DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA OPTIMIZAR ANÁLISIS ESPACIALES EN LA SECRETARIA DE PLANEACIÓN DE SAN MARTIN, META

Angie Yorleni Gordillo Sánchez
Julián Camilo Saray Montenegro

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Tutora: María Camila Betancourth Ossa Especialista (Esp) en Sistemas de Información Geográfica

Asesores de recursos académicos: Juan Pablo Charry Osorio (asesor bibliográfico), Claudia Marcela Cerón Rubio (asesora Centro de Escritura) y Elvia Lucía Sánchez García (asesora de integridad académica)

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Virtual
Manizales, Caldas, Colombia
2025

Cita	(Gordillo Sánchez & Saray Montenegro, 2025)
Referencia **Estilo APA 7 (2020)**	Gordillo Sanchez, A. Y., Saray Montenegro, J. C. (2021). *Desarrollo de un sistema de información geográfica para optimizar análisis espaciales en la secretaria de planeación de San Martin, Meta* [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.

Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Virtual, I

Declaración de inteligencia artificial: el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como ChatGPT, Deepseek, Turnitin, Gemini, de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Biblioteca y Centro de Recursos: https://biblioteca.umanizales.edu.co/

Repositorio Institucional: http://ridum.umanizales.edu.co/

Universidad de Manizales: www.umanizales.edu.co

Revistas: http://revistasum.umanizales.edu.co/

Fondo Editorial: https://editorialum.umanizales.edu.co/

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen 10

Abstract 11

Introducción 12

1 Planteamiento del problema 13

1.1 Antecedentes 14

2 Justificación 19

3 Objetivos 22

3.1 Objetivo general 22

3.2 Objetivos específicos 22

4 Hipótesis 23

4.1 Descripción del área problemática 23

5 Marco teórico 25

5.1 Referente normativo y legal 25

5.2 Referente teórico 26

6 Metodología 29

6.1 Enfoque metodológico 29

6.2 Tipo de estudio 30

6.3 Procedimiento 30

6.3.1 Fase 1 Identificación de los requerimientos 31

6.3.1.1 Actividad 1. Verificación y evaluación de los instrumentos utilizados para los análisis espaciales solicitados a la secretaría de planeación 32

6.3.1.2 Actividad 2. Identificación de cuáles son los requerimientos de análisis espaciales más solicitados a la secretaría de planeación 32

6.3.1.3 Actividad 3. Identificación de las carencias y dificultades en la generación de análisis espaciales en la secretaría de planeación 34

6.3.1.4 Actividad 4. Identificación del personal encargado de la generación de análisis espaciales dentro de la secretaría de planeación 34

6.3.2 Fase 2 Análisis de información existente 35

6.3.2.1 Actividad 1. Recolección, análisis y estandarización de información secundaria digital existente en la secretaría de planeación 35

6.3.2.2 Actividad 2. Recolección, análisis, estandarización y digitalización de información secundaria física existente en la secretaría de planeación 36

6.3.3 Fase 3 Establecimiento de parámetros 36

6.3.3.1 Actividad 1. Definición de roles y usuarios que van a emplear los aplicativos 36

6.3.3.2 Actividad 2. Diseño del diccionario de datos para la construcción y estandarización de la base de datos espacial 36

6.3.3.3 Actividad 3. Definición del modelo de almacenamiento y actualización de la base de datos espacial 37

6.3.4 Fase 4 Desarrollo de aplicativos 37

6.3.4.1 Actividad 1. Construcción de aplicativos con base en los parámetros definidos . 38

7 Resultados 47

7.1 Fase 1 Identificación de los requerimientos 47

7.1.1 Actividad 1. Verificación y evaluación de los instrumentos utilizados para los análisis espaciales solicitados a la secretaría de planeación 47

7.1.2 Actividad 2. Identificación de cuáles son los requerimientos de análisis espaciales más solicitados a la secretaría de planeación 48

7.1.3 Actividad 3. Identificación de las carencias y dificultades en la generación de análisis espaciales en la secretaría de planeación 48

7.1.4 Actividad 4. Identificación del personal encargado de la generación de análisis espaciales dentro de la secretaría de planeación 51

7.2 Fase 2 Análisis de información existente 52

7.2.1 Actividad 1. Recolección, análisis y estandarización de información secundaria digital existente en la secretaría de planeación 52

7.2.2 Actividad 2. Recolección, análisis, estandarización y digitalización de información secundaria física existente en la secretaría de planeación 55

7.3 Fase 3 Establecimiento de parámetros 56

7.3.1 Actividad 1. Definición de roles y usuarios que van a emplear los aplicativos 56

7.3.2 Actividad 2. Diseño del diccionario de datos para la construcción y estandarización de la base de datos espacial 58

7.3.3 Actividad 3. Definición del modelo de almacenamiento y actualización de la base de datos espacial 66

7.4 Fase 4 Desarrollo de aplicativos 69

7.4.1 Actividad 1. Construcción de aplicativos con base en los parámetros definidos 69

8 Discusión 71

9 Conclusiones 73

10 Recomendaciones 76

Referencias 77

Anexos 81

Anexo 1. Encuesta Análisis de la Eficiencia y Conocimiento en el Uso de Herramientas SIG en la Secretaría de Planeación 81

Anexo 2. GDB Base 82

Lista de tablas

Tabla 1 Respuestas de empleados a las preguntas de opciones de mejora en la oficina de planeación 49

Tabla 2 Roles y responsabilidad en el Sistema de Información Geográfica propuesto 57

Tabla 3 Parámetros de los datos individuales del Sistema de Información Geográfica propuesto 59

Tabla 4 Diccionario de datos Base de Datos Geográfica 59

Lista de figuras

Figura 1 Localización general del municipio, San Martin, Meta 24

Figura 2 Fases del procedimiento para el desarrollo de un sistema de información geográfica para optimizar análisis espaciales en la secretaría de planeación de San Martín, Meta 31

Figura 3 Encuesta Análisis de la eficiencia y conocimiento en el uso de herramientas SIG Parte 1..... 33

Figura 4 Encuesta Análisis de la eficiencia y conocimiento en el uso de herramientas SIG. Diseño y estructura 34

Figura 5 Organigrama dependencias en el municipio de San Martin..... 35

Figura 6 Creación del modelo entidad relación, relacional y físico 37

Figura 7 Capa Predial Urbana..... 38

Figura 8 Merge entre capas Predios Urbanos y Clasificación – Uso del Suelo..... 39

Figura 9 Capa Intersect entre Predios Urbanos y Usos – Clasificación del Suelo 40

Figura 10 Capa Intersect entre predios urbanos (temporal) y áreas actividad urbano..... 40

Figura 11 Error topológico entre capas intersectadas..... 41

Figura 12 Capa final predios urbanos..... 42

Figura 13 Intersect capa clasificación y uso y predial rural 42

Figura 14 Capa final predios rurales..... 43

Figura 15 Bases de datos geográfica personal..... 44

Figura 16 Capas integradas en ArcGIS online..... 45

Figura 17 Visualización capas en ArcGIS online mediante mapa web..... 45

Figura 18 Editor de ArcGIS Experience Builder..... 46

Figura 19 Resultado a la pregunta ¿Cuál de las siguientes opciones cree usted que es la solicitud más común por parte de la comunidad a la secretaria de planeación?..... 48

Figura 20 Equipo de cómputo de la secretaria de planeación municipal..... 51

Figura 21 Organización GDB del PBOT del municipio de San Martin departamento del Meta 52

Figura 22 Visualización usos del suelo municipio de San Martin (Meta) en ArcMap..... 53

Figura 23 Distribución porcentual del tipo de cartografía disponible en la información geográfica 54

Figura 24 Distribución porcentual de la categoría disponible en la información geográfica inventariada 54

Figura 25 Distribución porcentual de los formatos de almacenamiento de la información geográfica inventariada 55

Figura 26 Estado de almacenamiento de la información física secundaria 56

Figura 27 Formato de solicitud de norma urbanística y/o concepto de uso del suelo 63

Figura 28 Concepto de uso de suelo emitido por la secretaría de planeación 64

Figura 29 Modelo Entidad - Relación para el modelo de almacenamiento principal 67

Figura 30 Modelo Relacional para el modelo de almacenamiento principal 68

Figura 31 Modelo Fisico para el modelo de almacenamiento principal 69

Figura 32 Aplicativo WEB creado por ArcGIS Experience Builder 70

Siglas, acrónimos y abreviaturas

SIG	Sistema de Información Geográfica
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
UML	Lenguaje de Modelo Unificado
BDG	Bases de Datos Geográfica
OT	Ordenamiento Territorial
FMI	Folio de Matricula Inmobiliaria
KMZ	Keyhole Markup Language Zipped
KML	Keyhole Markup Language
GDB	Geographic DataBase
ESRI	Environmental Systems Research Institute

Resumen

Este proyecto desarrolla un Sistema de Información Geográfico (SIG) en la Secretaría de Planeación del municipio de San Martín, Meta, el cual busca mejorar el análisis y la gestión de la información espacial. Esto permitirá optimizar la toma de decisiones y la planificación territorial en el municipio. Como primer paso, se identifican los requerimientos de información y funcionalidades demandadas tanto por la comunidad como por la Secretaría de Planeación. A continuación, la información disponible en medios físicos y digitales se evalúan de acuerdo a su relevancia en el desarrollo del SIG. A partir de este diagnóstico, se definen los parámetros técnicos y funcionales necesarios para crear aplicaciones SIG en plataformas web y de escritorio.

Estas herramientas permiten el almacenamiento, visualización y análisis espacial de datos clave en la generación de respuestas a los requerimientos de la Secretaría de Planeación. Este proyecto busca fortalecer las capacidades institucionales para la gestión de información espacial, contribuyendo al desarrollo sostenible del municipio.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica, Ordenamiento Territorial, Bases de Datos Espaciales, Análisis Espacial.

Abstract

This project develops a Geographic Information System (GIS) in the Planning Department of the municipality of San Martín, Meta, which will improve the analysis and management of spatial information. This will optimize decision-making and territorial planning in the municipality. As a first step, the information requirements and functionalities demanded by both the community and the Planning Department are identified. The information available in physical and digital media is then evaluated according to its relevance to the development of the GIS.

Based on this diagnosis, the technical and functional parameters necessary to create GIS applications on web and desktop platforms are defined. These tools allow for the storage, visualization, and spatial analysis of key data to respond to the Planning Department's requirements. This project seeks to strengthen institutional capacities for spatial information management, contributing to the sustainable development of the municipality.

Keywords: Geographic Information System, Territorial Planning, Spatial Databases, Spatial Analysis.

Introducción

El ordenamiento territorial ha sido un aspecto muy importante en las sociedades a través de la historia, puesto que es el intermediario entre el desarrollo de la humanidad, el mantenimiento y conservación del medio ambiente; cumpliendo de esta manera los objetivos del ordenamiento territorial tal como se plantean en la Carta Europea de la Ordenación del Territorio 1983. Los Sistemas de Información Geográfica SIG son una herramienta de apoyo que permiten a las entidades del estado encargadas del Ordenamiento Territorial OT a tomar decisiones acertadas que van acorde al cumplimiento de los objetivos de este gracias a las múltiples ventajas que ofrece. Tema que se aborda en el desarrollo del Sistema de Información Geográfica llave entre la toma de decisiones de un sujeto (secretaria de planeación) sobre el territorio o a petición de un usuario (Comunidad o secretaria de planeación).

1 Planteamiento del problema

La república de Colombia se encuentra catalogada como uno de los países más diversos y ricos en términos agrícolas y biodiversos del mundo, sin embargo, existen varias limitantes para el aprovechamiento eficiente y equilibrado de los recursos, esta situación está ligada a varios factores, tales como la poca inversión del estado, el uso de instrumentos de planificación obsoletos, episodios de violencia y la poca capacitación en métodos eficientes para el manejo y distribución de las tierras, además de la nula planeación sobre el territorio, en especial sobre el suelo rural de los municipios de baja categoría.

Otro aspecto crítico es el acceso limitado a información geoespacial. A pesar de los esfuerzos por promover la transparencia mediante portales de datos abiertos, en muchos casos, la información disponible es insuficiente o no está actualizada. La revisión de estos portales mostró que, aunque se publican documentos como los Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) y los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), la información geoespacial asociada sigue siendo inaccesible para el público.

Las condiciones topográficas también dificultan la obtención de datos actualizados en zonas rurales, donde el acceso es complicado y costoso. Esto se traduce en mayores tiempos de recolección de datos y un aumento en los costos operativos, lo que impacta directamente en la calidad y cantidad de información disponible para el análisis espacial. Asimismo, la desactualización de la información jurídica catastral es un problema generalizado en el país, lo que afecta la precisión de los análisis territoriales y dificulta la toma de decisiones basadas en datos confiables.

En este último apartado recae la responsabilidad de la oficina de planeación o similar en los municipios de baja categoría, pero acercándonos más de cerca al problema de estas entidades públicas se observa la obsolescencia con la cual las personas realizan pequeñas tomas de decisiones sobre el territorio, en este caso se toma como caso de estudio fiel reflejo de los problemas que enfrentan diariamente los funcionarios en la toma de decisiones por falta de recurso tecnológico y la poca capacitación del personal, este proyecto tiene como objetivo enfocarse en una solución que permita tomar decisiones de forma correcta sobre el territorio teniendo en cuenta la falta de recurso tecnológico.

1.1 Antecedentes

Los SIG son "A powerful set of tools for collecting, storing, retrieving at will, transforming, and displaying spatial data from the real world" [Un poderoso conjunto de herramientas para recopilar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y mostrar datos espaciales del mundo real.] (Burrough, Mcdonnell, & Lloyd, 2015). Este conjunto de herramientas se ha convertido en parte esencial del desarrollo y el análisis espacial, quizá se pueden catalogar como la mejor herramienta para la toma de decisiones efectivas en diferentes y diversos sectores del mundo real a partir de grandes volúmenes de datos espaciales.

Son varios los sectores que diariamente se benefician de los SIG y que día tras día buscan agregar nuevos elementos que permitan su potencialización, buscando así un aumento en su efectividad, la cual estará directamente relacionada con mejores resultados en menor tiempo. Uno de los sectores que en los últimos años ha implementado el uso de SIG es el sector del ordenamiento del territorio, el cual intrínsecamente se liga con los beneficios económicos, sociales y culturales de una población.

"Los sig como tecnología ofrecen una herramienta de importante apoyo para el ordenamiento territorial bajo un abordaje donde el eje principal esté puesto en el territorio en sí" (Baxendale, Claudia A, 2015), es así como a partir de este eje llamado territorio se han desarrollado iniciativas que lo integran con las herramientas y desarrollos tecnológicos de los SIG, sin embargo, es importante, conocer algunos detalles sobre el inicio de SIG y como estos en la actualidad se emplean y se transforman para el ordenamiento del territorio en general.

El Canadá Geographic Information System (CGIS) fue uno de los primeros sistemas de manejo de datos geoespaciales desarrollados en la década de 1960 por Roger Tomlinson, quien fue considerado "el padre de los SIG" (Tomlinson, 1987), este sistema se caracterizó por permitir almacenar y analizar la información geográfica de manera digital. Posteriormente en los años 70 y 80, los avances tecnológicos de la computación fueron evidentes, así las cosas, los sistemas de información geográfica también tuvieron cambios y avances, integrando algoritmos más complejos, un mayor volumen de información e integrándose con nuevas áreas, como las imágenes satelitales y los datos obtenidos mediante teledetección, los cuales permitieron realizar análisis con mayor detalle y más reales sobre el territorio (Burrough, Mcdonnell, & Lloyd, 2015). En los años

90 se crean los programas QGIS y ArcGIS los cuales permitieron que los SIG fueran más accesibles, impulsado su uso en la planificación del territorio y los análisis ambientales (Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind, 2005).

En Colombia El Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial, SIG_OT es una herramienta que desde hace más de una década dispone el acceso a la información geográfica actualizada con la colaboración de más de 30 entidades del orden nacional, bajo el liderazgo, administración y coordinación del IGAC. Hoy cuando se están formulando planes de ordenamiento departamental (POD), cuando cerca de 900 planes de ordenamiento territorial (POT) de los municipios deben ser revisados por cuanto ya cumplieron su vigencia de largo plazo, y 170 municipios deben adoptar los planes de desarrollo con enfoque territorial (PDET) dentro del marco del post conflicto, cobra vital importancia este Sistema de Información Geográfica (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2025), este sistema quizá es el avance más relevante y precursor respecto a la implementación de SIG para el ordenamiento de territorio en Colombia, sin embargo, Colombia afronta diversos desafíos que limitan la capacidad de los municipios para gestionar sus territorios de manera eficiente, tales como la falta de implementación efectiva del catastro multipropósito, recursos económicos, profesionales capacitados y la corrupción en los procesos catastrales (Santos, 2022), así como el contexto del conflicto armado, el cual ha dejado una huella importante en la escasa actualización del ordenamiento territorial especialmente en zonas rurales, donde la inseguridad ha restringido el acceso y la recopilación de datos. Esta situación genera dificultades en la planificación y desarrollo de proyectos que requieren información geoespacial actualizada (Flórez Gil & Rodríguez Ruíz, 2016), la cual se replica en un alto porcentaje de los municipios colombianos generando problemas como la expansión urbana desorganizada, desequilibrios en la distribución de infraestructuras y servicios, afectando asi el desarrollo sostenible de los municipios (Pérez Martínez, 2022), agravando problemas como la clasificación errónea de los usos del suelo, lo que conduce a conflictos en la gestión del territorio (Mesa , 2019).

Alrededor del año 2000 el Valle de Aburrá, los municipios de Medellín y Envigado presentaron un mayor avance en la apropiación de los SIG, Medellín elaboró completamente el POT con información que ya se tenía en un SIG, y en 2003 contrató con una empresa de consultoría la revisión y actualización de la cartografía digital que se generó en ese entonces. Envigado, por su parte, desde 1993 digitalizó la actualización catastral con la intención de desarrollar después el

SIG que ahora maneja con ArcGIS. Itagüí y Bello tienen ya ArcGIS y están en el proceso de desarrollar las respectivas aplicaciones para manejar información de catastro y encuestas del Sisbén principalmente. (Molina, López, & Villegas, 2005), como siempre la región antioqueña del país ha llevado la delantera en cuanto a los avances del ordenamiento y análisis del territorio, sin embargo, esta implementación de los SIG no es única de esta zona del país, por ejemplo, en el municipio de Gachalá (Cundinamarca) se implementó el Sistema de Información Geográfico Batimétrico el cual permite desde su esencia (la batimetría del embalse del Guavio) generar planes, programas y proyectos articulados en el esquema de ordenamiento territorial del municipio (Solano Rodriguez, Paez Vargas, & Aguilar Ruiz, 2016), también en la ciudad de Tunja mediante los SIG y evaluaciones multicriterio se instrumentó la identificación de zonas potencialmente urbanizables, dinamizando el procesamiento de la información y de las variables asociadas al análisis generando una herramienta practica para la gestión del territorio, que puede ser empleada para la optimización de la toma de decisiones por parte de los entes territoriales (Gualdron, Reyes, & Villate, 2020).

Muchos municipios en varias zonas del país han sido pioneros creando sus propios SIG buscando ser una fuente vital de información actualizada que permita una toma de decisiones acertadas a partir de análisis espaciales, para reflejar la realidad del territorio para sus habitantes y dirigentes, todos estructurados de diversas formas para diferentes finalidades, pero con un objetivo claro el ordenamiento del territorio. Es así, como el municipio de San Martín De Los Llanos, Meta desde la secretaria de planeación municipal busca inyectar los SIG para optimizar los análisis espaciales del territorio logrando obtener datos precisos, confiables y reales sobre el territorio, los cuales se traducen en toma de decisiones permitiendo una distribución equitativa de los recursos y un apropiamiento del territorio por parte de la comunidad.

Así mismo los Sistemas de Información Geográfico son aplicables de distintas formas por ejemplo se desarrolló una metodología interdisciplinaria utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) para identificar el Potencial de Restauración Ecológica (PRE) en áreas de borde urbano de Bogotá, integrando variables bióticas (cobertura vegetal, tensionantes), físicas (geología, pendientes) y sociales (fragmentación predial, riesgos ambientales). Los resultados mostraron que el 52.9% del área de estudio presentaba un potencial medio de restauración, vinculado a la capacidad de regeneración ecosistémica y la mitigación de conflictos socioambientales. No obstante, el estudio destacó limitaciones en la integración de escalas

espaciales entre componentes sociales y biofísicos, así como la necesidad de actualización constante de datos para responder a dinámicas urbanas aceleradas (Corzo Ramírez, Jerena Montiel, & Rubio Mendoza, 2012). Este enfoque subraya el papel de los SIG como herramientas clave para la toma de decisiones en contextos de alta complejidad territorial.

Por otro lado, se evaluó la incidencia del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) de Puerto López (Meta) en el desarrollo económico, aplicando el marco de Análisis y Desarrollo Institucional (ADI) de Ostrom. La actualización del PBOT en 2019 permitió diversificar usos del suelo rural (agroindustria, turismo, energías alternativas), lo que facilitó proyectos como centros logísticos y parcelaciones ecoturísticas. Según entrevistas a actores locales, el 57% de los empresarios percibió beneficios, aunque persistieron desafíos como la desconfianza en procesos institucionales y errores en la aplicación de tratamientos urbanísticos (González Quevedo, 2022).

La combinación de herramientas SIG y marcos normativos actualizados, como se evidencia en los estudios de Corzo et al. (2012) y González Quevedo (2022), demuestra su potencial para abordar desafíos territoriales complejos. Mientras los SIG optimizan el análisis multicriterio en restauración ecológica, los instrumentos de ordenamiento (ej. PBOT) establecen reglas que incentivan actividades económicas sostenibles. No obstante, ambos trabajos enfatizan la necesidad de cerrar brechas tecnológicas en municipios rurales, fortalecer la capacitación técnica y garantizar la actualización periódica de datos geoespaciales. Estas acciones, junto con una gobernanza colaborativa, pueden catalizar un desarrollo territorial equilibrado, resiliente ante fenómenos como el cambio climático o la expansión urbana descontrolada.

La planificación territorial en Colombia ha enfrentado desafíos significativos debido a la falta de metodologías rigurosas para evaluar el riesgo de desastres. Tradicionalmente, los instrumentos de ordenamiento territorial (POT) han utilizado enfoques simplificados, como zonificaciones basadas en sistemas de información geográfica (SIG), que clasifican áreas en niveles de amenaza baja, media o alta sin considerar la frecuencia de los eventos (González Largo, 2014). Estos métodos, aunque útiles en su momento, carecen de asociación con períodos de retorno, lo que limita su capacidad para definir restricciones de uso del suelo de manera efectiva. Como alternativa, se propone un enfoque probabilista que integra la frecuencia e intensidad de los fenómenos naturales, permitiendo una evaluación cuantitativa del riesgo. Este método facilita la identificación de zonas aptas para el desarrollo urbano y rural, priorizando la seguridad y la resiliencia de las comunidades (González Largo, 2014).

El marco jurídico colombiano ha evolucionado para incorporar la gestión del riesgo en la planificación territorial, destacándose la Ley 388 de 1997 y la Ley 1523 de 2012. Estas normativas exigen que los municipios integren análisis de amenazas y vulnerabilidades en sus POT, aunque persisten vacíos en la estandarización de metodologías (González Largo, 2014). Ejemplos como el Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la cuenca del Río Chinchiná (POMCA) y la actualización del POT de Manizales ilustran la aplicación de enfoques probabilistas, combinando modelos de susceptibilidad, umbrales de lluvia y análisis de pérdidas potenciales. No obstante, se requiere mayor capacitación técnica y recursos económicos para implementar estas metodologías en municipios con menores capacidades, asegurando una gestión del riesgo coherente con las realidades territoriales (González Largo, 2014).

