

SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG), APLICADO AL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL (OT)

SNEIDER MACEA NAVARRO  
CÓDIGO: 1.050.549.273

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
INGENIERIA AMBIENTAL  
PAMPLONA 2019

SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG), APLICADO AL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL (OT)

SNEIDER MACEA NAVARRO

Trabajo de grado para optar el título de:  
Ingeniero Ambiental

Director:  
Magister. Luis Daniel Gualdron Guerrero

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
INGENIERIA AMBIENTAL  
PAMPLONA 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi mama por su apoyo incondicional en todos los momentos que la necesite

A todos los profesores que me dieron clases y lograron transmitir su conocimiento para ser un buen profesional

A mi tutor el profesor Daniel Gualdron por sacar tiempo para guiarme en la realización de este trabajo y ante todo compartir su conocimiento del tema conmigo

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>OBJETIVOS</b> .....	12
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	12
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	12
<b>CAPITULO 1: GENERALIDADES</b> .....	13
<b>1.1 EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL</b> .....	13
<b>1.1.1 Qué es un Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T)?</b> .....	14
<b>1.1.2 La planificación municipal territorial</b> .....	15
<b>1.1.3 Intersección entre el ordenamiento, la planeación y el territorio</b> .....	16
<b>1.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b> .....	19
<b>1.2.1 Historia de los Sistemas de Información Geográfica</b> .....	22
<b>1.2.2 ¿Qué es un SIG?</b> .....	25
<b>1.2.3 ¿Cuáles son los componentes de un SIG?</b> .....	25
<b>1.2.4 ¿Cuáles son las funciones de los componentes de un SIG?</b> .....	27
<b>1.2.5 ¿Cuál es la información que se maneja en un SIG?</b> .....	28
<b>1.2.5.1 Atributos Gráficos</b> .....	29
<b>1.2.5.2 Atributos no Gráficos</b> .....	29
<b>1.2.6 Agrupación de la información de los objetos en un SIG</b> .....	30
<b>1.2.7 Los sistemas de coordenadas en un SIG</b> .....	31
<b>1.2.7.1 Proyecciones en un SIG</b> .....	31
<b>1.2.8 Programas (SOFTWARE) de los SIG</b> .....	32
<b>1.2.9 Datos de entrada en los SIG</b> .....	32
<b>1.2.10 Modelos del SIG</b> .....	34
<b>1.2.10.1 Modelo Conceptual</b> .....	35
<b>1.2.10.2 Modelo Lógico</b> .....	35
<b>1.2.10.3 Modelo Físico</b> .....	36
<b>1.2.11 Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)</b> .....	36
<b>1.2.12 Almacenamiento de la información</b> .....	37
<b>1.2.13 Manipulación de la información</b> .....	37

1.2.14	Análisis y modelamiento de la información en los SIG .....	38
1.2.15	Salida y representación de la información en los SIG .....	39
1.3	VENTAJAS DE LOS SIG .....	39
1.4	DESVENTAJAS DE LOS SIG.....	40
<b>CAPITULO 2: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.....</b>		<b>40</b>
2.1	<b>MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DENTRO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPAL .....</b>	<b>41</b>
2.2	<b>EL PAPEL DE LOS SIG EN LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>43</b>
2.2.1	Gestión y descripción del territorio.....	43
2.2.2	Ordenación y planificación del territorio .....	43
2.3	<b>LAS ETAPAS DE LOS SIG EN LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>44</b>
2.3.1	Etapa 1: Identificación del problema .....	44
2.3.2	Etapa 2: Especificación de los objetivos.....	45
2.3.3	Etapa 3: Generación de alternativas .....	45
2.3.4	Etapa 4: Evaluación de las alternativas frente a los objetivos .....	45
2.3.5	Etapa 5: Organización del plan .....	46
2.3.6	Etapa 6: Control de la aplicación del plan .....	46
2.4	<b>SIG Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO .....</b>	<b>46</b>
2.4.1	Cuestiones relacionadas con la localización de Polígonos .....	47
2.4.2	Problemas ligados a la localización de Líneas .....	47
2.5	<b>LOS ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE COLOMBIA ....</b>	<b>48</b>
2.5.1	Que es el SIG-OTN .....	50
2.5.1.1	El desarrollo del SIG-OT.....	50
2.5.1.2	El objetivo del SIG-OT .....	50
2.5.1.3	¿Cómo usar el SIG-OT? .....	50
<b>CAPITULO 3: NORMATIVA .....</b>		<b>51</b>
3.1	<b>NORMATIVA COLOMBIANA .....</b>	<b>51</b>
3.2	<b>LOS RETOS DE LA NORMATIVA .....</b>	<b>53</b>

<b>CAPÍTULO 4: MODELOS PROSPECTIVOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (MPOT), IMPLEMENTANDO LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1 METODOLOGÍA.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1.1 Obtención de insumos preliminares.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1.2 Diseño un modelo prospectivo de ordenamiento territorial (MPOT), con énfasis en un tema específico. ....</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>68</b>

### **TABLA DE FIGURAS**

FIGURA 1: RELACIÓN TERRITORIO, ESPACIO, PAISAJE, REGIÓN GEOGRÁFICA Y LUGAR .....	18
FIGURA 2: CONCEPTUALIZACIÓN DE UN SIG .....	21
FIGURA 3: HISTORIA DE LOS SIG.....	24
FIGURA 4: ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DE UN SIG.....	27
FIGURA 5: FUNCIONES DE LOS COMPONENTES DE UN SIG.....	27
FIGURA 6: ILUSTRACIÓN ATRIBUTOS NO GRÁFICOS Y GRÁFICOS.....	29
FIGURA 7: RELACIONES DENTRO DE UN SIG.....	30
FIGURA 8: METODOLOGÍA DISEÑO BASE DE DATOS .....	34
FIGURA 9: ANALISIS DE DATOS.....	38
FIGURA 10: MODELO OPERATIVO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL .....	41
FIGURA 11: ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MANEJADA EN UN SIG.....	42
FIGURA 12: POT FRENTE AL SIG-OT.....	51
FIGURA 13: EJEMPLO PARA ORGANIZAR LOS CONCEPTOS QUE AYUDAN A MEJORAR EL ENFOQUE TEMÁTICO DEL MODELO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL .....	55
FIGURA 14: ESQUEMA SINAPSIS ANAPOIMA .....	61
FIGURA 15: MAPA MPOT SINAPSIS MUNICIPAL AVALMMEC .....	62
FIGURA 16: ESQUEMA NEURONAL PÁRAMO DE GUERRERO .....	62
FIGURA 17: MAPA MPOT DE SUSÁ CON EL PÁRAMO DE GUERRERO.....	63
FIGURA 18: GRADUALIDAD TEMPORAL MPOT GARAGOÁ Y 3 DEPARTAMENTOS.....	64
FIGURA 19: MAPA MPOT PROPIOCEPCIÓN CUNDINAMARCA, BOYACÁ Y CASANARE.....	65

## RESUMEN

En la actual monografía se hace una verificación bibliográfica acerca de los “sistemas de información geográfica (SIG)” aplicados al “ordenamiento territorial (OT)”, se describe el funcionamiento, una breve reseña histórica, las ventajas y desventajas de los SIG, la evolución que han tenido, las normativas del Ordenamiento Territorial en Colombia, los programas SIG más utilizados, unos modelos prospectivos de ordenamiento territorial como ejemplo para un mayor entendimiento del tema. Como (Molina, López, & Villegas, 2005) señala que

Se muestra cómo la información que se recopila a diario puede ser fácilmente organizada, analizada y visualizada para la toma de decisiones de planificación con ayuda de las herramientas SIG, partiendo de lo único para marchar robusteciendo el régimen en la medida en que se adquiere conocimiento y confianza con ella. Se presentan los programas y funciones de rutina crecientemente usual en Colombia y se describe la problemática del medio de datos confiables de ingreso y el derrame de aserción entre la autoridad local, regional y nacional que intervienen en el ordenamiento territorial, estado que se considera importante para proporcionar conexión a los procesos de planificación. (p.01)

## ABSTRACT

In the present work a bibliographic review is made about “the geographic information systems (GIS)” applied to the territorial planning (OT), the operation is described, a brief historical review, the advantages and disadvantages of the GIS, the evolution that they have had, the regulations of the Territorial Planning in Colombia, the most used GIS programs, prospective models of territorial planning as an example for a better understanding of the subject. It shows how the information that is collected on a daily basis that “can be easily organized, analyzed and visualized for planning” decisions with the help of GIS tools, starting from the only thing to go by strengthening the regime in the measure in which knowledge is acquired and trust with her. The routinely usual routine programs and functions in Colombia are presented and the problem of the reliable income data medium and the assertion spill between the local, regional and national authorities involved in the territorial planning are described, a state that is considered important for Provide connection to the planning processes

**Palabras Claves:** Ordenamiento territorial, Software, Arcmap, Base de Datos, Cartografía

**Key Words:** Territorial planning, Software, Arcmap, Database, Cartography

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Revista Sociedad y Economía (s.f) indica que

El paso de ordenamiento territorial que se viene realizando en el estado a partir de la incursión de la Ley 388 de 1997 (de Desarrollo territorial), es posiblemente una de las transformaciones más y más substanciales que ha sufrido la práctica de la planificación de los municipios en Colombia. Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) constituyen la herramienta más significativa adentro de esta nueva manera de ordenar el territorio y buscan, a partir de un dictamen material y socioeconómico de los municipios y regiones, precisar las directrices que guiarán el progreso físico en tanto su utilidad, orientados por una “visión de futuro deseado” construida de modo colectiva. (p.01)

De acuerdo a Adriana Molina (2005) indica que

El adelanto e implementación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha otorgado que diferentes establecimientos encargadas de la planeación se favorezcan con sus ventajas, ya que basados en el modo de las herramientas que brindan los SIG, logran personificar la realidad urbanística, la forma en que las ciudades o municipios se desarrollan y la forma en que se pueden generar políticas que permitan optimar la toma de decisiones y la calidad de vida de los habitantes (p.01)

En Colombia únicamente “algunas grandes ciudades del estado cuentan con herramientas SIG para consulta y sostén en la planificación”. Tal como indica Palacios (2005): “Uno de los principales problemas que se presentan al ejecutar la planeación en los municipios del estado es primero que todo la falta de un instrumento poderoso que ayude a la toma de decisiones, en ligado con la baja capacidad de las administraciones locales para precisar el perfil de la información estratégica necesaria, producirla, manipularla y mantenerla actualizada”.

En consecuencia, a lo anterior Espindola & Romero (2015) afirman que

Esto muestra que debe coexistir una relación y coordinación entre los niveles gerenciales o ejecutivos y los técnicos, que permita a los alcaldes en este caso tomadores de decisiones crear un programa organizado con asiento en las prioridades de inversión ya sea en salud, educación, preservación o ampliación de vías, por ejemplo y al personal técnico ejecutar operaciones cotidianas con los habitantes o con el contexto actual del municipio, controlando y presente. (p.01)

Ahora bien, Molina & Lopez (2005) en su trabajo indican que

El mundo existente es expresado espacialmente por los SIG como una transposición de capas temáticas que utilizan, en el formato vector, líneas, polígonos y puntos para personificar los diferentes elementos de cada capa presentes en un espacio definida. Los atributos de los elementos de cada capa temática se almacenan en una base de datos. Los formatos raster y TIN, por su parte, están constituidos por celdas o píxeles en el primer caso, o por triángulos que cubren de modo continua el espacio de

observación, con un valor fijado a cada celda para la variable de observación. Un SIG integra las operaciones fundamentales de las bases de datos, tales como las consultas y análisis estadísticos, con los beneficios de visualización y análisis geográfico propios de los mapas, definiendo la topología o relaciones espaciales entre los elementos representados. Se representan no exclusivamente elementos evidentes en un lugar específico, tales como los ríos, vías, lagunas y centros poblados, también aquellos que muestran cierta característica del terreno, como las curvas de nivel que representan la topografía y las isolíneas usadas para representar datos como temperatura, humedad relativa y rapidez del viento. Juntas, las capas temáticas dan un enfoque íntegro del municipio; seleccionando diferentes capas, se pueden analizar relaciones particulares entre ellas. Esto facilita considerablemente el tránsito entre las diferentes perspectivas, importante para los procesos de planificación. Los SIG facilitan la exploración de la hendedura entre las circunstancias deseadas y las actuales, ya que permiten moverse entre un enfoque habitual y los acercamientos selectivos al contenido y valor de referencia que requiere cada interesado en especial. Si se observa el plano de un municipio para establecer el aspecto de los bosques, por ejemplo, puede ser significativo poseer la contemplación habitual de la posición de los fragmentos de bosque, las corrientes de agua y vías que los atraviesan y la proximidad a centros poblados. (p.01)

A la par, significativo como indica la Revista EIA (s.f) en uno de sus artículos

puede ser percibir en detalle cada una de estas capas temáticas, es declarar, observar el sitio general en bosques, el número de fragmentos, los nombres y características de las fuentes de agua y el dígito de habitantes de cada centro poblado.

Ahora bien, de acuerdo al Instituto Agustín Codazzi (IGAC) (2006) indicó que

La fijación de los sistemas de información geográfica como base de datos espaciales y territoriales, está concebida para establecer el cúmulo de referencias geográficas aprovechable por hoy en formato análogo. Referente a esto, el Estado colombiano asumió la aplicación de los sistemas de información en la geografía local y regional por medio del Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial (SIG-OTN), a cuenta del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2006), para establecer los procesos de ordenamiento y planeación territorial mediante los sistemas (art. 49 de la Ley 152 de 1994). Los sistemas de información están contemplados para elevar la calidad de los puntos de análisis y relaciones que distinguen al territorio. No obstante, gran parte de su acierto está sujeto al grado de asimilación de las herramientas a las que haya lugar, y de la elaboración de los marcos necesarios para comenzar a apreciar el campo aplicativo de la información geográfica derivada de los sistemas territoriales, que constituyen el escenario físico-espacial de las interacciones producidas, a la hora de evaluar las características del territorio como base de información. Los sistemas de información tienen como dependencia las circunstancias territoriales entre quienes ejecutan los planes de desarrollo, al ser asumidos parámetros de armonía estamental e institucional. Asimismo, la producción de información que permanentemente surte el área físico-espacial, permite limpiar la estructura mediática a la que han sido sometidos la planeación y los proyectos, desdibujados de la

orientación lógica anunciado por las condiciones espaciales y geográficas, que de modo directa constituyen la página de ruta requerida para valorar los parámetros territoriales. El beneficio por fundar los criterios de relación entre las estipulaciones del ordenamiento con la planeación a partir de los sistemas de información apenas está comenzando. Todavía se está en el curso de transferencia de la cartografía y los mapas análogos al sistema digital, también, se están desarrollando algunos programas y pruebas guía en distintas zonas de la nación para ir articulando la decisión a las situaciones territoriales, ejercicios en los que ha jugado una labor primordial la perspicacia que tienen los habitantes en cuanto al retrato geográfico del territorio. (p.01)

Adicional ESRI (2004) menciona que

Incorporando la eventual variable tiempo, los SIG aportan la posibilidad necesaria que permite descubrir cómo las interrelaciones entre estas variables van generando modelos y tendencias visiblemente identificables. Ejemplo, se puede distinguir el impacto que la edificación de una vía puede poseer referente a un trozo de bosque, comparando testimonio de fotografías aéreas de la misma área en épocas diferentes. Se considera que el 80% de toda muestra de información tiene un elemento espacial; los datos de las distintas ciencias pueden ser analizados "espacialmente" (ESRI, 2004). Con el conjunto de técnicas y tecnologías SIG se genera un vínculo entre los mapas y las bases de datos, elementos que existen en modo análogo en distintos grados de detalle en los municipios. Partiendo de una misma plataforma cartográfica, el municipio puede disponer y estudiar información tan desemejante como los datos de los predios (agencia de catastro), la gradación del Sistema de Personalización y Distribución de Potenciales Beneficiarios para los Programas Sociales -Sisbén- (salud pública), la hidrología, situación de cultivos, áreas protegidas (agencia de medio ambiente), retiros de quebradas y zonas de peligro (agencia de planeación). Es especificar, una sola aplicación de SIG podría tomar las bases de datos de las diferentes dependencias involucradas en la planificación municipal, pero estas deben estar adecuadamente georreferenciadas, permitiendo acoplar los diferentes datos de maneras específicas que amplifiquen la dimensión de análisis que se tendría manejando la información de manera individual, lo que facilita la acción y el estudio de diferentes escenarios posibles. (p.01)

En “la búsqueda de la calidad en la formación de profesionales de ciencias de la tierra” en Colombia, algunos programas han querido incluir la formación interdisciplinaria como parte no solo de las competencias profesionales, sino del objeto de estudio. Esta intención puede convertirse en un problema para el programa porque el logro de competencias interdisciplinarias no depende exclusivamente de la oportunidad de formación académica en el pregrado, sino de otras actividades que se propician en momentos posteriores a él.

Sin embargo, hay muchas posibilidades de lograr capacidad en el pensamiento interdisciplinario, al diseñar modelos de ordenamiento territorial. Por una parte, porque exige un pensamiento multiespacial y multitemporal y por otra, porque se deben incluir propuestas multicriterio y multiobjetivo. Asunto que pareciese muy complejo, pero que, utilizando (SIG) como herramienta, facilita el logro del diseño de modelos prospectivos de ordenamiento territorial (MPOT).

Posada et al (2016), asumen que un modelo puede ser una esquematización de los elementos de un sistema y de las relaciones que existen entre ellos, por lo cual, la modelación territorial exige puntualizar los procesos de unificación, de relaciones e interacciones externas e internas del sistema territorial. Y, a pesar que en Colombia se ha avanzado en la prospectiva territorial con algunos modelos de tipo departamental (DNP, 2009), en el nivel local hay una fuerte ausencia de la visión de futuro, no solo por cultura, sino por falta de apoyo técnico.

Es por esto que las expectativas de progreso de los Sistemas de Información Geográfica en Colombia en lo concerniente a la formulación de los instrumentos de planificación, deben seguirse construyendo y enriqueciendo con su ambiente de progreso para reconocer que una tecnología mundial pueda aplicarse, no solo a una capital, también a un corregimiento o un municipio de la forma más asertiva, garantizando la edificación teórica del urbanismo moderno en el estado.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Realizar un análisis bibliográfico exhaustivo acerca de los SIG (Sistemas de Información Geográfica) en el ámbito aplicativo del Ordenamiento Territorial (OT).

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir los fundamentos teóricos de los SIG (Sistemas de Información Geográfica), su concepto y funcionamientos.
- Establecer las ventajas y desventajas de los SIG (Sistemas de Información Geográfica) en el ámbito aplicativo del Ordenamiento Territorial (OT).
- Conocer las Normativas Colombianas que rigen el Ordenamiento Territorial (OT).

## **CAPITULO 1: GENERALIDADES**

### **1.1 EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Para este apartado Pineda & Franco la concepción de

ordenamiento territorial está referido a la medida y disposición de la práctica geográfica, en un espacio determinado ubicado en el territorio nacional, de las actividades productivas, asimismo como a las modalidades de práctica de los medios y servicios ambientales y de los asentamientos humanos y el progreso urbano de los centros de súbditos. se considera que el vocablo de ordenamiento territorial integra de modo sistemático los aspectos sociales, económicos y ecológicos sin ningún aprieto conceptual. Incluso proponemos que se debe citar un ordenamiento territorial ya sea nacional, estatal, regional y municipal a este modo de planificación territorial. Es innegable que la percepción de ordenamiento territorial tiene una estrecha analogía con el progreso defendible, gran porción de las definiciones de ordenamiento territorial tiene una bases ambiental o ecológica, sin embargo, la gran generalidad coincide en que es un sumario encaminado a la prosperidad social, con medios y formas diversas. (p.03)

Coam, (1993) considera que

es un hecho de relatar una habilidad socio-económica a un territorio geográfico o territorio, por su parte Fals Borda, (1993), establece que es un conjunto de acciones concertadas para orientar la alternativa, ocupación y utilización de los espacios geográficos, buscando su progreso socioeconómico, teniendo en cuenta las deposición e intereses de la localidad, las potencialidades del territorio y considerando la conformidad con el medio ambiente.(p.01)

Echevarría (1993) plantea que

si el ordenamiento territorial opta por observar “objetivos con naturalismo y precisión y se concentra en solventar problemas de desarrollo, entonces sí se puede crear una colaboración fundamental para maximizar el desarrollo económico y la calidad de equidad social en los procesos de desarrollo”, es decir, no se debe negar que la labor del territorio en cualquier suceso es el resultado de una serie de políticas macro económicas y sectoriales específicas de un modelo de desarrollo económico. (p.01)

Otra orientación interesante es el Gómez Orea (1992), quien menciona que

La disposición del territorio es la proyección en el espacio de las políticas social, cultural, ambiental y económica de una sociedad” plantea la necesidad de integrar la planificación socioeconómica con la física, para el autor, establecer el territorio significa sujetar las actividades humanas al territorio, y menciona que se está haciendo disposición territorial cuando se toma en cuenta el territorio en la enunciación de la estrategia de progreso y cuando se vinculan a él las actividades que configuran dicha estrategia. (p.01)

La Delegación de Ordenamiento Territorial de Colombia, lo define como

un conjunto de acciones concertadas para orientar la metamorfosis, ocupación y utilización de los espacios geográficos, buscando su progreso socio económico y teniendo en cuenta las disposiciones de la población, las potencialidades de la región y la conformidad con el medio ambiente. (p.01)

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Andrade, 1999).considera el ordenamiento territorial como

una política del Estado que permite una apropiada ordenación político administrativa del País y la preparación espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la comunidad, proponiendo un valor de vida provechoso de la población y la preservación del ambiente (p.01)

### **1.1.1 “¿Qué es un Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T)?”**

“Según el Artículo 9° de la Ley 388 de 1997 el P.O.T” “es un instrumento básico para desplegar y evaluar el proceso de categorización del territorio municipal. Se define como el acumulado de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para distribuir y administrar el progreso físico del territorio y la utilización del suelo. Adicionalmente el Artículo 5° del Decreto 879 de 1998 (por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial) el P.O.T” “es una herramienta técnica y normativo para ordenar el territorio municipal o distrital. Comprende el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas, destinadas a orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo”.

