

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG COMO HERRAMIENTA PARA LA
GESTIÓN Y TOMA DE DECISIONES EN SECRETARÍA DE PLANEACIÓN,
CARTAGO, VALLE DEL CAUCA.**

Andrés Duque Giraldo

Propuesta de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Línea de Investigación en Transformación Digital en las Organizaciones
Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Manizales, 2023

Resumen

Un alto porcentaje de la información utilizada por las organizaciones públicas posee atributos espaciales, lo cual permite tomar decisiones basados en relaciones espaciales, sin embargo, el municipio de Cartago no ha integrado este tipo de análisis en la planeación y ordenación territorial, debido a la deficiente sistematización de la información, lo que ha dificultado el manejo de esta, la priorización de la inversión y la consulta de datos históricos. Se propone una solución a partir de la implementación de un sistema de información geográfico en la secretaría de planeación del municipio, como herramienta para la gestión de información y toma de decisiones territoriales, basadas en análisis espaciales; empleando una metodología cuantitativa, se parte de la identificación de necesidades, requerimientos y los recursos disponibles, para proponer unas pautas metodológicas que se aplicaran en el diseño del sistema de información, que finalmente será validado en términos de cumplimiento de los requerimientos priorizados, a partir del análisis de la operatividad de la base de datos espacial en la generación de respuestas a consultas espaciales y temáticas.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfico, Base de Datos Espaciales, Infraestructura de Datos Espaciales, Planificación Territorial, Análisis Espacial.

Abstract

A high percentage of the information used by public organizations has spatial attributes, which allows decisions to be made based on spatial relationships, however, the municipality of Cartago has not integrated this type of analysis into planning and land use, due to poor systematization of information, which has made it difficult to manage information, prioritize investment and consult historical data. A solution is proposed based on the implementation of a geographic information system in the municipal planning secretariat, as a tool for information management and territorial decision-making, based on spatial analysis; Using a quantitative methodology, it is based on the identification of needs, requirements and available resources, to propose methodological guidelines that will be applied in the design of the information system, which will finally be validated in terms of compliance with the prioritized requirements, from of the analysis of the operation of the spatial database in the generation of responses to spatial and thematic queries.

Keywords: Geographic Information System, Spatial Database, Spatial Data Infrastructure, Territorial Planning, Spatial Analysis.

Contenido

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN.....	10
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA.....	10
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
2.3 JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. ANTECEDENTES.....	16
4.1 ANTECEDENTES REGIONALES.	23
5. REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL	29
6. REFERENTE TEÓRICO.....	31
7. METODOLOGÍA.....	34
7.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	35
7.2 TIPO DE ESTUDIO	36
7.3 PROCEDIMIENTO.....	36
8. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	41
8.1 FASE 1. DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES.	41
8.1.1 <i>Actividad 1. Analizar los procesos y procedimientos que debe realizar la dependencia.</i>	<i>41</i>
8.1.2 <i>Actividad 2. Identificar y caracterizar la información geográfica disponible que será incorporada al Sistema.</i>	<i>45</i>

8.1.3	<i>Actividad 3. Identificar los tipos de usuarios internos que usaran el Sistema.</i>	49
8.2	FASE 2. DELIMITACIÓN DE REQUERIMIENTOS.	54
8.2.1	<i>Actividad 1. Establecer las características mínimas de las partes del sistema, de acuerdo al alcance que tendrá en términos de atender las necesidades establecidas.</i>	54
8.2.2	<i>competencias mínimas requeridas por los usuarios finales del sistema, de acuerdo al tipo de usuario.....</i>	62
8.3	FASE 3. DISEÑO METODOLÓGICO DEL SIG	64
8.3.1	<i>Actividad 1. Diseñar el modelo de almacenamiento del SIG.....</i>	65
8.3.2	<i>Actividad 2. Diseñar el Diccionario de Datos Geográficos y pautas de actualización, para las capas de información del Sistema.</i>	67
8.3.3	<i>Actividad 2. Establecer el proceso de validación de los datos que integran el SIG, de acuerdo a criterios de calidad.....</i>	70
8.3.4	<i>Actividad 3. Generar la documentación y diseñar los formatos y registros necesarios para garantizar el funcionamiento y la administración del sistema, de acuerdo a los criterios de calidad.</i>	74
8.4	FASE 4. VALIDACIÓN.....	75
8.4.1	<i>Actividad 1. Determinar la funcionalidad de la base de datos a partir de consultas espaciales y temáticas.</i>	76
8.5	FASE 5. APLICACIÓN.....	79
8.5.1	<i>Actividad 1. Organización de la información geográfica en un aplicativo SIG de escritorio y web para la consulta de datos e información.....</i>	80
8.6	FASE 6. IMPLEMENTACIÓN.....	84
8.6.1	<i>Actividad 1. Capacitación a los funcionarios de la Secretaría que interactúen con el sistema.....</i>	84
8.6.2	<i>Actividad 2. Elaborar el diagrama de proceso y procedimiento del sistema, como insumo para el sistema de calidad municipal.....</i>	86
9.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	90
10.	CONCLUSIONES.....	96

11. RECOMENDACIONES.	99
12. REFERENCIAS.....	103
13. ANEXOS.....	109
13.1 ANEXO 1. ENCUESTA SEMIESTRUCTURADA PARA EL LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS.	109
13.2 ANEXO 2. INSTRUCTIVO GENERAL PARA LA GESTIÓN Y USO DE LA INFORMACIÓN. 110	
13.2.1 <i>Gestión de datos de campo y fuentes externas de información.....</i>	<i>111</i>
13.2.2 <i>Load data a la base de datos geográfica.....</i>	<i>113</i>
13.2.3 <i>Actualización de datos en las capas de información.....</i>	<i>114</i>
13.2.4 <i>Selección por atributos y selección espacial.....</i>	<i>115</i>

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1.....	29
Tabla 2.....	50
Tabla 3.....	64
Tabla 4.....	68
Tabla 5.....	69
Tabla 6.....	88

Lista de símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
GIRD	Gestión Integral de Riesgo de Desastre
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
MRN	Manejo de Recursos Naturales
PGIRS	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
SIG	Sistema de Información Geográfico
SPEA	Servicio Público de Extensión Agropecuaria
UP	Proceso Unificado
UML	Lenguaje de Modelo Unificado

1. Introducción.

Los Sistemas de Información Geográfico integran grandes cantidades de datos, que pueden ser procesados rápidamente, de acuerdo a su estructura y detalle, logran dar respuestas a consultas espaciales, estos se aplican actualmente a casi todas las disciplinas de la gestión territorial. En este documento se detalla el proceso metodológico para implementar un SIG en la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, como herramienta para la gestión de información y toma de decisiones territoriales en el municipio.

Se propone atender tres necesidades priorizadas, como es el seguimiento al licenciamiento urbanístico, la prestación del servicio público de extensión agropecuaria y el seguimiento a las actividades de manejo del arbolado urbano. El sistema permite que se consolide en una base de datos geográfica información espacial relevante para la planificación de las actividades relacionadas con las necesidades priorizadas, disminuyendo los tiempos que deben destinar los usuarios internos para la generación de información y toma de decisiones; además partiendo del carácter público de la información, los habitantes del municipio accederán a información de calidad que podrá ser usada en procesos de investigación o en las acciones de veeduría ciudadana.

A partir de un modelo de almacenamiento que describe las capas de información, se correlacionan las variables que se requieren modelar para la toma de decisiones, una vez creado el modelo de almacenamiento, se dispone la información en un aplicativo desktop y web para la visualización de la información y la aplicación de consultas temáticas y espaciales.

2. Planteamiento del problema de investigación y su justificación

2.1 Descripción del área problemática

La información tratada por instituciones y empresas públicas o privadas tienen en alguna medida relación con datos espaciales, lo que demuestra que la toma de decisiones depende en gran parte de la calidad, exactitud y actualidad de esta información espacial, (Humboldt, 2006). En Colombia la estructuración de un catastro multipropósito, ha exigido avanzar en la implementación de una serie de estrategias, que permitan el fortalecimiento de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), esta deberá integrar las nuevas tecnologías y herramientas disponibles, además de garantizar la interoperabilidad de las fuentes de información y de los sistemas que existan en el territorio, (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); Centro de Investigación y Desarrollo & CIAF, 2021). Las principales ciudades del eje cafetero han avanzado en la implementación de Sistemas de Información Geográficos operativos, que optimizan la toma de decisiones, además, de contar con un equipo de profesionales capacitados y dedicados a la gestión de la información geográfica requerida para mantener actualizado el sistema; la experiencia que ha dejado la implementación en cada unidad territorial de dichos sistemas, sirve como punto de partida para analizar los aciertos y desaciertos de su implementación.

Cartago es un municipio estratégico ubicado en el departamento del Valle del Cauca, denominado como la capital natural del Norte del Valle, por su localización central entre los municipios que conforman la región, y la amplia oferta de servicios públicos y privados, la convierten en un escenario territorial integrador; sin embargo, pareciera que su ubicación espacial en el territorio se ha desaprovechado y el análisis espacial de las ventajas comparativas no se tuviera en cuenta. Desde la aprobación del Acuerdo 023 de 2013 mediante el cual se actualizó el Plan de Ordenamiento Territorial, se estipuló como programa, la implementación de un Sistema Único Municipal de Información (SUMI), el cual se definió *“como el proceso de almacenamiento, organización, expedición, difusión y retroalimentación, de la información básica de Cartago, y propuesta por el Plan de Ordenamiento Territorial, compuesta por cartográfica y base de datos”*; a la fecha este sistema no se ha implementado como resultado de la baja destinación presupuestal para la contratación de personal idóneo y la adquisición de tecnologías apropiadas para la puesta en marcha del sistema, sumado a la baja destinación presupuestal, está el desconocimiento del potencial que tienen los SIG para la administración de información espacial y su pertinencia para la toma de decisiones en el territorio, lo anterior ha generado que no se hayan definido los procesos metodológicos para el funcionamiento del sistema, lo que causa que la secretaría de Planeación, Medio ambiente y Desarrollo Económico tenga actualmente una baja capacidad para la gestión e integración de los datos geoespacial disponible en fuentes primarias y secundarias.

Lo anterior ha generado dificultades para la consulta eficiente y eficaz de la información, la baja posibilidad de la priorización de inversión de recursos públicos a partir del análisis de variables que poseen atributos espaciales y limita además la oportunidad para adelantar estudios

de proyección mediante la consulta de registros históricos que permitan realizar análisis multitemporales.

2.2 Formulación del problema

Esta propuesta de investigación desarrollar una solución a la baja sistematización de información geográfica que tiene la secretaría de planeación y su integración espacial para la toma de decisiones en la gestión territorial, a partir de la definición de un modelo de almacenamiento, que responda a tres procesos claves de gestión de la dependencia, facilitando la interpretación de las condicionantes de los predios urbanos y rurales, a partir de las condiciones establecidas en el plan de ordenamiento territorial, la prestación del servicio público de extensión agropecuario y la administración del inventario arbóreo urbano del municipio. Beneficiando a la toma de decisiones eficientes en las oficinas encargadas de cada proceso, quienes contarán con datos confiables, sistematizados y vigentes.

De lo anterior se define la pregunta de investigación, ¿La implementación de un Sistema de Información Geográfico, permitirá la estructuración de información geoespacial para la toma de decisiones en los procesos de ordenación y planificación territorial en la secretaría de planeación, medio ambiente y desarrollo económico, del municipio de Cartago, Valle del Cauca?

2.3 Justificación

En el municipio de Cartago, nunca se han establecido los procesos metodológicos para la implementación de un Sistema de Información Geográfica, a pesar de que en la actualidad el desarrollo de tecnologías ha avanzado de tal manera, que facilita el acceso de las entidades territoriales a un amplio abanico de tecnologías que se adaptan a las necesidades y capacidades de la organización, se suma a esto, lo principios establecidos en la ley 1712, (Congreso de la Republica, 2014), que ha creado la ley de transparencia y del derecho de acceso a la información pública nacional, permitiendo que la información geográfica y no geográfica producida por instituciones gubernamentales sea de acceso libre, generándose un panorama favorable para poner en marcha todo el proceso metodológico que permita la implementación de un sistema, que se adapte a las necesidades de la dependencia, permitiendo el fortalecimiento de la toma de decisiones, integrando el análisis espacial a partir de un SIG en el ámbito de la planeación territorial local.

Los procesos económicos, sociales y ambientales involucrados en la planificación del uso de la tierra son inherentemente espaciales. La tecnología SIG tiene la capacidad de almacenar, producir, analizar y visualizar datos espaciales y posee un gran potencial para abordar los problemas de gestión de la tierra, (Zhang et al., 2012). Identificar una solución a un problema frecuentemente requiere la integración de diferente tipo de información, la cual, al ser visualizada basada en su distribución espacial, permite comprender la forma en la que cada variable se relaciona; los sistemas de información geográfica permite almacenar y manipular esta información, usando sus atributos espaciales para el análisis de patrones, relaciones de jerarquía

o distribución, además de posibles tendencias, esto como aporte a la toma de mejores decisiones para la planeación del territorio, (Humboldt, 2006).

Implementar un SIG permitirá por primera vez consolidar los resultados de diferentes instrumentos de planeación, la integración de fuentes de información geográficas disponibles, e incrementar la sinergia institucional con la posibilidad de enriquecer los datos disponibles a partir de los resultados de cada una de las entidades que componen la administración municipal. El SIG fortalecerá la toma de decisiones y la selección de alternativas con criterios de evaluación en el cual participa el análisis espacial, que den respuesta a los problemas territoriales locales y permita el dimensionamiento de las ventajas comparativas a nivel territorial que favorezca la potencialización de Cartago, como capital del norte del Valle del Cauca.

Esta propuesta, permitirá que se consolide un proceso metodológico que se integre al manual de procesos y procedimientos de la dependencia, con el fin de consolidar en un sistema de información geográfico la información espacial relevante para la planificación y ordenamiento del territorio, mejorando procesos dentro de la secretaría de planeación relacionados con la consulta eficiente y eficaz de la información de una fuente confiable de datos geográficos locales, que poseen un tratamiento técnico para ser usados en la priorización de inversión de recursos públicos. Además, aprovechará los resultados de diferentes estudios que actualmente se están adelantando, como es el POT, los estudios de riesgo de desastre y cambio climático, asimismo otros estudios particulares que se realizan para el desarrollo de proyectos de infraestructura. Los habitantes del municipio accederán a información de calidad que podrá ser usada en procesos de investigación o en las acciones de veeduría ciudadana. Debido a la

sistematización de la información otras entidades públicas, como la corporación autónoma podrá acceder a datos útiles para la proyección de propuestas de seguimiento o inversión en el territorio.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Implementar un Sistema de Información Geográfico en la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, como herramienta para la gestión de información y toma de decisiones territoriales en el municipio de Cartago, Valle del Cauca.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las necesidades de la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, de acuerdo a los procesos y procedimientos que se integran al sistema de información espacial.
- Analizar los requerimientos del sistema con base en las necesidades identificadas.
- Aplicar las pautas metodológicas del Sistema de Información Geográfico diseñadas, con base en la gestión de información y toma de decisiones territoriales de la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico.

- Validar la operatividad de la base de datos y el Sistema de Información Geográfico a partir de las preguntas de validación establecidas como lineamientos de satisfacción de las necesidades de consultas espaciales y temáticas.
- Representar los resultados de las consultas espaciales y temáticas mediante un aplicativo de escritorio y web.

4. Antecedentes

Los SIG, son sistemas computarizados capaces de recopilar, almacenar, manipular, recuperar y mostrar información geográficamente referenciada, es decir datos identificados según su ubicación, (Abbott & Argentati, 1995). Los Sistemas de Información Geográfico integran grandes cantidades de datos, que pueden ser procesados rápidamente, de acuerdo a su estructura y detalle, logran dar respuestas a consultas complejas, estos se aplican actualmente a casi todas las disciplinas de la gestión del territorio; la planificación, se ve beneficiada del potencial que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica.

Dado el crecimiento de la población en las ciudades y la presión que esto genera sobre los recursos y servicios disponibles, la planificación debe estimar la futura distribución de la población, el diseño económico, el uso del suelo y el patrón de urbanización de acuerdo a los recursos y capacidad de carga ambiental, la densidad de desarrollo existente y el potencial de desarrollo de las diferentes regiones, (Chen & Xu, 2022). La densificación urbana se ha convertido en una alternativa, a la expansión de las urbes, buscando atender los lineamientos de

planificación previamente mencionados; esta se entiende como un proceso de crecimiento que se caracteriza por buscar una ciudad compacta, en la cual se beneficia la infraestructura de servicios, el transporte y los habitantes, a partir de la disminución de distancias, entre los ciudadanos y los servicios públicos ofertados o necesarios en el diario de las comunidades, mejorando la eficiencia energética, (Clark, 2013).

Para (Chen & Xu, 2022), la planificación debe determinar el posicionamiento de la función principal, aclarar la dirección del desarrollo, controlar la intensidad del desarrollo, estandarizar el orden del desarrollo, mejorar la política de desarrollo y formar gradualmente un patrón de desarrollo espacial que se coordine con la población, la economía, los recursos y el medio ambiente.

En la actualidad muchas ciudades del mundo trabajan sobre el fortalecimiento de modelos de ciudad digital. Los modelos de ciudades digitales más representativos se basan en datos geoespaciales generados a partir de un SIG, el cual es una herramienta en el desarrollo territorial y en general para la gobernanza local, (Grimaldi et al., 2022). La planificación digital genera un enfoque novedoso de transformación, creando territorios inteligentes, que fundamentan sus decisiones a través de bases de datos comunes y transversales a todas las áreas temáticas a nivel de territorio, actualizadas permanentemente a través de un trabajado interdisciplinario colaborativo, (Visan, 2019).

El intercambio continuo de datos entre las partes interesadas y la retroalimentación pública de todas las acciones permite no solo la planificación y el establecimiento de las mejores medidas mediante las cuales se lleva a cabo el desarrollo, sino también el seguimiento y el compromiso de alerta/notificación para aprobar el cumplimiento del plan integrado. De esta forma, la planificación del desarrollo espacial y territorial es controlada y predecible de forma

cuantitativa. En todo momento se puede conocer y medir el estado actual de ejecución, los responsables de las actividades, el estado de los gastos realizados vs planificados.

En particular la planificación digital, se convierte en una metodología innovadora para la gestión de información que puede mejorar la pertinencia de su diseño y la planificación del mismo, además aporta en el seguimiento casi que en tiempo real del cumplimiento de los proyectos que se esperan desarrollar sobre los territorios, siempre y cuando se genere un entorno digital abierto y participativo.

La era digital ha servido para el desarrollo de las aplicaciones de la tecnología SIG, lo que ha influenciado cambios en la vida social o económica de los individuos y las comunidades. La aparición de nuevos dispositivos con capacidad de registro y procesamiento de datos, permiten comunicar información con sistemas de la Tecnología de la Información, y a su vez, ponen recursos de información recolectados disponibles en redes amplias que sirven para tomar diferentes decisiones, (Turek & Stepniak, 2021), estos datos recolectados en tiempo real, podrían servir para entender los comportamientos de los habitantes o generar plataformas de toma de decisiones colaborativas en torno a la gestión del territorio.

Al final todos los desarrollos tecnológicos, la apertura en el acceso a la información y el acceso amplio de la mayoría de la población a sistemas de información, han hecho que las ciudades puedan ser más inteligentes; las ciudades inteligentes se denominan a aquellas, cuyas acciones de implementación y desarrollo tecnológico, buscan mejorar el rendimiento mediante el uso innovador de datos y tecnologías digitales, pero es clave sumar la perspectiva de

sostenibilidad social enfatizando en la relación que se ha generado histórica y culturalmente entre las personas y el lugar que habitan, (Freestone & Favaro, 2022).

Administrar un territorio implica para los tomadores de decisiones, conocer que hay en estos y donde se distribuyen o ubican estos elementos como mínimo, para lograrlo desde mucho antes de que se lograra el desarrollo de la tecnología de computación, las civilizaciones han usado cualquier tipo de tecnología disponible que les permita llevar este registro, ya sea el uso de la transmisión oral, el uso de inventarios escritos en pergaminos o cualquier otro mecanismo para el registro, las sociedades, han pretendido llevar un inventario claro de sus territorios. Después del desarrollo de tecnologías capaces de manejar grandes cantidades de datos, se empezaron a desarrollar sistemas de procesamiento de datos espaciales, en 1960, aparece el primer sistema de información geográfico basado en computadora debido a la necesidad de compilar un inventario de todas las tierras potencialmente productivas en Canadá, (Gonzalez, 2002). A pesar de que su desarrollo lleva más de 60 años, siguen apareciendo nuevas soluciones tecnológicas, lo que se traduce en nuevas oportunidades para su uso. El desarrollo de las aplicaciones de la tecnología SIG está ciertamente influenciado por el continuo desarrollo tecnológico y la progresiva electrificación de cada vez más áreas de la vida social y económica, (Turek & Stepniak, 2021).

En principio los Sistemas de Información Geográfico estaban destinados a ser implementados por profesionales expertos con conocimientos avanzados de computación, lo que generaba una marginalización de la población quienes se convertían únicamente en fuentes primarias de información, la participación ciudadana, en el proceso de consolidación del SIG estaba muy lejos de ser lo que es hoy en día. Debido a esta condición (Gonzalez, 2002), trato de determinar si se podían usar métodos participativos y si los agricultores pobres podían participar en el diseño de un SIG para aprender conjuntamente de la situación problema. Este estudio de

caso en la región de Ifuago en el norte de Filipinas, permitió comprender y aprender sobre las prácticas tradicionales de Manejo de Recursos Naturales (NRM por sus siglas en inglés) y debatir sobre los pasos a seguir en el futuro. En este caso el autor logró demostrar que el enfoque participativo en el desarrollo de SIG ayuda a desarrollar procesos de conocimiento local, aunque es claro que no necesariamente los ciudadanos sean expertos en computadoras de inmediato, la posibilidad de interactuar con el sistema de la mano de expertos es muy importante para la toma de decisiones.

Hoy los SIG presentan un alto desarrollo, diferentes tecnologías para la captura de información, fuentes de consulta de libre acceso y el desarrollo de competencias por parte de profesionales de diferentes disciplinas ha generado las condiciones para que se haya ampliado el uso de los SIG en un vasto abanico de tópicos, además de que ha abierto la posibilidad de participación de individuos que necesariamente no deben ser expertos en computación para aprovechar el potencial que implica disponer de herramientas para la visualización y análisis de datos espaciales, (Turek & Stepniak, 2021), (Marzouk & Othman, 2020).