Como último caso de estudio se encuentra el realizado por Rincón Pérez (2003) que aborda el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para optimizar la gestión socio-predial en proyectos viales del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en Colombia, con énfasis en el caso de la carretera Santana-Mocoa. El marco teórico integra conceptos de gestión social, basados en la Constitución Política de 1991 y leyes como la 99 de 1993 (ambiental) y la 70 de 1993 (comunidades afrocolombianas), junto con herramientas tecnológicas como SIG para analizar indicadores socioeconómicos (empleo, acceso a servicios básicos, vivienda) y facilitar diagnósticos participativos (Instituto Nacional de Vías, 2002). La metodología incluyó la recopilación de datos mediante fichas socio-prediales, la creación de bases de datos relacionales y mapas temáticos vinculados a variables como vulnerabilidad social y afectaciones prediales. Los resultados destacaron la eficiencia del SIG en la identificación de casos críticos (ej. hacinamiento, viviendas inadecuadas) y en la estandarización de procesos, aunque se evidenciaron limitaciones en la calidad de los datos recolectados, proponiendo mejoras en las fichas para reducir ambigüedades (Rincón Pérez, 2003). Las conclusiones subrayan la importancia de actualizar continuamente el sistema y fortalecer la participación comunitaria, alineándose con los principios de desarrollo sostenible y derechos sociales establecidos en la legislación colombiana.

2 Justificación

En Colombia, así como en el mundo, el ordenamiento y la planificación del territorio se han convertido en aspectos cruciales para el desarrollo sostenible, la protección y la gestión eficiente de los recursos naturales y humanos. La creciente urbanización, la expansión de la frontera agrícola, los conflictos socioambientales y los desafíos relacionados con el cambio climático demandan cada vez más, la aplicación de herramientas efectivas para planificar y gestionar el uso del suelo de manera adecuada (Comisión Económica para America Latina y el Caribe, 2019).

Es así como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) emergen como una tecnología fundamental que permite integrar y analizar datos geoespaciales para la toma de decisiones en el ordenamiento del territorio; estos sistemas capturan, almacenan, manipulan, examinan y crean herramientas de visualización de datos geoespaciales, permitiendo la visualización de patrones y las relaciones espaciales existentes entre estos (Sarría, 2006). Su aplicación en el ordenamiento del territorio ofrece vastas posibilidades para lograr identificar áreas prioritarias para la conservación, planificar el crecimiento urbano de manera sostenible, evaluar el impacto ambiental de proyectos de desarrollo, gestionar riesgos naturales, entre muchas otras funciones (Comisión Económica para America Latina y el Caribe, 2019). Sin embargo, la implementación efectiva de los SIG en el ordenamiento del territorio en Colombia enfrenta una serie de problemas y limitaciones.

A pesar de los problemas y dificultades presentados, el gobierno nacional busca implementar una de las políticas públicas más ambiciosas y enriquecedoras de los últimos años conocida como catastro multipropósito, el cual se define como un inventario de las construcciones y bienes inmuebles tanto públicos como privados, con la finalidad de recolectar con el mayor grado de actualización los datos de los componentes físico, jurídico y económico (Departamento Nacional de Planeación DNP, 2023), que fue planteado como uno de los principales insumos para el OT. No obstante, diversas limitaciones como el fenómeno de la corrupción y la falta de profesionales idóneos han obstaculizado la ejecución del catastro multipropósito a nivel nacional, presentando inconvenientes en cuanto a los resultados esperados.

Uno de los principales problemas evidenciados para la implementación de los SIG en el Ordenamiento Territorial (OT) radica en el acceso a datos geoespaciales actualizados. Estos son el insumo principal para la toma de decisiones, sin embargo, no pueden ser capturados de manera

eficiente ni continúa. Una de las razones por lo cual la captura no es continua es el difícil acceso al territorio colombiano dado por las condiciones topográficas del país; de igual manera, el fenómeno del conflicto armado retrasa este tipo de estudios.

Paralelamente, la falta de coordinación interinstitucional y la fragmentación institucional son obstáculos que impiden la integración de los SIG en los procesos de planificación territorial. En muchos casos, diferentes entidades gubernamentales y actores involucrados en la gestión del territorio operan de manera independiente, lo que dificulta la compartición e interpolación de datos y, por ende, la toma de decisiones coherentes y la implementación de políticas territoriales coherentes y coordinadas.

Otro aspecto que considerar es la capacitación y el acceso a tecnologías adecuadas. A pesar de los avances en infraestructura tecnológica, todavía existen brechas significativas en cuanto a la capacitación del personal técnico y la disponibilidad de recursos financieros para adquirir y mantener equipos y software especializados en SIG (Molina, López, & Villegas, 2005). Así mismo, fenómenos como el abandono estatal, la corrupción y la inequidad en la gestión de recursos para el desarrollo municipal se catalogan como factores incidentes en la falta de formación profesional idónea para llevar a cabo el análisis SIG enfocado al ordenamiento territorial municipal.

Contar con personal capacitado o brindar las capacitaciones para que los profesionales del área se mantengan actualizados en cuanto a técnicas, equipos y/o tecnologías emergentes debería ser una prioridad. Por ejemplo, si se enfrentara una situación de riesgos ambientales, la captura de datos no se hace de manera continua, por lo que se ve necesario que el personal encargado tenga conocimiento de métodos estadísticos de interpolación, lo cual aportaría a sanar la falta de datos.

Asimismo, es importante tener en cuenta los aspectos sociales, socioeconómicos y culturales en la implementación de los SIG en el ordenamiento del territorio. La participación ciudadana, el reconocimiento de los conocimientos tradicionales de las comunidades locales y el manejo que se da en territorios que son inaccesibles debido a conflictos armados internos, son fundamentales para garantizar la legitimidad y aceptación de las decisiones tomadas a través de procesos de planificación territorial basados en SIG (Manero, 2010).

La Secretaría de Planeación del municipio de San Martín, Meta, desempeña un papel fundamental en la gestión del territorio y el desarrollo sostenible. Sin embargo, el manejo actual

de la información espacial, disperso entre documentos físicos y digitales, limita la capacidad para realizar análisis efectivos y tomar decisiones estratégicas. La implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) es clave para superar estas limitaciones, permitiendo una gestión integral y eficiente de datos espaciales.

El SIG facilitará la centralización de la información, promoviendo el acceso rápido y preciso a bases de datos actualizadas. Esto optimizará la elaboración de análisis espaciales esenciales para el ordenamiento territorial, como la identificación de zonas de riesgo, la planificación de infraestructuras y la gestión del uso del suelo. Además, el desarrollo de aplicaciones web y de escritorio permitirá a la Secretaría visualizar, almacenar y analizar información en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta ante las necesidades de la comunidad.

En este contexto, el desarrollo e implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Secretaría de Planeación del municipio de San Martín, Meta, se presenta como una solución integral. Este proyecto permitirá centralizar la información geoespacial y optimizar su gestión, mejorando el acceso a datos actualizados y precisos. Los objetivos específicos del proyecto, como la identificación de requerimientos, el análisis de información existente, el desarrollo de aplicaciones SIG y la capacitación del personal, responden directamente a las problemáticas identificadas.

La creación de aplicaciones SIG en plataformas web y de escritorio facilitará el almacenamiento, visualización y análisis de datos, permitiendo realizar análisis espaciales más precisos y efectivos.

Este proyecto no solo fortalecerá la capacidad de la Secretaría de Planeación para gestionar el territorio, sino que también fomentará la transparencia, el acceso a la información pública, fortaleciendo la participación ciudadana y contribuyendo al desarrollo sostenible del municipio de San Martin, Meta.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar un Sistema de Información Geográfico (SIG) en la Secretaría de Planeación del municipio de San Martín, Meta, para optimizar la gestión y el análisis de información espacial, mejorando la toma de decisiones y la planificación territorial.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar los principales requerimientos solicitados por la comunidad a la secretaria de planeación del municipio de San Martin Meta.
- Analizar la información disponible en formatos físicos y digitales dentro de la Secretaría de Planeación, evaluando su pertinencia y calidad para el desarrollo del SIG.
- Definir los parámetros técnicos y funcionales para el desarrollo de aplicaciones SIG, en función de las necesidades identificadas y la información existente en la Secretaría de Planeación.
- Desarrollar un aplicativo WEB y de escritorio para el almacenamiento de información, visualización e implementación de análisis espaciales.

4 Hipótesis

¿Cómo el desarrollo de un Sistema De Información Geográfica en la secretaria de planeación del municipio de San Martin, Meta optimiza los análisis espaciales de la entidad?

La Secretaría de Planeación del municipio de San Martín, Meta enfrenta desafíos en la gestión y análisis de información espacial debido a la dispersión y el manejo ineficiente de datos físicos y digitales. Esto limita la capacidad de la entidad para realizar análisis precisos y tomar decisiones informadas en materia de ordenamiento territorial. La implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) permitiría centralizar y optimizar la gestión de bases de datos espaciales, facilitando el acceso a información actualizada y mejorando la precisión de los análisis espaciales. Por lo tanto, es necesario determinar cómo el desarrollo y una posterior aplicación que no está contemplado en este proyecto de un SIG contribuirá a la mejora de los procesos de planificación y análisis territorial en la Secretaría de Planeación.

4.1 Descripción del área problemática

Es válido afirmar que implementar los sistemas de información geográfica en las entidades territoriales públicas de Colombia puede optimizar y mejorar de gran manera los procesos de planeación, manejo y control territorial colombiano, a distintas escalas y desde diferentes enfoques multidisciplinarios, a fin de promover la resolución de conflictos espaciales, territoriales y ambientales, como también la conservación del territorio. De acuerdo con (Alonso, 2006) otros de los grandes beneficios de implementar los SIG en la gestión territorial a nivel mundial es permitir la accesibilidad a las partes interesadas a información pública, al catastro, a la evaluación de recursos y al respectivo seguimiento de la misma.

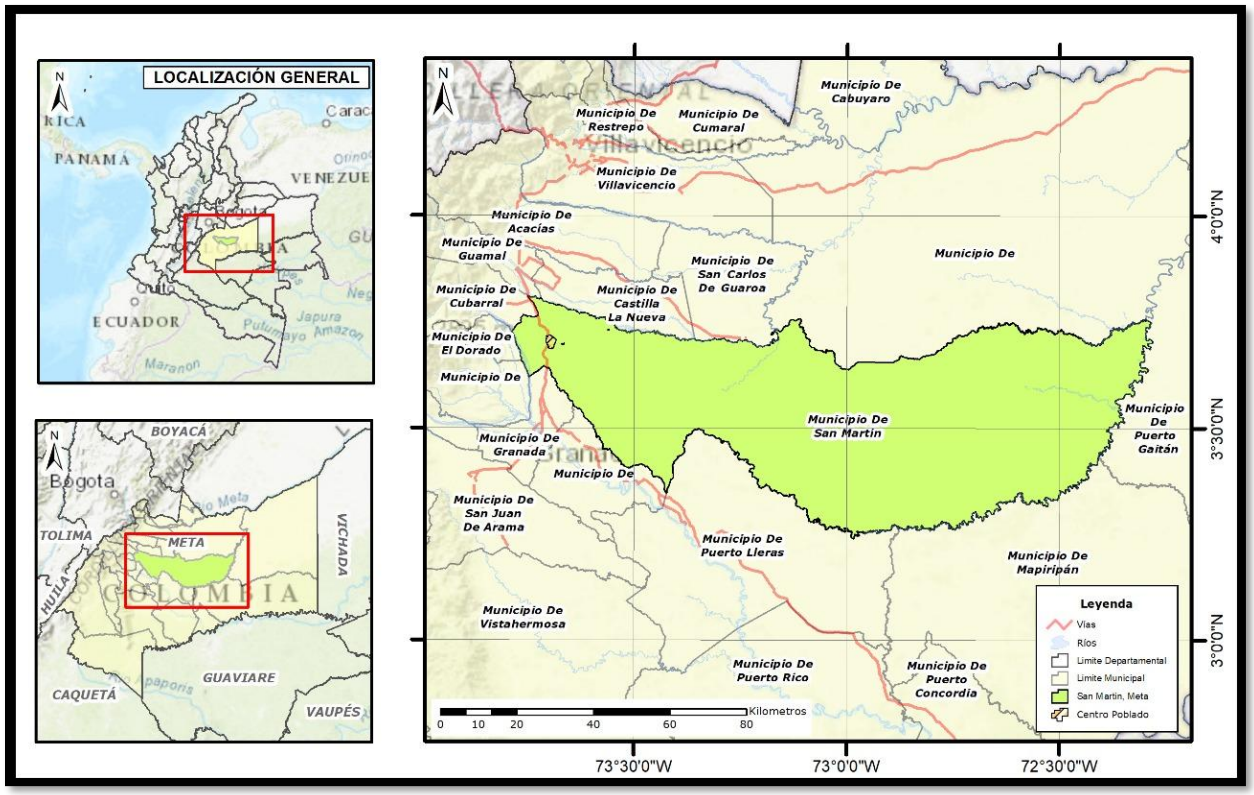
Un problema recurrente es la falta de formación técnica en los profesionales encargados de la planificación territorial. Muchos de ellos carecen de conocimientos específicos en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y bases de datos espaciales, lo que limita la capacidad institucional para realizar análisis espaciales y tomar decisiones informadas. Esta carencia ha sido evidenciada a través de revisiones en portales de las secretarías de planeación, donde se observó que la mayoría

del personal no cuenta con habilidades técnicas en SIG, lo que subraya la necesidad de capacitaciones específicas.

De allí radica la importancia de implementar en el municipio de San Martin en el departamento del Meta los Sistemas de Información Geográfica, debido a su estado precario en la manipulación de la información alfanumérica la cual radica en problemas técnicos y operativos de acuerdo con la preparación del personal.

Figura 1

Localización general del municipio, San Martin, Meta



Basado en los parámetros, definiciones, requerimientos y características establecidos en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Por ende, en cumplimiento de la ley 388 de 1997, se justifica la necesidad de aplicación de las herramientas SIG lo cual permitirá ejercer un adecuado control sobre el territorio, en cuanto a uso equitativo y racional del suelo, defensa del patrimonio ecológico y del medio ambiente y determinación de las zonas no aptas para los asentamientos humanos, con el fin de evitar desastres en zonas de alto riesgo y así poder mejorar la calidad de vida de los habitantes.

5 Marco teórico

5.1 Referente normativo y legal

La implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planeación territorial dentro de los municipios colombianos se enmarca dentro de una serie de leyes y normativas que buscan optimizar la gestión del territorio, promover la sostenibilidad y garantizar una distribución equitativa de los recursos, como carta magna y brújula para Colombia se establece la **Constitución Política del año 1991** un marco legal para la descentralización administrativa y otorga a los municipios la autonomía necesaria para gestionar sus territorios.

El artículo 311 reconoce a los municipios como entidades encargadas de la gestión del territorio, incluyendo la planificación urbana y rural, lo cual puede ser mejorado a través de herramientas tecnológicas como los SIG (Senado de la Republica de Colombia, 1991), el estado vio la necesidad de establecer bases sólidas para la planificación del desarrollo territorial en Colombia, si bien la constitución mencionaba la necesidad de la planeación no profundizaba en ella como se debía es por esto que promoviendo políticas públicas que faciliten la gestión del territorio a nivel local, se formula la **Ley 152 del año 1994**, ley que destaca la necesidad de utilizar herramientas tecnológicas, como los SIG, para aumentar la precisión en el análisis y la interpretación de datos geoespaciales, contribuyendo así a una toma de decisiones más efectiva relacionada con el uso del suelo (Senado de la Republica de Colombia, 1994), 3 años después el manejo del ordenamiento territorial municipal no tenía un enfoque de desarrollo sostenible por lo cual se utiliza la **Ley 388 de 1997** la cual enfatiza la necesidad de un adecuado desarrollo del territorio, asegurando que las políticas y prácticas implementadas contribuyan a un desarrollo que respete tanto el medio ambiente como las dinámicas sociales y económicas de cada región (Senado de la Republica de Colombia, 1997); Asimismo, la **Ley 1448 de 2011**, que aborda la restitución de tierras en el marco del conflicto armado, subraya la importancia de las tecnologías en la identificación de terrenos a restituir y en la resolución de disputas sobre el uso de la tierra. Aquí, los SIG son esenciales para localizar propiedades y gestionar el proceso de manera efectiva, proporcionando un soporte visual que facilita la comprensión de las dinámicas territoriales afectadas por el conflicto (Senado de la Republica de Colombia, 2011).

En el ámbito del desarrollo económico y social, el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, articulado en la Ley 1753 de 2015, promueve la adopción de tecnologías innovadoras para la gestión del territorio. Este plan busca incentivar la eficiencia en el manejo de recursos mediante el uso de datos precisos y actualizados, accesibles a través de plataformas tecnológicas, lo que permite una mejor planificación tanto en el ámbito urbano como rural (Senado de la Republica de Colombia, 2015); el Decreto 1077 de 2015, que regula el ordenamiento territorial, establece las condiciones necesarias para implementar prácticas de planificación que integren el uso de SIG en la recopilación y análisis de datos espaciales. Este enfoque exige a los municipios actualizar sus instrumentos de planificación de manera regular, utilizando tecnologías avanzadas que faciliten un ordenamiento más dinámico y acorde a las necesidades territoriales (Presidencia de la Republica de Colombia, 2015).

En conjunto, estas normativas no solo establecen un marco legal para la gestión del territorio en Colombia, sino que también destacan la relevancia de integrar tecnologías avanzadas como los SIG. Esta integración busca garantizar un desarrollo eficiente, sostenible y equitativo, adaptándose a las realidades locales y promoviendo un uso responsable de los recursos disponibles. Así, el uso de herramientas tecnológicas se convierte en un aliado fundamental para la planificación y gestión territorial en el país.

5.2 Referente teórico

El desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Secretaría de Planeación del municipio de San Martín, Meta, representa una oportunidad crucial para optimizar la gestión y el análisis de la información espacial, mejorando así la toma de decisiones y la planificación territorial. Para comprender la importancia y el alcance de este proyecto, es fundamental establecer un marco teórico sólido que integre conceptos clave como bases de datos, catastro multipropósito, datos geoespaciales, expansión urbana, ordenamiento territorial y, por supuesto, sistemas de información geográfica.

Las bases de datos, como señala (Cruz, 2011), son esenciales para almacenar y gestionar grandes volúmenes de datos, incluyendo información geoespacial. En el contexto de un SIG, estas bases de datos permiten organizar y relacionar datos alfanuméricos con su ubicación geográfica. Los datos geoespaciales, según (International Business Machines, 2020), son la base de cualquier

SIG. Estos datos combinan información de ubicación, atributos y temporal, lo que permite representar y analizar fenómenos espaciales de manera integral.

El catastro multipropósito, definido por la (Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor, 2020), proporciona un inventario detallado de los bienes inmuebles, lo cual es fundamental para la planificación territorial. La información catastral permite conocer la distribución y las características de la propiedad, facilitando la toma de decisiones en materia de ordenamiento.

El ordenamiento territorial, como indica él (Departamento Nacional de Planeación DNP, 2023), implica la planificación y gestión del uso del suelo. Un SIG integrado con datos catastrales y geoespaciales puede ser una herramienta poderosa para apoyar los procesos de ordenamiento, permitiendo visualizar y analizar diferentes escenarios de desarrollo. La expansión urbana, definida por él (Departamento Nacional de Planeación, 2017), plantea desafíos significativos para la planificación territorial. Un SIG puede ayudar a monitorear y analizar los patrones de crecimiento urbano, permitiendo identificar áreas de riesgo, planificar la infraestructura y proteger los recursos naturales.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), según él (Ministerio de Educación Nacional, 2015), son herramientas que integran hardware, software y datos geográficos para capturar, almacenar, analizar y visualizar información espacial. En el contexto de la Secretaría de Planeación de San Martín, Meta, un SIG puede facilitar la gestión de datos catastrales, el análisis de la expansión urbana y el apoyo a los procesos de ordenamiento territorial. El desarrollo de un SIG en San Martín, Meta, permitirá integrar estas diferentes fuentes de información en una plataforma única, facilitando el análisis espacial y la toma de decisiones.

Como se menciona anteriormente se necesitan herramientas digitales que permitan la representación de la información de forma gráfica, es aquí donde se presentan una cantidad importante de programas a disposición del consumidor según el requerimiento entre estos tenemos Qgis, Grass GIS, Saga, ArcGIS, entre otros, ahora bien si se habla de softwares especializados orientados a los SIG se destacan herramientas como PostGIS, R Studio, que manejan la información geográfica añadiendo especialidades propias como estadística o BD, pero si se debe destacar una por su complejo diseño y fácil uso es la suite de ESRI empresa especializada en software de información geográfica como ArcGIS que en su mayor extensión es una unión de diversos programas que integran bases de datos, programas de desarrollo y distintas versiones de software geográficos Movil, Escritorio y Online (ESRI, 2025).

Al combinar datos catastrales, geoespaciales y de expansión urbana, la Secretaría de Planeación podrá visualizar la distribución de la propiedad y su relación con otros elementos del territorio, analizar los patrones de crecimiento urbano y sus impactos en el medio ambiente y la infraestructura, planificar el desarrollo urbano de manera sostenible, teniendo en cuenta las características del territorio y las necesidades de la población, optimizar la gestión de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, y fortalecer la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial. En resumen, la implementación de un SIG en la Secretaría de Planeación de San Martín, Meta, representa una inversión estratégica que permitirá mejorar la eficiencia y la eficacia de la gestión territorial, promoviendo un desarrollo sostenible y equitativo.

6 Metodología

En el marco del desarrollo y aplicación de un sistema de información geográfica en la secretaria de planeación municipal se aplicó la metodología cuantitativa en un compendio de 4 fases consecutivas las cuales contaron con una serie de actividades específicas que están correlacionadas entre sí; es importante mencionar que los resultados obtenidos en cada fase se convirtieron en los insumos iniciales para el desarrollo de la siguiente fase.

A partir de estas fases se identificaron las necesidades de la secretaria de planeación que fueron el insumo inicial para la construcción del sistema de información geográfica a través de la aplicación de encuestas. Mediante un análisis documental se estableció el tipo, estado y funcionalidad de la información disponible en la secretaria de planeación, evaluando si esta requería algún grado de tratamiento para su posterior uso.

A partir de las necesidades identificadas y la información existente, se definieron los parámetros tanto para la construcción de la base de datos espacial como para el aplicativo Web y de escritorio que fueron diseñados e implementados mediante el uso de las herramientas de la casa ESRI específicamente ArcGIS Online y de escritorio.

6.1 Enfoque metodológico

La metodología adaptada para esta investigación fue de tipo cuantitativa la cual se caracteriza por utilizar métodos y técnicas que tengan que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, el muestreo, el tratamiento estadístico (Paitán, 2014), para este caso se realizó una recolección de información básica y específica primaria que permita determinar los principales requerimientos solicitados por la comunidad a la secretaria de planeación en cuanto a los análisis espaciales, buscando recopilar los datos que servirán como soporte para la implementación de acciones de mejora, que no está contemplado dentro el objeto de estudio de este proyecto.