En este sentido se puede expresar que los P.O.T son la carta de navegación de los gobernantes la cual contempla una sucesión de normas e instrumentos técnicos que facilitarían la toma de decisiones. Adicionalmente los P.O.T deberán ser el resultado de una colaboración efectiva de diferentes actores sociales relacionados con la dinámica territorial. Como se dijo primeramente el P.O.T es la carta de navegación de los gobernantes y agregado a esto son propuestas de desarrollo territorial a largo plazo, se

plantean para 3 periodos administrativos, es decir, 12 años y va ligado al Plan de Desarrollo Municipal (PDM) el cual se diseña para un periodo administrativo, es decir 4 años; y al costo el cual se plantea para un 1 año. Con esto se puede expresar que el P.O.T hace fragmento de 3 instrumentos que deben armonizarse para obtener el objetivo primordial que es perfeccionar la calidad de vida de la comunidad.

“Todos los municipios del país deben poseer Plan de Ordenamiento Territorial, se establecen diferentes tipos de acuerdo al tamaño, características y número de habitantes, así:”

- “PLANES DE Ordenamiento Territorial (P.O.T): Este tipo lo deben transformar los municipios que cuenten con población superior a 100.000 habitantes.”
- “Plan BÁSICO DE Ordenamiento Territorial (P.B.O.T): Lo deben elaborar municipios con población entre 30.000 y 100.000.”
- “Esquema DE Ordenamiento Territorial (E.O.T): Esta muestra lo deben elaborar los municipios que cuenten con población inferior a 30.000 habitantes.”

**“Todos los tipos de planes deben adjuntar los siguientes componentes”**

- “Componente general: se constituye por los objetivos, estrategias y contenidos estructurales de largo plazo.”
- “Componente urbano: constituido por las políticas, acciones, programas y normas para encauzar y administrar el desarrollo físico urbano.”
- “Componente rural: el cual estará constituido por las políticas, acciones, programas y normas para orientar y garantizar la adecuada interacción, entre los asentamientos rurales y la cabecera municipal, así como la conveniente utilización del suelo.”

### **1.1.2 La planificación municipal territorial**

Al respecto (Andrade, 1999) concibe la idea de que

El municipio se concibe como una fracción del espacio nacional con límites establecidos, con características naturales específicas y con contexto económicas y sociales particulares, que también requiere de un ordenamiento territorial específico, con el propósito de modificar las actuales hábitos y tendencias del uso y exigencias de nuestros medios naturales, de prácticas agrícolas, ganadera e industriales que propician el desperfecto ambiental asimismo como para poseer una perspectiva de mantenimiento y beneficio del territorio en beneficio de los habitantes del municipio. (p.01)

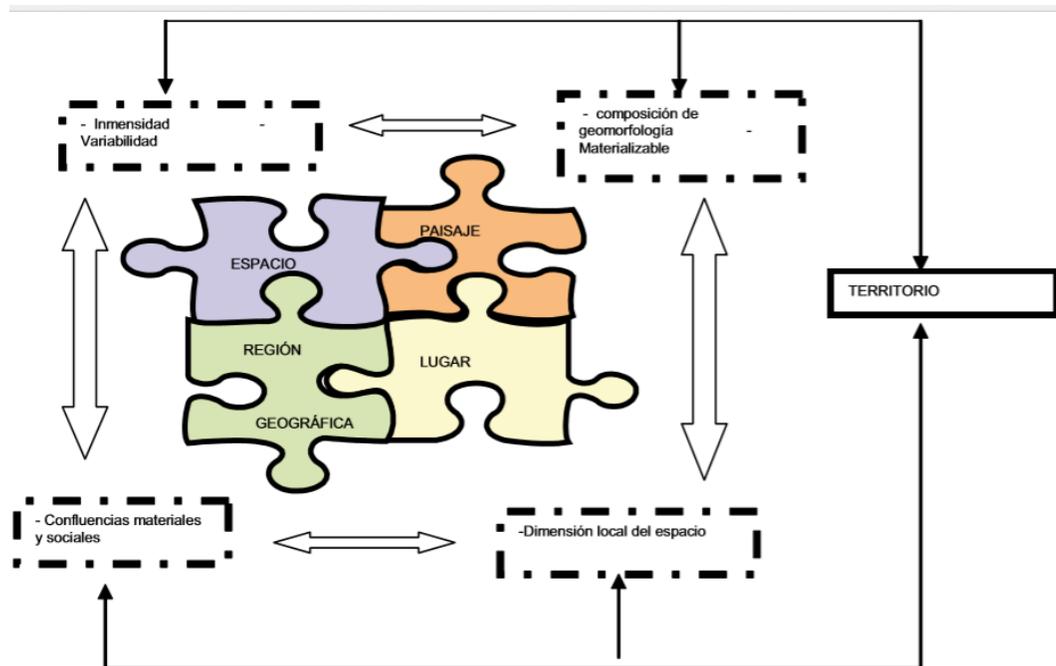
### 1.1.3 “Intersección entre el ordenamiento, la planeación y el territorio”

Según Escallón (2006) afirma que

La geografía ha regenerado el atributo de apoyo en los criterios de colocación territorial, toda vez que ha reiterado el estudio de los procesos de clasificación y planeación en su papel de estimador referencial. El mecanismo ampliable al que ha sido conmensurada, le ha preferido para lograr una interacción mucho más proactiva en las decisiones tomadas sobre la influencia de los ejercicios de influencia territorial, hacia la producción de información geográfica diversificada, que emerge necesariamente por la diversidad de los registros territoriales. Gutiérrez y Sánchez lo explican así: “La región, de tal forma ilustrado, es la consecuencia de los múltiples y diversos sentidos de los cuales dotan la materialidad quienes lo habitan, semantizándola mediante las construcciones socioculturales visibles en las prácticas sociales”. En perspectiva de ello, la búsqueda de la información geográfica recupera la etapa de balance que debe predominar entre las perspectivas de metamorfosis territorial con las oportunidades que brinda a partir del argumento espacial y dimensional. Un hecho revelador de la interacción es que ha consolidado el provecho por valorar las circunstancias territoriales de modo que pasa ante de cualquier intervención. De entonces, que actualmente tenga razón facultar el instrumento del análisis geográfico para justificar las diversas aplicaciones a que haya lugar.

Entre el ordenamiento y los sistemas existe una especie de relación elíptica que permite ondear de manera extendida las interacciones cometidas entre ambos, debido a la capacidad de información generada por cuenta de dicha elongación. Por ende, el ordenamiento es la pieza clave para intensificar el proceso de consecución de plataformas que permiten concebir el entramado necesario para constatar el ascenso de los sistemas de información y entender las movilidades y transformaciones que se instalan por cuenta de la planeación territorial y las derivaciones que provee. La planeación representa el ejercicio materializado de la combinación efectiva entre el flujo de datos obtenidos por cuenta de los sistemas junto con la capacidad de análisis y evaluación ofrecido por el ordenamiento territorial. A medida que se afianza la interacción de ambos, el ordenamiento termina por afinar la planeación, y esta última ilustra de manera profusa al ordenamiento. En este sentido, para lograr la complementariedad de ambos escenarios, resulta relevante definir los elementos que provocan el cierre de la brecha existente entre los dos. Afirma Castro (2009) que, de igual manera, el POT y la descentralización no son procesos antagónicos; en realidad son inseparables. Señala que la discusión sobre estos temas quedó en el debate y la voluntad política, lo cual no ha trascendido, al punto de estar prácticamente congelado el debate. Según este autor, la coyuntura está en: 1. El tema político y 2. En el tema normativo y de orden constitucional.

El componente territorial es el encargado de tamizar las pretensiones aseveradas, en primer lugar, con respecto a los alcances y perspectivas que desde el ordenamiento son trazadas en virtud de los usos del suelo. En segundo lugar, con relación a la vinculación de la planeación arraigada en los diferentes ejercicios de interacción aplicados sobre el territorio, y en tercer lugar, por el papel de enlace que cumple entre las acepciones consideradas desde el ordenamiento y las capacidades que surtiría el sistema para actuar sobre la evidencia geográfica. Existe una concepción generalizada de que el territorio en sí mismo constituye un sujeto heterogéneo de difícil agregación cooperativa, en el que hay un estímulo tácito a las adiciones individuales, sin marcos globalizantes que resultan en un desarrollo de los datos inconexos y muchas veces descoordinado y, por tanto, incoherente. Esta forma de abordar el proceso reflejada tanto en acciones institucionales como individuales, ha traído múltiples problemas, no sólo por el fomento del aislacionismo sino por la costosa duplicidad de esfuerzos que estas prácticas indefectiblemente acarrearán. La experiencia de muchos países ha demostrado que esta concepción puede ser superada con creces, mediante estrategias que involucran acciones a nivel nacional, institucional e individual. Delante los territorios aparecen simultáneamente conceptos similares a éste, bajo un cerco de redes y representaciones colectivas proporcionadas por las interacciones de los elementos físicos y humanos. El lugar, el panorama, la zona geográfica y el sentido de terreno, proporcionan la materialización y distribución del territorio, y, a su momento, la especificidad que les da inicio. La idea de territorio ha cambiado, transformándose de acuerdo con la impresión, la determinación, los acuerdos e intereses y las posibilidades que brinda en relación con la semejanza dialéctica de su naturaleza. (p. 113) (Ver Figura 1).



*Figura 1: Relación territorio, espacio, paisaje, región geográfica y lugar*

Fuente: “Parámetros del sistema de información geográfica aplicados al ordenamiento territorial nacional (SIG-OTN) en la planeación municipal y el ordenamiento territorial en Antioquia, financiado por la ESAP (Escuela Superior de Administración Pública), en el período agosto de 2009 a diciembre de 2009, ejecutado por el grupo de investigación en Política, Derecho y Gestión Pública de la ESAP, categoría A en Colciencias.”

La distribución del área según Escallón (2006)

se entiende en la medida en que son advertidos los aspectos y elementos que sustentan su estructura geomorfológica, por cuanto responden ante unas circunstancias inevitables, mostrada a través de la formalización de los (SIG) y concerniente al empaquetamiento al que es encaminado el territorio. Con este instrumento, la opinión técnica acerca de la extensión, el espacio y la territorialidad de las localidades y las regiones será la invariable, y, claro está, elevará los niveles de cuestión entre los agentes decisores de la labor local. (p.113)

Argumenta Bozzano:

*El área, en aquel momento puede ser deliberado como una designación constitutiva e inherente de las cosas y los procesos físicos; como el estado de lo amplio en tanto en clase analítica; como el compuesto indisociable del que participan, por una parte,*

*cierta soltura de los objetos geográficos, naturales y sociales, y por el otro, la vida que los llena y anima (2000, p. 25-26).*

De acuerdo al (DNP, 2010) afirma que

Es evidente que los planes de desarrollo y los programas territoriales parten más de acuerdos subjetivos, afincados en los compromisos adquiridos en la labor del ejercicio político, y no debidamente por valor de una exploración exhaustiva y técnica de la vinculación de los componentes políticos a la verificación técnica de la organización de determinación de los sistemas con efecto territorial. Por tal lógica, temas como la capacidad de carga territorial y el juicio lógico del territorio, como excusa de información para la implementación de las propuestas políticas, no son complementarios. El desarrollo territorial no se alcanza con la sumatoria de acciones sectoriales se alcanza con la unificación de conceptos y estrategias territoriales integradoras derivadas de la planificación territorial, urbana rural y del desarrollo local

El agravamiento al que ha sido conducida la intrusión referente al territorio, pese a la presencia de instituciones encargadas de guardar por su oficio, no es proporcionado con el estado perturbado en que se registra su facultad. En resultado, el ordenamiento territorial también adquiere el carácter de herramienta verificador de las acometidas hechas en los planes de desarrollo, equilibra las alteraciones y transformaciones que sobre el uso del suelo han provocado las perspectivas que no han compatibilizado la vinculación territorial en ambos frentes. (p.20)

## **1.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Sobre los sistemas (García, 1999) considera que

Una de las herramientas que constituye la sistemática moderna más trascendental para el estudio general de la información espacial son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), cuyo primer diseño en el planeta fue realizado en Canadá en 1962 y su comercialización comenzó en el período de los años 80's. A partir de ahí, estos sistemas han pasado del general desconocimiento a la utilización cotidiana en el universo de los negocios, universidades y administraciones públicas.

Los Sistemas de Información Geográfica son una novedad tecnológica surgida en la época de la información, administran y examinar datos de condición espacial con Ímpetu y maleabilidad, permiten reunir información, muchas veces dispersa, descrita y almacenada en diversos formatos. También, los Sistemas de Información Geográfica constituyen un utensilio novedoso de sostén en la toma de decisiones en temas de ordenamiento territorial, dado que permiten la rápida operación digital de mapas y bases de datos con grandes volúmenes de información. (p.01)

Los Sistemas de información geográfica, constituyen la herramienta informática que permite el análisis, visualización y manipulación de información geográfica (datos geográficos), los SIG se orientan al análisis espacial de lo que ocurre en la superficie terrestre pudiendo ser utilizado en la interpretación de los diferentes fenómenos que en ésta ocurren. Presenta diferentes aplicaciones desde el inventario y conocimiento de los recursos naturales, la planificación y ordenamiento de territorios hasta las aplicaciones de geomarketing. (S. Barrera, 2009)

En los estudios de ordenamiento territorial se obtienen por su propiedad una gran cuantía de datos que pueden proceder de diversas fuentes: fotografías aéreas, imágenes de satélite, censos y múltiples estudios de información estadística. Se puede declarar que la eficacia de almacenamiento, procesamiento y expansión de estos datos crece considerablemente cuando se emplean herramientas como la computadora.

El descubrimiento de los llamados Sistemas de Información Geográfica introdujo el elemento espacial en las bases de datos de los estudios geográficos, estableciendo asimismo las llamadas bases de datos geográficas. Los SIG son un instrumento lo suficientemente fuerte para examinar el territorio, dicha técnica ha avanzado notablemente en sus aportes, métodos y criterios aplicados (García, 1999). Al presente, se presenta como una disciplina joven, indubitablemente compleja, aún inmadura, sin obstáculo, posee un foco teórico significativo, ya determinado, que contiene cuestiones conceptuales interesantes, así como una metodología propia bien diferenciada.

Referente a definiciones de SIG, se encuentra una amplia diversidad en la bibliografía especializada; esto no nos debe transportar al relativismo de quienes llegan a exhibir que cada profesional tiene su adecuada significación de SIG en empleo de sus necesidades particulares y, por consiguiente, no se puede instaurar una definición única. Lo que sí es inseguro es que hay algunas definiciones erróneas o incompletas en circulación, debido a la citada falta de claridad en los conceptos fundamentales.

Una de las definiciones crecidamente prácticas y cómodas por parecer concreta y clara, la propone Burrough, (1988), quien establece que un SIG es el “conjunto de herramientas integradas, preparadas para rescatar, guardar, salvar, operar, examinar y exponer datos espacialmente referenciados a la Tierra”. Por otro lado, Aronof, (1989), define el SIG como “un agregado eficaz de herramientas para la recolección, acumulación, redención, transformación y exposición de información espacial del mundo real”. Rodríguez, (1993), propone un pensamiento interesante, razonado en un concepto único de Bouillé, un SIG es un “modelo informatizado del mundo real, explicado en un conjunto de información geográfico, determinado para integrar unas necesidades de información específicas respondiendo, del mejor modo permisible, a un conjunto de preguntas concretas”.

Otros autores como el profesor David Rhind (1989) antedicho por Franco (2001), sostienen que “un SIG constituye un sistema para la tramitación de los problemas complejos de la administración y planeamiento territorial.”

En términos generales se puede resumir como un “sistema de hardware, software y procedimientos, diseñados para aguantar la captura, el mando, la administración, el estudio, el modelado y la expansión de datos espacialmente referenciados (georreferenciados), para la tramitación de los problemas complejos de la dirección y planeamiento territorial”

Su interés principal es el almacenamiento de los datos georreferenciados para convertirlos en información geográfica a través de sus opciones de consultas, estudio espacial y fabricación de cartografía temática en diversas formas y escalas, como sostén a la deducción, comprensión y toma de decisiones territoriales. (Figura 2).



*Figura 2: Conceptualización de un SIG*

Fuente: Web GIS Principles and Applications

Los SIG son sistemas para el ingreso, almacenamiento, manejo y salida de información, para solucionar problemas, al valer de sustentáculo para la toma de decisiones y auxiliar a la planificación (Strobl, 1994 - 2010).

Los SIG, se enfocan en la edificación, ordenación y conformación de los datos espaciales en lo que llaman “Base de Datos”, que acopla gran dosis de información en un modo sencillo y perceptible para el interesado, entre una de las ventajas que se encuentra es que los datos espaciales y no espaciales pueden ser analizados y comparados simultáneamente (ESRI, ARCGIS Resources, 1995 - 2013).

Como una ventaja adicional con los SIG se puede representar de forma rápida y sencilla fenómenos que ocurren en el territorio además de procesar gran cantidad de información en poco tiempo (Medina Peñaloza, 2015).

De acuerdo a Espindola & Ramirez (2015) Los SIG son caracterizados por ser

una de las tecnologías de información más poderosas ya que se concentra en la unificación del conocimiento a partir de varias fuentes (por ejemplo, como capas intrínsecamente de un mapa) y crea un ambiente transversal para el auxilio. También, el SIG es atrayente para la mayoría de los usuarios que lo descubren, ya que es instintivo y cognitivo. Combina un eficaz ambiente para la visualización, a través de

mapas de comunicación y visualización, con un compacto cuadro de estudio y modelación que se fundamenta en la ciencia de la geografía. (p.01)

Podemos expresar entonces que en un SIG actúan un par de elementos inmensamente importantes que son la primordial incompatibilidad con los sistemas de información convencionales, un componente geográfico que conforma la base de datos espacial y otro de atributos que conforma la base de datos relacionada con propiedades que los hace interactuar en estrecha relación.

### **1.2.1 Historia de los Sistemas de Información Geográfica.**

En el año 1962, en Canadá, se diseñó el primer sistema “prudente” de información geográfica para el ámbito de recursos naturales a nivel mundial. En el Reino Unido se empezó a elaborar en la unidad de cartografía experimental. No fue hasta el período de los 80’s cuando surgió la comercialización de los SIG.

Mientras que en los años 60’s y 70’s se empezó a emplear la tecnología del computador digital al progreso de tecnología automatizada. Excluyendo cambios estructurales en el mando de la información, las generalidades de programas estuvieron dirigidos hacia la automatización del trabajo cartográfico; algunos pocos exploraron nuevos métodos para el mando de información espacial, y se siguieron básicamente un par de tendencias:

- “Producción automática de dibujos con un profundo valor de atributo pictórico”
- “Producción de información basada en el análisis espacial, pero con el coste de un bajo atributo gráfico”

De acuerdo a (A. Alami, A. Eslami and S. Hashemi, 2014) podemos afirmar que

La realización automática de dibujo se basó en la tecnología de diseño asistido por computador (CAD). El CAD se utilizó en la cartografía para extender la producción en la concepción y modernización de mapas. El modelo de base de datos de CAD maneja la información espacial como dibujos electrónicos compuestos por entidades gráficas organizadas en planos de visualización o capas. Cada capa contiene la información de los puntos en la pantalla (o píxeles) que debe activar para la representación por pantalla. Estos conjuntos de puntos organizados por planos de visualización se guardan en un formato vectorial. (p.01)

En lo que presentan Medina Peñaloza, (2015) Podemos ver que

“Las bases de datos incluyen funciones gráficas primitivas que se emplean para edificar nuevos conjuntos de puntos o líneas en nuevas capas” y concretar una representación

imaginada por el interesado. Por ejemplo, una capa que contenga una línea vertical se puede sumar lógicamente a una capa que contenga un área circular para formar el emblema de un palo de golf o una anotación musical, determinado en una nueva capa que se puede llamar "hierro 4" o "negrilla".

