD CONSTRAINT FK<nombre del campo>
FOREIGN KEY (<nombre del campo>)
REFERENCES <nombre de la tabla> (<nombre del campo>)
```

3.1.3.2. Personalizar interfaz gráfica

La personalización de la interfaz comprendió la organización de las capas, la visualización de datos, la conexión de los Web Map Services que se refieren en el diseño de la interfaz gráfica.

Para la configuración de la visualización de datos se tomaron en cuenta las siguientes variables visuales:

- Tamaño
- Color

Estas variables determinaron la simbología de las capas, en cuanto al tamaño se definieron los grosores de línea, dimensión de los elementos puntuales; para la variable de color se tomó en cuenta que los colores que se usaron para cada capa permitieran visualizar los demás elementos; otro elemento que está influenciado por estas variables son las etiquetas, estas se personalizaron de acuerdo con la información que se quería mostrar, en dónde se quería situar (variables de posición y orientación), el tipo de letra y el tamaño. Para los elementos puntuales no se tomó en cuenta la variable forma porque no se utilizaron elementos diferentes al punto convencional.

Los estilos que se aplicaron a estas capas se guardaron dentro de la base de datos (ver figura 22), esto es en las propiedades de la capa, en el apartado de estilos. Este paso se realiza para que la simbología esté homologada dentro de la base de datos y los usuarios tengan los mismos elementos:

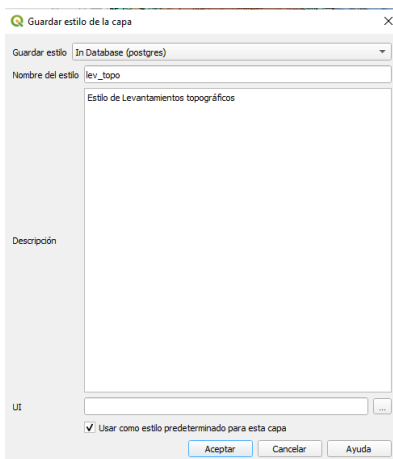


Fig. 22. Guardar estilos de capa

Dentro de esta etapa también se realizó la conexión con los WMS del DENUE de INEGI y el RAN, en las páginas correspondientes se ubicó el enlace para el servicio, en el caso de INEGI, se ubica en el apartado de Guía para desarrolladores:

<http://gaia.inegi.org.mx/NLB/tunnel/wms/wms61?>

Para el caso del Registro Agrario Nacional, la página donde se encontró el enlace del WMS es en:

http://sig.ran.gob.mx/cgi-bin/ran_wms?

QGIS tiene la opción de hacer conexiones con los Web Map Services y se conectaron por medio de estos enlaces.

Al describir cada una de las etapas o fases, servirá para entender los pasos que se llevaron a cabo para la realización de este proyecto, en el siguiente diagrama (ver figura 21) se muestran las etapas, procesos e insumos que se requieren y se realizaron para obtener el resultado final que es el modelo del sistema.

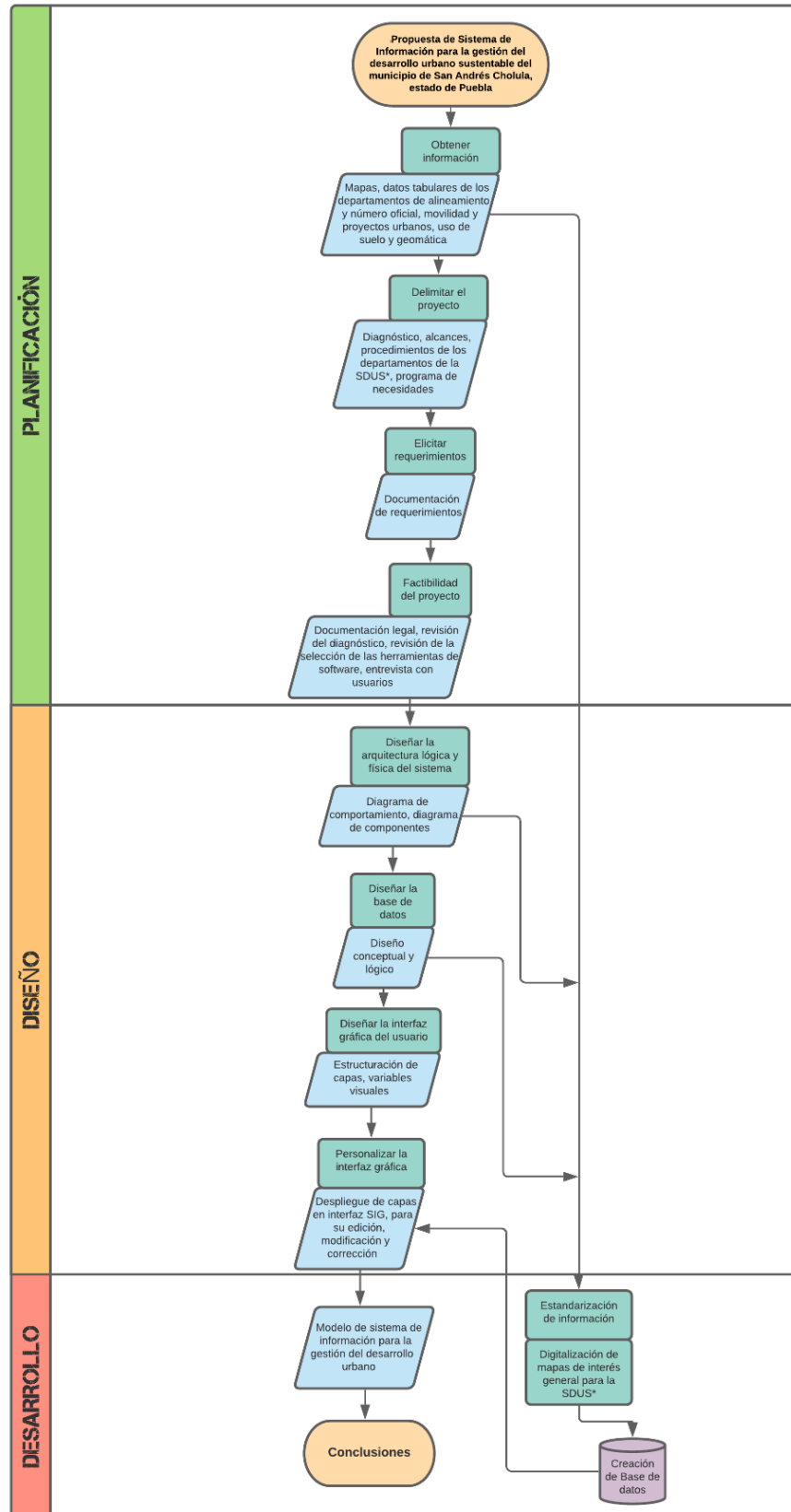


Fig. 23. Diagrama de flujo de la metodología para el sistema de información de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula. Elaboración propia.

*Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable del municipio de San Andrés Cholula.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4. RESULTADOS

En este capítulo se presenta la aplicación de la metodología propuesta con la información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de acuerdo con las fases ya mencionadas anteriormente, se muestra la información de acuerdo con los apartados, el procesamiento de los datos y su presentación final.

No serán abordadas las conclusiones o limitantes más que sólo información técnica de la propuesta, porque más adelante habrá un capítulo para ello.

4.1. PLANIFICACIÓN

4.1.1. Obtención de información

En la revisión y validación de la información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable, se destacaron las siguientes fuentes, la información de cada una y el formato en el que se encuentra, generando la siguiente tabla:

Tabla 3. Inventario de información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de San Andrés Cholula, Puebla.

Fuente	Información	Formato
Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas de Uso de suelo 2011 • Tablas de equipamiento por unidad territorial • Tabla de coeficiente de utilización y de ocupación del suelo (COS/CUS) • Tabla de compatibilidad de uso de suelos. 	Formato digital PDF.
	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de la modificación del Programa Subregional de Desarrollo Urbano. 	DWG
Modificación Parcial del Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas de uso de suelo 2004 • Tabla de coeficiente de utilización y de ocupación del suelo (COS/CUS) 	Formato digital PDF.
	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de Modificación Parcial del Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula (2004) 	DWG
Programa parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Atlixáyotl (sur) 2003	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de usos de suelo (2003) y compatibilidad • Tabla de coeficiente de utilización y de ocupación del suelo (COS/CUS) 	Formato digital PDF.
	Mapas de:	DWG

	<ul style="list-style-type: none"> • Zonificación secundaria • Área de estudio • Medio físico natural • Infraestructura • Carta urbana • Usos actuales • Estructura vial • Estructura vial alternativa 	
<p>Programa municipal de desarrollo urbano sustentable de San Andrés Cholula 2008</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de usos de suelo • Tabla de localidades por prestación de servicios • Tabla de equipamiento urbano • Tabla de superficie erosionada del suelo • Tabla de densidad de población • Tabla de proyectos de vialidades • Tabla de densidades 	Formato digital PDF.
	<p>Mapas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructuración vial • Ordenamiento urbano • Síntesis diagnóstico • Articulación ámbito regional • Reservas y etapas de desarrollo • Equipamiento urbano • Calidad ecológica • Topográfico • Imagen urbana • Reserva territorial • Riesgos y vulnerabilidad • Zonas de mejoramiento • Vivienda 	JPG
<p>Cartografía del departamento de Geomática</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamientos topográficos • Predios, construcciones, pozos de visita y luminarias, municipio, colonias • Ortofoto 	<p>Shapefile</p> <p>Ráster</p>
<p>Uso de Suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Concentrado tabular de trámites del municipio 	Hoja de cálculo
<p>Alineamiento y número oficial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de trámites de alineamientos y números oficiales (2017) 	DWG
<p>Movilidad y Proyectos Urbanos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planos de obras públicas (5) 	DWG
	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de obras públicas 	Hoja de cálculo
	<ul style="list-style-type: none"> • Sitios de taxi 	KMZ

Tabla 3. Inventario de información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de San Andrés Cholula, Puebla. Elaboración propia.

La información que se obtuvo se limitó solo a archivos digitales, ya que no se tuvo acceso a documentación en papel ni a datos personales de los usuarios como el nombre o cuenta predial, por ello se limitó a lo que la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable facilitó.

4.1.2. Delimitación del proyecto

Como se mencionó anteriormente la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula cuenta con cuatro direcciones conteniendo doce departamentos en ellas (ver página 6), es importante conocer la forma de operar de los departamentos en los que nos enfocaremos, así como las herramientas y personal con los que cuentan actualmente para determinar la información que se colocará en la base de datos.

4.1.2.1. *Procedimientos operacionales de los departamentos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable*

Según el Manual de procedimientos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula en el departamento de Alineamiento y número oficial, se realizan cinco trámites:

1. Alineamiento y número oficial, es el documento que identifica la traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía pública en uso con la futura, indicando restricciones o afectaciones de carácter urbano.
2. Actualización de alineamiento y número oficial.
3. Alineamiento y número oficial para giro comercial.
4. Derivados del alineamiento y número oficial.
5. Constancia de identificación del predio, se tramita cuando no se tiene frente a vía pública.

Para cada trámite se solicita los siguientes documentos:

Tabla 4. Documentación para trámites del departamento de Alineamiento y Número Oficial

Alineamiento y número oficial	Actualización	Giro comercial	Derivados	Constancia de identificación del predio
Formato de solicitud	Documento anterior del Alineamiento y Número Oficial	Escritura inscrita en el Registro Público de la Propiedad o Título	Escritura inscrita en el Registro Público de la Propiedad	Escritura inscrita en el Registro Público de la Propiedad
Escritura inscrita en el Registro Público de la Propiedad o Título		Ubicación georreferenciada	Tabla de indivisos	Levantamiento topográfico
Ubicación georreferenciada		Solicitud de autorización de superficie a ocupar y croquis dentro del predio	Alineamiento y Número Oficial	
Levantamiento topográfico (predios mayores a 1000 m ²)		Alineamiento y Número oficial	Licencia de Uso de Suelo	

Libertad de Gravamen, autorización de lotificación, fusión, subdivisión o segregación			Constancia de terminación de obra	
Dictamen técnico (CONAGUA, Protección civil, CFE)			Autorización de fraccionamiento, distribución de áreas y cartografía autorizada	

Fuente: Manual de procedimientos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable 2018-2021. Alineamiento y Número Oficial.

Para el departamento de Uso de suelo que realiza los trámites de:

1. Factibilidad, consiste en definir si el predio o inmueble es viable de acuerdo con el programa de desarrollo urbano vigente.
2. Licencia, sirve para conocer las condicionantes que tiene el predio antes de realizar la licencia de construcción.
3. Constancia, indica el uso asignado por el programa de desarrollo urbano sustentable vigente, sirve para trámites notariales y aprobaciones de proyecto.
4. Específico (giro comercial), conocer las condicionantes para tramitar la licencia de funcionamiento.

Para estos trámites se solicitan los siguientes documentos:

Tabla 5. Documentación para trámites del departamento de Uso de suelo

Factibilidad	Licencia	Constancia	Giro comercial
Alineamiento y número oficial	Recibo de predial	Recibo de predial	Recibo de predial
Anteproyecto arquitectónico	Anteproyecto arquitectónico	Terminación de obra	Terminación de obra
Fotografías del inmueble	Fotografías del inmueble	Terminación de obra	Terminación de obra
Recibo de predial	Alineamiento y número oficial	Recibo de energía eléctrica	Recibo de energía eléctrica
Renovación de obra	Factibilidad de agua potable y drenaje	Fotografías del inmueble	Croquis de distribución
Avalúo catastral	Terminación de obra	Alineamiento y número oficial	Fotografías del inmueble
Recibo de energía eléctrica	Avalúo catastral	Licencia de funcionamiento comercial	Propuesta de anuncio
Terminación de obra			Alineamiento y número oficial
			Licencia de funcionamiento comercial

Fuente: Manual de procedimientos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable 2018-2021. Uso de suelo.

Los trámites de movilidad y la documentación requerida son los siguientes:

1. Dictamen de impacto vial, en este documento se da a conocer la factibilidad del impacto vial del proyecto a desarrollar entre vialidades.
2. Levantamiento topográfico, en él se ubica el predio en la cartografía del municipio para la realización de trámites notariales.
3. Dictamen de integración vial, se establece la integración vial de manera oficial del predio con base al programa de desarrollo urbano sustentable vigente.

Tabla 6. Documentación para trámites del departamento de Movilidad

Dictamen de impacto vial	Levantamiento topográfico	Dictamen de integración vial
Escritura inscrita en el Registro Público de la Propiedad o Título	Identificación del propietario	Escritura inscrita en el Registro Público de la Propiedad o Título
Proyecto arquitectónico	Fotografías de inmueble	Acuerdo de apertura de vialidad autorizado por los propietarios
Estudio de impacto vial	Libertad de gravamen	Oficio de reconocimiento oficial de vialidad por parte de Sindicatura Municipal
Plano de conjunto arquitectónico georreferenciado	Oficio de reconocimiento oficial de vialidad por parte de Sindicatura Municipal	Levantamiento topográfico
Alineamiento y número oficial		
Licencia de uso de suelo		

Fuente: Manual de procedimientos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable 2018-2021. Movilidad.

En el **anexo 1**, se adjuntan los diagramas de flujo de cada trámite realizado por los departamentos correspondientes a excepción de los de movilidad, se puede observar que algunos de los trámites se enlazan con otros de los diferentes departamentos.

4.1.2.2. Información

La información con la que cuenta la Secretaría se almacena de forma analógica, por ello es que en sus instalaciones tienen grandes volúmenes de documentos en papel correspondientes a trámites anteriormente realizados, los departamentos para este proyecto cuentan con bases de datos personales, que más bien son los registros trámites que realizan en archivos CAD donde ingresan la poligonal con el folio correspondiente o generan KMZ para guardar su información, en el caso de Geomática son shapefiles.

Los programas de desarrollo que se han realizado en el municipio presentan información que es consultada por los analistas y encargados para la validación de sus trámites, pero al ser información que se presenta en archivos PDF o algún formato de imagen, se encuentran obligados a abrir diferentes archivos para su consulta.