También se empleó información cuantitativa secundaria disponible en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de San Martin de los Llanos con vigencia de 2023; información que contiene variables de tipo numérico y que cuenta con características espaciales a partir de las cuales se pretenden realizar análisis geoestadísticos que tendrán como finalidad

optimizar la elaboración de los análisis espaciales solicitados por la comunidad a la secretaria de planeación.

Si bien el enfoque metodológico fue cuantitativo se puedo inferir que tiene un componente cualitativo en cuanto a la perspectiva subjetiva que se manejó en las primeras fases que fueron necesarias para entender el complejo problema que se tiene en una dependencia estatal como la oficina de planeación pero finalmente el enfoque está totalmente orientado a los datos alfanuméricos que son los que permiten generar las soluciones a las tomas de decisiones que tanto requieren diariamente en la alcaldía de San Martin.

6.2 Tipo de estudio

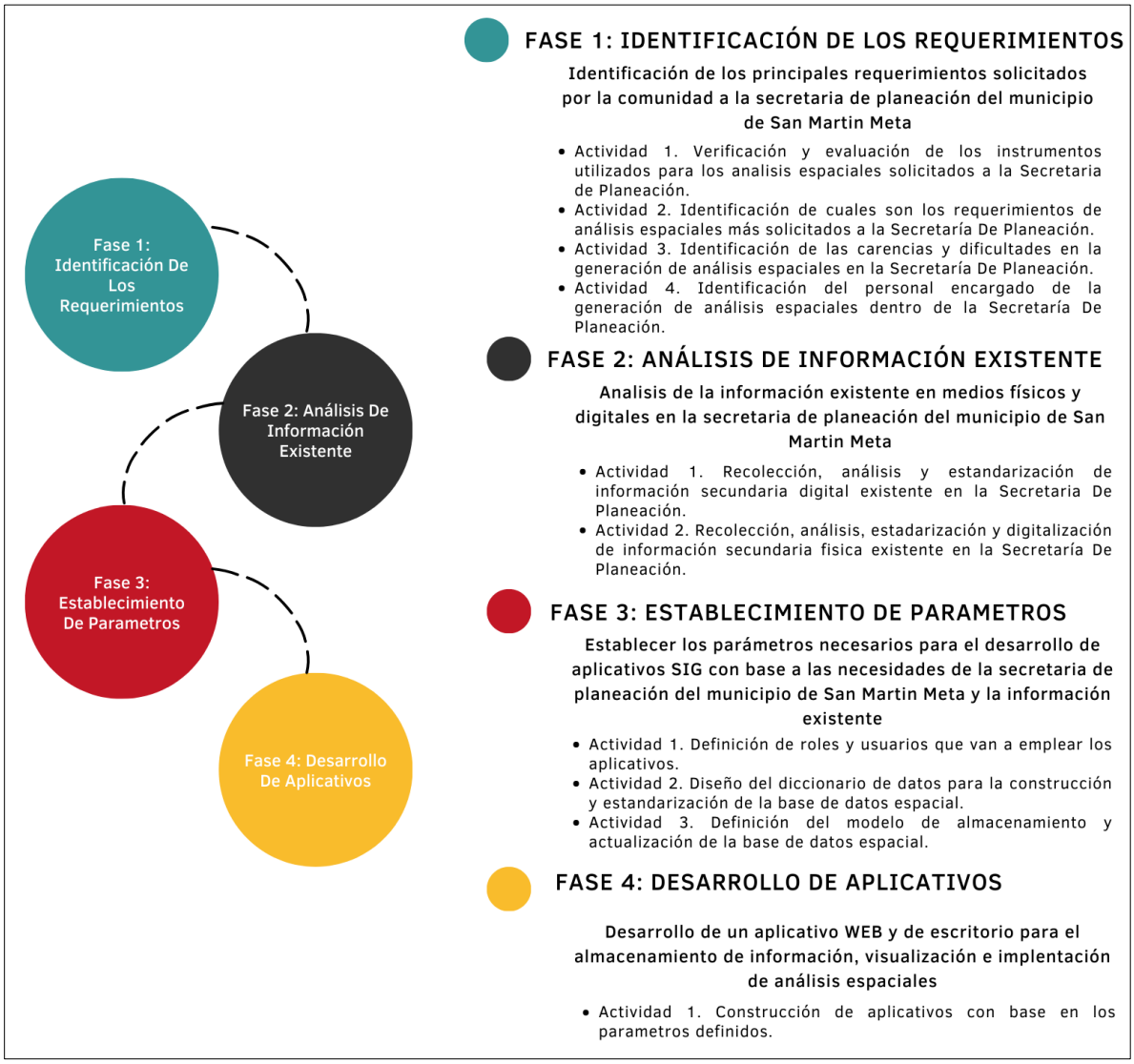
El tipo de estudio propuesto fue de tipo descriptivo según Bisquerra describe los fenómenos tal cual aparecen en la actualidad (Bisquerra Alzina, 2009), permitiendo la caracterización del estado actual de la secretaria de planeación de San Martin De Los Llanos respecto a la elaboración de análisis espaciales para la atención de las necesidades de la comunidad, así mismo se buscó identificar los procesos, metodologías y limitaciones presentadas actualmente, las cuales fueron la fundamentación principal para la implementación del SIG, el cual fue alimentado mediante la información secundaria disponible digital y sobre la cual se pretenden emplear análisis geoestadísticos a partir de variables numéricas y espaciales.

A través del desarrollo y aplicación del Sistema De Información Geográfica (SIG) el estudio descriptivo permitirá calificar y evaluar los resultados alcanzados, también proporcionará elementos para la implementación de acciones de mejora a los aplicativos construidos y evaluará el impacto en los tiempos de ejecución de análisis espaciales.

6.3 Procedimiento

Figura 2

Fases del procedimiento para el desarrollo de un sistema de información geográfica para optimizar análisis espaciales en la secretaría de planeación de San Martín, Meta



6.3.1 Fase 1 Identificación de los requerimientos

Objetivo: Identificar los principales requerimientos solicitados por la comunidad a la secretaria de planeación del municipio de San Martin Meta.

6.3.1.1 Actividad 1. Verificación y evaluación de los instrumentos utilizados para los análisis espaciales solicitados a la secretaría de planeación

Se realizó una visita a las instalaciones de la secretaria planeación del municipio de San Martín de los Llanos del departamento del Meta, buscando observar cuales son los instrumentos empleados para la elaboración de diferentes análisis espaciales solicitados por la comunidad. Se empleo una inspección visual, complementada con preguntas a los diferentes profesionales de la secretaria, además de algunos acercamientos con la comunidad a manera de aproximación a las necesidades de la comunidad.

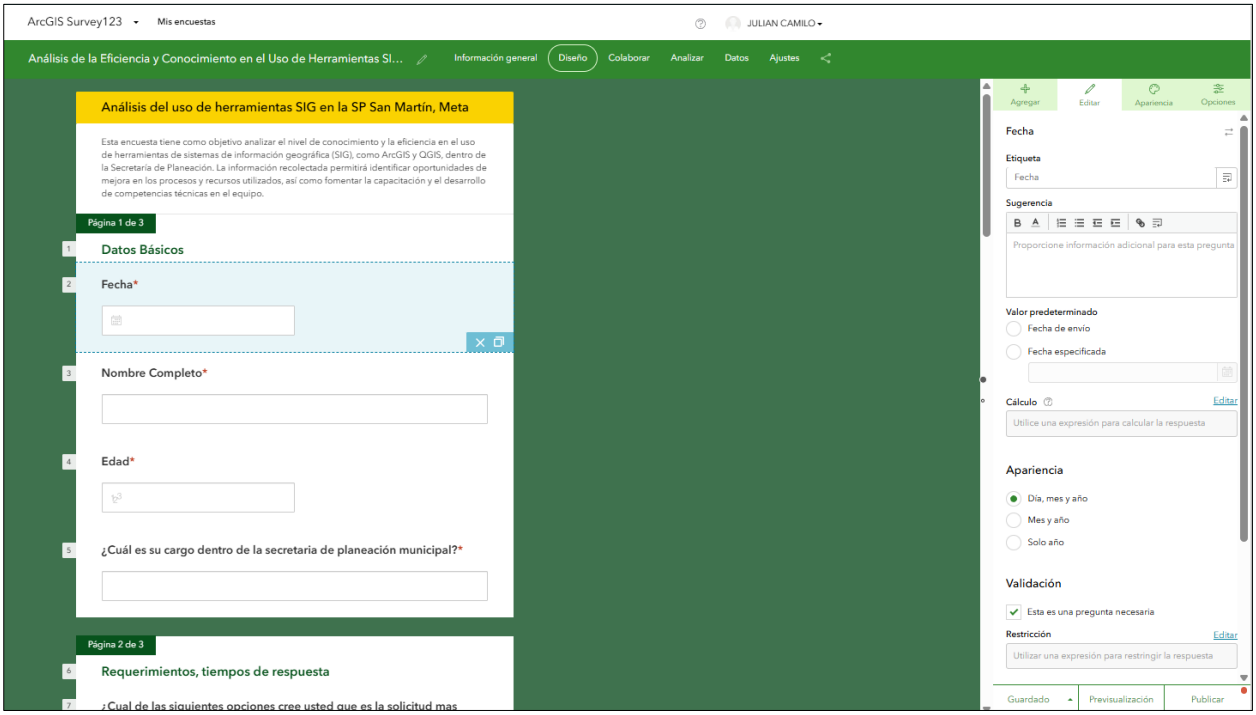
6.3.1.2 Actividad 2. Identificación de cuáles son los requerimientos de análisis espaciales más solicitados a la secretaría de planeación

Para la identificación de los requerimientos y demás elementos de las actividades de la fase 1, se estructuro una encuesta denominada ***Análisis de la Eficiencia y Conocimiento en el Uso de Herramientas SIG en la Secretaría de Planeación*** en la aplicación Survey123, la cual permitió recolectar la información necesaria a través de formularios sencillos con diferentes preguntas, todas entorno a definir los requerimientos, conocimientos y técnicas empleadas en la secretaria para el análisis espacial del territorio, esta encuesta puede ser consulta en el siguiente enlace https://survey123.arcgis.com/share/0be2b5ccb2ea44e7a4fea8996982618f.

El diseño de la encuesta se realizó teniendo en cuenta tres grupos de preguntas, el primer grupo consultó información sobre los datos básicos, en donde, la primera pregunta consultó la fecha de diligenciamiento de la encuesta, seguido del nombre completo de las personas, su edad y el cargo que ocupa en la entidad, todas las preguntas de la encuesta fueron diseñadas haciendo uso de restricciones, tales como, el tipo de dato que podía ser ingresado, la obligatoriedad del campo y la cantidad de caracteres permitidos.

Figura 3

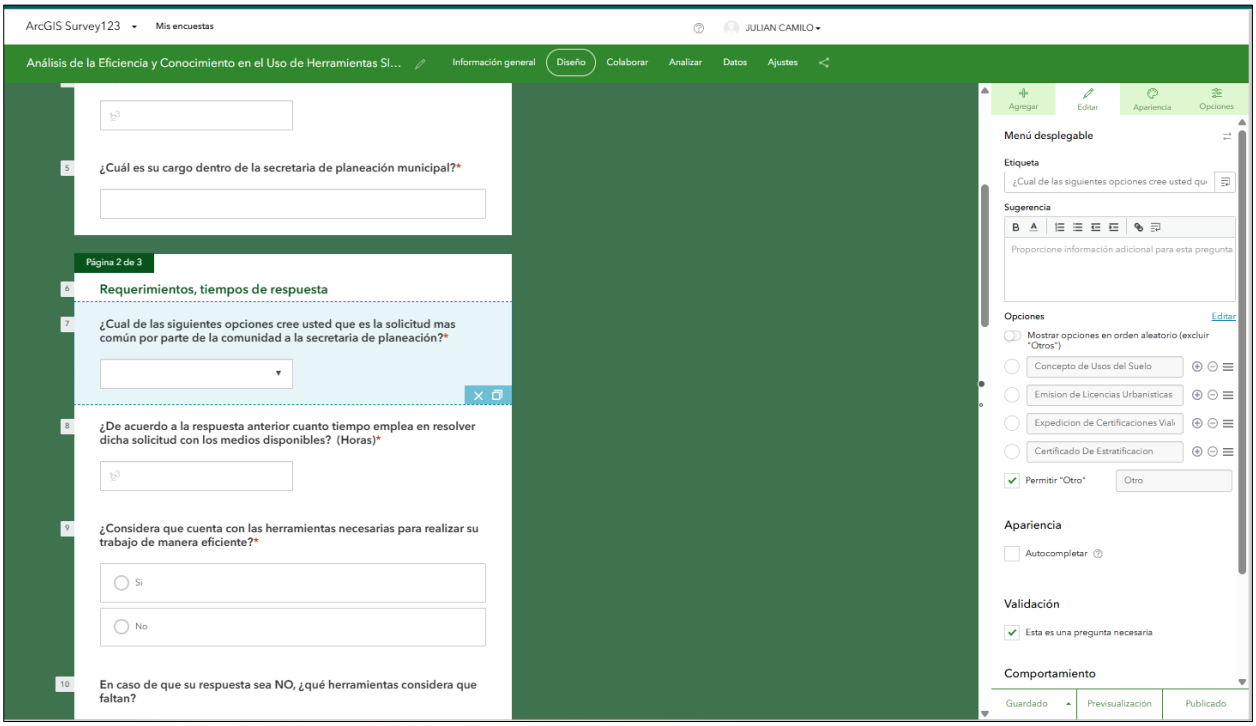
Encuesta Análisis de la eficiencia y conocimiento en el uso de herramientas SIG Parte 1



El segundo grupo de preguntas buscó establecer para esta segunda actividad de la fase 1, cuál era la solicitud de análisis espacial más recurrente realizada por la comunidad a la secretaria de planeación, para tal fin, se establecieron una serie de respuestas predeterminadas, mediante una lista desplegable, además de una opción que permitiera el registro de nueva información.

Figura 4

Encuesta Análisis de la eficiencia y conocimiento en el uso de herramientas SIG. Diseño y estructura



6.3.1.3 Actividad 3. Identificación de las carencias y dificultades en la generación de análisis espaciales en la secretaría de planeación

En la actividad 1 se identificaron las dificultades en la visita realizada a las instalaciones de la oficina de planeación, pero también era importante conocer la percepción que tienen los empleados sobre las opciones de mejora que ven en la generación de análisis espaciales para responder a las peticiones de la comunidad, es por esto dentro de la misma encuesta descrita en la actividad anterior, las preguntas 9, 10, 11 y 12 permitieron identificar otras dificultades o reafirmar las percepciones de las visitas hechas en la actividad 1, como se ve en la Figura 4.

6.3.1.4 Actividad 4. Identificación del personal encargado de la generación de análisis espaciales dentro de la secretaría de planeación

Para identificar el perfil o perfiles que hacen uso de la generación de los análisis espaciales en la secretaría de planeación para la respuesta a problemas o peticiones de la comunidad

se hizo uso del organigrama de las dependencias del municipio de San Martín, además de una indagación efectuada en los acercamientos realizados a la entidad.

Figura 5

Organigrama dependencias en el municipio de San Martin

Nota: Fuente https://www.sanmartin-meta.gov.co/NuestraAlcaldia/Paginas/Organigrama.aspx

6.3.2 Fase 2 Análisis de información existente

Objetivo: Analizar la información disponible en formatos físicos y digitales dentro de la Secretaría de Planeación, evaluando su pertinencia y calidad para el desarrollo del SIG.

6.3.2.1 Actividad 1. Recolección, análisis y estandarización de información secundaria digital existente en la secretaría de planeación

En la visita generada a la entidad se solicitó cual era la información geográfica disponible para la elaboración de los análisis espaciales, se realizó una búsqueda en los servidores de la entidad y en los equipos de cómputo personal de los profesionales de la secretaria la información de tipo geográfica como shapefiles, kmz, planos digitalizados, GDB, imágenes satelitales, modelos de elevación terrestre u otros. Una vez encontrada esta información, se validó que la misma fuera funcional y no presentara errores al visualizarla en otros equipos diferentes a los de la entidad.

6.3.2.2 Actividad 2. Recolección, análisis, estandarización y digitalización de información secundaria física existente en la secretaría de planeación

Se realizó una visita al área de archivo físico de la secretaria en búsqueda de información complementaria que no se encontrara digitalizada, tales como conceptos de uso antiguos, planos de divisiones materiales, planos para licencias urbanísticas, conceptos de estratificación, conceptos de usos de suelo, concepto de riesgos, entre otros. También se realizó una consulta en las demás dependencias sobre información física disponible que tuviera relevancia para la secretaría de planeación.

6.3.3 Fase 3 Establecimiento de parámetros

Objetivo: Definir los parámetros técnicos y funcionales para el desarrollo de aplicaciones SIG, en función de las necesidades identificadas y la información existente en la Secretaría de Planeación.

6.3.3.1 Actividad 1. Definición de roles y usuarios que van a emplear los aplicativos

Pensando en las necesidades de la secretaria respecto a los análisis espaciales y teniendo en cuenta los profesionales que integran la secretaria y que cuenta con los conocimientos técnicos, se definen tres roles para la administración, alimentación y visualización del sistema de información geográfica para el análisis espacial del uso del suelo, asociados a una serie de responsabilidades respectivas para cada rol.

6.3.3.2 Actividad 2. Diseño del diccionario de datos para la construcción y estandarización de la base de datos espacial

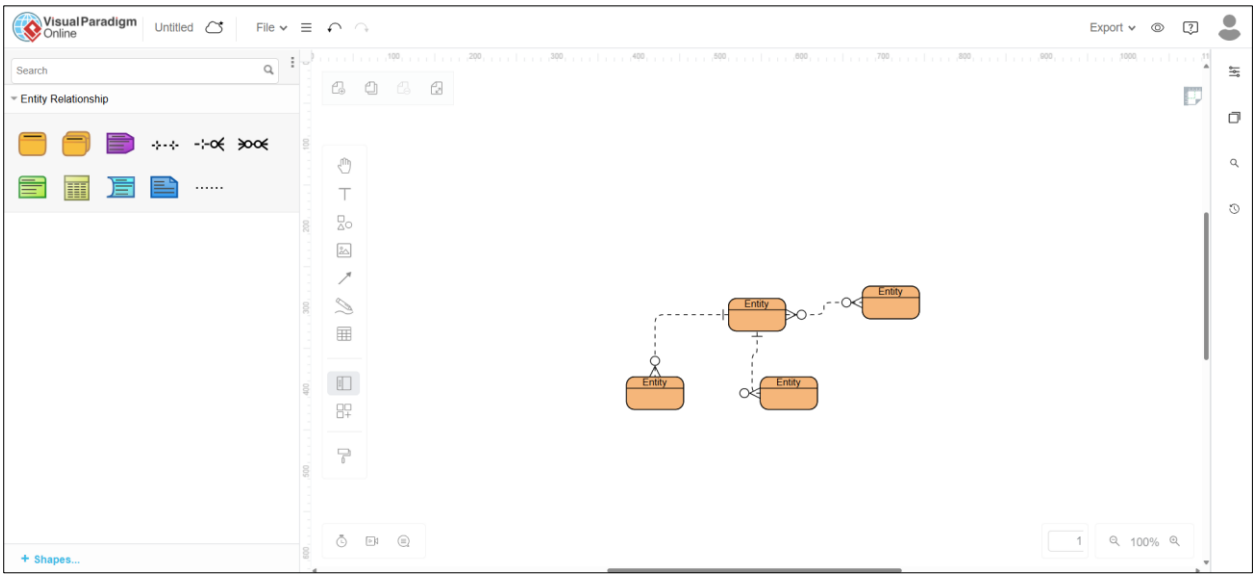
En primera instancia se realizó una depuración de la información total de la GDB inicial, extrayendo las capas de información requeridas para realizar diferentes análisis espaciales y las capas con información básica y temática, que complementaran los análisis. Posteriormente, se realizó una estandarización de las propiedades de los atributos de cada una de las capas, para si

finalmente, categorizar cada una de las capas según su tipo de cartografía básica o temática y la categoría de uso de estas capas como Administrativo, Cuerpos de Agua, Ambiental, Amenazas, Relieve, entre otras.

6.3.3.3 Actividad 3. Definición del modelo de almacenamiento y actualización de la base de datos espacial

Con la clasificación de las capas en la actividad 2 de la fase 3, se creó un modelo entidad relación mediante la herramienta en línea Visual Paradigm Online, este modelo se orientó al análisis espacial para el concepto de uso del suelo tanto urbano como rural. Su construcción tiene como eje central la entidad Predio (Rural y/o Urbano), a partir de este se establecen las relaciones entre entidades, las cuales fueron relaciones uno a muchos o muchos a muchos.

Figura 6
Creación del modelo entidad relación, relacional y físico



6.3.4 Fase 4 Desarrollo de aplicativos

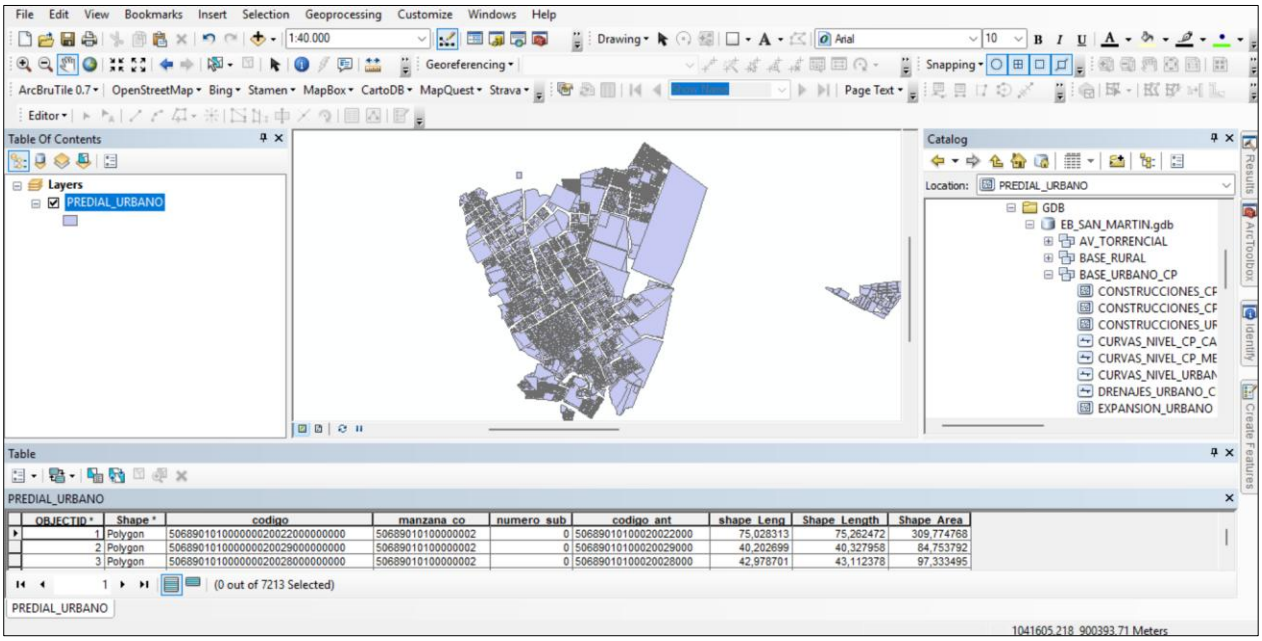
Objetivo: Desarrollar un aplicativo WEB y de escritorio para el almacenamiento de información, visualización e implementación de análisis espaciales.

