

LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICO EN LA PLANIFICACION DE  
EXPANSION URBANA

ELABORADO POR:  
YURAIMA DANIELA MACUALO URIBE

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
INGENIERIA AMBIENTAL  
PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

2019

LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICO EN LA PLANIFICACION DE  
EXPANSION URBANA

ELABORADO POR:

YURAIMA DANIELA MACUALO URIBE

DIRECTOR

FIDEL ANTONIO CARVAJAL SUAREZ

INGENIERIA AMBIENTAL. MSC.

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD MONOGRAFÍA, PARA OPTAR EL TÍTULO  
DE  
INGENIERO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

INGENIERIA AMBIENTAL

PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

2019

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios por su misericordia, por darme la sabiduría y fortaleza espiritual poder estar donde estoy. Y a quien le debo todo, al ser más maravilloso que existe en mi vida, a mi madre, quien creyó en mi desde siempre, fue el pilar fundamental y me supo guiar siempre por el camino del bien. A toda mi familia que siempre que quería decaer, me daban sus palabras de aliento para que continuara en mi proceso.

A mi director Fidel Antonio Carvajal Suárez, por su apoyo, respaldo y paciencia, quien con sus aportes contribuyo para llevar a cabo mi trabajo. A todos los profesores que nos impartieron el diplomado por su permanente seguimiento, interés en todos los aspectos del desarrollo de las actividades realizadas.

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a Dios por permitirme llegar a donde estoy, poder terminar este trabajo de investigación, a mis padres por estar hay cuando más lo necesite en especial a mi madre que siempre ha sido incondicional y perseverante. A mi novio YOLMAN por apoyarme y ayudarme en los momentos más difíciles.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
<b>Objetivo General</b> .....	<b>11</b>
<b>Objetivo Específicos</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPITULO 1: GENERALIDADES</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 Generalidades de los sistemas de Información Geográfica</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1.1 Origen y desarrollo</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1.2 Mecanismos de un Sistema información Geográfico</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.2.1 Datos</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.2.2 Recurso humano</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1.2.3 Procesos</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1.2.4 Programas (Software)</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1.2.5 Equipos (Hardware)</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1.2.6 Metodología y procedimientos</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1.3 funciones de los SIG</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1.4 Aplicación de los SIG</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1.4.1 Aplicaciones en el campo ambiental</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPITULO 2: ELEMENTOS DEL DATO GEOGRAFICO</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1 Datos posicionales</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.1 Sistemas de coordenadas</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.2 Proyecciones</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.3 Elipsoide</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2 Atributos o valor semántico</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.1 Gráficos</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.2 No gráficos alfanuméricos</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3 Topología</b> .....	<b>26</b>
<b>2.4 Modelo de datos “de los Sistemas de información Geográfico”</b> .....	<b>27</b>
<b>2.4.1 El modelo RASTER</b> .....	<b>27</b>
<b>2.4.2 El modelo VECTORIAL</b> .....	<b>29</b>
<b>2.4.3 ventajas y desventajas de los modelos RÁSTER y VECTORIAL</b> .....	<b>30</b>

<b>CAPITULO 3: LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICO EN LA PLANIFICACION DE EXPANSION URBANA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Componente general (usos del suelo).....</b>	<b>33</b>
3.1.1 Mapa de Uso actual.....	34
3.1.3 Mapa de uso potencial.....	35
3.1.4 Mapas de Conflictos de uso .....	36
<b>3.2 Componente Urbano .....</b>	<b>37</b>
3.2.1. La Clasificación Del Territorio .....	38
3.2.2 Aplicación de normas urbanísticas .....	40
3.2.3 Zonas urbanas .....	41
3.2.4 Zonas de expansión urbana .....	42
3.2.4.1 Tratamiento y usos del suelo urbano – Expansión.....	46
3.2.5 Los servicios públicos relacionados con la expansión urbana.....	51
3.2.5 riesgos y amenazas .....	51
3.2.6 Metodologías .....	56
3.2.6.1 modelo cartográfico.....	56
3.2.6.2 modelo dispersión urbana .....	58
3.2.6.3. Modelo Cascada.....	61
3.2.6.4 modelo de crecimiento Urbano .....	64
3.2.6.7 modelo de la aptitud del suelo .....	68
3.2.6.8 modelo de datos Espaciales.....	70
3.2.7 Evaluación multicriterio (EMC) y los SIG.....	72
3.2.7.1 Aplicaciones de EMC .....	73
3.2.7.2. Condiciones de Utilización.....	73
3.2.7.3 Aplicación de técnica de evaluación multicriterio .....	74
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>80</b>