4.1.2.3. Hardware y software

El hardware con el que cuentan estos departamentos es variado teniendo Workstations de 8 Gb en RAM, con procesador Intel Core i7 o i5 de quinta generación, con tarjeta de video integrado así como también ensambles, cada uno con un monitor de diferentes marcas, por lo que no cuentan con la capacidad que se requieren para el manejo de este tipo de información, al crearse el departamento de Geomática, se adquirieron cuatro Workstations HP Z8 G4, con procesador Intel Xeon Plata 4114 con 13.75 MB de caché, 10 núcleos, 1Tb de disco duro y tarjeta de video p4000 de Nvidia; y con dos monitores cada una.

El Sistema de Gestión de Desarrollo Urbano que se denomina E-Gob, facilita a los operadores o más bien a los encargados de los departamentos la administración de los trámites, pero sólo esta se enfoca en lo administrativo y no relaciona la parte geoespacial.

En la siguiente tabla se muestran los procesos que realiza cada departamento, así como el software que se utiliza y el personal que está en cada uno:

Tabla 7. Procesos realizados por cada departamento

Departamentos	Producto	Software	Perfil de operadores
Proyectos urbanos y Movilidad	Localizar/analizar sectores que requieran infraestructura, soporte técnico en proyectos urbano-arquitectónicos	AutoCAD, Google Earth, Excel	Jefe Arquitecto Analista Urbanista
	Dictamen de impacto vial, dictamen de integración vial, levantamiento topográfico	Word, AutoCAD y ArcGIS	Jefe Ingeniero topógrafo Analista Urbanista
Alineamientos y números oficiales	Constancias o dictámenes de alineamiento y número oficial, constancias de identificación del predio.	AutoCAD, Word, Excel, Google Earth	Jefe Arquitecto Analistas Arquitecto, Ingeniero topógrafo
Uso de suelo	Licencias de uso de suelo, factibilidad de uso de suelo, constancia de uso de suelo	Word, AutoCAD, ArcGIS, Excel, Google Earth	Jefe Urbanista, Analistas Arquitectos
Geomática	Generación de cartografía y bases de datos, levantamientos con VANT ²	ArcGIS, Agisoft, AutoCAD	Jefes Urbanista e Ingeniero Topógrafo y Geodesta Analistas Urbanistas

Elaboración propia. Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula.

4.1.2.4. Diagnóstico

Alcances

- Crear interfaz con las capas necesarias para la consulta, edición, modificación o corrección referente a los departamentos de Geomática, Uso de suelo, Alineamiento y número oficial y Movilidad y proyectos urbanos, establecer reglas de negocio para su operación.

² Vehículo Aéreo No Tripulado

- Estandarizar la información obtenida de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, estableciendo el sistema de referencia, crear metadatos, si es el caso digitalizar dicha información.
- Crear base de datos única que contenga la información estandarizada, homologada y verificada, tanto geométrica como tablas de información relacional.
- Establecer reglas de negocios para la operación de la base de datos.

Debilidades

- Bases de datos análogas y digitales dispersas, impidiendo el fácil acceso a la consulta de esta por parte de los operadores.
- Falta de coordinación entre departamentos, ya que se puede caer en duplicidad de información.
- La visualización gráfica es más enfocada al CAD, dificultando la vista integral de los proyectos y trámites dentro del municipio.
- Falta de equipo especializado para el manejo de datos geográficos, ya que son pocos los capacitados para el manejo de un Sistema de Información Geográfica.
- Procesos de captura discontinuos e incompatibles, resultando en mayor tiempo para su realización.
- El Sistema de Gestión de Desarrollo Urbano E-Gob, solo responde a la gestión de trámites dentro de la Secretaría, quedando muy limitado para el manejo de información geográfica ya que no hace el enlace de trámites con la posición espacial.

Limitantes

- Se contemplan solo cuatro departamentos para la generación de este modelo: Alineamiento y número oficial, Uso de suelo, Movilidad y proyectos urbanos y Geomática.
- Sólo se podrá ejemplificar algunos trámites de Alineamiento y número oficial, ya que se restringió la información de estos a sólo una cantidad limitada y su temporalidad corresponde a 2017.
- Los trámites correspondientes a Uso de suelo deben ser ubicados de manera manual, ya que sólo proporcionaron una hoja de cálculo con dirección de los predios.
- La información correspondiente a Movilidad y proyectos urbanos es mínima, pues son cinco proyectos urbanos y un KMZ de sitios de taxis.
- Se tiene delimitada un área que se abarcará para el modelo, pero la información que se tiene general se digitalizará y estandarizará para consulta y será de todo el municipio.

Oportunidades

- Algunos trámites interactúan entre sí, ya que se requiere de uno para tramitar otro, por lo que la relación entre departamentos es importante para tomar en cuenta cuando ya se realizó un trámite en alguno de los departamentos evitando duplicar o considerarlo para la realización de trámites en otros departamentos.
- La creación del departamento de Geomática, como encargado de la gestión de la información espacial.
- El proyecto de la generación de la base cartográfica por parte de Geomática.

- Adquisición de hardware, VANT y equipos GNSS para el área de Geomática.

Programa de necesidades

1. Plataforma o interfaz que muestre la información requerida para la realización de los trámites que generan los departamentos interesados.
2. Esta plataforma o interfaz debe tener características como una base de datos interoperable, que pueda consultarse, modificarse o corregirse según sea el caso y de acuerdo con el rol del usuario.
3. Establecer roles para cada usuario.
4. Normalización de la información, estableciendo estándares internacionales y nacionales, formatos y sistema de referencia.
5. Visualizar información del Instituto Nacional de Geografía y Estadística y del Registro Agrario Nacional.

4.1.3. Elicitación de requerimientos

En este apartado se determinó el software a utilizar y algunas especificaciones de requerimiento para hardware, se determinan los productos del procesamiento de información y se establecen los requerimientos funcionales, no funcionales y de almacenamiento del sistema.

4.1.3.1. Software

El software elegido para este proyecto es el siguiente:

- ArcMap
- QGIS
- PostgreSQL-PostGIS
- DB Designer Fork
- SICAM

De acuerdo con GIS Geography (2021) **ArcMap** es una excelente herramienta para topologías en comparación con QGIS, por lo que es por ello que se eligió este software para la digitalización de la cartografía, los requerimientos para este programa son los siguientes:

Tabla 8. Requisitos para ArcGIS Desktop 10.8.x	
Windows 10 Home, Pro and Enterprise (64 bit)	
Velocidad de CPU	2.2 GHz como mínimo, se recomienda Hyper-threading (HHT) o multinúcleo. De tipo Intel Pentium 4, Intel Core Duo o Xeon.
Plataforma	64x o 86x con extensiones SSE2
Memoria RAM	8 GB o más
Propiedades de visualización	Profundidad de color de 24 bits
Resolución de pantalla	1024x768 como mínimo a tamaño normal (96 ppp)
Espacio en disco duro	Consume hasta 32 GB de espacio
Adaptador de vídeo/gráficos	32 GB o más de espacio libre en una unidad de estado sólido (SSD)

Fuente: Requisitos del sistema de ArcGIS Desktop 10.8.x. Esri. <https://desktop.arcgis.com/es/system-requirements/latest/arcgis-desktop-system-requirements.htm>

También es importante tener en cuenta que se requiere una licencia de tipo Basic para poder hacer uso de este programa, la cual debe realizarse una cotización con SIGSA, esta licencia permite que se puedan crear mapas, visualizar en 2D y 3D, análisis espacial, edición y administración de datos, su publicación.

QGIS se eligió para la operación del sistema, ya que tiene muchas ventajas como:

- Ser un software de código abierto
- No establece un mínimo de procesador
- Soporta diferentes formatos y proyecciones
- Se pueden extender las funcionalidades a través de complementos
- Realización y publicación de mapas
- Editar, crear, gestionar, ver, analizar y exportar datos
- Se pueden instalar varias versiones con el uso de OSGeo4W

Se retoman los mismos requisitos que para ArcMap ya que no establece estos elementos en la documentación de QGIS, la versión que se utilizará es la 3.1416.

PostgreSQL-PostGIS v. 12

Esta versión es soportada por las versiones de Windows 2019 hasta la 2012, de acuerdo con la página oficial. PostgreSQL es un programa de código abierto compatible con el estándar SQL, se encuentra orientado a objetos, la velocidad puede ajustarse al número de CPUs y la cantidad de memoria que posee el sistema, soporta diversos tipos de datos y sobre todo complejos, el tamaño de registros es ilimitado.

DB Designer Fork v. 1.5

Este software es código abierto que permite crear el modelo conceptual y lógico de una base de datos además de generar el código del esquema lógico, la aplicación funciona sólo de forma portable, por lo que el espacio de almacenamiento que ocupa es poco, y el manual de uso está disponible en internet con formato de mini manual.

SICAM

Es una herramienta creada por el INEGI que basada en la ISO 19115 y la Norma Técnica para la Elaboración de Metadatos Geográficos, en la cual se captura la información del archivo al que se generará el metadato, en ella se establecen los rubros que son obligatorios y aquellos que no.

4.1.3.2. Información

La información que se procesó para la base de datos y los productos que se obtuvieron son los siguientes:

Tabla 9. Productos			
REFERENTE	INSUMOS	PRODUCTOS (Shapefile EPSG 32614 y metadato)	FUENTE
Departamento de Geomática	<ul style="list-style-type: none"> Shapefiles de predios, construcciones, pozos de visita y luminarias, vialidad, municipio, colonias Levantamientos topográficos DWG Ortofoto 	<ul style="list-style-type: none"> Municipio Colonia Predio Levantamiento topográfico Vialidad Construcción Luminaria Pozo de visita 	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable
		<ul style="list-style-type: none"> AGEB Colindante Manzana 	Propuesta (Marco geoestadístico 2019)
Departamento de Uso de suelo	<ul style="list-style-type: none"> Hoja de cálculo de trámites de Uso de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> Trámites de Uso de suelo 	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable
Departamento de Alineamiento y número oficial	<ul style="list-style-type: none"> Trámites 2017 DWG 	<ul style="list-style-type: none"> Trámites Alineamiento y número oficial 2017 	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable
		<ul style="list-style-type: none"> Tramites de Alineamiento y número oficial 	Propuesta
Departamento de Movilidad y proyectos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> DWG de proyectos urbanos Hoja de cálculo de proyectos urbanos KMZ de sitios de taxi 	<ul style="list-style-type: none"> Trámites de proyectos urbanos (punto) Trámites de proyectos urbanos (línea) Sitios taxi 	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable
Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Atlixcáyotl Sur (2003)	<ul style="list-style-type: none"> Mapa de Carta Urbana DWG 	<ul style="list-style-type: none"> Carta urbana 2003 	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable
Programa Municipal de Desarrollo Sustentable de San Andrés Cholula, Puebla (2008)	<ul style="list-style-type: none"> Mapa de Estructura vial JPG Mapa de Zonificación JPG 	<ul style="list-style-type: none"> Estructura vial Zonificación 	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable
Modificación parcial al Programa Subregional de Desarrollo Sustentable para los municipios de Cautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula (2011)	<ul style="list-style-type: none"> Mapa de Zonificación secundaria DWG 	<ul style="list-style-type: none"> Zonificación secundaria 2011 	Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes tablas (ver tablas 10, 11 y 12) se establecen los atributos que tiene cada capa y en el orden que se presentó en la metodología, iniciando con el grupo que se denominó General, seguido del grupo Departamentos y finaliza con el Histórico. Para generar los atributos de estas capas se tomaron en cuenta los datos que estaban implícitos en estos archivos, así como la Norma técnica para generar, implementar, actualizar y administrar la Clave Única del Registro del Territorio con fines estadísticos y geográficos; esta última se usó para determinar las claves de entidad, municipio, localidad y AGEB.

Se creó un atributo en predios llamado CUP o Clave Única de Predio, se pretendía aplicar el uso del CURT, pero este último se determina por las coordenadas de su centroide por lo que se eligió definir 20 caracteres que comprenden la clave de entidad (2), clave de municipio (3), clave de localidad (4), clave AGEB (4), clave de manzana (3) y clave de predio (4).

Para determinar la clave de las manzanas se creó un código que realiza un conteo de estas, pero separándolas por AGEB y ordenándolas por clave de localidad, para que no se repita el número en un AGEB o localidad:

```
UPDATE manzana set
cve_mza =subconsulta.row_number
FROM
(SELECT id,
ROW_NUMBER () OVER(
PARTITION BY cve_ageb
ORDER BY cve_loc)
FROM manzana) as subconsulta
WHERE manzana.id=subconsulta.id
```

Se empleó este mismo código adaptándolo para generar la clave de predios, pero en este caso se separó o particionó por manzanas y se ordenó por AGEB, para poder obtener las claves de cada predio.