6.3.4.1 Actividad 1. Construcción de aplicativos con base en los parámetros definidos

Una vez establecidos los roles, parámetros, modelo de almacenamiento, información primaria disponible y el análisis espacial más solicitado a la secretaria, se realizó el montaje de la información consolidada y depurada en el aplicativo Web ArcGIS Experience Builder, además del montaje de la GDB final en el programa de escritorio ArcMap.

A partir de los parámetros establecidos en la fase 3 del proyecto se utilizó la herramienta ArcMap de ArcGIS para crear la base de datos correspondiente, inicialmente se ubicó la capa de predios urbanos oficial dada por la oficina de planeación se buscó la capa ya que esta contiene en sus atributos la cedula catastral de cada predio.

Figura 7
Capa Predial Urbana



Como se muestra en la Figura 7 esta capa se compone de polígonos de todos los predios urbanos, pero más importante que la forma del polígono es la información que contiene cada uno de ellos con la cedula catastral ya que fue la llave funcional para el objetivo del proyecto.

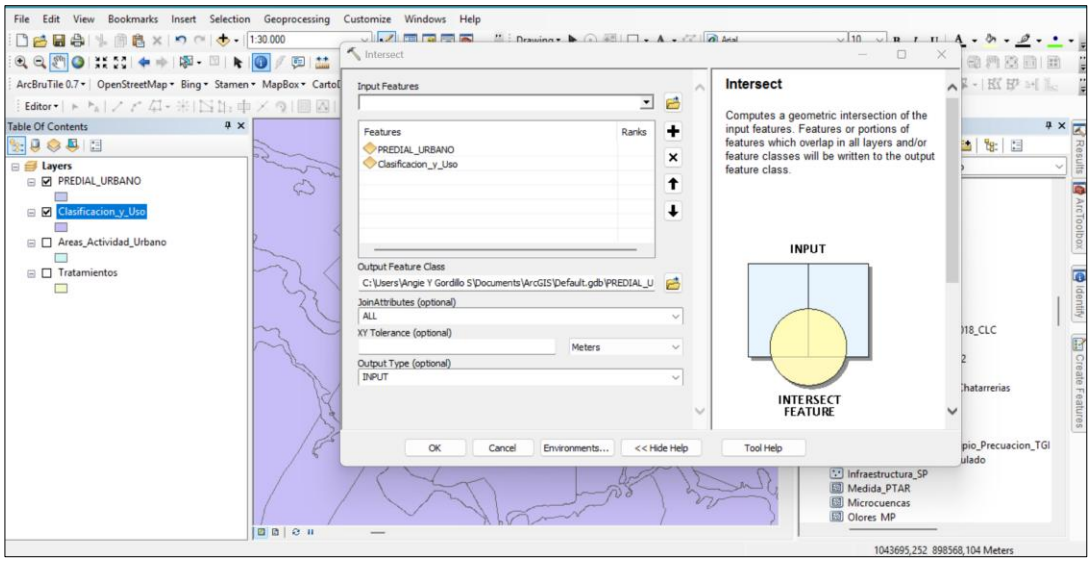
Pero esta capa no cuenta con la información integrada necesaria para poder dar una respuesta a un concepto de uso del suelo en este caso en el casco urbano, es por esto que mediante

las herramientas geográficas se necesitó integrar esta información atributiva en la capa de predios urbanos.

Para no afectar la información de la GDB ya obtenida en el PBOT dada en planeación se optó por crear un shp de predios urbanos con el cual se pudiera trabajar, esta información se dejó en una carpeta de paso que posteriormente fue agregada a la GDB del proyecto. En la fase 3 se identificó las capas de información que son necesarias para dar respuesta a un concepto de usos de suelo en este caso urbano es por esto que esas mismas capas fueron anexadas como información atributiva a la capa de predios urbanos para realizar esta adición de información se utilizó la herramienta de Intersect o Intersección del módulo de Geoprocesamiento, mediante esta herramienta se logró unir espacialmente uno a uno los atributos de la capa predios urbanos y de la capa clasificación usos del suelo como se muestra en la Figura 8.

Figura 8

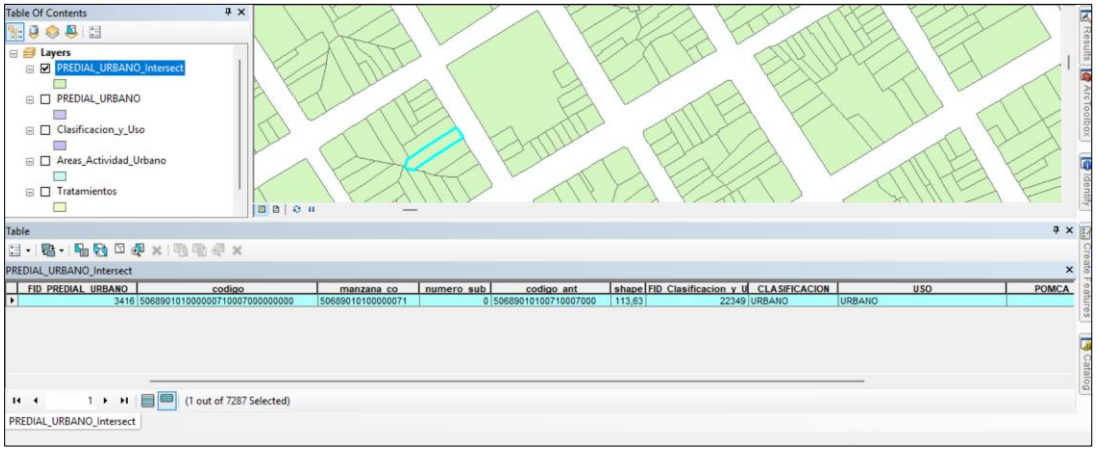
Merge entre capas Predios Urbanos y Clasificación – Uso del Suelo



Después de que se realizó el proceso en la herramienta esta genero una capa nueva que se alojó en la misma GDB del programa de ArcGIS, y este resultado ya incluía en la capa resultante los atributos del uso de suelo asociados a la cedula catastral tal como se ilustra en la Figura 9.

Figura 9

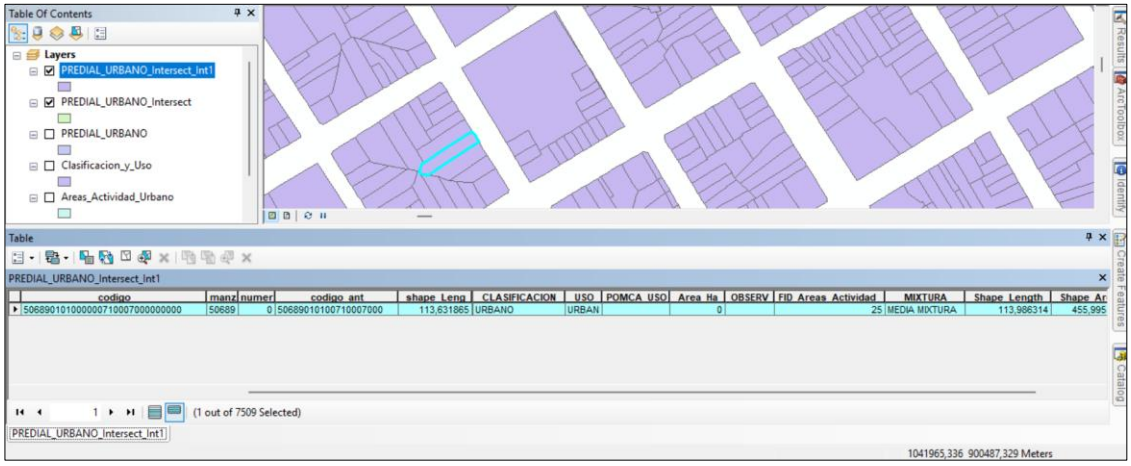
Capa Intersect entre Predios Urbanos y Usos – Clasificación del Suelo



A continuación, se realiza el mismo proceso con la capa de áreas de actividad urbana la cual genera una capa temporal pero esta vez con la información atributiva de la capa de áreas de actividad urbana incluida a la ya formada anteriormente esto se muestra en la Figura 10.

Figura 10

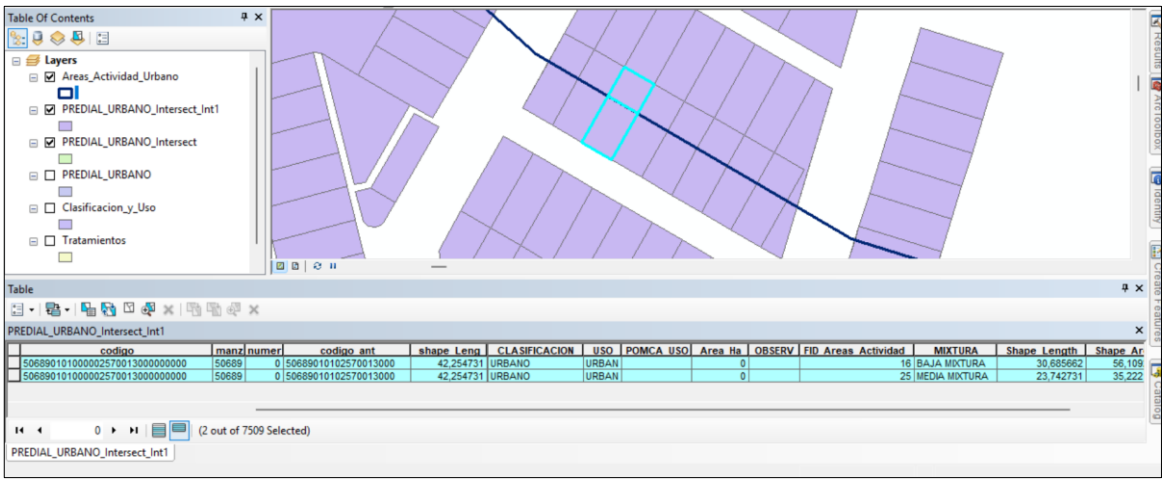
Capa Intersect entre predios urbanos (temporal) y áreas actividad urbano



Pero en este caso tuvimos un inconveniente la calidad de los datos no es la óptima ya que se encontraron desplazamientos en las capas en la zona urbana que al momento de realizar el intersect dividía el predio en dos manteniendo los dos polígonos la misma información con excepción de la información de las áreas de actividad urbano.

Figura 11

Error topológico entre capas intersectadas



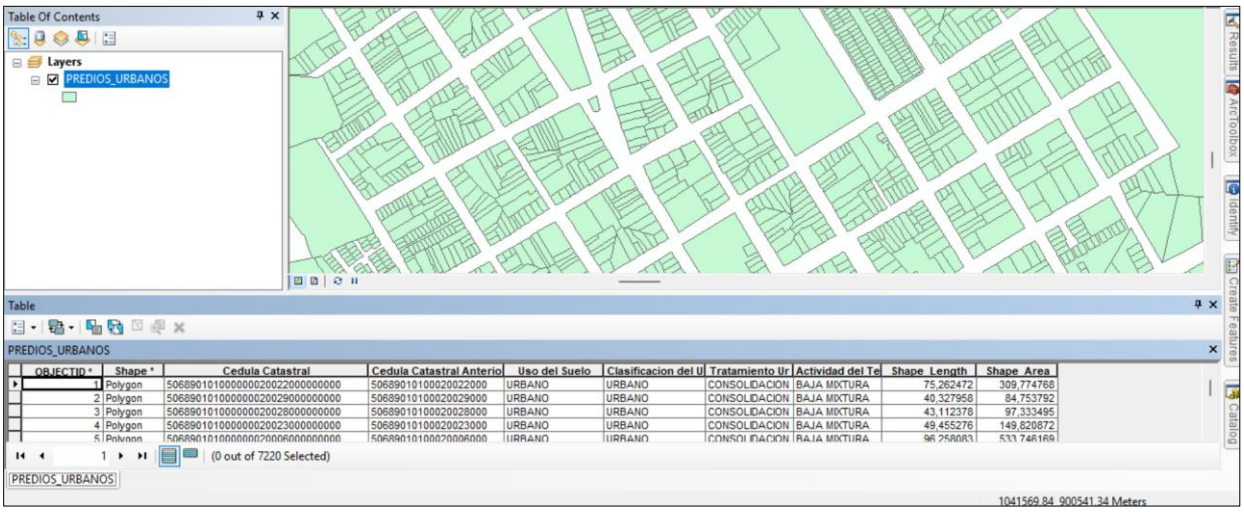
Como se muestra en la Figura 11 este es un error topológico que evidencia una falta de calidad en los datos, pero se omitió ya que es fuente oficial siendo el instrumento que se utiliza para la generación de los conceptos de uso del suelo.

Para subsanar este error se realizó un merge entre atributos teniendo en cuenta el atributo que mayor peso tiene en la manzana, para el caso del polígono seleccionado en la Figura 11 se le dejo el área de actividad urbana mixtura media esto debido a que el atributo de mayor de repetición en la manzana para los predios que no se encuentra divididos es la mixtura media, este proceso se realizó para cada uno de los predios que tuvieron ese error.

Finalmente, después de que la capa ya estuvo reparada completamente se hizo un último intersect con la capa de tratamientos (capa que de nuevo tuvo el error topológico) adecuándola de acuerdo con los mismos procesos realizados con la anterior capa de área de actividad urbana. Finalmente, la capa exporta y se adiciona a la GDB que se prepara como información final del proyecto, no sin antes realizar los respectivos cambios en el nombre y eliminación de capas con información irrelevante.

Figura 12

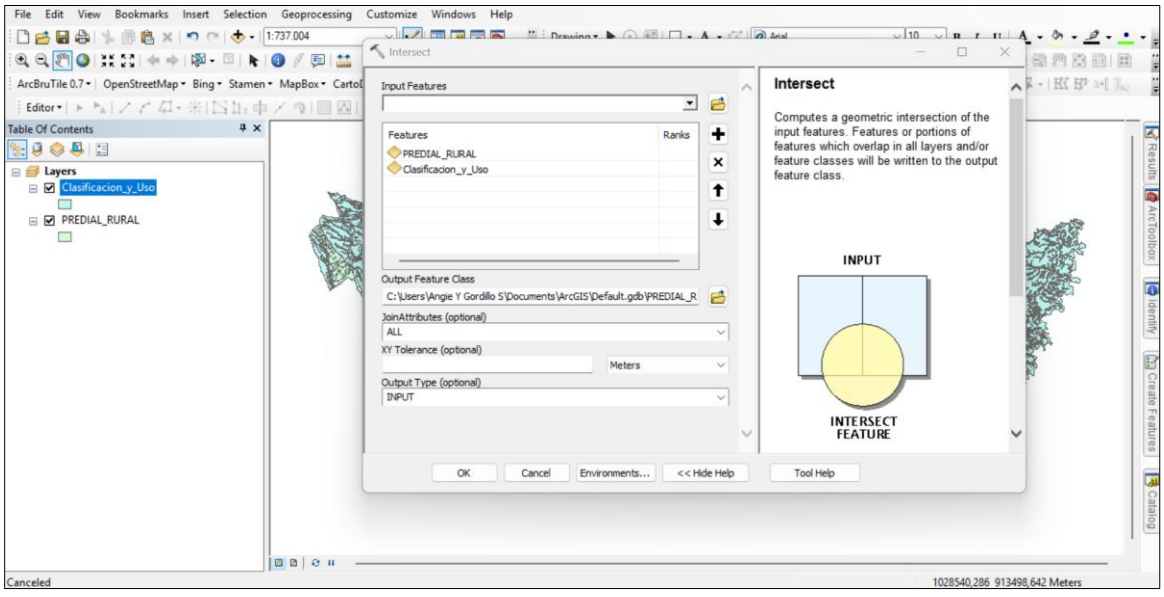
Capa final predios urbanos



Ya teniendo terminado la capa de predios urbanos con sus respectivos atributos, se continuo con la capa de predios rurales para el concepto de uso de suelo en este caso al igual que los datos anteriores se utilizó la herramienta intersect, pero esta vez entre las capas de predial rural y clasificación y usos tal como se muestra en la Figura 13.

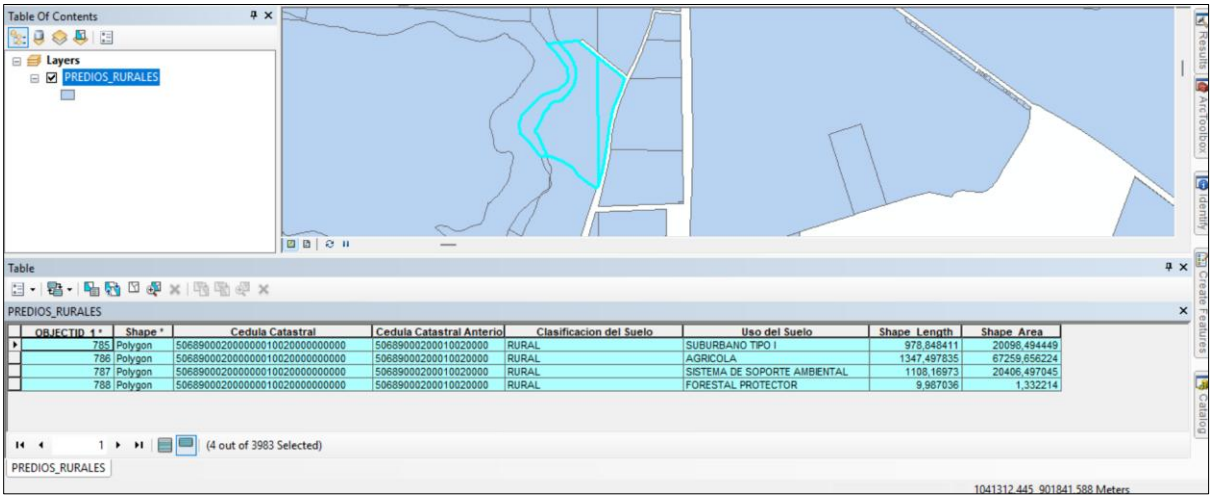
Figura 13

Intersect capa clasificación y uso y predial rural



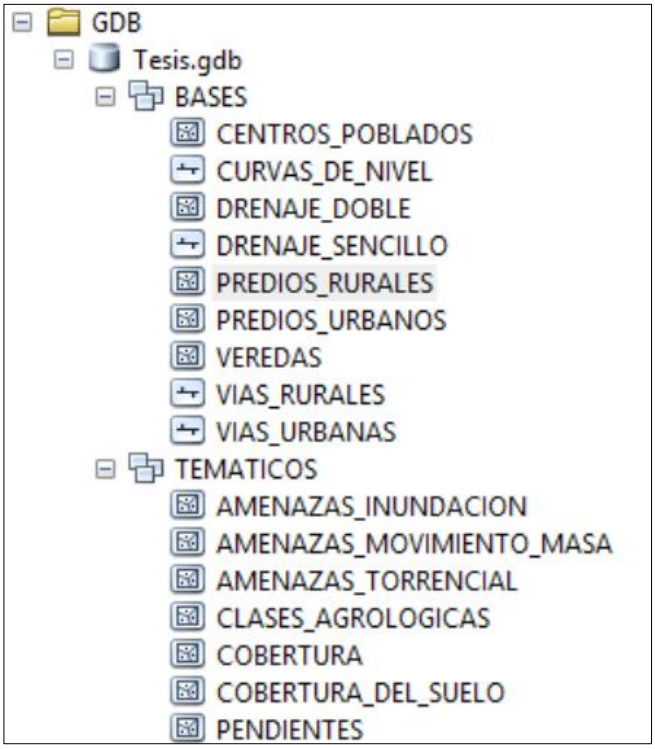
A la diferencia de las capas de predios urbanos los cortes que se realizan por diferentes usos del suelo no fueron unidos atributivamente en un solo polígono con única cedula catastral debido a que en la extensión de un solo predio puede albergar varios usos de suelo y no hace referencia a un error topológico con lo mostrado en las anteriores etapas como se demuestra en la Figura 14, finalmente se agrega a la GDB como los predios rurales.

Figura 14
Capa final predios rurales



Después de crear a partir de otras capas de la GDB entregada por la oficina de planeación las capas con los atributos necesarios para realizar el uso de concepto de suelo de los predios rurales y urbanos, se crea una GDB personal con el fin de compartir de manera ordenada las capas que son necesarias para realizar otras consultas geográficas adicionales como se muestra en la figura 15.

Figura 15
Bases de datos geográfica personal



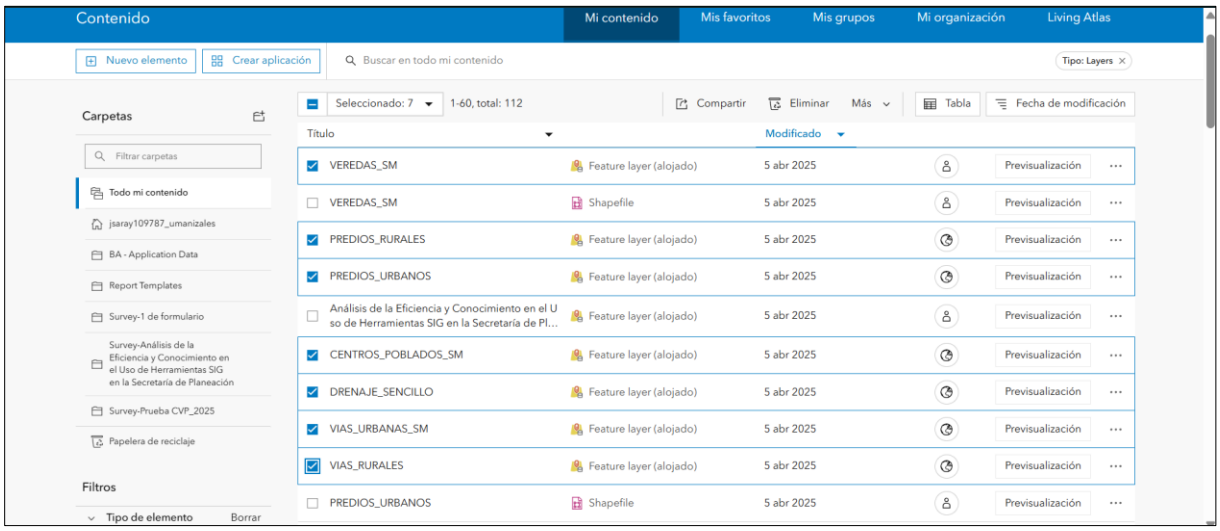
La información fue clasificada en dos unidades de acuerdo con lo descrito en la fase 3 y solo se tuvo en cuenta la información directamente necesaria para realizar la mayoría de los cruces de información para dar los diferentes conceptos esto de acuerdo con las necesidades vistas en las visitas y los resultados de la fase 1.

Aquí finalizo la creación de la base de datos para el programa de escritorio sea que se visualice en Qgis o ArcGIS. Para la siguiente sección se utilizaron las herramientas online de la casa matriz ESRI.

Se individualizaron las capas necesarias para que cualquier persona con acceso a ella puede realizar un concepto de uso de suelo, por lo tanto, a diferencia de la anterior sección esta se manejó con menor cantidad de capas. Se subieron un total de 7 capas al servidor de ArcGIS online como se muestra en la Figura 16.