Hoy en día, las infraestructuras de datos geoespaciales están siendo construidas y utilizadas por una amplia variedad de actores, desde activistas hasta gobiernos municipales y empresarios, para mapear reclamos, servicios y oportunidades comerciales. Dichos esfuerzos a menudo están vinculados a esfuerzos más amplios para promover la transparencia y la responsabilidad a través de los datos, (Oliva et al., 2022).

En algunos países, donde las condiciones políticas y gubernamentales han sido críticas, el uso de IDE, han servido para avanzar en aspectos de la gobernabilidad del territorio. El caso de

Myanmar e Indonesia, en la región del sudeste asiático, dan cuenta de esto, en ambos países se implementaron programas One Map, financiados con recursos internacionales, bajo un enfoque de mitigación de cambio climático e inversión de tierras en Indonesia, sin embargo, estos objetivos se fueron transformando; cada programa generó diferentes aprendizajes, pero se destaca que el programa en Myanmar carecía de mandato legal, estructuras administrativas y respaldo financiero, a pesar de esto, el uso de tecnologías digitales para reclamar un conocimiento geoespacial completo dotó a los proyectos de un aire de autoridad que enmascaró las continuas luchas políticas por el territorio y amplificó su importancia, avanzando en la posibilidad de la territorialización de los datos y la implementación de plataformas que apoyaron la toma de decisiones, (Oliva et al., 2022).

Los casos exitosos de estudio relacionados con la implementación de Sistemas de Información Geográficos en los diferentes aspectos que componen la gestión del territorio son amplios, por ejemplo, los SIG en la gestión de los residuos sólidos prestan un apoyo fundamental en la planificación de la gestión integral, diseñar rutas más eficientes, priorizar recursos técnicos y humanos en áreas de mayor generación a partir de zonificaciones o la evaluación de desempeño a partir de georreferenciación y recolección de datos en tiempo real, son solo algunos de los valores que aporta los SIG en este aspecto. En el distrito de Al-Nuzha, Distrito del Municipio del Gran Irbid, Jordania, la aplicación de un estudio espacial, permitió proporcionar un medio eficaz que hiciera frente a las decisiones complejas y mejorara el rendimiento en la recolección de los residuos, a pesar de contar con recursos limitados. La implementación de un análisis de red, permitió la estimación de rutas más eficientes, que redujeron las distancias de manejo y mejorar el proceso de recolección de residuos. Al final la distancia total de viaje se

pudo reducir un 6% (2880,2 m), disminuyendo además la probabilidad de que se dejaran contenedores abandonados sin recolección, (Hatamleh et al., 2020).

Este tipo de resultados tienen otros impactos en el desarrollo de las ciudades, al final estas reducciones porcentuales en un solo distrito, terminan impactando indicadores de sostenibilidad como los relacionados con la eficiencia energética.

La tecnología SIG, dejó de estar enmarcada únicamente a la visualización de mapas o datos en una computadora, si bien en principio esto fue fundamental en el desarrollo de la industria, en la actualidad se ha convertido en una línea de la economía en la que están involucrados diferentes grupos de entidades, entre lo que se incluyen, los desarrolladores de software SIG para el modelamiento de cartografía y la implementación de las últimas tecnologías de la información y comunicación, participan los proveedores de datos espaciales, quienes en la actualidad se han incrementado, existiendo una gran diversidad de empresas y entidades gubernamentales que ofertan todo tipo de datos espaciales y finalmente se han integrado organizaciones que aplican las tecnologías geoespaciales en áreas específicas de la vida social, la economía y la política, (Turek & Stepniak, 2021).

La apertura de acceso al uso de datos espaciales, ha permitido que se avance en su aplicación en procesos de inversión, lo que representa grandes oportunidades para la gestión de oportunidades económicas de inversión en territorios; (Gorani & Shanan, 2008) utilizando el UML como notación y el UP, desarrollaron un modelo para la inversión en Sudan, la pregunta que se plantearon fue ¿Dónde es mejor invertir en qué?, el modelo contempla datos espaciales y no espaciales, para brindar una herramienta de toma de decisión a inversionistas extranjeros. La

propuesta considera, diferentes temáticas, como son el clima, cobertura vegetal, ubicación, transporte, entre otros. Los resultados obtenidos de la realización del modelo prototipo reflejan la extensión espacial de las posibles oportunidades de inversión que están disponibles para los productos ganaderos y servicios relacionados. El enfoque de modelado visual ha demostrado ser significativamente útil para modelar proyectos SIG con grandes volúmenes de datos, especialmente cuando se caracterizan por la diversidad y heterogeneidad de estos.

Se han establecido también análisis sobre la posibilidad de utilizar tecnologías SIG en el marco de un red de participación y enriquecimiento de datos abierta, para la planificación dinámica de procesos de inversión en ciudades; los resultados encontrados por (Stepniak & Turek, 2020), han mostrado a partir del desarrollo de un caso de estudio en diez grandes ciudades de Polonia, que muchos de las plataformas gubernamentales existentes, han sido pensadas para apoyar las actividades de los órganos de control, sin embargo, la infraestructura tecnológica existente, permitiría la conformación de una red regional para la cooperación enfocada a la actualización permanente de datos que sirvan para el establecimiento de criterios de inversión, sin embargo, se requiere avanzar en mejoras administrativas que faciliten el acceso a los datos y la apertura de las plataformas digitales para la interacción civil más allá de la consulta y visualización.

4.1 Antecedentes Regionales.

La planificación como política de Estado está fundamentada en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), para su elaboración, una de estas herramientas son los SIG. En la provincia de Cañar en Ecuador se desarrolló un Geoportal-IDE, que sirve para la

visualización y consulta de información geográfica, además de apoyar la toma de decisiones desde la formulación de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento territorial; esta infraestructura, se desarrolló sobre software libre y cumpliendo estándares internacionales, con el fin de permitir la investigación y el desarrollo que permitan implementar mejoras en la plataforma, (Sayago Heredia & Suárez Carreño, 2018).

En México se ha desarrollado un sistema computacional basado en dispositivos móviles que permite crear indicadores de delincuencia dentro de un plano cartográfico, de esta manera habilitar una herramienta de prevención y participación en la gestión de la delincuencia por parte de los ciudadanos, a través de una aplicación móvil, los usuarios registrados podrán reportar la ocurrencia de un delito, los datos registrados reciben un tratamiento con el fin de analizar su distribución, una vez la información ha sido corroborada y se ha puesto en formato de intercambio, esta estará disponible para que el usuario pueda identificar los diferentes puntos de delito en la ciudad, (Espinoza-Ramírez et al., 2018).

En la ciudad de Ibarra, en Ecuador fue posible optimizar la recolección de residuos sólidos, mejorando considerablemente los costos de la actividad, pasando de 37,53 \$/tonelada a un costo medio de 8,27 \$/tonelada. La primera etapa del proceso consistió en la consolidación de una base de datos geográfica actualizada y a continuación se procesa dicha información usando software SIG especializado bajo el enfoque de arcos capacitados, los resultados obtenidos se contrastan con el modelo actualmente establecido en el cantón a través de indicadores de costo por tonelada recolectada en cada ruta de recolección. Los resultados obtenidos a partir de los datos espaciales disponibles y la caracterización de residuos en cada punto, fue posible generar

una optimización de las rutas de recolección, que implica pasar de tener 21 rutas de recolección como en el modelo actual del GADSM-I a 11 microrutas, al final no solo se logra optimizar la recolección de los residuos en términos de prestación del servicio público, sino, que se logra disminuir el costo de operaciones para la actividad, (León-Jácome et al., 2020).

Como se ha mencionado en diferentes apartados de este documento, el desarrollo tecnológico y la disponibilidad de acceso libre a software e información ha permitido que se dé una apertura de los usuarios SIG, esto ha traído beneficios en el enriquecimiento de los conocimientos que otras disciplinas de las ciencias pueden aportar y demostrar como los SIG son herramientas poderosas en la toma de decisiones, sin embargo, dado el aprendizaje empírico de mucho geousuarios, se obvian pasos en los procesos metodológicos para la implementación de un SIG. (Arias & Durango-Vanegas, 2017) propusieron un método para desarrollar Sistemas de Información Geográfica a partir de la metodología de desarrollo ágil – SCRUM; la metodología se define como un proceso de administración y control para el desarrollo de software menos complejo, que se centra en suplir las necesidades planteadas por el usuario y mantiene a los actores involucrados en el proceso de desarrollo, enfocándose en alcanzar los objetivos que se espera logre el SIG. Es importante resaltar que este ejercicio permite concluir que es necesario comprender el grado de especialización de la información que se maneja para alcanzar resultados que satisfagan las necesidades de los usuarios, usar una metodología de desarrollo de software, permitiría mejorar la mantenibilidad del aplicativo en el tiempo, además en las etapas más tempranas es posible identificar inconsistencias que comprometerían el cumplimiento de los objetivos establecidos.

La pandemia de la COVID-19, sin lugar a dudas marca un antes y un después en la planificación territorial, para Colombia significativo tomar decisiones en torno a disminuir las

condiciones de propagación del virus, con el objetivo de disminuir los contagios, al final, esto significó el confinamiento durante varios meses para toda la población y una restricción a la circulación libremente en las ciudades principalmente, sin dudas, pocos o casi ningún dirigente estaba preparado para afrontar lo que sucedió, sin embargo, nuevamente las herramientas geoespaciales, sirvieron para hacer seguimiento a los datos relacionados con la COVID-19, y en algunos casos se consolidaron modelos espaciales predictivos para prevenir el contagio.

En la ciudad de Barranquilla y Cartagena, se establecieron modelos geoespaciales para control de brotes de SARS-CoV-2, el objetivo era determinar la estructura temporal y espacial del virus, causante de la enfermedad por Coronavirus, con el fin de tomar acciones necesarias que apoyen el rastreo de contactos, para lograrlo se aplicó un estudio ecológico transversal que incluyó un análisis espacial basado en densidad Kernel variable como casos, alertas desde una aplicación móvil, vulnerabilidad poblacional, índice de pobreza multidimensional, aplicación de interpolación espacial de los casos activos y, por último, la aplicación técnica de superposición espacial como resultado final. El insumo base fue, la información geolocalizada del Instituto Nacional de Salud de las ciudades de Cartagena y Barranquilla y el Departamento de Estadística Nacional. Bajo este proceso metodológico el análisis determinó el comportamiento epidemiológico ascendente de los casos en las dos ciudades e identificó la dirección espacial de propagación de la enfermedad en los barrios, a través de la interpolación espacial. Se detectaron las zonas en las cuales intervenir en 15 barrios de Cartagena y 13 de Barranquilla, en 50 metros alrededor de los casos activos con menos de 21 días de evolución y según las capas de riesgo geográfico, como mecanismo para frenar la propagación de la COVID-19, (Bedoya et al., 2022).

Llevar a cabo análisis de este tipo parten de la información existente y como se ha sistematizado, de este modo cobra sentido los esfuerzos por consolidar una base de datos estructurada, partiendo de identificar la información disponible y estableciendo los procedimientos para su mantenimiento. Se han diseñado Sistemas de Información Geográficos para diferentes instituciones tanto públicas como privadas, sin importar el objeto social de estas, la base metodológica parte de identificar necesidades, información disponible, establecer el modelo de entidad relación, procedimientos para manejo de la información y pruebas piloto. En general se evidencia la aplicación de estos pasos metodológicos en el diseño e implementación de un sistema de información geográfico sobre software libre para la secretaría de planeación del municipio de Guadalajara de Buga (Meneses & Cardenas, 2011) en la implementación de un SIG para la zona urbana del municipio de Corinto, Cauca con base en el producto de la revisión y formulación del PBOT, (Botero Arias & Olave Ramírez, 2015), en el diseño e implementación de una metodología para la gestión de información geográfica en el marco de la ejecución del SIG institucional de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, (Badillo, 2017).

En general existen experiencias previas que posibilitan entender los enfoques que diferentes autores han aplicado en la implementación de un SIG como herramienta para la toma de decisiones, como se ha abordado el análisis de la información, su sistematización e integración para la toma de decisiones, además de la relevancia de adelantar este tipo de procesos en las entidades encargadas de tomar decisiones, planificar y ordenar el territorio.

Todo este desarrollo de Sistemas de Información Geográficos en las entidades territoriales, también tiene un sustento desde la inversión que ha venido haciéndose a nivel nacional, para el desarrollo de un catastro multipropósito, entendiéndolo como una infraestructura de información territorial, que sirve para que las sociedades modernas desarrollen

sistemas de información territorial sobre tecnologías informáticas y telemáticas, que la información se integre e interactúe, además que permite gracias al conocimiento del territorio, la adopción de decisiones, contribuyendo de manera eficaz al desarrollo de la actividad humana, la economía y la protección del medio ambiente, (Alcázar Molina, 2019).

El catastro ha abierto una puerta para descentralizar la gestión catastral en el país, recientemente en el Valle del Cauca, se ha formalizado un nuevo gestor catastral con inversión publico privada, Valle Avanza, ha incorporado dentro de los territorios a gestionar, el municipio de Cartago; durante el año 2021 se dio inicio a la actualización catastral del municipio, lo que ha permitido contar con insumos de información primaria relevante que permitirá incorporar la gestión territorial dentro de la ordenación del territorio. Dentro del ámbito de la ordenación territorial esta información puede ser utilizada como base para establecer actualización del POT, las líneas de los desarrollos futuros, los criterios para regular la evolución de la ciudad y su entorno, las inversiones requeridas en materia de infraestructura y espacios productivos, además abre la posibilidad de promover la inversión en el territorio, (Alcázar Molina, 2019).

5. Referente normativo y legal

Tabla 1.

Referente normativo y legal.

N°	AMBITO	NORMA	AÑO	CONTENIDO REGULATORIO
1	Nacional	Constitución Política de Colombia	1991	Artículos: 1, 2, 15, 20, 58, 61, 70, 71, 74, 93, 113, 209, 254, 290 y 365; conforman el marco general de los principios, criterios y reglas de regulación nacional sobre la IG
2	Nacional	Ley 388	1997	Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.
3	Nacional	Ley 1454	2011	Normas orgánicas sobre ordenamiento territorial.
4	Nacional	Ley 1523	2012	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, y en especial el uso de la información geográfica para su sistema
5	Nacional	Ley 1712	2014	Regula el derecho de acceso a la información pública, los procedimientos para el ejercicio y garantía del derecho y las excepciones a la publicidad de la información
6	Nacional	Documento CONPES 3585	2009	Consolidación de la política nacional de información geográfica y la ICDE. Política marco de estándares y lineamientos de coordinación, enfocada a regular los procesos de producción, adquisición, documentación, acceso y uso de la información geográfica desarrollados por las entidades del Estado
7	Nacional	Documento CONPES 3958	2019	Estrategia para la implementación de la política pública de catastro multipropósito
8	Nacional	Decreto 3043	2008	Por el cual se crea la comisión Intersectorial de Políticas y de Gestión de la información para la Administración Pública

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICO EN LA SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, CARTAGO,
VALLE DEL CAUCA.**

N°	AMBITO	NORMA	AÑO	CONTENIDO REGULATORIO
9	Nacional	Resolución (IGAC) 1546	2019	Por la cual se habilita como gestor catastral al Departamento del Valle del Cauca y se dictan otras disposiciones
10	Nacional	Resolución (IGAC) 444 y 609	2020	Resoluciones aclaratorias sobre la resolución 1546 de 2019
11	Nacional	Resolución (IGAC) 388	2020	Por la cual se establecen las especificaciones técnicas para los productos de información generados por os procesos y formación y actualización catastral con enfoque multipropósito
12	Nacional	Resolución (IGAC) 471	2020	Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia
13	Nacional	Resolución (IGAC) 529	2020	Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020 "Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia"
14	Nacional	Resolución (IGAC) 370	2021	Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia
15	Nacional	Resolución (IGAC) 658	2022	Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas para la generación de cartografía temática oficial de los instrumentos de ordenamiento territorial
16	Nacional	Comisión Intersectorial de Políticas y Gestión de la Información – COINFO. Circular No. 001	2009	Lineamientos para la estandarización de la información geográfica y de los sistemas de información geográfica – SIG
17	Nacional	NTC 5661		Metodología para la catalogación de Objetos Geográficos
18	Nacional	NTC 4611		Metadatos Geográficos

N°	AMBITO	NORMA	AÑO	CONTENIDO REGULATORIO
19	Nacional	NTC 5043		Conceptos básicos de la Calidad de los Datos Geográficos
20	Nacional	NTC 5660		Evaluación de Calidad Procesos y Medidas
21	Nacional	NTC 5662		Especificaciones Técnicas de productos geográficos Por medio del cual se ajusta el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Cartago valle, adoptado
22	Municipal	Acuerdo Municipal 023	2013	mediante acuerdo 015 de mayo de 2000 y modificado por los acuerdos 005 de mayo de 2006 y 003 de marzo de 2010

Nota: Elaboración propia.

6. Referente Teórico

La toma de decisiones en los entes territoriales se complejiza cada vez más, sin embargo, la información se democratiza y está más accesible en diferentes portales, permitiendo la ejecución de análisis detallados para la toma de decisiones; esta información contiene atributos, que facilitan el análisis espacial para la toma de decisiones, sin embargo, se requiere dar un uso y tratamiento a los datos con el fin de usarlos de manera correcta en dichas tareas. Los Sistemas de Información Geográficos, permiten la sistematización de los datos y la exploración de alternativas para determinar aspectos de los territorios, como son el uso del suelo, o incluso consecuencias de ciertas decisiones técnicas, socioeconómicas o ambientales, siendo herramientas útiles para los debates políticos y sociales sobre el futuro de los territorios y el diseño de políticas estratégicas para su desarrollo, (Santé-Riveira et al., 2008); los SIG, son el resultado de la interacción de datos geográficos procesados, por personal idóneo, usando

herramientas de hardware y software para la producción de información que tiene valor en sus atributos espaciales, para la gestión del territorio.

Se estima que para 2050 el 68% de la población vivirá en zonas urbanas, (Marzouk & Othman, 2020), esto demandará un crecimiento de las ciudades, que terminará por dificultar el acceso a servicios públicos y un incremento de las presiones sobre los diferentes recursos naturales que existen en las periferias, además la demanda de productos, ocasiona que en el resto del territorio los usos del suelo vayan en contravía de la aptitud. Al final los problemas a nivel urbano y rural de un municipio por conflicto de uso del suelo termina comprometiendo la capacidad de aprovechamiento de sus potencialidades y destinando gran parte de su presupuesto para remediar consecuencias de situaciones que pudieron ser previstas; esto es básicamente lo que pretende evitar la planificación y ordenamiento del territorio, la esencia de estos conceptos es propiciar servicios adecuados y equitativos a todos los grupos, influir e impactar en los patrones regionales de desarrollo, el medio ambiente y la generación de niveles socialmente aceptables de calidad de vida, (Parry et al., 2018). El ordenamiento territorial debe generar una densificación urbana, como solución a los problemas que genera la expansión urbana y aliviar la presión sobre el entorno natural, (Shen et al., 2021), configurando territorios que se adapten a la demanda de infraestructura para servicios y vivienda.

La correcta planificación del territorio parte de información clara y oportuna, siendo necesario la sistematización de los datos, en este caso los SIG, ofrecen la posibilidad de aprovechar los atributos espaciales de ciertos datos y relacionarlos incluso con variables que no

tienen intrínsecamente esta condición espacial. Las bases de datos espaciales, usando atributos, entre estos la localización y relaciones topológicas, permite describir datos espaciales, que representan características del territorio, (Gutierrez, 2016), siendo un insumo fundamental en la construcción de herramientas para el direccionamiento de la ocupación territorial.

Administrar los retos de los territorios implica la implementación de soluciones tecnológicas, así es como el concepto de ciudades inteligentes toma fuerza, entendiéndolo como la posibilidad de implementar diferentes sistemas de información interoperables para ayudar a administrar la ciudad de una manera más eficiente, Wang, H. (2015) en (Marzouk & Othman, 2020); la consolidación de una Infraestructura de Datos Espaciales, tiene el potencial de “compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable”, (Bernabé-Poveda & López-Vázquez, 2012), permitiendo que se pueda articular con otros sistemas no necesariamente espaciales implementados para la toma de decisiones.

Al final el desarrollo tecnológico, la masificación tecnológica y el acceso a diversos canales de comunicación, incluso en tiempo real, abren la posibilidad de la implementación de aplicaciones móviles para la integración de los habitantes en el diagnóstico de problemas que pueden tener atributos espaciales, por ejemplo, puntos críticos de acumulación de basuras, temas de seguridad, estado de la infraestructura vial, entre otros. El uso de datos abiertos ha permitido pensar en el desarrollo web aplicado para la toma de decisiones participativa y la interacción social en la identificación de necesidades sentidas y reales de las comunidades.

Para (Marzouk & Othman, 2020), una ciudad “inteligente” debe ser habitable, socialmente inclusiva y avalar el bienestar de sus habitantes. En este sentido, la participación

ciudadana en los procesos de ordenamiento territorial es cada vez más importante; dado que tales procesos despiertan el interés de un número creciente de individuos y grupos, se requieren herramientas que puedan involucrar directamente a los actores en el proceso de planificación y así identificar las necesidades y objetivos de la población, (Santé-Riveira et al., 2008), la participación promueve la justicia y la equidad, también hace que las preferencias del público sean visibles para los tomadores de decisiones y aumenta la calidad de las decisiones tomadas, (Kahila-Tani et al., 2019).

7. Metodología

Para implementar el Sistema de Información Geográfico en la secretaría de planeación se propone aplicar una metodología cuantitativa, que se desarrolla en cinco fases secuenciales, siendo los resultados obtenidos en cada una de las fases el insumo que permite avanzar con las actividades propuestas en la siguiente fase, de este modo se pretende delimitar las necesidades de la entidad para tres procesos, los recursos disponibles y necesarios para satisfacer estas necesidades y la estructura lógica que correlacione las diferentes capas de información que den respuesta a las consultas requeridas en la entidad.

Entendiendo claramente las necesidades y los recursos disponibles, se delimita el alcance que tendrá el SIG, y los recursos necesarios para su escalabilidad, en este punto las partes del SIG son descritas y se procede a estructurar el modelo de almacenamiento, estandarizando además el conjunto de datos que integran la base de datos espacial y las relaciones entre las

capas de información, para responder a las consultas espaciales y temáticas de los posibles usuarios internos del sistema.

Validada la capacidad de responder consultas del SIG, se presenta un aplicativo de escritorio y web que facilite las consultas a los usuarios de acuerdo a sus necesidades, facilitando el acceso a los datos y simplificando su interacción únicamente con consultas que correspondan a sus funciones.

7.1 Enfoque metodológico

La metodología propuesta es de tipo cuantitativa dado que se busca hacer una revisión de variables con atributos espaciales y establecer un mecanismo en el cual estas puedan ser correlacionadas para la toma de decisiones en la planificación territorial, las variables empleadas son medibles y la información tiene atributos cuantitativos que permiten delimitar físicamente su comportamiento a partir de valores numéricos; además el procedimiento metodológico tiene la posibilidad de ser replicado en estudios de características similares.