Posteriormente, a la simbología se le adicionó una eventual variable "sutil" al integrar el texto.

El progreso de la tecnología CAD se aplicó para la operación de mapas y dibujos y para la optimización del mando gerencial de información cartográfica. De allí se desarrolló la tecnología AM/FM (Automated Mapping / Facilities Management).

El adelanto análogo de las disciplinas que incluyen la captura, el estudio y la manifestación de datos en un argumento de áreas afines como catastro, cartografía, topografía, ingeniería civil, geografía, planeación urbana y rural, servicios públicos, entre otros, ha implicado dualidad de esfuerzos. Actualmente se ha conseguido congregar el trabajo en el área de sistemas de información geográfica multipropósito, en la medida en que se superan los problemas técnicos y conceptuales inherentes al proceso.

En los años ochenta se vio el esparcimiento del empleo de los SIG., prestado por la comercialización simultánea de una gran cifra de herramientas de dibujo y diseño asistido por ordenador (con siglas en inglés CAD y CADD), asimismo como la divulgación del uso de microordenadores y estaciones de trabajo en la industria y la presentación y fijación de las Bases de Datos relacionales, ligado a las primeras modelizaciones de las relaciones espaciales o topología. En este sentido la aparición de productos como ARC/INFO en el contorno del SIG o IGDS en el lugar del CAD fue concluyente para proyectar un nuevo mercado con una rapidísima extensión. La aparición de la Orientación a Objetos (OO) en los SIG (como el Tigris de Intergraph), inicialmente aplicado en el contorno militar (Defense Map Agency - DMA) (OO) permite nuevas concepciones de los SIG donde se integra todo lo referido a cada entidad (p.e. una parcela) (simbología, geometría, topología, atribución). Pronto los SIG. Se empieza a emplear en cualquier disciplina que necesite la mezcla de planos cartográficos y bases de datos como: Ingeniería Civil: diseño de carreteras, presas y embalses. Estudios medioambientales. Estudios socioeconómicos y demográficos. Planificación de líneas de comunicación. Ordenación del territorio. Estudios geológicos y geofísicos. Prospección y explotación de minas, entre otros. Los años noventa se caracterizan por la prudencia en el uso de estas tecnologías en los ámbitos tradicionales mencionados y por su esparcimiento a nuevos campos (SIG en los negocios), propiciada por la generalización en el uso de los ordenadores de gran potencia y sin embargo muy asequibles, la formidable dispersión de las comunicaciones y en especial de Internet y el World Wide Web, la manifestación de los sistemas distribuidos (DCOM, CORBA) y la fuerte propensión a la unión de

formatos de intercambio de datos geográficos propician la presentación de una oferta proveedora (Open Gis) que suministra datos a un formidable mercado de interesado final. El aumento de la fama de las tendencias de programación distribuida y el desarrollo y beneficios de la máquina virtual de Java, permiten la creación de nuevas formas de programación de sistemas distribuidos, de este modo aparecen los agentes móviles que tratan de enmendar el tráfico descomunal que hoy en día se encuentra en Internet. Los agentes móviles utilizan la solicitud de métodos remotos y la serialización de objetos de Java para conseguir transitar la computación y los datos. Nace aquí un desconocido paradigma para el camino a consultas y compilación de datos en los sistemas de información geográfica, cuyos mayores beneficios se esperan lograr en los siguientes años. (p.01)

Por su parte Alfaro & Richard (s.f.) nos indican que

El Plano del Futuro es un Retrato Ingenioso A partir de 1998 se empezaron a instalar en distintas órbitas una serie de familias de satélites que traerán a los computadores personales, anteriormente del año 2003, fotografías digitales de la faja del terreno con resoluciones que oscilarán entre 10 metros y 50 centímetros. Empresas como SPOT, OrbImage, EarthWatch, Space Imaging y SPIN-2 han comenzado la elaboración de uno de los mecanismos que será garante de la habilitación espacial de la tecnología informática. Curiosamente éste "Boom" de los satélites de comunicaciones, está empujando la extensión de ancho de banda para remitir y recoger datos, hasta el lugar que, en este instante, la amplitud solo concebida para fibra óptica de T1 y T3, se está alcanzando de modo inalámbrico. Por otro lado, las frecuencias de visita de estos satélites permitirán ver cualquier parte del mundo casi cada hora. (p.01)

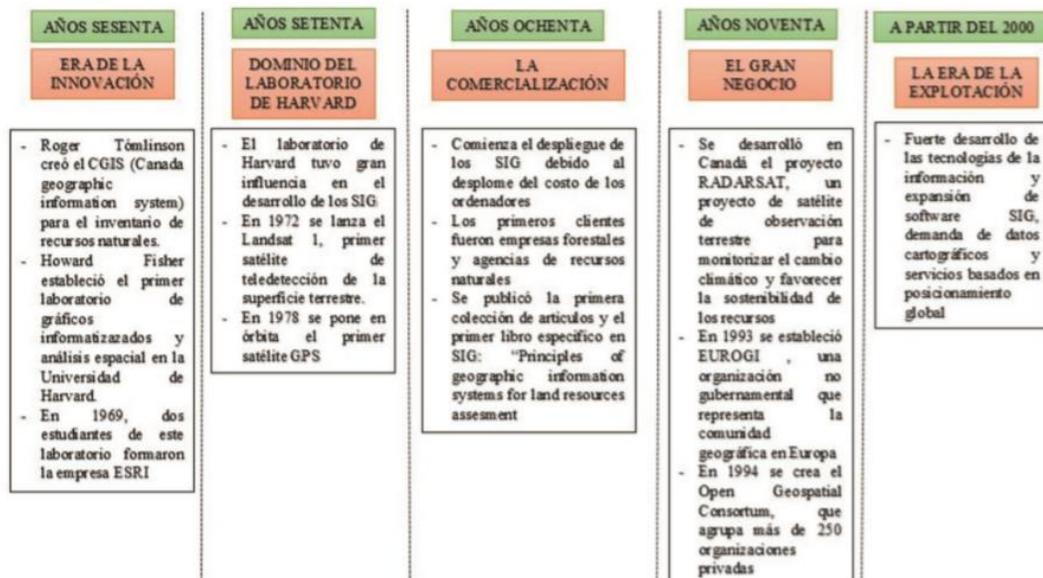


Figura 3: Historia de los SIG

Fuente: A. Botella, A. Muñoz, R. Olivella, J. Olmedillas, J. Rodríguez y A. Pérez (Coords.), Introducción a los Sistemas de información geográfica y geotelemática, Barcelona, España: Ed. UOC, 2011.

### 1.2.2 ¿Qué es un SIG?

Según (Bosque Sendra, 1997) un SIG es un

sistema de hardware, software y procedimientos, diseñados para aguantar la captura, el mando, la administración, el estudio, el modelado y la expansión de datos espacialmente referenciados ‘georreferenciados’, para la tramitación de los problemas complejos de la dirección y planeamiento territorial. (p.01)

Definición más sencilla es: Un sistema de computador capacitado para conservar y utilizar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre.

Un SIG, es un instrumento de observación de información. La información debe poseer una reseña espacial y debe archivar una inteligencia propia referente a la topología y representación.

En absoluto un SIG debe poseer la capacidad de proporcionar contestación a las siguientes preguntas:

- “¿Dónde está el objeto A?”
- “¿Dónde está A con relación a B?”
- “¿Cuántas ocurrencias del tipo A hay en una distancia D de B?”
- “¿Cuál es el valor que toma la función Z en la posición X?”
- “¿Cuál es el resultado de la intersección de diferentes tipos de información?”
- “¿Cuál es la vía más corta (menor intransigencia o menor precio) referente el terreno a partir de un punto (X1, Y1) a lo largo de un corredor P hasta un punto (X2, Y2)?”
- “¿Qué objetos están próximos a aquellos objetos que tienen una mezcla de características?”

### 1.2.3 “¿Cuáles son los componentes de un SIG?”

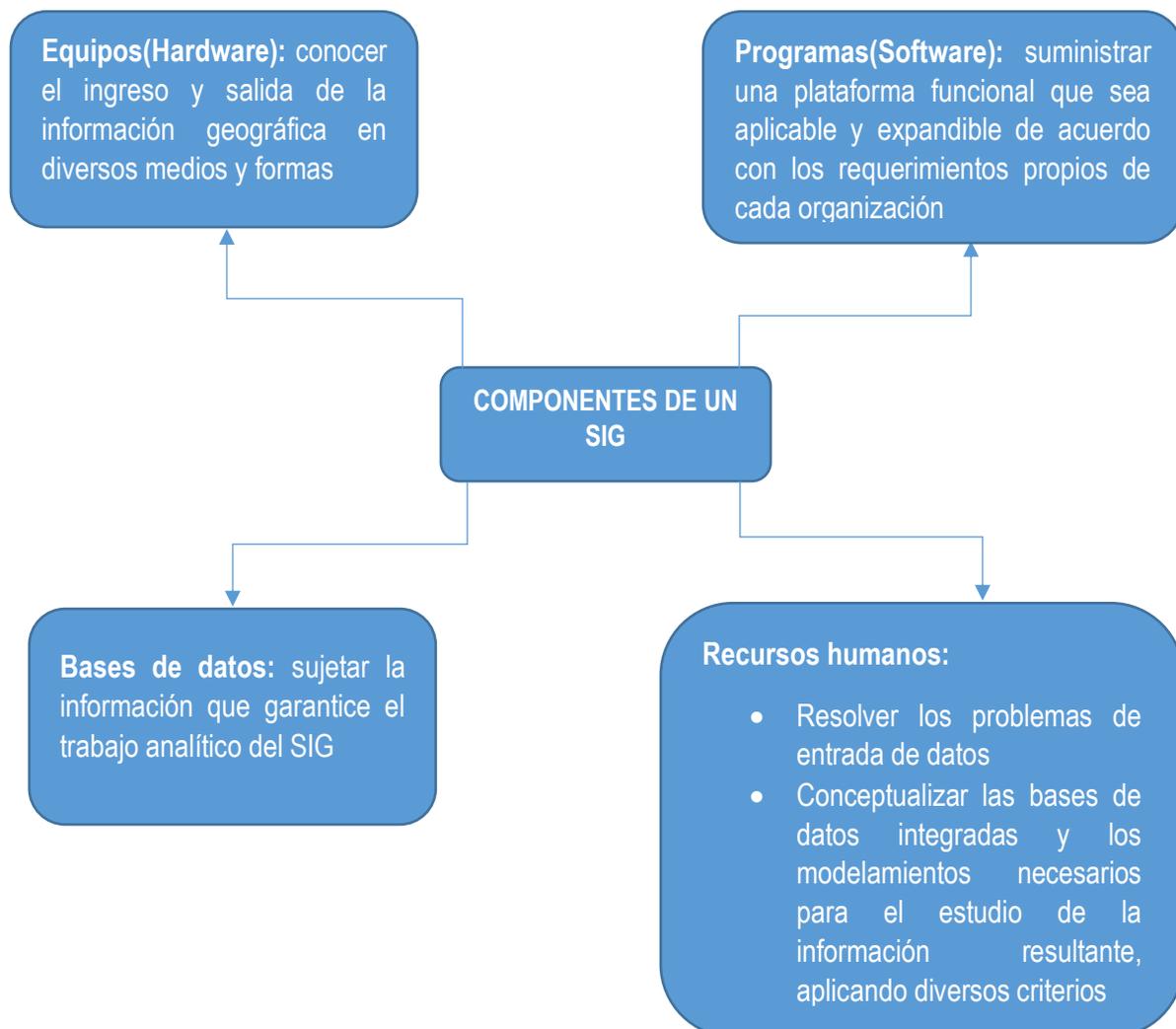
“Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para retener, examinar y expandir la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:”

- “Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.”
- “Un sistema de manejador de base de datos.”
- “Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.”
- “Interface gráfica para el usuario para acceder fácilmente a las herramientas.”

Asi mismo Álvaro de J. Carmona (s.f.)

Posiblemente la porción más trascendental de un sistema de información geográfico es sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, también como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros medios de datos y puede inclusive aprovechar los manejadores de base de datos más comunes para operar la información geográfica dentro de las funciones básicas de un sistema de información podemos especificar la captura de la información, esta se logra mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías, videos, procesos Aero fotogramétricos, entre otros.

Otra ocupación básica de procesamiento de un SIG hace informe a la pieza del estudio que se puede cumplir con los datos gráficos y no gráficos, se puede detallar la función de cercanía de objetos sobre una zona determinada, de igual modo, se puede detallar la función de coexistencia que se refiere a la transposición de objetos dispuestos sobre un mapa. (p.01)



*Figura 4: Esquema de los componentes de un SIG*

Fuente: sistema de Información Geográfico con interfaz Web, Richard, Alfaro.

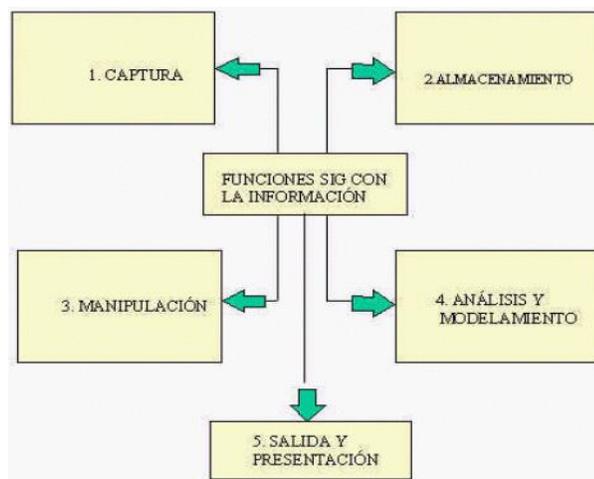
Según (Bosque Sendra, 1997) podemos observar que

La forma como se agrupan los diversos elementos constitutivos de un SIG quedan determinados por una sucesión de características comunes a varios tipos de objetos en el modelo, estas agrupaciones son dinámicas y habitualmente obedecen a circunstancias y necesidades bien específicas de los usuarios.

La explicación prudente del concepto categoría o cobertura, queda decidido como una unidad básica de congregación de varios mapas que comparten algunas características comunes en estilo de temas conectados con los objetos contenidos en los mapas. Sobre un mapa se definen objetos (tienen una dimensión y localización en relación a la superficie de la tierra), estos poseen atributos, y éstos últimos pueden ser de tipo gráfico o de tipo alfanumérico. (Sistemas de Información Geográfica, Francisco Alonso Sarría).

A un agregado de mapas conectados se le denomina entonces categoría, a un agregado de categorías se les denomina un tema y al agregado de temas dispuesto sobre una zona específica de observación se agrupa en forma de índices temáticos o geoíndice del proyecto SIG. De tal casualidad que la arquitectura jerárquica de un proyecto queda expuesta por el concepto de índice, categoría, objetos y atributos

#### 1.2.4 ¿Cuáles son las funciones de los componentes de un SIG?



*Figura 5: Funciones de los componentes de un SIG*

Fuente: “sistema de Información Geográfico” con interfaz Web, Richard, Alfaro.

Así mismo (Bosque Sendra, 1997) también relacionan que

La imagen primaria de los datos en un SIG está basada en algunos tipos de objetos universales que se refieren al punto, línea y polígono. Los elementos puntuales son todos aquellos objetos correspondientemente pequeños en relación a su medio más seguidamente colindante, se representan mediante líneas de longitud nula. Por ejemplo, elementos puntuales pueden ser un poste de la red de energía o un desagadero de la red de alcantarillado.

Aquí vale la pena hacer la subsiguiente enmienda en relación a la decisión de los elementos puntuales; en un mapa que incluya los detalles más relevantes de un objeto específico, éste puede parecer como un elemento de tipo área, en cambio en otro mapa que no incluya detalles asociados del objeto, puede indicar como un objeto puntual.

Los objetos lineales se representan por una continuación de puntos donde el ancho del componente lineal es insignificante con relación a la dimensión de su longitud, con este tipo de objetos se modelan y definen las carreteras, las líneas de transferencia de energía, los ríos, las tuberías del conducto entre otros.

Los objetos de tipo área se representan en un SIG de acuerdo con un ligado de líneas y puntos cerrados para crear un área perfectamente definida a la que se le puede emplear el criterio de perímetro y longitud. Con este tipo se modelan las superficies tales como: mapas de bosques, sectores socioeconómicos de una ciudad, una represa de generación, entre otros. (Sistemas de Información Geográfica, Francisco Alonso Sarría).

### **1.2.5 “¿Cuál es la información que se maneja en un SIG?”**

Al respecto (G.E, Jiménez, 2016) señala que

Se empieza de la representación que un SIG es un agregado de procedimientos usados para guardar y operar datos geográficamente referenciados, es indicar objetos con una ubicación definida sobre la superficie terrestre bajo un sistema sencillo de coordenadas.

Se dice que un elemento en un SIG es cualquier pieza referente a la superficie terrestre que tiene tamaño, es indicar, que presenta una dimensión física (alto - ancho - largo) y una situación espacial o una perspectiva medible en el espacio relativo a la superficie terrestre.

A cualquier elemento se asocian unos atributos que pueden ser:

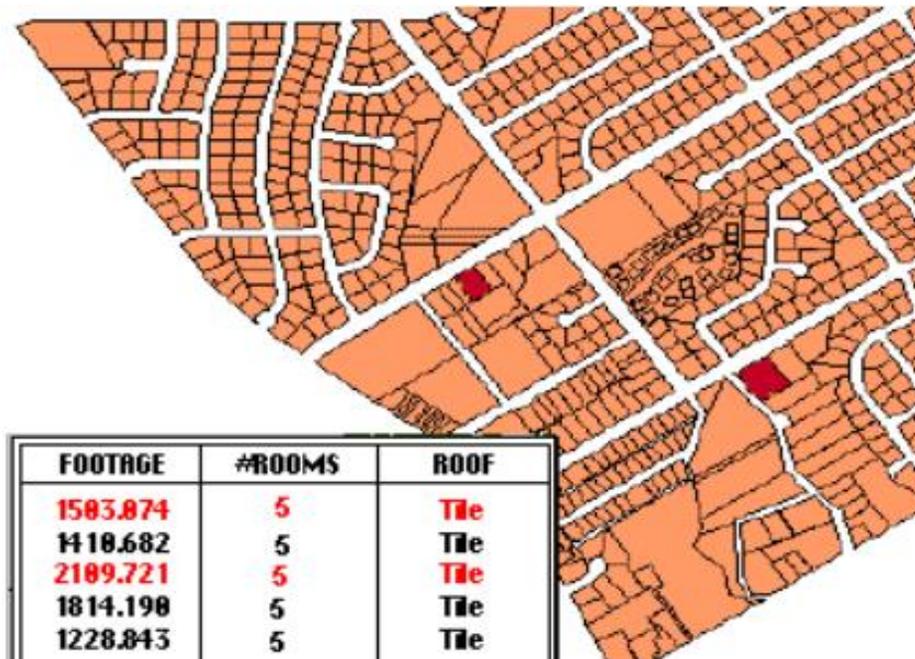
- “Gráficos”
- “No Gráficos o Alfanuméricos”

### 1.2.5.1 “Atributos Gráficos”

Son las representaciones de los objetos geográficos asociados con ubicaciones específicas en el espacio real. La grafía de los objetos se hace por intermedio de puntos, líneas o áreas. Ejemplos de una red de servicios:

- Punto: una casa
- Línea: una vía
- Área: una laguna

### 1.2.5.2 Atributos no Gráficos



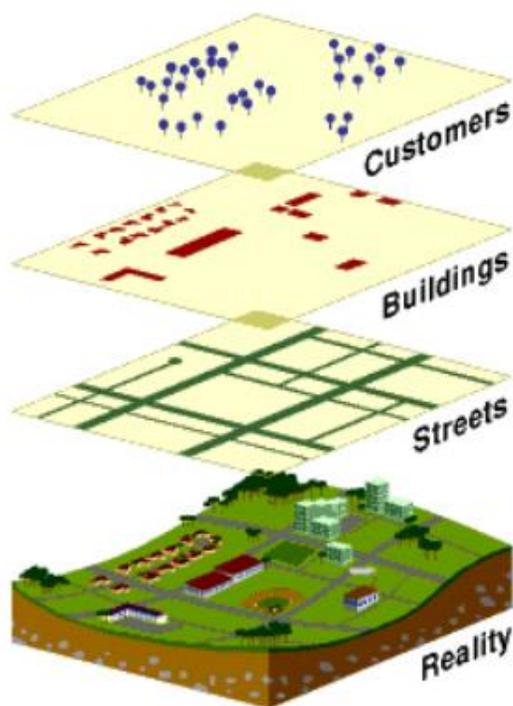
*Figura 6: Ilustración atributos no gráficos y gráficos*

Fuente: “sistema de Información Geográfico” con interfaz Web, Richard, Alfaro

Asimismo, llamados atributos alfanuméricos. Corresponden a las descripciones, cualificaciones o características que nombran y determinan los objetos o elementos geográficos. En la figura 6 se observan los atributos gráficos y no gráficos que se encuentran asociados a los objetos representados. (G.E, Jiménez, 2016).