Figura 16

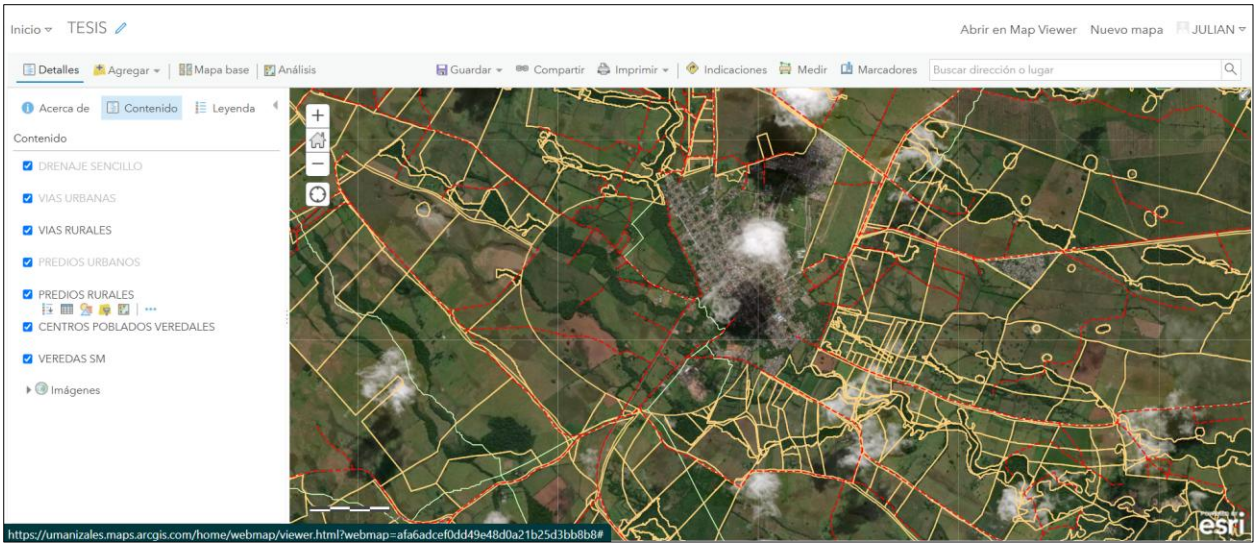
Capas integradas en ArcGIS online



Seguidamente se creó un mapa web donde se alojaron las capas en las cuales se hicieron las modificaciones pertinentes de color, nombre de capas, visualización, base mapa, entre otras configuraciones básicas de forma que son necesarias, para este caso se utilizó la vista clásica del mapa web, que permite una interacción muy parecida a la que se tiene con las herramientas de escritorio.

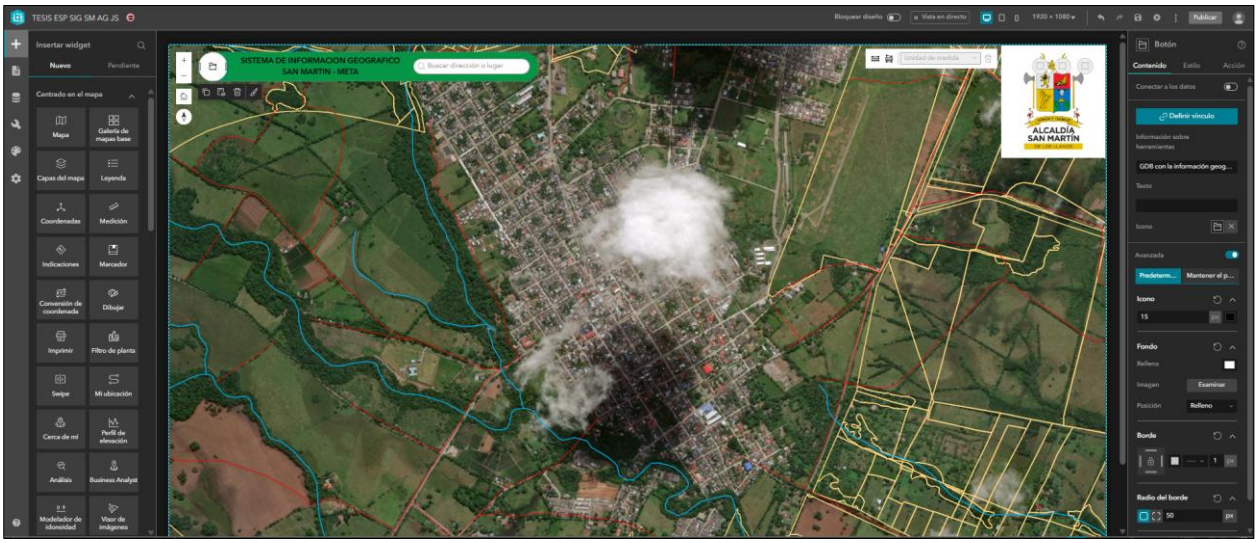
Figura 17

Visualización capas en ArcGIS online mediante mapa web



El mapa web creado que se ilustra en la Figura 17 es la base con la que se generó el aplicativo WEB, para esto se utilizó un módulo integrado de la casa ESRI de nombre ArcGIS Experience Builder el cual de forma muy intuitiva permitió alojar las capas previamente procesadas y que estas se visualizasen de forma práctica para el usuario final sin que este necesite un conocimiento adicional.

Figura 18
Editor de ArcGIS Experience Builder



Como se observa en la Figura 18 la venta de editor de Experience Builder nos permitió a través de widgets arrastrables configurar herramientas que el usuario final pueda utilizar en los diferentes caso, la herramientas también permitió decorar de forma sobria algunos elementos sin llegar ser molestos y verse la pantalla saturada para el usuario, finalmente después de un proceso pasando desde herramientas de escritorio y algunas en línea permiten tener un servicio web funcional que permita satisfacer la necesidad primaria del objetivo general.

7 Resultados

7.1 Fase 1 Identificación de los requerimientos

Objetivo: Identificar los principales requerimientos solicitados por la comunidad a la secretaria de planeación del municipio de San Martin Meta.

7.1.1 Actividad 1. Verificación y evaluación de los instrumentos utilizados para los análisis espaciales solicitados a la secretaría de planeación

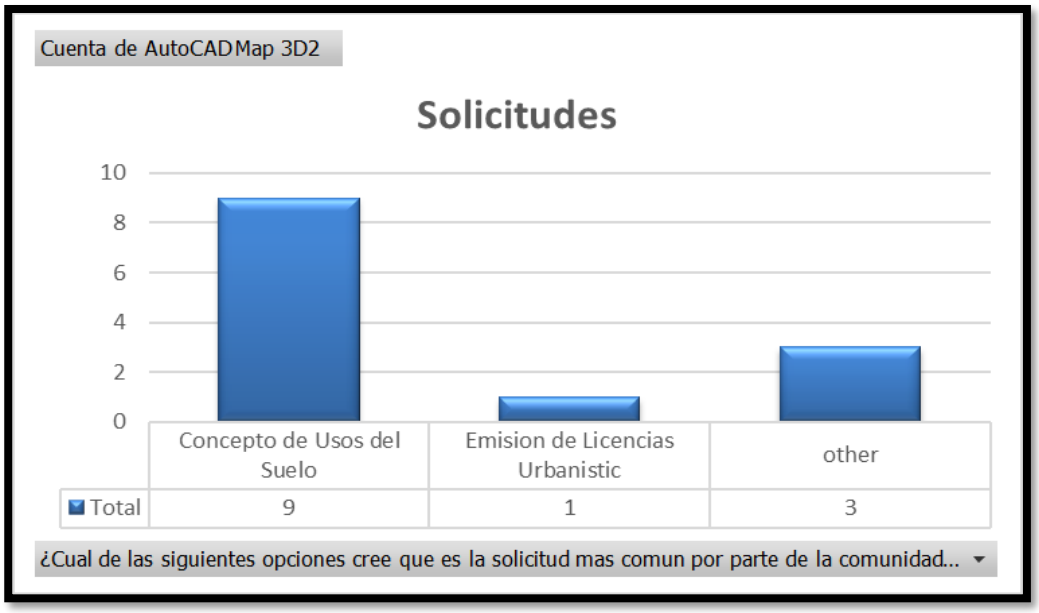
En la visita a la oficina de planeación del municipio de San Martín de los Llanos del departamento del Meta se evidenció que el principal instrumento utilizado para realizar los análisis espaciales para responder a las solicitudes de la población es el plano temático en formato PDF junto al programa Google Earth Pro la cual es una app que permite explorar un globo terráqueo virtual elaborado a partir de datos cartográficos e imágenes satelitales (La Vanguardia , 2021), este programa permite visualizar datos en formato KMZ o KML, datos geográficos que contienen

información atributiva, por otro parte, también se estableció que el hardware o equipo informático empleado por la oficina de planeación para los análisis espaciales es bastante obsoleto y no cuenta con programas especializados para la generación de SIG.

7.1.2 Actividad 2. *Identificación de cuáles son los requerimientos de análisis espaciales más solicitados a la secretaría de planeación*

A partir de las encuestas efectuadas se realizó una gran recolección de información la cual fue estandarizada para ser analizada en respuesta a las diferentes actividades propuestas en la fase 1, así las cosas, para la actividad 2 se realizó un análisis estadístico de tendencia central a partir de las respuestas de la encuesta, el identifico que el análisis espacial más requerido por la comunidad es el concepto de uso del suelo.

Figura 19
Resultado a la pregunta ¿Cuál de las siguientes opciones cree usted que es la solicitud más común por parte de la comunidad a la secretaria de planeación?



7.1.3 Actividad 3. *Identificación de las carencias y dificultades en la generación de análisis espaciales en la secretaría de planeación*

Mediante la encuesta diseñada se consulto acerca de las carencias y dificultades presentadas por los diferentes profesionales de la secretaria, en cuanto a la generación de análisis espaciales, en la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 1

Respuestas de empleados a las preguntas de opciones de mejora en la oficina de planeación

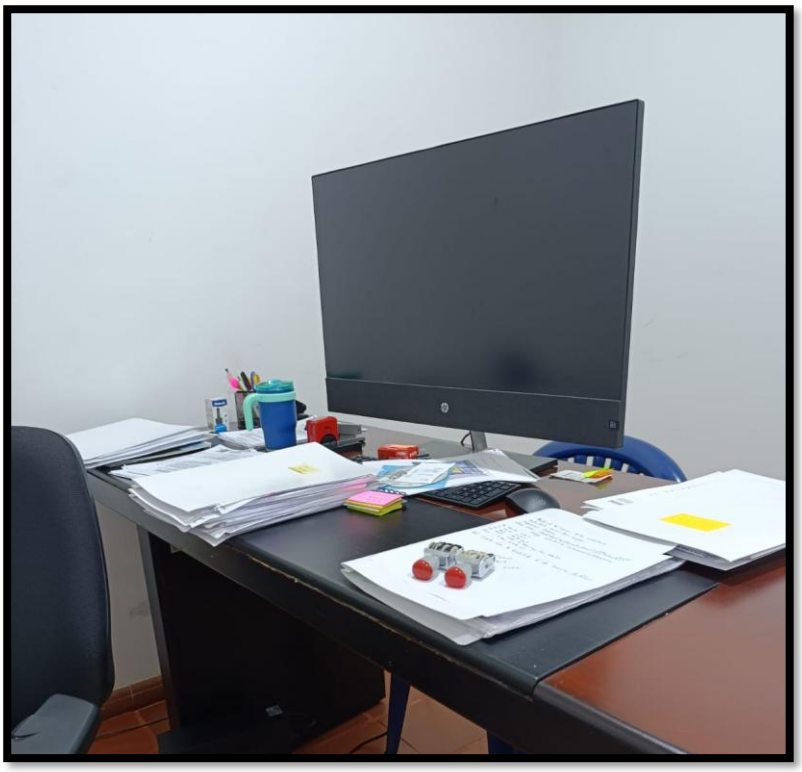
¿Considera que cuenta con las herramientas necesarias para realizar su trabajo de manera eficiente?	**En caso de que su respuesta sea NO, ¿qué herramientas considera que faltan?**	**¿Cree que la secretaria de planeación podría mejorar en la eficiencia de sus procesos, respecto a los análisis del territorio?**	**En caso de que su respuesta sea SI, ¿qué procesos cree que deberían optimizarse?**
Si		No	
No	Faltan más equipos de computo	Si	Con una actualización de equipos para los empleados
No	ARCGIS	Si	PARA LA TITULACION DE PREDIOS
Si		Si	
No	Na	Si	El trámite
No	Actualización de equipos	Si	Emisión de licencias urbanas

Si		Si	Mejorando la disponibilidad de materiales y mayor personal capacitado que puedan abarcar labores correspondientes a sus profesiones.
No	Plataformas que manejen la información nacional	Si	Catastro u urbanismo
No	Herramienta para visualizar mapas e imágenes del municipio	Si	Agilizar las respuestas a las solicitudes con el uso de mejores herramientas digitales
Si		Si	Poder radicar directamente en la secretaria las solicitudes
No	Vehículo por parte de la secretaria	No	
No	Qqis	Si	Qgis, arcgis
No	Falta un equipo de ventanilla -equipos dmc para trabajo de campo	Si	Logística

Como resultado principal de las preguntas, se puede establecer que la razón por la cual los procesos de análisis espacial dentro de la oficina de planeación no fluyen de la forma en que se espera es la falta del equipo adecuado, teniendo en cuenta esta necesidad se buscó generar una

alternativa que permita generar análisis espaciales de forma ágil y requerir un uso excesivo del hardware y software del equipo de cómputo.

Figura 20
Equipo de cómputo de la secretaria de planeación municipal



El computador maneja especificaciones en hardware básico como la pantalla full HD, teclado y ratón no ergonómico, 8 de RAM, procesador Intel Core i3, sin tarjeta gráfica dedicada, con un software de sistema operativo Windows 11 básico.

7.1.4 Actividad 4. *Identificación del personal encargado de la generación de análisis espaciales dentro de la secretaría de planeación*

Una vez analizado el organigrama de la secretaria y observado el entorno operativo, se identificó que la sub dependencia de la secretaria de planeación denominada vivienda es la encargada de dar respuesta a la solicitud de conceptos de usos del suelo, que como se determinó en

la actividad 2 de esta fase es el principal requerimiento a nivel de análisis espaciales dentro de la secretaria de planeación.

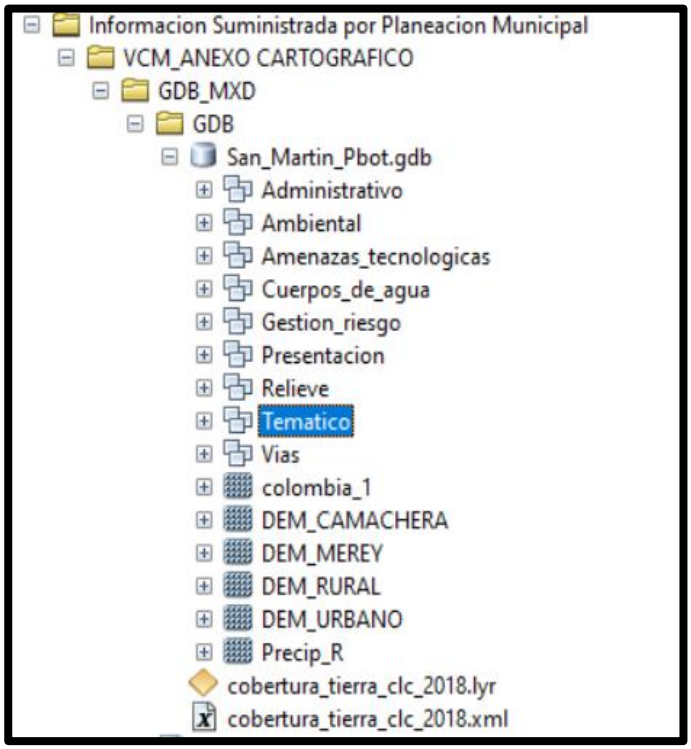
7.2 Fase 2 Análisis de información existente

Objetivo: Analizar la información disponible en formatos físicos y digitales dentro de la Secretaría de Planeación, evaluando su pertinencia y calidad para el desarrollo del SIG.

7.2.1 Actividad 1. Recolección, análisis y estandarización de información secundaria digital existente en la secretaría de planeación

Producto de los acercamientos efectuados, se suministró una base de datos geográfica GDB, la cual fue el insumo final para la elaboración de cartografía temática del PBOT municipal que entró en vigor el año anterior.

Figura 21
Organización GDB del PBOT del municipio de San Martin departamento del Meta

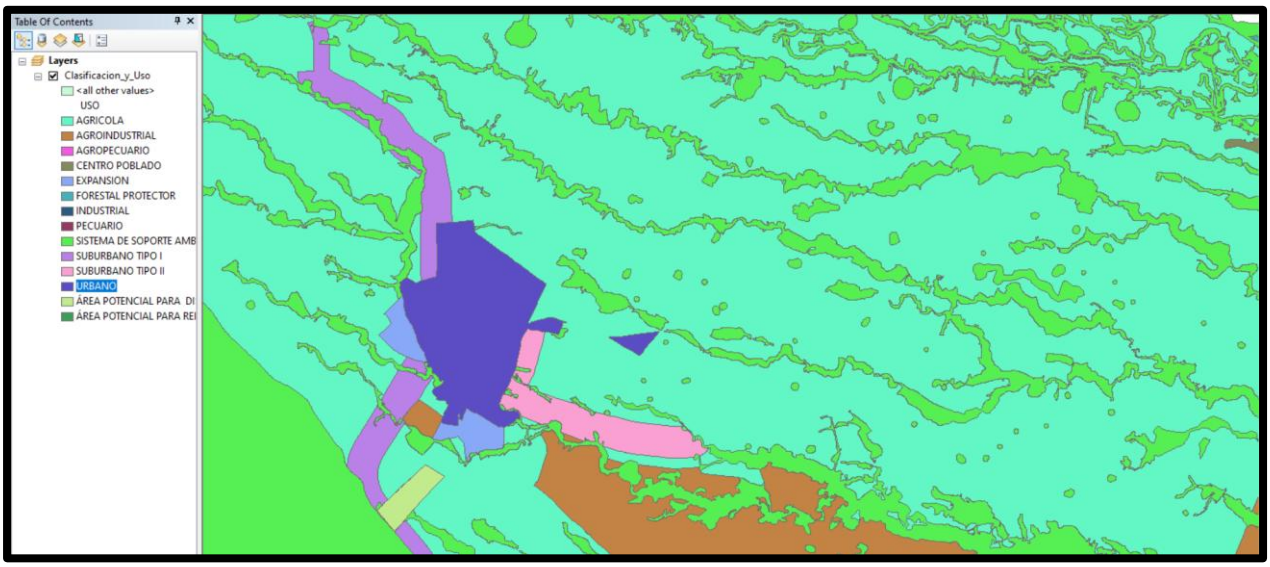


La GDB fue visualizada en el programa de escritorio ArcMap de la casa matriz ESRI, también se pudo visualizar en programas de licencia libre como QGis y se pudo visualizar en línea a través de Arcgis Online. Al realizar el análisis de esta información, se estableció que es la mejor fuente de información geográfica y es el insumo vigente que debería emplearse para la elaboración de los diferentes análisis espaciales, encontrando información con diferentes tipos de geometría, agrupadas en las diferentes temáticas acorde a los lineamientos del PBOT, para un total de 128 shapefiles.

Una de las capas de mayor interés para la elaboración del concepto del uso del suelo, es la denominada Clasificación y Uso, la cual tiene 14 clasificaciones diferentes a lo largo del territorio municipal, como se ilustra en la Figura 9.

Figura 22

Visualización usos del suelo municipio de San Martin (Meta) en ArcMap



En búsqueda de depurar y establecer la cantidad de información disponible entregada, se construyeron análisis estadísticos de tendencia central, los cuales permitieron tener un panorama más detallado de la información entregada.

Figura 23

Distribución porcentual del tipo de cartografía disponible en la información geográfica

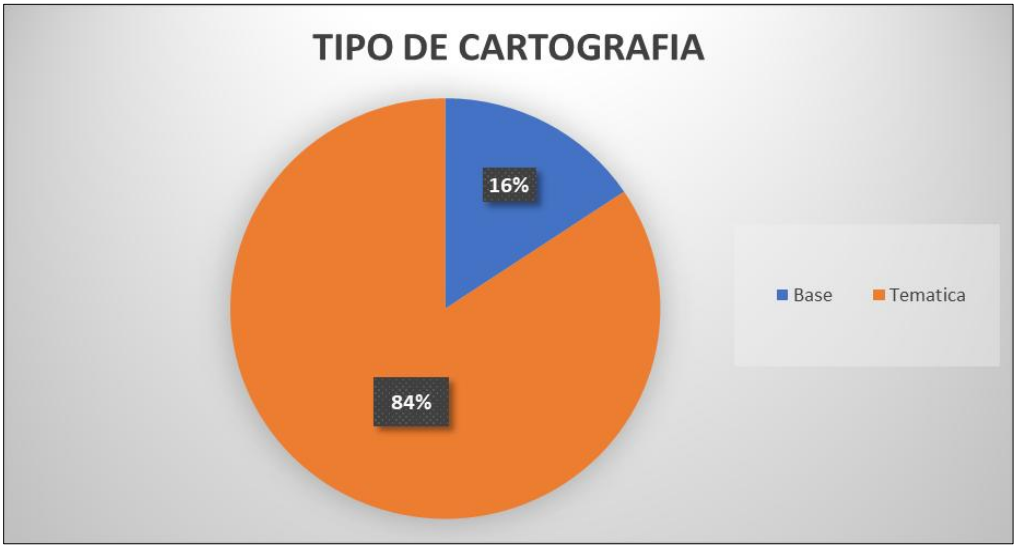


Figura 24

Distribución porcentual de la categoría disponible en la información geográfica inventariada

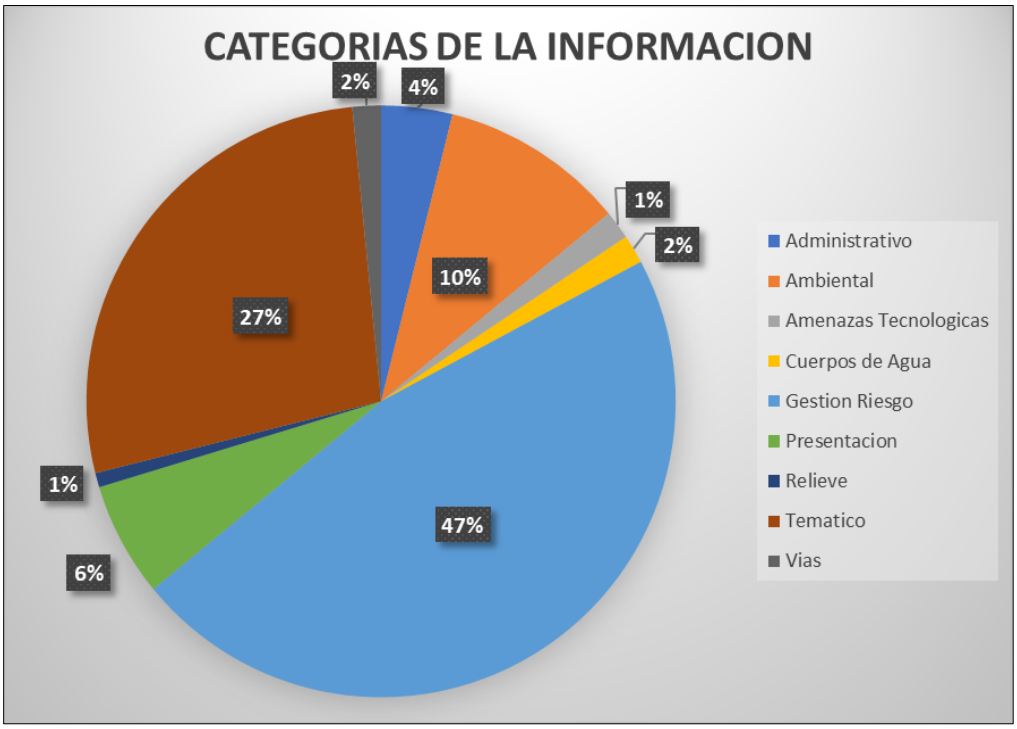
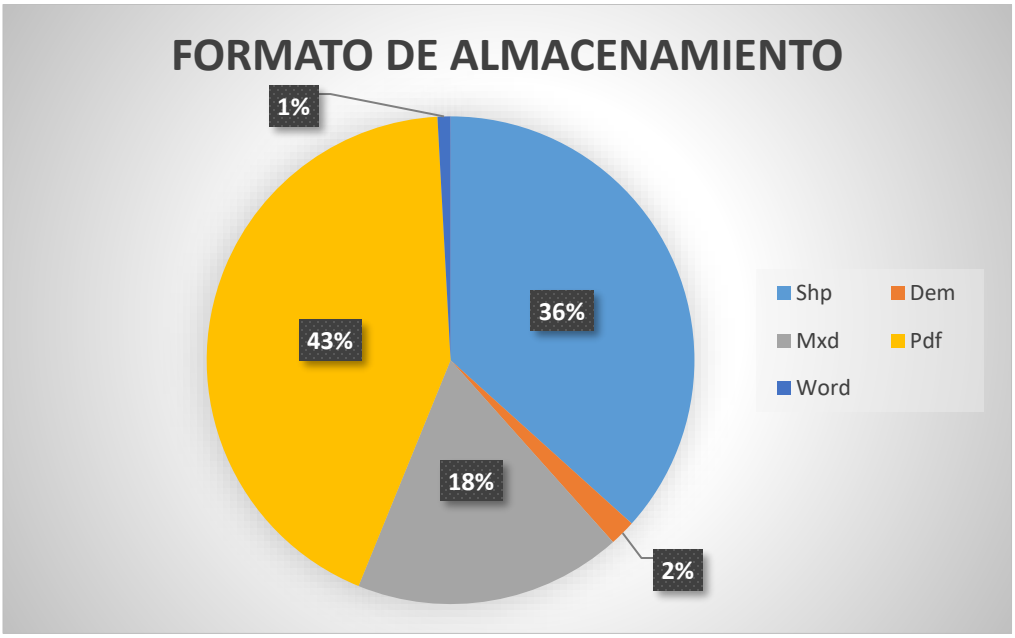


Figura 25
Distribución porcentual de los formatos de almacenamiento de la información geográfica inventariada



Del análisis de tendencia central sobre la información se pudo determinar que el 84% de la información corresponde a categoría temática, ahora bien, el 47% de la información total se encuentra asociada a la categoría de gestión del riesgo, finalmente respecto a la forma de almacenamiento se determinó que el 43% se encuentra en formato pdf vs un 36% en formato shapefile, con el cual se originó la información de tipo pdf.