El estudio busca describir los diferentes elementos que conformarán el sistema de información geográfico, basado en las necesidades que se desean satisfacer y los requerimientos mínimos para dar respuesta a estas necesidades, en ese sentido será necesario describir cada una de las variables que se integran para dar sentido al sistema y permitir dar respuesta a consultas espaciales básicas y complejas.

7.2 Tipo de estudio

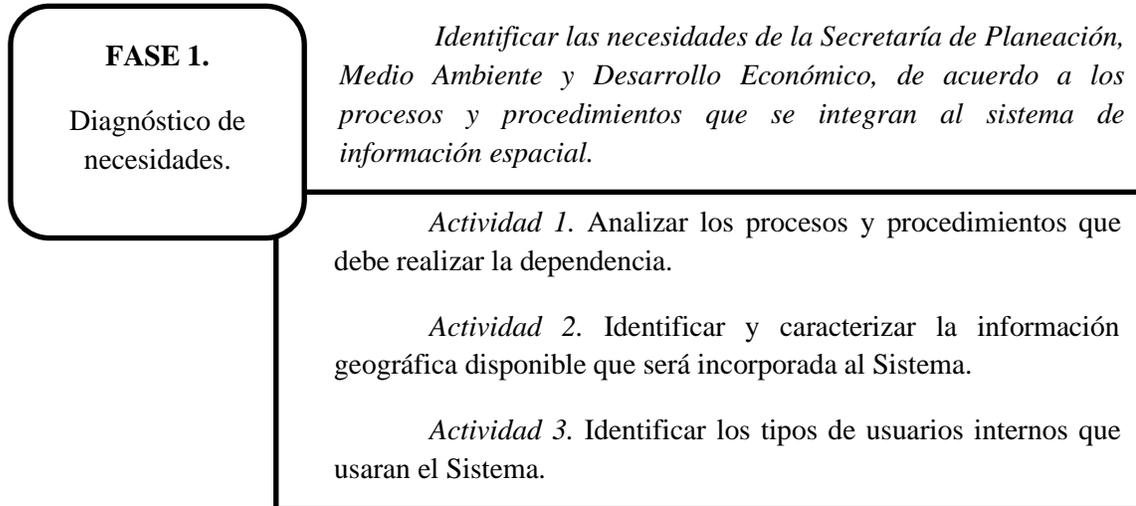
La metodología cuantitativa se aplica empleando un estudio descriptivo, ya que no se pretende usar métodos experimentales para desarrollar el objetivo propuesto, metodológicamente se parte de conocer las condiciones actuales, identificar las variables a atender en términos de necesidades y requerimientos para convertirse en las variables a abordar en términos de diseño y propuesta metodológica del SIG.

7.3 Procedimiento

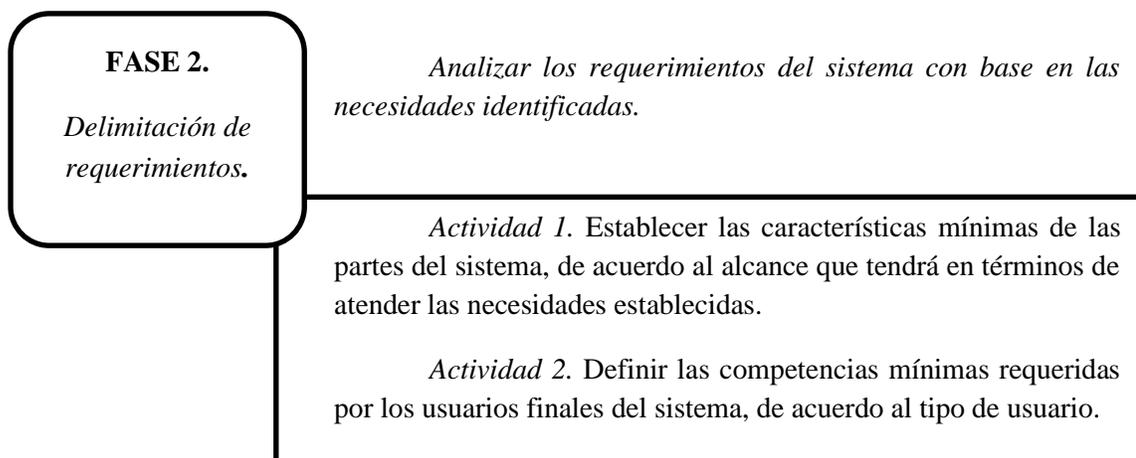
El procedimiento metodológico sigue un flujo de cumplimiento de fases, en el cual se parte de identificar las necesidades que desea satisfacer la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, con la implementación del SIG, esta identificación de necesidades se enriquece además de los procesos y procedimientos que se llevan a cabo para dar cumplimiento a las funciones misionales de la dependencia. Una vez se han delimitado las necesidades a satisfacer, se debe determinar los requerimientos que debe cumplir el sistema para dar respuesta a estas necesidades, en este punto, se delimitan las características particulares mínimas que deberá cumplir cada una de las partes que integran el sistema. Teniendo delimitadas, las necesidades y los requerimientos del sistema, se proponen las pautas metodológicas que permiten establecer la integración de las partes que lo componen con el fin de satisfacer los requerimientos de los actores claves, la etapa de implementación facilitará la

estandarización del proceso, definiendo el proceso y procedimiento requerido para el tratamiento de los datos y su incorporación al sistema, de forma tal que sea operativo y se mantenga actualizado, en este punto se debe contar con toda la documentación del sistema que permita generar la norma a nivel de cartografía y los procedimientos de interoperabilidad del sistema desde lo local y hacia lo nacional.

Durante la fase uno del desarrollo metodológico se define el rol que cumple la secretaría de planeación, se identifican las oficinas que la integran y las funciones que estas cumplen al interior de la tendencia, teniendo en cuenta el tamaño de la secretaría de planeación y la multiplicidad de obligaciones que debe cumplir, es relevante poder partir de comprender los procesos y procedimientos que ejecutan, para delimitar las necesidades en el marco del manual respectivo, adicional es importante conocer la información disponible, con el fin de delimitar el alcance del SIG a proponer, ya que no se contempla levantar información nueva, en este punto se clasifica la información disponible y se categoriza; finalmente se identifican los usuarios que tendrá el sistema, para caracterizar sus conocimientos previos, capacidades de desenvolvimiento y necesidades técnicas futuras para operar el SIG correctamente.



En la fase dos se delimitan los requerimientos del sistema a implementar con base en las necesidades que se desean satisfacer, los requerimientos son descritos para cada una de las partes que conforman el SIG y se incluyen las competencias por tipo de usuario final, de acuerdo a la clasificación de los mismos.



La fase tres es una de las más complejas, ya que el levantamiento de requerimientos del sistema, se modela y estructura en la base de datos espacial, a partir de la propuesta de modelo de

almacenamiento, en este punto se definen el conjunto de capas de información geográficas mínimas requeridas para responder a las consultas de los usuarios. Se define además el estándar para el almacenamiento en cada uno de los campos, disminuyendo posibles errores por almacenamiento de datos equivocados en campos incorrectos. Finalmente se procede a establecer lineamientos de validación de datos a integrar, con el fin de prevenir el cargue de información con problemas de calidad, dentro de la base de datos.

FASE 3.*Diseño
Metodológico del
SIG*

Aplicar las pautas metodológicas del Sistema de Información Geográfico diseñado, con base en la gestión de información y toma de decisiones territoriales de la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico.

Actividad 1. Diseñar el modelo de almacenamiento del SIG.

Actividad 2. Diseñar el Diccionario de Datos Geográficos y pautas de actualización, para las capas de información del Sistema.

Actividad 3. Establecer el proceso de validación de los datos que integran el SIG, de acuerdo a criterios de calidad.

Actividad 4. Generar la documentación y diseñar los formatos y registros necesarios para garantizar el funcionamiento y la administración del sistema, de acuerdo a los criterios de calidad.

La fase cuatro y cinco permiten entender si el conjunto de capas de información se integran de manera correcta, si facilita la interpretación de las variables territoriales modeladas y permite comprender de una manera más clara la interoperabilidad de variables espaciales. Estas

capacidades deben desarrollarse con la practica y el relacionamiento de todos los usuarios con el sistema, para esto se define un manual general de operación y un acompañamiento durante el relacionamiento con el SIG.

FASE 4.*Validación.*

Validar la operatividad de la base de datos y el Sistema de Información Geográfico a partir de las preguntas de validación establecidas como lineamientos de satisfacción de las necesidades de consultas espaciales y temáticas.

Actividad 1. Determinar la funcionalidad de la base de datos a partir de consultas espaciales y temáticas que permitan establecer la interoperabilidad de las capas de información.

FASE 5.*Implementación*

Implementación del Sistema de Información Geográfico en la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, como herramienta para la gestión de información y toma de decisiones territoriales del municipio.

Actividad 1. Capacitación a los funcionarios de la Secretaría que interactúen con el sistema.

Actividad 2. Elaborar el diagrama de proceso y procedimiento del sistema, como insumo para el sistema de calidad municipal.

8. Desarrollo Metodológico

8.1 FASE 1. Diagnóstico de necesidades.

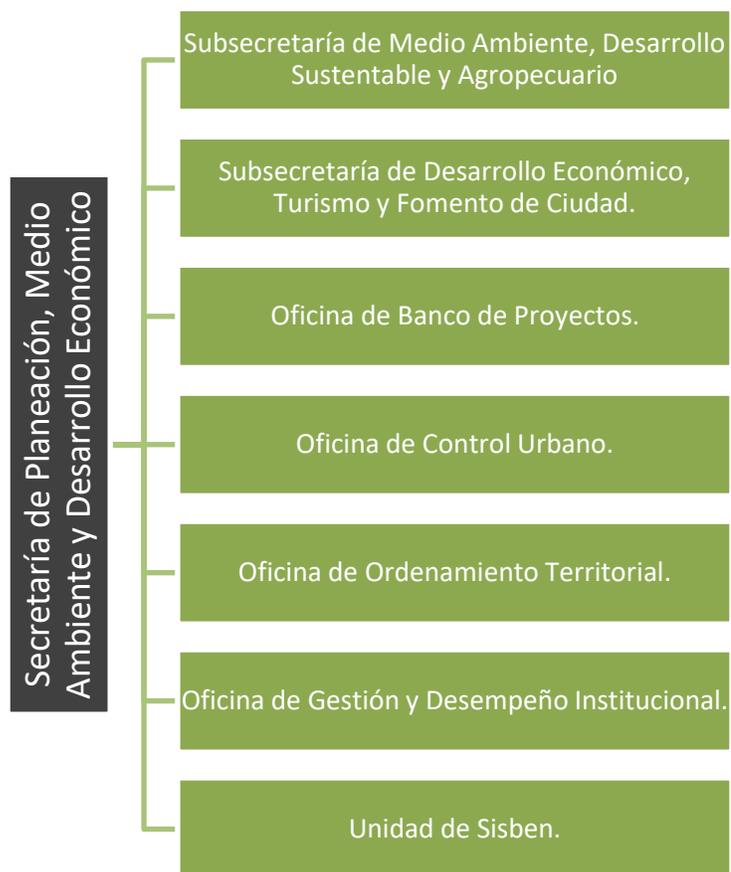
En esta fase se pretende identificar las necesidades de la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, de acuerdo a los procesos y procedimientos que se integran al sistema de información espacial.

8.1.1 *Actividad 1. Analizar los procesos y procedimientos que debe realizar la dependencia.*

En el año 2021 el municipio de Cartago inicio un proceso de reforma administrativa, el cual ha generado algunos cambios en su estructura administrativa, estas modificaciones quedaron consignadas en el Decreto 300 de diciembre de 2021, *por medio del cual se unifica y actualiza la estructura organizacional de la administración municipal de Cartago, Valle del Cauca, y se dictan otras disposiciones*, allí se han establecido funciones de la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, además de las diferentes subsecretarías y oficinas que la componen, en la **Ilustración 5.** se presenta la estructura de la secretaría de planeación municipal.

Ilustración 1

Dependencias de la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico.



Nota: Elaboración propia a partir del Decreto 300 de 2021.

Dicho decreto, asigno funciones que pueden verse beneficiadas de la operatividad de un sistema de información geográfico, como es la de implementar y hacer seguimiento del modelo integrado de Planeación y Gestión, mediante el diseño y socialización de políticas, procesos,

procedimientos, estadísticas; Apoyar a la administración municipal en la formulación, implementación y evaluación del Plan de Desarrollo y en la formulación de Proyectos, instrumentos, políticas y estrategias que se requieren para impulsar el desarrollo integral del municipio.

Las oficinas de Control Urbano y Ordenamiento Territorial, tienen funciones específicas en las cuales el uso de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) son necesarias, ya que deberán:

- Adelantar las acciones necesarias dentro del municipio con el fin de dar cumplimiento a las normas urbanísticas y de construcción establecidas en los Planes de Ordenamiento Territorial, a través de la vigilancia y control dentro del territorio y los permisos y licencias expedidas por quien desempeñe las funciones de curador urbano.
- Actualizar, formular e implementar el Plan de Ordenamiento Territorial con una metodología participativa y con anuencia del Consejo Municipal de Planeación para el cual la secretaria de Planeación, ejerce funciones de secretaria técnica.
- Proyectar o dirigir la preparación de planes parciales y planes indicativos y efectuar seguimiento y revisión periódica al Plan de Ordenamiento Territorial controlando las variaciones de diagnóstico, con el objeto de tramitar los ajustes o modificaciones que se requiera, conforme a la ley.
- Gestionar el territorio mediante aprobación y aplicación de los instrumentos de planificación y gestión de la ciudad.

- Coordinar la revisión y actualización cartográfica municipal en el marco de los convenios interadministrativos para un mejor desempeño en la planificación y el desarrollo territorial municipal.

Además, se establece una función que indica y justifica la necesidad de diseñar e implementar un SIG para dar alcance a esta.

- Coordinar la actualización del Sistema de información Geográfica del municipio (SIG) como herramienta tecnológica de gestión y evaluación de las políticas públicas territoriales para un mejor desempeño de la planificación.

La Subsecretaría de Desarrollo Económico, tiene asignadas funciones, las cuales pueden verse apoyadas con la sistematización de información y aporte en la toma de decisiones que puede prestar el SIG:

- Orientar y liderar la formulación de políticas de desarrollo económico de las actividades comerciales, industriales, empresariales y de turismo, que conlleve a la creación o revitalización de empresas, a la generación de empleo y de nuevos ingresos para los ciudadanos en el municipio.
- Fortalecer la productividad, la competitividad, la sostenibilidad, la asociatividad y la solidaridad, para mejorar los ingresos y las condiciones de empleo de la población de la ciudad, mediante mecanismos de desarrollo empresarial, turismo e internacionalización, ciencia, tecnología e innovación en aras de la equidad y el desarrollo humano integral.

Las subsecretarías de Medio Ambiente, Desarrollo sustentable y Agropecuario, tiene asignadas funciones, las cuales pueden verse apoyadas con la sistematización de información y aporte en la toma de decisiones que puede prestar el SIG:

- Liderar y orientar los planes, programas y proyectos agropecuarios, ambientales y sociales en el municipio, en coordinación con otros organismos locales, departamentales y nacionales.
- Coordinar la protección de las reservas naturales existentes en zona rural, con otros organismos ambientales; garantizando la preservación de los recursos naturales existentes en el municipio.

De acuerdo a estas funciones y al diálogo con los funcionarios y equipo directivo, se han establecido las principales necesidades que tiene la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo económico.

8.1.2 *Actividad 2. Identificar y caracterizar la información geográfica disponible que será incorporada al Sistema.*

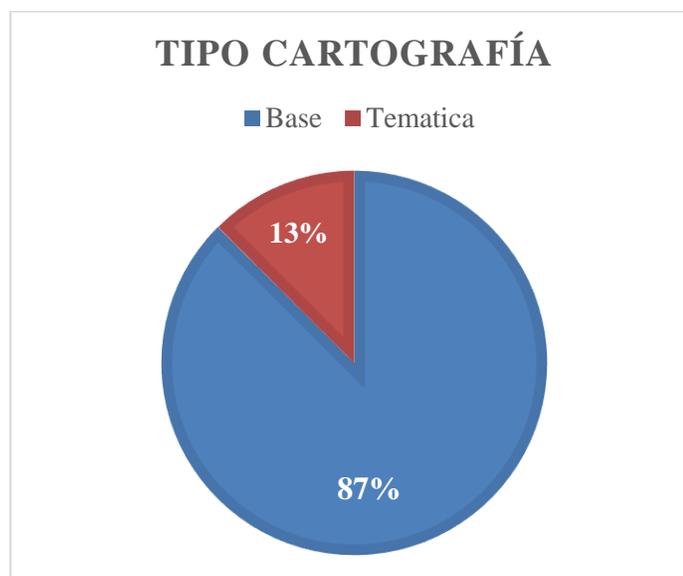
Aunque la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo económico, no cuenta con un Sistema de Información Geográfico, desde el año 2020, se ha venido recopilando una serie de información geográfica de diferentes fuentes y proyectos que se desarrollan en el municipio, además se suma que en el marco de la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial, se cuenta con una información base y temática de alto interés para la estructuración

del SIG del municipio, a continuación se presenta un resumen de la información disponible y su utilidad.

Se obtuvieron 56 registros de información que puede ser considerada para alimentar la estructura del SIG, de la cual el 87% corresponde a información de tipo base y el restante a información temática, 54 registros tienen año conocido y se posee información registrada desde el 2008 hasta el año 2022, el año de generación en el que mayoritariamente se distribuye la información es a partir del año 2020, fecha en la cual coincide con el inicio de las actividades de actualización del POT; los datos disponibles están relacionados principalmente con la categoría de infraestructura, y el formato principal de almacenamiento corresponde a *.dwg, esto ya que la mayoría de datos corresponde a planos cartográficos de proyectos de infraestructura desarrollados en el área urbana, algunos están referidos a sistemas de coordenadas planas MAGNA origen Oeste, y otros simplemente tienen grillas definidas desde un origen aleatorio o corresponden simplemente a propuestas arquitectónicas. Seguido de la categoría de infraestructura, se identifica la categoría de catastro, cuya distribución está más extendida a todo el municipio, teniendo en cuenta la reciente actualización catastral que se adelantó en el área urbana y rural.

Ilustración 2.

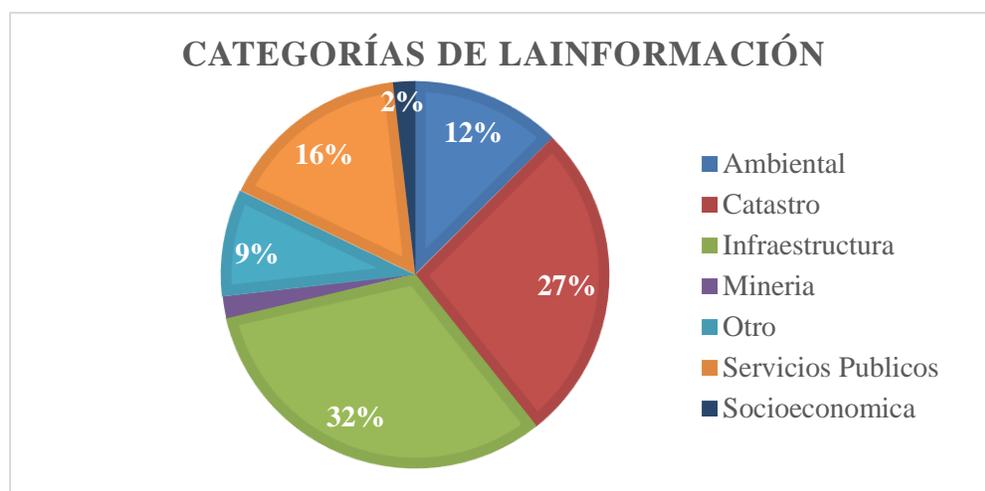
Distribución porcentual del tipo de cartografía disponible en la información geográfica inventariada.



Nota: Elaboración propia, 2023.

Ilustración 3

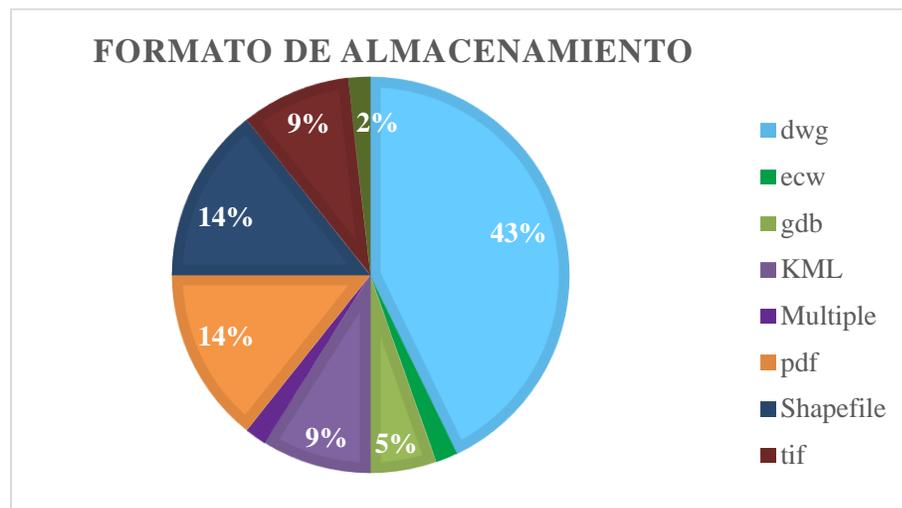
Distribución porcentual de la categoría disponible en la información geográfica inventariada.



Nota: Elaboración propia, 2023.

Ilustración 4

Distribución porcentual de los formatos de almacenamiento de la información geográfica inventariada.



Nota: Elaboración propia, 2023.

La información catastral y la información de la actualización del POT, son insumos relevantes que servirán para estructurar una parte importante de la base de datos geográfica que componga el SIG propuesto, teniendo en cuenta que recientemente se ha adelantado la actualización catastral para la zona urbana y rural del municipio, se dispondría de datos validados y ajustados, por otro lado el POT, cuenta con un componente cartográfico que implica la estructuración de capas de información geográficas que representan las características biofísicas y socioeconómicas del territorio, además de un componente de planeación de la ocupación del territorio, estableciendo de este modo los lineamientos que permiten restringir o autorizar el desarrollo del suelo urbano y rural. De este modo tanto la información catastral

actualizada, como la información cartográfica del POT es complementaria y se relaciona de manera directa para satisfacer las necesidades de planeación y ordenación del territorio.

