



Título del trabajo de grado

APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICOS COMO  
HERRAMIENTA PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN EL MUNICIPIO DE EL  
ESPINAL

Valentina Muñoz Criales

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Octubre de 2024

APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Título del trabajo de grado

APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS COMO  
HERRAMIENTA PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN EL MUNICIPIO DE EL  
ESPINAL

Valentina Muñoz Criales

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de  
Proyectos

Asesor

Henry Alberto Rodríguez Guzmán

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Octubre de 2024

**Contenido**

Lista de tablas .....	5
Lista de figuras.....	6
Lista de anexos.....	7
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción .....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1 Descripción del problema.....	11
1.2 La pregunta de investigación.....	13
1.3 Los objetivos de investigación .....	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos .....	13
1.4 Justificación de la investigación.....	13
2. MARCO DE REFERENCIA.....	16
2.1. Marco de Antecedentes .....	16
2.2. Marco Teórico .....	17
2.3. Marco normativo.....	20
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Enfoque y alcance de la investigación.....	22
3.2. Población y muestra.....	23
3.2.1. Definición de la población .....	23
3.3. Instrumento(s).....	24
3.4. Descripción de procedimientos .....	27
3.5. Análisis de información.....	29
3.5.2. Propuesta metodológica .....	29
3.5.2.2. Análisis multitemporal y Mapas .....	30
3.5.2.3. Análisis de Resultados .....	30
3.6. Consideraciones éticas.....	30

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

3.6.1. Análisis de consideraciones éticas .....	30
4. RESULTADOS .....	31
5. CONCLUSIONES.....	37
Referencias.....	38
Anexos .....	42

**Lista de tablas**

Tabla 1. Coberturas de la tierra metodología Corine Land Cover adaptada del IDEAM.....	33
Tabla 2. Comparativo cambios coberturas de la tierra periodo 2010-2012 al 2018.....	35

**Lista de figuras**

Figura 1. Mapa ubicación geográfica de El Espinal.....	23
Figura 2. Mapa coberturas de la tierra año 2010-2012.....	25
Figura 3. Imagen satelital Landsat año 2018.....	26
Figura 4. Leyenda Nacional de coberturas de la tierra metodología Corine Land Cover.....	27
Figura 5. Diagrama de procesos.....	28
Figura 6. Mapa coberturas año 2018.....	34

# APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

## **Lista de anexos**

Anexo 1. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, escala 1:100.000 de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia

# APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

## **Resumen**

Este trabajo de grado busca abordar la implementación de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) para apoyar y contribuir al ordenamiento territorial de los municipios, buscando identificar cambios de los usos del suelo a través de los años y como partir de esto se pueden tomar decisiones más acertadas, y a su vez, establecer como estas herramientas pueden permitir o contribuir a la planificación y desarrollo de los territorios no solo a nivel físico, sino social, económico y ambiental.

Por lo anterior, el objetivo de la presente monografía es realizar una verificación bibliográfica de los Sistemas de Información Geográfica, recopilando información sobre el uso de los SIG, ventajas, desventajas, normatividad, así como su aplicación en los planes de Ordenamiento Territorial, así como proponer una metodología de aplicación de los SIG en el municipio de Espinal como caso de estudio.

*Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica, Plan de Ordenamiento Territorial, Gestión Territorial, Planificación, Análisis Geoespacial, Uso del Suelo.*

# APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

## **Abstract**

This degree work seeks to address the implementation of geographic information systems (GIS) tools to support and contribute to the territorial planning of municipalities, seeking to identify changes in land use over the years and how, from this, changes can be made. take. More accurate decisions, and in turn, establish how these tools can allow or contribute to the planning and development of territories not only on a physical level, but also on a social, economic and environmental level.

Therefore, the objective of this monograph is to carry out a bibliographic verification of Geographic Information Systems, compiling information on the use of GIS, advantages, disadvantages, regulations, as well as its application in Territorial Planning plans, as well as propose a methodology for applying GIS in the municipality of Espinal as a case study.

*Keywords:* Geographic Information Systems, Land Use Plan, Territorial Management, Planning, Geospatial Analysis, Land Us

## Introducción

Los cambios del uso del suelo y las coberturas vegetales, han sido influenciados exponencialmente por el crecimiento poblacional de las zonas rurales, centros urbanos, búsqueda de nuevas oportunidades y el mismo conflicto armado que se vive en Colombia, lo cual ha generado que las personas migren de un lugar a otro generando una mayor demanda en la obtención de vivienda y ocupación de áreas que inicialmente no estaban destinadas a este, uso anterior, ha ocasionado transformación de los territorios, cambios en los ecosistemas, pérdida de zonas boscosas y de desarrollo agrícola y ganadero, ocasionado alteraciones en las dinámicas del uso del suelo y las propiedades de este, en concordancia con lo anterior, es de gran importancia tener un seguimiento de los territorios y los cambios que estos pueden llegar a presentar a lo largo del tiempo y por distintos factores y de que forma se puede llevar a cabo lo anterior.

Por lo cual, es de gran importancia que en Colombia se lleve a cabo una planificación más acertada de los territorios, ya que permite llevar a cabo o gestionar de una forma más adecuada los recursos naturales, las capacidades adaptativas de las comunidades y como esto influye en sus dinámicas sociales, económicas y de infraestructura, por lo anterior, es de gran importancia que se implementen herramientas que permitan llevar a cabo lo anterior, por lo cual, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han demostrado ser una herramienta eficaz, facilitando el análisis y la interpretación de datos, contribuyendo a la toma de decisiones en los territorios.

Por lo anterior, el presente trabajo de grado busca llevar a cabo una recopilación de información de los SIG y proponer una metodología que sirva como herramienta de aplicación de estos en un municipio caso de estudio como es El Espinal y como este tipo de herramientas pueden contribuir a la mejor toma de decisiones de planificación en los municipios.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

Las investigaciones enfocadas en estudiar y analizar los cambios de las coberturas vegetales y los usos del suelo en los territorios permiten tener un enfoque más acertado de los factores que influyen en estas transformaciones y como estas tendencias de crecimiento o disminución de coberturas vegetales pueden influir de manera positiva y/o negativa en el desarrollo de los territorios y a partir de estos tomar decisiones, en base a lo anterior, se ha identificado que esta problemática se presenta a nivel internacional, donde estudios de la Universidad de Barcelona han logrado determinar que la expansión urbana influye en los cambios de los usos del suelo en Madrid durante el periodo del 1990-2000, evidenciando que durante el periodo de diez años las áreas urbanas han logrado tener un crecimiento del 41,7%, en comparación a otras zonas de uso agrícola y forestal que han disminuido y han sido sustituidas para el establecimiento de áreas urbanas (Bosque Sendra, Gómez Delgado, & Plata Rocha, 2009).

De igual forma, se puede ver esta tendencia en un área Mazahua del altiplano mexicano donde se estudió el cambio de las coberturas del suelo durante el periodo comprendido entre el 2000 y 2010, se evidencio las áreas de bosque han disminuido en 26.995 ha a lo largo de 10 años, del mismo modo, los cuerpos de agua disminuyeron 1.989 ha, en comparación a las áreas de agricultura que aumentaron 84.236,67 ha y los asentamiento humanos tuvieron un crecimiento exponencial durante este periodo de 7.899,3 ha, lo cual para proyecciones futuras se evidencia una dinámica de crecimiento de la demanda del usos de suelo para construir y consolidar asentamiento humanos (Balderas Plata, Chávez Mejía , Gutiérrez Cedillo , Juan Pérez, & López Vasquez, 2015).

Esta situación no tiene incidencia únicamente en el contexto internacional, sino que a su vez se presenta en Colombia, donde el cambio de los usos del suelo puede generar transformaciones en los ecosistemas colombianos, como lo evidencio Muñoz, Galicia y Humberto en el año 2018, quienes identificaron que los cultivos aumentaron de 640 ha en el año 1989 a 1.436 ha para el año 2008, en comparación a las zonas de humedal las cuales disminuyeron de 544 ha a 335 ha y área de bosque fragmentado que pasaron de ser 3514 ha a 466 ha desde el año 1989 a 2008

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

(Galicia Sarmiento, Humberto Pérez, & Muñoz Gómez, 2018), lo anterior permite poner a consideración que constantemente las zonas de cobertura están cambiando ya sea por la tendencia de crecimiento poblacional generando una demanda de zonas de asentamiento humano y/o por la expansión agrícola para satisfacer la demanda de alimentos, sin embargo, es importante llevar a cabo más estudios en el contexto nacional que permitan identificar los cambios del uso del suelo en la actualidad en los territorios colombianos y de ese modo identificar impactos y posibles soluciones y/o medidas y de que forma se pueden tomar decisiones o llevar a cabo una planificación más acertada de los territorios.