Tabla 10. Diccionario de datos Grupo General

Nombre	Clave	Número de dígitos	Tipo de carácter	Descripción	Formato	Tipo de dato
GENERAL						
municipio	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
	nom_mun	50	Alfanumérico	Nombre de municipio	texto	varchar
ageb	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
	cve_loc	4	Alfanumérico	Clave de localidad	0000	varchar
colonia	cve_ageb	4	Alfanumérico	Clave de AGEB	0000	varchar
	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
manzana	cve_col	2	Alfanumérico	Clave de colonia	00	varchar
	nom_col	200	Alfanumérico	Nombre de colonia	texto	varchar
	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
predio	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
	cve_loc	4	Alfanumérico	Clave de localidad	0000	varchar
	cve_ageb	4	Alfanumérico	Clave de AGEB	0000	varchar
predio	cve_mza	3	Alfanumérico	Clave de manzana	0000	varchar
	cup	20	Alfanumérico	Clave Única del Predio	00000000000000000000	varchar
	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
	cve_loc	4	Alfanumérico	Clave de localidad	0000	varchar
	cve_ageb	4	Alfanumérico	Clave de AGEB	0000	varchar
	cve_mza	3	Alfanumérico	Clave de manzana	000	varchar
	cve_predio	4	Alfanumérico	Clave de predio	0000	varchar
	tipo_pred	2	Alfanumérico	Tipo de predio 01 = urbano 02 = rústico	00	varchar
	direccion	50	Alfanumérico	Dirección	texto	varchar
	num_ofi	10	Alfanumérico	Número oficial asignado	Pueden ser números o combinación de números con letras y uso del guión (-)	varchar
	reg_lev		Numérico	Número del registro del levantamiento topográfico	serial	integer
	alig_folio	10	Alfanumérico	Folio de trámite de alineamiento y número oficial	00000	varchar
	uds_folio	10	Alfanumérico	Folio de trámite de uso de suelo	00000	varchar
	reg_pu		Numérico	Número de registro de proyecto urbano	0000	integer
area		Numérico decimal	Área del predio	00.00	double	
colindante	cup	20	Alfanumérico	Clave Única del Predio	00000000000000000000	varchar
	nom_col	250	Alfanumérico	Nombre del colindante	Nombre Apellidos	varchar
	orientacion	8	Alfanumérico	Orientación del colindante	NORTE, SUR, ORIENTE, PONIENTE	double
	medida		Numérico decimal	Medida del colindante	00.00	double
lev_topo	reg_lev		Numérico	Número del registro del levantamiento topográfico	00.00	integer
	cup	20	Alfanumérico	Clave Única del Predio	00000000000000000000	varchar
	c_predial	10	Alfanumérico	Cuenta predial	Se debe colocar la inicial del tipo de predio como se encuentra en la boleta predial, ya sea U, R o SU seguido de un guión (-) y el número de cuenta	varchar
	fecha_lev		Fecha	Fecha de realización del levantamiento topográfico	dd/mm/aaaa	date
	tipo_lev	1	Alfanumérico	Tipo de levantamiento topográfico	1. Pagado 2. Apoyo	varchar
	f_recibo		Numérico	Folio de recibo de pago del trámite	00	varchar
	propietario	250	Alfanumérico	Nombre del propietario del predio	Nombre Apellidos	varchar
	solicitante	50	Alfanumérico	Dependencia que solicita	texto	varchar
	observacion	250	Alfanumérico	Observaciones	texto	varchar
	cartografo	5	Alfanumérico	Nombre del usuario que lo agregó a la cartografía	Dos iniciales del departamento correspondiente-número correspondiente al usuario	AA-001
realizo	250	Alfanumérico	Nombre de quien realizó el levantamiento	Nombre Apellidos	varchar	
vialidad	id_vial		Numérico	Identificador de vialidad	serial	integer
	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
	cve_loc	4	Alfanumérico	Clave de localidad	0000	varchar
	nom_vial	250	Alfanumérico	Nombre de vialidad	texto	varchar
	sentido		Numérico	Sentido vehicular	1 2	integer
	distancia		Numérico decimal	Medida de distancia de cada segmento	00.00	double
construccion	cup	20	Alfanumérico	Clave Única del Predio	00000000000000000000	varchar
	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
	cve_loc	4	Alfanumérico	Clave de localidad	0000	varchar
	cve_mza	4	Alfanumérico	Clave de manzana	000	varchar
	cve_predio	4	Alfanumérico	Clave de predio	0000	varchar
	nivel		Numérico	Niveles de la construcción	0	integer
area		Numérico decimal	Área de la construcción	00.00	double	
luminaria	id_lum		Numérico	Identificador de luminarias	serial	integer
	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
	cve_loc	4	Alfanumérico	Clave de localidad	0000	varchar
pozo_visita	id_pozo		Numérico	Identificador de pozos de visita	serial	integer
	cve_ent	2	Alfanumérico	Clave de entidad	00	varchar
	cve_mun	3	Alfanumérico	Clave de municipio	000	varchar
	cve_loc	4	Alfanumérico	Clave de localidad	0000	varchar

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Diccionario de datos Grupo Departamentos

Nombre	Clave	Número de dígitos	Tipo de caracter	Descripción	Formato	Tipo de dato	
DEPARTAMENTOS							
alignum	alig_folio	10	Alfanumérico	Folio de trámite de alineamiento y número oficial	00000	varchar	
	direccion	50	Alfanumérico	Dirección del predio	texto	varchar	
	num_ofi	10	Alfanumérico	Número oficial asignado	Pueden ser números o combinación de números con letras y uso del guión (-)	varchar	
	fecha_sol		Fecha	Fecha de solicitud	dd/mm/aaaa	date	
	propietario	50	Alfanumérico	Nombre del propietario	Nombre Apellidos	varchar	
	alig_tipo	2	Alfanumérico	Tipo de trámite de alineamiento y número oficial	A01-Alineamiento y número oficial A02-Actualización A03-Giro comercial A04-Derivados A05-Constancia de identificación del predio	varchar	
	fin_vigencia		Fecha	Fecha de fin de la vigencia	dd/mm/aaaa	date	
	recibo_alig	7	Alfanumérico	Número del recibo del trámite de alineamiento y número oficial	0000000	varchar	
observacion	100	Alfanumérico	Observaciones	texto	varchar		
uds	uds_folio	10	Alfanumérico	Folio de trámite de uso de suelo	00000	varchar	
	fecha_sol		Fecha	Fecha de solicitud	dd/mm/aaaa	date	
	propietario	250	Alfanumérico	Nombre del propietario del predio	Nombre Apellidos	varchar	
	uds_tipo	2	Alfanumérico	Tipo de trámite de Uso de suelo	U01-Factibilidad U02-Licencia U03-Constancia U04-Giro comercial	varchar	
	fin_vigencia		Fecha	Fecha de fin de la vigencia	dd/mm/aaaa	date	
	num_lic	4	Alfanumérico	Número de licencia	0000	varchar	
	recibo_uds	7	Alfanumérico	Número del recibo del trámite de alineamiento y número oficial	0000000	varchar	
	descripcion	200	Alfanumérico	Descripción de la solicitud	texto	varchar	
observacion	200	Alfanumérico	Observaciones	texto	varchar		
proyectos_urb	proyecto_urb	reg_pu		Numérico	Número de registro de proyecto urbano	00	integer
		oficio_sol	10	Alfanumérico	Folio de solicitud de trámite de Proyectos Urbanos	texto	varchar
		fecha_sol		Fecha	Fecha de solicitud	dd/mm/aaaa	date
		solicitante	250	Alfanumérico	Secretaría que solicita el trámite	texto	varchar
		nom_obra	50	Alfanumérico	Nombre de la obra	texto	varchar
		pub_po		Fecha	Fecha de publicación en el Periódico Oficial	dd/mm/aaaa	date
	via_pu	reg_pu		Numérico	Número de registro de proyecto urbano	0000	integer
		oficio_sol	10	Alfanumérico	Folio de solicitud de trámite de Proyectos Urbanos	texto	varchar
		fecha_sol		Fecha	Fecha de solicitud	dd/mm/aaaa	date
		solicitante	250	Alfanumérico	Secretaría que solicita el trámite	texto	varchar
		nom_obra	50	Alfanumérico	Nombre de la obra	texto	varchar
		pub_po		Fecha	Fecha de publicación en el Periódico Oficial	dd/mm/aaaa	date
sitios_taxi	reg_taxi		Numérico	Número de registro de taxi	serial	integer	
	num_sitio	3	Alfanumérico	Número de sitio	000	varchar	
	asociacion	30	Alfanumérico	Nombre de la asociación que están registrados	texto	varchar	
	representante	250	Alfanumérico	Nombre del representante	Nombre Apellidos	varchar	
	num_cajones		Numérico	Número de cajones de	00	integer	
	oficio_reg	50	Alfanumérico	Oficio de regiduría	texto	varchar	
	factibilidad_vial	25	Alfanumérico	Factibilidad vial	texto	varchar	
	lic_uso_suelo	15	Alfanumérico	Licencia de Uso de suelo	texto	varchar	
op_tec_mov	15	Alfanumérico	Opinión técnica de movilidad	texto	varchar		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Diccionario de datos Grupo Histórico

Nombre	Clave	Número de dígitos	Tipo de caracter	Descripción	Formato	Tipo de dato
HISTÓRICO						
alignum_07	alig_folio	254	Alfanumérico	Folio de trámite de alineamiento y número oficial	00000	varchar
	fecha_sol	7	Alfanumérico	Fecha de solicitud	mm/aaaa	date
Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Atlixáyotl (Sur) 2004						
c_urb04	udu	6	Alfanumérico	Unidad de desarrollo urbano	<i>*Nomenclatura establecida en los Usos propuestos de la Unidad de Desarrollo Urbano del corredor Atlixáyotl</i>	varchar
	uso_des	15	Alfanumérico	Tipo de uso y destino del suelo	texto	varchar
	densidad		Numérico	Densidad del suelo (viv/hab)	00	integer
	viv_tot		Numérico	Número de viviendas totales	00	integer
	poblacion		Numérico	Número del total de población	00	integer
Modificación parcial al Programa Subregional de Desarrollo Sustentable para los municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula 2011						
zon_sec	udu	6	Alfanumérico	Unidad de desarrollo urbano	<i>*Nomenclatura establecida en los</i>	varchar
	uso_des	15	Alfanumérico	Tipo de uso y destino del suelo	texto	varchar
	densidad		Numérico	Densidad del suelo (viv/hab)	00	integer
	viv_tot		Numérico	Número de viviendas totales	0000	integer
	poblacion		Numérico	Número del total de población	0000	integer
Programa Municipal de Desarrollo Sustentable de San Andrés Cholula, Puebla 2008						
c_urb	tipo_zona	80	Alfanumérico	Tipo de zona	<i>*Zonas establecidas en la Zonificación secundaria</i>	varchar
	categoria	80	Alfanumérico	Categorías de uso de suelo	<i>*Categorías establecidas en la Estimación de superficies necesarias según densidades</i>	varchar
	tipo_viv	25	Alfanumérico	Tipo de vivienda	<i>Unifamiliar Multifamiliar Dúplex Condominio horizontal</i>	varchar
	cos		Numérico decimal	Coefficiente de Ocupación del Suelo	0.00	double
	cus		Numérico decimal	Coefficiente de Utilización del Suelo	0.00	double
	n_mxcons		Numérico	Nivel máximo de construcción	0	integer
	sm_cv		Numérico decimal	Superficie mínima de viviendas en condominio vertical	0.00	double
	alt_mxcons		Numérico decimal	Altura máxima de construcción (m)	0.00	double
estr_vial	tipo_vial	20	Alfanumérico	Tipo de vialidad	<i>Intermunicipal Interurbana Regional Metropolitana</i>	varchar
	nom_obra	50	Alfanumérico	Nombre de la obra	texto	varchar

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.3. Delimitación de requerimientos funcionales, no funcionales y de almacenamiento

De acuerdo con las necesidades de la Secretaría, se determinaron los siguientes requerimientos, definiendo los siguientes actores:

Sistema: se refiere al Modelo de Sistema de Información de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula.

UG: Usuario general, que son analistas y directivos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula de sus diferentes departamentos.

UAN: Usuario del departamento de Alineamiento y Número Oficial.

UMPU: Usuario del departamento de Movilidad y Proyectos Urbanos.

UUS: Usuario del departamento de Uso de Suelo.

GEO: Departamento de Geomática.

Tabla 13. Requerimientos funcionales, no funcionales y de almacenamiento

Tipo	Requerimiento	Descripción del requerimiento
<i>Funcionales</i>	Sistema: interfaz que facilite la visualización, edición y consulta de capas correspondientes a cada departamento de la SDUS.	Visualización, consulta y edición de capas tematizadas correspondientes a los departamentos de movilidad, alineamiento y número oficial, proyectos urbanos y uso de suelo.
	Sistema: la información actualizada en la interfaz se guardará automáticamente en la base de datos.	Las capas que se utilizan en la interfaz deberán estar ubicadas en un Sistema Gestor de Base de Datos.
	UG: Visualizar y consultar la cartografía.	Visualización y consulta de la cartografía sin poder alterarla.
	UG: Consultar capas que contengan información de programas de desarrollo urbano anteriores.	Consulta de capas que contienen información de programas de desarrollo urbano de los años 2011, 2008, 2004.
	UG: Consulta de información relacionada con el INEGI o el RAN.	Conexión con los Web Map Service de INEGI y RAN.
<i>Almacenamiento</i>	UAN: establecer una capa con la información generada en los trámites de alineamiento y número oficial para su actualización. Los nuevos registros se van actualizando en la capa de predios general.	Capa editable con datos del trámite correspondiente a este departamento. La tabla de alineamientos y número oficial debe estar relacionada con la de predios para su actualización automática.
	UMPU: actualización de información sobre proyectos urbanos en una capa independiente.	Capa editable donde se registren los datos de proyectos urbanos.
	UUS: actualización de trámites realizados por Uso de suelo.	Capa editable para Uso de suelo que tenga una tabla de atributos para el registro de los datos definidos para este departamento.

	<p>GEO: puede editar capas generales como la de predios, municipios, localidades, regiones.</p> <p>Los permisos de roles, generación de usuarios y contraseñas es controlado por este departamento.</p> <p>Cargar información a la base de datos, eliminar o alterar.</p>	<p>El departamento de Geomática tendrá los permisos correspondientes para editar capas como predios, municipios, regiones entre otros.</p> <p>El departamento de Geomática será el administrador de la base de datos, del acceso y permisos correspondientes.</p>
<i>No funcionales</i>	<p>Sistema: interoperabilidad</p>	<p>Se establecerá una conexión de interoperabilidad en el sistema para que se pueda compartir e intercambiar datos con diversos usuarios de la Secretaría</p>
	<p>Sistema: seguridad</p>	<p>Acceso restringido de acuerdo con el tipo de rol que tenga cada usuario para poder modificar, visualizar o consultar la información de la base de datos.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Estos requerimientos determinarán el funcionamiento del sistema y las acciones que pueden realizar los usuarios, en este caso los requerimientos son muy generales ya que el proyecto es solo un modelo del sistema.

4.1.4. Factibilidad del proyecto

Como factores que se toman en cuenta para la realización de este proyecto son los recursos humanos, materiales y administrativos con los que cuenta la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, como se mencionó anteriormente esta dependencia ya tenía planeado generar la cartografía municipal que contara con la información de los departamentos que conforman a la misma, por ello la creación del departamento de Geomática, la adquisición de equipo de cómputo y para la realización de levantamientos topográficos, así también la contratación de personal que tuviera experiencia en este rubro. Actualmente en esta dependencia está en proceso la generación del nuevo Programa de Desarrollo Urbano Sustentable, el cual debe estar justificado con un análisis espacial, por lo que se requerirá de mapas y análisis espaciales que muestren el estado en el que se encuentra el municipio y así poder dar propuestas acertadas.

Una de las limitantes por las que no se ha concretado este proyecto fue que este personal no cuenta con experiencia en la creación, diseño e implementación de bases de datos, que es parte importante en un Sistema de Información Geográfica. Los equipos de cómputo de toda la Secretaría han sido unos de los limitantes para la implementación de un sistema, pues no cuentan con la capacidad

necesaria para trabajar información geográfica, además de la conectividad de la red y la falta de un servidor que contenga toda la información requerida.

En cuanto a lo administrativo, este proyecto ha sido contemplado para su seguimiento pero otra limitante es la duración de la administración actual ya que termina su gestión en este año, este proyecto no solo aporta la actualización de la operatividad de la secretaría sino que además crea oportunidades de adquirir insumos de la generación de información geográfica, facilitará los análisis espaciales, además de que promoverá la actualización entre el personal y directivos en el manejo y uso de los Sistemas de Información Geográfica.

4.2. DISEÑO

En este apartado se presenta el esbozo de lo que será el sistema de información, ya teniendo los requerimientos y la información necesaria se establece la arquitectura del sistema, para ello se presentan los elementos y procesos que componen al sistema, esquematizándolo para entender cómo está compuesto.

Posteriormente se expone la información o variables del sistema, para determinar qué datos se presentarán en el sistema y cómo se conformará la base de datos para la generación del modelo conceptual y lógico de esta.

4.2.1. Diseño de la arquitectura del sistema

Este sistema está conformado por información que fue adquirida al inicio de este proyecto, por lo que se realizaron diferentes procesos para que dicha información se estandarizara, al realizar esto se definen como variables del sistema y se organizan de acuerdo con tipo de información que representan: general, de departamentos, histórico y el servicio de los Web Map Services.

Elementos y procesos del sistema

El sistema estará conformado por los siguientes elementos:

- Entrada de datos: es la recopilación de información o variables ya adecuadas al EPSG establecido y los estándares aplicables.
- Base de datos geográfica: es la relación entre la información tabular y la geográfica.
- Usuario: personal de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula.
- Consulta: son los criterios de búsqueda o la información que proporciona el usuario al sistema.
- Sistema: son los procesos operativos que requieren de la interacción del usuario con el sistema central (base de datos).
- Salida de datos o producto: es la respuesta del sistema a la consulta realizada por el usuario.
- Administrador de la base de datos: departamento de Geomática.

Arquitectura del sistema

Una vez teniendo los elementos y procesos del sistema, se procede a la arquitectura del sistema, donde:

- La base de datos se refiere a la base generada en PostgreSQL con la extensión de PostGIS, que es donde se almacena la información geográfica de la Secretaría.
- La conexión será mediante una red local para la conexión de todos los usuarios con la base de datos.
- Los usuarios son los operadores de los departamentos de Uso de suelo, Movilidad y proyectos urbanos, Alineamiento y número oficial, Geomática y en general el personal de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula.