Con base en el análisis de información se puede contar con información cartográfica relacionada con el catastro urbano y rural del municipio actualizado para la vigencia 2022, el plan de ordenamiento territorial, cuenta con cartografía diagnóstica y de formulación actualizada entre el periodo 2020 – 2022, recientemente la autoridad ambiental, entregó al municipio el censo arbóreo urbano del municipio, el cual dispone de validación con base en los criterios establecidos por el equipo técnico de la corporación, se cuenta adicional con ortomosaico del área urbana y acceso a servicio web map service de todo el municipio incluida el área rural, esta información está complementada con un Modelo Digital de Elevaciones MDE, para todo el municipio generado a partir de información LIDAR como parte de la actualización catastral.

A nivel de registro de licenciamiento se cuenta con una tabla de registro que no está plenamente depurada y que se observa posee errores de digitación y no está plenamente categorizadas las licencias tramitadas de acuerdo a la normatividad, sin embargo, es un insumo que podrá ser usado para integrar este componente en la propuesta.

8.1.3 *Actividad 3. Identificar los tipos de usuarios internos que usaran el Sistema.*

De acuerdo a la funciones que se han definido para la oficina de ordenamiento territorial, sería fundamental que se contara con un profesional que pueda administrar el sistema de

información geográfica, y que se encargue de apoyar a la secretaría en la generación de respuestas a preguntas que requieran de análisis espaciales de una complejidad mayor, sin embargo, existen otros funcionarios que requieren hacer consultas simples para obtener datos como coordenadas, la ubicación de ciertos predios o la identificación de que elementos están cerca de un área de interés, en este sentido, en la **Tabla 2.** se listan las actividades identificadas por los usuarios internos de la entidad frente a la utilidad que puede ofrecerle el sistema de acuerdo a la dependencia, cargo y rol dentro de la organización.

Tabla 2.

Usuarios internos del sistema de información geográfico.

Dependencia	Cargo	Rol	¿Cómo puede serle útil el SIG?
Oficina de Ordenamiento Territorial	Profesional Universitario	Arquitecta Líder de Programa en el área de Ordenamiento Territorial	Visualización de la situación actual de los predios, con sus características, físicas y sociológicas, y la referencia histórica.
Oficina de Ordenamiento Territorial	Líder de Programa	Secretaria Técnica del POT	Entender el municipio, sus actividades económicas, su crecimiento, identificar las determinantes ambientales espacialmente.
Secretaría Planeación	Profesional Universitario	Ingeniero Sistemas	Integrando información de los procesos que se manejan en la secretaría, procesos con clientes internos y externos, toma de decisiones de planificación.
Secretaría Planeación	Profesional Universitario	Estratificación socioeconómico y nomenclatura	Desde la oficina poder realizar gran parte de las actividades, como la localización sobre planos de información de predios, sin la necesidad de ir a terreno.

Dependencia	Cargo	Rol	¿Cómo puede serle útil el SIG?
Oficina de Control Urbano	Técnico Operativo	Inspector de control urbanístico	El uso de los mapas es muy útil para la ubicación de los predios, muchas veces no tienen dirección y con eso los encontramos, además sabemos el área y quisiera que existiera una foto del frente del predio o en su defecto poder avanzar por las vías como Google maps.
Subsecretaría de Desarrollo Económico, Turismo y Fomento de Ciudad.	N/A	N/A	Debido a que es una dependencia que está en etapa de conformación, no cuenta con profesionales asignados, las necesidades generales se identificaron en diálogos con la subsecretaria y el secretario de planeación.
Dirección de Medio Ambiente	Profesional Universitario	Ingeniero Ambiental	Que brindará toda la información requerida para la toma de decisiones y programación de actividades propias del programa. Identificar realmente que zona del municipio requiere una capacitación específica, de acuerdo al seguimiento de las actividades que se realizan en el marco de las capacitaciones en educación ambiental.
Dirección de Medio Ambiente	Profesional Universitario	Ingeniero Ambiental	Consultar información relacionada con los recursos naturales. Seguimiento del arbolado urbano.
Dirección Técnica de Desarrollo Agropecuario y Rural	Técnico Operativo	Ingeniero Agrícola	Para planificación e identificación de atributos técnicos en el territorio. Desarrollar procesos de planificación, organización

Dependencia	Cargo	Rol	¿Cómo puede serle útil el SIG?
			productiva y social de la propiedad rural, análisis de conflictos territoriales. Análisis espaciales que den cuenta de las territorialidades campesinas, datos poblacionales, catastral, restricciones y uso potencial de zonas por calidad de sitio.
Dirección Técnica de Desarrollo Agropecuario y Rural	Líder de Programa	Médico veterinario y zootecnista	Consultar información a nivel de predios para brindar asistencia técnica agropecuaria a los propietarios. Consultar características del territorio para generar propuestas de planificación a nivel predial. Planificación de visitas técnicas agropecuarias y toma de información de la misma para reporte a entidades nacionales. Identificación de la producción a nivel predial.

Nota: Elaboración propia a partir del Decreto 300 de 2021.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ejercicio de trabajo con los posibles usuarios del sistema, se ha podido identificar que en la subsecretaría de medio ambiente, desarrollo, sustentable y agropecuario, por el objeto misional de la dependencia, los funcionarios, del proceso ambiental y agropecuario, han identificado como una necesidad común la posibilidad de hacer seguimiento a las actividades de cada uno de sus sectores, para el caso de la unidad ambiental han identificado como una oportunidad, la posibilidad de hacer seguimiento a las

intervenciones sobre el arbolado urbano, tomando como punto de partida la reciente actualización del censo urbano, y las diferentes autorizaciones expedidas, tanto para su poda como para su erradicación, esto con el fin de mantener actualizado dicho censo, conocer en que zonas se vienen adelantando actividades de mantenimiento o las áreas donde se han liberado espacios para futuras siembras. Lo anterior se concatena con la necesidad de poder hacer un seguimiento a la gestión del servicio de aseo, como parte de las funciones a cargo de la dependencia, hacen además referencia al SIGAB (Sistema de Información para la Gestión de Aseo Bogotá) y presentan el dashboard para corte de césped y poda de árboles de la ciudad de Bogotá¹ como una aplicación de interés para replicar en el municipio.

Los funcionarios del proceso agropecuario, han identificado claramente la necesidad de contar con un sistema que permita la recolección de información de los usuarios que se inscriben en el servicio de extensión agropecuaria, si bien ya existe una app por parte del ministerio de agricultura, los datos allí registrados no pueden ser accedidos posterior a su sincronización. Entre las necesidades identificadas, están: poder asignar visitas técnicas, hacer seguimiento a las recomendaciones realizadas, contar con datos a nivel de predio, información que se puede recolectar durante las actividades de registro de usuarios, además llevar información a una escala de detalle, de los renglones productivos para los medianos y pequeños productores en el municipio.

¹ Tablero de Control para el seguimiento a la actividad de corte de césped y poda de árboles, por parte de las empresas de aseo del distrito capital
<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/9a3c781bb92f476f9e55cec8c0908b47>

Los funcionarios de la secretaría de planeación, la oficina de control urbano y la subsecretaría de desarrollo económico, turismo y fomento de ciudad, en general enmarcaron sus necesidades más desde la posibilidad de identificar datos a nivel predial, y la localización de elementos de interés para el cumplimiento de las diferentes actividades que desarrollan dentro de la organización. Quizás una de las necesidades más clara está relacionada con el seguimiento al POT y al crecimiento de la ciudad a partir de la expedición de licencias urbanísticas, ya que esto nunca se ha podido llevar a un mapa, pues la información no se ha sistematizado, ni siquiera en una tabla de Excel.

8.2 FASE 2. Delimitación de requerimientos.

En esta fase se analizan los requerimientos del sistema con base en las necesidades identificadas por los directivos y los usuarios del sistema, con el fin de delimitar claramente que es posible atender en el marco del diseño e implementación del SIG.

8.2.1 Actividad 1. Establecer las características mínimas de las partes del sistema, de acuerdo al alcance que tendrá en términos de atender las necesidades establecidas.

Esta actividad se desarrolla con un taller de identificación de roles y preguntas para el sistema con los diferentes usuarios que potencialmente tendrían interacción con este en la secretaría de planeación, con el fin de poder entender cómo se desarrollan sus actividades, que

necesidades consideran deben tenerse en cuenta para optimizar su trabajo y como el SIG ayudaría con la toma de decisiones de acuerdo a las funciones que estas personas tienen a cargo, en este punto se realizan una serie de preguntas con el grupo de funcionarios que se identificaron en las fases anteriores, al final se realiza una reunión de retroalimentación con la cual se busca depurar y conciliar ideas comunes sobre el alcance que finalmente esperarían tenga el SIG de acuerdo a la disponibilidad de dato, recursos técnicos y humanos.

El levantamiento de requerimientos ha considerado entender como el personal hace su trabajo, las dificultades o desafíos que están teniendo para llevar a cabo sus funciones, la relevancia y el papel que juegan dentro de la organización y como afecta su gestión a la organización, la información que manejan, si intercambian esta información con usuarios internos o externos, y de qué manera hacen este intercambio.

8.2.1.1 Necesidades Identificadas.

A continuación, se presentan las necesidades identificadas, como resultado del dialogo con los posibles usuarios internos del sistema:

- a) *Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo económico.*
 - i. Identificar con facilidad y celeridad los usos del suelo permitidos en el municipio de acuerdo a lo establecido en la norma de usos definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial.
 - ii. Poder hacer un seguimiento histórico al crecimiento de la ciudad, de acuerdo a las licencias urbanísticas que se expiden.

- iii. Ubicar con facilidad la localización de predios, conocer información de interés como propietario, estratificación, dirección, área, entre otros.
- iv. Disponibilidad de información actualizada que pueda mantener una representación real del municipio.
- v. Interoperabilidad de capas de información, como redes de acueducto, energía eléctrica, gas natural, datos prediales, información ambiental, datos socioeconómicos de bases de datos de DANE y Sisbén.
- vi. Contar con una única base de datos, que se mantenga actualizada y de acceso para los funcionarios que deben realizar consultas sobre los predios, para llevar registro de acciones que se realizan en el territorio.
- vii. Seguimiento al POT, iniciando con conocer las diferentes áreas que define, como la estructura ecológica principal y las acciones que se realicen, que pueden ser representadas en mapas para dar cumplimiento a los programas.
- viii. A partir de un único sistema generar reportes visuales, generar consultas espaciales a partir de los datos almacenados en la base de datos única que posea la entidad.

b) Subsecretaría de Desarrollo Económico, Turismo y Fomento de Ciudad

- i. Identificar zonas de actividades de acuerdo a los lineamientos del POT.
- ii. Consulta de la información que compone el Plan Especial de Manejo y Protección, los predios de interés patrimonial, sus condiciones de salvaguardia y las actividades que se desarrollen en ellos como parte de la promoción de la oferta turística local.
- iii. Disponibilidad y sistematización de información que permita la definición de rutas de interés para el desarrollo del turismo a nivel local y regional.
- iv. Sectorización espacial de las diferentes áreas de desarrollo económico del municipio, por ejemplo, recreación, compras, industria, servicios financieros, etc.

c) Subsecretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Agropecuario.

-
- i. Identificar información de territorialidades campesinas (conocer la ubicación de la población campesina en el territorio, donde se encuentra, cual es el contexto territorial y las características de los elementos para su desarrollo), tales como, tamaño de los predios y tipo de productor, servicios públicos, infraestructura, características socioeconómicas.
 - ii. Identificar la distribución del uso del suelo, la vocación, aptitud y conflictos por uso.
 - iii. Seguimiento a las unidades productivas que hacen parte del servicio de extensión agropecuaria.
 - iv. Manejo de rutas para optimizar la asistencia técnica agropecuaria y la posibilidad de que esta sea oportuna y adecuada.
 - v. Programación de las visitas técnicas de acuerdo a la necesidad de los usuarios, anticiparse a las necesidades de asistencia que pueda tener el productor a partir de los registros de los cultivos con que cuenta y los problemas que se hayan identificado en el registro de usuarios.
 - vi. Un sistema que sea de fácil acceso para todos los funcionarios y la ciudadanía en general, que la información recopilada no quede archivada y se realice soporte y actualización de la información almacenada.
 - vii. Un sistema que permita hacerle seguimiento a las intervenciones del arbolado urbano.
 - viii. Identificar donde se encuentran los elementos que tienen alguna figura de protección ambiental.
 - ix. Poder realizar seguimiento de la prestación del servicio de aseo, las rutas selectivas existentes y demás actividades que se puedan especializar que hacen parte del PGIRS.
 - x. Que permita hacer seguimiento a la implementación de estrategias de educación ambiental, saber dónde se han realizado campañas de educación, que población se ha beneficiado y que temas se han tratado.

El conjunto de necesidades identificadas en las diferentes dependencias que conforman la secretaría de planeación, demuestra la relevancia de contar con un Sistema de Información

Geográfico, pero, además, la necesidad de que se generen los procedimientos para la recolección de datos que permitan alimentar dicho sistema. El alcance de este trabajo no permitirá responder a todas las necesidades, pero es un punto de partida para que en el futuro se escale el SIG y se vayan integrando nuevas capas de información que den respuestas optimas a los requerimientos de los usuarios internos y externos de la organización, además favorezca la planeación y planificación del territorio en función de las relaciones espaciales que podrían llegar a modelarse con un SIG mayormente desarrollado.

Con base en lo anterior, se ha priorizado atender tres procesos recurrentes en la dependencia:

- a. Seguimiento al licenciamiento urbanístico del municipio, incluida la posibilidad de visualizar como se distribuyen las licencias urbanísticas que se aprueban por modalidad y tipo de licencia, además la posibilidad de identificar cada predio tanto urbano como rural, que condiciones de desarrollo posee a partir de las clasificaciones establecidas en el Plan de Ordenamiento Territorial.
- b. Identificar el arbolado urbano del municipio, hacer seguimiento a las solicitudes de intervención aprobadas sobre este, principalmente identificando las actividades de erradicación de árboles por riesgo.
- c. Registro de usuarios del Servicio Público de Extensión Agropecuario y el seguimiento a la asistencia técnica prestada a cada predio registrado.

Tomando como punto de partida estas tres necesidades, es posible dejar las pautas suficientes para que se construya a futuro un SIG más robusto que integre información territorial disponible, incluido, datos que periódicamente generan otras dependencias de la administración municipal.

8.2.1.2 Requerimientos del sistema

Teniendo en cuenta que la secretaría de planeación no cuenta con un profesional permanente para apoyar con el soporte del sistema y que en la planta global tampoco existe personal con la formación en gestión del sistema, se debe contar con el soporte que pueda brindar el equipo de la oficina de sistemas, mientras se crea este nuevo cargo en la planta global de la administración, partiendo de esto, se ha planteado usar software licenciado, ya que de cierta manera facilita la integración de tecnología, ofrece soporte y las nuevas versiones se han desarrollado para ser más intuitivas y fáciles de usar por personas que requieran hacer consultas simples, como es el caso de la mayoría de futuros usuarios internos de la dependencia.

Aunque se propone diseñar el sistema en el archivo nativo de la casa comercial esri, se desea integrar aplicaciones que puedan ser descargadas y usadas de manera gratuita para la captura de datos, teniendo en cuenta que, en caso de no adquirirse las licencias corporativas, sea posible alimentar la base de datos a partir de una licencia de uso personal, sin embargo, el mayor potencial se podrá obtener una vez se cuenten con las licencias requeridas para integrar toda la solución.

- **Los Datos:** con base en las necesidades identificadas es necesario que los datos se dispongan de manera específica, si se integran aplicaciones de captura de información en campo de la casa comercial del software se posibilita y facilita la integración de los datos recogidos en campo con el diligenciamiento automático en la base de datos, sin embargo,

en caso de que no sea posible esto, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Estandarizar a partir de los campos mínimos que contenga la capa de información, los datos que se deben recolectar en campo, para esto se recomienda además usar aplicaciones móviles para la recolección de datos, evitando usar encuestas en papel, que demoran los tiempos de disponibilidad de los datos y pueden generar errores de transcripción.
- A través de la curaduría urbana, se recomienda que se solicite a los desarrolladores urbanísticos, la información cartográfica en formatos shape, con amarre a la red de puntos locales con el fin de que esta case con los datos catastrales actualizados. Actualmente esta información es recepcionada en formato *.dwg y la carencia de un instructivo o reglamentación que estandarice el proceso de presentación de estos datos, impide que se usen en su gran mayoría los diferentes planos aportados para integrarse en un SIG, ya que no poseen como mínimo una proyección del origen al Sistema MAGNA-SIRGAS.
- En el caso de la información relacionada con intervenciones al arbolado o reportes de otras entidades, es necesario generar los compromisos y los formatos en los cuales deberán reportar la información, con el fin de que se pueda integrar de manera oportuna, y que la base de datos mantenga actualizada, para generar respuestas oportunas y vigentes.
- Considerar fuentes de datos confiables, y de entidades que tengan criterios de calidad para la disponibilidad de la información, por ejemplo:

Aplicativo Colombia en Mapas: <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

GeoCVC: <https://geo.cvc.gov.co/portal/apps/sites/#/portal-geocvc>

Catálogo de Mapas de IDEAM <http://www.siac.gov.co/web/guest>

Valle Avanza <https://geoportal.valleavanza.com/>

-
- **El software:** ArcGIS Pro. El producto GIS de escritorio de 64 bits, ArcGIS Pro proporciona mapas profesionales 2D y 3D en una interfaz de usuario intuitiva. ArcGIS Pro promueve la visualización, el análisis, el procesamiento de imágenes, la administración de datos y la integración. Proporciona un acceso eficiente a las herramientas y funcionalidades GIS que necesita el profesional del GIS. Está diseñado para trabajar de forma productiva, visualizando, editando y analizando tanto contenido local como procedente de organizaciones de ArcGIS Online o Portal for ArcGIS. Además, ArcGIS Pro permite utilizar las ventajas de la plataforma ArcGIS en el trabajo orientado a proyectos colaborativos.

 - **El Hardware:** para poder correr ArcGIS Pro de manera fluida, es necesario contar mínimo con las siguientes especificaciones técnicas;

<i>CPU</i>	Mínimo: 2 núcleos, procesamiento múltiple simultáneo Recomendado: 4 núcleos Óptima: 10 núcleos
<i>Plataforma</i>	x64
<i>Almacenamiento</i>	Mínimo: 32 GB de espacio libre Recomendado: 32 GB o más de espacio libre en una unidad de estado sólido (SSD)
<i>Memoria/RAM</i>	Mínimo: 8 GB Recomendado: 32 GB Óptimo: 64 GB o más
<i>Memoria de gráficos dedicada (no compartida)</i>	Recomendado: 4 GB o más
<i>Resolución de pantalla</i>	Mínimo: 1024x768 Recomendado: 1080p o mayor

Para los usuarios que requieren realizar consultas muy básicas, los equipos de cómputo no requieren tener especificaciones optimas, sin embargo, cuando los usuarios sean de tipo Creador o Editor, será necesario contar con equipos de mejores especificaciones. Sin embargo, si se llegara a contar con una oficina dedicada a la administración del sistema, sería posible reducir el número de equipos que requieren altas especificaciones a partir de la integración de ArcGIS Online y un único usuario creador y editor que de soporte a las necesidades de los demás usuarios y genere aplicativos de consulta web específicos para las necesidades de los usuarios de tipo visualizador.

- **Equipo Humano:** es necesario que se proyecte dentro de la planta global de la administración municipal un profesional SIG, que tenga los conocimientos suficientes para la integración y actualización de las diferentes capas geográficas. El Profesional SIG se encarga de realizar análisis geográficos y obtener resultados acordes con la investigación o proyecto que se esté llevando a cabo. Adicionalmente una vez se piense en tener un SIG que atienda a todas las dependencias de la administración, se deberá pensar en otros profesionales que se encarguen de administrar la base de datos y de dar soporte internamente a las dependencias.

8.2.2 competencias mínimas requeridas por los usuarios finales del sistema, de acuerdo al tipo de usuario.

A partir de unas preguntas guía se han definido una serie de cualidades y capacidades que poseen los usuarios finales del sistema al interior de la organización, esto para identificar las habilidades que deberán fortalecerse a través del programa de capacitación, con el fin de

aprovechar al máximo el sistema de información geográfico que se diseñe e implemente en la secretaría.

Se definen los usuarios a partir de la actividad uno y el rol que estos desempeñan en la organización, se ha identificado si los usuarios finales internos, están familiarizados con el uso de algún software SIG, reconociendo que todos han usado en su mayoría QuantumGIS y otros manifestaron usar AutoCAD, debido a los formatos en los que se almacena la información cartográfica que compone el POT Vigente.

A partir de esta breve caracterización se ha podido identificar con que facilidad podrá el usuario final comprender y utilizar el sistema, y basado en dicho análisis, y el rol que desempeña en la organización, determinar el alcance del entrenamiento que requieren para usar correctamente las herramientas disponibles.

Dentro de la entidad no se pudo identificar un profesional con los conocimientos suficientes para desarrollar el rol de SIG profesional, siendo clave contar con dicho rol para darle soporte al sistema, y desarrollar las aplicaciones, actualizar periódicamente la información y productos que pudieran ser necesarios para los demás usuarios.

En la **Tabla 3** se muestran las competencias minimas que deberían tener los tipos de usuarios internos del sistema.

Tabla 3.

Competencias mínimas requeridas por los usuarios internos.

Tipo de Usuario	Responsabilidades Generales	Competencias mínimas requeridas
<i>Creador</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Crear y editar contenido. · Realizar análisis espaciales detallados. · Recopilar datos, colaborar y compartir contenido para su uso en aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> · Fundamentos de SIG. · Manejo de Geodatabase · Edición y diseño de cartografía · Uso de Aplicaciones Web para publicación.
<i>Editor</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Usa buenas prácticas del diseño, creación, edición y · manejo de los datos alfanuméricos y geográficos. · Comparte contenido a cualquier usuario que lo requiera. · Añadir y modificar datos utilizando aplicaciones. · Revisar y editar los datos entrantes para mejorar la precisión. 	<ul style="list-style-type: none"> · Fundamentos de SIG. · Manejo de Geodatabase · Edición y diseño de cartografía · Uso de Aplicaciones Web para publicación.
<i>Visualizador</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Consultar información publicada por otros usuarios. · Tomar decisiones basados en la ubicación espacial de elementos de interés. 	<ul style="list-style-type: none"> · Manejo de herramientas ofimáticas y aplicaciones de escritorio y web.
<i>Recolector de Campo</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Consultar información publicada por otros usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> · Manejo de herramientas ofimáticas y aplicaciones de escritorio y web.

Nota: Elaboración propia a partir de taller con los posibles usuarios del sistema.

8.3 FASE 3. Diseño Metodológico del SIG

En esta fase se aplican las pautas metodológicas para el diseño del Sistema de Información Geográfico, con base en la gestión de información y toma de decisiones territoriales de la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico.