En concordancia con lo anterior, el municipio de El Espinal, ubicado en el departamento del Tolima, ha experimentado un crecimiento exponencial a nivel poblacional, lo cual a conllevado a que se genere una expansión urbana a distintas zonas que inicialmente no estaban destinadas para lo anterior, generando un uso inadecuado del suelo, lo cual refleja una falta de una planificación efectiva, evidenciando que pese a que el municipio cuente con un Plan de Ordenamiento Territorial (POT), este enfrenta problemas como limitaciones en la calidad y actualización de la información de datos geográficos y espaciales, así como la falta de aplicación de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica para tener un análisis y visualización territorial, lo cual limita la capacidad de los entes territoriales de tomar decisiones informadas y llevar a cabo una gestión territorial optima, lo anterior no solo genera afectaciones en la organización del municipio sino que a su vez, compromete la calidad de vida de sus habitantes.

Por lo anterior, es de gran importancia que el municipio pueda tener una mejor gestión territorial, así como incorporar en la toma de decisiones de esta tecnologías y/o herramientas como los SIG, con la finalidad de conocer el uso del suelo actual, así como llevar a cabo proyecciones del uso del suelo y los recursos a futuro, buscando mejoras en la infraestructura del municipio y todos sus componentes, permitiendo a futuras investigaciones aplicar lo anterior en distintos territorios del país o del mundo.

## 1.2 La pregunta de investigación

A continuación, se presenta la pregunta de investigación teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y que permitirá dar un enfoque más específico al presente trabajo de grado;

**Pregunta** - ¿Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta clave para la elaboración de Plan de Ordenamiento Territorial de un municipio?

## 1.3 Los objetivos de investigación

### 1.3.1 Objetivo general

Analizar la importancia de la implementación de Sistemas de Información Geográficos (SIG) para la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial en el municipio de El Espinal.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Establecer un marco teórico de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), su importancia y aplicación para la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial.

Proponer un modelo de aplicación de los SIG en El Espinal, el cual permita la recopilación, análisis y visualización de datos para la planificación territorial e identificación de cambios de la cobertura de la tierra.

Identificar los principales componentes, importancia y aplicación de los SIG para la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial.

## 1.4 Justificación de la investigación

Los Sistemas de Información Geográfico son una herramienta fundamental para la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial, ya que permiten visualizar y determinar cada una de las características del territorio, los recursos disponibles y demás infraestructura urbana y rural, así como los cambios que esta ha sufrido a lo largo de los años, así mismo, permite contar con la participación de la ciudadanía para expresar sus opiniones y participar en la toma de decisiones sobre la organización del territorio.

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Así mismo, Colombia es un país de gran diversidad geográfica y ecosistémica, lo cual conlleva a la necesidad de contar con herramientas como los SIG para la planificación de los territorios, conociendo principalmente cada uno de sus componentes, así como identificar zonas vulnerables ante amenazas o riesgos naturales, contribuyendo a su vez, en el diseño de estrategias para la prevención y mitigación de riesgos, con la finalidad de minimizar desastres naturales, de igual forma, los Sistemas de Información Geográfica contribuyen a la planificación y organización de la infraestructura y servicios públicos, así como la identificación de zonas con potencial para el desarrollo económico de las regiones, ya sea a nivel agrícola, turístico, social y/o comercial.

Por lo anterior, surge la necesidad de abordar de manera integral el ordenamiento territorial en el municipio de El Espinal, un proceso que ha cobrado relevancia en el contexto colombiano y local, de igual forma, el municipio de El Espinal, ha contado con un crecimiento poblacional significativo, lo cual ha conllevado a la desorganización territorial, así como la degradación de los recursos naturales y mala distribución del uso del suelo, de modo que, integrar los Sistemas de Información Geográfico como herramienta fundamental para la elaboración de Planes de Ordenamiento de los territorios puede ser un actor clave para la planificación y la toma de decisiones, sino que también promueven la sostenibilidad ambiental, la participación ciudadana y el desarrollo socioeconómico del municipio.

En concordancia con lo anterior, establecer la importancia de los SIG para la planeación territorial de los municipios como es el caso de El Espinal, puede contribuir en identificar y determinar los cambios del uso del suelo que ha tenido el municipio con el paso del tiempo y de que forma se pueden tomar mejores decisiones y/o organizar el territorio conforme a las dinámicas sociales, económicas, ambientales y de crecimiento poblacional con las que cuenta el municipio, buscando un fortalecimiento no solo a nivel de infraestructura, sino en el desarrollo económico, ambiental, social y en la gobernanza del territorio.

Así mismo, este tipo de trabajos no solo contribuye al municipio para identificar falencias o puntos de mejora que puen tener a nivel organizativo, sino que a su vez, investigadores, entidades, universidades, así como la propia comunidades u otros entes territoriales puedan tomarlo como base para el desarrollo de otras investigaciones o elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial de otros municipios, contribuyendo con la mejora continua de la

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

planificación y organización de los territorios, así como, la sostenibilidad de los recursos y el desarrollo y calidad de vida de las comunidades.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Marco de Antecedentes

El ordenamiento territorial en Colombia ha evolucionado en respuesta a la necesidad de gestionar de manera sostenible el uso del suelo y los recursos naturales, especialmente en zonas urbanas en expansión, donde se ha buscado promover un desarrollo que equilibre el crecimiento urbano y la conservación ambiental, desde la promulgación de la Ley 388 de 1997, que establece la obligatoriedad de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) en los municipios (Arévalo & Moreno, 2016).

De igual forma, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han emergido como herramientas esenciales para la planificación territorial, facilitando el análisis espacial y la visualización de datos, los cuales permiten la integración de múltiples capas de información geográfica, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones informadas en el contexto del ordenamiento territorial (Álvarez & González, 2015). En particular, su uso en el diseño y la actualización de los POT ha demostrado ser efectivo para mejorar la gestión de la información territorial y optimizar los recursos disponibles (Bernal, 2009).

Por lo anterior, el municipio de El Espinal, situado en el departamento del Tolima, ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, enfrentando desafíos relacionados con la expansión urbana y la gestión del territorio (Dávila, 2014), por lo que, la implementación de un POT efectivo es necesario, para asegurar un desarrollo equilibrado que contemple tanto las necesidades de la población como la preservación de sus recursos naturales, por lo anterior, cobra sentido que los SIG sean utilizados en municipios de características similares para mejorar la zonificación del uso del suelo y la localización de infraestructuras, contribuyendo a la sostenibilidad del desarrollo (González & Medina, 2013).

Estudios previos han evidenciado el impacto positivo de los SIG en la gestión de riesgos y en la planificación del uso del suelo. Por ejemplo, Jiménez (2017) argumenta que el uso de estas tecnologías ha permitido una mejor identificación de áreas vulnerables y la formulación de políticas más efectivas para la mitigación de riesgos. Asimismo, se ha destacado su capacidad

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

para simular diferentes escenarios de crecimiento, lo que facilita la evaluación de las implicaciones de diversas decisiones de planificación (Castro, 2011).

### 2.2.Marco Teórico

Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas tecnológicas, las cuales permiten la recopilación, almacenamiento, análisis y visualización de datos geoespaciales (Longley et al., 2015), del mismo modo, estos no solo integran información geográfica, sino que a su vez, incluyen mapas y datos de localización, con bases de datos que contienen información adicional sobre los elementos que se encuentran en el espacio, facilitando así el análisis espacial y la toma de decisiones en diversas áreas, como la planificación urbana, la gestión de recursos naturales y el análisis ambiental (Burrough & McDonnell, 2015), aunque algunos autores como Goodchild en el 2010, genera un concepto de los SIG, donde establece que estos son un sistema diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar, gestionar y presentar todo tipo de datos espaciales o geográficos, integrando a su vez, herramientas cartográficas para responder preguntas y solucionar problemas complejos, así como explorar patrones, tendencias y relaciones en el espacio geográfico (Chang, 2019).

En concordancia con lo anterior, los SIG, están compuestos por varios elementos básicos: hardware, software, datos, métodos y personas (Longley et al., 2015), donde cada uno de estos componentes cumple una función específica y fundamental, como se evidencia a continuación;

- **Hardware:** Incluye todos los dispositivos físicos utilizados en el sistema, como computadoras y dispositivos de almacenamiento.
- **Software:** Comprende los programas que permiten la creación y análisis de datos geográficos.
- **Datos:** Constituyen el recurso central de los SIG e incluyen tanto datos espaciales (como coordenadas geográficas) como datos no espaciales o atributos asociados (Heywood et al., 2011).
- **Métodos:** Son los procesos o técnicas que permiten la recolección, análisis y presentación de los datos.