*7.2.2 **Actividad 2.** Recolección, análisis, estandarización y digitalización de información secundaria física existente en la secretaría de planeación*

La recolección de información secundaria física en el municipio se realizó de manera efectiva en las diferentes áreas de archivo, sin embargo, al realizar la revisión de los documentos un alto porcentaje de estos no se encontraban en buenas condiciones conservación, encontrando documentos ilegibles y evidenciando la falta de espacios óptimos para el almacenamiento de esta, como se observa en la Figura 13. Finalmente, al evaluar el contenido de esta información, se determinó que no es una fuente de información esencial para la elaboración de los análisis espaciales, así las cosas, no se efectuaron labores de digitalización e integración de este.

Figura 26
Estado de almacenamiento de la información física secundaria

7.3 Fase 3 Establecimiento de parámetros

Objetivo: Definir los parámetros técnicos y funcionales para el desarrollo de aplicaciones SIG, en función de las necesidades identificadas y la información existente en la Secretaría de Planeación.

7.3.1 Actividad 1. *Definición de roles y usuarios que van a emplear los aplicativos*

Se establecieron unos mínimos parámetros para los usuarios que van a emplear los aplicativos a partir de unos conocimientos previos, los cuales generan por perfil unas responsabilidades en el momento de la implementación del sistema de información geográfica (de nuevo este proyecto no contempla mostrar la implementación, pero se hace en función de esta), con el fin de mantener actualizada la información lo mejor posible. En base a la información obtenida algunas personas pueden tener ciertos roles específicos, pero al ser una entidad donde el personal es rotativo se debe implementar por parte del jefe de planeación una capacitación adecuada para el personal ingresante, en este caso se propusieron unos roles específicos que

permitan mantener actualizada la información y a su vez permitan la toma de decisiones en los diferentes sectores de la dependencia.

Tabla 2

Roles y responsabilidad en el Sistema de Información Geográfica propuesto

Tipos de Usuario	Conocimientos Mínimos Requeridos	Responsabilidades
Editor	- Fundamentos Intermedios de SIG - Manejo de la herramienta ArcGIS y Qgis - Administración de bases de datos espaciales - Edición de información geográfica - Uso de aplicaciones Web geográficas como editor (Arcgis Online o Experience Builder)	- Crear información espacial en caso de ser necesario - Editar y actualizar datos alfanuméricos en la base de datos - Realizar análisis espaciales siempre que sea requerido - Corregir y normalizar información recolectada en campo para su posterior ingreso a la BD. - Actualizar la información presentada en la aplicación Web así mismo informar de dicha actualización a los demás usuarios
Visualizador	- Fundamentos Básicos de SIG	- Consulta de información publicada por el editor - Toma de decisiones en base a los datos solicitados al editor

	- Conocimiento de las herramientas geográficas Web - Preferiblemente conocimiento de la aplicación de escritorio Arcgis y Qgis	o de acuerdo a los análisis espaciales esto en caso de que su conocimiento SIG sea mayor.
Recolector	- Manejo de herramientas ofimáticas - Conocimiento básico en bases de datos geográficas	- Consulta de información suministrada por el editor - Generación de nueva información de campo entregada al editor

El rol de creador no se suministrada de acuerdo con que el alcance de este trabajo de grado contempla la creación en toda su extensión del sistema de información geográfica y su posterior implementación no es objeto de estudio para este informe.

7.3.2 Actividad 2. *Diseño del diccionario de datos para la construcción y estandarización de la base de datos espacial*

En el manejo de una base de datos se debe estandarizar una serie de elementos que componen las entidades que a su vez forman la base de datos geográfica, permite mayor control en los datos de entrada que a su vez genera confiabilidad en los procesos realizados con ellos que permiten la toma de decisiones. En primera instancia cada dato debe de tener unos parámetros básicos como unidad donde el conjunto de datos (Columna) puede ser clasificado según la conveniencia.

Tabla 3

Parámetros de los datos individuales del Sistema de Información Geográfica propuesto

Categoría	**Corresponde a la clasificación dentro de la cartografía básica o temática de la BD**
Elemento	Nombre del elemento
Descripción	Explicación breve del elemento
Obligatoriedad	- Indica la importancia del elemento esto indica que el elemento debe o no actualizarse con recurrencia. - I (Obligatorio): Es importante actualizarse con recurrencia para mayor confiabilidad - O (Opcional): Es opcional su actualización en la base de datos
Tipo de dato	Indica el tipo de valor asociado al almacenamiento de cada elemento. Ejemplo: Texto, Doble, Entero, etc.

A partir de estos elementos básicos se dispuso el diccionario de datos necesario para la implementación del sistema de información geográfico.

Tabla 4

Diccionario de datos Base de Datos Geográfica

TIPO	CATEGORÍA	CAPA SIG
BASE	ADMINISTRATIVO	Predio
		Veredas

		Centro Poblado
		Limite Municipal
	CUERPOS DE AGUA	Drenaje Sencillo
		Drenaje Doble
	AMBIENTAL	Bosque
		Faja de Protección
		Humedales
		Sabana Inundable
		Vulnerabilidad Acuíferos
		Zona de recarga bajo y medio Ariari
		Zonificación áreas Recarga Art 111
	AMENAZAS TECNOLÓGICAS	Gasoducto
		Línea Eléctrica 115 Kv
	RELIEVE	Curvas Nivel
	VÍAS	Vías
		Vías Urbanas
TEMÁTICO	GESTIÓN RIESGO	Amenaza Inundación Rural
		Amenaza Inundación Urbana
		Amenaza MM Rural
		Amenaza MM Urbano

		Amenaza Torrencial Rural
		Amenaza Torrencial Urbana
		Cobertura Rural
		Cobertura Urbana
		Detonante Sismo Urbano
		Falla Geológica
		Geología Rural
		Geología Urbana
		Geomorfología Rural
		Nivel Freático Urbano
		Pendientes Rural
		UGI Urbano
	TEMÁTICO	Acueducto
		Bloque Hidrocarburo
		Clases Agrológicas
		Categoría del suelo
		Uso del suelo
		Coberturas
		Deforestación
		Equipamientos

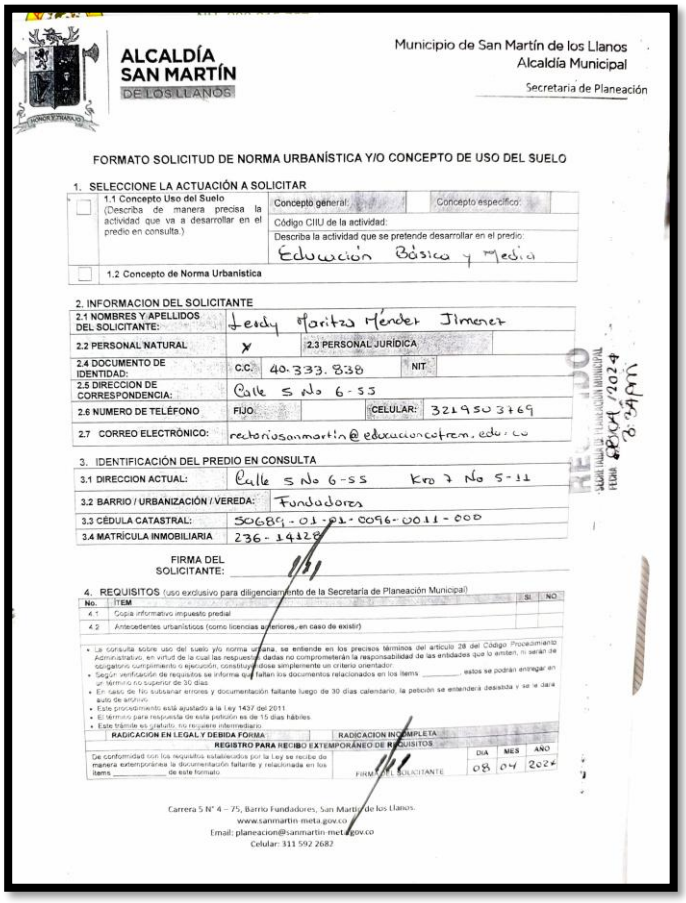
		Espacio Publico
		Red Sanitaria
		Títulos Mineros
		Tratamientos
		Vertimientos

Se definieron los parámetros utilizados en la generación de la principal solicitud dada por la oficina de planeación para esto fue necesario obtener un documento en físico expedido por la entidad.

El procedimiento para que cualquier persona reciba una solicitud de concepto de uso del suelo para un predio urbano o rural debe comenzar con la solicitud que se radica en la secretaria de planeación.

Figura 27

Formato de solicitud de norma urbanística y/o concepto de uso del suelo



ALCALDÍA SAN MARTÍN DE LOS LLANOS

Municipio de San Martín de los Llanos
Alcaldía Municipal
Secretaría de Planeación

FORMATO SOLICITUD DE NORMA URBANÍSTICA Y/O CONCEPTO DE USO DEL SUELO

1. SELECCIONE LA ACTUACIÓN A SOLICITAR

1.1 Concepto Uso del Suelo (Describa de manera precisa la actividad que va a desarrollar en el predio en consulta.)
Concepto general: | Concepto específico:
Código CIIU de la actividad:
Describa la actividad que se pretende desarrollar en el predio: Educación Básica y Media

1.2 Concepto de Norma Urbanística

2. INFORMACION DEL SOLICITANTE

2.1 NOMBRES Y APELLIDOS DEL SOLICITANTE:	Leidy Maritza Méndez Jimenez		
2.2 PERSONAL NATURAL:	X	2.3 PERSONAL JURÍDICA	
2.4 DOCUMENTO DE IDENTIDAD:	C.C. 40.333.838	NIT	
2.5 DIRECCION DE CORRESPONDENCIA:	Calle 5 No 6-55		
2.6 NUMERO DE TELÉFONO	FIJO	CELULAR:	3219503769
2.7 CORREO ELECTRÓNICO:	rectoriasanmartin@educacioncofrem.edu.co		

3. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO EN CONSULTA

3.1 DIRECCION ACTUAL:	Calle 5 No 6-55 Kra 7 No 5-11
3.2 BARRIO / URBANIZACIÓN / VEREDA:	Fundadores
3.3 CÉDULA CATASTRAL:	506865-01-01-0096-0011-000
3.4 MATRÍCULA INMOBILIARIA	236-14128

FIRMA DEL SOLICITANTE:

4. REQUISITOS (uso exclusivo para diligenciamiento de la Secretaría de Planeación Municipal)

No.	ITEM	SI	NO
4.1	Copia informativo impuesto predial		
4.2	Antecedentes urbanísticos (como licencias anteriores, en caso de existir)		

- La consulta sobre uso del suelo y/o norma urbana, se entiende en los precisos términos del artículo 28 del Código Procedimiento Administrativo, en virtud de la cual las respuestas dadas no comprometerán la responsabilidad de las entidades que lo emiten, ni serán de obligatorio cumplimiento o ejecución, constituyéndose simplemente un criterio orientador.
- Según verificación de requisitos se informa que faltan los documentos relacionados en los ítems _____ estos se podrán entregar en un término no superior de 30 días.
- En caso de no subsanar errores y documentación faltante luego de 30 días calendario, la petición se entenderá desistida y se le dará auto de archivo.
- Este procedimiento está ajustado a la Ley 1437 del 2011
- El término para respuesta de esta petición es de 15 días hábiles
- Este trámite es gratuito, no requiere intermediario

RADICACION EN LEGAL Y DEBIDA FORMA | RADICACION INCOMPLETA

REGISTRO PARA RECIBO EXTEMPORÁNEO DE REQUISITOS

De conformidad con los requisitos establecidos por la Ley se recibe de manera extemporánea la documentación faltante y relacionada en los ítems _____ de este formato

FIRMA DEL SOLICITANTE

DIA	MES	AÑO
08	04	2024

Carrera 5 N° 4 – 75, Barrio Fundadores, San Martín de los Llanos.
www.sanmartin-meta.gov.co
Email: planeacion@sanmartin-meta.gov.co
Celular: 311 592 2682

Esta contiene los datos básicos del solicitante que no necesariamente es la persona propietaria del predio, dada esta aclaración la identificación del predio debe darse por parte del solicitante de forma clara para que así mismo la dependencia genere el concepto del suelo correspondiente, sin embargo, dada la precariedad de la información obtenida nuestra llave de acceso rápido a la consulta SQL del modelo SIG. A partir de los datos básicos planeación genera un documento sobre el cual informa al solicitante una serie de datos del predio objeto de la solicitud. A manera de ilustración se obtuvo un ejemplo de la respuesta dada por la oficina de planeación.

Figura 28

Concepto de uso de suelo emitido por la secretaría de planeación

ALCALDÍA SAN MARTÍN DE LOS LLANOS

Municipio de San Martín de los Llanos
Alcaldía Municipal

CUSU No. 140 DEL 16 DE ABRIL DEL 2024

CONCEPTO DE USO DEL SUELO

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACIÓN
DEL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN DE LOS LLANOS (META)

De conformidad con las disposiciones establecidas en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del Municipio de San Martín de los Llanos, adoptado mediante Acuerdo Municipal No. 015 del 18 de diciembre de 2023 y la cartografía temática, me permito informarle respecto del predio identificado con cédula catastral No. **50689-01-01-0096-0011-000** y matrícula inmobiliaria No **236-14128**, denominado **Calle 5 # 6 – 55, Carrera 7 # 5 – 11** barrio **FUNDADORES** lo siguiente:

1. **CLASIFICACIÓN DEL SUELO**
De acuerdo con el Mapa No. 1 - CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO, parte del predio se encuentra clasificado en:

SUELO URBANO

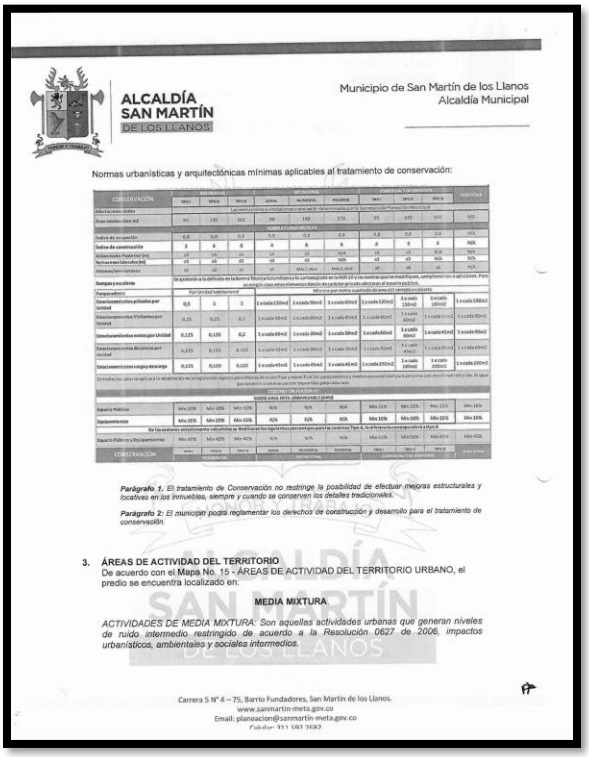
2. **TRATAMIENTOS URBANISTICOS**
De acuerdo con el Mapa No. 14 - ÁREAS DE TRATAMIENTO URBANO, el predio se encuentra localizado en:

CONSERVACION (ARQUITECTONICA).

Este tratamiento busca conservar las zonas tradicionales del municipio, que presentan valores urbanísticos, arquitectónicos potencializándolos a nivel regional como patrimonio cultural. En el municipio de San Martín de los Llanos se clasifican dos tipos de mejoramiento de conservación:

- **Conservación Arquitectónica:** Se asigna a los predios que presentan valores arquitectónicos, con el fin de conservar sus características.
- **Conservación Histórica:** Se asigna a inmuebles del municipio que representan un gran significado histórico.

Carrera 5 N° 4 – 75, Barrio Fundadores, San Martín de los Llanos.
www.sanmartin-meta.gov.co
Email: planeacion@sanmartin-meta.gov.co
Celular: 311 592 2682



ALCALDÍA SAN MARTÍN DE LOS LLANOS

Municipio de San Martín de los Llanos
Alcaldía Municipal

Normas urbanísticas y arquitectónicas mínimas aplicables al tratamiento de conservación:

CONSERVACIÓN	MEDIA	MEDIA	MEDIA	AISLADA	MEDIANERA	PAREADA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MIXTURA
Altura máxima - Pisos	Las alturas máximas están definidas en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del Municipio de San Martín de los Llanos									
Área mínima - Lote m2	NO	140	162	NO	140	216	NO	140	162	N/A
NORMAS URBANÍSTICAS										
Índice de ocupación	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	N/A
Índice de construcción	3	4	6	4	5	6	3	3	3	N/A
Aislamiento Posterior (m)	n5	n5	n5	n5	n5	N/A	n5	n5	N/A	N/A
Retroceso Antejardines (m)	n5	n5	n5	n5	n5	N/A	n5	n5	N/A	N/A
Voladizos Permitidos	n1	n1	n1	n1	Max 1 mts	Max 1 mts	n1	n1	n1	N/A
Rampas y escaleras	Se ajustarán a lo definido en la Norma Técnica Colombiana NTC contemplada en la NSR-10 y la normal que la modifique, complementen o adicionen. Para ubicación y uso entre elementos dentro de predios privados diferentes al espacio público.									
Parqueaderos	Por Unidad habitacional			Mínimo un metro cuadrado de área útil construida privada						
Estacionamientos privados por unidad	0,5	1	1	1 x cada 120m2	1 x cada 90m2	1 x cada 60m2	1 x cada 120m2	1 x cada 120m2	1 x cada 180m2	1 x cada 180m2
Estacionamientos Visitantes por Unidad	0,25	0,25	0,2	1 x cada 60m2	1 x cada 60m2	1 x cada 40m2	1 x cada 60m2	1 x cada 60m2	1 x cada 90m2	1 x cada 90m2
Estacionamientos motocicletas Unidad	0,125	0,125	0,2	1 x cada 60m2	1 x cada 30m2	1 x cada 30m2	1 x cada 60m2	1 x cada 60m2	1 x cada 45m2	1 x cada 90m2
Estacionamientos Bicicletas por unidad	0,125	0,125	0,125	1 x cada 45m2	1 x cada 30m2	1 x cada 30m2	1 x cada 45m2	1 x cada 45m2	1 x cada 30 m2	1 x cada 45m2
Estacionamientos cargue y descargo	0,125	0,125	0,125	1 x cada 45m2	1 x cada 45m2	1 x cada 45m2	1 x cada 250m2	1 x cada 180m2	1 x cada 300m2	1 x cada 180m2
En todos los casos se aplica a lo establecido en la legislación vigente para personas con movilidad reducida. Al igual que lo establecido en la normativa de requerimientos para vivienda.										
ESPACIO PÚBLICO										
NORMA AREA MIXTA URBANIZABLE LLANO										
Espacio Público	Min 10%	Min 10%	Min 10%	N/A	N/A	N/A	Min 15%	Min 15%	Min 15%	Min 14%
Equipamientos	Min 15%	Min 15%	Min 15%	N/A	N/A	N/A	Min 10%	Min 10%	Min 10%	Min 10%
Se les aplicara lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 y sus modificaciones y/o sustituciones. Ver Art. 2.2.2.1.7.1 y Art. 2.2.2.1.7.2										
Espacio Público y Equipamientos	Min 45%	Min 42%	Min 40%	N/A	N/A	N/A	Min 50%	Min 50%	Min 45%	Min 40%
CONSERVACIÓN	MEDIA	MEDIA	MEDIA	AISLADA	MEDIANERA	PAREADA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MIXTURA

Parágrafo 1. El tratamiento de Conservación no restringe la posibilidad de efectuar mejoras estructurales y locativas en los inmuebles, siempre y cuando se conserven los detalles tradicionales.