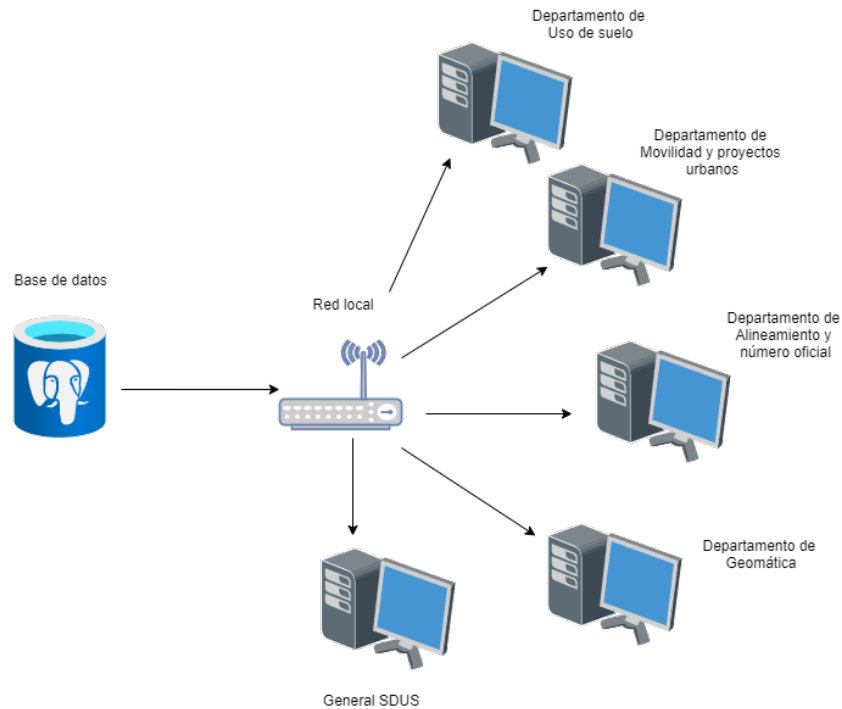


Fig. 24. Arquitectura del sistema. Elaboración propia.

Variables del sistema

Se establecen y dividen de acuerdo con los departamentos las siguientes variables que se requieren para el sistema, esto es la información que contendrá la base de datos:

Tabla 14. Grupo de capas General

Grupo de capas	Nombre de capa
General	Municipio
	Ageb
	Colonia
	Manzana
	Predio
	Colindantes
	Levantamientos topográficos
	Vialidad
	Construcciones
	Pozos de visita
	Luminarias
	Ortofoto

Fuente: Elaboración propia.

El grupo General de estas capas son aquellas que podrán ser visualizadas por toda la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, pero que sólo será editada por el departamento de Geomática.

Tabla 15. Grupo de capas Departamentos, Histórico y WMS

Grupo de capas	Nombre de capa
Departamentos	Alineamiento y número oficial
	Uso de suelo
	Proyectos urbanos
	Sitios de taxi
Histórico	Histórico de trámites de alineamiento y número oficial 2017
	Zonificación secundaria <i>(Modificación parcial al Programa Subregional de Desarrollo Sustentable para los municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula 2011)</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura vial • Zonificación <i>(Programa Municipal de Desarrollo Sustentable de San Andrés Cholula, Puebla 2008)</i>
	Carta urbana <i>(Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Atlixcáyotl Sur 2003)</i>
Web Map Services	INEGI-DENUE <i>(Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas)</i>
	Registro Agrario Nacional (RAN)

Fuente: Elaboración propia.

De estos grupos de capas, el de Departamentos se puede modificar o alterar la capa si corresponde al departamento del operador, en caso de no serlo sólo podrá visualizar y consultar datos.

En cuanto a los históricos y WMS sólo será información de consulta, no podrá ser alterada por ningún operador de la Secretaría a excepción del departamento de Geomática si requiere alguna modificación.

4.2.2. Diseño de la base de datos

Para el diseño se determinaron los responsables y sus funciones, se eligió un sistema gestor y se elaboró el modelo conceptual y lógico de la base de datos, se establecen los roles de los usuarios, los parámetros de conexión y estándares aplicables.

4.2.2.1. Responsable estratégico, táctico y operativo

Los responsables de la base de datos se dividen en tres tipos de acuerdo con sus funciones:

Tabla 16. Responsables de la BD y funciones

Tipo de responsable	Nombre	Cargo	Función
Estratégico	Arq. Moisés Cóyotl Cuaya	Secretario de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula	Establecer objetivos, estrategia y acciones en la Secretaría
Táctico	Arq. Elodia Márquez Cabrera	Directora de Innovación de Proyectos Urbanos	Definir las actividades y objetivos específicos para cada departamento
Operativo	Ing. Gustavo Bueno Huelitl	Jefe del departamento de Geomática	Definir procesos y proyectos dentro del sistema

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2. Sistema Gestor

Para la gestión de la base de datos se eligió PostgreSQL en su versión 12, esto, primero por ser un software de código abierto, evitando el comprar una licencia facilitando su adquisición, algunas otras ventajas son:

1. Es altamente escalable, aceptando gran cantidad de datos como usuarios simultáneos.
2. Permite funciones personalizadas por medio de lenguajes como: SQL, Tcl, Perl, Python, PHP, Ruby y Java.
3. Se pueden crear respaldos, restaurar bases de datos, ejecutar tareas de mantenimiento, así como poder acceder a los datos en modo de lectura.
4. Se ajusta al estándar SQL.
5. Los tipos de sentencias son: lenguaje de definición de datos, de manipulación de datos y de control de datos.
6. Cuenta con documentación para su consulta.
7. Multiplataforma
8. Privilegios de acceso, que se usan para limitar lectura, escritura reglas de clases.

4.2.2.3. Modelado conceptual

Para el modelo conceptual se establecen las relaciones y cardinalidades entre entidades y atributos (diagrama de entidad-relación), donde la entidad representa una tabla de la base de datos a la que se le almacenara atributos (propiedades o características), estas entidades presentan relaciones

entre sí presentando diversas cardinalidades de tipo uno a uno (1:1), uno a muchos (1:N) o muchos a muchos (M:N). Las entidades deben tener una llave o clave primaria, esto es un atributo que funciona como un identificador único de la tabla, el siguiente diagrama corresponde al grupo de capas General.

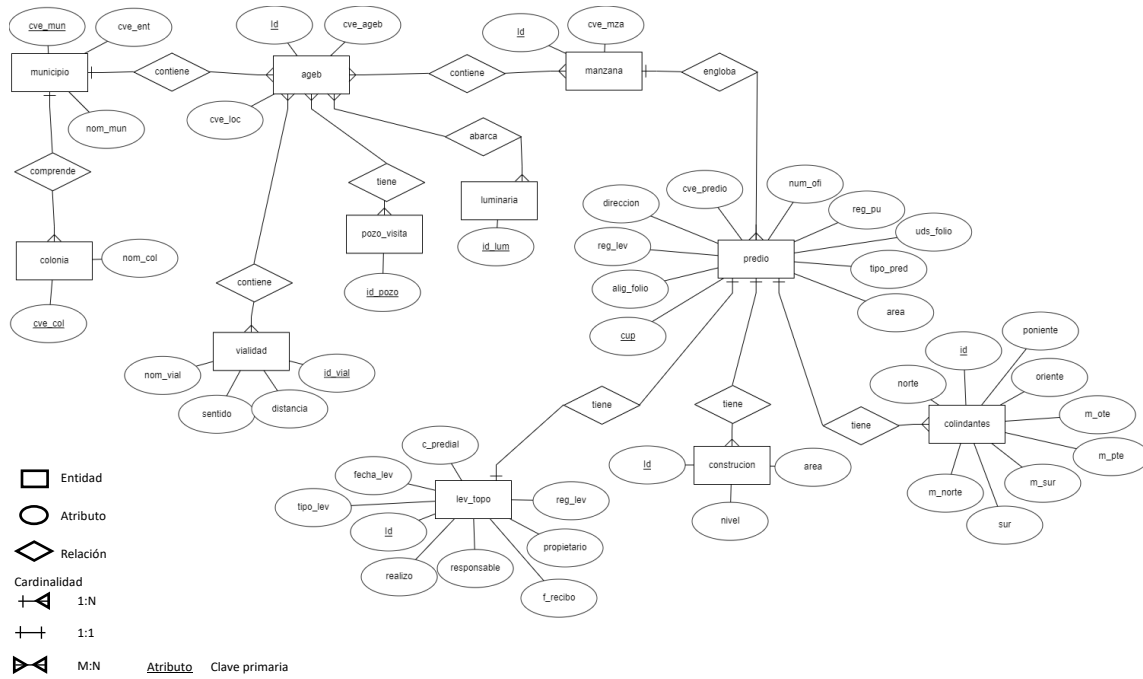


Fig. 25. Diagrama Entidad-Relación del grupo General. Elaboración propia.

En el siguiente diagrama están representadas las entidades faltantes, pero éstas no tiene relación alguna por lo que están separadas.

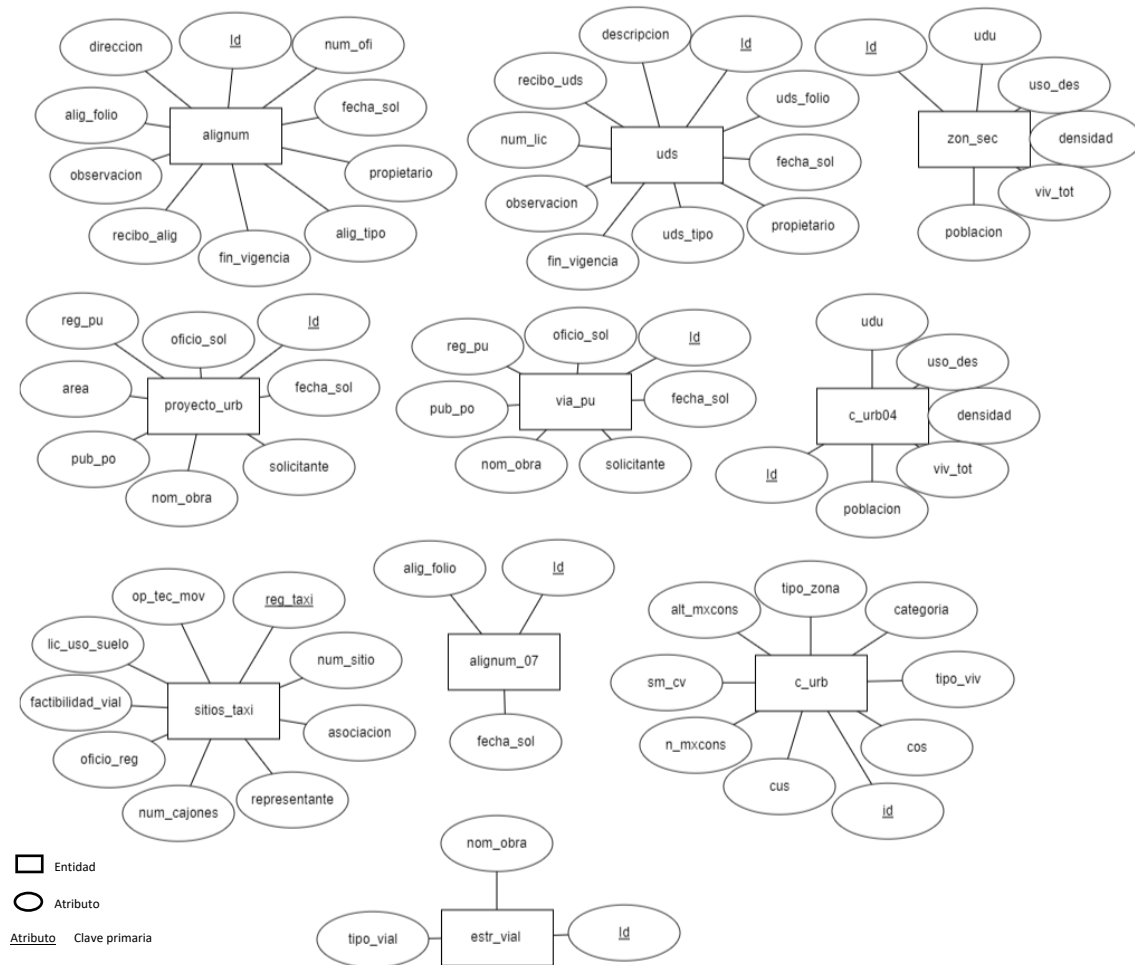


Fig. 26. Diagrama Entidad-Relación de programas y departamentos. Elaboración propia en la página <https://erdplus.com/>.

Desde este diagrama entidad-relación se toman las que serán las tablas a generar y los atributos que contendrán estas, en este caso no se tendrá relación entre ellas por ser elementos independientes y solo de consulta, mientras que, en el anterior, habrá una relación porque se modificarán de acuerdo con las ediciones que se hagan, esto se mostrará en el siguiente paso.

4.2.2.4. Modelado lógico

Para la realización del esquema relacional se tomará en cuenta el diccionario de datos que se muestra en los requerimientos de información (ver figuras 10, 11 y 12), el esquema relacional se generó con el software DBDesignerFork, para el grupo de capas General es el siguiente:

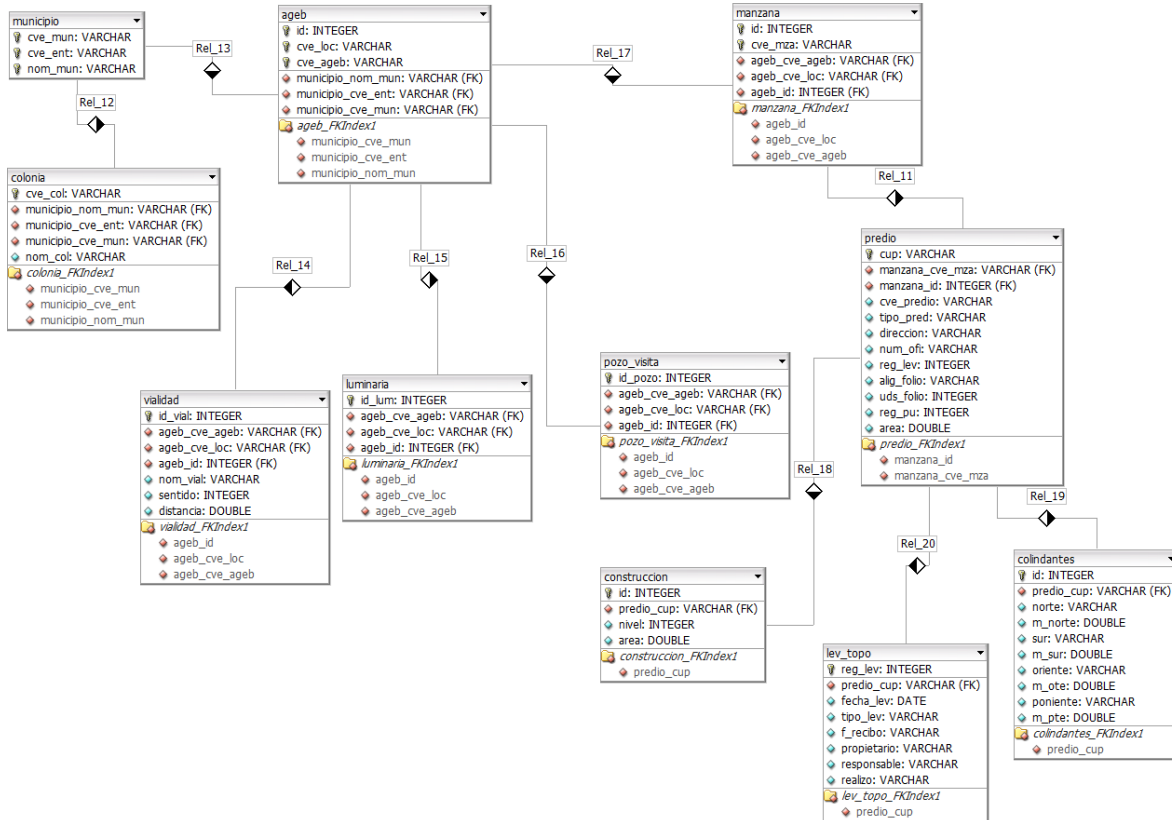


Fig. 27. Esquema relacional. Elaboración propia con el programa DBDesignerFork.

No se realizó este mismo modelo para las demás tablas, ya que no hay una relación entre sí, DBDesignerFork da la opción de generar el código de PostgreSQL para generar estas tablas, pero en este caso al ya tener la información en shapefiles se cargarán a la base de datos por medio de QGIS, y las relaciones entre estas tablas se establecerá en PostgreSQL.