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

- Personas: Involucran a los usuarios y expertos que operan y aplican el SIG en diferentes contextos, ya que el valor de un SIG depende de las habilidades y conocimientos de sus operadores (Burrough & McDonnell, 2015)

Tal como se ha mencionado anteriormente, los SIG, son un sistema de recolección, análisis, visualización e interpretación de datos, lo cual ha permitido contribuir en sectores como la planificación urbana, la gestión ambiental, y la agricultura y a su vez, cuentan con distintas ventajas, las cuales son fundamentales para gestión de territorios y recursos. En primer lugar, permiten un análisis detallado de la distribución de los recursos naturales, lo cual facilita su conservación y uso sostenible, apoyando a gobiernos y organizaciones en la identificación de áreas de alta biodiversidad y en la planificación de acciones como la reforestación o la gestión de recursos hídricos (Chang, 2019). Además, su capacidad para integrar múltiples capas de información es esencial en la planificación de infraestructuras y servicios públicos, optimizando la localización de instalaciones como hospitales, escuelas y redes de transporte, mejorando así el acceso y la distribución equitativa de estos servicios (Heywood, Cornelius, & Carver, 2011). Los SIG también permiten realizar análisis espaciales avanzados, facilitando la predicción de patrones y tendencias, tales como la expansión urbana o la migración de especies, lo que permite la identificación temprana de problemas y la implementación de medidas preventivas (Goodchild, 2010). Finalmente, los SIG se destacan en la visualización de datos geográficos en mapas comprensibles y detallados, lo cual es fundamental para comunicar resultados e involucrar a la comunidad en proyectos de planificación y desarrollo, facilitando una comprensión compartida de los problemas y sus posibles soluciones (Tomlinson, 2007).

Así mismo, pese a que pueden llegar a ser claves y tener distintas ventajas, estos a su vez, cuentan con una serie de desventajas, inicialmente, una de las principales su alto costo de implementación y mantenimiento. La adquisición de software y hardware especializado, junto con la capacitación para el personal, implica una inversión considerable que puede ser difícil de asumir para organizaciones pequeñas o municipios con recursos financieros limitados (Longley et al., 2015), de igual forma, los SIG requieren conocimientos técnicos avanzados para su operación y mantenimiento, lo que implica la necesidad de capacitación especializada, lo que puede constituir una barrera significativa en contextos donde los recursos humanos y financieros son escasos, limitando el acceso y el uso efectivo de los SIG (Chang, 2019).

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Otra desventaja de los SIG es su dependencia de la calidad de los datos geoespaciales utilizados, ya que alguno puede ser incompletos, inexactos o desactualizados, llevando a conclusiones erróneas y decisiones inadecuadas. Este desafío es especialmente relevante en países en desarrollo, donde los datos de calidad no siempre están disponibles o actualizados (Heywood et al., 2011), así mismo, otro factor, es que la integración de datos de diferentes fuentes puede ser complicada debido a la falta de compatibilidad entre distintos sistemas y formatos de datos de SIG, afectando a su vez, colaboración entre organizaciones y disminuye la eficiencia de los análisis integrados (Goodchild, 2010), de igual forma, otro desafío es la necesidad de integrar grandes volúmenes de datos de diversas fuentes y mejorar la interoperabilidad entre diferentes sistemas (Longley et al., 2015), así mismo de acuerdo con Chang (2019), otro desafío con el que cuentan los SIG son los factores de éticas y de privacidad relacionadas con el uso de datos geoespaciales.

En concordancia con lo anterior, los SIG juegan un papel importante para el desarrollo territorial, ya que dan una mejor comprensión y manejo del espacio geográfico, donde es posible integrar y analizar información sobre el uso del suelo, la distribución de infraestructuras, y las características naturales del entorno, lo cual permite una planificación más sostenible y equilibrada del territorio (Longley et al., 2015), así mismo, según Heywood, Cornelius y Carver (2011), los SIG no solo permiten una visualización de los elementos espaciales sino también un análisis detallado de los factores que afectan el territorio, lo que ayuda a identificar áreas de riesgo, de alta biodiversidad, o zonas de expansión urbana, de manera más efectiva.

Del mismo modo, este tipo de herramientas pueden ser aplicadas en múltiples áreas del ordenamiento territorial, y en particular, en la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Este plan, que orienta el desarrollo físico del territorio, se beneficia de las capacidades analíticas de los SIG para definir usos de suelo adecuados, optimizar la infraestructura y los servicios públicos, y proteger los recursos naturales (Chang, 2019), realizando a su vez, realizar un análisis que son un apoyo para la definición de zonas específicas para la expansión urbana, la conservación ambiental y el desarrollo de infraestructuras, lo cual resulta esencial en la planificación territorial, a su vez, los SIG son de gran importancia para el manejo ambiental de los territorios, al permitir monitorear y analizar los recursos naturales de forma detallada. Con la información georreferenciada, es posible evaluar la distribución de recursos hídricos, identificar

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

áreas de alta biodiversidad y monitorear los impactos de las actividades humanas en el entorno, identificando áreas vulnerables y ayudar a establecer políticas de conservación y manejo de recursos (Burrough, P. A., & McDonnell, R. A., 2015).

### **2.3. Marco normativo**

#### 2.3.1. LEY ORGANICA DEL PLAN DE DESARROLLO – LEY 152 DE 1994

Establece que los municipios, además del plan de desarrollo deben adoptar un plan de ordenamiento territorial, se crean instancias o espacios como los Consejos Territoriales de Planeación, principios de articulación con niveles de planeación regional, nacional y normas de mayor jerarquía.

#### 2.3.2. LEY DE DESARROLLO TERRITORIAL – LEY 388 DE 1997

Modifica la Ley 9 de 1989, determinando que el territorio se debe organizar no solamente en el aspecto urbano sino en el rural, indicando que la planeación implica una serie de acciones, propuestas y normas.

#### 2.3.3. LEY ORGANICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL – LEY 1454 DE 2011

Dicta las normas para la estructuración y organización político administrativa del territorio colombiano, a su vez, define el marco institucional e instrumentos para el desarrollo territorial y establece las normas generales para la organización de cada uno de los territorios.

#### 2.3.4. DECRETO 190 DE 2004

Establece lineamientos para la gestión y conservación de los recursos naturales, especificando la necesidad de incorporar información geoespacial en la gestión ambiental, lo que a su vez resalta el papel crucial de los SIG en la planificación del uso del suelo y en la evaluación de impactos ambientales.

#### 2.3.5. DECRETO 1077 DE 2015

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Establece el Sistema Nacional de Ordenamiento Territorial (SNOT) y regula aspectos relacionados con la formulación, implementación y seguimiento de los POT. Este decreto destaca la necesidad de utilizar herramientas tecnológicas y de información, incluyendo los SIG, para garantizar un proceso de planificación efectivo y basado en datos actualizados.

### 2.3.6. RESOLUCIÓN 1801 DE 2010

Establece criterios para la formulación y contenido de los POT, esta resolución recomienda el uso de herramientas tecnológicas, como los SIG, para facilitar la recopilación y análisis de información territorial, promoviendo así una gestión más eficiente y sostenible.

### 2.3.7. METODOLOGIA CORINE LAND COVER

La metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover a adaptada en Colombia por el IDEAM en el año 2010 con el fin de realizar un inventario y clasificación de las coberturas de la tierra.

## 3. METODOLOGÍA

El presente trabajo de grado no solo buscar establecer una revisión bibliográfica de los SIG por medio de bases teóricas o estudios de investigación realizados, sino que, a su vez, proponer una metodología de aplicación de los SIG en El Espinal, por medio del cual se pueda llevar a cabo la recopilación, análisis y visualización de datos para la planificación territorial e identificación de cambios de la cobertura de la tierra para la toma de decisiones del territorio.

Por lo anterior, el método de aplicación propuesto tendrá como base la metodología Corine Land Cover, la cual es un sistema que permite el mapeo y monitoreo de la cobertura y uso del suelo por medio de la interpretación de imágenes satelitales, integrando estas a los Sistemas de Información Geográfica con el objetivo de contar con una base de datos, mapas, modelaciones para la clasificación del uso del suelo según lo establecido por la metodología, así como el análisis de lo anterior.

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Esta metodología ha sido adaptada por parte del IDEAM para el mapeo de información y coberturas del suelo, desde el año 2010, partiendo de la base del mapa de coberturas de la tierra 2010-2012 realizado por el IDEAM empleando la metodología en mención.