### 1.2.6 Agrupación de la información de los objetos en un SIG

A todo elemento incluido en una categoría se le asigna un único dígito identificador. Cada elemento está representado por una colocación única (atributos gráficos con analogía a unas coordenadas geográficas) y por un agregado de descripciones (atributos no gráficos) El modelo de datos permite reunir y atar atributos gráficos y no gráficos. Las relaciones se establecen tanto desde el punto de vista posicional como topológico. (J. Peña, 2006).



*Figura 7: Relaciones dentro de un SIG*

Fuente: J. Peña, Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9, San Vicente, España: Ed Club Universitario, 2006.

De acuerdo a J. Peña, (2006) podemos ver que

Los datos posicionales dicen donde está el elemento y los datos topológicos informan sobre la ubicación del elemento con relación a los otros elementos. Los atributos no gráficos dicen qué es, y cómo es el objeto. El número identificador que es único para cada objeto de la categoría es almacenado tanto en el archivo o mapa de objetos como en la tabla de atributos, lo cual garantiza una correspondencia estricta entre los atributos gráficos y no gráficos. (p.01)

### **1.2.7 “Los sistemas de coordenadas en un SIG”**

Para (B. Rodríguez-Ramos, F. Velandia y R. Cárdenas, 2008) se refiere a

Un sistema de coordenadas geográficas es un sistema de referencia usado para localizar y medir elementos geográficos. Para personificar el mundo real, se utiliza un sistema de coordenadas en el cual la colocación de un elemento está dada por las magnitudes de latitud y longitud en unidades de grados, minutos y segundos.

La longitud varía de 0 a 180 grados en el hemisferio Este y de 0 a -180 grados en el hemisferio Oeste de acuerdo con las líneas imaginarias denominadas meridianos.

La latitud varía de 0 a 90 grados en el hemisferio norte y de 0 a -90 grados en el hemisferio sur de acuerdo con las líneas imaginarias denominadas paralelos o líneas ecuatoriales. El origen de este sistema de coordenadas queda determinado en el punto donde se encuentran la línea ecuatorial y el meridiano de Greenwich.

Las coordenadas cartesianas son generalmente usadas para representar una superficie plana. Los puntos se representan en términos de las distancias que separan a dicho punto de los ejes de coordenadas.

En un SIG a través del índice es viable distinguir las categorías, por estas categorías se accede a los objetos y por los objetos se tiene camino a los atributos gráficos y no gráficos que se almacenan en la base de datos geográfica. Los archivos o mapas que conforman una categoría se pueden cargar por cada interesado para reconocer sus necesidades. De similar modo puede crear operaciones con objetos que pertenezcan a la misma categoría o a categorías diferentes. Estas operaciones pueden ser de tipo espacial (unión, intersección) o racionales (Continuidad, vecindad, proximidad). (p.01)

#### **1.2.7.1 Proyecciones en un SIG**

Al respecto (A. Camacho-Velasco, C.A. Vargas-García, F.A. Rojas-Morales, S.f. Castillo-Castelblanco y H. Arguello-Fuentes, 2015) indican que

La zona de observación más usualmente usada para la definición de localizaciones geográficas es una zona esférica. Esto es legítimo incluso sabiendo que la figura de la tierra se puede esculpir más como un elipsoide que como una esfera. Se sabe sin embargo que para la reproducción de una base de datos que permita la forma de elementos correctamente georreferenciados, y en unidades de medida comunes como metros o kilómetros, debe ser construida una representación plana.

Toda proyección lleva consigo la desviación de una o varias de las propiedades espaciales ya mencionadas. El método usado para la proyección será el que en definitiva nos permita determinar cuáles propiedades espaciales sean conservadas y cuales desviadas. Proyecciones específicas eliminan o minimizan la desviación de propiedades espaciales particulares. Las superficies de proyección más comunes son los planos, los cilindros y los conos, según el caso se exige la proyección azimutal, cilíndrica y cónica correspondientemente.

Las propiedades espaciales de forma, área, distancia y dirección son conservadas o distorsionadas dependiendo no solo de la zona de proyección, sino además de otros parámetros. Puesto que todo tipo de proyección requiere de una condición desigual de transformación matemática para la transformación geométrica, cada método debe originar distintas coordenadas para un punto dado. Por ejemplo: Transformación de mercator, transformación estereográfica. (p.01)

### **1.2.8 “Programas (SOFTWARE) de los SIG”**

La empresa productora de software de superior comercialización en Colombia es ESRI, habiendo sido los programas ArcInfo, ArcView 3.2 y ArcExplorer los más utilizados hasta hace pocos años. Actualmente se está dando una conversión de los usuarios de ArcView 3.2 hacia ArcGis, que tiene funciones de ArcInfo y ArcView Las funciones generales de cada programa de acuerdo a ESRI, 2004.) son las siguientes:

- “ArcExplorer: distribuido gratis por ESRI (se puede descargar del espacio web de ESRI), que permite visualizar información en formato shape generada por ArcView Tiene funciones básicas para manejar la información.”
- “ArcView: permite editar y ejecutar distintos tipos de observación, suficientes para instaurar y operar la información usualmente utilizada por un municipio.”
- “ArcInfo: permite fabricar mapas comenzando con el inicio, definiendo la topología de los elementos con lo cual se puede ejecutar una gran suma de análisis espaciales entre ellos.”
- “ArcGis: compuesto de aplicaciones con la ligereza para la edición de ArcView y con funciones de producción de mapas de ArcInfo. 'ArcGis está mezclado por las aplicaciones ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox, y extiende ArcView al suministrar edición multiusuario, una capacidad progresada de análisis, interfaz con Internet y una gran capacidad para el manejo de bases de datos espaciales”

### **1.2.9 “Datos de entrada en los SIG**

Sobre los datos de entrada de los SIG Palacios (1994) señala

De una buena elección de los datos disponibles depende la perfección de la información que posteriormente se puede conseguir de la aplicación. En Colombia, ésta es tal vez la trascendental dificultad con la cual se encuentran los usuarios de SIG al emprender a desarrollar una aplicación.

La información geográfica, es referir, la información que se refiere al área física o que esté asociada con una zona geográfica determinada, es cada día más cuantioso, más dinámica y con orígenes y destinos más complejos. Ya en ese entonces, el literato señalaba como problemas en el manejo de la información geográfica el gran volumen de información, las enormes diferencias en los métodos de colección de información, la tendencia al desarrollo de la información, la necesidad de actualizaciones cada vez más frecuentes y la reproducción de datos (distintas entidades que generan una misma información, con un efecto final desigual por las diferentes metodologías utilizadas). Todo este agregado de elementos del inconveniente se está manejando con métodos manuales dispersos que dificultan la consulta, demoran la utilización oportuna de la información, no permiten cruces ni desagregaciones, ocupan personal y espacio tremendamente dispendioso y mantienen un porcentaje muy alto de información obsoleta, incompleta o equivocada. (p.01)

En cuanto al ingreso de los datos a un SIG, ESRI define tres formas básicas (2004).

1. **“Datos espaciales de tipo vector:** componen la cartografía digital, constituida por puntos, líneas o polígonos. Son el índole primordial de datos para un SIG. Usando como ejemplo los ríos de un área dada, cada unidad, es indicar, cada afluente, es una línea definida por pares de coordenadas x e y. Una capa temática está constituida por un dígito variable de elementos.”
2. **“Datos espaciales de tipo raster:** incluyen ilustraciones satelitales, fotografías aéreas e información escaneada. Las fotografías aéreas e ilustraciones satelitales requieren un procedimiento anterior de ortorrectificación y georreferenciación, de manera que puedan ser adecuadamente incorporadas al sistema. Las imágenes escaneadas sin este proceso se utilizan con periodicidad como reseña o fondo para los mapas en formato vector, de modo que proporcionan una información visual que puede resultar equivalentemente valiosa.”
3. **“Datos tabulares:** declaración que describe cada unidad de una capa temática. Para el ejemplo de la capa de ríos, el orden, la longitud y la profundidad del cauce serían, entre otros, los datos que se recogerían en una tabla para cada río. Puede utilizarse en la experiencia cualquier base de datos (inclusive archivos de MsExcel) para nutrir la información espacial.”

### 1.2.10 Modelos del SIG

Aquí Espindola & Ramirez (2015) señalan que

En la elaboración del SIG tomamos información de la circunstancia que representamos con capas y respectivos atributos conectados en tablas en una base de datos, para certificar la organización de estos datos y su correlación debemos poseer en valor unos modelos iniciando desde la extracción de la realidad como se puede observar en la Figura 8.(p.01)

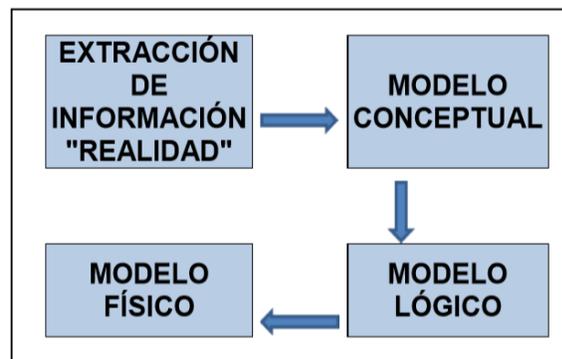


Figura 8: Metodología diseño base de datos

Fuente: Espíndola Ramírez Diego Fernando, 2015

### **1.2.10.1 “Modelo Conceptual”**

Al respecto Alfaro & Richard (s.f.) indican que

En este modelo lo que se pretende es captar fragmentos de la naturalidad y representarlos mentalmente por una figura teniendo presente sus relaciones espaciales y características propias de ese pedazo de naturalidad. Para conseguir el modelo conceptual, el primer camino es el estudio de la información y los datos que se usan y producen en el establecimiento que desarrolla el SIG. El consecuente camino es la designación de las entidades y los atributos con las relaciones que aquellas guardan, de acuerdo con el flujo de información de los diferentes procesos que se llevan a fin en el establecimiento. (p.01)

También, Alfaro & Richard (s.f.) señalan que

como el diseño minucioso de bases de datos que contienen información alfa-numérica y capas de información gráfica con objetos que serán capturados con atributos que describen a cada entidad, identificadores, conectores, naturaleza de dato (numérico o carácter) y longitud; conjuntamente, se define la geometría (punto, línea o área) de cada una de ellos. (p.01)

### **1.2.10.2 “Modelo Lógico”**

Para el modelo lógico Sistemas de Información Geográfica, Francisco Alonso Sarría (s.f.) señala que

El modelo lógico hace reseña a como se muestrean y organizan las variables y objetos para alcanzar una Imagen lo más adecuada posible.

En un SIG existen básicamente dos modelos lógicos que se conocen como formato raster y formato vectorial y que dan parte a los dos grandes tipos de capas de información espacial.

En el formato raster se divide el espacio en un agregado regular de celdillas, cada una de estas celdillas contiene un dígito que puede ser el identificador de un elemento (si se trata de una capa que contiene objetos) o del valor de una variable (si la capa contiene esta variable). En el formato vectorial los diferentes objetos se representan como puntos, líneas o polígonos. (p.01)

### **1.2.10.3 “Modelo Físico”**

Al respecto (Espíndola Ramírez Diego Fernando, 2015) señalaron que

En este modelo realizamos la implementación de los modelos conceptual y lógico en el software utilizado para elaboración de nuestro SIG de tal modo que según los criterios planteados se concreta la forma en que almacenaremos la información y su organización para el funcionamiento deseado.

Sin embargo, siempre es ineludible conocer los aspectos importantes en la edificación de una aplicación SIG web (arquitectura, clientes, tecnologías, estándares, protocolos, lenguajes, ventajas y desventajas). (p.01)

### **1.2.11 “Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)”**

Como lo señalan (G. Buzai, 2013) vemos que

La ventaja primordial de un Sistema de Información Geográfica radica en su facultad para edificar modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales y para manipular esos modelos en la simulación de los efectos que un procedimiento de la naturaleza o un acto antrópico produce sobre un determinado espacio en una fecha específica. La cimentación de modelos constituye un utensilio muy válido para analizar las tendencias y decretar los factores que las influyen, así como para valorar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación referente los medios existentes en el área de interés.

En el contorno municipal pueden desarrollarse aplicaciones que ayuden a solucionar un extenso nivel de necesidades como, por ejemplo:

- “Producción y modernización de la cartografía básica.”
- “Administración de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía, teléfonos, entre otros)”
- “Inventario y precio de predios.”
- “Atención de emergencias (incendios, terremotos, accidentes de tránsito, entre otros.”
- “Estratificación socioeconómica.”
- “Regulación del uso de la tierra.”
- “Control ambiental (saneamiento básico ambiental y mejoramiento de las condiciones ambientales, educación ambiental)”
- “Evaluación de áreas de riesgos (prevención y atención de desastres)”
- “Localización óptima de la infraestructura de equipamiento social (educación, salud, deporte y recreación)”
- “Diseño y mantenimiento de la red vial.”

- “Formulación y evaluación de planes de desarrollo social y económico.”

### 1.2.12 “Almacenamiento de la información”

En esta fase Afaro y Richard (s.f.) indican que “se administra la información geográfica y descriptiva contenida en las bases de datos y los elementos en que físicamente son almacenados.”

“La información en un GIS es almacenada en cuatro grandes conjuntos de bases de datos:”

- **“Bases de datos de imágenes:** Estas imágenes representan fotográficamente el terreno.”
- **“Bases de datos complementarios de imágenes:** Esta base de datos contiene símbolos gráficos y caracteres alfanuméricos georreferenciados al mismo sistema de coordenadas de la imagen real a la que complementan.”
- **“Bases de datos cartográficos:** Almacena la información de los mapas que representan diferentes clases de información de un área específica. Corresponden a las coberturas o categorías.”
- **“Bases de datos de información descriptiva:** Esta base facilita el almacenamiento de datos descriptivos en las formas más comunes de tal forma que puedan ser utilizados por otros sistemas.”

De acuerdo a (J. Peña, 2006). “La operación de la información incluye procedimientos de extracción y edición. Asimismo, provee los mecanismos para la comunicación entre los datos físicos (extraídos por los módulos de acumulación y utilización por los módulos de estudio).”

### 1.2.13 “Manipulación de la información”

De acuerdo a (G. Buzai, 2013) indica que

Las formas de obtener o rescatar información de los SIG son muy variadas y pueden a ser muy complejas. Las formas básicas para obtener la información consiste en extraer información del SIG mediante la descripción de un dominio espacial determinado por un punto, una línea o un área deseada. Por ejemplo: elegir por medio del anotador gráfico un río en un mapa, una tubería en un plano. (p.01)

## 1. “Extracción mediante especificación geométrica.”

Extraer por medio de un dominio espacial y una condición geográfica entidades gráficas. Por ejemplo: las poblaciones que se encuentren en un radio de 3 kilómetros (Km) en inmediaciones de una bocatomía.

## 2. “Extracción mediante condición geométrica”

“Extracción de las entidades espaciales que satisfagan una condición descriptiva determinada. Por ejemplo, aquellos predios los cuales el dueño sea una única persona.”

### 1.2.14 Análisis y modelamiento de la información en los SIG

Al respecto (M. Quiroz, J. Escobar, D. Martínez, T. Betancur y H. Massone, 2007) indican que “Incluye las funciones que realicen cálculos referentes las entidades gráficas. Va a partir de procedimientos sencillos como longitud de una línea, perímetros, áreas y volúmenes, hasta estudio de redes de conducción, intersección de polígonos y análisis de modelos digitales del terreno” (p.01).

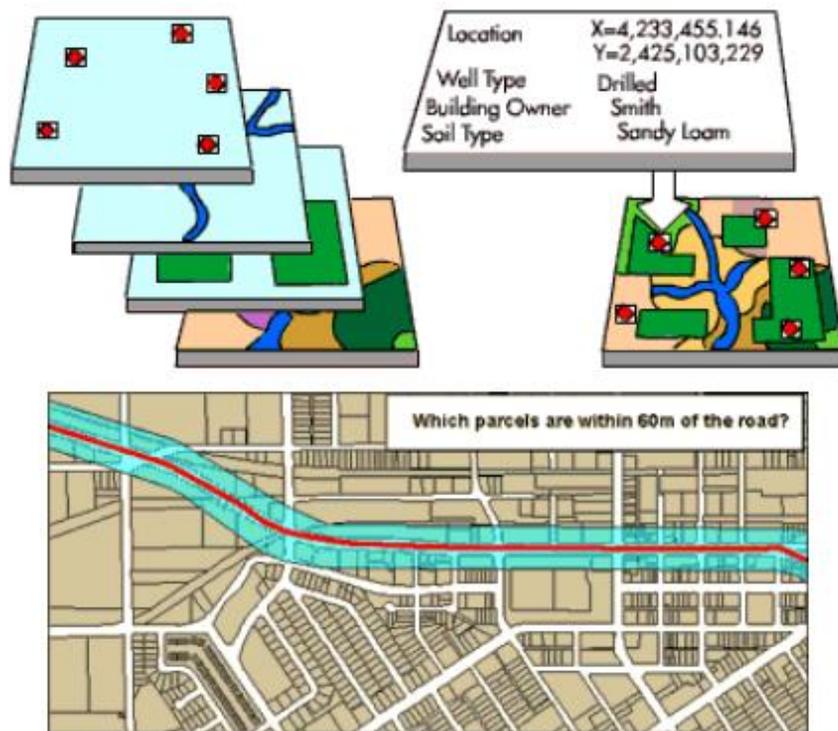


Figura 9: Analisis de datos

Fuente: M. Quiroz, J. Escobar, D. Martínez, T. Betancur y H. Massone, “Los sistemas de información geográfica como herramienta de apoyo en los estudios hidrogeológicos dos casos de estudio en América Latina”, 2007

“Los diferentes tipos de análisis que un Sistema de Información Geográfica debe realizar son:”

- “**Contigüidad:** Averiguar áreas en una región predeterminada.”
- “**Coincidencia:** Diagnóstico de transposición de puntos, líneas, polígonos y áreas.”

- **“Conectividad.** A Diagnóstico referente a entidades gráficas que representen redes de conducción, tales como:”
  - **“Enrutamiento:** Como se mueve el elemento conducido a lo largo de la red.”
  - **“Radio de acción:** Alcance del movimiento del elemento dentro de la red.”
  - **“Apareamiento de direcciones:** Acople de información de direcciones a las entidades gráficas.”
  - **“Análisis digital del terreno:** Exploración de la información de zona para el modelamiento de fenómenos geográficos continuos. Con los modelos digitales de terreno (DTM: la representación de una superficie por medio de coordenadas X, Y, Z) que son la información básica para el estudio de superficies.”
  - **“Operación sobre mapas:** Uso de expresiones lógicas y matemáticas para el análisis y modelamiento de atributos geográficos. Estas operaciones son soportadas de acuerdo con el formato de los datos (raster o vectorial)”
  - **“Geometría de coordenadas:** Procedimientos geométricos para el empleo de coordenadas terrestres por medio de operadores lógicos y aritméticos. Algunas de esos procedimientos son: proyecciones terrestres de los mapas, transformaciones geométricas (rotación, traslación, cambios de escala), exactitud de coordenadas, modificación de errores.”

### 1.2.15 “Salida y representación de la información en los SIG”

La salida de información de un SIG puede ser de modo texto o de modo gráfico. Ambos tipos de información pueden ser presentados en manera digital o analógica. (C.E. Durango, 2013).

Para (C. Baxendal, 2015) la salida es

La imagen digital se utiliza cuando se tiene que propagar a otro medio sistematizado. El medio análogo es el que se presenta al beneficiario como réplica a un enigma del propio. La información textual analógica consiste normalmente en un agregado de tablas que representan la información almacenada en la base de datos o representan el logro de algún ejemplo de análisis efectuado sobre ésta. La información analógica gráfica consiste en mapas, gráficos o diagramas. Ambos tipos de información pueden ser presentados en una pantalla o impresos en el papel. (p.01)

Por su parte (F.O. Bello-Pérez y J.N. Pérez-Castillo, 2012) indican que

El sistema debe abastecer la facultad de integrar la información gráfica, precedentemente de su exposición definitiva, por medio de una simbología adecuada y operar la probabilidad de sumar elementos geométricos que permitan una característica y una visualización fáciles de distinguir por el usuario. (p.01)

## 1.3 VENTAJAS DE LOS SIG

Al respecto SigmaIngenieria (s.f.) señalan que las ventajas son

- “Se presenta como un sistema de almacenamiento y visualización de la naturalidad geográfica eficaz e interactivo que trabaja con información exacta, centralizada y, sobre todo, actualizada ya que permite la subsiguiente inscripción de información complementaria que enriquece continuamente la base de datos original.”
- “El formato digital de los datos permite ocuparse con formas compactas que nada tienen que avistar con los mapas de papel o las tradicionales tablas de información.”
- “El procedimiento y el estudio de la información se realiza en cantidades ingentes. Estas herramientas permiten no sólo ocuparse con grandes volúmenes de datos, sino que conjuntamente permiten almacenarlos física y completamente, y en varios niveles, por ejemplo, público e institucional. Los datos son almacenados y representados de modo autónomo.”
- “Asimismo, permiten ocuparse y completar información de distintas fuentes y escalas, y datos tanto espaciales como no-espaciales. Igualmente, todos estos datos pueden ser analizados a la vez, inclusive periódicamente, y de una manera rápida, coherente y cómodamente evidente para el beneficiario, permitiendo así una valoración ligera y sencilla.”
- “Los productos o resultados cartográficos que se obtienen tras el estudio de los datos espaciales con un SIG se caracterizan principalmente por su perfección y su diversidad. También, si se elige el software apropiado, son resultados obtenidos con un gasto mínimo de tiempo y de capital.”
- “También a bajo coste y a una mayor velocidad puede realizarse el mantenimiento y la recuperación de datos.”
- “El perfil multidisciplinar de estas aplicaciones permite fabricar modelos de desarrollo de gran diversidad, enriqueciendo asimismo la gestión.”