8.3.1 *Actividad 1. Diseñar el modelo de almacenamiento del SIG.*

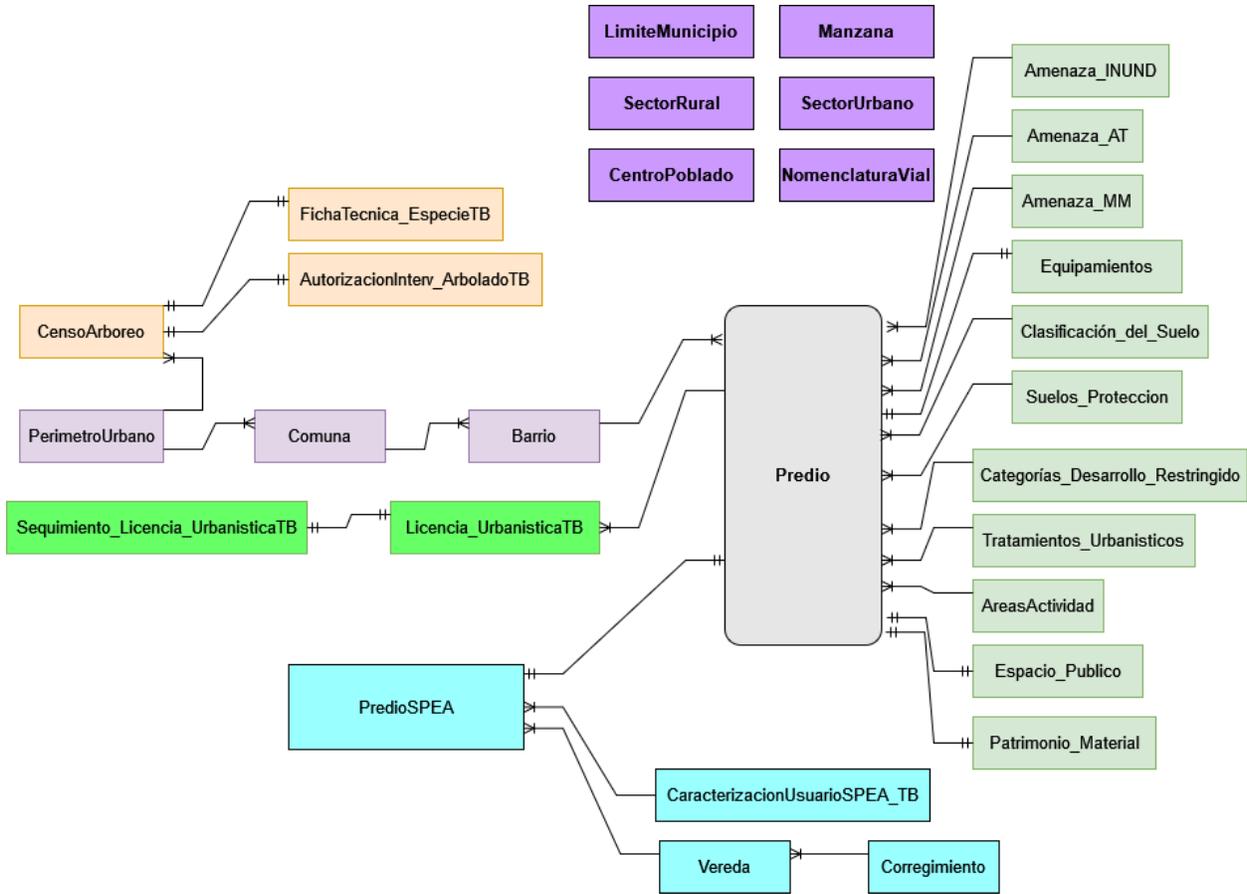
El modelo de almacenamiento es el esquema que permite entender de qué manera el conjunto de capas de información se integra con el fin de representar la realidad que se ha priorizado estudiar, en este caso representar el municipio de Cartago, en función de tres aspectos esenciales, el ordenamiento territorial y su desarrollo urbanístico, el manejo del arbolado urbano a partir del inventario arbóreo existente y las actividades que se desarrollan sobre este, y finalmente el servicio de extensión agropecuario que se presta a los productores agropecuarios del municipio.

El modelo se ha diseñado, atendiendo a dos condiciones específicas como lo define (Olaya, 2014), “minimizar el espacio ocupado por los datos y maximizar la ciencia de cálculo”, bajo estas condiciones se han priorizado únicamente datos que puedan permitir entender en mejor proporción aspectos particulares a nivel predial, agrupando algunos datos en categorías que permitan visualizar de mejor manera distribuciones específicas de los datos.

El modelo de almacenamiento propuesto tiene como entidad central la capa predial, en el caso de las licencias urbanísticas es sobre cada uno de estos sobre los que se requiere hacer la consulta y relaciones a tables, en el caso del seguimiento a la extensión agropecuario, es indispensable saber en los predios rurales inscritos cuales son las actividades agropecuarias que se desarrollan y finalmente para el seguimiento al arbolado urbano, el seguimiento se realiza sobre árboles que no están contenidos por predios privados.

Ilustración 5.

Modelo Entidad – Relación para el modelo de almacenamiento.



Nota: Elaboración propia, 2023.

8.3.2 Actividad 2. Diseñar el Diccionario de Datos Geográficos y pautas de actualización, para las capas de información del Sistema.

Cuando se maneja un volumen alto de información es necesario estandarizar los conceptos que se tiene con respecto a los elementos que componen esta información, en el caso del SIG propuesto, es necesario que se cuente con una documentación que permita detallar la información para evitar ambigüedades en su posterior actualización o incluso integración de nuevos datos. Cuando se piensa en que este sistema deberá ser escalable, es de esperarse que se requerirá en un futuro interactuar con una gran cantidad de entidades dentro de la organización, siendo fundamental que se trace desde un inicio un lenguaje común, que permita a los usuarios tener conceptos claros, sin dejar espacio a interpretaciones subjetivas que terminen corrompiendo la información almacenada en la base de datos y aún más grave tomar decisiones a partir de datos que se han almacenado en una entidad equivocada porque se ha interpretado de manera incorrecta los atributos que a esta la componen.

De acuerdo a lo anterior se puede definir el diccionario de datos geográfico como una herramienta que contribuye al fortalecimiento de la gestión de datos, en la cual se encuentran las definiciones de los datos y sus propiedades (atributos, dominios, asociaciones y operaciones). Así mismo, permite identificar claramente el propósito, alcance y campo de aplicación, sirviendo a los usuarios como orientación del tipo de información que encontrará en su contenido, (ideca, 2019).

A continuación, se presenta la estructura general del diccionario, con el cual se definen las características generales que definen cada una de las entidades que se incorporan en la base de datos que compone el SIG.

Tabla 4.

Identificación de los elementos que componen las entidades.

Categoría	Corresponde a una temática dentro de la cual se puede clasificar el elemento. EJMPLO: Desarrollo Agropecuario, Medio Ambiente, POT.
Elemento	Nombre del elemento (capa de información) que compone el diccionario.
Descripción	Breve explicación del nombre del elemento.
Obligación / Condición	Indica la obligación o condición establecida para el elemento. Las convenciones utilizadas son: M (Obligatorio): Siempre debe estar documentado dentro del diccionario. C (Condicionado): Dependiendo de las características del recurso se debe o no documentar. O (Opcional): A criterio del productor puede o no diligenciarse para brindar más información al usuario.
Tipo de dato	Indica el tipo de valores de almacenamiento a nivel de base de datos, asociado a cada elemento. EJEMPLO: Número entero, Número Real, Texto.
Dominio	Describe el conjunto de posibles valores para elemento.

Nota: adaptado de (ideca, 2019).

Con base en las tres necesidades priorizadas se ha definido el modelo de almacenamiento del sistema y a partir de este el diccionario de datos geográfico, para el conjunto de capas de información que lo integran.

Tabla 5.

Estructura del modelo de almacenamiento de datos geográficos.

TEMA GENERAL	COMPONENTE	CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	IDENTIFICADOR
SOCIOECONOMICO	CATASTRO	Pedio	V1
		SectorUrbano	V2
		Comuna	V3
		Barrio	V4
		Manzana	V5
		SectorRural	V6
		CentroPoblado	V7
		PerimetroUrbano	V8
		NomenclaturaVial	V9
	POLITICO - ADMINISTRATIVO	Limite Municipio	V10
		Corregimiento	V11
		Vereda	V12
ORDENAMIENTO TERRITORIAL	POT	Clasificacion_del_Suelo	V13
		Suelos_Proteccion	V14
		Amenaza_AT_Rural / Amenaza_AT_Urbano	V15
		Amenaza_MM_Rural / Amenaza_MM_Urbano	V16
		Amenaza_INUND_Rural / Amenaza_INUND_Urbano	V17
		Categorias_Desarrollo_Restringido	V18
		Tratamientos_Urbanisticos	V19
		Patrimonio_Material	V20
		Equipamientos	V21
		Espacio_Publico	V22
		AreasActividad	V23
		Licencia_UrbanisticaTB	T24
		Sequimiento_Licencia_UrbanisticaTB	T25
			CensoArboreo

TEMA GENERAL	COMPONENTE	CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	IDENTIFICADOR
GESTIÓN AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	FichaTecnica_EspecieTB	T27
		AutorizacionInterv_ArboladoTB	T28
GESTIÓN AGROPECUARIA	DESARROLLO RURAL	PredioSPEA	V29
		CaracterizacionUsuarioSPEA_TB	T30
		AsistenciaTecnicaRural_TB	T31

Nota: elaboración propia, 2023.

8.3.3 *Actividad 2. Establecer el proceso de validación de los datos que integran el SIG, de acuerdo a criterios de calidad.*

Para la validación de los datos que integran el SIG, se debe tomar como punto de partida el diccionario de datos geográficos, en este se definen características que deben cumplir los datos que se almacenen en los diferentes campos. El usuario editor deberá tener en consideración validar los datos a integrar a la base de datos dentro de las distintas capas de información teniendo en cuenta dentro del proceso validar lo siguiente:

- *Tipo de dato:* Si el tipo de campo es numérico, se debe tener claro que no se podrá almacenar texto, caracteres o espacios, por lo tanto, la organización de los datos a incorporar a la base de datos debe tener un formato adecuado.
- *Datos Obligatorios:* Se han establecido campos obligatorios (M), condicionados (C) u opcionales (O), los primeros siempre se deberán diligenciar y son datos relevantes para generar información en las consultas, los datos condicionados, son campos que se diligencian si existe información al respecto o si se han diligenciado otros campos con un dato específico y es necesario detallarlo en el siguiente campo, los campos opcionales, son aquellos que se podrán diligenciar si se consideran necesarios y almacenan información

complementaria que podría dar una descripción más detallada al respecto de alguna característica del registro.

- *Identificador único:* algunas capas de información tienen un campo denominado código, estos campos son llaves primarias y son campos obligatorios, que permiten generar relaciones con otras tablas, en este caso es esencial verificar que el código asignado corresponde a un identificador único y por tanto no se repite en el conjunto de registros.
- *Rango del campo:* en el caso de campos numéricos, se debe verificar que los datos a ingresar en una capa cuyo campo sea de tipo entero, no vayan a ser de tipo decimal, ya que esto generaría pérdida de información. Es importante verificar además la cantidad de caracteres que admite el campo, esto para el caso de campos de tipo texto, por ejemplo, si se desea ingresar el número predial, el campo tiene un tamaño máximo de 20 caracteres, por lo tanto, se debe verificar que el valor a cargar concuerde.
- *Formato:* se deberá verificar principalmente para aquellos campos que almacenan fechas, teniendo en cuenta que la forma en la que se diligencian estos campos debe ser específica.
- *Dominios:* Algunos campos tienen una lista aceptable de datos, en ese caso, se deberá verificar los dominios establecidos con el fin de verificar que lo que se diligencie este acorde a dicho rango.

Para la estructuración del Sistema de información geográfico, se identificó la información útil disponible que podría integrarse en la base de datos geográfica propuesta, a esta información se aplicaron los criterios de calidad requeridos con base en el formato, estado y fuente de dicha información:

- a. Seguimiento al licenciamiento urbanístico del municipio: La información disponible, consiste en una tabla en Excel con el registro del archivo de licencias que ha aprobado la secretaría en los diferentes años, dado que nunca se había sistematizado esta información, existen años con vacíos, información incompleta o sin información,

además algunos campos presentan errores de digitación, siendo necesario ajustarlos para que coincidan con los criterios del diccionario de datos geográficos.

Esta información se relaciona espacialmente a través de la capa predio, a través del campo matrícula inmobiliaria, debido a que el campo de código predial no se encuentra diligenciado en la totalidad de registros.

El seguimiento al licenciamiento urbanístico tiene relación con el seguimiento a la planeación y ordenamiento territorial, la información relacionada con el POT en actualización, fue revisada y proyectada al sistema de coordenadas MAGNA- SIRGAS origen Nacional, y los campos ajustados con base en los criterios del diccionario de datos geográfico, el cual inicialmente se estructuró con base en los criterios de calidad definidos para la cartografía del POT.

- b. Identificar el arbolado urbano del municipio: Se dispone del censo arbóreo del municipio, entregado por la autoridad ambiental en el año 2022, esta información se proyectó al sistema MAGNA- SIRGAS origen Nacional, se ajustaron campos de acuerdo a los criterios definidos en el diccionario de datos geográficos, para el caso de los campos que poseen dominios como es el caso del campo barrios, estos nombres se ajustaron para que pudieran coincidir con los códigos definidos en el dominio al interior de la base de datos.

La información de autorizaciones de intervención sobre este arbolado, se ajustó a partir de las tablas de registro que se tienen de las solicitudes aprobadas por la autoridad ambiental, la tabla se diligenció con los datos requeridos definidos en el diccionario de datos geográficos, si bien los registros tienen información de coordenadas espaciales, los registros se visualizan mediante la relación que se genera entre la tabla *AutorizacionInterv_ArboladoTB* y la capa *CensoArboreo*, de esta manera, si no se encuentra un registro de la tabla en la capa, indica que el individuo arbóreo no se ha registrado en el inventario y se procede a registrarlo, permitiendo mantener actualizado

el censo con árboles pasados por alto, adicionalmente se garantiza el registro de las actividades que se realiza sobre cada individuo inventariado.

- c. Registro de usuarios del Servicio Público de Extensión Agropecuario: la agencia de desarrollo rural cuenta con un aplicativo para la recolección de información y el registro de usuarios beneficiarios del servicio de asistencia técnica, esta encuesta se ha usado para obtener los datos que se integran en la base de datos a partir de la tabla *CaracterizacionUsuarioSPEA_TB* y la capa *PredioSPEA*, de este modo se interrelacionan los datos socioeconómicos de los productores rurales beneficiarios del servicio y las condiciones de producción donde se prestaría el servicio de asistencia. Los criterios de calidad se aplican sobre los datos que son tomados de la tabla, asignando los códigos que correspondan para su integración con los dominios de la base de datos. En cuanto a la información predial, se agrega la ubicación espacial de los predios mediante una capa de puntos, la información es proyectada al sistema de coordenadas MAGNA- SIRGAS origen Nacional y relacionada espacialmente con la capa de predios rurales.

La información usada para enriquecer la base de datos geográfica proviene de fuentes secundarias, no se han adelantado validaciones en campo, con respecto a generar algún tipo de medición de verificación previa para su incorporación, teniendo en cuenta que para el caso de la información del POT y el censo arbóreo, esta ha sido validada previamente, los criterios de calidad aplicados, están relacionados con la estructuración de los registros.

8.3.4 *Actividad 3. Generar la documentación y diseñar los formatos y registros necesarios para garantizar el funcionamiento y la administración del sistema, de acuerdo a los criterios de calidad.*

Con el fin de que la base de datos se mantenga actualizada y sea posible integrar los datos nuevos, para algunas de las capas de información que son actualizadas con mayor frecuencia se han configurado tablas en Excel con las condiciones que debe cumplir cada campo para que se facilite la integración de la información, esto pretende, disminuir los errores de compatibilidad, limitando las opciones de los campos de acuerdo a los dominios establecidos en el diccionario geográfico, por ejemplo. Adicionalmente, para los registros que se obtienen en campo se han creado encuestas predeterminadas usando la aplicación memento database, aprovechando que los técnicos están familiarizados con el uso de dicha app. Esta aplicación permite hacer una sincronización de los datos directamente con una tabla almacenada en Google drive, facilitando de esta manera su posterior descarga y cargue de datos a la base de datos, previa aplicación de los criterios de calidad y revisión de los datos acordes a los estándares del diccionario geográfico.

Se han configurado tablas de Excel con campos con validación acordes al diccionario de datos geográficos para las siguientes capas de información:

- Licencia_UrbanisticaTB
- Seguimiento_Licencia_UrbanisticaTB
- AutorizacionInterv_ArboladoTB
- PredioSPEA

- CaracterizacionUsuarioSPEA_TB
- AsistenciaTecnicaRural_TB

Ilustración 6.

Encuestas para el levantamiento de datos en campo usando app.

Nota: elaboración propia, 2023.

8.4 FASE 4. Validación.

Una vez ha sido posible diseñar el SIG, se debe validar que este atiende los requerimientos de la organización; en esta fase se valida la operatividad de la base de datos y el Sistema de Información Geográfico a partir de las preguntas de validación establecidas como lineamientos de satisfacción de las necesidades de consultas espaciales y temáticas.

8.4.1 Actividad 1. Determinar la funcionalidad de la base de datos a partir de consultas espaciales y temáticas.

Estructurada la base de datos espacial, se requiere efectuar consultas temáticas y espaciales, con el fin de evaluar si el conjunto de capas geográficas genera las respuestas necesarias para satisfacer los requerimientos de los usuarios. Para (Olaya, 2014), “el análisis más simple que podemos efectuar sobre una capa (o varias) de información geográfica es la simple consulta de esta. Entendemos por consulta una operación en la cual *preguntamos* a los datos geográficos algún tipo de cuestión simple, generalmente basada en conceptos formales sencillos. Este tipo de análisis, aunque no implica el uso de conceptos analíticos complejos, es uno de los elementos clave de los SIG, pues es parte básica del empleo diario de estos”, (p. 263).

Con base en las entrevistas realizadas con los funcionarios, se han construido consultas que permiten validar si la base de datos espacial responde a las necesidades que los usuarios desean resolver usando el Sistema de Información Geográfico Propuesto:

- a) *¿El predio se encuentra en alguna condición de amenaza?*
- b) *¿Cuál es el área solicitada en licenciamiento?*
- c) *¿Cuál es el tipo de licencia que se solicita mayoritariamente por año?*
- d) *¿En qué comuna y barrio del municipio se solicitan más licencias de construcción para obra nueva? Y ¿Cómo se proyecta el crecimiento de la ciudad?*
- e) *¿Cuál es la clasificación del suelo, del predio donde se está solicitando una licencia?*
- f) *¿Cuántos árboles tienen autorización de tala para la vigencia?*
- g) *¿Cuáles árboles se deben priorizar para erradicación porque tienen riesgo alto?*
- h) *De los árboles autorizados para erradicación, ¿cuáles se han realizado? y ¿cuántos falta?*
- i) *¿Cuáles son las zonas del municipio con mayor carencia de arbolado urbano? Y ¿Dónde se puede realizar actividades de siembra de árboles en el área urbana?*

- j) ¿Cuáles árboles autorizados para erradicación están a menos de 10 metros de predios construidos?
- k) ¿En qué zona del municipio se ubican los predios rurales (pequeña propiedad) con áreas inferiores a 3Ha?
- l) ¿En qué corregimiento hay mayor número de usuarios del SPEA?
- m) ¿Cuál es el área en cultivos de los usuarios registrados?
- n) ¿Cuántos predios registrados cuentan con actividad pecuaria?
- o) ¿Cuál es el renglón productivo más representativo sobre el cual se presta el SPEA?

A continuación, se muestran algunos resultados al aplicar las consultas anteriores, de esta manera se puede tener certeza de que se atenderán las necesidades de consulta de los usuarios internos del sistema.

Ilustración 7.

Validación ¿El predio se encuentra en alguna condición de amenaza?

Predio U - 76147010101470001000	
OBJECTID	15570
Matricula Inmo	375-7988
Numero predial	761470101000001470001000000000
Num Pred Anterior	76147010101470001000
Num Unico Pred	<Null>
Avaluo catastral	309998000
Avalúo comercial	<Null>
Tipo predio	<Null>
Condición del predio	<Null>
direccion	K 1N 14 49

A partir de la herramienta identificador, es posible identificar si el predio se encuentra en una condición de amenaza, en este caso el predio tiene una condición de amenaza media para la amenaza por inundación urbana.

Nota: Elaboración propia, 2023.

Ilustración 8.

Validación ¿Cuál es el área solicitada en licenciamiento?

Clase Licencia	Modalidad Licencia	area licenciada
Subdivision	<Null>	1553
Construccion	Obra nueva	126,24
Subdivision	<Null>	126
Construccion	Ampliacion	147
Construccion	Ampliacion	38,31
Subdivision	<Null>	15800

Se puede realizar una consulta temática sobre la tabla que registra los datos de las licencias urbanísticas, conociendo el área que se ha licenciado, según la clase y modalidad de la licencia.

Nota: Elaboración propia, 2023.

Ilustración 9.

Validación. ¿Cuáles árboles se deben priorizar para erradicación porque tienen riesgo alto?

m	Actividad Aprobada	Estado Actividad	Entidad Responsable	Otra Entidad	Tipo Riesgo
1	II> erradicacion	pendiente	Subsecretaria medio ambiente	<Null>	Riesgo Alto
2	II> erradicacion	pendiente	Subsecretaria medio ambiente	<Null>	Riesgo Alto
3	II> erradicacion	pendiente	Subsecretaria medio ambiente	<Null>	Riesgo Alto
4	II> erradicacion	pendiente	Subsecretaria medio ambiente	<Null>	Riesgo Alto
5	II> erradicacion	pendiente	Subsecretaria medio ambiente	<Null>	Riesgo Alto
6	II> erradicacion	pendiente	Subsecretaria medio ambiente	<Null>	Riesgo Alto
7	II> erradicacion	pendiente	Subsecretaria medio ambiente	<Null>	Riesgo Alto
8	II> erradicacion	pendiente	Subsecretaria medio ambiente	<Null>	Riesgo Alto

22 of 42 selected

Barrio	Codigo Especie *	Nombre Comun
Barrio Santa María	SP12	Saman
Barrio Santa María	SP12	Saman
Barrio El Prado	SP304	Tulipan africano
Condominio Terrazas del Llano	SP203	Leucaena
Urbanización Praga	SP315	Pomorroso
Barrio Horizonte	SP64	Acacia rubina, Acacia...
Barrio Villa Helena	SP110	Palma de Coco
Urbanización Chiminangos	SP164	Caucho de la India

14 of 16.193 selected

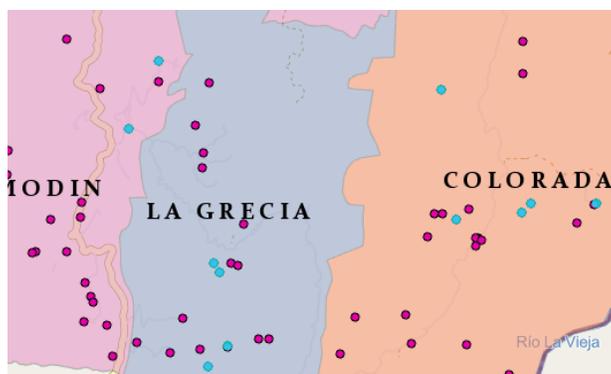
De las solicitudes recibidas para erradicación de árboles, se identifican 22 árboles como prioritarios por riesgo alto, además de los 22 árboles priorizados, 14 están registrados en el censo arbóreo, por lo tanto, se deberá cambiar el estado de estos árboles de activos a inactivos, una vez la actividad de erradicación se ejecute.