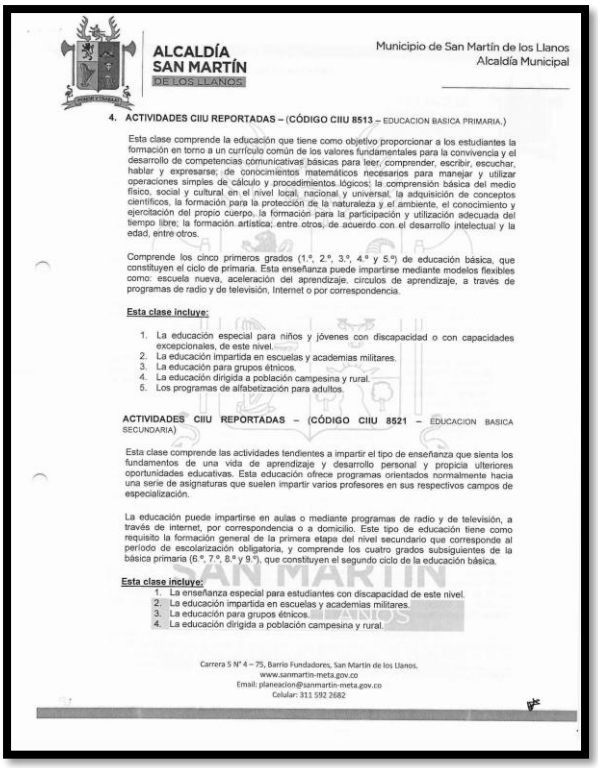
Parágrafo 2: El municipio podrá reglamentar los derechos de construcción y desarrollo para el tratamiento de conservación

3. **ÁREAS DE ACTIVIDAD DEL TERRITORIO**
De acuerdo con el Mapa No. 15 - ÁREAS DE ACTIVIDAD DEL TERRITORIO URBANO, el predio se encuentra localizado en:

MEDIA MIXTURA.

ACTIVIDADES DE MEDIA MIXTURA: Son aquellas actividades urbanas que generan niveles de ruido intermedio restringido de acuerdo a la Resolución 0627 de 2006, impactos urbanísticos, ambientales y sociales intermedios.

Carrera 5 N° 4 – 75, Barrio Fundadores, San Martín de los Llanos.
www.sanmartin-meta.gov.co
Email: planeacion@sanmartin-meta.gov.co
Celular: 311 592 2682



ALCALDÍA SAN MARTÍN DE LOS LLANOS

Municipio de San Martín de los Llanos
Alcaldía Municipal

4. **ACTIVIDADES CIIU REPORTADAS – (CÓDIGO CIIU 8513** – EDUCACION BASICA PRIMARIA.)

Esta clase comprende la educación que tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes la formación en torno a un currículo común de los valores fundamentales para la convivencia y el desarrollo de competencias comunicativas básicas para leer, comprender, escribir, escuchar, hablar y expresarse, de conocimientos matemáticos necesarios para manejar y utilizar operaciones simples de cálculo y procedimientos lógicos; la comprensión básica del medio físico, social y cultural en el nivel local, nacional y universal, la adquisición de conceptos científicos, la formación para la protección de la naturaleza y el ambiente, el conocimiento y ejercitación del propio cuerpo, la formación para la participación y utilización adecuada del tiempo libre; la formación artística; entre otros, de acuerdo con el desarrollo intelectual y la edad, entre otros.

Comprende los cinco primeros grados (1.º, 2.º, 3.º, 4.º y 5.º) de educación básica, que constituyen el ciclo de primaria. Esta enseñanza puede impartirse mediante modelos flexibles como: escuela nueva, aceleración del aprendizaje, círculos de aprendizaje, a través de programas de radio y de televisión, Internet o por correspondencia.

Esta clase incluye:

1. La educación especial para niños y jóvenes con discapacidad o con capacidades excepcionales, de este nivel.
2. La educación impartida en escuelas y academias militares.
3. La educación para grupos étnicos.
4. La educación dirigida a población campesina y rural.
5. Los programas de alfabetización para adultos.

ACTIVIDADES CIIU REPORTADAS – (CÓDIGO CIIU 8521 – EDUCACION BASICA SECUNDARIA)

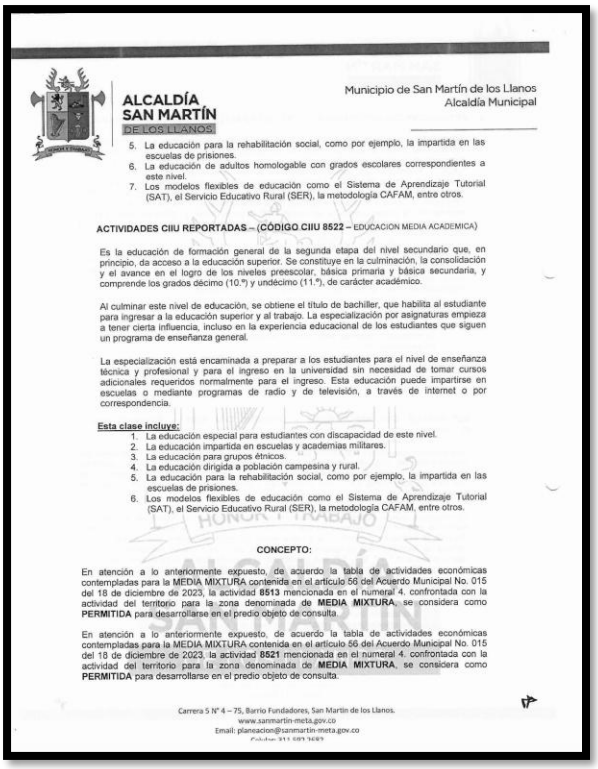
Esta clase comprende las actividades tendientes a impartir el tipo de enseñanza que sienta los fundamentos de una vida de aprendizaje y desarrollo personal y propicia ulteriores oportunidades educativas. Esta educación ofrece programas orientados normalmente hacia una serie de asignaturas que suelen impartir varios profesores en sus respectivos campos de especialización.

La educación puede impartirse en aulas o mediante programas de radio y de televisión, a través de internet, por correspondencia o a domicilio. Este tipo de educación tiene como requisito la formación general de la primera etapa del nivel secundario que corresponde al período de escolarización obligatoria, y comprende los cuatro grados subsiguientes de la básica primaria (6.º, 7.º, 8.º y 9.º), que constituyen el segundo ciclo de la educación básica.

Esta clase incluye:

1. La enseñanza especial para estudiantes con discapacidad de este nivel.
2. La educación impartida en escuelas y academias militares.
3. La educación para grupos étnicos.
4. La educación dirigida a población campesina y rural.

Carrera 5 N° 4 – 75, Barrio Fundadores, San Martín de los Llanos.
www.sanmartin-meta.gov.co
Email: planeacion@sanmartin-meta.gov.co
Celular: 311 592 2682



ALCALDÍA SAN MARTÍN DE LOS LLANOS

Municipio de San Martín de los Llanos
Alcaldía Municipal

5. La educación para la rehabilitación social, como por ejemplo, la impartida en las escuelas de prisiones.
6. La educación de adultos homologable con grados escolares correspondientes a este nivel.
7. Los modelos flexibles de educación como el Sistema de Aprendizaje Tutorial (SAT), el Servicio Educativo Rural (SER), la metodología CAFAM, entre otros.

ACTIVIDADES CIIU REPORTADAS – (CÓDIGO CIIU 8522 – EDUCACION MEDIA ACADEMICA)

Es la educación de formación general de la segunda etapa del nivel secundario que, en principio, da acceso a la educación superior. Se constituye en la culminación, la consolidación y el avance en el logro de los niveles preescolar, básica primaria y básica secundaria, y comprende los grados décimo (10.º) y undécimo (11.º), de carácter académico.

Al culminar este nivel de educación, se obtiene el título de bachiller, que habilita al estudiante para ingresar a la educación superior y al trabajo. La especialización por asignaturas empieza a tener cierta influencia, incluso en la experiencia educacional de los estudiantes que siguen un programa de enseñanza general.

La especialización está encaminada a preparar a los estudiantes para el nivel de enseñanza técnica y profesional y para el ingreso en la universidad sin necesidad de tomar cursos adicionales requeridos normalmente para el ingreso. Esta educación puede impartirse en escuelas o mediante programas de radio y de televisión, a través de internet o por correspondencia.

Esta clase incluye:

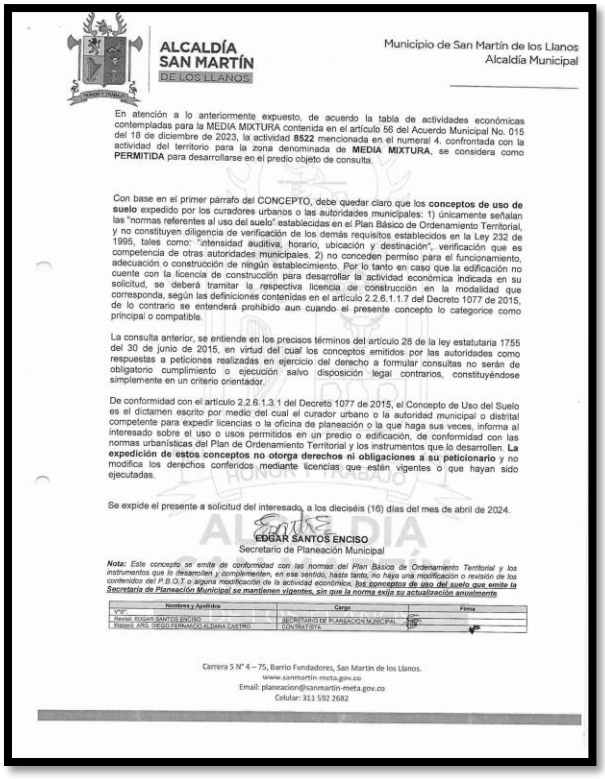
1. La educación especial para estudiantes con discapacidad de este nivel.
2. La educación impartida en escuelas y academias militares.
3. La educación para grupos étnicos.
4. La educación dirigida a población campesina y rural.
5. La educación para la rehabilitación social, como por ejemplo, la impartida en las escuelas de prisiones.
6. Los modelos flexibles de educación como el Sistema de Aprendizaje Tutorial (SAT), el Servicio Educativo Rural (SER), la metodología CAFAM, entre otros.

CONCEPTO:

En atención a lo anteriormente expuesto, de acuerdo la tabla de actividades económicas contempladas para la MEDIA MIXTURA contenida en el artículo 56 del Acuerdo Municipal No. 015 del 18 de diciembre de 2023, la actividad **8513** mencionada en el numeral 4. confrontada con la actividad del territorio para la zona denominada de **MEDIA MIXTURA**, se considera como **PERMITIDA** para desarrollarse en el predio objeto de consulta.

En atención a lo anteriormente expuesto, de acuerdo la tabla de actividades económicas contempladas para la MEDIA MIXTURA contenida en el artículo 56 del Acuerdo Municipal No. 015 del 18 de diciembre de 2023, la actividad **8521** mencionada en el numeral 4. confrontada con la actividad del territorio para la zona denominada de **MEDIA MIXTURA**, se considera como **PERMITIDA** para desarrollarse en el predio objeto de consulta.

Carrera 5 N° 4 – 75, Barrio Fundadores, San Martín de los Llanos.
www.sanmartin-meta.gov.co
Email: planeacion@sanmartin-meta.gov.co
Celular: 311 592 2682



ALCALDÍA SAN MARTÍN DE LOS LLANOS

Municipio de San Martín de los Llanos
Alcaldía Municipal

En atención a lo anteriormente expuesto, de acuerdo la tabla de actividades económicas contempladas para la MEDIA MIXTURA contenida en el artículo 56 del Acuerdo Municipal No. 015 del 18 de diciembre de 2023, la actividad **8522** mencionada en el numeral 4, confrontada con la actividad del territorio para la zona denominada de **MEDIA MIXTURA**, se considera como **PERMITIDA** para desarrollarse en el predio objeto de consulta.

Con base en el primer párrafo del CONCEPTO, debe quedar claro que los **conceptos de uso de suelo** expedido por los curadores urbanos o las autoridades municipales: 1) únicamente señalan las "normas referentes al uso del suelo" establecidas en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial, y no constituyen diligencia de verificación de los demás requisitos establecidos en la Ley 232 de 1995, tales como: "intensidad auditiva, horario, ubicación y destinación", verificación que es competencia de otras autoridades municipales. 2) no conceden permiso para el funcionamiento, adecuación o construcción de ningún establecimiento. Por lo tanto en caso que la edificación no cuente con la licencia de construcción para desarrollar la actividad económica indicada en su solicitud, se deberá tramitar la respectiva licencia de construcción en la modalidad que corresponda, según las definiciones contenidas en el artículo 2.2.6.1.1.7 del Decreto 1077 de 2015, de lo contrario se entenderá prohibido aun cuando el presente concepto lo categorice como principal o compatible.

La consulta anterior, se entiende en los precisos términos del artículo 28 de la ley estatutaria 1755 del 30 de junio de 2015, en virtud del cual los conceptos emitidos por las autoridades como respuestas a peticiones realizadas en ejercicio del derecho a formular consultas no serán de obligatorio cumplimiento o ejecución salvo disposición legal contrarios, constituyéndose simplemente en un criterio orientador.

De conformidad con el artículo 2.2.6.1.3.1 del Decreto 1077 de 2015, el Concepto de Uso del Suelo es el dictamen escrito por medio del cual el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente para expedir licencias o la oficina de planeación o la que haga sus veces, informa al interesado sobre el uso o usos permitidos en un predio o edificación, de conformidad con las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial y los instrumentos que lo desarrollen. **La expedición de estos conceptos no otorga derechos ni obligaciones a su peticionario** y no modifica los derechos conferidos mediante licencias que estén vigentes o que hayan sido ejecutadas.

Se expide el presente a solicitud del interesado, a los dieciséis (16) días del mes de abril de 2024.

EDGAR SANTOS ENCISO
Secretario de Planeación Municipal

Nota:** Este concepto se emite de conformidad con las normas del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y los instrumentos que lo desarrollen y complementen, en ese sentido, hasta tanto, no haya una modificación o revisión de los contenidos del P.B.O.T o alguna modificación de la actividad económica, **los conceptos de uso del suelo que emite la Secretaría de Planeación Municipal se mantienen vigentes, sin que la norma exija su actualización anualmente

Nombres y Apellidos	Cargo	Firma
VoBo:		
Revisó: EDGAR SANTOS ENCISO	SECRETARIO DE PLANEACION MUNICIPAL	
Elaboró: ARQ. DIEGO FERNANDO ALDANA CASTRO	CONTRATISTA	

Carrera 5 N° 4 – 75, Barrio Fundadores, San Martín de los Llanos.
www.sanmartin-meta.gov.co
Email: planeacion@sanmartin-meta.gov.co
Celular: 311 592 2682

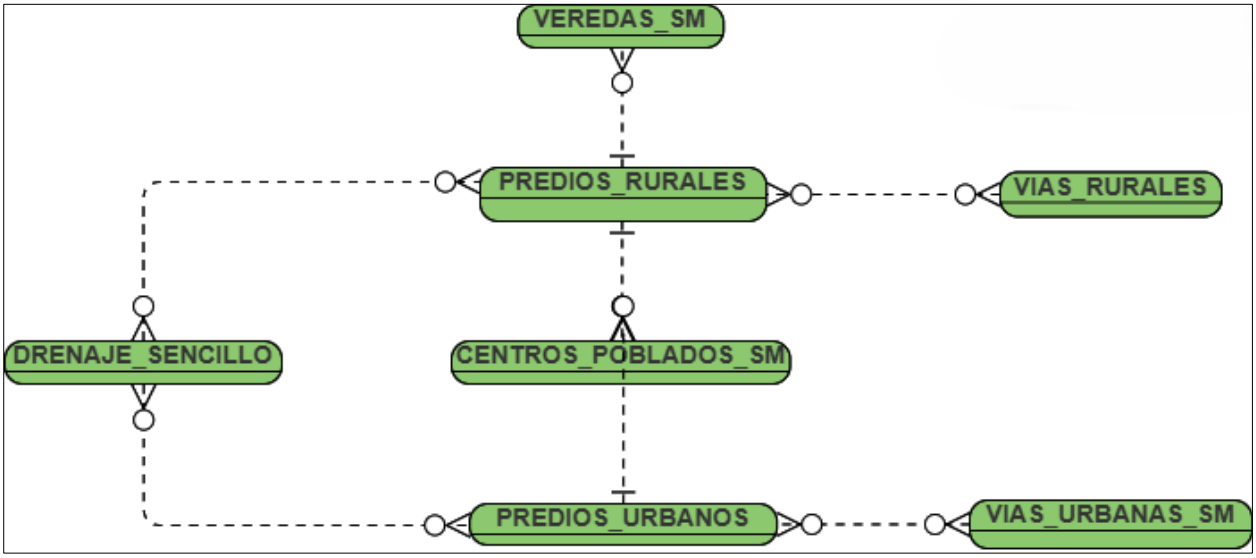
En este caso se evidencio que para realizar un uso del suelo urbano se necesitan tres (3) variables claves, la primera el uso del suelo, segundo los tratamientos urbanísticos y tercero la áreas de actividad del territorio, esta información se encuentra al alcance del funcionario por varios medios (KMZ, Planos y Shp), en la oficina de planeación utilizan los planos oficiales generando que se llegue a demorar un tiempo bastante importante por respuesta al revisar cada variable impactando en los tiempos de respuesta al ciudadano.

7.3.3 Actividad 3. *Definición del modelo de almacenamiento y actualización de la base de datos espacial*

El modelo de almacenamiento permite entender la forma en que las capas de la base de datos interactúan entre ellas, esto facilita el análisis espacial requerido por la entidad en función del uso del sistema de información geográfica implementado. El modelo de almacenamiento tuvo como entidad principal la capa de predios, sobre esta capa se realizaron las consultas de las principales solicitudes como el uso del suelo y las licencias urbanísticas, conceptos que emite la dependencia de forma constante. Respecto a la actualización de la base de datos espacial, si bien, se cuenta con un usuario definido para realizar esta actividad, la periodicidad de actualización y complementación de la información deberá ser definida por la entidad una vez se realice la implementación del portal Web o se valide la GDB construida para la consulta en ArcMap.

Figura 29

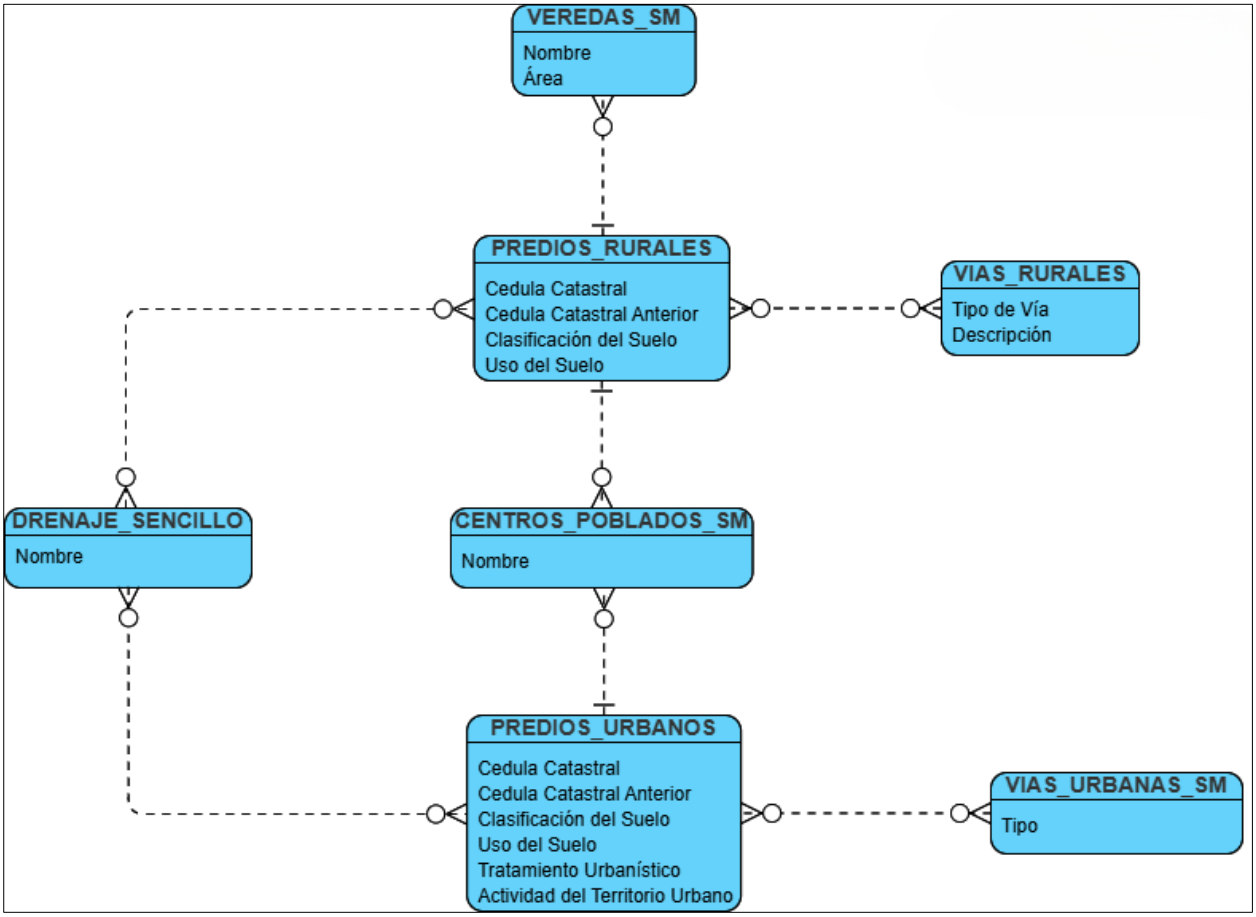
Modelo Entidad - Relación para el modelo de almacenamiento principal



Así mismo se construyó un modelo relacional para las 7 capas finales que se desarrollaron en la fase 3 y fase 4.