#### **1.4 DESVENTAJAS DE LOS SIG**

- Alto costos de compra y preservación del sistema.
- Costos y problemas técnicos en la captura de datos (transformación analógica- digital) y en la transmisión (incompatibilidades).
- Costos de mantenimiento de datos. Administración, actualización y edición.
- Necesidad de formación de cuadros especializados. Operación en el ámbito digital.
- Falso sentido de precisión.

### **CAPITULO 2: “SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL”**

## 2.1 MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DENTRO DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPAL

Según (A. Marcano, 2016) indica que

Se definen los componentes del soporte de datos para el Ordenamiento Territorial Municipal, en este caso se considera el estudio de los subsistemas físico-biótico, económico, social y de trabajo espacial.

Se hace la suplencia del modelo conceptual impuesto como el ligado de conceptos e interrelaciones que forman un perfil del mundo real. Prontamente se definen las estructuras (formadas por entidades y atributos) identificando las relaciones entre ellas (modelo entidad-relación).

En el modelo se identifican las entidades, sus relaciones y se normalizan con la conclusión de alternar cuál es el dígito de tablas resultantes con sus respectivos atributos. (p.45-64)

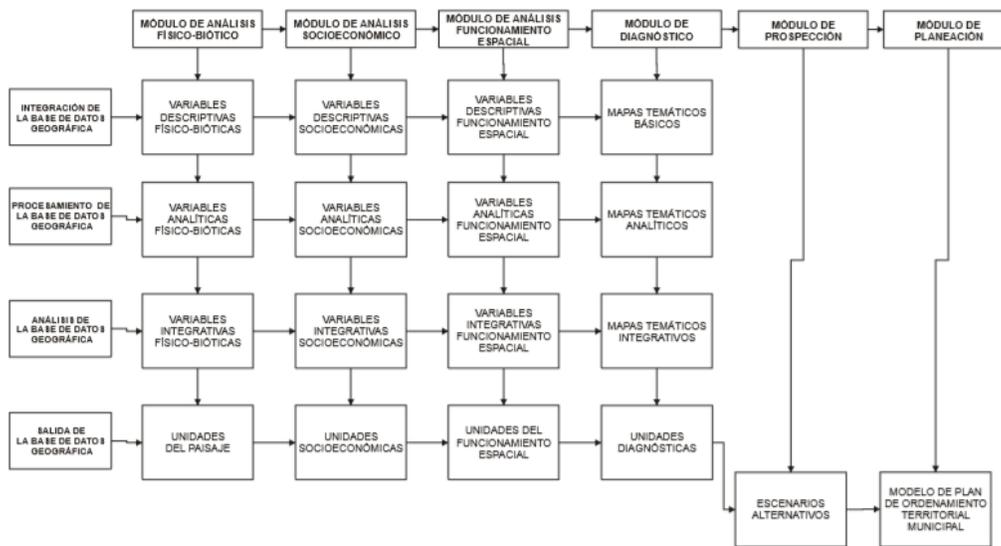
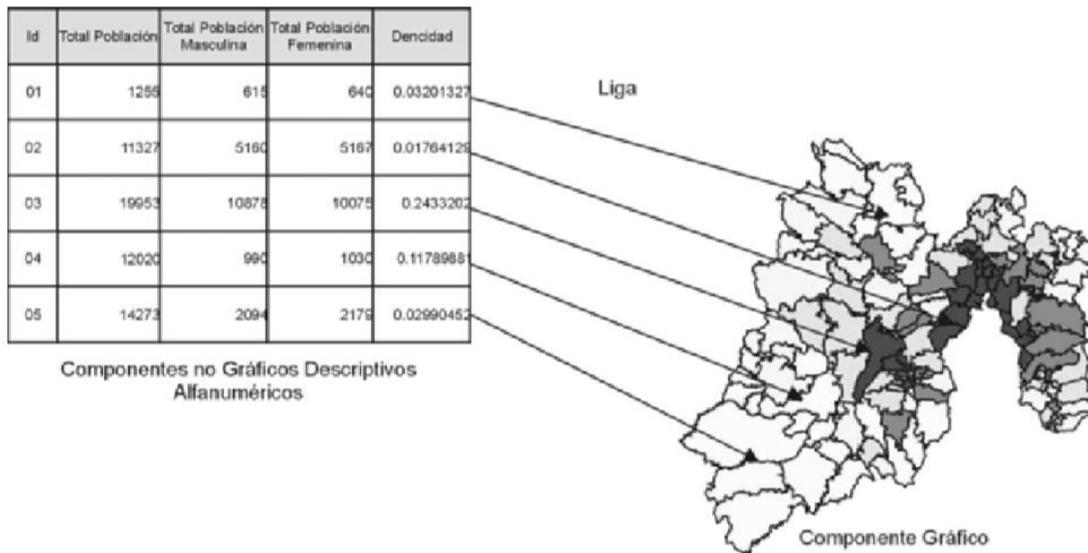


Figura 10: Modelo operativo del sistema de información geográfica para el ordenamiento territorial

Fuente: “Andrade, A. y Amaya, M. 1999. El ordenamiento territorial en el IGAC: aproximación conceptual y metodológica. Revista informativa del proyecto SIGPAFC, Año, No. 3. IGAC, Santafé de Bogotá.”

El primordial aspecto característico de un Sistema de Información Geográfica es la liga que establece entre la porción alfanumérica descriptiva (datos cuantitativos, cualitativos, etc)

almacenada en las tablas de los sistemas manejadores de base de datos (SMBD) con los correspondientes elementos gráficos (puntos, líneas, polígonos o textos) localizados en un dibujo cartográfico determinando, los denominados datos geográficos. Se pueden desplegar consultas a las tablas y los resultados plasmarse en un mapa. Por el inverso, se puede elegir rasgos en el plano, por una norma meramente geográfica y examinar, sus características descriptivas asociada. (García, V. M. 1999).



*Figura 11: Estructura de la información geográfica manejada en un SIG*  
Fuente: Echevarria, U. F. 1993. Memorias Seminario de OT-IGAC

De acuerdo a (Gómez Orea, D. 1997) otro asunto muy poderoso de los Sistemas de Información Geográfica

son sus opciones de estudio espacial, las cuales generan nueva revelación no contenida en la base de datos y dan respuestas a innumerables cuestionamientos y problemáticas. Estas opciones son posibles aplicarlas, ya que también de las ligas a tablas de atributos, los rasgos geográficos cuentan con topología, que no es mas que la información explícita de las relaciones espaciales que ellos establecen con congruencia a los demás, por ejemplo, si dos rasgos están entre un semejante límite (relación de propiedad), si sus coordenadas coinciden dentro de un nivel o tolerancia de disconformidad determinado (casualidad), si son vecinos adyacentes (cercanía) y otros. (pp.48-64)

Por su parte (Fals Borda, O. 1993) piensa que

El asunto para la instrumentación de un plan o proyecto SIG en el Ordenamiento Territorial Municipal incluye una serie de tareas secuenciales que inclusive, deben ser mantenidas de manera activa una vez concluida la etapa de implementación y puesta a punto del proyecto. (p.01)

## **2.2 “EL PAPEL DE LOS SIG EN LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL”**

De acuerdo a Sendra y Garcia (2000) “Los Sistemas de información geográfica pueden ser efectos en multitud de actividades, en agregado las podríamos catalogar en dos grandes grupos” (pp.49-67)

### **2.2.1 “Gestión y descripción del territorio”**

Tal como Sendra y Garcia (2000) explican

Es decir, se trata de contestar a preguntas del tipo: ¿DÓNDE ESTÁN LAS "COSAS"? Por ejemplo: 1º El mantenimiento, cartografía y control de grandes infraestructuras (redes de abastecimiento y evacuación de aguas, red telefónica, ...), es decir los denominados sistemas AM/FM. 2º El inspección y gestión de datos catastrales, los sistemas LIS/SIC. 3º La gestión urbana y municipal. (ARENTZE, T.A., BORGERS, A.W.J. y TIMMERMAN, H.J.P., 1996). (pp.49-67)

### **2.2.2 “Ordenación y planificación del territorio”**

Aquí (Arentze, Borgers y Timmerman, 1996) explican que

En este suceso se trata de objetar a cuestiones del tipo: ¿DÓNDE DEBEN Estar LAS "COSAS"? Por ejemplo: 1º Las tareas de planificación urbana. 2º La Ordenación del territorio y la Planificación ambiental. 3º El análisis y ordenación de políticas sobre el envío de: flujo de tráfico, delimitación de áreas de influencia, cálculo de rutas óptimas. Ayuda a la conducción. 4º El Geomarketing y/o la Geodemografía. En estos dos grandes tipos de aplicaciones los Sistemas de Información Geográfica realizan tareas diferentes y, por consiguiente, se emplean muchas distintas capacidades de estas herramientas. En determinado, en la Actividad y relación del territorio las funciones más empleadas son las siguientes:

- “Las de "Entrada de datos", necesarias para edificar las importantes bases de datos imprescindibles para esta operación (digitalización espacial, unificación de los aspectos temáticos, etc)”.
- “Las relacionadas con la ordenación y diligencia adecuada de esta importante y compleja base de datos”.
- “La Cartografía y presentación de resultados”.
- “Posteriormente, la investigación selectiva de información. En resumen, en este caso principalmente se utilizan las funciones más básicas y más semejantes a las existentes en otros tipos de herramientas: programas de cartografía asistida por ordenador, bases de datos, etc. (Barba Romero, S. Y Pomerol, J-C.,1997).”

Así mismo (Eastman, J.R. y otros, 1993) indican

Por el inverso, en las actividades relacionadas con la disposición y planificación del territorio las funciones más empleadas son otras, principalmente las siguientes:

- “Búsqueda selectiva de información.”
- “Exploración y retrato de los datos.”
- “Generación de modelos explicativos y su confirmación con la información preexistente.”
- “Manipulación de la información: superposición, cambio de tipo de elemento geográfico, etc.”

Precisamente, en correspondencia a esta deposición de trabajo empleado de las funciones más avanzadas y complejas de un SIG es donde estriba la utilidad de la interrelación de los SIG y las Técnicas de Valoración Multicriterio, ya que, como veremos luego, estas técnicas enriquecen de modo trascendental las posibilidades tradicionales de un SIG para el análisis de la información geográfica.

Y es aquí que (Arentze, Borgers y Timmerman, 1996) indican que

A partir de este instante nuestro cuidado se centra únicamente en las aplicaciones de los SIG a la Ordenación del territorio y la planificación ambiental. En estos temas los nuevos instrumentos de estudio geográfico pueden desempeñar diferentes funciones en las distintas etapas en que se suele fraccionar un proceso de planificación. (p.01)

## **2.3 LAS ETAPAS DE LOS SIG EN LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL**

### **2.3.1 Etapa 1: Identificación del problema**

En esta etapa (Bailey y Gatrell, 1995; Densham, 1996; Haslett, Wills y Unwin, 1990) indican que

Los Sistemas de Información Geográfica son muy importantes por su adjunto de aprender los datos geográficos que definen el problema a frecuentar y a solucionar con la planificación territorial y ambiental. Facilitan la Cartografía de los diferentes aspectos que inciden en la materia a tratar; permiten, mediante la transposición y otras formas de operación de la información, constituir datos y observar algunas de sus interrelaciones. No obstante, sería necesaria una substancial expansión de las capacidades exploratorias de los SIG actuales para optimizar su uso en este sentido (Bosque Sendra, 1996). Ya hace algún período que se ha ido insistiendo en la difícil carencia de las técnicas asiduamente integradas en los programas Sistemas de Información Geográfica actuales para facultar una descripción en profundidad de las características espaciales y temáticas de los datos integrados en un Sistemas de Información Geográfica. El objetivo posterior sería la unificación internamente de los programas SIG de funciones potentes de estudio estadístico, en especial de su

orientación experimental. (Hoaglin y Mosteller, 1983; Hoaglin, Mosteller y Tukey 1985). Además, están en adelanto nuevos tipos de procedimientos de investigación donde se combina el análisis simultaneo e interactivo de los aspectos temáticos y espaciales. (pp.49-67)

### **2.3.2 Etapa 2: Especificación de los objetivos**

Para esta etapa Sendra y Garcia (2000) relacionan que

Esta labor argumenta a la consideración de los criterios económicos y políticos generales y, por lo tanto, los Sistemas de Información Geográfica ocupan una labor subsiguiente en esta fase. Normalmente, los Sistemas de Información Geográfica existentes en el mercado no disponen de capacidades para la visualización simultanea de diferentes objetivos y de las interrelaciones entre ellos, por lo que su trabajo en esta labor no es habitual. En cualquier caso, las posibilidades de visualización y cartografía existentes en los Sistemas de Información Geográfica perennemente constituyen una ayuda para estas actividades. (pp.49-67)

### **2.3.3 Etapa 3: Generación de alternativas**

Para esta etapa Sendra y Garcia (2000) relacionan que

Esta acción está basada en la composición de los diferentes datos existentes sobre la dificultad y en el uso de técnicas y modelos que permitan generar diferentes soluciones a la cuestión. Los Sistemas de Información Geográfica están esencialmente bien preparados para estas actividades, debido a sus diferentes capacidades para superponer y combinar estratos temáticos diferentes. Aun así, es trascendental ampliar estas posibilidades, muy en especial integrando o relacionando los SIG con nuevos tipos de modelos matemáticos, en concreto los de tipo ambiental. La literatura sobre todo ello es cada vez más abundante, un buen y amplio resumen se puede encontrar en Goodchild, Parks y Steyaert (1993) y Goodchild, Steyaert y Parks (1996), dos extensos volúmenes con buenos ejemplos de la diversidad de trabajos existentes sobre el tema. (pp.49-67)

### **2.3.4 Etapa 4: Evaluación de las alternativas frente a los objetivos**

Para esta etapa Sendra y Garcia (2000) relacionan que

Una vez disponibles las diferentes soluciones a la dificultad, consecuencia de la fase preliminar, es necesario diferenciar cada una de ellas con los objetivos establecidos en la etapa 2. Para ello, por un lado, es obligatorio reunir y manejar nueva información, en lo cual un SIG puede ayudar ampliamente, y, por otra, es primordial establecer una

valoración precisa de cómo cada alternativa obtenida cubre los objetivos pretendidos. Esta evaluación, para que sea adecuada a la complicación de los problemas ambientales, requiere el uso de técnicas muy elaboradas, entre ellas destacan las de estimación multicriterio (Barredo, 1996). Por ello, es importante, la integración de estos instrumentos con los SIG. (pp.49-67)

### **2.3.5 Etapa 5: Organización del plan**

Para esta etapa Sendra y Garcia (2000) relacionan que

Establecimiento de un programa análogo y metódico donde se integren las distintas etapas que la puesta en práctica del plan supone. En este asunto el uso de los Sistemas de Información Geográfica es difícil, ya que estos instrumentos no tienen capacidades para ello, más apropiado resulta la utilización de procedimientos de planificación de tareas como el PERT y otros semejantes. (pp.49-67)

### **2.3.6 Etapa 6: Control de la aplicación del plan**

Para esta etapa Sendra y Garcia (2000) relacionan que

Si un conducto de organización territorial quiere poseer triunfo, es obligatorio instaurar mecanismos que permitan su inspección y el acelerado establecimiento de las diferencias entre lo que verdaderamente ocurre y lo que el procedimiento había determinado. Para ello, nuevamente, los Sistemas de Información Geográfica pueden ser un interesante instrumento, dada su capacidad de comparar dos realidades espaciales, la que había imaginado el plan, y la que realmente se está produciendo, utilizando para ello las funciones de superposición y mezcla de diferentes estratos temáticos. (pp.49-67)

Como vemos los Sistemas de Información Geográfica son útiles en bastantes momentos del procedimiento de planificación, por ello parece cada vez más forzoso su uso en estas tareas. No obstante, también son ciertas las mencionadas insuficiencias de los SIG actuales para solucionar la compleja tarea de la planificación territorial. (pp.49-67)

## **2.4 SIG Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO**

Para este apartado Sendra y Garcia (2000) relacionan que

La estimación de las diferentes alternativas de planeamiento que se han generado en las etapas anteriores de la transformación de un plan constituye un instante muy

preliminar en la elaboración final de un conjunto de acciones y decisiones bien fundamentadas. Por ello, es imprescindible contar con medios adecuados para establecer la disposición de cada una de las alternativas posibles, en este sentido las Técnicas de Evaluación Multicriterio son una herramienta esencial. (pp.49-67)

Las Técnicas de Evaluación Multicriterio constituyen un múltiple agregado de métodos matemáticos que permiten calcular de modo más preciso viable la eficacia relativa de cada una de un agregado de soluciones en relación a un inconveniente concreto. La valoración se realiza de tal modo que se tiene en cuenta un valioso número de criterios, cada uno de los cuales valora de carácter autónomo las soluciones. Por otro lado, estas técnicas permiten especular diversos planteamientos u opiniones ante el propio problema. de modo que las evaluaciones se pueden ejecutar considerando los enfoques contrapuestos que pueden hallarse ante una misma incógnita (por ejemplo, el de los empresarios frente al de los conservacionistas), (Malczewski, 1996). (pp.49-67)

El empleo más usual de la EMC dentro de un SIG se corresponde con la elección del sitio o sitios más adecuados para situar alguna de las actividades humanas. Utilizando para ello gran número de criterios que se pueden contemplar incidentes en la virtud y acomodamiento de la determinación. (pp.49-67)

La pluralidad de problemas adonde esta percepción habitual se puede precisar es muy grande, los podemos organizar en papel del tipo geométrico principal de los elementos a disponer. De este modo tenemos los siguientes tipos de cuestiones. (pp.49-67)

#### **2.4.1 Cuestiones relacionadas con la localización de Polígonos**

Para este apartado Sendra y Garcia (2000) relacionan que

Se refiere de la autorización "óptima" de las ocupaciones del suelo: urbano-residenciales, industriales, agrarias, protección natural, etc. Una tarea considerablemente usual en los planes de ordenación urbana o territorial. Existen numerosas modalidades para solucionar el tema, una de la más conocida es la de fundar la facultad de acogida de cada punto del terreno para tomar una tarea (Gómez Orea, 1992). Capacidad de acogida que depende de su competitividad intrínseca para tolerar tal tipo de uso y del impacto ambiental que la instalación allí de ese uso genera en el ambiente. Determinadas las capacidades de acogida de todas las actividades previstas se puede preferir aquella adonde, comparativamente, sea máxima la capacidad de acogida. En Barredo (1996) se puede hallar una muy amplia disputa de toda la problemática del tema y en Eastman y otros (1993) el detalle de su inclusión en un programa SIG determinado: IDRISI para WINDOWS. (pp.49-67)

#### **2.4.2 Problemas ligados a la localización de Líneas**

Para este apartado Sendra y Garcia (2000) relacionan que

Perspectiva "óptima" del trazado de carreteras, caminos, líneas férreas, canales, y en absoluto, toda muestra de infraestructuras lineales. Como en el caso anterior aquí todavía se deben considerar criterios de distinto tipo: económicos (minimización de los costes de edificación) y ambientales (baja de los impactos negativos que el trazado de la infraestructura produce). (pp.49-67)

Existe ya una amplia divulgación adonde se hace empleo de estas técnicas, adentro de (o conectadas a) un SIG, para alternar problemas de todos los tipos mencionados. Por ejemplo, y entre otras muchas referencias, para la concesión óptima de usos del suelo, colectivamente de las indicadas de Barredo (1996) e Eastman y otros (1993), podemos aludir: Carver (1991), Hopkins (1977), Jankowski (1995), etc. Para el trazado y valoración de elementos lineales: Gómez y otros, 1996; Brainard, Lovett, y Parfitt, 1996. finalmente, para el caso de la localización de instalaciones: Bosque y Franco (1995), Joerin y Musy (1995), etc. Los cuales tienen una semejanza en sus pensamientos y definiciones, es decir: Existen algunos problemas importantes para un conveniente manejo de la EMC adentro de un SIG. En específico el extenso número de alternativas habitualmente existentes en un inconveniente de planificación ambiental (en muchas ocasiones las alternativas coinciden con los puntos del territorio) dificulta el asunto de muchas Técnicas de Valoración Multicriterio. La lógica estriba en que algunas de las reglas de decisión usadas en ellas a veces no son capaces de enfrentar entre sí, en un ciclo de tiempo moderado, todas las alternativas. Por ello, lo usual es manejar reglas de decisión compensatorias, en ellas el instrumento de constitución de los criterios permite que las valoraciones bajas en uno o varios factores se compensen con el valor alto en uno (o más de uno) de los restantes factores. De este proceder la decisión elegida puede radicar limitado adecuada en alguno de los factores. Frente a ellas se encuentran las reglas de decisión no compensatorias: en este hecho la fusión de los factores es de tal tipo que no permite remunerar valores bajos en unos factores con los más elevados de otros factores. (pp.49-67)

Entre las reglas de providencia compensatorias más empleadas en los SIG se encuentran las de la suma lineal ponderada de los criterios (Eastman y otros, 1993 y el programa SIG: IDRISI para WINDOWS) o el estudio de la distancia del acumulado de los criterios al sitio ideal (Barredo, 1996). Con cualquiera de ellas es posible obtener muy interesantes resultados, de modo que se consigue valorar de modo muy dilatado y preciso las distintas soluciones generadas, estableciendo de esta táctica un buen planeamiento ambiental, bien fundado y por ello más viable de emplear y desarrollar. (pp.49-67)

## **2.5 “LOS ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE COLOMBIA”**

De acuerdo a (Espíndola Ramírez Diego Fernando, 2015).