Por lo tanto, se propone una metodología que permita realizar el inventario, análisis y clasificación de las coberturas de la tierra, tomando como insumo imágenes satelitales del periodo de diferentes años como sería el 2018, y a partir de estar realizar un comparativo con las coberturas ya establecidas por el IDEAM, de modo que se puedan llegar a determinar y cuantificar los cambios de las coberturas de la tierra que ha sufrido el municipio de El Espinal y como por medio de los Planes de Ordenamiento Territorial se puede llevar a cabo la toma de decisiones para una planificación estratégica de cada uno de los recursos que compone el municipio.

### **3.1. Enfoque y alcance de la investigación**

El presente trabajo de grande busca enfocar el análisis tanto practico y teórico de los Sistemas de Información Geográficos, como herramienta clave para el ordenamiento de los territorios, de modo que lo anterior pueda permitirles a los entes territoriales una gestión más eficiente y sostenible para la planificación y organización territorial.

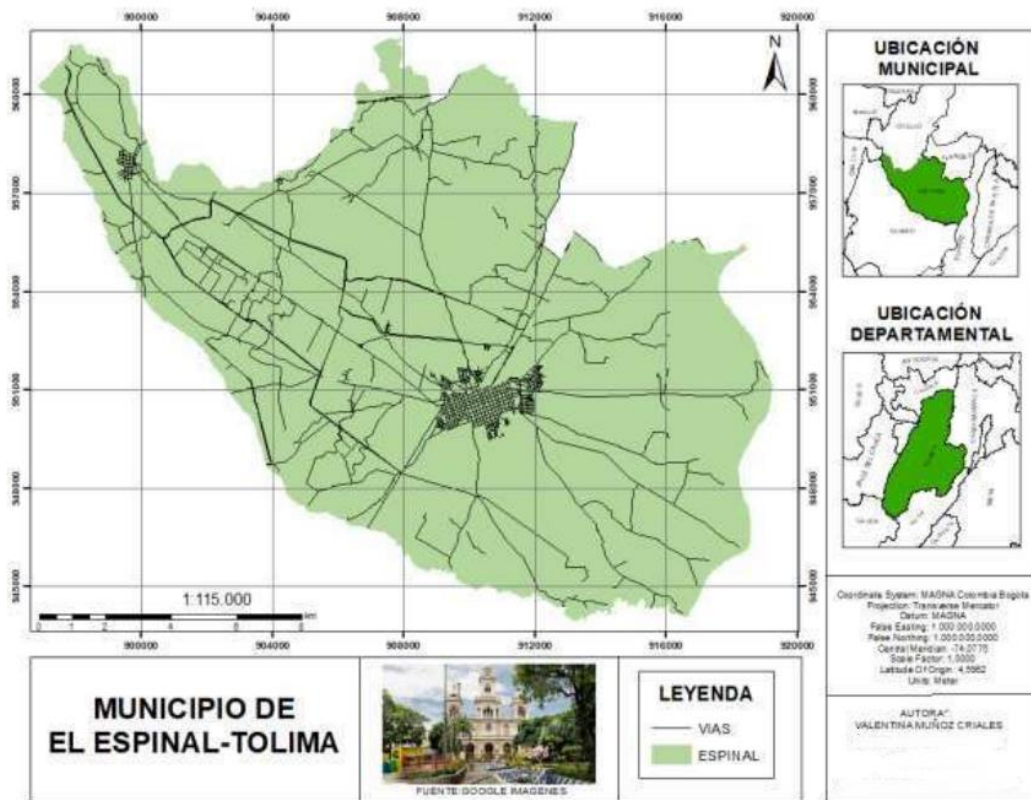
Así mismo, busca alcanzar la exploración de un marco teórico que explica el concepto y aplicaciones de los SIG en la planificación territorial, junto con una propuesta de modelo adaptado a las necesidades de El Espinal, que permitirá estudiar los cambios en el uso y cobertura del suelo y visualizar los datos importantes, de los cambios del suelo que pudo haber sufrido el municipio. Además, se identificarán los componentes clave del SIG, abordando su funcionalidad en los planes de ordenamiento y los beneficios para la gestión territorial, esperando como resultado un marco teórico sobre los SIG y una propuesta práctica de modelo para El Espinal que facilite la toma de decisiones, lo cual pueda servir como referencia para otros estudios o proyectos similares.

## 3.2. Población y muestra

### 3.2.1. Definición de la población

El presente trabajo de grado no solo es una revisión bibliográfica sobre la aplicación de los SIG para el Ordenamiento Territorial de los municipios, sino que a su vez, busca proponer una metodología base para el desarrollo de lo anterior, por lo cual, el método propuesto será aplicado en e municipio de El Espinal, ubicado en el departamento del Tolima; el cual limita al norte con Coello y Flandes, al sur con el Guamo, al oriente con Suarez y al occidente con San Luis; su localización en Latitud Norte ( $4^{\circ} 09'$ ) y Longitud oeste ( $74^{\circ} 53'$ ), cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 323 m.s.n.m, temperatura promedio de  $29^{\circ} C$  y se encuentra situado a 48 Km de la capital del Tolima.

Figura 1. Mapa ubicación geográfica de El Espinal



Fuente: Elaboración propia

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Por lo anterior, la población que se va a estudiar son las coberturas vegetales del municipio las cuales están compuestas por zonas residenciales, urbanas, bosques, pastos, áreas de cultivos, cuerpos hídricos, entre otras, de modo, que por medio de herramientas de los Sistemas de Información Geográfica, se pueden analizar los cambios que están han sufrido al realizar un comparativo del periodo comprendido del 2010-2018 al 2018 y como a partir de lo anterior, los entes territoriales pueden apoyarse para la planificación estratégica del municipio y de cada uno de sus recursos, para lo anterior se tomaran como base imágenes satelitales correspondientes al periodo mencionado anteriormente para su respectivo análisis.

### **3.3. Instrumento(s)**

El análisis de la información es una base fundamental para el desarrollo de las investigaciones, ya que permite obtener ideas relevantes de distintas fuentes de información, así mismo, los inventarios son elementos claves en las investigaciones, ya que permiten categorizar, ordenar y hacer búsqueda de archivos y/o información.

Por lo anterior, para el desarrollo del presente trabajo de grado, se tomarán bases bibliográficas con la finalidad identificar los principales componentes, importancia y aplicación de los SIG para la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial, así como, tener un marco de referencia sobre su importancia y aplicación en la elaboración de POT.

Así mismo, se propone una metodología de aplicación de los SIG, por lo cual, se tomará como base la guía de coberturas de la tierra adaptada para Colombia según la metodología Corine Land Cover, así mismo, se empleará como insumo una (1) imagen satelital Landsat 8, para el periodo comprendido del año 2018, así mismo, se propone emplear el software ArcGis se realizará un modelo de corrección de las imágenes y una vez esto se lleve a cabo, llevar a cabo modelos de composiciones para las imágenes satelitales para la fotointerpretación de cada una de las imágenes y de ese modo establecer los cambios que han sufrido las coberturas de la tierra en el periodo en mención.