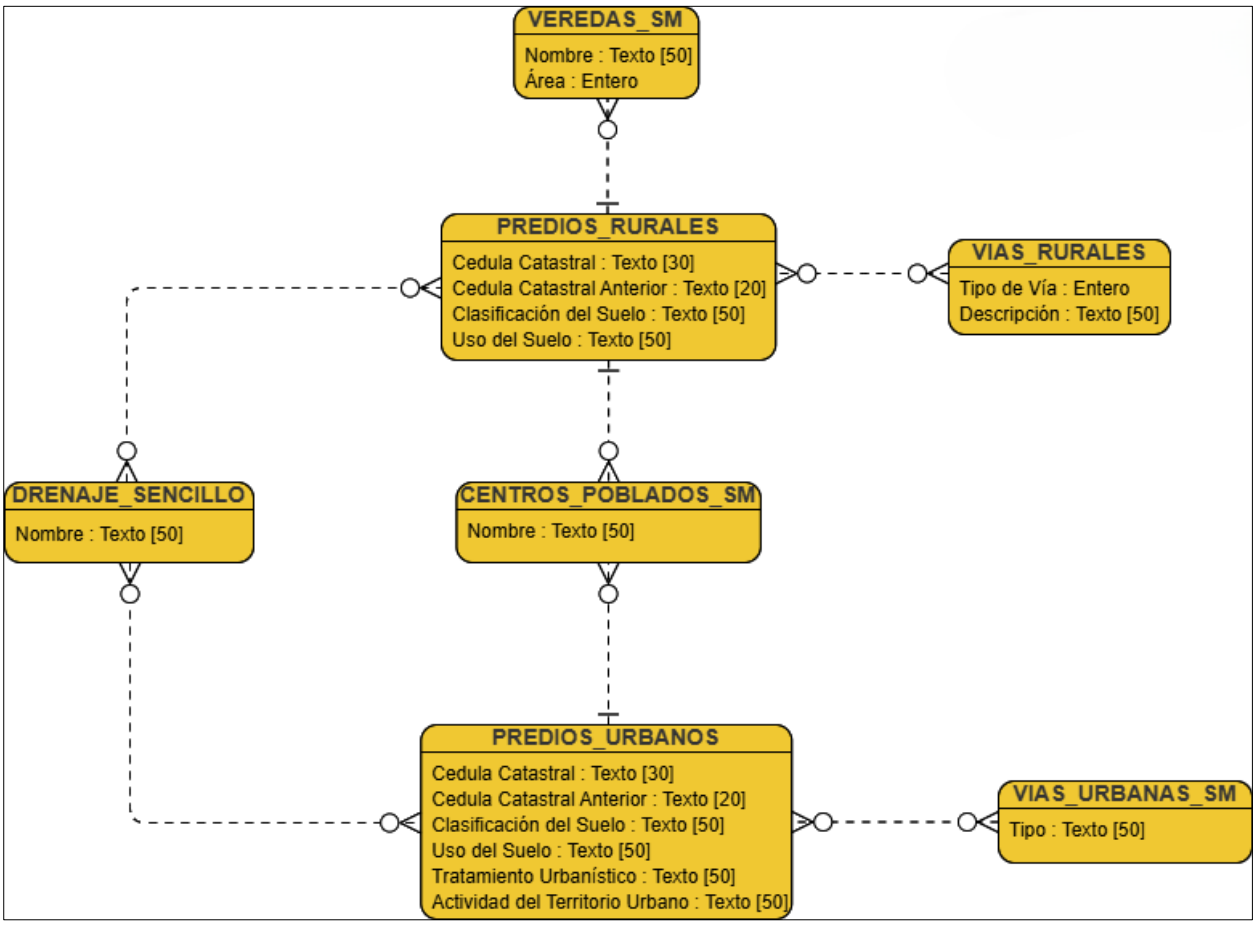
Figura 30

Modelo Relacional para el modelo de almacenamiento principal



Y finalmente a partir de los anteriores modelos se dispone del modelo físico el cual se aprecia tanto en el aplicativo de escritorio como aplicativo WEB.

Figura 31
Modelo Fisico para el modelo de almacenamiento principal



7.4 Fase 4 Desarrollo de aplicativos

Objetivo: Desarrollar un aplicativo WEB y de escritorio para el almacenamiento de información, visualización e implementación de análisis espaciales.

7.4.1 Actividad 1. *Construcción de aplicativos con base en los parámetros definidos*

A partir del procedimiento descrito anteriormente se creó un aplicativo WEB https://experience.arcgis.com/experience32b4b2db83cb4209968144f71edf367b/ alojado en los servidores de ESRI con 7 capas que permiten la interacción del usuario con la información geográfica existente descrita por PBOT en el municipio de San Martin (Meta), en el caso del

proyecto se dejó orientada a permitir realizar un concepto de uso del suelo pero es también utilizable con cualquier otro requerimiento por parte del usuario.

Figura 32
Aplicativo WEB creado por ArcGIS Experience Builder

Así mismo se crea una GDB personal para el almacenamiento de la información geográfica de tipo SHP que puede ser abierta tanto en los aplicativos de ArcGIS de pago, como Qgis gratuito esta información esta alojada como un URL (espacio propio) asociado en el widget con el símbolo de carpeta el cual se muestra en la Figura 32.

8 Discusión

A partir de los resultados obtenidos en las diferentes fases y actividades ejecutadas para la elaboración del SIG, se infiere que una de las principales limitaciones fueron las de carácter técnico y operativo. Los equipos con los que cuenta la entidad actualmente tienen un hardware obsoleto con procesadores y memoria RAM que no soportan los software para SIG, lo cual promueve una limitación para el desarrollo de los mismos, asi las cosas, el uso de soluciones en la nube se vio como una buena forma de resolver estas limitaciones operativas, no obstante, este recurso en la nube requiere de una conexión de internet estable y con un ancho de banda adecuado, lo cual es un recurso escaso en varias zonas rurales. Asi, que en definitiva la adquisición de nuevos equipos de cómputo con características técnicas y operativas de mayor capacidad permitirán la manipulación, consolidación y desarrollo de los SIG.

Respecto a la calidad de los datos, el insumo principal fue la GDB del PBOT la cual presenta algunas inconsistencias a nivel topológico como traslapes y ausencia de información, atributos incompletos en las tablas asociadas, lo cual implico un esfuerzo adicional para la estandarización de los datos. Teniendo en cuenta que esta GDB es el insumo principal para la elaboración de los análisis espaciales, es importante, realizar una revisión de la información para asi poder ajustar y estandarizar la información que cuenta con una calidad de datos no eficiente.

La implementación de un SIG en la nube, para muchos de los profesionales de la entidad represento una pequeña resistencia al cambio, está ligada a la falta de profesionales con conocimiento técnico adscritos a la secretaria, ya que, si bien existen personas que tiene conocimientos SIG, estos no han sido actualizados y ya se han acoplado a procedimientos y procesos que otorguen resultados sin emplear SIG, sumado a esto existe una rotación de personal en ciertos cargos, esto se debe a los modelos de contrato a nivel estatal, en los cuales el personal no cuenta con el tiempo óptimo para la capacitación en herramientas, tampoco el tiempo es suficiente para el desarrollo e implementación de SIG.

Uno de los elementos con mayor valor histórico, es la documentación física, en este ejercicio se pudo determinar que este tipo de información no se prioriza de ninguna manera, tampoco es consolidada de manera óptima y mucho menos es conservada de manera eficiente, es sencillo imaginar si esta información fuera consolidada cuanta experiencia puede contener, como podríamos aprender de esta, sin duda alguna aportaría grandes conclusiones que podrían ser

tomadas en consideración para prever situaciones que en el pasado no fueron exitosas, por ejemplo, si se contara con una base de datos espacial de las licencias urbanísticas otorgadas, podríamos realizar análisis espaciales respecto al crecimiento municipal.

Existe un fuerte desafío respecto a la fragmentación normativa, en Colombia si bien existe un marco legal que promueve la integran de los SIG, no existe un instrumento a nivel municipal que obligue a las entidades municipales a realizar actualizaciones de las mismas, con la construcción de la GDB para el aplicativo Web se busca tener un punto de partida, la idea es que mediante un buen proceso de actualización, esta se convierta en el futuro en un insumo clave para la actualización del instrumento de planificación urbana, lo cual se verá traducido en reducción de costos y tiempos, además de su evidente función para la toma de decisiones efectivas a nivel de planeación territorial.

Es importante mencionar que toda esta discusión no es exclusiva del municipio de San Martin, recordemos que en Colombia existen cerca de 953 municipios pertenecen a la categoría sexta y un alto porcentaje de estos cuenta con amplias zonas rurales, esto indica que son municipios a los cuales se les brinda el mismo recurso económico y con condiciones similares, por tanto, es factible que existan las mismas o más limitaciones en la implementación de los SIG. Para superar estas limitaciones no basta con una inversión de capital únicamente, sino con un cambio desde cada ente territorial, cambio que debe involucran la implementación de tecnologías para la construcción de modelos territoriales eficientes, buscando una transformación digital inclusiva en la planificación territorial.

Finalmente, al revisar la información disponible y las capacidades que a futuro puede tener la entidad, es importante, revisar los avances de los demás entes municipales, para así en el futuro replicarlos y porque no mejorarlos al punto de ser pioneros en la implementación de SIG para la toma de decisiones.

9 Conclusiones

Mediante el análisis de la información recolectada se evidenció que la demanda principal por parte de la comunidad para la secretaria de planeación respecto a análisis espaciales del territorio es la solicitud de conceptos de uso del suelo, concepto que en la actualidad se elabora tomando como herramientas insumos físicos como planos y consultas en la plataforma Google Earth, si bien la consulta de los mismos permiten llegar a un resultado, estas limitan la capacidad de la secretaria para responder con oportunidad, calidad y agilidad a los requerimientos, ya que no permite realizar modificaciones de tipo espacial precisas, tampoco permiten modificaciones atributivas, lo cual genera un incremento sustancial en los tiempos empleados para la emisión de los conceptos y puede conllevar a errores a lo largo del proceso.

Este aumento en los tiempos de respuesta puede generar también retrasos en la ejecución de programas y proyectos de la alcaldía municipal, asi las cosas, este hallazgo denota la necesidad de integración de los SIG para agilizar el nivel de respuesta ante estas solicitudes y así a través de estos fomentar el cambio de tecnologías.

Con respecto a la información digital disponible se pudo establecer que actualmente el PBOT municipal se encuentra respaldado por una GDB robusta y una serie de planos en formato digital, esta información es muy valiosa en tanto, a que es la información más actualizada disponible, sin embargo, no cuenta con protocolos establecidos para su actualización y consolidación. Debido a la carencia de equipos especializados para su tratamiento y acondicionamiento, básicamente el valor de esta se reduce a nulo y conlleva al uso de herramientas que son no las óptimas para los análisis requeridos, finalmente, esta información digital actualmente no se encuentra disponible en los portales de datos abiertos a nivel nacional o municipal, limitando así el conocimiento de esta a la ciudadanía.

Ahora bien, con respecto a la información física se puede concluir, que es una muy buena base de información histórica y que en definitiva es importante su consolidación para nutrir las bases de datos geográficas actuales, buscando realizar análisis multitemporal que podrían ser fundamentales para la toma de decisiones o para la resolución de conflictos a nivel territorial, sin embargo, esta información no cuenta con protocolos de almacenamiento adecuado lo cual ha hecho que varía de esta sea ilegible por el paso del tiempo, o se halla arruinado por condiciones ambientales.

Una vez analizadas las necesidades y carencias tanto de la comunidad como de la secretaria de planeación y teniendo un panorama amplio de la información existente, se definieron los parámetros técnicos y las funciones que el SIG a implementar debería contener. Como primer parámetro técnico se estableció que, al tener limitaciones tanto de los equipos de cómputo como de los profesionales con conocimiento técnico, la mejor manera de implementar el SIG era mediante una aplicación en la nube, la cual ya cuenta con una programación básica interna, facilitando su desarrollo y a su vez cerrando la brecha de falta de conocimientos altos en el manejo de herramientas SIG.

Al conocer cuál era el requerimiento de análisis espacial más solicitado por la comunidad, se pudo establecer que el diccionario de datos debería contemplar ciertas entidades y atributos, todos estos necesarios para poder llevar a cabo el análisis espacial del concepto de uso del suelo, lo cual conllevo a un proceso de depuración de la GDB del PBOT municipal, creando una base de datos más liviana, con información puntual y con los elementos necesarios. Finalmente, pensando en quien será el encargado de la administración de la información, como se actualizará y quien podrá consultarla, se crearon 3 roles con diferentes actividades a cargo, todas estas enmarcados en las necesidades de cada rol.

Este desarrollo SIG, si bien optimizo procesos técnicos, realizo una transformación de la relación entre la institución y la ciudadanía, dada por la centralización de los datos, los cuales ahora son accesibles para la comunidad y las demás dependencias de la alcaldía. Este acceso a la información para la comunidad se traduce en una apropiación de su territorio, la cual conlleva a una vigilancia del cumplimiento de políticas públicas.

El desarrollo del SIG para la optimización de los análisis espaciales, denoto una singularidad , si bien el desarrollo de una herramienta tecnológica SIG avanzada permitió una actualización en la analítica de datos, su adopción no está acorde a las limitaciones técnicas y operativas, como conclusión la innovación en los procesos no dependerá únicamente del software como tal, sino que requiere de una integralidad entre la infraestructura de los datos, los conocimientos técnicos, la capacidad de adaptación y porque no la voluntad política para la disponibilidad de recursos. El desarrollo de este aplicativo web demostró que, a pesar de tener limitaciones en recursos, maquinaria y personal, es posible construir herramientas SIG que den respuesta a las necesidades comunitarias y de la entidad, disminuyendo tiempos de gestión,

minimizando los posibles errores y consolidando cada día nueva información que permitirá robustecer cada análisis solicitado.

10 Recomendaciones

Teniendo en cuenta la limitación operativa y técnica evidenciada, es recomendable que la alcaldía contemple la posibilidad de otorgar recursos económicos para la actualización de equipos e inversión en licencias de programas especializados para el desarrollo e implementación de SIG, es importante, visibilizar que esta inversión a futuro se convierte en una gran herramienta para la toma de decisiones no solo en la secretaria de planeación, si no que puede desarrollarse como una sistemas integral para las demás dependencias.

Si bien la secretaria de planeación cuenta con profesionales con conocimientos SIG, desde el ente territorial no se han implementado capacitaciones para la actualización de los conocimientos, también es importante, buscar los apoyos a nivel nacional para la obtención de recursos, materiales y demás, que puedan fomentar el crecimiento profesional de los empleados, el cual será traducidos en la creación de nuevas herramientas para la mejora de procesos del ente territorial.

Este proyecto se centró en el desarrollo de un SIG para la optimización de análisis espaciales, sin embargo, aunque ya se encuentra desarrollado, es de vital importancia que la entidad continue con las fases de implementación, evaluación, capacitación y puesta en servicio del visor Web, ya que, estas fases serán fundamentales para establecer opciones de mejora, medir tiempos de respuesta, evaluar la calidad de los datos generados, entre otros.

Ligada a las siguientes fases de manera transversal se encuentra la actualización de los datos, es importante, que cada vez que exista un cambio en alguna de las entidades que componen la base de datos espacial se haga su respectiva actualización de manera inmediata, ya que, así se asegurara que el resultado obtenido cuente con calidad y refleje la realidad del territorio.

Referencias

Alonso. (2006). Sistemas de Información Geográfica. *U. Militar Nueva Granada*, 10-11.

Baxendale, Claudia A. (2015). *Geografía, Ordenamiento Territorial y Sistemas de Información Geográfica: articulaciones conceptuales para una Geografía aplicada* (1 ed.). Zinacantepec, México: D.R. © El Colegio Mexiquense, A. C.

Bisquerra Alzina, R. (2009). *Metodologia de la Investigación Educativa* (Segunda ed.). Madrid, España: La Muralla S.A.

Burrough, P. A., Mcdonnell, R. A., & Lloyd, C. D. (2015). *Principles of Geographical Information Systems* (Vol. 3). Oxford, United Kingdom: Oxford university press.

Comisión Económica para America Latina y el Caribe, C. (2019). *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe.* Obtenido de https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/382c3038-a88d-4f29-aaf7-5c08bb1b2faf/content

Corzo Ramírez, L., Jerena Montiel, E. F., & Rubio Mendoza, R. (28 de Noviembre de 2012). La potencialidad del territorio en la restauración ecológica el uso de herramientas sig para establecer prioridades de restauración ecológica. *La potencialidad del territorio en la restauración ecológica el uso de herramientas sig para establecer prioridades de restauración ecológica*. Medellin, Antioquia, Colombia: Universidad Nacional de Colombai.

Cruz, M. (2011). *Bases de datos, conceptos y sus características.* Obtenido de http://www.gridmorelos.uaem.mx/~mcruz/cursos/miic/bd1.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2017). *Expansión urbana ordenada.* Obtenido de https://portalterritorial.dnp.gov.co/KitOT/Content/uploads/Cartilla%20Expansion.pdf

Departamento Nacional de Planeación DNP. (2023). *Catastro Múltiproposito*. Obtenido de https://catastromultiproposito.gov.co/acerca-de/Paginas/que-es-el-catastro-multiproposito.aspx

ESRI. (09 de Mayo de 2025). *El sistema ArcGIS*. Obtenido de ArcGIS Resources: https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000013000000.htm

Flórez Gil, D., & Rodríguez Ruíz, J. (3 de Junio de 2016). Ordenamiento territorial en Colombia: Violencias, guerra y resistencias. *Bitácora Urbano Territorial 26 2*, 37-44.

González Largo, C. C. (06 de Junio de 2014). Enfoque metodológico para la evaluación e incorporación del riesgo de desastres en los instrumentos de ordenamiento territorial. *Enfoque metodológico para la evaluación e incorporación del riesgo de desastres en los instrumentos de ordenamiento territorial*. Manizales, Caldas, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

González Quevedo, A. N. (04 de Marzo de 2022). Incidencia del ordenamiento territorial en el desarrollo económico de los territorios: Análisis de caso Puerto López, Meta. *Incidencia del ordenamiento territorial en el desarrollo económico de los territorios: Análisis de caso Puerto López, Meta*. Bogota D.C., Bogota D.C., Colombia: Universidad de los Andes.

Gualdron, D. F., Reyes, P. S., & Villate, J. J. (2020). Identificación de zonas potencialmente urbanizables en la ciudad de Tunja (Colombia) por medio de Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio. *Revista ESPACIOS, 798*, 1015.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (01 de 04 de 2025). *Lanzamiento SIG-OT*. Obtenido de Lanzamiento SIG-OT: https://antiguo.igac.gov.co/es/noticias/lanzamiento-sig-ot

Instituto Nacional de Vías. (01 de Agosto de 2002). Gestión socioambiental en proyectos viales. Bogota D.C., Bogota D.C., Colombia.

International Business Machines. (2020). *¿Qué son los datos geoespaciales?* Obtenido de https://www.ibm.com/mx-es/topics/geospatial-data

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2005). Geographical Information Systems and Science. *John Wiley & Sons*.

Manero, F. (2010). La participación ciudadana en la ordenación del territorio: Posibilidades y limitaciones. *Cuadernos Geográficos*, 47-71.

Mesa , L. C. (2019). *Problemas por la clasificación agrológica del suelo*. Recuperado el 27 de 03 de 2024, de https://www.pgplegal.com/blog/problemas-por-la-clasificacion-agrologica-del-suelo#gsc.tab=0

Ministerio de Educación Nacional. (2015). *SI-GEO Sistema de Información Geográfico del Sector Educativo*. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html

Molina, A. M., López, L. F., & Villegas, G. I. (2005). LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LA PLANIFICACIÓN MUNICIPAL. *Revista EIA, 4*, 21-31.

Molina, A., López, L., & Villegas, G. (2005). Los sistemas de información geográfica (SIG) en la planificación municipal. *Revista EIA Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 21-31.

Paitán, H. Ñ. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá D.C: Ediciones de la U.

Pérez Martínez, M. E. (2022). *DE LAS CONSECUENCIAS DE LA EXPANSIÓN URBANA EN LA REPRODUCCIÓN DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES A LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: ESTUDIO DE CASO EN LA CUENCA DEL RÍO GUATAPURÍ, MUNICIPIO DE VALLEDUPAR, CESAR, 1991- 2021*. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana Bogotá.

Presidencia de la Republica de Colombia. (10 de Mayo de 2015). Reglamento Único de la Ley de Ordenamiento Territorial. *Decreto 1077 Reglamento Único de la Ley de Ordenamiento Territorial*. Bogota D.C., Colombia: Diario Oficial N° 49555.

Rincón Pérez, A. E. (20 de Enero de 2003). Diseño, elaboración y puesta en funcionamiento de un sistema de información geográfica para la gestión socio predial de los proyectos de infraestructura vial a cargo del Instituto Nacional de Vías Caso de estudio carretera Santa - Mocoa. *Diseño, elaboración y puesta en funcionamiento de un sistema de información geográfica para la gestión socio predial de los proyectos de infraestructura vial a cargo del Instituto Nacional de Vías Caso de estudio carretera Santa - Mocoa*. Bogota D.C., Bogota D.C., Colombia: Universidad de los Andes.

Santos, V. (23 de JULIO de 2022). *CAMBIO*. Obtenido de CAMBIO: https://cambiocolombia.com/opinion/puntos-de-vista/robar-otro-de-los-multipropositos-del-catastro

Sarría, F. (2006). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf

Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor, d. (2020). *Régimen legal de Bogotá*. Obtenido de https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=90778

Senado de la Republica de Colombia. (1991). Constitución Politica de Colombia. *Constitución Politica de Colombia*. Bogota D.C., Colombia.

Senado de la Republica de Colombia. (17 de Febrero de 1994). Ley Orgánica del Plan de Ordenamiento Territorial. *Ley 152 Ley Orgánica del Plan de Ordenamiento Territorial*. Bogota D.C., Colombia: Diario Oficial N° 41198.

Senado de la Republica de Colombia. (18 de Julio de 1997). Ordenamiento del Territorio Municipal. *Ley 388 Ley de Ordenamiento del Territorio Municipal*. Bogota D.C., Colombia .

Senado de la Republica de Colombia. (10 de Junio de 2011). Ley de Víctimas y Restitución de Tierras. *Ley 1448 Ley de Víctimas y Restitución de Tierras*. Bogota D.C., Colombia: Diario Oficial N° 48543.

Senado de la Republica de Colombia. (9 de Junio de 2015). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. *Ley 1753 Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. Bogota D.C., Colombia: Diario Oficial N° 49555.

Solano Rodriguez, E. S., Paez Vargas, C. A., & Aguilar Ruiz, J. M. (2016). Sistema de Información Geográfica Batimétrico (SIGB) como Herramienta para la Elaboración del Ordenamiento Territorial en el Municipio de Gachalá Cundinamarca. Bogotá D.C, Colombia: Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas.

Tomlinson, R. (1987). Current and potential uses of geographical information systems. *The North American experience. International Journal Of Geographic Information Systems, 1*(3), 203-218.

Anexos

Anexo 1. Encuesta Análisis de la Eficiencia y Conocimiento en el Uso de Herramientas SIG en la Secretaría de Planeación

Esta encuesta tiene como objetivo analizar el nivel de conocimiento y la eficiencia en el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), como ArcGIS y QGIS, dentro de la Secretaría de Planeación. La información recolectada permitirá identificar oportunidades de mejora en los procesos y recursos utilizados, así como fomentar la capacitación y el desarrollo de competencias técnicas en el equipo.

Enlace:https://survey123.arcgis.com/share/0be2b5ccb2ea44e7a4fea8996982618f?portalUrl=https://Umanizales.maps.arcgis.com

Datos Básicos

Fecha*

Nombre Completo*

Edad

¿Cuál es su cargo dentro de la secretaria de planeación municipal? *

Requerimientos, tiempos de respuesta

¿Cuál de las siguientes opciones cree usted que es la solicitud más común por parte de la comunidad a la secretaria de planeación? *

¿De acuerdo a la respuesta anterior cuanto tiempo emplea en resolver dicha solicitud con los medios disponibles? (Horas)*

¿Considera que cuenta con las herramientas necesarias para realizar su trabajo de manera eficiente? *

En caso de que su respuesta sea NO, ¿qué herramientas considera que faltan?

¿Cree que la secretaria de planeación podría mejorar en la eficiencia de sus procesos, respecto a los análisis del territorio? *

En caso de que su respuesta sea SI, ¿qué procesos cree que deberían optimizarse?

Conocimientos SIG

¿Conoce o ha utilizado alguna de las siguientes herramientas de sistemas de información geográfica (SIG)? *

¿Cuál es su nivel de conocimiento en las siguientes herramientas SIG?

¿Con qué frecuencia utiliza las siguientes herramientas SIG en su trabajo?

Si utiliza alguna otra herramienta SIG o software de planificación geoespacial no mencionado anteriormente, ¿Cual es y cuál ha sido su experiencia con ella? *

Anexo 2. GDB Base

Tesis.gdb:
https://drive.google.com/file/d/1T3mMJFvbpQuN-ZCvIuYza0Sw-57jhrww/view