En Colombia existen diferentes aplicaciones que permiten ejecutar consultas puntuales de un posesión a través de identificadores únicos, estas consultas permiten alternar el estado de un predio o un sector en general en sus aspectos normativos teniendo como base el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio, adicionalmente a los aspectos normativos, algunos aplicativos permiten consultar sitios de beneficio del municipio, puntos topográficos, densidad de población y vivienda, vallas publicitarias, como en el caso de Cartagena (Midas) cambio climático; o como en el caso de Medellín (MapGis) turismo, salud, movilidad, entre otros. Sin embargo, estos aplicativos solo son desarrollados por algunas de las principales ciudades del estado y la generalidad de municipios no cuentan con instrumentos técnicos normativos que permitan coger, sistematizar, regular, operar y renovar la información geográfica, adicionalmente facilitar la planificación de gastos en proyectos de infraestructura básica de acuerdo a un ordenamiento. El uso de los aplicativos SIG orientados al ordenamiento territorial no solo incentiva la intervención ciudadana en la modernización de los Planes de Ordenamiento Territorial, sino que facilita la toma de decisiones por parte de las entidades encargadas. (pp.248-264)

De acuerdo a Gutierrez & Orrego (2009)

Colombia cuenta con 1102 municipios, de los cuales entre el 90 % y 95 % se encuentran en las categorías seis, cinco y cuatro en el escalafón que al respecto señala la Ley 617 de 2000, en el cual la categoría seis equivale al 90 %. Dicha circunstancia implica reforzar la trascendencia que debe tener para ello la sistematización geográfica en aras de auxiliar a pulir el escenario del ordenamiento y de planeación territorial que los reviste, puesto que en gran medida su ubicación administrativa tiene ascendencia en la poca mejora de su estructura territorial, más que el aparente letargo institucional. Según Molina et al.: “La Ley de Ordenamiento Territorial establecida en la Constitución de 1991 es más una Ley de organización de competencias de los entes territoriales autorizados por la misma carta, que una Ley de ajuste, de ordenanza o de ordenamiento territorial de las mismas” (2004, p. 166).

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) es la asociación nacional que lleva delante la implementación del SIG-OTN para todo el país, con la participación y auxilio directo, de entidades como el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Vivienda y del Medio Ambiente, el Ministerio de Agricultura, el Observatorio Astronómico de Bogotá, junto con otras entidades tanto de carácter nacional como descentralizadas. Dicha iniciativa viene siendo patrocinada con recursos del gobierno suizo por medio de la Agencia para la Cooperación y el Desarrollo Suizo (ACSDE), cuya primera etapa de intervención fue realizada entre el año 2005 y finales del año 2008. Al respecto, expresa el IGAC:

La Ley 152 de 1994 –Ley Orgánica del Plan de Desarrollo-, en su artículo 49, establece dentro de las medidas de apoyo técnico a los procesos de planeación, la conformación de un sistema de información que permita elaborar diagnósticos y realizar labores de seguimiento y control de los planes de desarrollo por parte de las entidades nacionales

y territoriales de planeación. Además, desde el 2000 el país ha avanzado en la definición de una estrategia nacional para el desarrollo de la infraestructura colombiana de datos espaciales, ICDE, con la que se pretende ordenar la producción de los datos, facilitar su acceso y uso por parte de los diferentes sectores de la sociedad, controlando el ciclo de vida de la información desde su creación o levantamiento hasta la entrega al usuario final (IGAC, 2008, p.41).

### **2.5.1 Que es el SIG-OTN**

De acuerdo a Gutierrez & Orrego (2009)

El SIGOT (Sistema de Información Geográfica para la planeación y el Ordenamiento Territorial Nacional) es un utensilio cuyo objetivo medular es ayudar a una eficaz y oportuna toma de decisiones, apoyando a los actores–autoridades e instancias en el método de planeación a nivel nacional, regional y local, con información político-administrativa, socio-económica y ambiental georreferenciada que de apoyo a la gestión del desarrollo (IGAC, 2009, p. 5)

#### **2.5.1.1 “El desarrollo del SIG-OT”**

- “El SIG-OT se enmarca en los principios, objetivos y estrategias postuladas por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales–ICDE-.”
- “Es un resultado del proyecto de cooperación técnica con la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI).”
- “El proyecto cuenta con el apoyo de Swedesurvey –organismo sueco homólogo del IGAC-, ejecutor de la cooperación.”

#### **2.5.1.2 “El objetivo del SIG-OT.”**

- “Le garantiza a los Alcaldes, Gobernadores y responsables de la planificación, nacional y sectorial, la elaboración de diagnósticos y el rastreo, evaluación y control de sus correspondientes planes de desarrollo.”
- “Ayuda con el esclarecimiento de estrategias para el ordenamiento de sus territorios y a la focalización de metas en los planes de ordenamiento territorial.”
- “Contribuye a crear cultura en el manejo de la información geográfica como base para la toma de decisiones.”

#### **2.5.1.3 “¿Cómo usar el SIG-OT?”**

- “Los gobernantes, planificadores y la sociedad en general pueden concebir uso del SIG-OT a través de la página Web del IGAC, donde se ha dispuesto

de un portal incondicional y de libre acceso. El único requisito es contar con acceso a Internet.”

- “En el portal es viable construir, dispersar e imprimir mapas nacionales y departamentales de diversas temáticas; elaborar reportes ejecutivos sobre el estado de una temática por departamento o en todo el país y consultar las fichas técnicas de los mapas (Metadatos).”
- “Se puede acceder a través de Internet en la siguiente dirección: <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn>.”

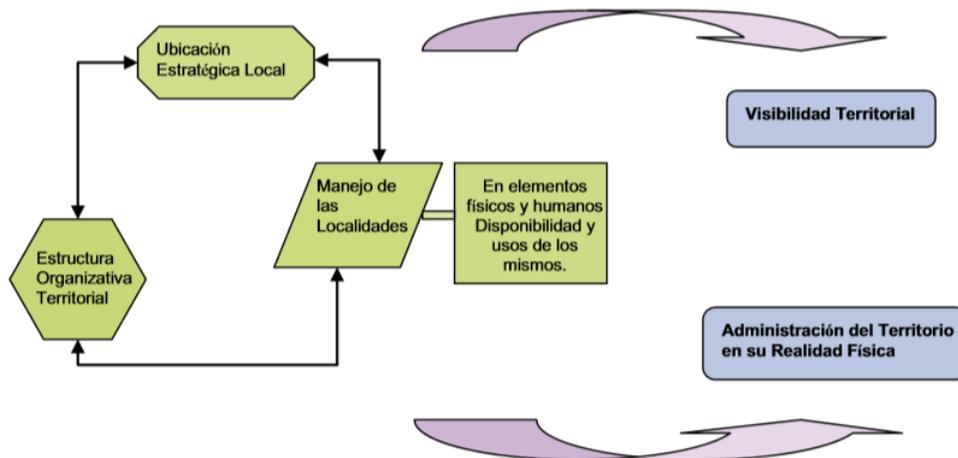


Figura 12: POT frente al SIG-OT

Fuente: “Parámetros del sistema de información geográfica aplicados al ordenamiento territorial nacional (SIG-OTN) en la planeación municipal y el ordenamiento territorial en Antioquia, financiado por la ESAP (Escuela Superior de Administración Pública), en el período agosto de 2009 a diciembre de 2009, ejecutado por el grupo de investigación en Política, Derecho y Gestión Pública de la ESAP, categoría A en Colciencias.”

## CAPITULO 3: NORMATIVA

### 3.1 NORMATIVA COLOMBIANA

De acuerdo a Espindola & Ramirez (2015) indican que “El país cuenta con una serie de normas que regulan el desarrollo territorial, la Tabla 1 muestra el aporte de dichas normas con el ordenamiento territorial”(p.01).

Tabla1. “Normatividad Ordenamiento Territorial en Colombia.”

NORMAS	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA
Ley 152 de 1994. Ley Orgánica del Plan de Desarrollo.	Dicha ley estableció que los municipios además del plan de desarrollo, deben adoptar un plan de ordenamiento territorial. Se deben crear instancias o espacios como los Consejos Territoriales de Planeación, principios de articulación con niveles de planeación regional, nacional y normas de mayor jerarquía.
Ley 388 de 1997. Ley de Desarrollo Territorial.	Modifica la Ley 9 de 1989, determina que se debe organizar el territorio no solamente en el aspecto urbano sino en el rural también. Indica que la planeación implica un conjunto de acciones, propuestas y normas. Señala vigencias para los municipios de largo, mediano y corto plazo.
Decreto 150 de 1999. Por medio del cual se reglamenta la Ley 388 de 1997.	Los municipios y distritos en coordinación con las oficinas de planeación de los departamentos respectivos, tendrán un plazo de un año a partir de la vigencia de este decreto, para formular y adoptar los planes de ordenamiento territorial.
Ley 507 de 1999. Por medio de la cual se modifica la Ley 388 de 1997.	Prorrogase el plazo máximo establecido en el artículo 23 de la Ley 388 de 1997, para que los municipios y distritos formulen y adopten los planes y esquemas de ordenamiento territorial (POT), hasta el 31 de diciembre de 1999.
Decreto 932 DE 2002. Derogado por el Art. 10 del Decreto 4002 de 2004. Por el cual se reglamentan los artículos 15 y 28 de la Ley 388 de 1997.	Revisión de los P.O.T. Establece condiciones, plazos, requisitos y procedimientos para la revisión y ajuste de los P.O.T, nuevas definiciones sobre servicios de alto impacto e incompatibilidad de usos.
Decreto 1337 de 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 388 de 1997.	Se reglamenta en relación con la aplicación de compensaciones en tratamientos de conservación mediante la transferencia de derechos de construcción y desarrollo.

Decreto 975 de 2004. Derogado por el Art. 96 del Decreto Nacional 2190 de 2009.	Se reglamenta la Ley 388 de 1997 en relación con el subsidio familiar y Vivienda de Interés Social en dinero para áreas urbanas.
Decreto 1788 de 2004. Decreto reglamentario de la Ley 388 de 1997.	Se reglamentan parcialmente las disposiciones referentes a la participación en plusvalía que trata la Ley 388 de 1997.
Decreto 973 de 2005. Derogado por el Art. 75 del Decreto Nacional 1160 de 2010.	Se reglamenta parcialmente la Ley 388 de 1997 en relación al subsidio familiar de Vivienda de Interés social Rural.
Decreto 3600 de 2007. Reglamenta la Ley 388 de 1997.	Reglamenta la Ley en relación a las determinantes del ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación de este tipo de suelo.
Decreto 4065 de 2008. Reglamentario de la Ley 388 de 1997.	Reglamenta la ley en cuanto a las actuaciones urbanísticas y procedimientos para la urbanización e incorporación al desarrollo de los predios y zonas comprendidas en suelo urbano y de expansión y se dictan otras disposiciones aplicables a la estimación y liquidación de la participación en plusvalía en los procesos de urbanización y edificación de inmuebles
Decreto 2190 de 2009. Reglamenta parcialmente la Ley 388 de 1997.	En relación con el Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social en dinero para áreas urbanas.
Decreto 2442 de 2006	Con el cual se crea la Comisión Colombiana del Espacio

Fuente: Normativa Colombiana.

### 3.2 “LOS RETOS DE LA NORMATIVA”

**Al respecto** (PALACIOS, Alonso, 1994.) indican que “La Ley388 de 1997 define la exigencia de que todo municipio colombiano debe formar un expediente urbano, como se expone a continuación:”

Artículo 112. Expediente urbano. Con el objeto de contar con un sistema de información urbano que sustente los diagnósticos y la definición de políticas, así como la formulación de planes, programas y proyectos de ordenamiento espacial del territorio por parte de los diferentes niveles territoriales, los municipios y distritos deberán organizar un expediente urbano, conformado por documentos, planos e información georreferenciada, acerca de su organización territorial y urbana. (pp.)

Asi mismo (PALACIOS, Alonso, 1994.) indican que

“Este es una cuestión que todavía no ha sido encarado por los municipios en general, pero que le da argumento a la necesidad de la misma ley de fabricar un POT no solo se exige la fabricación de un documento específico, una instantánea del municipio en el 2000, sino que se pretende que el cabildo concentre y utilice de carácter adecuado la información necesaria para la planificación. El documento urbano debe encontrarse necesariamente como un sistema en el cual se ingresa la información de las múltiples fuentes existentes y se le da relación, y no como una labor más o una sucesión de documentos recogidos en un instante dado para cumplir una norma. Una perspectiva como ésta, aparte de convertirse en una carga más para los funcionarios municipales, refleja momentos particulares del municipio y no su historia.”

“El adelanto tecnológico es por similar significativo para los municipios como para las corporaciones autónomas regionales (CAR) y otras entidades con jurisdicción regional y nacional. En cuanto a la dirección de la información, no es eficiente que los ministerios y las CAR tengan una buena dotación tecnológica; es ineludible indagar una dotación equivalente para los municipios mediante la transmisión de tecnología para que la comunicación entre ellos sea fluida y dinámica. Por lo tanto, esto solo será un acordado cuando se evidencie que los municipios organizan su información con auxilio de tecnología, si no igual, por lo menos relacionado con la de las CAR y otras entidades con las cuales interactúan. (pp.)”

#### **CAPÍTULO 4: MODELOS PROSPECTIVOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (MPOT), IMPLEMENTANDO LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

El ordenamiento territorial es un procedimiento que utiliza diversas estrategias e instrumentos para alcanzar una conexión armónica población-territorio (Posada A y Berrocal M., 2015), en consecuencia, cuando en un caso concreto existen varios criterios u objetivos a considerar, en ámbitos espaciales de diferente índole, se requiere aplicar instrumentos como los SIG, de manera que permita extrapolar escenarios que involucren diversas variables, lo cual permitirá enriquecer los resultados pretendidos. (Mena, F et al, 2006)

El diseño prospectivo (foresight desing), es un desafío substancial en las soluciones de los problemas territoriales, debido a los requerimientos para precisar la facultad de contextualizar, no sólo el inconveniente, sino la opción de solución para hoy y para el futuro. Y, dado que los problemas territoriales más complejos se presentan en las interfaces de situaciones, de espacios territoriales y de tendencias, es aquí adonde se

puede forjar propuestas y proceder con camino interdisciplinario, proponiendo modelos prospectivos de OT.

## 4.1 METODOLOGÍA

La propuesta metodológica para el diseño de MPOT, tiene dos partes: la obtención de insumos preliminares (con 3 pasos consecutivos) y el proceso de diseño propiamente dicho. (con 7 pasos), explicados a continuación.

### 4.1.1 Obtención de insumos preliminares

- **Paso 1: Apropiación conceptual por medio de un enfoque temático.**

Entre la diversidad de opciones temáticas que tiene el ordenamiento territorial, enfocar el diseño del modelo, en un tema específico (sistemas, dinámicas, estructuras, región, gestión del riesgo, asociatividad, ruralidad, entre otros), ayuda a concretar su conceptualización. Por ejemplo, si se elige el tema “gestión del riesgo”, el procedimiento es el de consultar varios conceptos desde mínimo ocho (8) ópticas disciplinares diferentes, que expresen el significado del término “gestión del riesgo”. Esto, en razón a que, en la formación del pregrado se abordan conceptos de varias disciplinas y, se garantiza que se transitará por diversas disciplinas buscando el enfoque requerido. Posteriormente, se elige o crea un concepto definitivo, explicando con máxima precisión, las razones por las cuales fue elegido o, describiendo los criterios del nuevo concepto. Finalmente, en este paso, para lograr mayor precisión en el uso del concepto (especialmente desde la ingeniería), que nos ayudará a enfocar el diseño del modelo, se agrega la pregunta: ¿Esta definición conceptual, como podría cuantificarse (medirse)? (Posada. A., 2017).

DISCIPLINA	Concepto 1	Concepto 2	Concepto n	CONCEPTO ELEGIDO DE CADA DISCIPLINA
1.Geología				
2.Ecología				
3.Hidrología				
4.Climatología				Por Ej.: Concepto n, de climatología
5.Sociología				
6.Economía				
7.Otra, cuál?				

*Figura 13: Ejemplo para organizar los conceptos que ayudan a mejorar el enfoque temático del modelo de ordenamiento territorial*

Fuente: Diseño de modelos prospectivos de ordenamiento territorial, utilizando SIG. una propuesta metodológica.

Lo anterior es necesario, teniendo en cuenta la premisa de De Almeida (2008), según la cual, los conceptos son herramientas cognitivas, operadores del juicio, instrumentos del ajetreo científico, modelos abstractos que permiten adecuar y percibir el universo fenoménico; los conceptos, como elementos para potenciar la observación científica, requieren ser reelaborados, ampliados y adecuados al objetivo de percibir el fenómeno a frecuentar.

- **Paso 2: Marco de referencia multiespacial del territorio en cuestión.**

Para definir el territorio en cuestión (el que va a ser sujeto del diseño prospectivo), se sugiere iniciar por el correspondiente a un ente territorial municipal, debido a que, según la constitución actual de Colombia, es la entidad fundamental de la división político-administrativa y le corresponde ordenar el desarrollo de su territorio. (Art. 311, cap.3, título 11. CPC. 1991).

Visión supradepartamental, intranacional y supranacional: En primera instancia se requiere indagar por los macroproyectos (de índole internacional y nacional), que estén incidiendo en el territorio municipal (al que llamaremos X). El producto de este paso puede ser una tabla resumen de los macroproyectos con los respectivos actores que intervienen en cada caso, además de la Ubicación genérica en un mapa/esquema. Lo más importante es que, a partir de las tendencias identificadas, se pueda generar una conclusión que sirva de base para proyectar la potencialidad territorial de X. (Posada. A., 2017).

Visión supramunicipal e intradepartamental: se sintetiza en una tabla y en un mapa original, las características relacionadas con las siguientes unidades pertenecientes al departamento al interior del cual, se encuentra X:

- Territorio al cual perteneció X, antes de ser erigido como tal.
- Cuencas (Subzona hidrográfica), subcuencas y microcuencas.
- Autoridades ambientales –CARs
- Municipios vecinos al municipio central X y características como la proyección de población, según el DANE.
- Principal centralidad urbana y nexos con el municipio X.
- Subregión político-administrativa, a la cual pertenece X.
- Minorías étnicas (resguardos indígenas, comunidades indígenas, títulos colectivos de comunidades afrodescendientes, room, raizales, o palenqueras).

De igual manera, con este ejercicio que superpone la complejidad de los diferentes aspectos que actúan en el territorio supramunicipal y partir de las tendencias identificadas, se genera una conclusión que sirva de base para proyectar la potencialidad territorial de X.

- **Paso 3: Marco de referencia instrumental del territorio X.**

Se trabaja fundamentalmente en relación con los datos de los dos principales instrumentos de planificación territorial que están vigentes en Colombia: El plan de Desarrollo (PD) y el Plan de Ordenamiento territorial (POT).

En primera instancia, se recopilan los siguientes datos específicos sobre Planeación Territorial del Municipio X:

- Síntesis del enfoque de gestión del riesgo (o de la temática que se quiera profundizar), contenido en el PD.
- Organigrama administrativo actual de la alcaldía. ¿Cuáles secretarías están en capacidad de gestionar el riesgo (o de dar alcance a la temática elegida)?
- Categoría de clasificación del municipio, según sus ingresos propios.
- Presupuesto para dinamizar la gestión del riesgo (o para la temática elegida) en el cuatrienio del PD.
- Presupuesto regional y departamental para inversión en gestión del riesgo (o para la temática elegida), donde participe el Municipio X, en conjunto con otros municipios. Puede ser, de la gobernación departamental o de la autoridad ambiental respectiva.