4.2.2.5. Roles

Para los roles se establecen las actividades de editor y consultor, en el caso de los jefes de departamento sólo podrán acceder a la información para consultar, mientras que el personal operativo podrá además de esto editar, en el caso del departamento de Geomática al ser el administrador de la base de datos podrá generar estos roles y cuentas de usuario y conexiones necesarias para que el personal pueda acceder a la información.

Administrador de la base de datos: Departamento de Geomática

Tabla 17. Roles

Departamento	General	Departamentos	Histórico	WMS
Geomática	Editar/Consultar	Consultar	Editar/Consultar	Consultar
Alineamiento y número oficial	Consultar	Editar (sólo correspondiente a su departamento) Consultar	Consultar	Consultar
Movilidad y proyectos urbanos	Consultar	Editar (sólo correspondiente a su departamento) Consultar	Consultar	Consultar
Uso de suelo	Consultar	Editar (sólo correspondiente a su departamento) Consultar	Consultar	Consultar
Cualquier personal de la SDUS*	Consultar	Consultar	Consultar	Consultar

Fuente: elaboración propia

El nombre de usuario o grupo que se genere por primera vez deberá tener la siguiente estructura:

Primeras dos iniciales del departamento seguido de un guion y las iniciales del nombre del operador (en caso de tener dos nombres, solo se tomará en cuenta el primero) seguido de tres dígitos de acuerdo con número que le corresponda:

- Alineamiento y número oficial AN-AAA001
- Movilidad y proyectos urbanos MP-AAA001
- Uso de suelo US-AAA001
- Geomática G-AAA001
- General D-AAA001

Para cada usuario se deberá colocar en la base de datos el tipo de privilegio que tendrán en ella, que es el tipo de rol que les corresponde, la conexión se realiza con la IP de cada usuario.

4.2.2.6. *Parámetros de conexión*

Los parámetros por los cuales se realiza la conexión con la base de datos son los siguientes:

- Dirección IP o nombre del servidor de bases de datos: localhost.
- Nombre de la base de datos: SDUS.
- Nombre de usuario para la conexión con la base de datos: postgres.
- Clave de acceso para la conexión con la base de datos: postgres.
- Codificación utilizada para la conexión con la base de datos: Utf-8.

4.2.2.7. Estándares de base

Los estándares que se manejan en esta base de datos se basan en los que se rige PostgreSQL al ser el gestor, que son casi los mismos que rige a SQL ya que cumple con 170 de las 179 características obligatorias que establece, estas son de optimización, eficiencia, seguridad y limpieza.

La información que está almacenada en esta base de datos fue estandarizada siguiendo las siguientes normas:

- Norma técnica para la elaboración de metadatos geográficos, que hace referencia a la ISO 19115 y 19113 (principios de calidad).
- Norma Técnica para generar, implementar, actualizar y administrar la Clave Única del Registro del Territorio con fines estadísticos y geográficos.

También se retomaron los componentes del dato geográfico como uno de los principales rectores para la normalización de esta información:

- Atributo espacial
- Atributo no espacial
- Topología
- Temporalidad
- Metadato

La interoperabilidad para la conexión de los equipos de cómputo debe realizarse mediante una conexión local, Geomática se encargará de colocar la IP de los usuarios en el archivo pg_hba de PostgreSQL para que puedan tener acceso a la base de datos y establecer la creación de roles en la misma.

4.2.3. Diseño de la interfaz gráfica

Para el diseño u organización de la interfaz se debe tener el orden ya establecido anteriormente, como primer grupo es el de General, seguido de Departamentos, Histórico y WMS. El diseño que tendrán las capas se establece en la tabla 18.

Tabla 18. Estilos de capas

Nombre de capa	Color	Línea	Etiqueta
GENERAL			
municipio	No aplica	Color: #232323 Ancho: 0.4	No aplica
ageb	Categorizado por cve_ageb Rampa de color: Spectral Opacidad 50%	Por defecto	cve_ageb Arial 7, color por defecto
colonia	Categorizado por id Rampa de color: BrBg Opacidad 50%	Por defecto	nom_col Arial 8, color por defecto
manzana	#fff9d6	Color: #666666	No aplica

predio	#fdbf6f Opacidad 30%	Color: #666666	cve_predio Arial 8, color por defecto
colindantes	No aplica	Color: #a02c85 Ancho: 0.6	Nombres de colindantes Arial 4, color por defecto
lev_topo	#3ca0d5 Opacidad 70%	Por defecto	cup Arial 8, color por defecto
vialidad	No aplica	No aplica	nom_vial Arial 8, color por defecto
construccion	#85b66f	Por defecto	nivel Arial 4, color por defecto
luminaria	#ffd100	Por defecto	No aplica
pozo_visita	#232323	Por defecto	No aplica
DEPARTAMENTOS			
alignum	#d34a88 Opacidad 50%	Por defecto	alig_folio+num_ofi Arial 8, color por defecto
uds	#b7484b Opacidad 40%	Por defecto	usd_folio Arial 8, color por defecto
proyecto_urb	#987db7	Por defecto	id Arial 4, color por defecto
via_pu	No aplica	Color: #ff9e17 Ancho: 0.8	oficio_sol Arial 8, color por defecto
sitios_taxi	#e77566	Por defecto	num_sit Arial 8, color por defecto
HISTÓRICO			
alignum_07	#8d5a99 Opacidad 40%	Por defecto	alig_folio Arial 4, color por defecto
c_urb04	#729b6f Opacidad 80%	Por defecto	udu Arial 6, color por defecto
zon_sec	#629ad3 Opacidad 70%	Por defecto	udu Arial 6, color por defecto
c_urb	#33d7bc Opacidad 70%	Por defecto	categoría Arial 6, color por defecto
estr_vial	Categorizado por tipo_vial Rampa de color: Viridis	Por defecto	tipo_vial+nom_obra Arial 6, color por defecto

Fuente: elaboración propia

Para los WMS, se configurarán de acuerdo con las necesidades del usuario, al ser solo información de consulta.

4.3. DESARROLLO

En esta etapa se establecen los parámetros que se determinaron en la fase del diseño, para ello se lleva a cabo el diseño físico de la base de datos, en donde los shapefiles se convierten en tablas en el gestor de base de datos, que guardaran los atributos ya establecidos, como siguiente se crean las cuentas de cada usuario para establecer la conexión interoperable del sistema y donde se personaliza la interfaz igual con los parámetros establecidos en los anteriores puntos.

4.3.1. Creación de base de datos

Para la creación de la base de datos se usó QGIS para migrar la información a PostgreSQL, por lo que sólo se presentarán algunas consultas en esta base de datos como ejemplo. (Ver figura 27 y 28)

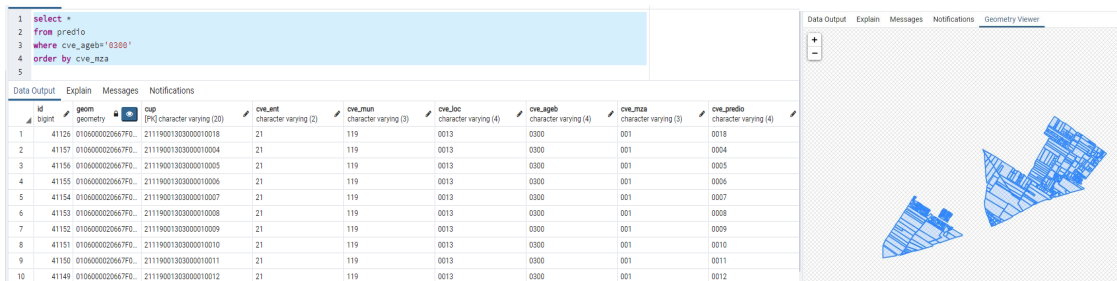


Fig. 28. Consulta a la capa de Predio y visualización

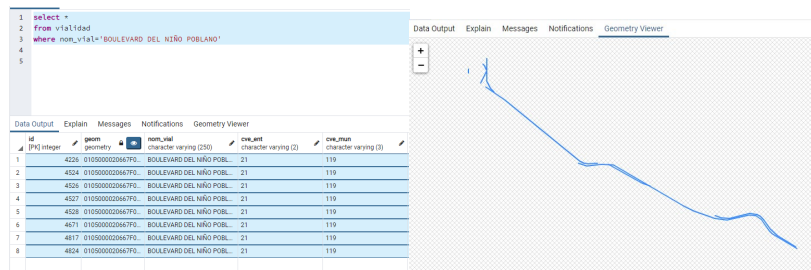


Fig. 29. Consulta a la capa de Vialidad y visualización

Algunos atributos se agregaron en PgAdmin de PostgreSQL, esto añadiendo columnas en las propiedades de la tabla donde se coloca nombre del atributo, tipo de dato y su longitud, por ejemplo:

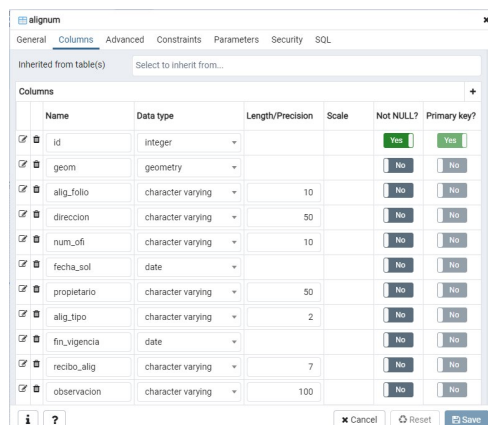


Fig. 30. Propiedades de la capa de Alineamiento y número oficial

4.3.2. Personalizar interfaz gráfica

Para la organización de las capas se agruparon de acuerdo como estableció anteriormente: General, Departamentos, Histórico y WMS. El orden de las capas va conforme al tipo de elemento del que se trata, pero en el caso del grupo Histórico van en función al año, mientras que el grupo de departamentos se establecen en el siguiente orden: uso de suelo, alineamiento y número oficial y movilidad y proyectos urbanos.

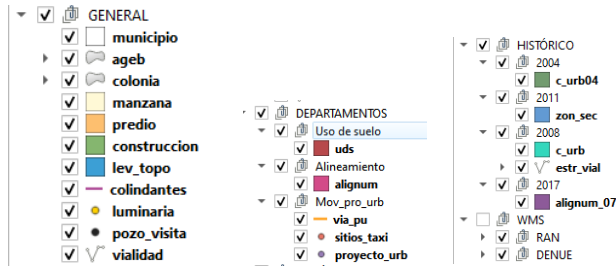


Fig. 31. Organización de las capas

Se aplican los estilos ya predeterminados para cada capa guardando los estilos en la base de datos, el proyecto queda de la siguiente forma:

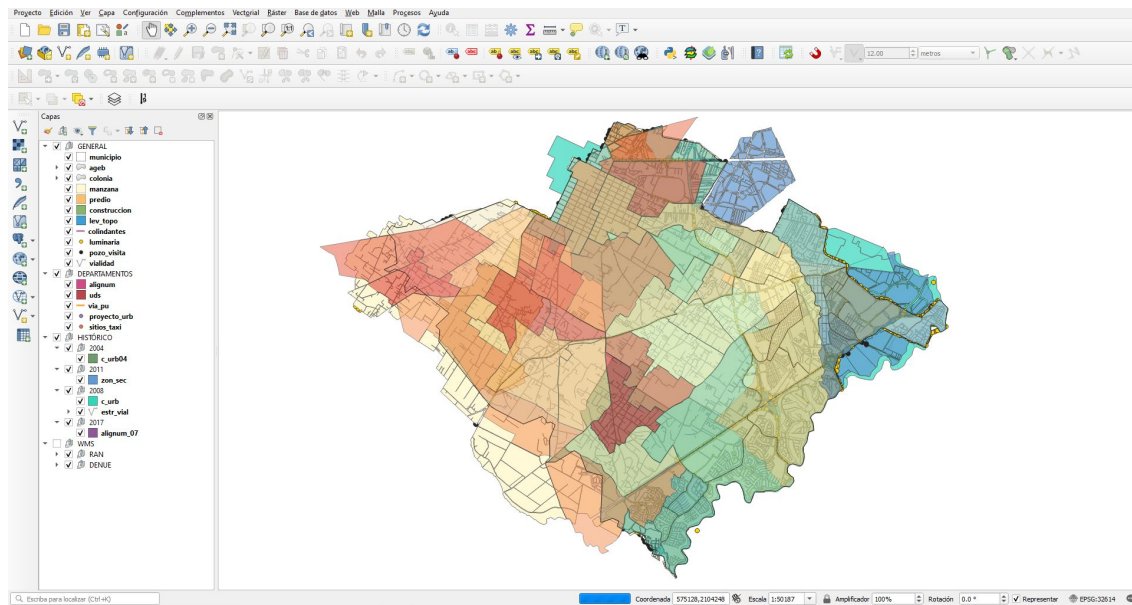


Fig. 32. Interfaz del SIG

El despliegue de la interfaz se realiza en el software QGIS, las capas que serán sólo de consulta, no es necesario que estén activadas ya que esto limita al programa la visualización correcta de la información. Este ejemplo es para una cuenta de usuario de tipo G-AAA001, ya que tiene permiso para editar y consultar información en QGIS y el gestor de la base de datos, las capas del histórico se enfocan a la zona oriente del municipio para que se identifiquen las modificaciones que se han realizado en los programas regionales de desarrollo urbano. (Ver figura 32)

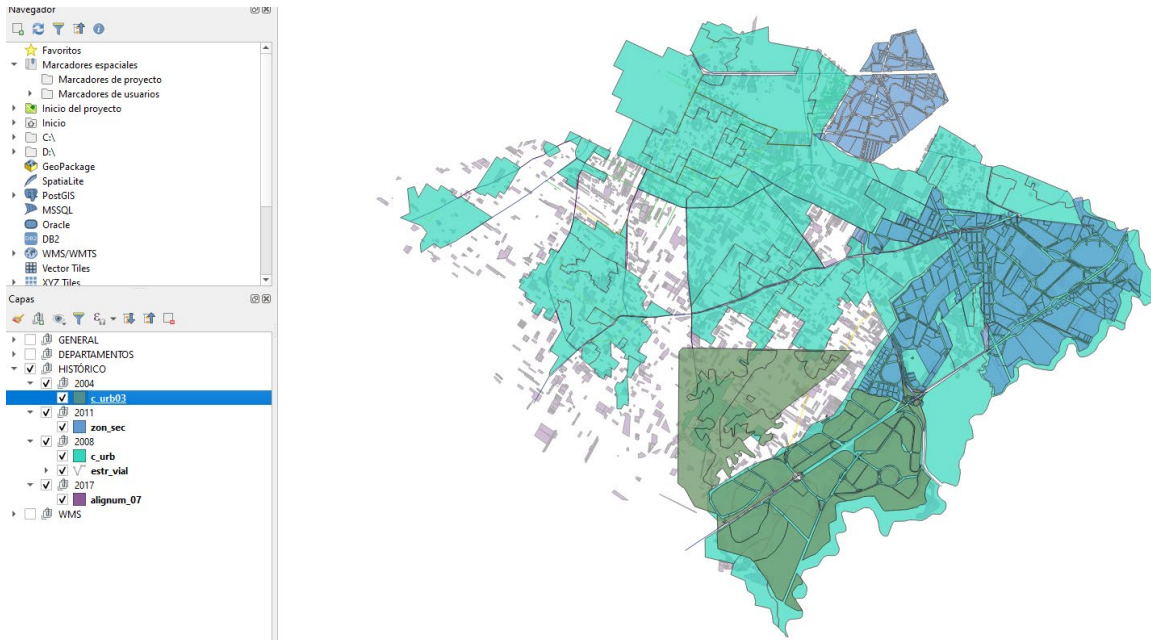


Fig. 33. Visualización de grupo Histórico.