Nota: Elaboración propia, 2023.

Ilustración 10.

Validación. ¿Qué predios en categoría de microfundios <3Ha, están registrados en el SPEA?

enencia	Habita Predio	Corregimiento	Vereda	area_predio	latitud	longitud
1	NO	Modin	La Florida	3	4,639583	-75,877889
2	SI	Modin	Oriente	3	4,666944	-75,884556
3	SI	Coloradas	Coloradas	2,56	4,653224	-75,842516
4	SI	Modin	Oriente	2,5	4,660403	-75,887471
5	SI	Modin	Perejil	2,24	4,647472	-75,87925
6	SI	Modin	Modin	2	4,681667	-75,889555
7	SI	Modin	Perejil	1,92	4,646686	-75,878694
8	SI	Coloradas	Coloradas	1,92	4,664153	-75,857422



Nota: Elaboración propia, 2023.

8.5 FASE 5. Aplicación.

Representación de los resultados de las consultas espaciales y temáticas mediante un aplicativo de escritorio y web.

Con una consulta sobre la tabla de atributos se pueden seleccionar los predios que tienen área menor a 3Ha, y ver especialmente donde se distribuyen dichos predios, además con la relación existente con la tabla de caracterización de los usuarios, es posible conocer atributos socioeconómicos de los usuarios del servicio de SPEA para la priorización de programas de inversión social.

8.5.1 Actividad 1. Organización de la información geográfica en un aplicativo SIG de escritorio y web para la consulta de datos e información.

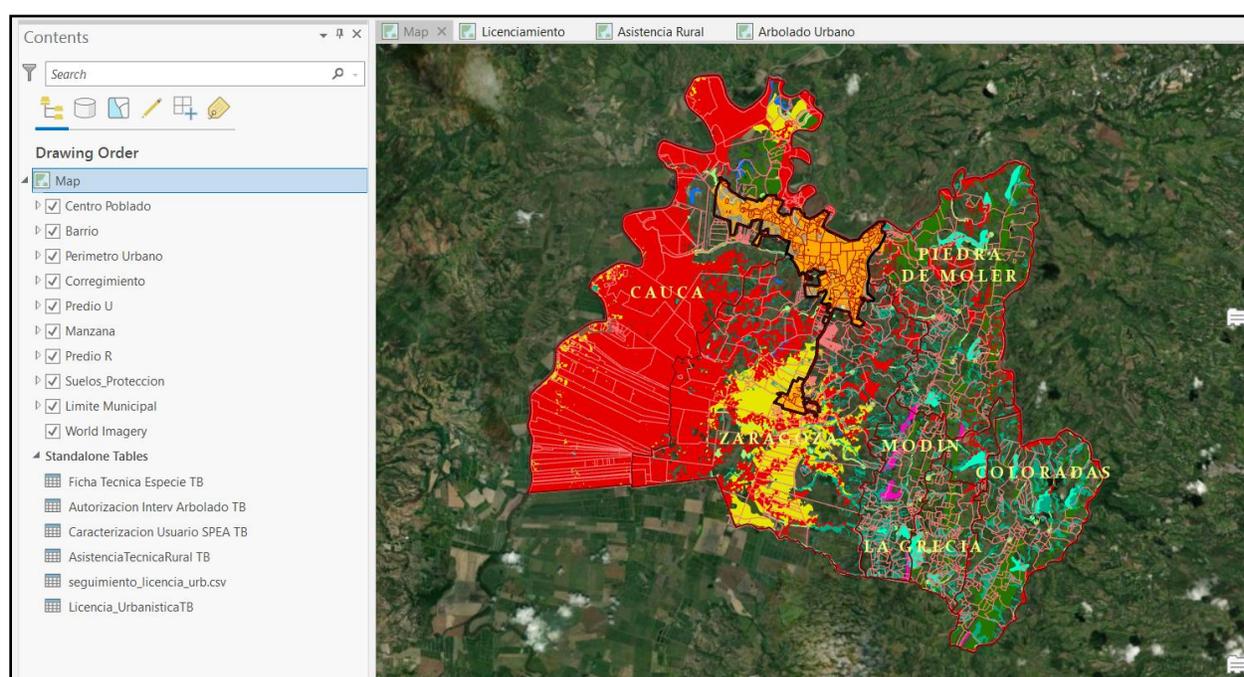
Como se mencionó en la FASE 2, se ha propuesto trabajar sobre la plataforma ArcGIS Pro de la casa comercial esri, este software en su nueva versión desktop permite tener en un único proyecto, los distintos mapas que se requieran. Se ha generado un proyecto que contiene las capas de consulta de interés general con el fin de que los usuarios puedan sobre este agregar otros datos disponibles de otras entidades y evaluar las relaciones que puedan existir a nivel predial con las diferentes temáticas o simplemente conocer la localización de un predio sobre el cual se adelanta algún tipo de tramite o proceso.

Se han creado tres mapas adicionales, para cada una de las necesidades priorizadas, de esta manera los usuarios que tienen a cargo procesos que implica la consulta del licenciamiento urbanístico tendrán disponible las capas de información necesarias para hacer este seguimiento. En el caso de los usuarios que requieren programar las actividades de extensión agropecuario, podrán acceder a los datos relacionados con los predios y usuarios registrados, identificar cuáles son las actividades agropecuarias principales que se llevan a cabo en el predio y con base en la ubicación espacial en las diferentes veredas, distribuir tareas a los técnicos de campo y programar las rutas de atención. Para el manejo del arbolado urbano, se ha dispuesto de la información relacionada al censo arbóreo, y la tabla de autorizaciones, así, se tendrá claridad por ejemplo en qué lugar de la ciudad se concentra el mayor número de árboles en riesgo, o donde

están los de mayor tamaño que tienen autorización, aportando en la programación de labores de intervención y facilitando la consulta de información con las capas de información necesarias.

Ilustración 11.

Vista general del aplicativo de escritorio.



Nota: Elaboración propia, 2023.

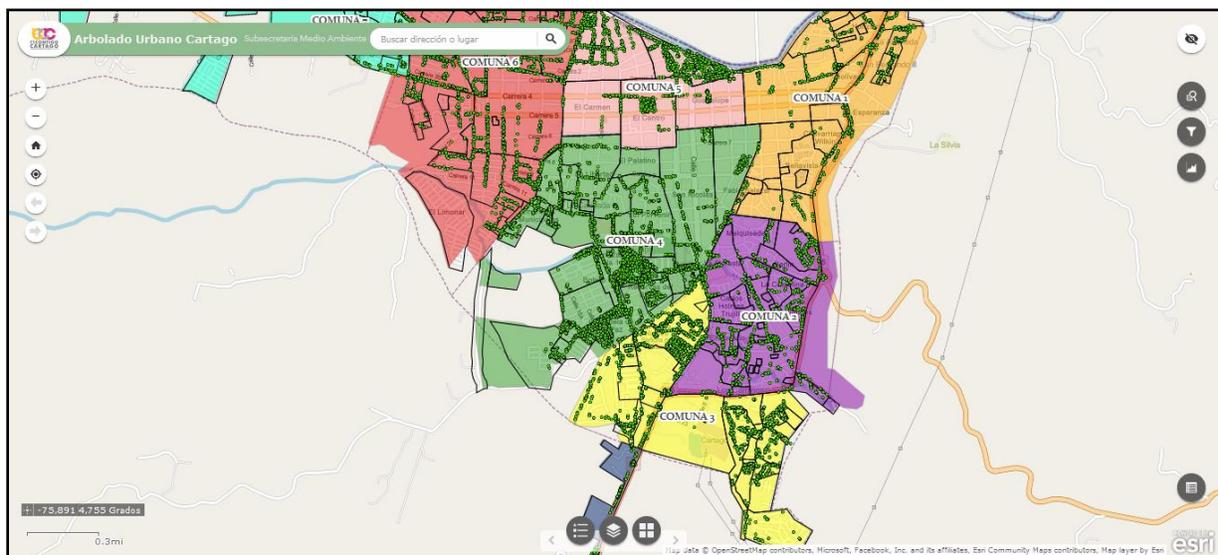
Como parte del ejercicio se han creado dos herramientas web de consulta, usando las herramientas Web que ofrece ArcGIS Online, usando los mapas preconfigurados en la herramienta de escritorio se han creado dos portales de consulta, con la configuración de consultas espaciales, filtros para el análisis de la distribución espacial de la información y gráficos para comprender la distribución de ciertas características entre los registros. El potencial que ofrece esta herramienta permite como se mencionó en apartados anteriores, disminuir los

requerimientos de los equipos de cómputo para los usuarios visualizadores, ya que un administrador SIG podrá configurar las consultas que requiera el usuario y este usando el link para acceder al portal, visualizar los resultados requeridos, esto además disminuirá potencialmente la interacción con las capas de información en el aplicativo de escritorio y la necesidad de adelantar procesos de capacitación más complejos.

En la **Ilustración 12**, se presenta una vista del aplicativo web para la consulta de las actividades de intervención sobre el arbolado urbano del municipio, además la totalidad de registros del censo arbóreo, con las características dasométricas de los individuos.

Ilustración 12.

Vista del aplicativo web, para la consulta del arbolado urbano del municipio.



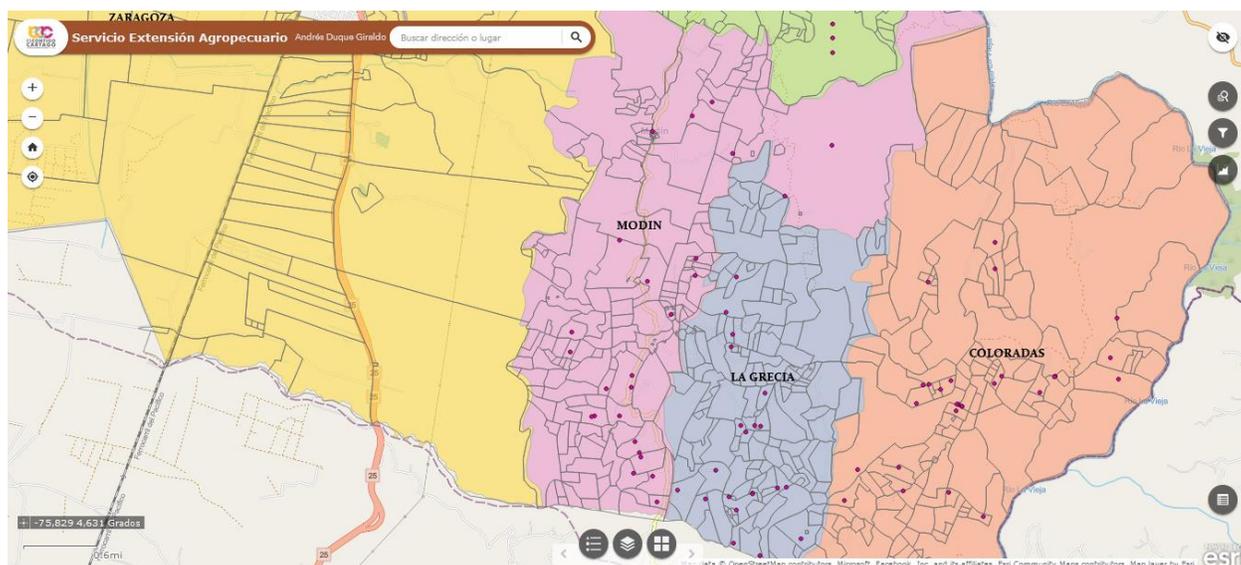
Nota: Elaboración propia, 2023. Servicio disponible en:

<https://umanizales.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=fe711ca3e7d24183a9a77619fe0e18aa>

En la **Ilustración 13**, se presenta una vista del aplicativo web para la consulta de las actividades del Servicio Público de Extensión Agropecuario (SPEA), relacionando los datos del predio registrado y las características socioeconómicas de los usuarios registrados.

Ilustración 13.

Vista del aplicativo web, para la consulta del Servicio Público de Extensión Agropecuario (SPEA) del municipio.



Nota: Elaboración propia, 2023. Servicio disponible en:

<https://umanizales.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=015df787e2734375ad5126110bcf8f9d>

8.6 FASE 6. Implementación

Implementación del Sistema de Información Geográfico en la Secretaría de Planeación, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, como herramienta para la gestión de información y toma de decisiones territoriales del municipio.

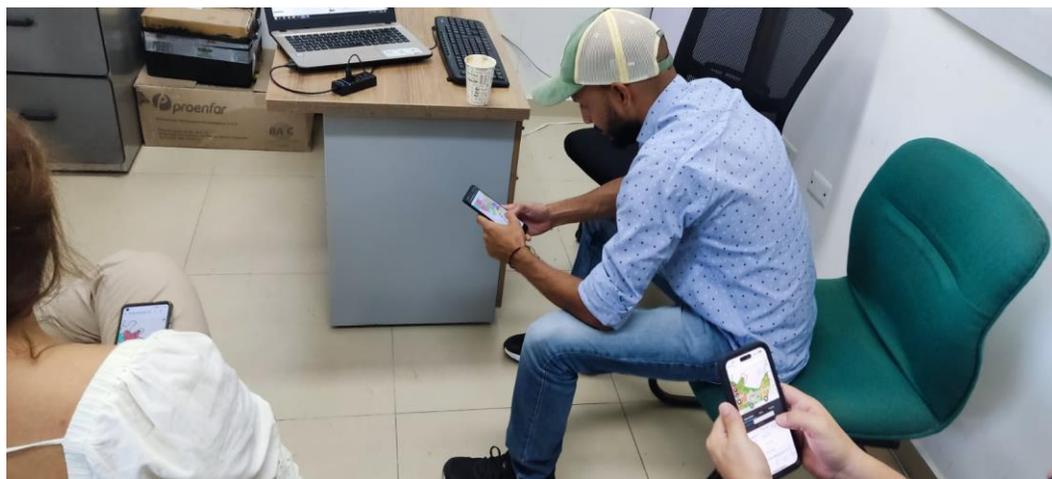
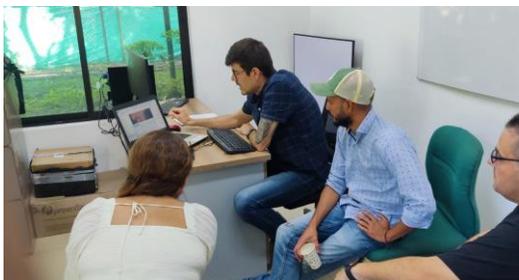
8.6.1 Actividad 1. Capacitación a los funcionarios de la Secretaría que interactúen con el sistema.

Con los usuarios del sistema se ha realizado una capacitación en la cual se les ha mostrado el funcionamiento del sistema de acuerdo a sus funciones dentro de la entidad, además para los usuarios que deben recopilar información, se les ha socializado los formatos que deberán emplear para que estos puedan ser compatibles con la base de datos.

El uso de servicios web, facilita la consulta y visualización de información con consultas precargadas, en este caso, ha sido simple el relacionamiento de los usuarios, ya que, simplemente dando clic en un botón, pueden acceder al resultado que les muestra la distribución de los datos y su relación con otras tablas de información.

Ilustración 14.

Presentación de resultados y capacitación sobre consulta y operación del sistema.



Además de la presentación del sistema y la capacitación sobre su operación, se ha generado un instructivo que servirá para que los usuarios puedan usar de manera correcta las herramientas disponibles en el aplicativo de escritorio y web.

Dado que a la fecha no se cuenta en la entidad con un profesional formado o con experiencia avanzada en Sistemas de Información Geográfico, se ha dejado en el instructivo el procedimiento general para cargar datos en el SIG, esto estará a cargo de un funcionario que es quien mayor conocimientos tiene con respecto al uso del software y la operación de la base de datos geográfica, de esta manera se pretende que la base de datos no se desactualice y pueda ser fuente de consulta para los usuarios internos de la entidad, mientras se avanza en el desarrollo de un profesional capacitado y la adquisición de licencias.

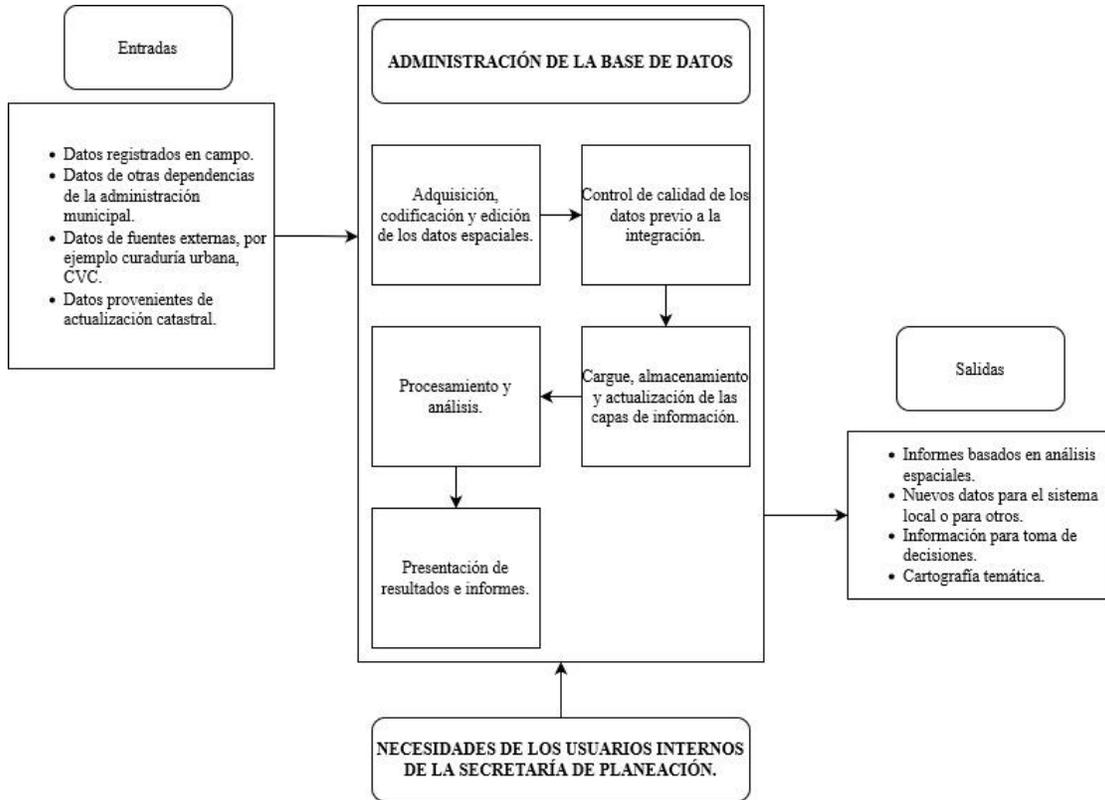
8.6.2 Actividad 2. Elaborar el diagrama de proceso y procedimiento del sistema, como insumo para el sistema de calidad municipal.

El proceso de gestión del SIG, se fundamenta principalmente en la gestión de los datos actuales con el fin de poder dar respuestas temporalmente vigentes a las necesidades que tienen los usuarios internos de la organización, de esto modo, el proceso se estructura desde la entrada de los nuevos datos, la gestión de estos para integrarlos en la base de datos geográfica, la aplicación de consultas y finalmente la obtención de resultados que se convierten en las salidas del proceso, estas salidas corresponderán a las respuestas que solucionen total o parcialmente las necesidades de los usuarios, facilitando la toma de decisiones al interior de la entidad.

Una vez se ha establecido el proceso para la gestión del sistema, se establece el procedimiento general para su administración, en este punto es clave considerar los criterios de calidad que se han establecido anteriormente con el fin de que se enuncien dentro del procedimiento. Algunas capas de información requieren de una actualización frecuente, pues corresponde a obligaciones normativas que debe adelantar la entidad, y la prestación de servicios de extensión agropecuaria o ambiental a los habitantes del municipio, en ese sentido es clave comprender que el procedimiento inicia con el tratamiento preliminar de los datos, para su posterior incorporación en la base de datos.

Ilustración 15.

Proceso para la gestión del SIG de la secretaría de Planeación.



Nota: elaboración propia, 2023, basado en (Olaya, 2014).

Tabla 6.

Procedimiento general para la gestión del SIG de la secretaría de Planeación.