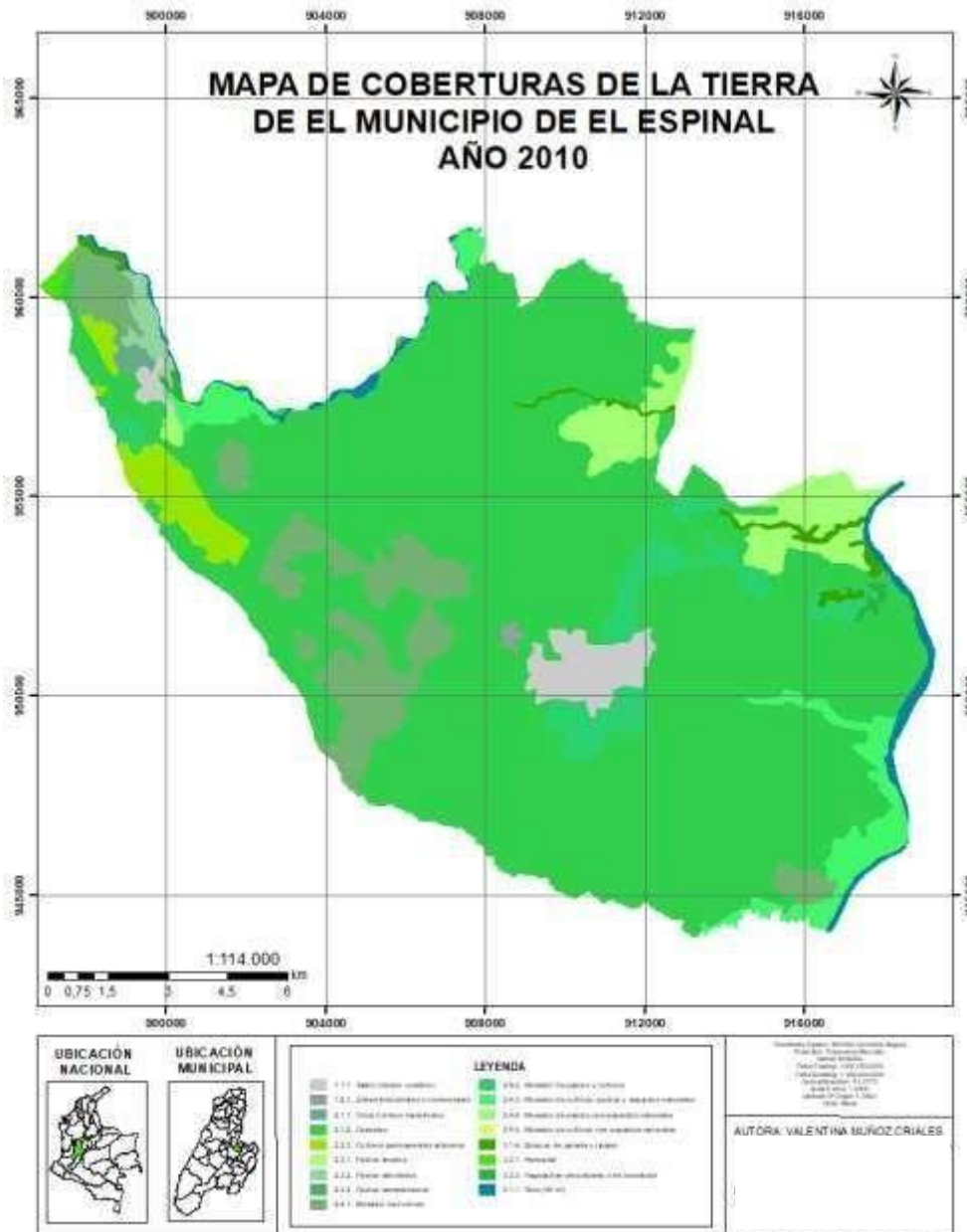
A su vez, la imagen satelital se puede descargar de la plataforma Earth Explorer, la cual es de acceso libre para todos los usuarios que requieren en uso de este tipo de elementos, así

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

mismo, se realizaran mapas de los cambios de la cobertura de la tierra del municipio para cada uno de los años estudiados, tomando como base la metodología Corine Land Cover adaptada por el IDEAM y el mapa de las coberturas de la tierra año 2010-2012 para realizar el respectivo comparativo.

Figura 2.

Mapa coberturas de la tierra año 2010-2012



Fuente. Elaboración Propia

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Figura 3.

Imagen satelital Landsat año 2018



Fuente. Earth Explorer.

# APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Figura 4.

Leyenda Nacional de coberturas de la tierra metodología Corine Land Cover

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
<b>1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS</b>	<b>3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES</b>
<b>1.1. Zonas urbanizadas</b>	<b>3.1. Bosques</b>
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
<b>1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación</b>	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
<b>1.3. Zonas de extracción minera y escombreras</b>	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
<b>1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas</b>	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativa	<b>3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva</b>
<b>2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS</b>	3.2.1.1. Herbazal denso
<b>2.1. Cultivos transitorios</b>	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.4. Hortalizas	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.1.2.3. Arracachal
<b>2.2. Cultivos permanentes</b>	3.2.1.1.2.4. Helechal
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.2. Caña	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.2.1. Arbustal denso
2.2.1.4. Tabaco	3.2.2.2. Arbustal abierto
2.2.1.5. Papaya	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.1.6. Amapola	<b>3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación</b>
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.3.2. Alforamientos rocosos
2.2.2.2. Café	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.4. Viñedos	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
2.2.2.5. Coca	<b>4. AREAS HÚMEDAS</b>
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	<b>4.1. Áreas húmedas continentales</b>
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.2. Turberas
2.2.3.3. Cítricos	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.4. Mango	<b>4.2. Áreas húmedas costeras</b>
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.5. Cultivos confinados	4.2.2. Salitral
<b>2.3. Pastos</b>	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
2.3.1. Pastos limpios	<b>5. SUPERFICIES DE AGUA</b>
2.3.2. Pastos arbolados	<b>5.1. Aguas continentales</b>
2.3.3. Pastos enmalezados	5.1.1. Ríos (50 m)
<b>2.4. Áreas agrícolas heterogéneas</b>	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
2.4.1. Mosaico de cultivos	5.1.3. Canales
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	<b>5.2. Aguas marítimas</b>
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.2.1. Lagunas costeras
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Fuente. (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, 2010)

## 3.4. Descripción de procedimientos

Es de gran importancia establecer los procedimientos y técnicas aplicables para poder realizar un análisis más acertado de la información, por lo anterior, inicialmente se realizara una recolección de la información, la cual está basada en la cartografía base de coberturas de la tierra del IDEAM, así mismo, se obtendrán imágenes satelitales Landsat 8 de la base de datos de la

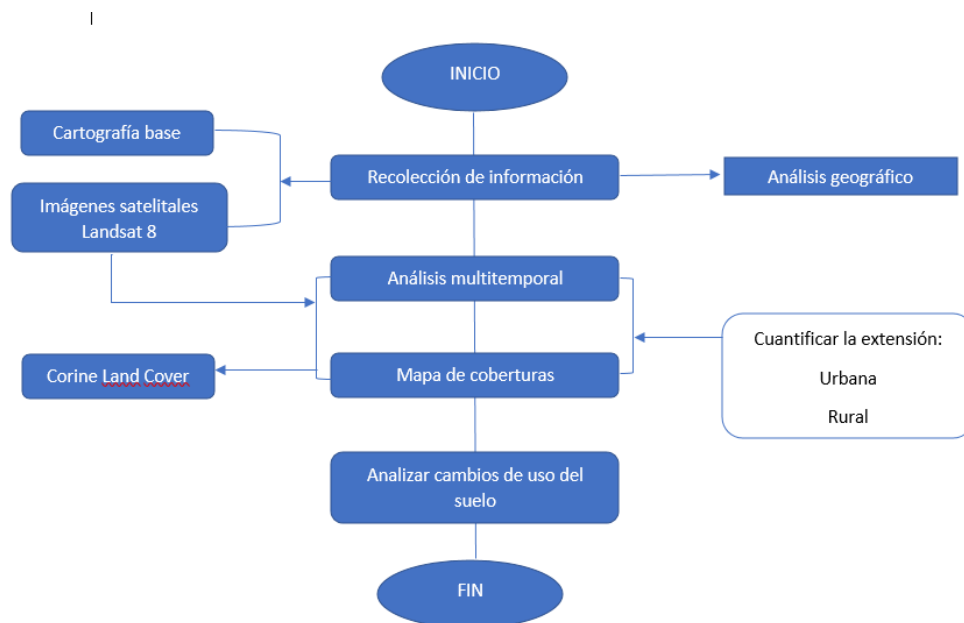
## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

plataforma Earth Explorer, los anteriores insumos son de acceso libre y no tienen ningún tipo de restricciones de uso, aun así, es importante que se relacione de donde se obtuvo la información.

Una vez realizado lo anterior, se procederá a realizarse un análisis multitemporal de cada una de las imágenes por medio del Software Arcgis, donde se realizaran modelos de composiciones de cada una de las imágenes con base a la información de las coberturas de la tierra del IDEAM, una vez esto se realizara la clasificación y categorización de cada una de acuerdo a sus características según la metodología Corine Land Cover y a su vez, se procederá a elaborarse los mapas de coberturas para cada uno de los años estudiados y por medio de estos cuantificar la extensión y cambios de cada una de las coberturas de la tierra, el porcentaje de aumento y disminución de cada una y finalmente como esto puede contribuir a una planificación más estratégica del municipio y de cada uno de sus recursos.

Figura 5.

Diagrama de procesos



Fuente: Elaboración propia

## **3.5. Análisis de información**

Es de gran importancia contar con un análisis de la información que se va tener en cuenta para el desarrollo del presente trabajo de grado, la cual se encuentra basada inicialmente en recolección de información teórica, la cual se establece en el presente marco de referencia del presente documento y así mismo, se basa en la propuesta de una metodología de aplicación de los SIG para la elaboración de para el ordenamiento territorial, como se evidencia a continuación;

### **3.5.1. Recolección información teoría**

Inicialmente se llevará a cabo una recolección de información teórica a partir de bases de datos, la cual permita conocer los fundamentos teóricos de los Sistemas de Información Geográficos, así como aplicaciones, ventajas y desventajas y como estos pueden llegar a ser implementados como herramienta en el ordenamiento de los territorios.