Cada capa cuenta con sus atributos establecidos, por ejemplo, la de manzanas que tiene un identificador único, clave de entidad, clave de municipio, clave de localidad, clave de AGEB y clave de manzana, como se muestra en la siguiente figura:

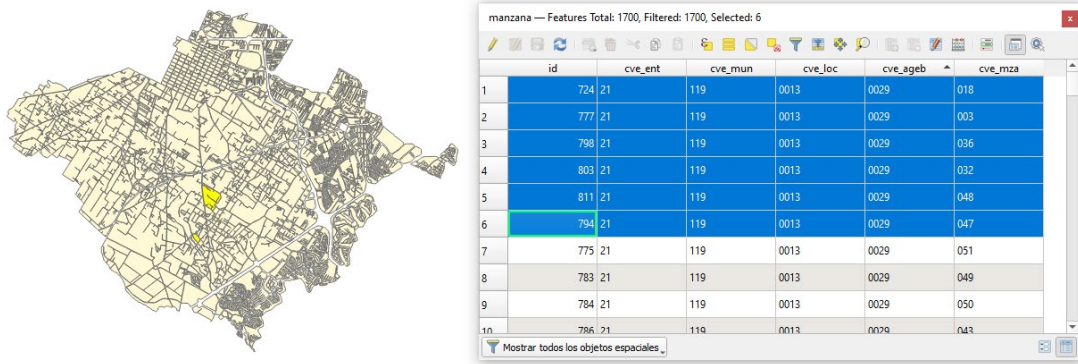


Fig. 34. Capa de manzana

DISCUSIÓN

Tomlinson (2007) hace referencia a la importancia de la planificación de un Sistema de Información, ya que sin ello no se estarían resolviendo las necesidades de una dependencia como la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, para ello establecer una metodología es crucial para atender los objetivos y necesidades de un proyecto de este tipo y dar una respuesta certera. Este proyecto responde al planteamiento de la interoperabilidad de tipo semántica, organizacional y de gobernanza, en cuanto a la técnica, el intercambio de información con otro equipo es viable si se cuenta con la conexión necesaria a través de una red local, PostgreSQL permite la conexión a la base de datos entre varios usuarios dependiendo del tipo de permiso o rol que tenga y haciendo las configuraciones necesarias para ello.

Parte importante de la interoperabilidad son los estándares y normas que regulan el intercambio y generación de datos espaciales (como OGC a nivel internacional y SNIEG a nivel nacional), México es uno de los países que se ha involucrado en estos organismos y acuerdos (Nueva Agenda Urbana); al estandarizar la información de San Andrés Cholula se da paso a estas nuevas formas de gestionar la información con una finalidad de planear el territorio o establecer nuevos criterios para el desarrollo urbano y se pueda dar soluciones integrales, abre las puertas a que más municipios tomen el mismo camino para dar soluciones inmediatas y conscientes. Existen pocos estándares a nivel nacional para el manejo de datos espaciales, pero en este caso se retoman la Norma Técnica para la Elaboración de Metadatos Geográficos por medio del SICAM, que es un programa generador de metadatos elaborado por el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica del INEGI y la Norma Técnica para generar, implementar, actualizar y administrar la Clave Única del Registro del Territorio con fines estadísticos y geográficos, aún hay algunas normas que no aplican y otras que por falta de tiempo no se implementaron.

La norma establecida para el CURT o Clave Única del Registro del Territorio se intentó aplicar para la generación de la Clave Única de Predio (CUP), pero esta norma requiere de las coordenadas del centroide del polígono al que se hace referencia además de que el uso es exclusivo de Catastro, por lo que se propuso generar esta clave a partir de la localización espacial como la clave de la entidad, municipio, localidad, AGEB, manzana y predio, obteniendo un total de 20 caracteres únicos para cada predio; en esta norma también se tiene una aplicación web que apoya a la generación y actualización del CURT, que más adelante podría implementarse en el Catastro municipal.

Estos lineamientos de cómo gestionar la información de manera ordenada y estandarizada, posteriormente se puede incluir para los departamentos que no fueron tomados en cuenta para este proyecto y hacer un sistema completo que cuente con toda la información de la secretaría e implementarlo. Es establecer las bases para que las dependencias del municipio tengan una guía de cómo trabajar e incluso hacer acuerdos para el intercambio de información geográfica.

En cuanto a las dificultades que se tuvieron en el cambio de requerimientos se tenía contemplada más información para agregar a la base de datos, pero durante este periodo la dinámica de la Secretaría cambió, modificando las necesidades del grupo de capas Histórico, ya que anteriormente se realizaban consultas al Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable 2014-2018, pero al no estar en el Registro Público fue derogado, por lo que ya no es parte de la consulta obligatoria de los operadores y por ello no se tomó en cuenta, además actualmente la Secretaría está en proceso de redactar y establecer el nuevo programa municipal de desarrollo urbano, siendo un área

de oportunidad para la generación de mapas que se requieran y el análisis espacial para lograr un buen instrumento jurídico que aporte al desarrollo urbano sustentable del municipio.

Las limitaciones para el procesamiento de la información también fueron desde algo muy simple a algo complejo, el digitalizar información que se encuentra plasmada en una imagen o en un archivo CAD implica diversos procesos, desde georreferenciar, hasta agregar los datos a las tablas de atributos, seleccionar el tipo de información que se va a representar y la calidad de detalle que tendrán los atributos; en los archivos de CAD se debe tomar en cuenta que están constituidos de varias capas y una vez al transformarlos a shapefile, la mayor parte de esa información termina siendo inútil y debe realizarse una depuración antes de cargarla a la base de datos. Mientras que la digitalización de información que se encuentra en un formato de imagen tiene algunos inconvenientes sobre todo cuando manejan mucha información y esta no deja ver todos los elementos que se encuentran representados, como líneas que se superponen o polígonos, por lo cual se tiene que inferir cómo está dispuesta en el mapa.

En cuando a la adquisición de información, la Secretaría se limitó a proporcionar solo parte de algunos trámites, los datos de propietarios son confidenciales y por ello no se tuvo acceso a ellos o a cuentas prediales a pesar de que se firmó una carta de confidencialidad de datos y su uso exclusivo con fines educativos.

La zona establecida como muestra, se presenta como un ejemplo de los problemas que ha alcanzado San Andrés Cholula a causa del crecimiento acelerado que ha tenido, pero identificar sólo una zona no promueve una visión integral del territorio, por ello en esta propuesta se retoma la información adquirida y se muestra a nivel municipal, se pretende que la aplicación de estas geotecnologías aporten a las nuevas propuestas de planeación urbana estableciendo acciones que repercutan de manera integral.

De acuerdo a las funciones de Sistema de Información Geográfica establecidos por la FAO (1992): codificación de datos, manipulación, recuperación, análisis, representación y gestión de datos; el modelo cumple con todas ellas (ya que el análisis va ligado al manejo de la información por parte del usuario).

Para el procesamiento de información se fijan las siguientes actividades que debe realizar el departamento de Geomática al ser el administrador de la base de datos:



Fig. 35. Actividades del departamento de Geomática.

1. **Validar:** los operadores deberán identificar qué información se utiliza en cada uno de los departamentos y que esta pueda ser georreferenciada, identificar el formato en el que está y si es que puede ser procesada.
2. **Establecer requerimientos:** se identifican las necesidades para cada departamento y así establecer qué atributos contendrá la entidad.
3. **Estandarizar:** en este paso, los operadores aplican los estándares establecidos para que la información sea normalizada aplicando los requerimientos.
4. **Diseñar:** se definen los atributos y el tipo de datos que contendrá, en este paso se genera el diccionario de datos.
5. **Importar a BD:** en este paso se genera el código para crear la nueva tabla o entidad, o en su defecto es la importación del shapefile a la base de datos por medio de QGIS.

Es importante aclarar que el desarrollo urbano sustentable se maneja en este proyecto como la planeación y regulación enfocado al mejoramiento de las ciudades, de manera ordenada y justa, esto es, que los habitantes tengan acceso a los servicios públicos necesarios, otra parte importante de la sustentabilidad es el medio ambiente que puede ser retomado para una segunda fase. Para que este modelo pueda ser funcional, aparte de estandarizar la información de los departamentos faltantes, deben realizarse etapas de implementación, unión de base de datos con el gestor de trámites E-Gob, mantenimiento y revisión del sistema y creación de aplicaciones. (Ver figura 36)

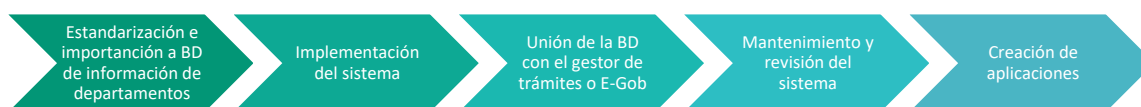


Fig. 36. Segunda fase Sistema de información para la gestión del desarrollo urbano sustentable de San Andrés Cholula.

Estas actividades que forman parte de una segunda etapa van encaminadas a las necesidades que presentó la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula, se hace hincapié del seguimiento de estas para lograr un sistema eficiente y completo, ya que una amenaza es el cambio de administración, lo que podría restar importancia al proyecto que comenzó su antecesor y que fue el motivo de este estudio que puede usarse para ejemplificar lo que se puede lograr con el uso de sistemas de información geográfica.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

5.1. CONCLUSIONES GENERALES

La generación de este tipo de proyectos facilita la gestión de la información en una dependencia como afirman Meneses y Cárdenas (2011), permite que sólo una base de datos sea la que distribuya la información de esta, por lo que evita que dicha información se encuentre dispersa, además de que se tiene mayor control de su flujo, siendo importante este punto ya que como se mencionó anteriormente existe información confidencial que debe estar regulada. Conjuntar el uso de VANT y los equipos GNSS para la actualización de la base de datos cartográfica, también beneficia a esta dependencia en cuando a la visualización de los datos y generación de proyectos urbanos, aplicación de vialidades, identificación de puntos específicos, entre otros.

Este estudio puede dar paso a otros nuevos proyectos que promuevan el desarrollo urbano sustentable al integrar elementos ambientales, ya que este proyecto es el inicio de la centralidad de la información del municipio de San Andrés Cholula, permitiendo que otras secretarías conjunten su información y pueda ser consultada por los operadores de estas, además de que a futuro se pueden generar portales donde el público en general pueda consultar sus trámites ligados a sus predios, aplicaciones que permitan que a través de un dispositivo los operadores puedan agregar información a la base de datos por vía internet, hacer colaboraciones entre dependencias municipales que conforman a la Zona Metropolitana para la creación de instrumentos jurídicos que permitan en correcto crecimiento urbano de los involucrados.

La importancia de estas tecnologías en el ámbito urbano es crucial, ya que aportan datos actuales y verificables que ayudan a la gestión del territorio y de la información que se tiene en las dependencias, que no siempre están conforme a la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.

CAPÍTULO VI. ANEXOS

Anexo 1. Diagramas de flujo de los departamentos de: Alineamientos y número oficial, Usos de suelo, Movilidad y Proyectos Urbanos y Geomática.

El siguiente es el diagrama de flujo de este departamento, es importante mencionar que la fuente de donde se adquirió aún no ha sido concluida, ni revisada para su publicación, por lo que su uso solo es referencial:

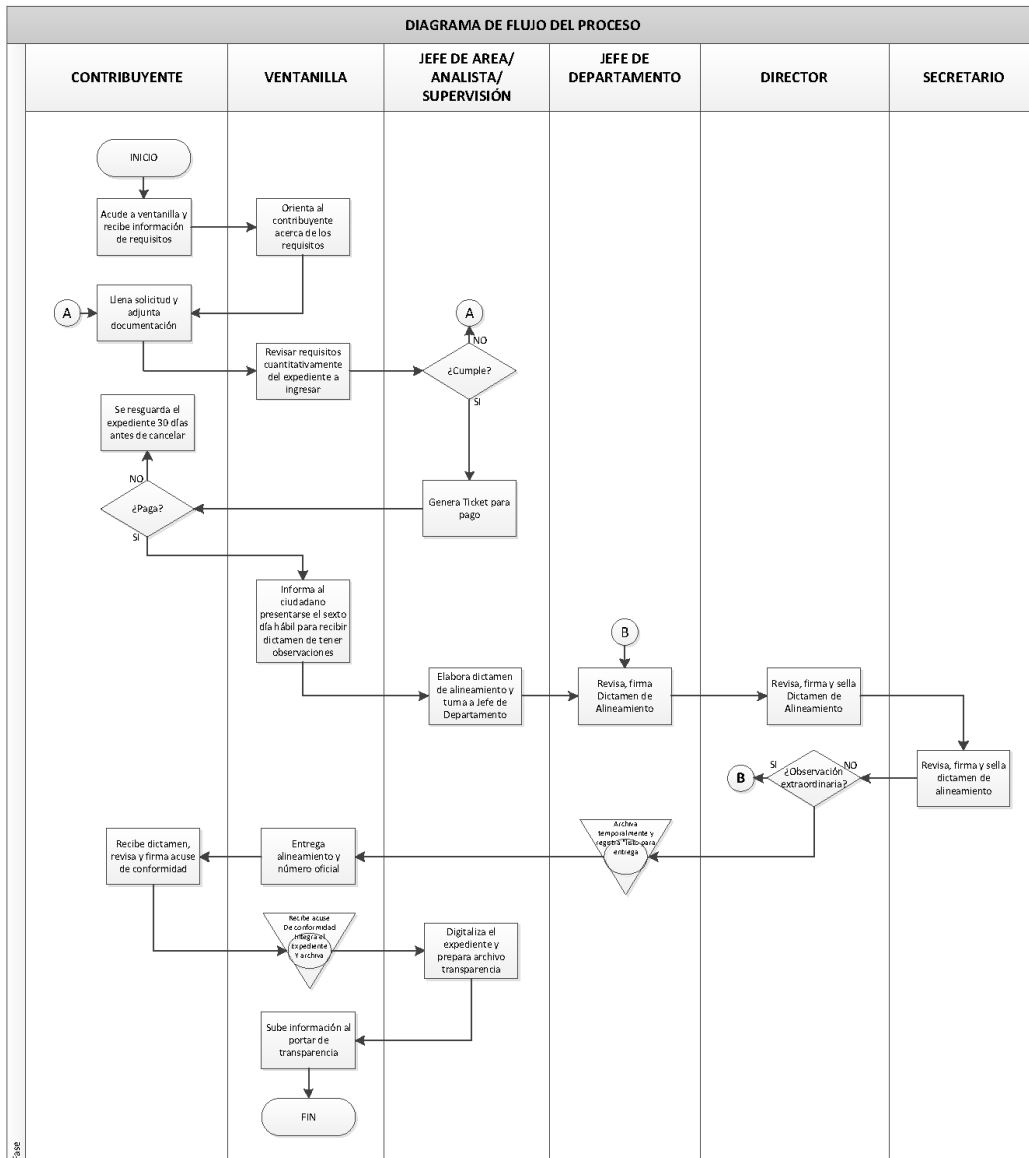


Fig. 37. Diagrama de flujo de Alineamiento y Número Oficial. Manual de procedimientos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable 2018-2021. Alineamiento y Número Oficial.