Luego se recopilan las siguientes especificidades del Plan de Ordenamiento Territorial –P.O.T.- del Municipio X:

- Tipo de P.O.T.; vigencia; datos sobre la aprobación por acuerdo o por decreto, visión de futuro planteada. Síntesis de los proyectos sobre gestión del riesgo (o sobre la temática elegida).
- Cartografía del P.O.T. De la siguiente lista, se puede trabajar con mínimo 5 mapas, los cuales deben contar con convenciones claras:
  - ❖ Hidrológico.
  - ❖ Potencial del medio natural.
  - ❖ Conflictos de uso del suelo rural.
  - ❖ Amenazas naturales.
  - ❖ Infraestructura vial División veredal y corregimental.
  - ❖ Clasificación del territorio según Ley de Desarrollo Territorial.

- ❖ Ordenamiento de los centros poblados de los corregimientos.
- ❖ Propuesta de trabajo regional con otros entes territoriales. Imagen objetivo del Municipio.

Para finalizar este paso, se genera un análisis de la cartografía presentada, enfatizando en la interpretación del mapa de clasificación del territorio según el POT y su relación con el tema elegido. (Posada. A., 2017).

#### **4.1.2 Diseño un modelo prospectivo de ordenamiento territorial (MPOT), con énfasis en un tema específico.**

- **Paso 1: Expresión analógica**

Aquí se busca una similitud, entre dos disciplinas diferentes, por ejemplo: la ingeniería ambiental y otra disciplina (filosofía, medicina, derecho, arquitectura, ingeniería eléctrica, entomología, artes, mecánica, astronomía, neurología, entre otras), ya que cada disciplina tiene unas representaciones estructurales diferentes de los objetos y fenómenos. Es decir, se buscan razones y criterios de peso, que identifiquen situaciones comunes del territorio, con lo cual, se puede demostrar que por encima de las lógicas disciplinares, existen unos fenómenos o elementos comunes en los diferentes sucesos territoriales. (Posada. A., 2017).

Para iniciar, se explica la analogía como una alternativa conceptual distinta y se le asigna un título al MPOT, que debe tener correspondencia directa con el objetivo a definir (explicado en un paso posterior).

- **Paso 2: Expresión espacio-temporal**

Se cruza en un gráfico o esquema, la escala temporal y la escala espacial, con el fin de demostrar la elasticidad multitemporal y multiespacial que puede alcanzar el modelo. La escala Espacial, puede ser regional, o subregional, o supramunicipal, o una ecorregión estratégica, u otra que se considere pertinente, según el objetivo a alcanzar con el MPOT. La escala temporal o el horizonte de tiempo para hacer efectivas las particularidades del MPOT, se proponen de manera gradual en el inmediato, corto, mediano, largo, o muy largo plazo, según el caso. (Posada. A., 2017).

- **Paso 3: Expresión demográfica**

A partir de los datos del DANE (y solo si es posible, de los datos actualizados de SISBEN y de los núcleos educativos de la región), se realiza el cálculo de

la proyección de población hasta el año en el cual se consolida el modelo a proponer; por ejemplo, hasta pasados 2 periodos de gobierno local (si se proyecta a mediano plazo), o a 4 periodos de gobierno (si es a muy largo plazo). (Posada. A., 2017).

- **Paso 4: Expresión literal**

Se explica con palabras cada detalle del MPOT, iniciando con el objetivo que se quiere alcanzar al proyectar su potencialidad territorial, pasando por los rasgos estructurales que se determinaron al realizar la analogía, luego, especificando la gradualidad temporal y escalar y finalmente, integrando lo anterior a unos objetivos internos específicos, que se van cumpliendo en cada periodo y escala espacial ya definida. (Posada. A., 2017).

- **Paso 5: Expresión cuantitativa**

Con el fin de imprimirle mayor grado de certeza al modelo y de minimizar la subjetividad, además de crear concordancia con el enfoque conceptual ya trazado, se crea una ecuación que refleje las características del modelo y se explican cuidadosamente las variables que, en esencia, deben tener relación directa con los objetivos específicos pretendidos. (Posada. A., 2017).

- **Paso 6: Expresión cartográfica**

Con la herramienta SIG, se logra visualizar la forma concreta del modelo y todas las demás expresiones colaterales. Se detalla el paso a paso de la construcción cartográfica del MPOT propuesto así: Se explica la manera en que se realiza la preparación de los datos y análisis geoespaciales; (datos cartográficos principalmente para el área de estudio), estos datos espaciales se encuentran en archivo informático shapefile (SHP) con entidades geométricas (líneas, puntos, polígonos), es decir, formato vectorial de almacenamiento digital. Los principales geoservicios usados para la obtención de la información son el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), el del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIG-OT) y el Google Earth. Luego, se diseña y presenta la cartografía (se sugiere utilizar el programa ArcGISm específicamente ArcMap, utilizando la pestaña de vista de impresión Layout View), se ubican los datos importantes, luego se exporta (Export Map), eligiendo el formato más adecuado, (puede ser .tiff), y se realiza la generación de buffer, para la representación de la integración del MPOT, de manera que se observe la superposición de diferentes capas de información y las dinámicas asociadas

no solo a la analogía, sino al proceso multitemporal y multiespacial. La salida gráfica del MPOT debe contar con las convenciones propias del mapa (municipios, drenajes sencillos, drenajes dobles, vías, categorías de la cobertura de la tierra, sitios turísticos y corredor ecológico, entre otras), y con la leyenda completa, además de datos importantes como la escala y el norte. La claridad en la leyenda es fundamental, ya que en ella se encuentran las claves de la visión de futuro a expresar en el MPOT. (Posada. A., 2017).

- **Paso 7: Expresión ambiental**

Al ampliar la explicación de las variables ambientales del modelo territorial propuesto, se garantiza, que los elementos o componentes estructurales del mismo, en efecto, sí le darán forma al diseño y se pueda corroborar, que es la naturaleza, la que trae implícito un modelo y que lo que estamos ajustando, son las actividades antrópicas de uso, manejo y ocupación del territorio. (Posada. A., 2017).

- **Paso 8: Expresión financiera**

Es necesario ponerle polos a tierra al diseño del MPOT desde la perspectiva financiera, para lo cual, se establece la forma de financiación para lograr el funcionamiento del modelo territorial propuesto, considerando las diferentes escalas y temporalidades propuestas, e integrándolas a los diferentes períodos de gobierno, en los cuales se sugiere llevar a cabo el desarrollo gradual del territorio X. (Posada. A., 2017).

A continuación, se presentan unos ejemplos en imágenes sobre el diseño final de los Modelos Prospectivos de Ordenamiento Territorial MPOT, utilizando los SIG.

**Ejemplo 1:** Modelo espacial prospectivo para el Municipio de Anapoima-Cundinamarca, con el fin de proyectar su potencialidad territorial supramunicipal.

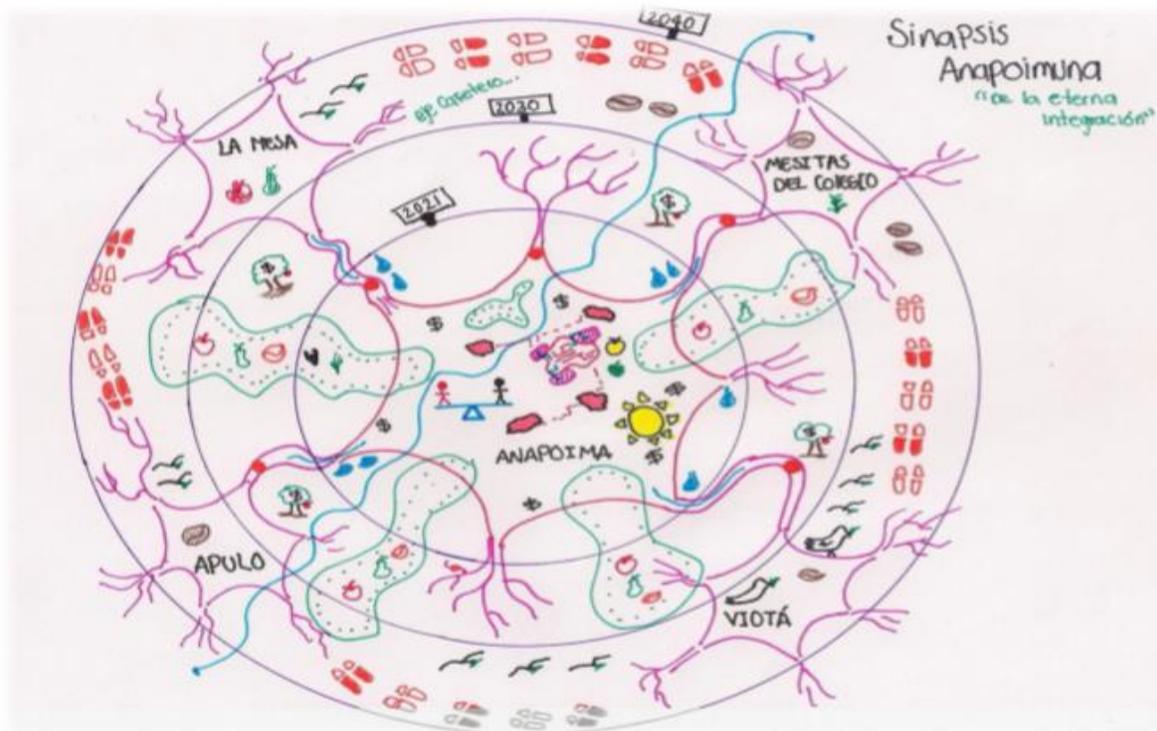


Figura 14: Esquema sinapsis Anapoima

Fuente: Elaborado por: Paredes, Ortíz, Romero. 2015.

El grupo de trabajo, le dio como título específico “Sinapsis municipal AVALMMEC”, para conformar provincia administrativa de planificación con enfoque sostenible y participativo potenciando alianzas estratégicas desde el municipio de Anapoima. La analogía utilizada fue la sinapsis que realizan las neuronas, como un proceso de integración constante, que permite a su vez, el funcionamiento de otros sistemas de mayor tamaño y requieren de su integración constante. (Ángela Daniela Paredes Buitrago, Geovanny Esteban Ortiz Romero Y Necty Andrea Romero. 2015).

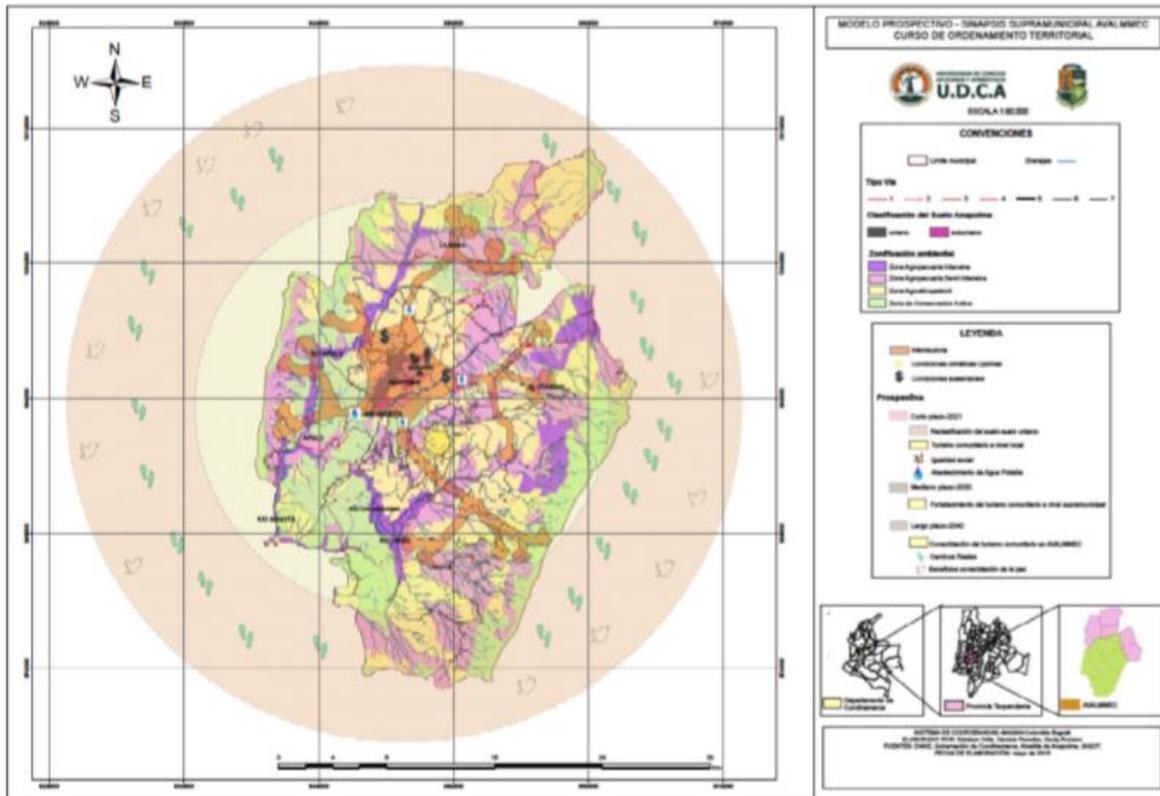


Figura 15: Mapa MPOT sinapsis municipal AVALMMEC  
 Fuente: Elaborado por: Paredes, Ortíz, Romero. 2015.

**Ejemplo 2:** Modelo espacial prospectivo para el Municipio de Susa-Cundinamarca, con el fin de proyectar su potencialidad territorial en función del sistema hídrico.

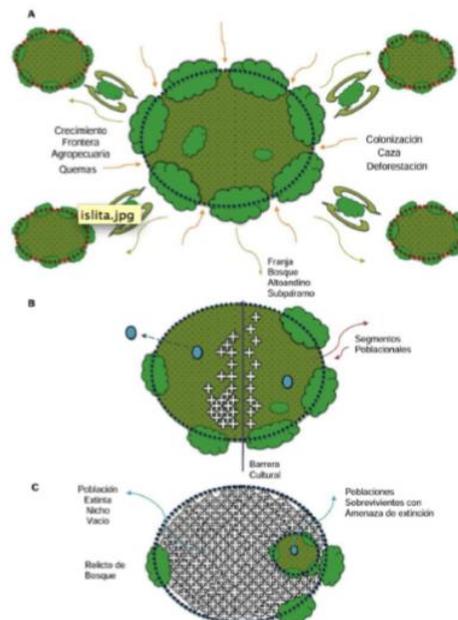


Figura 16: Esquema neuronal Páramo de Guerrero  
 Fuente: Elaborado por Palma, Moreno y Sánchez. 2015

El grupo de trabajo, le dio como título específico “Un guerrero consolidando la sostenibilidad de la subregión sistémica, estratégica e interdepartamental del altiplano cundiboyacense y sector adyacente de la cordillera oriental USCOGROR”, para resaltar la importancia del municipio de Susa, en el Complejo de Páramos de Guerrero; el cual es el componente que estructura al territorio, en cuanto a sus características económicas, sociales, y ambientales. La analogía, escogida fue el sistema nervioso, ya que sus bases teóricas permiten entender aún mejor, la complejidad sistémica del espacio geográfico. (Juan Diego Palma Barrgán, Cristian David Moreno Y Stefanny Sánchez Ayala. 2015.)

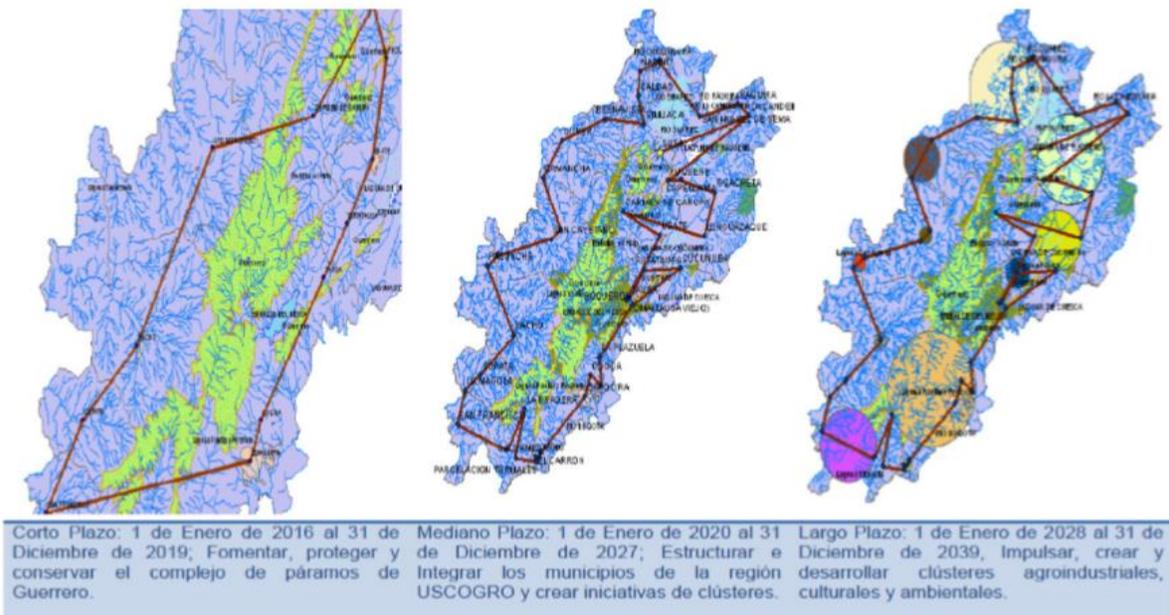


Figura 17: Mapa MPOT de Susa con el Páramo de Guerrero

Fuente: Elaborado por Palma, Moreno y Sánchez. 2015

**Ejemplo 3:** Modelo de propiocepción ocular, para establecer un nodo de articulación supradepartamental, desde el Municipio de Garagoa-Boyacá, a partir de factores estratégicos, entre: Cundinamarca, Boyacá y Casanare.

Corto plazo 2017-2020	Mediano plazo 2021-2028	Largo plazo 2029-2040
		
<p>El periodo comprendido para el corto plazo es de cuatro años a partir del año 2017 y hasta el año 2020. En este periodo los municipios que empezaran con la implementación del modelo de propiocepción serán Garagoa, Macanal y Sutatenza.</p>	<p>Una vez finalizado el corto plazo, comenzará el mediano con un periodo de duración de 8 años, a partir del año 2021 y hasta el año 2028, en el cual se articularan los siguientes municipios: Garagoa, Macanal y Sutatenza con Manta, Tibirita, Guateque y Santa María.</p>	<p>Finalmente en el largo plazo, periodo que tendrá una duración de 12 años a partir del 2029 y hasta el año 2040, se establecerá el nodo de articulación final que integrará a los municipios mencionados de Cundinamarca (Machetá, Manta y Tibirita), Boyacá (Sutatenza, Guateque, Garagoa, Macanal,</p>

*Figura 18: Gradualidad temporal MPOT Garagoa y 3 departamentos*

Fuente: Elaborado por Camargo, Linares, Morales y Ramírez. 2016

El grupo de trabajo quiso establecer un modelo de apropiación territorial, utilizando el comportamiento de propiocepción ocular del ojo humano, con el fin de presentar la articulación de factores estratégicos entre los municipios que interactúan en el nodo, bajo la premisa de que si existe apropiación del territorio, existirá una mejor gestión de este, debido a que hay un sentido de pertenencia mayor. La propiocepción encierra 3 variables territoriales dentro de este modelo, propius, representando la estructura ecológica principal de los 10 municipios de trabajo; capare, que será la capacidad de empoderarse y sentir como propio su territorio; y, el sufijo ción, representando a todas las acciones y actividades, que se realizan para lograr el empoderamiento del territorio y posteriormente, el aprovechamiento de los recursos presentes en la estructura ecológica principal. (Fabian Albenis Camargo Moyano, Camila Andrea Linares Pacheco, Laura Paola Morales Ramírez Y Juan Camilo Ramirez Gómez. 2016)

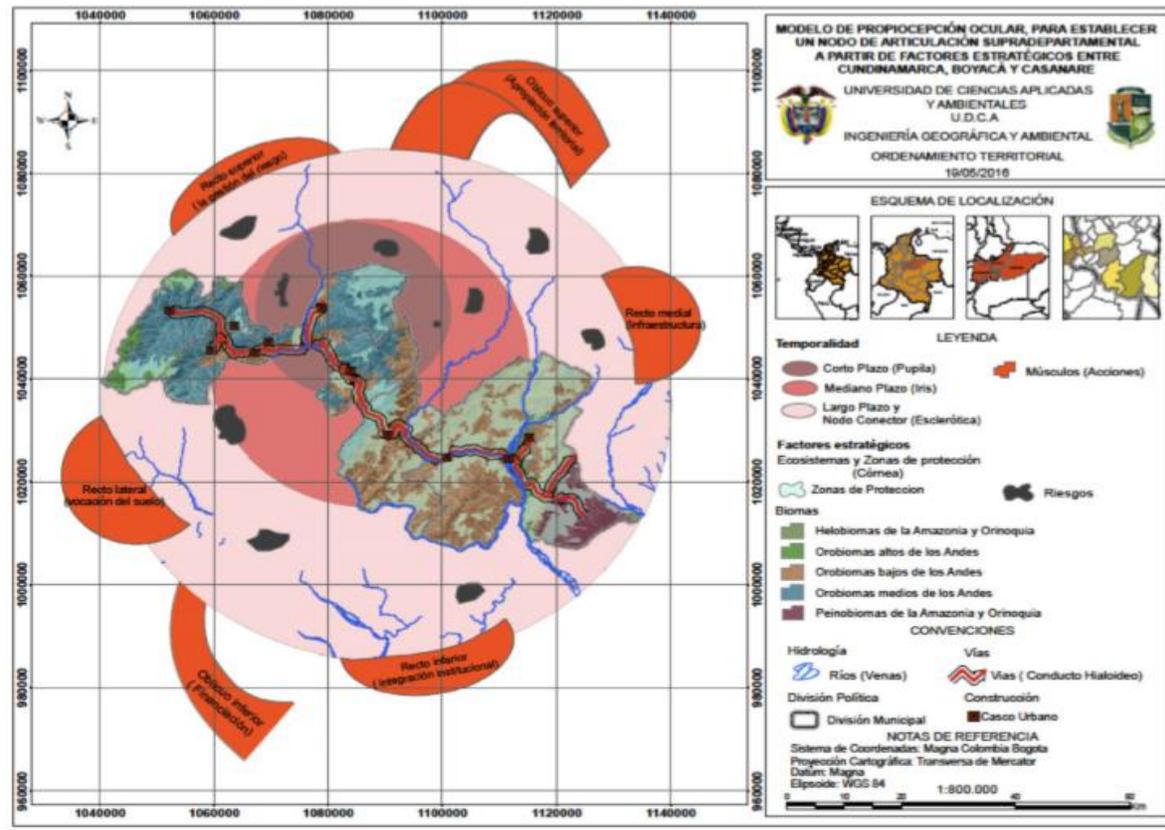


Figura 19: Mapa MPOT Propiocepción Cundinamarca, Boyacá y Casanare  
Fuente: Camargo, Linares, Morales y Ramírez. 2016

## CONCLUSIONES

Es fundamental el impulso de tecnologías SIG ya que garantizan la cooperación ciudadana, la sistematización de la información conlleva a un estudio espacial y estadístico que visualiza y facilita la investigación de soluciones por parte de las entidades encargadas de la planeación.