1.	GESTIÓN DE LOS DATOS
a.	<i>Adquisición de los datos en campo o a partir de fuentes externas</i>

	Usando las encuestas preconfiguradas en el aplicativo memento, los técnicos operativos registraran los datos solicitados en dichos formatos, una vez regresen a la oficina, deberán sincronizar la aplicación para que esta sea almacenada en la nube. Una vez sincronizados los datos, se procede a eliminar las encuestas realizadas para evitar cambios no programados en las próximas visitas.
	próximamente se solicitará a la curaduría urbana los informes de las licencias urbanísticas expedidas, dicho informe deberá contener la tabla de registros que hacer parte de los formatos de este procedimiento
b.	<i>Validación de los datos.</i>
	Previo a cargar los nuevos datos a la base de datos, se debe verificar que estos cumplen con los criterios del diccionario de datos geográfico
	Se deberá aplicar los criterios de validación establecidos: tipo de dato, datos obligatorios, identificador único o código de identificación, rango del campo, formato, dominios.
c.	<i>Estructuración de los datos.</i>
	Cambiar nombres por códigos para conciencia con dominios.
	Creación de capas de información previas, para el caso de datos que se cargan en capas geográficas.
2.	GESTIÓN DE LA BASE DE DATOS
a.	<i>Ajuste de fallos en el sistema.</i>
	Pueden presentarse problemas de compatibilidad relacionados con la versión del software, o el cargue de datos no compatibles con las características del datase, en esos casos se debe verificar que exista compatibilidad y actualizar o ajustar los datos acordes a los requerimientos.
b.	<i>Actualización de la base de dato.</i>
	Integrar nuevas capas de información cuando las necesidades de los usuarios no puedan ser satisfechas con la información actual, esto implica que en el diccionario de datos geográficos se deberán crear las nuevas capas de información, detallando la estructura de almacenamiento y el relacionamiento con las demás capas de información.
c.	<i>Incorporación de capas de información requeridas</i>
	Validada la congruencia de los datos y las tablas a cargar con base en el diccionario de datos geográficos, se realiza el load data a las capas de información dentro de la Geodatabase.
3.	ACTUALIZACIÓN DE SERVICIOS WEB
a.	<i>Actualización de las capas web</i>
	Cargadas las capas en la base de datos geográfica, se procede a realizar los cambios en las feature class web que se han almacenado en el servicio web.

b.	Integración de los nuevos datos espaciales a las capas almacenadas en ArcGIS Online.
	Cuando se crean nuevas capas de información que pueden mejorar la interacción de los usuarios de tipo visualizador, o se requieren agregar nuevas consultas a los servicios existentes para atender necesidades específicas de consulta.
4.	ANÁLISIS ESPACIALES
a.	<i>Consultas temáticas</i>
b.	<i>Consultas espaciales</i>
5.	REPRESENTACIÓN VISUAL DE LOS DATOS
a.	<i>Generar informes</i>
	Usando los datos espaciales que componen la base de datos y a partir de las consultas espaciales y temáticas, se generan informes que den respuesta a las necesidades que tenga la dirección, usando la tabla de atributos y la estructuración de tablas dinámicas en Excel se generan agrupaciones, que simplifican los resultados.
b.	<i>Generar mapas temáticos</i>

Nota: elaboración propia, 2023.

9. Análisis y Discusión de Resultados.

Durante la identificación de necesidades, fue posible evidenciar la baja sistematización de información que posee la dependencia, ya que el almacenamiento de información que corresponde a múltiples temáticas que aborda la dependencia es lo más cercano a un sistema de almacenamiento y gestión de la información; esta situación condiciona la posibilidad y el alcance de las respuestas a las necesidades identificadas. Las necesidades que el SIG podría satisfacer en una entidad tan importante son numerosas, sin embargo, el ejercicio de priorizar tres procesos relevantes sirvió para demostrar que es posible optimizar recursos a partir de una herramienta como estas, tomando decisiones en materia de ordenación y planeación del territorio, sobre todo

para los procesos de gestión del arbolado urbano y el servicio de extensión agropecuario, para el caso del seguimiento al licenciamiento, las limitantes en cuanto a la disponibilidad de información de calidad dificulta generar una respuesta más sólida, sin embargo, es claro que lo se propone en términos de relación de entidades será suficiente para satisfacer las necesidades definidas por los usuarios.

Identificar necesidades a partir de un taller con actores es un ejercicio valioso, los funcionarios conocen de primera mano la realidad de la entidad, y las necesidades cotidianas que se presentan como resultado de su trabajo, es importante comprender ¿cómo funciona la organización? Y el ¿qué hacen sus funcionarios? Con estas dos preguntas se logra describir a partir de los procesos y procedimientos la misión de la organización y las necesidades que tienen los funcionarios de acuerdo a las actividades que deben desempeñar cotidianamente.

De este ejercicio se priorizaron los tres procesos, el primero seguimiento al licenciamiento urbanístico del municipio, el segundo, gestión del arbolado urbano del municipio y el tercero registro y seguimiento del Servicio Público de Extensión Agropecuario, procesos que por sí solos podrían llegar a detallarse de tal manera que cumplirían con los requerimientos suficientes para desarrollar procesos de investigación similares particulares para cada uno.

A pesar de la dificultad para contar con suficiente información de calidad, el vigente proceso de actualización del POT, el censo arbóreo disponible y el registro de usuarios del servicio de extensión agropecuario, permitieron pensar en un sistema que incluyera un conjunto de capas de información que demuestra el potencial que posee la representación espacial de la

información y como esta, puede ser incorporada en la gestión y toma de decisiones, en la planificación de actividades de asistencia técnica y sobre todo en la ejecución de recursos públicos de manera eficiente.

El punto de partida fue definir que se espera satisfaga el SIG a proponer, luego de esto, el procedimiento metodológico permitió llevar a cabo una secuencia lógica para alcanzar la estructuración de la base de datos geográfica y su representación en un aplicativo que facilita la interacción de los usuarios con la información. La calidad de los datos fue relevante para alcanzar el objetivo, se pudo evidenciar que para el caso del seguimiento al licenciamiento urbano, los datos no estaban ordenados, no existían criterios para el diligenciamiento de atributos claves como es el código predial, la matrícula inmobiliaria, incluso para el tipo de licencia a solicitar, se ha registrado atributos que no corresponden a los tipos o modalidades de licencias que establece la normatividad, esto dificultó la posibilidad de modelar el crecimiento de la ciudad, sin embargo, permitió mostrar a las directivas y usuarios finales, la oportunidad de poder visualizar con algunos datos adecuados, las licencias aprobadas donde se localizan.

Para el caso de la gestión del arbolado urbano, la información disponible del censo arbóreo tiene un alta calidad, esta se ha validado por parte de la autoridad ambiental y si bien algunos registros presentan inconsistencias en cuanto a la ubicación de los individuos en el espacio de la ciudad, es fácil con el apoyo del ortomosaico identificar la ubicación real, esta información sumada al registro cuidadoso de las diferentes actividades aprobadas por la autoridad ambiental permitió relacionar los individuos arbóreos que cuentan con aprobación para

erradicación, y como se distribuyen en el espacio de la ciudad para programación de actividades en los proyectos de inversión que se generan para dar cumplimiento a dichos mandatos.

En cuanto al seguimiento al SPEA dado que la información disponible ha sido la que los técnicos operativos han registrado, se presentan algunos errores de digitación o ausencia de datos en campos relevantes, sin embargo, fue suficiente para la estructuración de la solución, debido a que los datos que se levantan en campo se almacenan en una sola tabla, se definieron dos entidades, una que almacene los datos específicos para los predios registrados y otra que registre las características socioeconómica de los usuarios, esto es clave, ya que un usuario registrado puede ubicarse en un momento dado en un predio y posteriormente trasladarse a otro, de esta manera, simplemente se requiere hacer un cambio en el campo que relaciona ambas entidades y no es necesario disponer de tiempo y recursos para realizar un nuevo registro.

En general cada fase es relevante, pero dentro de la estructuración se vuelve más complejo administrar aquellas fases que no están del todo bajo el control del consultor, por ejemplo la gestión de la información y como esta se obtiene, la disponibilidad para implementar los procesos para mantener y actualizar el sistema y la base de datos, en este caso, el uso de los aplicativos web tiene un impacto muy inmediato en los dirigentes, puesto que, les permite comprender que pueden tener al alcance de su mano información espacial que representa una condición específica del territorio que pueden emplear y mostrar durante una reunión con actores clave y otros tomadores de decisiones, en este sentido, plantear las dos soluciones para el caso del arbolado y el SPEA, simplemente es un ejercicio de ejemplificación que facilita la

motivación de los tomadores de decisiones para que se avance en una fase de mayor envergadura para la estructuración de un SIG más robusto, que cuente con toda la infraestructura necesaria para su operación.

La solución que se ha construido permite que la organización sistematice los datos para los tres procesos priorizados, primero el seguimiento al licenciamiento urbanístico, en este caso, se ha estructurado para que los nuevos datos cumplan con los criterios de calidad, pero es posible hacer un esfuerzo administrativo, para aprestar los registros existentes de las licencias urbanísticas de años anteriores, de modo que se puedan integrar en la base de datos, incluso un ajuste a futuro sería geocodificar las direcciones, ya que actualmente el catastro no se mantiene tan actualizado, siendo muchas veces difícil generar el relacionamiento entre la tabla de licenciamiento y la capa de predios. Segundo el seguimiento al arbolado urbano, esta es una actividad que se integra dentro de las otras actividades de cumplimiento del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS, la solución puede ser escalable, integrando por ejemplo áreas de corte de césped, limpieza de áreas públicas, ECAS y demás elementos que se consideren, incluso el tema es tan grande, que un trabajo de este tipo se puede orientar al diseño de un SIG para el seguimiento del PGIRS. Tercero, el SPEA, en este caso, una necesidad que manifestaron los funcionarios, fue la posibilidad de hacer seguimiento a los predios que se visitan durante el servicio de extensión, así que se crea una entidad que permita registrar los datos de visita y se relacione con el predio visitado a partir de un campo común.

El sistema de información geográfico que se ha diseñado, es operativo, permite que los datos se sistematicen de acuerdo a categorías, que estos se relacionen entre ellos y con otras fuentes de información para tomar decisiones encaminadas al uso eficiente de los recursos disponibles, mejorando la planificación del territorio. Hay que tener en cuenta que se requiere continuar atento a las dificultades que puedan presentar los usuarios, pues probablemente la estructura de la base de datos pueda ser mejorada, para que responda a nuevas necesidades o quitando campos de algunas entidades que no son de utilidad; se han incorporado las capas de información del POT como un insumo base para la consulta de la posibilidad o restricción de los usos del suelo, sin embargo, toda esta información podría simplemente mantenerse en una base de datos externa a esta, para evitar algún tipo de cambio que pueda llevar a la toma de decisiones erróneas.

Finalmente, el modelo de entidad relación que se diseñó, cumple con las necesidades que han sido priorizadas, las consultas requeridas en la entidad son generalmente sencillas, y pretenden solucionar a preguntas básicas como, ¿dónde está algo? O ¿qué hay cerca de algún lugar? En la medida que estas consultas se resuelvan y que los usuarios avancen en el relacionamiento con el sistema, y su capacitación, aparecerán nuevas consultas que aportaran a la retroalimentación del sistema, identificando si carece de capacidades y debe adelantarse una mejora o por el contrario se mantiene vigente para resolver las nuevas necesidades y consultas.

10. Conclusiones

Identificar las necesidades de la secretaría de planeación de acuerdo a los procesos y procedimiento que se integran al sistema, es el punto de partida para delimitar las respuestas que genere el SIG; iniciando con la revisión de las funciones misionales de la dependencia, las responsabilidades y roles que cumplen los funcionarios y futuros usuarios dentro de la entidad, finalizando con la priorización de las necesidades esenciales a abordar. Cada entidad es particular, partir de comprender como funciona esta y que actividades realizan recurrentemente sus funcionarios, permite comprender con mayor facilidad hacia donde se orienta el SIG, la información que requiere, y muy importante si se cuenta con esta o deben generarse los procedimientos para su recolección.

Una vez se han tenido claras las necesidades a resolver, se establecieron los requerimientos del sistema, entendiendo este como el conjunto de partes, que dispuestas de una manera específica permiten el funcionamiento del SIG. La solución puede encarecerse significativamente en este punto, si no se delimitan los usuarios, se podría pensar en generar una inversión importante en hardware y licencias por usuario, cuando se piensa en el número de personas que requieren consultar información, la delimitación de usuarios, ha permitido por ejemplo entender que la mayoría son de tipo visualizador, por ende, es óptimo en términos de inversión pensar en una solución que disponga de servicios en línea, disminuyendo el gastos en hardware por ejemplo.

A partir de la definición del alcance del SIG se logra estructurar el modelo de entidad relación que permite modelar la integración de la información dentro de la base de datos espacial, ha sido clave poder pensar como cada capa de información debería poder relacionarse con las demás y que campos deben integrarlas para dar las respuestas necesarias, desde este punto, pensar en el diccionario de datos geográficos es más sencillo y es indispensable porque este permite organizar mejor la estructura de las capas de información previo al cargue de datos. El modelo de almacenamiento no es una fórmula generalizada, seguramente la experiencia del diseñador y la interpretación propia de las necesidades lo llevan a diseñar un modelo particular, sin embargo, en el diseño se consideró que el modelo debía permitir la adaptación a nuevas necesidades y la integración de capas de información de otras fuentes.

La base de datos y las capas de información fueron validadas, estas son suficientes para responder a las preguntas cotidianas que surgen en la dependencia, es posible integrar nuevas capas o simplemente relacionar las existentes con otras bases de datos, lo que da cuenta de la operatividad del SIG, sin embargo, es necesario hacer una limitación de dicha operatividad, puesto que, al final dependerá de los usuarios que sigan los procedimientos para el almacenamiento de nuevos datos y dependerá de los dirigentes, priorizar la inversión en las licencias, equipos y capacitaciones requeridas para el funcionamiento de las aplicaciones.

Visualizar los resultados en pantalla es la respuesta final del sistema que responde a una pregunta, no sería suficiente con únicamente tener una base de datos que almacena información, el valor de los SIG está en poder entender la relación espacial que tienen los datos, en este caso

presentar los resultados por temáticas facilitará la consulta y la interacción de los usuarios. Para los usuarios con menor experiencia en el uso de este tipo de herramientas y quienes se pueden confundir con un gran número de botones innecesarios para sus labores, optar por una solución web, simplifica su interacción, la secretaría tiene en gran medida usuarios de tipo visualizador, que requieren hacer consultas básicas, por lo tanto la posibilidad de preconfigurar una app web de consulta resulta más práctico para ellos y disminuye la necesidad de inversión en hardware, software y capacitación especializada de los usuarios.

Finalmente, la aplicación del proceso metodológico ha generado un SIG que responde a las necesidades priorizadas, su implementación ha quedado en un punto en el cual solo depende de que se le dé continuidad al procedimiento, que la herramienta sea usada. Si bien, es una solución parcial a todas las necesidades de la entidad, la propuesta tiene la posibilidad de escalabilidad que permitirá expandirlo a otras oficinas de la secretaría de planeación o integrar datos de otras entidades de la administración municipal.

Como cualquier sistema, este es objeto de mejora, una vez se superen dificultades en la disponibilidad de datos sistematizados de mejor calidad, contar con funcionarios capacitados y que puedan sacar un mayor provecho al SIG, requerirá actualización y mejoras para que responda a preguntas más complejas. El crecimiento institucional y la mejoría en la categorización del municipio implicará que el desarrollo de una oficina encargada de diseñar, implementar y mantener un SIG no sea una decisión supeditada a voluntades, si no que por el

contrario sea una necesidad para responder de manera eficiente y eficaz a las necesidades del territorio.

Estructurar la información a partir de un SIG, permite a una entidad tomar decisiones en los procesos de ordenación y planificación territorial, la priorización de actividades y la inversión eficiente del gasto en los proyectos que se deben ejecutar. Si bien este ejercicio ha priorizado solo tres de las muchas actividades que debe desarrollar la secretaría de planeación del municipio de Cartago, es suficiente para validar la importancia que tiene implementar un SIG para la toma de decisiones en la planificación y ordenamiento del territorio.

11. Recomendaciones.

Este ejercicio académico permite comprender la utilidad de un SIG en una entidad encargada de la planeación y gestión del territorio, sin embargo, la operatividad en el tiempo de lo que se ha desarrollado demanda una inversión en licencias y capacitación para los usuarios, invertir en la contratación de por lo menos un profesional con experiencia en el desarrollo y mantenimiento de este tipo de aplicaciones es fundamental para trazar el camino que permita los ajustes requeridos en el SIG propuesto y el inicio de la escalabilidad del mismo, integrando los datos que se generan en otras dependencias del municipio y que podrán mejorar la toma de decisiones para la gestión del territorio.

Para el caso del licenciamiento urbanístico, es indispensable definir cuáles son las respuestas que se deben dar a los usuarios externos, incluidas las instituciones a las cuales deben remitirse los reportes de las licencias aprobadas, teniendo en cuenta que actualmente es la curaduría urbana la encargada de aprobar dichos tramites y quien deberá reportar esta información a la secretaría de planeación, se recomienda usar un formato de reporte estandarizado, en el cual se puedan delimitar los campos correspondientes con listas desplegables, disminuyendo los errores de digitación y la agregación de categorías que no contempla la normatividad.

De igual modo para el caso del seguimiento al servicio de extensión agropecuario, es indispensable que los operarios de campos diligencien en su totalidad los campos de información que se solicitan, con datos verídicos, ya que esta información se ha identificado es relevante para la priorización de beneficiarios de programas de inversión en el sector rural, es recomendable hacer ejercicios de acompañamiento en campo de un supervisor para verificar ¿cómo se diligencia la información?, ¿qué dificultades presentan durante el levantamiento de la encuesta? y ¿qué errores se cometen?, que pueden ser corregidos con el propósito de garantizar información primaria de calidad y útil para la actualización de la base de datos geográfica.

En cuanto al seguimiento al arbolado urbano, se identificó que el censo arbóreo no incluye algunos individuos, por lo tanto, es importante registrar los árboles sobre los que se reciben solicitudes de poda y erradicación que no hacen parte del inventario, sumado a esto, es importante que se preconfiguren las encuestas con los registros para cada árbol que se requiere

visitar en campo, de esta manera el técnico operativo visitará específicamente el árbol con autorización, disminuyendo errores por identificación de árboles no autorizados o el diligenciamiento de datos erróneos en campos claves para el relacionamiento de entidades.

El diccionario de datos geográfico es un insumo permanente de consulta, con el fin de clarificar dudas con respecto a la información que se diligencia en un campo, y el instructivo servirá también para solucionar algunas dudas que se puedan tener con respecto al procedimiento para cargue de datos y consultas, adicionalmente esri ofrece un gran número de recursos para comprender el funcionamiento del aplicativo.

Se recomienda apoyarse para la actualización de la base de datos con el profesional que tendrá este rol temporalmente, a fin de mantener una sola base de datos integrada y actualizada, desde esta realizar las copias locales, disminuyendo así la duplicidad de información y sobre todo la descentralización de la misma, pudiéndose perder datos óptimos para el funcionamiento del sistema. Es fundamental que la entidad evalúe la necesidad de destinar recursos para invertir en un desarrollo completo del sistema, incluido la adquisición de licencias si es necesario, en este proceso es interesante definir si es más recomendable el uso de software libre, como alternativa de ahorro a la adquisición de licencias, sin embargo, deberá evaluar la necesidad de adquirir infraestructura de red, compra de servidores web que permitan la integración de unidades descentralizadas de las oficinas y demás componentes que permitan la funcionalidad óptima de la base de datos, de igual forma de ser relevante el uso de servicios web, deberá considerarse la

necesidad de desarrollar un aplicativo web que disminuya la demanda de equipos tecnológicos y permita la consulta de información básica para los usuarios internos y la ciudadanía en general.

Finalmente, sin importar el tipo de licencia que se decida usar, sea esta licenciada u opensource, es indispensable consolidar un equipo profesional que desarrolle los diferentes roles requeridos para la operación del SIG y den soporte en cada uno de los componentes.

12. Referencias

- Abbott, L. T., & Argentati, C. D. (1995). GIS: A new component of public services. *The Journal of Academic Librarianship*, 21(4), 251–256. [https://doi.org/10.1016/0099-1333\(95\)90004-7](https://doi.org/10.1016/0099-1333(95)90004-7)
- Alcázar Molina, M.-G. (2019). Catastro multipropósito sostenible: una necesidad inaplazable. *Revista Cartográfica*, 91, 9–33. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i91.449>
- Arias, J., & Durango-Vanegas, C. (2017). Propuesta de un método para desarrollar Sistemas de Información Geográfica a partir de la metodología de desarrollo ágil Scrum. *Cuaderno Activa*, 10(1), 29–41.
- Badillo, P. A. P. (2017). *Diseño e Implementación de una metodología para la Gestión de Información Geográfica en el Marco de la Ejecución del SIG Institucional de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Bedoya, S. Z., Marcela, D., & Acero, W. (2022). *Modelos geoespaciales para control de brotes de SARS-CoV-2 en Cartagena y Barranquilla*, . 1–9.
- Bernabé-Poveda, M. A. M. A., & López-Vázquez, C. M. C. M. (2012). *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)*.
- Botero Arias, B. A., & Olave Ramírez, I. A. (2015). *Implementación de un SIG para la zona urbana del municipio de corinto, cauca con base en el producto de la revisión y formulación del P.B.O.T* [Universidad de Manizales].
[https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2349/IMPLEMENTACIÓN SIG URBANO CORINTO CAUCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2349/IMPLEMENTACIÓN%20SIG%20URBANO%20CORINTO%20CAUCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

-
- Chen, Y., & Xu, F. (2022). The Optimization of Ecological Service Function and Planning Control of Territorial Space Planning for Ecological Protection and Restoration. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 100748.
<https://doi.org/10.1016/j.suscom.2022.100748>
- Clark, T. A. (2013). Metropolitan density, energy efficiency and carbon emissions: Multi-attribute tradeoffs and their policy implications. *Energy Policy*, 53, 413–428.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.11.006>
- Congreso de la Republica. (2014). *LEY 1712 DE 2014: Vol. D.O. 49.08* (Issue Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones.).
- Espinoza-Ramírez, A., Nakano, M., Sánchez-Pérez, G., & Arista-Jalife, A. (2018). Geographic information systems and their analysis applied in crime areas in Mexico City. *Informacion Tecnologica*, 29(5), 235–243. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000500235>
- Freestone, R., & Favaro, P. (2022). The social sustainability of smart cities : A conceptual framework. *City, Culture and Society*, April, 100460.
<https://doi.org/10.1016/j.ccs.2022.100460>
- Gonzalez, R. M. (2002). Joint learning with GIS: Multi-actor resource management. *Agricultural Systems*, 73(1), 99–111. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(01\)00102-0](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00102-0)
- Gorani, M. A., & Shanan, M. A. K. (2008). Application of Visual Modeling Technique to the Sudan Investment GIS Model. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 20(2), 103–110. [https://doi.org/10.1016/S1018-3639\(18\)30832-8](https://doi.org/10.1016/S1018-3639(18)30832-8)

- Grimaldi, M., Giordano, C., Graziuso, G., Barba, S., & Fasolino, I. (2022). A GIS-BIM Approach for the Evaluation of Urban Transformations. A Methodological Proposal. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 18, 247–254.
<https://doi.org/10.37394/232015.2022.18.26>
- Gutierrez, M. (2016). El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos. *GSDI-9, November 2006*, 10. https://www.researchgate.net/profile/Mariella-Gutierrez-2/publication/239613162_El_Rol_de_las_Bases_de_Datos_Espaciales_en_una_Infraestructura_de_Datos/links/56ebda2d08aed740cbb602e5/El-Rol-de-las-Bases-de-Datos-Espaciales-en-una-Infraestructura-de-Datos.
- Hatamleh, R. I., Jamhawi, M. M., Al-Kofahi, S. D., & Hijazi, H. (2020). The Use of a GIS System as a Decision Support Tool for Municipal Solid Waste Management Planning: The Case Study of Al Nuzha District, Irbid, Jordan. *Procedia Manufacturing*, 44(2019), 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.221>
- Humboldt, I. de I. A. Von. (2006). Los Sistemas de Información Geográfica. *Geoenseñanza*, 11(1), 107–116. <https://www.redalyc.org/pdf/360/36012424010.pdf>
- ideca. (2019). *Instructivo para la creación de Diccionario de Datos*.
<https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/InstructivoDiccionarioDatos.pdf>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); Centro de Investigación y Desarrollo, & CIAF. (2021). *UNIDAD 2 ICDE, Via estratégica para el Fortalecimiento de Capacidades Territoriales*. <https://doi.org/10.2307/j.ctv14rmqvw.5>
- Kahila-Tani, M., Kytta, M., & Geertman, S. (2019). Does mapping improve public participation?