El Departamento de Uso de Suelo realiza cinco trámites diferentes: licencia de uso de suelo, factibilidad de uso de suelo, constancia de uso de suelo y de suelo específico (giro comercial). Los siguientes diagramas de flujos corresponden a estos trámites respectivamente:

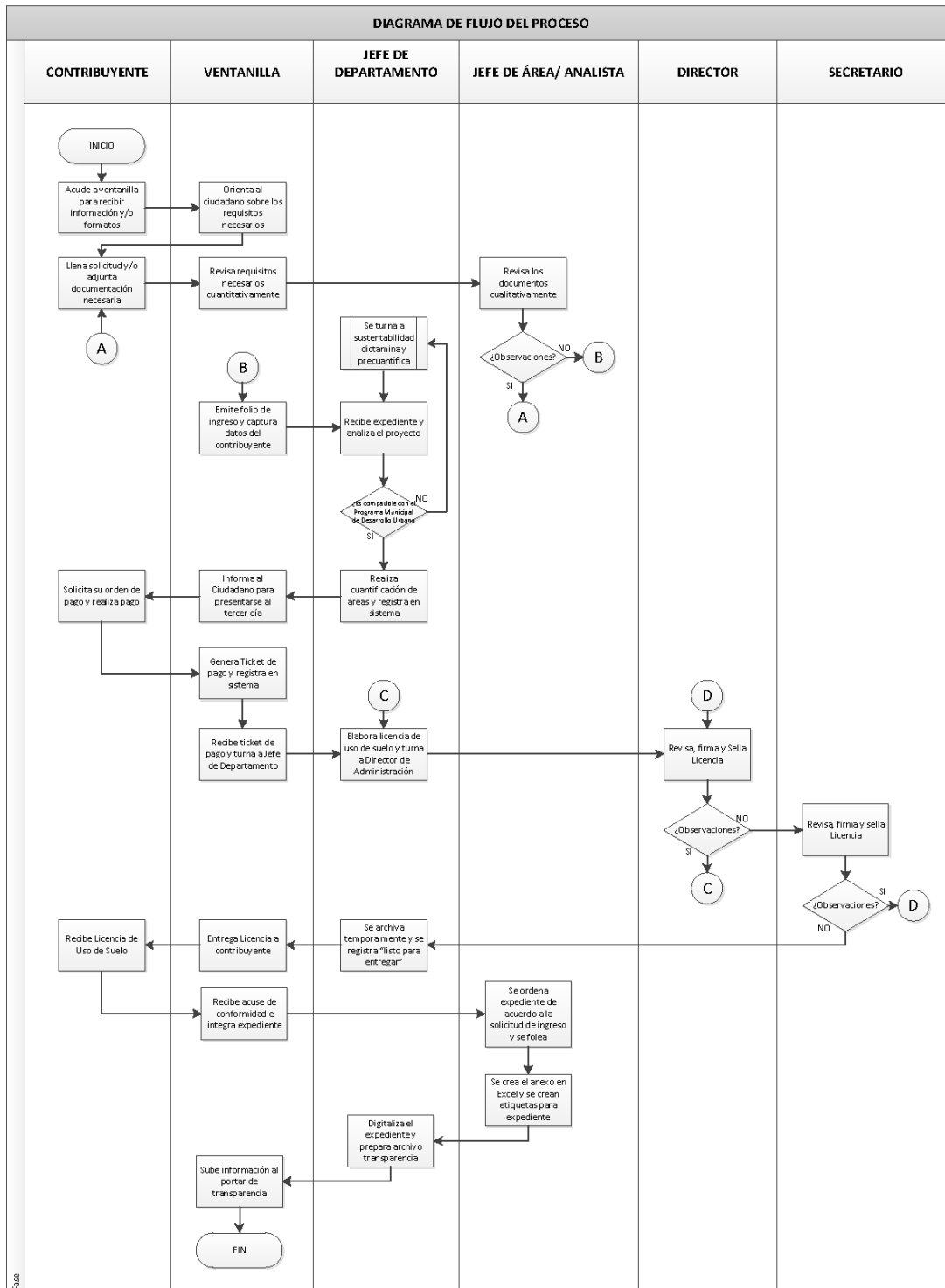


Fig. 38. Diagrama de flujo de Licencia de Uso de Suelo. Manual de procedimientos de la Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable 2018-2021.

El siguiente diagrama de flujo corresponde al trámite de factibilidad de uso de suelo, se aclara que es un diagrama realizado por la responsable del departamento de Uso de suelo, por lo que sólo es referencial:

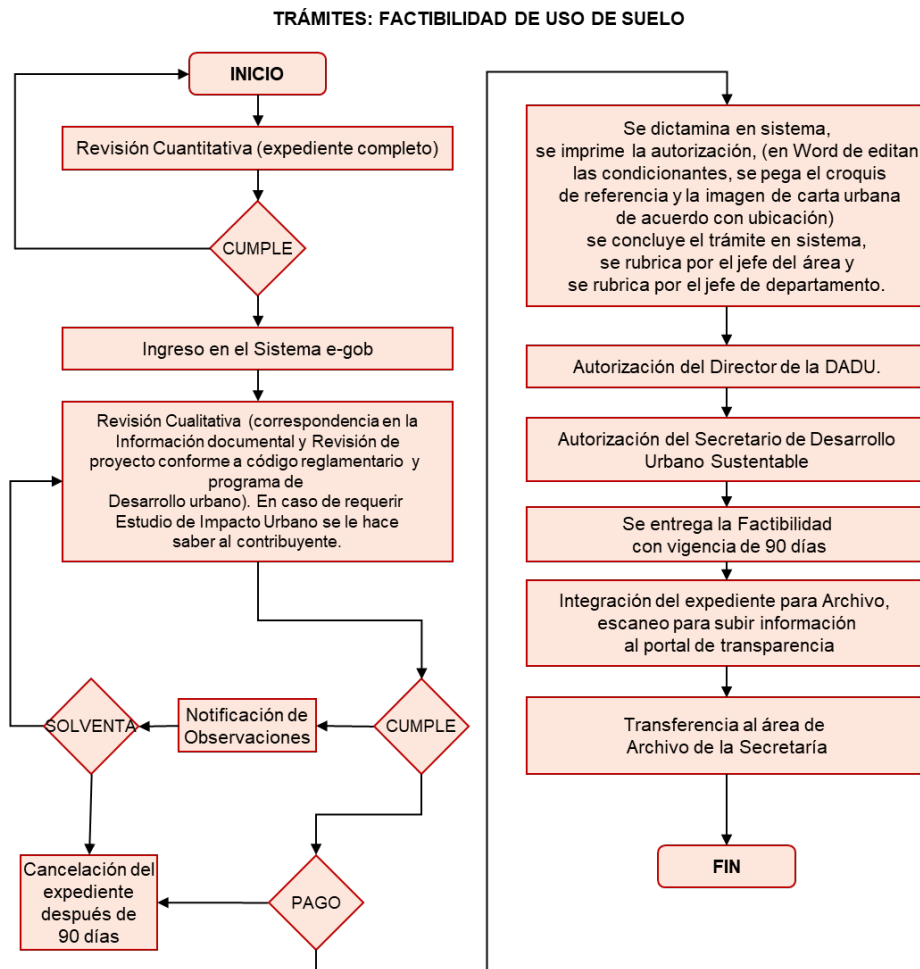


Fig. 39. Diagrama de flujo de Factibilidad de Uso de Suelo. Elaborado por la responsable del departamento.

El siguiente diagrama corresponde a la Constancia de Uso de Suelo:

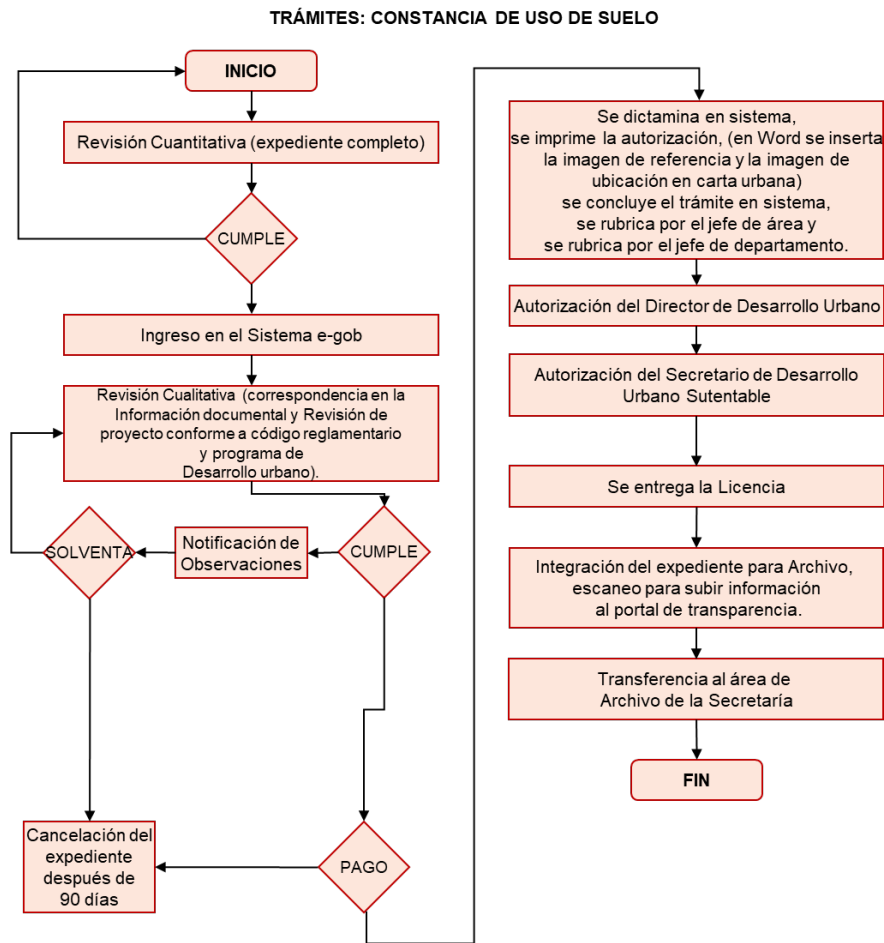


Fig. 40. Diagrama de flujo de Constancia de Uso de Suelo. Elaborado por la responsable del departamento.

TRÁMITES: USO DE SUELO ESPECIFICO

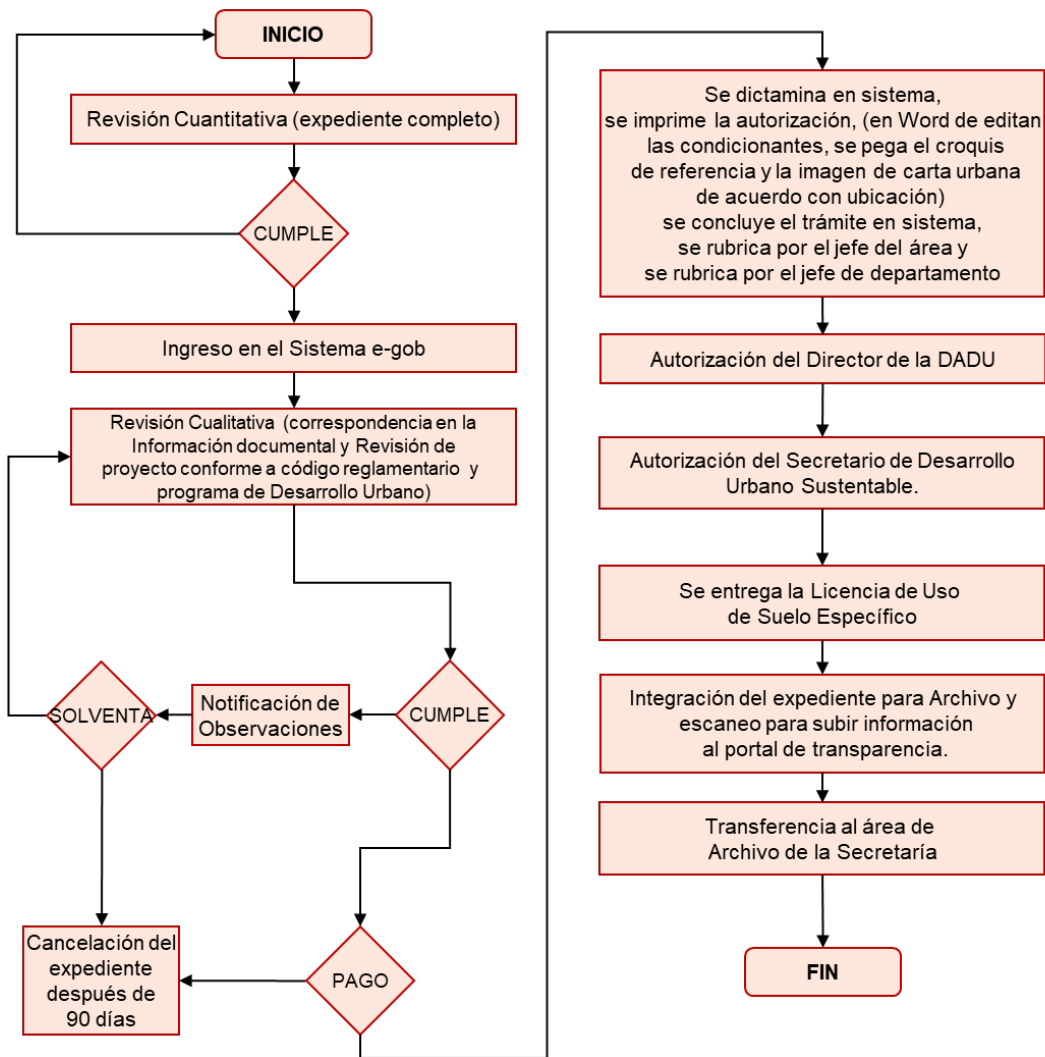


Fig. 41. Diagrama de flujo de Uso de suelo específico. Elaborado por la responsable del departamento.

REFERENCIAS

- Aracil Santoja, J. (1995). *Dinámica de Sistemas*. Madrid, España: Isdefe. Obtenido de https://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/51/dinsist-dinamica_sistemas.pdf
- Arnold Cathalifaud, M., & Osorio, F. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio*(3). Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10100306>
- Auditoría Superior del Estado de Puebla. (2021). *Sistemas y Modelos de Gestión*. Obtenido de Auditoría Superior del Estado de Puebla: <https://www.auditoriapuebla.gob.mx/conocenos/sistemas-de-gestion>
- Balbo, M., Jordán, R., & Simioni, D. (2003). *La ciudad inclusiva*. Santiago de Chile: Cuardenos de la CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/27814-la-ciudad-inclusiva>
- Baños Francia, J. A., & Cárdenas Gómez, E. P. (02 de Noviembre de 2014). *El Federalismo y la planeación urbana en México*. Obtenido de Issuu Inc.: https://issuu.com/instituto_del_federalismo/docs/5
- Becker, B. (2005). Teoría general de sistemas. ¿Qué es? ¿Hay un ejemplo de aplicación para DO? *Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas*, 1-11. Obtenido de <http://www.cips.cu/wp-content/uploads/2013/03/articulo24.pdf>
- Bertalanffy, L. v. (1986). *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. (J. Almela, Trad.) México: Fondo de Cultura Económica. Obtenido de <http://fad.unsa.edu.pe/bancayseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/Teoria-General-de-los-Sistemas.pdf>
- Boulding, K. E. (2007). La teoría general de sistemas: la estructura interna de la ciencia. *Politécnica*(4), 103-115. Obtenido de https://www.cienciared.com.ar/ra/usr/37/451/103_115.pdf
- Buzai, G. D. (2013). *Sistemas de Información Geográfica (SIG). Teoría y aplicación*. Argentina: GESIG-PRODISIG.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020, 01 de diciembre). *Ley General de Asentamientos Humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano*. Diario Oficial de la Federación. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgahotdu.htm>
- Casas Roma, J., Burgués Illa, X., Cabré i Segarra, B., Costal Costa, D., Juanola Juanola, P., Ortego Carazo, S., . . . Segret i Sala, R. (2015). *Diseño de bases de datos* (Cuarta ed.). Barcelona: Oberta UOC Publishing, SL. Obtenido de Universitat Oberta de Catalunya: http://cv.uoc.edu/annotation/cb826b689abc472d8fb5b2519840058b/699689/PID_00213707/PID_00213707.html#w31aab5c13b7
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (27 de Julio de 1994). *Sistemas de información para la gestión urbana en la ciudad de Córdoba, Argentina*. (J. Argüeyo, Ed.)