### **3.5.2. Propuesta metodológica**

Teniendo en cuenta, que en el presente trabajo de grado, no solo es una revisión bibliográfica de información, sino que a su vez, va permitir establecer una propuesta metodológica de aplicación de los SIG como herramienta para el ordenamiento territorial, en este caso del municipio de El Espinal, por lo cual, a continuación se propone como se va a llevar a cabo el análisis de la información a partir del procedimiento establecido;

#### **3.5.2.1. Recolección de la información**

Inicialmente se empleará el mapa proporcionado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), que contienen información detallada de las coberturas de la tierra del año 2010-2012 según la metodología Corine Land Cover.

La plataforma Earth Explorer será la fuente de imágenes satelitales de alta resolución y acceso libre, por medio de esta se pueden capturar cambios de cobertura para distintos periodos, como sería el caso del año 2018, el cual será un caso ejemplo de aplicación de los SIG.

### **3.5.2.2. Análisis multitemporal y Mapas**

Por medio de ArcGIS, se pueden llevar a cabo modelos de composiciones de imágenes del periodo estudiado, lo cual puede facilitar la identificación de patrones de cambio.

Una vez realizado lo anterior, por medio de la metodología Corine se pueden agrupar las coberturas de la tierra, donde se pueden generar mapas, en este caso serán del año 2010-2012 y 2018, como caso de ejemplo.

### **3.5.2.3. Análisis de Resultados**

A partir de los mapas se puede cuantificar la superficie ocupada por cada tipo de cobertura para cada año analizado, así como determinar el porcentaje de incremento o disminución de estas.

Se puede llevar a cabo informes, análisis de datos, que permitan llevar a cabo una planificación más estratégica del municipio, ayudando a gestionar y proteger los recursos naturales de manera sostenible.

## **3.6. Consideraciones éticas**

### **3.6.1. Análisis de consideraciones éticas**

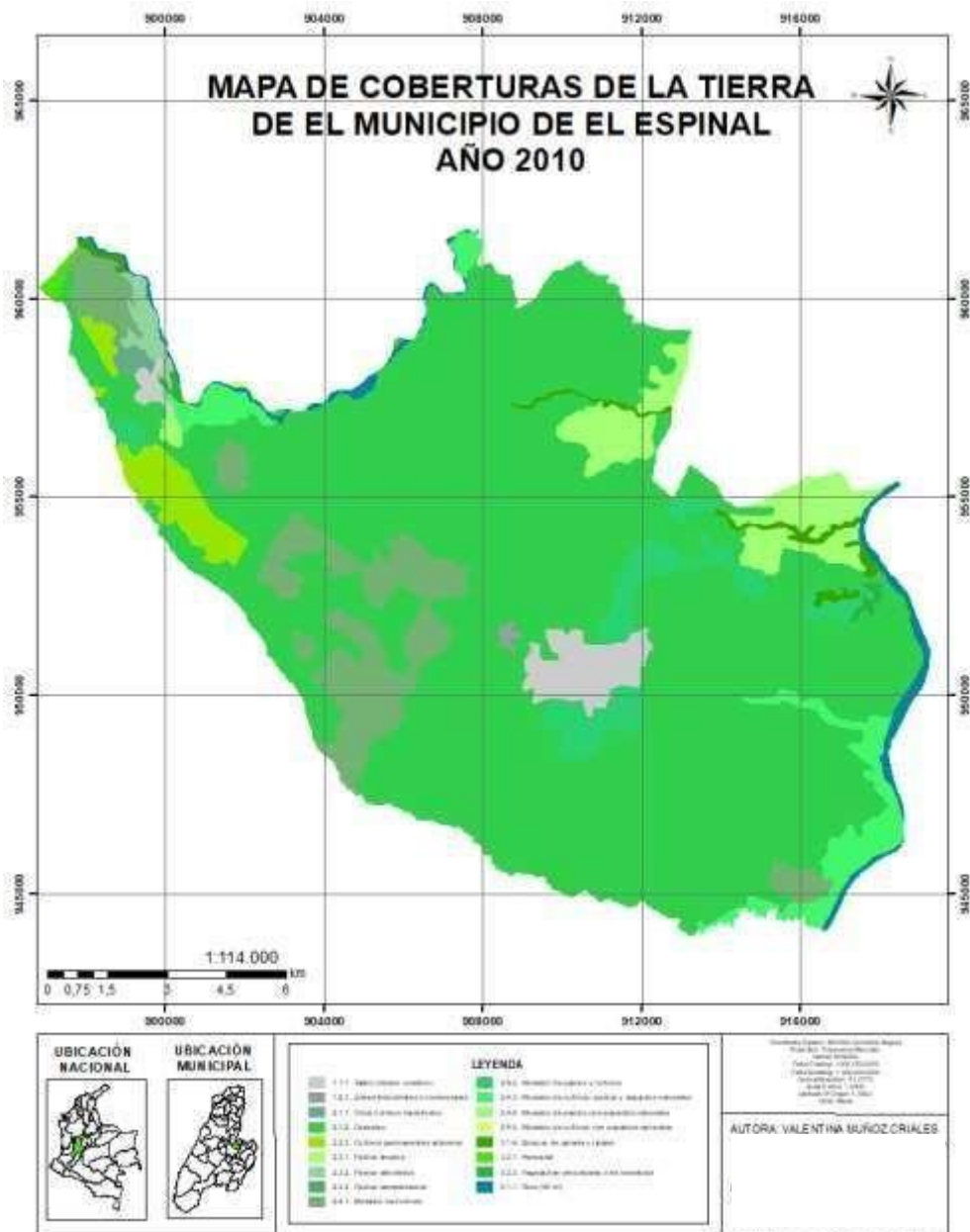
Es de gran importancia que los trabajos de grado se tengan establecidas consideraciones éticas, que permitan una investigación o recolección de la información más integral, por lo cual, las consideraciones éticas a tener en cuenta en el presente trabajo de grado o para futuros trabajos relacionados con el tema y que estén acordes a las directrices de Uniminuto y de la comunidad científica en general, deben ser la protección de la confidencialidad y privacidad de datos geográficos y demográficos sensibles, así como, si se van a incluir la participación de miembros de la comunidad o acceder a datos locales, es importante contar con un consentimiento informado.

## 4. RESULTADOS

Inicialmente se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre los Sistemas de Información Geográfica, fundamentos, ventajas y desventajas y como estos podrían emplearse como herramienta para determinar cómo han cambiado los territorios y de que forma se puede contribuir a la planificación y ordenamiento territorial de estos y a su vez, a partir de lo anterior, poder establecer una propuesta metodológica de implementación de los SIG y de esa forma contribuir no solo a la comunidad sino a los entes territorial para que puedan llegar a implementarla en sus territorios.

Por lo anterior, inicialmente se tomaron como insumos el mapa base de coberturas de la tierra del IDEAM para el año 2010-2012 y una imagen satelital tipo Landsat 8 para el año 2018 del municipio de El Espinal, como se puede evidenciar en el literal 3.3. Instrumentos, en donde se evidencio a partir de la metodología Corine Land Cover, que el municipio de El Espinal se encuentra constituido por diferentes categorías de coberturas, tanto territorios urbanos continuos, así como áreas agrícolas, lo anterior es un factor clave, ya que la economía del municipio se mueve principalmente por la agricultura, por lo anterior, a continuación, se presentan las coberturas de la tierra de El Espinal según el mapa del IDEAM y la leyenda de Corine Land Cover;

Figura 2. Mapa coberturas de la tierra 2010-2012



Fuente. Elaboración propia

# APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Tabla 1.

Coberturas de la tierra metodología Corine Land Cover adaptada del IDEAM

<b>LEYENDA CORINE LAND COVER</b>		
<b>Territorios Agrícolas</b>	Pastos	Pastos limpios
		Pastos enmalezados
		Pastos arbolados
	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos
		Mosaico de pastos y cultivos
		Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
		Mosaico con pastos con espacios naturales
		Mosaico de cultivos y espacios naturales
	<b>Bosques y Áreas seminaturales</b>	Bosques
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva		Herbazal
		Vegetación secundaria o en transición
<b>Superficies de agua</b>	Superficies continentales	Rio (50 m)
<b>Territorios Artificializados</b>	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo
		Tejido urbano discontinuo