Exploring the pros and cons of using public participation GIS in urban planning practices.

Landscape and Urban Planning, 186(March), 45–55.

<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.02.019>

León-Jácome, J. C., Herrera-Granda, I. D., Lorente-Leyva, L. L., Montero-Santos, Y., Herrera-

Granda, E. P., Imbaquingo Esparza, D. E., & León, J. G. J. (2020). Optimización de la

recolección de residuos sólidos urbanos bajo un enfoque de Sistemas de Información

Geográfica, un estudio de caso. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*

Iberian Journal of Information Systems and Technologies, 29, 479–493.

https://www.researchgate.net/profile/Israel_Herrera4/publication/341387821_Optimizacion_de_la_recoleccion_de_residuos_solidos_urbanos_bajo_un_enfoque_de_Sistemas_de_Informacion_Geografica_un_estudio_de_caso/links/5ebdda80299bf1c09abc1971/Optimizacion-de-l

Marzouk, M., & Othman, A. (2020). Planning utility infrastructure requirements for smart cities

using the integration between BIM and GIS. *Sustainable Cities and Society*, 57(October

2019), 102120. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102120>

Meneses, J. ., & Cardenas, J. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de información*

geográfico (SIG) sobre software libre para la secretaria de planeación del municipio de

Guadalajara de Buga. (Issue Junezs<). Universidad del Valle, Cali.

Ministerio de Educación Nacional. (2022). *¿Qué es un SIG?*

<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>

Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica* (Victor Olaya (ed.); 1st ed.).

<https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

Oliva, H., Goldstein, J. E., Fisher, M. R., & Hunt, G. (2022). Territorializing spatial data : Controlling land through One Map projects in Indonesia and Myanmar. *Political Geography*, 98(April), 102651. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2022.102651>

Parry, J. A., Ganaie, S. A., & Sultan Bhat, M. (2018). GIS based land suitability analysis using AHP model for urban services planning in Srinagar and Jammu urban centers of J&K, India. *Journal of Urban Management*, 7(2), 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.05.002>

Santé-Riveira, I., Crecente-Maseda, R., & Miranda-Barrós, D. (2008). GIS-based planning support system for rural land-use allocation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 63(2), 257–273. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.03.007>

Sayago Heredia, J. P., & Suárez Carreño, F. (2018). Geoportal e infraestructura de datos espaciales del plan de desarrollo y ordenamiento territorial provincial del Cañar, Ecuador. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de La Informática y Las Comunicaciones*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.33936/isrtic.v2i1.1128>

Shen, S., Dragičević, S., & Dujmović, J. (2021). GIS-based Logic Scoring of Preference method for urban densification suitability analysis. *Computers, Environment and Urban Systems*, 89(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101654>

Stepniak, C., & Turek, T. (2020). Possibilities of using GIS technology for dynamic planning of investment processes in cities. *Procedia Computer Science*, 176, 3225–3234. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.126>

Turek, T., & Stepniak, C. (2021). Areas of integration of GIS technology and smart city tools.

Research findings. *Procedia Computer Science*, 192, 4681–4690.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.246>

Visan, M. (2019). Spatial and territorial development planning: Digital challenge and reinvention

using a multi-disciplinary approach to support collaborative work. *Procedia Computer*

Science, 162(Itqm 2019), 795–802. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.052>

Zhang, Y. J., Li, A. J., & Fung, T. (2012). Using GIS and Multi-criteria Decision Analysis for

Conflict Resolution in Land Use Planning. *Procedia Environmental Sciences*, 13(2011),

2264–2273. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.215>

13. ANEXOS.

13.1 Anexo 1. Encuesta semiestructurada para el levantamiento de requerimientos.

Levantamiento de Requerimientos.

Objetivo: Definir los requerimientos del grupo de funcionarios de la secretaría de planeación, medio ambiente y desarrollo económico, con el fin de ser considerados en el diseño SIG.

¿Qué es un SIG?

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada.

Los usuarios pueden editar los mapas, trabajar por capas y manipular la información que almacena el sistema para obtener resultados específicos o generales de una consulta. Encuentran respuestas como qué hay en un lugar, dónde sucedió un hecho, qué cambios ha habido, qué camino tomar o qué construcciones cercanas se encuentran. Por ejemplo, en SI-GEO, el Sistema de Información Geográfica del Sector Educativo, una persona puede revisar las escuelas de su municipio y además ver los hospitales que están cerca, las montañas, las explotaciones mineras, los ríos, entre otros datos.

Este tipo de sistemas sirve especialmente para dar solución a problemas o preguntas sobre planificación, gestión y distribución territorial o de recursos. Son

utilizados en investigaciones científicas, en arqueología, estudios ambientales, cartografía, sociología, historia, marketing y logística, entre otros campos.

Todos los sistemas de información geográfica y los resultados de las búsquedas en estos dependen de la calidad y cantidad de información suministrada en su base de datos, (Ministerio de Educación Nacional, 2022).

Cuestionario.

<https://forms.gle/c1THY6rcfQfjy1E2A>

- a) ¿Cuál es su rol en la organización?
- b) Describa de manera general ¿qué hace en la entidad?
- c) ¿Actualmente usa mapas para desarrollar sus actividades?
- d) ¿Cómo usa los mapas para desarrollar sus actividades?
- e) ¿Sería útil el uso de mapas para el desarrollo de sus actividades en la organización?
- f) ¿Cómo cree que podrían serle útil el uso de mapas en la organización? ¿Qué necesidad podría satisfacer con el sistema?
- g) ¿Qué información esperaría que genere este sistema en la dependencia?
- h) ¿Qué le gustaría que hiciera el sistema, como se imagina esta solución tecnológica, de acuerdo a las funciones que usted debe cumplir?

13.2 Anexo 2. Instructivo general para la gestión y uso de la información.

Si bien se ha establecido como una de las recomendaciones la necesidad de que dentro de la entidad se cuente por lo menos con un profesional que tenga conocimiento y experiencia en la gestión de Sistemas de Información Geográfico, se genera el siguiente instructivo con el fin de que los usuarios del sistema, tengan la posibilidad de darle uso a la información geográfica y el

funcionario que cuenta con mayor conocimiento en la entidad continúe con la integración de nueva información, con el fin de mantener actualizada la base de datos, aprovechando el uso de la licencia personal con que se cuenta.

13.2.1 Gestión de datos de campo y fuentes externas de información.

Cuando se realiza levantamiento de información en campo es fundamental que los técnicos de campo registren la mayor cantidad de información disponible o que aporte el usuario, esto para disponer de una base de datos más nutrida que pueda dar diferentes respuestas. Una vez se registran los datos en campo, el técnico se debe dirigir a la oficina para realizar la respectiva sincronización de la información y que al día siguiente se dé inicio a la tarea de organización de los datos registrados, para validar cualquier error o inquietud que pueda presentarse. Para esto, se deben usar las tablas dispuestas para realizar el load a la base de datos.

En la documentación del sistema encontrará las siguientes tablas de Excel, las cuales se han configurado para que incluyan las listas correspondientes a los dominios y se limite la extensión y tipo de campo a los establecidos en el diccionario de datos geográficos:

- Licencia_UrbanisticaTB
- Seguimiento_Licencia_UrbanisticaTB
- AutorizacionInterv_ArboladoTB
- PredioSPEA
- CaracterizacionUsuarioSPEA_TB
- AsistenciaTecnicaRural_TB

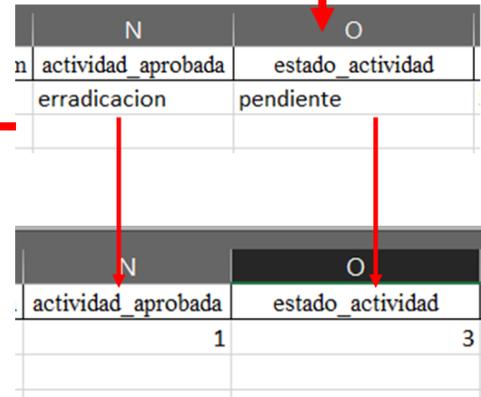
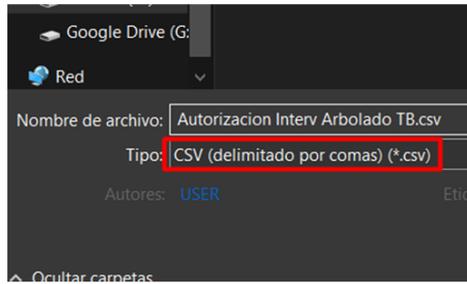
Una vez se hayan colectado los datos deberá ubicar en la tabla que corresponda la información recolectada para validar que todo corresponde a lo establecido, guarde como un

archivo csv delimitado por comas la tabla, y en los campos que tiene dominios, reemplace el texto por los códigos de cada dominio, por ejemplo:

- Si en el campo *actividad_aprobada* de la tabla **AutorizacionInterv_ArboladoTB**, tiene la palabra erradicación, deberá cambiar todas las celdas que corresponda por el número 1, de esta manera cuando cargue la tabla a la base de datos, la celda tomará el valor del atributo.

Código	Alias
1	erradicacion
2	poda
3	corte raiz
4	trasplante

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
codigo_authorized	num_expediente	fecha_expediente	cod_arbol	nom_cientifico	nom_comun	estado_fitosanitario	barrio	otro	direccion	cap_cm	altura_m	ancho_copa_m	actividad_aprobada	estado_actividad
65	0771-1076152022	22/11/2022	CAR_14065		Acacia Roja	Seco	Barrio Los Sauces		Carrera 17	108	8		erradicacion	pendiente

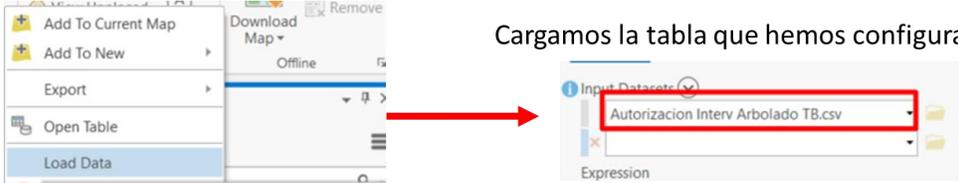


Una vez ajustada la tabla, estará lista para hacer un load a la base de datos.

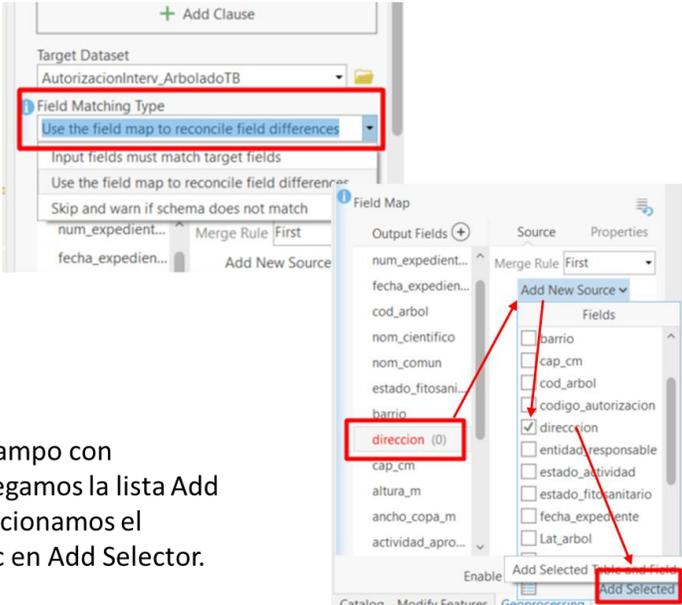
13.2.2 Load data a la base de datos geográfica.

El load a la base de datos no es más que cargar la información que se ha recolectado previamente en campo, que se ha ajustado de acuerdo a los estándares del diccionario de datos geográfico y que se tiene lista en formato csv (delimitado por comas).

Cargamos la tabla que hemos configurado.

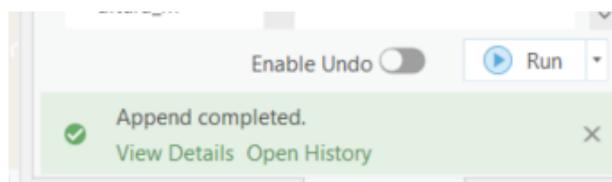


Verificamos que los campos compaginen.

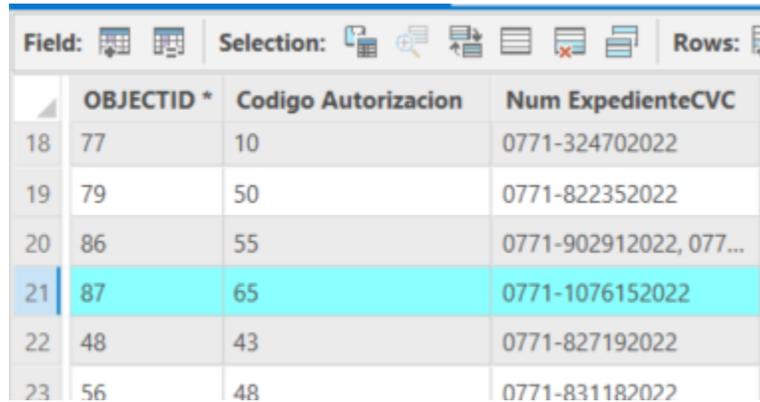


Identificamos el campo con problemas, desplegamos la lista Add New Source y relacionamos el campo, damos clic en Add Selector.

Una vez los campos están apareados, puede dar clic en run y debería aparecer un mensaje en verde, que indica que la información se ha cargado correctamente.



Si abrimos la tabla de atributos, deberemos tener los registros que hemos cargado a la tabla a partir de la opción de load data.



	OBJECTID *	Codigo Autorizacion	Num ExpedienteCVC
18	77	10	0771-324702022
19	79	50	0771-822352022
20	86	55	0771-902912022, 077...
21	87	65	0771-1076152022
22	48	43	0771-827192022
23	56	48	0771-831182022

Una vez ha validado que los datos se han cargado completamente, puede borrar la tabla almacenada en formato csv (delimitado por comas) para evitar agregarla por error en procesos futuros.

Este procedimiento se recomienda para agregar un número significativo de campos, ya que el proceso puede ser más demorado que si se diligencia la información directamente en la tabla dentro de la base de datos.

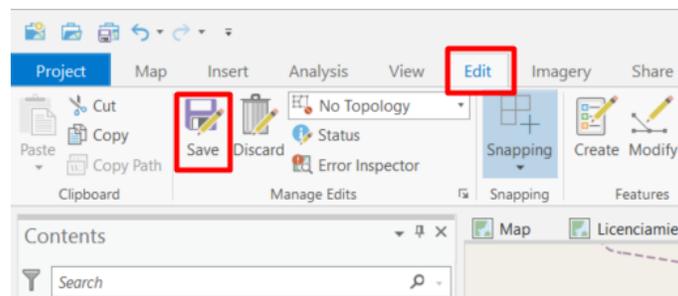
13.2.3 Actualización de datos en las capas de información.

Cuando los registros a cargar en la capa de información son pocos, se puede optar por la opción de load manual, es decir registro por registro, en ese caso, ArcGIS Pro, facilita el proceso, únicamente se requiere abrir la tabla de atributos de la capa a actualizar, ir a la parte final de los registros y dar clic en el texto “Click add new row”, aparecerán casillas en blanco editables para registrar los datos de los respectivos registros.

Notará que en los campos que poseen dominios se despliega una lista para seleccionar las opciones que se han configurado previamente.



Una vez diligencie todo el registro, en la barra de menú en la parte superior de la ventana, diríjase al menú Edit y de clic en guardar.



Cada vez que realice una modificación en una capa de información, sea porque decide agregar un registro o eliminarlo, debe guardar los cambios, de lo contrario no se registrará la acción en la capa de información.

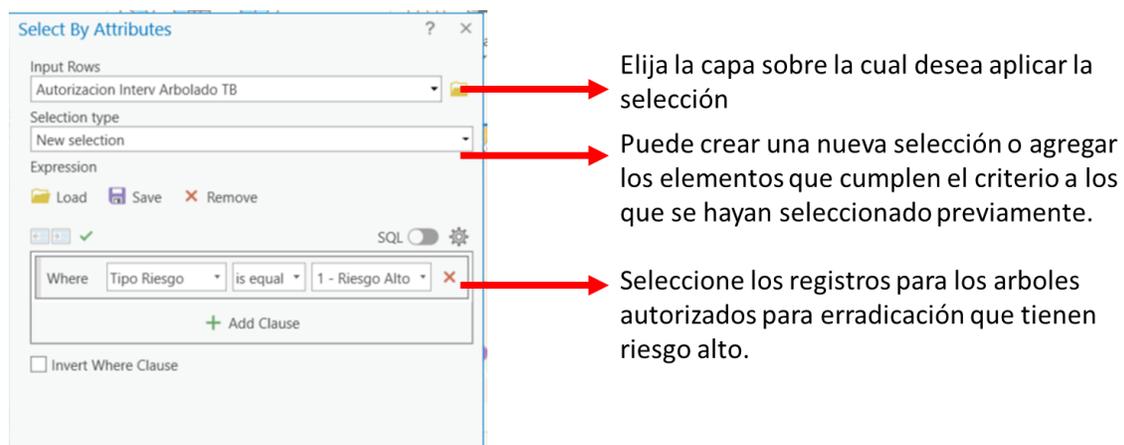
13.2.4 Selección por atributos y selección espacial.

La disponibilidad de los datos en la base de datos, tiene un propósito, poder entender cómo se distribuyen los datos que cumplen ciertos criterios, si bien el análisis SIG puede requerir una experiencia mayor, seleccionar datos que tienen algunos criterios específicos puede ser una

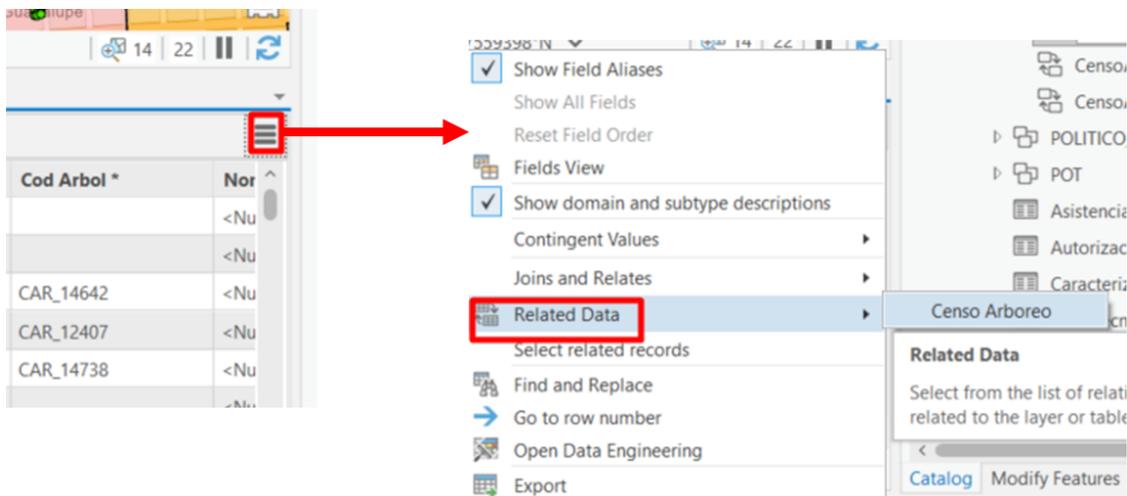
tarea sencilla, usando el panel de selección por atributos o la opción de selección por localización. En el caso de la selección por atributos, los dominios juegan el papel protagonista, pues que se usen este tipo de opciones lo que busca es que se categoricen los datos, permitiendo su agrupación mediante selecciones.

En el menú mapa, encontrará las opciones de selección por atributos y por localización.

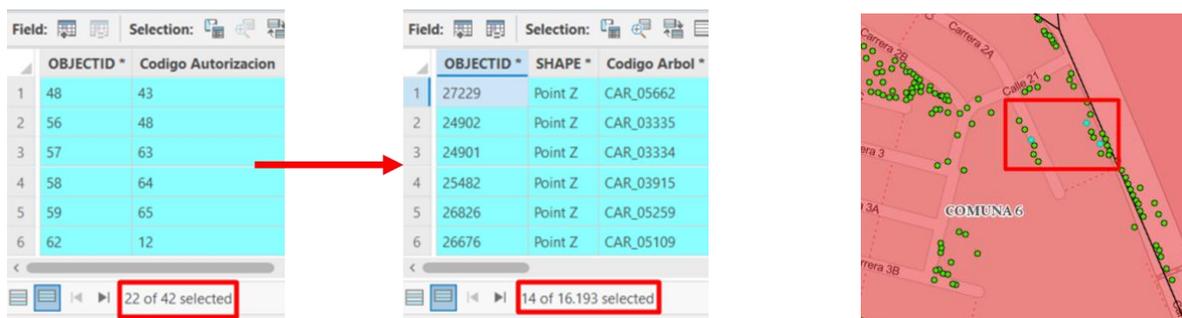
Dando clic en la herramienta Select By Attributes, se desplegará un cuadro que facilita la construcción de la sentencia.



En este caso como existe una relación entre la tabla **AutorizacionInterv_ArboladoTB** y la capa geográfica **CensoArboreo** será posible ver espacialmente los árboles que están en riesgo alto y que están inventariados en el censo arbóreo. Para poder ver la relación, abra la tabla de atributos de la tabla **AutorizacionInterv_ArboladoTB**, en la parte derecha encontrara tres barras que acceden a un menú,



Podremos ver como de la tabla **AutorizacionInterv_ArboladoTB** se han seleccionado 22 registros que cumplen con la condición Riesgo Alto, y de la tabla **CensoArboreo** solamente se han seleccionado 14 registros, es decir, solamente estos 14 registros están registrados en el censo arbóreo del municipio, y por lo tanto una vez se erradiquen, deberá actualizarse el estado de estos registros de *activos a inactivos*.



Adicional, podemos visualizar los elementos que se han seleccionado de la capa de **CensoArboreo** en el mapa.