- Obtenido de CEPAL. Naciones Unidas:
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/30281?locale-attribute=es>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (Junio de 2003a). *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Obtenido de CEPAL:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2376/1/S2003000_es.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. (Noviembre de 2003b). *Guía de gestión urbana*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe:
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/5591-guia-gestion-urbana>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos . (05 de febrero de 1917). Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf
- Contreras Hernández, G. A., & Villegas, R. E. (30 de Septiembre de 2016). *Las Geotecnologías y los sistemas de apoyo para la planeación en el ordenamiento territorial*. Obtenido de Dialnet:
<file:///C:/Users/luna6/Downloads/Dialnet-LasGeotecnologiasYLosSistemasDeApoyoParaLaPlaneaci-6232806.pdf>
- Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia. (2017). *Desarrollo de Sistemas*. Obtenido de CUAED UNAM:
https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1150/mod_resource/content/1/contenido/index.html
- De las Heras Gutiérrez, D., Adame Martínez, S., Cadena Vargas, E. G., & Campos Alanís, J. (2020). Sustentabilidad del desarrollo urbano en la Megalópolis de México: perspectiva desde el análisis espacial. *Economía, Sociedad y Territorio*, XIX(62), 710-752. Obtenido de <https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/1441>
- De Terán Troyano, F. (2009). Planificación y Diseño Urbano. En A. Bonet Correa (Ed.), *La ciudad del futuro* (págs. 9-28). Madrid: Instituto de España. Obtenido de <http://oa.upm.es/13848/>
- Decreto de Modificación Parcial al Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula. (03 de marzo de 2011). Obtenido de https://ti.implanpuebla.gob.mx/CartaUrbanaDigital/docs/p_subregional_desarrollo_urb.pdf
- Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación. (s.f.). *Sistemas de Información*. Obtenido de Universidad Autónoma de Ciudad Juárez:
http://www3.uacj.mx/CGTI/CDTE/JPM/Documents/IIT/Introduccion_TI/5_Disciplinas/sistemas-de-informacion.html
- Domínguez Bravo, J. (2000). *Breve introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Editorial CIEMAT. Recuperado el 03 de Diciembre de 2020, de https://www.researchgate.net/profile/Javier_Dominguez/publication/237467702_Breve_introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/links/0

deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-
Informaci

- Domínguez Ríos, V. A., & López-Santillán, M. Á. (2016). Teoría General de Sistemas, un enfoque práctico. *Tecnociencia. Chihuahua*, 125-132.
- Echebarría Miguel, C., & Aguado Moralejo, I. (2003). La planificación urbana sostenible. *Zainak*, 24, 643-660. Obtenido de <http://www.eusko-ikaskuntza.eus/es/publicaciones/la-planificacion-urbana-sostenible/art-9109/>
- Eibenschutz, R. (2009-2010). *Instrumentos para la gestión de proyectos urbanos estratégicos*. Obtenido de Dirección General de Bibliotecas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM): <https://biblat.unam.mx/es/revista/casa-del-tiempo/articulo/instrumentos-para-la-gestion-de-proyectos-urbanos-estrategicos>
- Escalona Cuaresma, M. J. (2001). *Metodologías para el desarrollo de sistemas de información global: análisis comparativo y propuesta*. Universidad de Sevilla, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Sevilla: Universidad de Sevilla. Obtenido de <http://www.lsi.us.es/docs/informes/EstadoActual.pdf>
- Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. (2015). *Guía metodológica de desarrollo de sistema de información*. Bogotá: Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Obtenido de <https://etitic.edu.co/archives/calidad/GIC-GU-01.pdf>
- Espinoza Montes, C. (2014). *Metodología de investigación tecnológica. Pensando en sistemas* (Segunda ed.). (C. Espinoza Montes, Ed.) Huancayo, Perú: Biblioteca Nacional del Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1148>
- ESRI. (9 de Mayo de 2020). *Acerca de los sistemas de coordenadas de CAD*. Obtenido de ArcGIS for Desktop: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/cad/about-cad-coordinate-systems.htm>
- ESRI. (s.f.). *Georreferenciación y sistemas de coordenadas*. Recuperado el 04 de Junio de 2021, de ArcGIS Resources: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>
- Flores, A., & Thomas, J. (1993). *La Teoría General de Sistemas*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6581658>
- Garza, G., & Schteingart, M. (2010). *Los grandes problemas de México* (Vol. II). México, D. F.: El Colegio de México. Obtenido de <https://2010.colmex.mx/tomos/desarrollo1.html>
- GIS Geography. (27 de Febrero de 2021). *The differences between QGIS and ArcGIS*. Obtenido de GIS Geography: <https://gisgeography.com/qgis-arcgis-differences/>
- Gobierno Constitucional del Estado de Puebla. (2008). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula. *Periódico Oficial*.
- Gobierno Constitucional del Estado de Puebla. (2011). DECRETO del Ejecutivo del Estado, que aprueba la Modificación Parcial al Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los

Municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula, vigente.
Periódico Oficial.

Gobierno de Puebla. Secretaría de Gobernación. (26 de marzo de 2003). *Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del estado de Puebla*. Obtenido de Gobierno de Puebla:
file:///D:/ECATSIG/POYEC_TEORIA/INVENTARIO/Ley_de_Development_Urbano_Sustentable_del_Estado_de_Puebla_26032003.pdf

Gobierno del Municipio de San Andrés Cholula. (2018). Programa Municipal de Gestión de Riesgos y Ordenamiento Territorial de San Andrés Cholula, Puebla 2018. San Andrés Cholula, Puebla, México.

Gómez Delgado, M., & Barredo Cano, J. I. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio* (Segunda ed.). Madrid, España: Ra-Ma.

González Brito, H., & Yzquierdo Herrera, R. (27 de Octubre de 2015). *Interoperabilidad entre los sistemas informáticos*. Obtenido de VI Encuentro Internacional de Contabilidad, Auditoría y FinanzasAt: La Habana, Cuba:
https://www.researchgate.net/publication/283270575_INTEROPERABILIDAD_ENTRE_LOS_SISTEMAS_INFORMATICOS

González-Longatt, F. M. (2007). Introducción a los Sistemas de Información: Fundamentos. *Aragua, 7*. Obtenido de Universidad Veracruzana:
<https://www.uv.mx/personal/artulopez/files/2012/08/FundamentosSistemasInformacion.pdf>

Grupo Banco Mundial. (04 de 2020). *Desarrollo Urbano*. Obtenido de Grupo Banco Mundial:
<https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>

Hamidian Fernández, B. F., & Ospino Sumoza, G. R. (2015). ¿Por qué los sistemas de información son esenciales? *Anuario, XXXVIII*, 161-183. Obtenido de
<http://servicio.bc.uc.edu.ve/derecho/revista/idc38/art07.pdf>

Hernández Cortés, C., Castillo Ramos, M. I., & Ornelas Delgado (Coords.), J. (2010). *La Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala. Situación actual y posibilidades de desarrollo*. México: Ediciones Navarra.

Hernández Rejón, E. M., Adame Martínez, S., & Cadena Vargas, E. (2017). Los retos de la sustentabilidad urbana en México. Reflexiones sobre su evaluación a través de la Metodología ICES del BID. *Quivera, 19(1)*, 85-97. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/401/40153531005.pdf>

Hofmann Aguirre, V. H. (20 de Marzo de 2015). *Angelópolis, Puebla y Santa Fe, Ciudad de México, ¿centralidades detonadoras de desarrollo o de exclusión?* Obtenido de Ibero Puebla:
<http://hdl.handle.net/20.500.11777/703>

Instituto Nacional de Estadística de Bolivia. (01 de Enero de 2011). *Normas y Estandarización de la información Geomática para el "SIGED"*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística -

Catálogo del Archivo Nacional de Datos:

http://censosbolivia.ine.gob.bo/ANDA4_3/index.php/catalog/495/download/2362

Lara, J. (2019). Contradicciones y paradojas del modelo de gestión urbana en el área metropolitana de Guadalajara Jalisco, México. *Cad. Metrop.*, 22(47), 41-60. Obtenido de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-99962020000100041

Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla. (26 de marzo de 2003). Obtenido de <https://ojp.puebla.gob.mx/index.php/zoo-items-landing/item/ley-de-desarrollo-urbano-sustentable>

Ley de Planeación. (16 de febrero de 2018). Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59_160218.pdf

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. (28 de noviembre de 2016). Obtenido de <https://www.seduvi.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5c8/1c2/1a6/5c81c21a68536841474789.pdf>

Lezama, J. L., & Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Pap. poblac.*, 12(49), 153-176. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007

López Herrera, P. (2016). *Comparación del desempeño de los Sistemas Gestores de Bases de Datos MySQL y PostgreSQL*. Universidad Autónoma del Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/62548>

López Lara, E. J., Posada Simeón, J. C., & Moreno Navarro, J. G. (1997). *Los Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de Depósito de Investigación de la Universidad de Sevilla.: <http://hdl.handle.net/11441/40831>

López Ricalde, C. D., López Hernández, E. S., & Ancona Peniche, I. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4578/457845044002.pdf>

Martínez Olivarez, P. (2015). La política de suelo del megaproyecto urbano Angelópolis y sus efectos en la periferia poniente de Puebla. *Anuario de espacios urbanos, historia, cultura y diseño 2015*, 73-98. Obtenido de <http://espaciosurbanos.azc.uam.mx/index.php/principal/article/view/40>

Meaden, G. (1992). *Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/t0446s/T0446S00.htm#TOC>

Mena, M. (15 de junio de 2017). *Anárquico, el crecimiento urbano en San Andrés Cholula*. Obtenido de El Sol de Puebla: <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/anarquico-el-crecimiento-urbano-en-san-andres-cholula-863755.html>

Meneses Hernandez, J. M., & Cardenas Velasco, J. (30 de 11 de 2011). *Diseño e implementación de un sistema de información geográfico (SIG) sobre software libre para la Secretaría de*

- Planeación del municipio de Guadalajara de Buga*. Obtenido de Metabiblioteca. Universidad del Valle: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/3223>
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital de España. Secretaría General de Administración Digital. (2001). *Diseño de Sistemas de Información*. Obtenido de Portal de Administración Electrónica: https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/dam/jcr:7f366cd1-6759-42d9-9e0b-31edce0256d9/METRICA_V3_Disenio_del_Sistema_de_Informacion.pdf
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital de España. Secretaría General de Administración Digital. (2001). *Métrica v.3*. Obtenido de Portal Administración electrónica: https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital de España. Secretaría General de Administración Digital. (2001). *Planificación de Sistemas de Información*. Obtenido de Portal de Administración Electrónica.: https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/dam/jcr:8d2cfee5-5617-4dea-8cf8-7b7a0131de84/METRICA_V3_Panificacion_de_Sistemas_de_Informacion.pdf
- Morea Rodríguez, M., & Huerta Rodríguez, J. (2020). *Portal administración electrónica*. Obtenido de Ministerio de la política territorial y función pública. Secretaría General de Administración Digital: <https://cutt.ly/EybhWVi>
- Naciones Unidas. (Octubre de 2016). *La Nueva Agenda Urbana en español*. Obtenido de ONU-Hábitat México, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol>
- Navarrete-Peñuela, M. (2017). Desarrollo Urbano Sustentable: el gran desafío para América Latina y los preparativos para Hábitat III. *Revista Luna Azul*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3217/321753629008/html/index.html>
- Norma técnica para generar, implementar, actualizar y administrar la Clave Única del Registro del Territorio con fines estadísticos y geográficos. (12 de abril de 2018). Obtenido de https://www.snieg.mx/DocumentacionPortal/Normatividad/vigente/NT_CURT.pdf
- OCDE. (2010). *Guía para mejorar la calidad regulatoria de trámites estatales y municipales e impulsar la competitividad de México*. OECD Publishing.
- Olaya, V. (16 de Octubre de 2012). *Sistemas de Información Geográfica*. España: CreateSpace Independent Publishing Platform (Amazon). Obtenido de <https://volaya.github.io/libro-sig/>
- Olea Franco, P. (1994). *Manual de técnicas de investigación documental para la enseñanza media*. Naucalpan: Esfinge.
- Olsina, L. (1998). Building a Web-based information system applying the hypermedia flexible process modeling strategy. *1st International Workshop on Hypermedia Development, Hypertext*, 12. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/333903301_Building_a_Web-based_Information_System_applying_the_Hypermedia_Flexible_Process_Modeling_Strategy

ONU Hábitat México. (05 de Diciembre de 2018). *CPI, Iniciativa de las Ciudades Prósperas en México 2018*. Obtenido de YouTube:

https://www.youtube.com/watch?v=dF7KZ2VveyQ&feature=emb_title

ONU-Hábitat. (2018). *Índice de las Ciudades Prósperas, CPI, México 2018*. Obtenido de ONU Hábitat México:

http://70.35.196.242/onuhabitatmexico/cpi/2015/21119_San_Andr%C3%A9s_Cholula.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1992). Funcionamiento y usos de los Sistemas de Información Geográfica. En G. Meaden, & J. Kapetsky, *Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura* (pág. Cap. 6). Roma: FAO. Obtenido de FAO.

Osorio, F., Arnold, M., González López, S., & Aguado López, E. (2008). *La nueva teoría social en Hispanoamérica. Introducción a la Teoría de Sistemas Constructivista* (Vol. 11). México: Colección Pensamiento Universitario. Obtenido de

http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/3617/Nueva_teor%C3%ADa_social_en_Hispanoamerica_Osorio_Arnold.pdf?sequence=3

Ossa O., C. A. (2016). *Teoría General de Sistemas. Conceptos y aplicaciones*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Peralta. Obtenido de

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7424/TGS.%20Conceptos%20y%20aplicaciones.pdf?sequence=1>

Peralta, E. (2016). Teoría general de los sistemas aplicada a modelos de gestión. *Aglala*, 7(1), 122-145. doi:<https://doi.org/10.22519/22157360.901>

Proaño Castro, M. F., Orellana Contreras, S. Y., & Martillo Pazmiño, I. O. (2018). Los sistemas de información y su importancia en la transformación digital de la empresa actual. *Espacio*, XXXIX(45), 3. Obtenido de

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n45/a18v39n45p03.pdf>

Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Andrés Cholula. (06 de febrero de 2008). Obtenido de

<http://compilacion.ordenjuridico.gob.mx/obtenerdoc.php?path=/Documentos/ESTADO/PUEBLA/TODOS%20LOS%20MUNICIPIOS/o2811117.doc&nombreclave=o2811117.doc>

Reestructura y actualización del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. (13 de febrero de 2020). Obtenido de Secretaria de Planeación y Finanzas:

<https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/Municipales2020/San%20Andr%C3%A9s%20Cholula.pdf>

Santos Preciado, J. M. (2004). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (31 de Mayo de 2017). *Proyectos Aprobados para el 2017 de la Coordinación General de Modernización y Vinculación Registral y Catastral*. Obtenido de Gobierno de México:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227282/PEC_MUNICIPAL_SAN_ANDRES_CHOLULA__PUEBLA_.pdf
- Secretaría de Desarrollo Social. (2013). *Unidad de Microrregiones Cédulas de Información Municipal (SCIM)*. Obtenido de Gobierno de México:
<http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=21&mun=119>
- Secretaría de Desarrollo Urbano Sustentable San Andrés Cholula. (s.f.). *Trámites y servicios*. Obtenido de Gobierno de San Andrés Cholula:
<https://sach.gob.mx/component/development-urbandevelop>
- Secretaría de la Función Pública. (2016). *Guías técnicas de interoperabilidad. Documento de especificación G08. Guía de Arquitectura Técnica*. México: Secretaría de la Función Pública. Obtenido de
https://www.gob.mx/guiasinteroperabilidad/guias_tecnicas/gt_10/pdf/guia_10.pdf
- Stair, R., & Reynolds, G. (2010). *Principios de Sistemas de Información* (9ed. ed.). México, D.F.: Cengage Learning. Obtenido de
<http://docshare04.docshare.tips/files/24101/241015829.pdf>
- Tomlinson, R. (2007). *Thinking about GIS. Geographic Information System Planning for Managers* (Tercera ed.). Nueva York: ESRI Press.
- Torres Alvarado, I. D. (29 de Febrero de 2020). *El Sistema de Gestión y sus componentes: estratégico, táctico y operacional*. Obtenido de Redalyc.org:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/880/88062542005/html/index.html>
- Vitturini, M., & Fillottrani, P. (Octubre de 2008). *Interoperabilidad y estándares de datos para información geográfica*. Obtenido de National University of La Plata:
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/21968>