Fuente: Elaboración propia según metodología Corine Land Cover

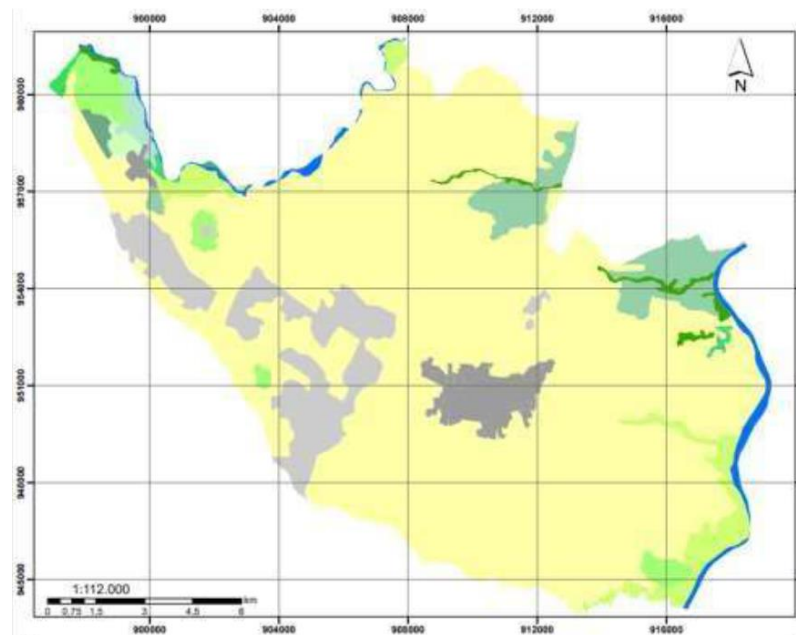
A partir de lo anterior y de los insumos recolectados por medio del software Arcgis, se realiza un mapa de coberturas de la tierra del municipio para el periodo 2018 (Figura 6) con la finalidad de evidenciar los cambios que ha sufrido el municipio a partir de los años en sus coberturas y uso del suelo, donde se evidencio un cambio significativo desde el año 2010-2012 al

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

2018, donde se observa el crecimiento progresivo en las zonas urbanas, lo cual evidencia que la población del municipio ha ido creciendo exponencialmente, ya que para el periodo 2010-2012 el área urbana era de aproximadamente 501,3 hectáreas y para el 2018 pasaron a ser 657,7 hectáreas, lo anterior refleja que no solo las áreas urbanas han tenido un crecimiento, sino que al surgir la necesidad de expansión de estas se ocupan otros territorios o áreas, cambiando las dinámicas del uso del suelo, como es el caso de las zonas de cultivos como cereales, el cual tenía aproximadamente 15598,84 hectáreas para el periodo 2010-2012 y para el año 2018 paso a ser de 8,8 hectáreas.

Figura 6.

Mapa coberturas año 2018



Fuente: Elaboración propia

Tal como se menciona anteriormente, a continuación se procede a realizarse un comparativo De modo, que una vez llevado a cabo lo anterior, se procede a realizar un comparativo entre los porcentajes de coberturas con el que contaba para el años 2010-2012 y para el periodo del 2018 y de que forma o que cambios ha sufrido el municipio, por lo anterior, a continuación se muestras algunas coberturas de la tierra con las que cuenta el municipio y como

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

están han cambiado durante los periodos mencionados anteriormente, lo anterior se puede llevar a cabo por medio de Arcgis, el cual permite estimar áreas de cobertura.

Tabla 2.

Comparativo cambios coberturas de la tierra periodo 2010-2012 al 2018

LEYENDA CORINE LAND COVER			PERIODO	
			2010-2012	2018
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	AREA (ha)	
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	501,3	657,7
Territorios agrícolas	Cultivos transitorios	Cereales	15598,8	8,8
	Pastos	Pastos limpios	951,3	951,3
	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	1714,4	470
		Mosaico de cultivos y espacios naturales	750	750
	Cultivos permanentes	Cultivos permanentes arbóreos	472	70,1
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque de galería	190,5	187

Fuente. Elaboración propia

Lo anterior permite establecer la forma por la cual los Sistemas de Información Geográfica pueden ser aplicados para analizar o conocer los distintos componentes de un territorio, sino que, a su vez, las variaciones de estos a lo largo del tiempo.

Así mismo, los SIG y la metodología Corine Land Cover son una herramienta que genera un aporte crucial para la planificación y ordenamiento territorial, ya que, como se evidencia, permiten identificar áreas de expansión urbana, facilitando la planificación de zonas de desarrollo que respeten y conserven las tierras agrícolas y se logren conservar demás áreas naturales, las cuales no solo son fundamentales para la economía sino de calidad de vida de las personas, así mismo, por medio de este tipo de herramientas se puede llevar a cabo el monitoreo

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

de las variaciones del uso del suelo y a partir de esto, como los entes territoriales pueden gestionar una planificación más sostenible del crecimiento urbano pero a su vez.

## 5. CONCLUSIONES

Los Sistemas de Información Geográfica, son una herramienta fundamental, ya que permiten identificar, llevar a cabo análisis de la información de datos espaciales, elaborar modelamientos de escenarios futuros, así como determinar cambios o modificaciones de los territorios y del uso del suelo de estos, así mismo, la implementación y presentación de resultados por medio de los SIG permite que la comprensión de estos sea más fácil para las comunidades y la comunicación de proyectos que los usen o empleen como herramienta.

Los municipios o distintos territorios pueden tener una planificación territorial limitada, al no implementar herramientas de información geográfica como es el caso de los SIG, ya que no se puede determinar qué cambios han sufrido los territorios, lo cual limita la capacidad de gestión territorial y representa un desafío clave para el desarrollo equilibrado de cada uno de los recursos que lo componen, sin embargo, es importante establecer, que pese a que los SIG pueden llegar a ser una herramienta fundamental para la gestión y análisis de datos, pueden verse limitados inicialmente por falta de acceso a la información en ciertas regiones al no contar con la información o está al estar desactualizada, del mismo modo, los SIG siguen siendo una herramienta y la interpretación y toma de decisiones depende de personas capacitadas, lo anterior debe ser considerado para que se pueda llevar a cabo una óptima implementación de estos.

La implementación de los SIG en municipios como El Espinal no solo contribuye para la identificación de los cambios de las áreas que componen el municipio han sufrido a lo largo del tiempo y como estos han sido influenciados por distintos factores, como es el cambio de las áreas de cultivos o el aumento de las zonas urbanas debido al crecimiento poblacional, sino que a su vez, por medio de estos análisis de resultados, los entes territoriales pueden tener una imagen más clara del municipio, sus tendencias y a partir de esto desarrollar estrategias de planificación del territorio.

### Referencias

Álvarez, M., & González, J. (2015). *Sistemas De Información Geográfica: Aplicaciones Prácticas En La Planificación Territorial*. Ediciones Díaz De Santos.

Arévalo, P., & Moreno, L. (2016). *Geografía Y Ordenamiento Territorial En Colombia*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana

Balderas Plata, M. A., Chávez Mejía, M. C., Gutiérrez Cedillo, J. G., Juan Pérez, J., & López Vasquez, V. (2015). Cambio De Uso E Implicaciones Socioeconómicas En Un Área Mazahua Del Altiplano Mexicano. *Ciencia Ergo Sum*, 136-144. Obtenido De [Http://Ri.Uaemex.Mx/Bitstream/Handle/20.500.11799/38249/Cambio%20de%20uso%20de%20suelo%20e%20implicaciones%20socioecon%C3%B3micas%20en%20un%20%C3%A1rea%20mazahua%20del%20altiplano%20mexicano.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/38249/Cambio%20de%20uso%20de%20suelo%20e%20implicaciones%20socioecon%C3%B3micas%20en%20un%20%C3%A1rea%20mazahua%20del%20altiplano%20mexicano.pdf?sequence=1&isallowed=Y)

Bernal, C. A. (2016). Instrumentos O Técnicas De Recolección De La Información. En Bernal, C. A. *Metodología De La Investigación: Administración, Economía, Humanidades Y Ciencias Sociales* (Pp. 244-258). Pearson Educación.

Bernal, H. (2009). *El Plan De Ordenamiento Territorial En Colombia: Retos Y Oportunidades*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Bello, M. (2013). El Uso De Los Sistemas De Información Geográfica En La Planificación Urbana. *Revista De Planeación Y Desarrollo Territorial*, 9(2), 45-60.

Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M., & Plata Rocha, W. (15 De Junio De 2009). Cambios Del Usos Del Suelo Y Expansión Urbana En La Comunidad De Madrid (1990-2000). *Scripta Nova*, 20. Obtenido De [Https://Www.Researchgate.Net/Profile/Joaquin-Bosque-Sendra/Publication/40533468\\_Cambios\\_De\\_Usos\\_Del\\_Suelo\\_Y\\_Expansion\\_Urbana\\_En\\_La\\_Comunidad\\_De\\_Madrid\\_1990-2000/Links/56695cd108ae193b5fa2fa43/Cambios-De-Usos-Del-Suelo-Y-Expansion-Urbana-En-La-Comunidad-De](https://www.researchgate.net/profile/Joaquin-Bosque-Sendra/publication/40533468_Cambios_De_Usos_Del_Suelo_Y_Expansion_Urbana_En_La_Comunidad_De_Madrid_1990-2000/links/56695cd108ae193b5fa2fa43/Cambios-De-Usos-Del-Suelo-Y-Expansion-Urbana-En-La-Comunidad-De)

Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (2015). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Camargo, J. (2012). *Gestión Territorial Y Desarrollo Urbano En Colombia: Una Mirada Desde El Ordenamiento Del Territorio*. Universidad Externado De Colombia.

Carvajal, S. (2015). *Sig Y Su Aplicación En La Planificación Territorial: Experiencias En América Latina*. Editorial Abya Yala.

Castro, L. (2011). *Planificación Urbana Y Sig: Un Enfoque Práctico*. Universidad Nacional De Colombia.

C. Baxendale, “Cartografía, Organización Del Territorio Y Sistemas De Información Geográfica”, En *Sistemas De Información Geográfica En La Investigación Científica Actual*, Buenos Aires, Argentina: Edic. Unga, 2015, Cap. 1, Pp 21-32.

C. Ledesma, M. Bonansea, C. Rodríguez Y A.R. Sánchez, “Calidad Del Agua En El Embalse Río Tercero (Argentina) Utilizando Sistemas De Información Geográfica Y Modelos Lineales De Regresión”, *Rev. Ambi-Agua*, Vol. 8, No. 2, Pp. 67-76, 2013

Chang, K. (2016). *Introduction To Geographic Information Systems*. McGraw-Hill Education.

Chang, K. (2019). *Introduction to Geographic Information Systems*. McGraw-Hill.

Ceballos, J., & Sánchez, A. (2018). El Uso Del Sig En El Análisis De Riesgo Para La Planificación Territorial En Colombia. *Revista De Geografía*, 15(1), 72-88.

Dávila, F. (2014). *Tecnologías Sig Para El Ordenamiento Territorial: Principios Y Aplicaciones*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Díaz, M. (2016). El Impacto De Los Sig En El Ordenamiento Territorial De Pequeñas Ciudades En Colombia. *Universidad Del Rosario*.

Escobar, P. (2013). *Planificación Territorial Y Sostenibilidad Ambiental En Municipios Colombianos*. Universidad De Antioquia.

European Environment Agency (EEA). (2016). CORINE Land Cover — Copernicus Land Monitoring Service. Retrieved from: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Fals Borda, O. 1993. Términos De Referencia Sociológicos Para El Ordenamiento Territorial. En: Misión Local. Año 2, No. 2, Ene/Mar Idcap.

G. Buzai, Sistemas De Información Geográfica Sig: Teoría Y Aplicación, 1era. Ed. Luján, Argentina: Univ. Nacional De Luján, 2013

Galicia Sarmiento, L., Humberto Pérez, E., & Muñoz Gómez, F. (2018). Agricultura Migratoria Conductor Del Cambio De Uso Del Suelo De Ecosistemas Alto Andinos De Colombia. *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 15-25.  
Doi:<https://doi.org/10.18684/Bsaa.V16n1.620>

González, S., & Medina, C. (2013). Desarrollo Urbano Sostenible Y Sistemas De Información Geográfica: Caso De Estudio En Municipios Colombianos. *Revista De Desarrollo Territorial*, 10(4), 22-39.

Goodchild, M. F. (2010). Twenty years of progress: GIScience in 2010. *Journal of Spatial Information Science*, (1), 3-20.

Gutiérrez, J. (2015). *Cartografía Digital Y Sig En El Ordenamiento Territorial*. Editorial Síntesis.

Hernández, C. (2012). El Uso De Los Sig Para La Identificación De Áreas De Expansión Urbana. *Universidad Del Valle*.

Hernández, R., Mendoza, C. (2018). Selección De La Muestra En La Ruta Cuantitativa. En Hernández, R., Mendoza, C. Metodología De La Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa Y Mixta (Pp. 194-220) . McGraw-Hill.

Heywood, I., Cornelius, S., & Carver, S. (2011). *An Introduction to Geographical Information Systems*. Pearson.

Instituto De Investigación De Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2006). Los Sistemas De Información Geográfica. *Geoenseñanza*. Obtenido De <https://www.redalyc.org/pdf/360/36012424010.pdf>

## APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Instituto Geográfico Agustín Codazzi Igac. (2008). Ordenamiento Territorial, Métodos De Modelamiento Y Análisis Espacial. *Análisis Geográficos* , 1-176.

Jiménez, R. (2017). SIG y planeación urbana en Colombia: Retos y oportunidades. *Universidad del Norte*.

López, V. (2016). Sistemas De Información Geográfica Y Su Aporte Al Desarrollo Territorial En Municipios Intermedios. *Revista De Estudios Urbanos*, 12(2), 65-81.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Systems and Science*. Wiley.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM. (2010). LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - METODOLOGIA CORINE LAND COVER ADAPTADA PARA COLOMBIA. Obtenido de <https://www.purace-cauca.gov.co/MiMunicipio/DocumentosGestinRiesgoYDesastres/Estudios%20gesti%C3%B3n%20del%20riesgo%20Purac%C3%A9/Leyenda%20nacional%20coberturas%20tierra.pdf>

Molina, A. M., López, L. F., & Villegas , G. I. (2005). Los Sistemas De Información Geográfica (Sig) En La Planificación Municipal. *Eia*. Obtenido De [Http://Www.Scielo.Org.Co/Pdf/Eia/N4/N4a03.Pdf](http://Www.Scielo.Org.Co/Pdf/Eia/N4/N4a03.Pdf)

Montoya, S. (2012). Uso De Sig Para La Gestión De Riesgos En Áreas Urbanas: Estudio De Caso En Colombia. *Revista De Cartografía*, 11(2), 54-71.

Pérez, A. (2013). Aplicaciones De Los Sig En La Planificación Del Uso Del Suelo Urbano En Colombia. *Revista De Ingeniería Territorial*, 6(1), 40-58.

Ramírez, L. (2015). Ordenamiento Territorial Y Sig: Herramientas Para Una Mejor Gestión Urbana En Municipios Colombianos. *Universidad Distrital Francisco José De Caldas*.

Tomlinson, R. (2007). *Thinking about GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. ESRI Press.

# APLICACIÓN DE SIG EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

## Anexos

Anexo 1. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, escala 1:100.000 de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
<b>1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS</b>	<b>3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES</b>
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativa	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
	3.2.1.1. Herbazal denso
	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
	3.2.1.1.2.3. Arracachal
	3.2.1.1.2.4. Helechal
	3.2.1.2. Herbazal abierto
	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
	3.2.2.1. Arbustal denso
	3.2.2.2. Arbustal abierto
	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
	3.3.1. Zonas arenosas naturales
	3.3.2. Afloramientos rocosos
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
	3.3.4. Zonas quemadas
	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
	4. AREAS HÚMEDAS
	4.1. Áreas húmedas continentales
	4.1.1. Zonas Pantanosas
	4.1.2. Turberas
	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
	4.2. Áreas húmedas costeras
	4.2.1. Pantanos costeros
	4.2.2. Salitral
	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
	5. SUPERFICIES DE AGUA
	5.1. Aguas continentales
	5.1.1. Ríos (50 m)
	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
	5.1.3. Canales
	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
	5.2. Aguas marítimas
	5.2.1. Lagunas costeras
	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina
2. TERRITORIOS AGROICOLAS	
2.1. Cultivos transitorios	
2.1.1. Otros cultivos transitorios	
2.1.2. Cereales	
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	
2.1.4. Hortalizas	
2.1.5. Tubérculos	
2.2. Cultivos permanentes	
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	
2.2.1.2. Caña	
2.2.1.3. Plátano y banano	
2.2.1.4. Tabaco	
2.2.1.5. Papaya	
2.2.1.6. Amapola	
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	
2.2.2.2. Café	
2.2.2.3. Cacao	
2.2.2.4. Viñedos	
2.2.2.5. Coca	
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	
2.2.3.2. Palma de aceite	
2.2.3.3. Cítricos	
2.2.3.4. Mango	
2.2.4. Cultivos agroforestales	
2.2.5. Cultivos confinados	
2.3. Pastos	
2.3.1. Pastos limpios	
2.3.2. Pastos arbolados	
2.3.3. Pastos enmalezados	
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	
2.4.1. Mosaico de cultivos	
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	

Fuente. (MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, 2010)