Los SIG aplicados al ordenamiento territorial son esenciales para el progreso de los municipios, se debe formar importancia en la enseñanza de esta tecnología e incitar el incremento de aplicativos en línea enfocados al progreso del territorio.

El cambio al que definitivamente conducirá el adelanto de la categorización territorial acorde a los sistemas de información geográfica, mejorará el lenguaje en que se presentan los casos a investigación por parte de los establecimientos públicas del orden estatal, departamental y municipal, por tanto , en primicia, tendrá un constituyente enormemente técnico, este podrá ser planteado de modo que los involucrados con cada rubro no terminen la disputa por carencia de fundamentos sino que permitan el acogimiento de las propuestas de manera directa en consideración a las evaluaciones hechas desde el instrumento.

El estudio del Medio Social con SIG, puede constituir adonde disponer o reubicar los asentamientos (población e infraestructura de vías y servicios), lo que constituye una pieza interesante en la planificación ya que identifica que la asignación de los servicios sea adecuada y llegue a toda la localidad.

Los SIG son esenciales al momento de tomar decisiones que conlleven evaluaciones multicriterio, ya que estos nos permiten ahorrar tiempo y tomar una decisión más confiable.

El mundo está pasando por una evolución informática acelerada, y el país está asimilando de buena manera dicha evolución, el SIG-OT es un gran ejemplo de que el país no se está quedando rezagado en temas que tenga que ver con el ámbito informático.

En cualquier caso, donde se requiera la prospectiva territorial, los profesionales de diferentes disciplinas que confluyan para ello, debe tener como principio que ninguno tiene la razón absoluta en un tema tan complejo, más bien, deben asumir positivamente el que cada

profesión le permite a la otra “poner polos a tierra” respecto a la cantidad de variables que se necesiten considerar en las proporciones que cada situación específica exija.

-

## REFERENCIAS

- A. Alami, A. Eslami and S. Hashemi, "The Query of Suitable Areas for plantation and development of *Taxus baccata* L Species by Using GIS in Northern Iran", *Ana. Da Aca. Bras. De Ciênc.*, vol. 86, no. 3, pp. 1497-1505, ene.-sep. 2014.
- A. Botella, A. Muñoz, R. Olivella, J. Olmedillas, J. Rodríguez y A. Pérez (Coords.), *Introducción a los Sistemas de información geográfica y geotelemática*, Barcelona, España: Ed. UOC, 2011.
- A. Camacho-Velasco, C.A. Vargas-García, F.A. Rojas-Morales, S.f. Castillo-Castelblanco y H. Arguello-Fuentes, "Aplicaciones y retos del sensado remoto hiperespectral en la geología colombiana", *Fac. Ing.*, vol. 24, no. 40, pp.17-29, Sep.-Dic. 2015
- A. El Naqa, N. Hammouri and M. Kuisi, "GIS- based evaluation of groundwater vulnerability in the Russeifa área, Jordan", *Rev. Mex. Cienc. Geol.*, vol. 23, no. 3, pp. 277-287, jun. 2006.
- A. Marcano y S. Cartaya, "La Gestión de Riesgos de Desastres y el Uso de los Sistemas de información Geográfica (SIG): Algunas Consideraciones", *CONH.*, *Rev. Univ. Arb. Inv. Dial. Aca.*, vol. 6, no. 3, 2010.
- A. Marcano, "Metodología para la zonificación de la amenaza por movimientos en masa desencadenados por la sismicidad", *Rev. Inv.*, vol. 40, no. 87, pp. 149-174, ene. 2016.
- A. Reyna, "El uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en el análisis demográfico de situaciones de desastre", en *Notas de población*, vol. 32, no. 81, Santiago de Chile, Chile: CEPAL, 2006, cap. 5, pp. 129162. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.cepal.org/>
- ALFARO, Richard. Un sistema de información geográfico con interfaz Web. {En línea}. Disponible en: (<http://www.monografias.com/trabajos25/sistema-geografico/sistemageografico.shtml>).
- ARENTZE, T.A., BORGERS, A.W.J. y TIMMERMAN, H.J.P. (1996): "Integrating GIS into the Planning Process" en M. Fischer, H.J. Scholten y D. Unwin (editores): *Spatial Analytical Perspectives on GIS* Londres, Taylor and Francis, pp. 187-198.
- B. Rodríguez-Ramos, F. Velandia y R. Cárdenas, "Teldetección y SIG aplicados a la exploración geológico-geofísica en el Altiplano Nariñense-Colombia", *Geología Colombiana*, no. 33, pp. 79-90, dic. 2008.
- BARBA ROMERO, S. y POMEROL, J-C. (1997): "Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica". Alcalá de Henares, Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá. 420 p.
- BARREDO CANO, J.I. (1996): "Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica en la Ordenación del Territorio". Madrid, Editorial RA-MA, pp. 264.
- BARREDO, J. (1993) *Modelo Cartográfico para determinar Áreas de Crecimiento Urbano a través de un SIG*. Cuenca del Lago de Valencia (Venezuela). Trabajo de investigación de

Doctorado. Universidad Alcalá de Henares, Dpto. de Geografía. Alcalá de Henares - España, pp. 119 más anexos

- Borja, J. & Castells, M. (1997). *Lo local y lo global*. Madrid, España: Taurus.
- BORJA, Miguel. *Estado, Sociedad y Ordenamiento Territorial en Colombia*. Bogotá: Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional (IEPRI), 1996
- BOSQUE SENDRA, J. (1996): "Técnicas de evaluación multicriterio y Sistemas de información geográfica en la ordenación del territorio" en Portugal-España. *Ordenación territorial del suroeste comunitario*. Coordinadores: A-J. Campesino Fernández y Carmen Velasco Bernardo. Universidad de Extremadura, Servicio de publicaciones, Cáceres, pp. 69-76.
- BOSQUE SENDRA, J. (1997): "Sistemas de información geográfica". Madrid, Ediciones Rialp, 2º edición corregida, 451 p.
- BOSQUE SENDRA, J., GARCÍA, R.(1999): "Asignación Óptima de Usos del Suelo Mediante Generación de Parcelas por medio de SIG y Técnicas de Evaluación Multicriterio" VII Conferencia Iberoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Mérida - Venezuela.
- Bozzano, H. (2000). *Territorios reales, territorios pensados, territorios posibles*. Aportes para una teoría territorial del ambiente. Buenos Aires, Argentina: Espacio.
- Burrough, P.A. 1994. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford Science. Monographs on soil and Resources Survey No. 12
- 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. UNGS, 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.
- C. Mena, Y. Morales, Y. Ormazábal y J. Gajardo, "Localización de un relleno sanitario en la comuna de Parral, Chile, a través de evaluación multicriterio", *interc.*, vol. 35, no. 9, pp. 684-689, sep. 2010.
- C. R. Fonseca, C. Díaz, M. Hernández y M.V. Esteller, "Demanda hídrica urbana en México: Modelado espacial con base en sistemas de información geográfica", *Rev. Inv.*, vol. 38, no. 1, pp. 17-25, ene. 2013
- C. Sacasas, "Peligro de ciclones en Cuba en un sistema de información geográfica", *Ing. Hidr. Amb.*, vol. 34, no. 3, pp. 95-104, sep.dic. 2013
- C.A. Zafra, F.A. Mendoza and P.A. Montoya, "A methodology for landfill location using geographic information systems: a Colombian regional case", *Ing. e Inv.*, vol. 32, no. 1, pp. 64-70, abr. 2012.
- C.E. Durango, "Caracterización de datos espacio-temporales en Sistemas de Información Geográfica", Tesis de maestría, Dep. Cienc. Comp. Dec., Univ. Nal Col, Med., Colombia, 2013.

- D. Ponvert y A. Lau Quan, "Uso de las imágenes de satélites y los SIG en el campo de la ingeniería agrícola", Rev. Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 22, no. 4, pp. 75-80, dic. 2013.
- E. Giménez-Frontín, I. Cabezón González y R. Rendas da Silva, "Sistema de información geográfica para la gestión de recursos hídricos", Rev. Geog. Am. Cen., vol. 2, no. 45, pp. 175-190, jul.-dic. 2010.
- E.N. Bustamante, J. Monge-Nájera and V.H. Méndez-Estrada, "Use of a geographic information system and linches to map air pollution in a tropical city: San José, Costa Rica", Rev. Biol. Trop., vol. 61, no. 2, pp. 557-563, jun. 2012.
- EASTMAN, J. (1997a) "IDRISI for Windows". User's Guide. Versión 2.0, January,1997. Clark Labs for Cartographic Technology and Cartographic Analysis. Worcester - USA.
- EASTMAN, J. (1997b) "IDRISI for Windows: Tutorial Exercices". Versión 2.0, January,1997. Clark Labs for Cartographic Technology and Cartographic Analysis. Worcester – USA
- EASTMAN, J.; TOLEDANO, J.; KYEN, P., (1993b). "An Algorithm for Multi-Objective Land Allocation Using GIS. Proceeding. International Workshop on GIS". August 19-22. Beijing: Chinese Academy of Science. Pág. 261-270.
- Echevarria, U. F. 1993. Memorias Seminario de OT-IGAC.
- Escallón, J. O. (2006). Hacia una forma más eficiente de trabajar con información del territorio utilizando herramientas de captura, visibilidad y descubrimiento. Semana de Geomática (2005). Revista Análisis Geográfico (30), 112-120.
- ESRI. (1995 - 2013). ARCGIS Resources. Recuperado el 07 de 04 de 2016, de <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#/na/00qn0000001p000000/>
- ESRI. (1995 -2013). ARCGIS, Resources. Recuperado el 07 de 04 de 2016, de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/main/what-is-arcmap-.htm>
- F. Ahmad, "GIS, gps and remote sensing application to investigate agricultural potential in cholistan", Soc. & Nat., vol. 19, no. 1, pp. 55-64, jun. 2007
- F.O. Bello-Pérez y J.N. Pérez-Castillo, "Interoperabilidad entre los dominios de la arquitectura, la ingeniería y la construcción y los sistemas de información geográfica", Ing. Univ. Bogotá, Vol. 16, no. 1, pp. 183-200, ene.-jun. 2012.
- 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.
- G.E, Jiménez, A.L Companioni, P.Y. Piñero y A. Romillo, "SIGESPRO: Sistemas de Información Geográfica para controlar proyectos", Revista Cubana de Ciencias Informáticas, vol. 10, no. 2, pp. 181-195, mar. 2016.
- García, V. M. 1999. Sistemas de Información Geográfica en la Ordenación del Territorio. Revista Informarte número 19, diciembre de 1998/Enero de 1999. México DF

- Gómez Orea, D. 1997. Ordenación del Territorio. Una aproximación desde el medio físico. Instituto Tecnológico Geominero de España. Ed. Agrícola Española, S.A. Serie Ingeniería Geoambiental.
- I. Vilchis-Mata, E. Quentin, K. Bâ y C. Díaz-Delgado, “Estimación de precipitación diaria a través de in SIG con imágenes de radar meteorológico”, Tecnología y Ciencias del Agua, vol 2, no. 4, pp. 167-174, dic. 2011.
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1998). Guía Simplificada para la elaboración del plan de ordenamiento territorial municipal. Bogotá: Duplólito.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (2008). Ordenamiento territorial, métodos de modelamiento y análisis espacial. Revista Análisis Geográficos (39), 1-176
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (2009). Manual SIG–OT en Colombia. Bogotá. Recuperado de <https://sigotn.igac.gov.co/sigotn>
- J. A. Rosales y A. Marcano, “Análisis geomorfológico de las microcuencas de drenajes Monroy y Zumba, Municipio Sucre-Estado Miranda, Venezuela; empleando sistema de información geográfica”, CONH., Rev. Univ. Arb. Inv. Dial. Aca., vol. 9, no. 1, 2013
- J. A. Soto Monroy and N.I Rojas Gamba, (2015). “Evaluación de susceptibilidad de fenómenos de remoción en masa y uso de sistemas de información geográfica”, Ing. Mag., vol. 6, no. 2, pp. 22-38, mar. 2015.
- J. Amanollahi, C.Tazaqnis, M. Firuz and A. Makmom, “Urban heat evolution in a tropical area utilizang Lansat imagery”, atm. res., vol. 167, pp. 175-182, Ene. 2016.
- J. Barista de Jesus and B. Barros, “Methodology for automatically delimiting permanent preservation areas along water courses - the use of gis in the hydrological Basin of the sergipe river, brazil”, Rev. Árv., vol. 40, no. 2, pp 229-234, Mar.-abr. 2016.
- J. Kapetsky y G. Meaden, Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la agricultura, Roma, Italia: Org. De La Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación, 1992
- J. Peña, Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9, San Vicente, España: Ed Club Universitario, 2006.
- J. Suárez, “Zonificación de susceptibilidad amenaza y riesgo”, en Deslizamientos: Análisis geotécnico, 1era. Ed., Bucaramanga, Colombia: Ed. U. Ind. De Sant., 2009, cap. 13, pp. 527-582. [En línea]. Disponible: [www.erosion.com.co](http://www.erosion.com.co)
- J.F. Ardila y O.Y . Quintero, “Aplicación de la teledetección y los sistemas de información geográfica en la interpretación de zonas inundables. Caso de estudio: Río Soapaga, sector Paz de Río, Boyacá”, Cienc. Ing. Neog., vol. 23, no. 2, pp. 55-76, dic. 2013.
- LEY 388 de 1997. República de Colombia. Diario Oficial.
- M. Al Kuisi and A. El Naqa, “GIS based Spatial G

- M. E. López y L. A. Sánchez, “Vulnerabilidad ante inundaciones en un sector de la ciudad de Coro sobre Sistema de Información Geográfica”, *Ing. Hidr. Amb.*, vol. 32, no. 2, pp. 69-74, may.-ago. 2011.
- M. Ortiz, “Generación de un sistema de información geográfica como Instrumento para la gestión del agua en la ciudad de San Luis Potosí”, *Rev. Geog. Am. Cen.*, vol. 2, pp. 1-15, jul.-dic. 2011.
- M. Quiroz, J. Escobar, D. Martínez, T. Betancur y H. Massone, “Los sistemas de información geográfica como herramienta de apoyo en los estudios hidrogeológicos dos casos de estudio en América Latina”, *Rev. Ing. Univ. Med.*, vol. 6, no. 11, pp. 23-41, jul.-dic. 2007.
- M.J. Domínguez-Cuesta, M. Jiménez-Sánchez, J.A. González-Fernández, L. Quintana, G. Flor and G. flor-blanco, “GIS as a tool to detect flat erosional surfaces in coastal areas: a case study in north”, *Sp. Geol. Act.: an int. ear. Sci. jou.*, vol. 13, no. 2, pp. 97- 106, jun. 2015.
- Molina, A. M., López, L. F., & Villegas, G. I. (2005). Los sistemas de información geográfica (sig) en la planificación municipal. *Revista EIA*, (4), 21-31. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1794-12372005000200003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-12372005000200003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- MOLINA, Adriana; Luis López y Gloria Villegas. 2005. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación municipal. Medellín.
- N. Hammouri and A. El-Naqa, “GIS based Hydrogeological Vulnerability Mapping of Groundwater Resources in Jerash Area”, *Jord. Geof. Inter.*, vol. 47, no. 2, pp. 85-97, abr.-jun. 2008.
- N.B. Pineda, J.Bosque, M. Gómez y W. Plata, “Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación”, *investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, no. 69, pp 33-52, ago. 2008
- O. Andrade, M. Kappas and S. Erasmi, “Assessment of erosion hazard in Torres municipality of Lara state (Venezuela) based on GIS”, *Interc.* vol. 35, no. 5, pp. 348-356, may. 2010.
- O. El Aroussi, A. El Garouani and R.Jabrane, “Modelling and mapping of soil erosion on the oued el alleh catchment using remote sensing and GIS”, *Jour. of Urb. and Env. Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 302-307, jul. 2013.
- P. Ramírez, “Determinación de la recarga acuífera potencial mediante un Sistema De Información Geográfica para la cuenca del río frío, Costa Rica” *Rev. Geog. Am. Cen.*, vol. 2, no. 51, pp. 15-35, jul.-dic. 2013.
- P.K. Kingra, D. Majumder and S.P. Singh, “Application of Remote Sensing and GIS in Agriculture and Natural Resource Management under Changing Climatic Conditions”, *Agric Res*, vol. 53, no. 3, pp. 295-302, sep. 2016.
- P.L Correa y J.I. Vélez, “Sistema de información geográfica para apoyar la gestión del recurso hídrico en cuencas rurales”, *Gest. Amb. Med.*, vol. 25, no. 2, pp. 53-62, dic. 2002.
- PALACIOS, Alonso, 1994. Sistema de Información Geográfica del Valle de Aburrá. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Medellín, Colombia.

- PALACIOS, Ricardo, 2005. Disponible en internet: <http://gis.esri.com/library/userconf/latinprog/p/ponenciaVponencia29.html>
- Posada, A. (2017). Diseño de modelos prospectivos de ordenamiento territorial, utilizando SIG. una propuesta metodológica.
- R. Andrade, “Integrated use of geophysical, hydrological and geographic information system (SIG) methods in enhancing the groundwater quality in a fluoride – endemic terrain (Andhra Pradesh, India)”, Hid. Jour., vol. 20, no. 8, pp. 1589-1597, dic. 2012
- R. Marques da Silva, C. Santos and L.Pereira e Silva, “Evaluation of soil loss in guaráira basin by gis and remote sensing based model”, Jou. of Urb. and Env. Eng., vol. 1, no. 2, pp. 44-52, ago. 2007.
- Rodríguez P. A. Topografía y Cartografía. Revista Oficial del Colegio de Ingenieros Técnicos en Topografía Vol. IX N° 55 Marzo-Abril 1993
- S. Barrera, “Reflexiones sobre Sistemas de Información Geográfica Participativos (sigp) y cartografía social”, Cuad. Geog. – Rev. Col. Geog., no. 18, pp. 9-23, 2009.
- S. Cartaya, W. Méndez y H. Pacheco, “Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfica”, Inverc., vol. 31, no. 9, pp. 638-646, sep. 2006.
- S.A. Ordoñez, J.A Triana, A.F Padilla y J.T Hernández, “Methodology for automatic generation of models for large urban spaces based on GID data”, Revista de ingeniería, no. 36, pp. 20-24, jun. 2008.
- S.O. Oshunsanya and O.O. Aliku, “GIS Applications in Agronomy”, Geospatial Technology - Environmental and Social Applications, Dr. Pasquale Imperatore, Ed. InTech, DOI: 10.5772/64528. Available from: <http://www.intechopen.com/books/geospatial-technology-environmental-and-social-applications/gis-applications-in-agronomy>
- TOMLINSON, Roger. Pensando en el SIG, Planificación del sistema de información geográfica dirigida a gerentes, Tercera edición, EE.UU. 2007.