## FIGURAS

Figura 1. Datos de Excel .....	15
Figura 2. Logo de ArcGIS .....	16
Figura 3. Funciones de los componentes de un SIG.....	17
Figura 4.. Cartografía de uso de suelos, ríos o carreteras.....	20
Figura 5. Distribución de especies.....	21
Figura 6. Mapa de la Naturalidad Territorial.....	22
Figura 7. Proyección Cilíndrica .....	25
Figura 8.. Proyección Cónica .....	25
Figura 9. Proyección Plana o Cenital .....	25
Figura 10. modelo ráster y vectorial .....	27
Figura 2. Cambio del formato analógico Digital.....	28
Figura 12. Mapa de uso del suelo en Guadalajara – México .....	34
Figura 13. Mapa de aptitud de uso potencial y conflictos .....	35
Figura 14. mapa de conflictos de Granada – España .....	36
Figura 15. Clasificación del suelo .....	39
Figura 16. Delimitación de tratamientos urbanísticos en un municipio. ....	40
Figura 17.. Categoría de suelos de expansión.....	42
Figura 18. Red de ciudades en el territorio.....	43
Figura 19. Tratamientos urbanísticos.....	47
Figura 20. usos del suelo .....	49
Figura 21.. modelo digital de elevación .....	52
Figura 22. Flujograma del modelo cartográfico .....	57
Figura 23. Operaciones realizadas, mediante un SIG, para obtener las categorías relativas a la dispersión, en la comunidad de Madrid – España. ....	58
Figura 24. Etapas del modelo Cascada.....	61
Figura 25. mapa actitud Urbana Buenos Aires – Argentina.....	68
Figura 26. Fases de la EMC.....	72
Figura 27. Expansión urbana Compacta y dispersa.....	78

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Ventajas y Desventajas del modelo Ráster .....	30
Tabla 2. Ventajas y Desventajas del modelo Vectorial .....	31
Tabla 3. Càlculo de ponderación por ranking recíproco .....	65



## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información geográfica es un conjunto de herramientas muy útiles en el siglo XXI, ya que por medio de estas se puede recopilar, almacenar, procesar y visualizar información georreferenciada. Permitiendo hacer análisis espaciales actual y futuro, solucionando problemas globales, regionales y locales. Es utilizado para la toma decisiones, dándole un dato final ante cualquier evento natural o emergencia. Tiene muchas aplicaciones, por medio del GPS se puede recuperar un auto, se puede manejar la línea de rutas de los camiones, ubicaciones de infraestructura, predecir el cambio climático, informar cortes de energía, cuantas especies en peligro de extinción en una mina, incendios forestales entre otros. Por medio del análisis de imágenes del satélite podemos determinar la vegetación, comportamiento del fuego, asignar los riesgos potenciales para comunidades. Los SIG se han aplicado desde 1968, por Roger Tomlinson quien manipulo datos de mapas dando forma a una herramienta la cual manejaba “datos del inventario geográfico canadiense y sus análisis para la gestión del territorio”. (Olaya, V.).

La expansión urbana es el crecimiento desmedido de una ciudad, en la cual se determina zonas de crecimiento actual comparado con varias investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo; así determinar qué factores afectan este problema que va en aumento con el pasar de los años, la migración se ha generado por la crisis de algunos países. La industrialización, el crecimiento socioeconómico, petrolero y la riqueza minera entre otros.

Los sistemas de información elevan la calidad de los puntos análisis y relacionan el territorio. Teniendo en cuenta las herramientas y la elaboración de los marcos suficientes para estimar el inicio de una rama de aplicación en los sistemas información determinando los métodos territoriales; el escenario físico – espacial de las interacciones producidas permite evaluar las características del territorio. Los sistemas de información se basan en todas las condiciones territoriales entre las personas encargadas de ejecutar los planes desarrollo. (Gutierrez, A. & Urrego, A., 2011).

El presente documento se muestra una recopilación teórica de la historia de los SIG aplicados a planificación del ordenamiento territorial, para comprender el estado del arte de los SIG. Posteriormente se analiza “la aplicación de los SIG en la determinación de los usos anteriores, actual y proyectados del suelo”. Así mismo, demostrar como estos ayudan a aplicación de la normativa ambiental, social, cultural, económica y gubernamental. El informe está organizado en tres capítulos, el primero se menciona las generalidades de SIG para comprender epistemológicamente su origen y desarrollo en el tiempo, en el Capítulo dos elementos del dato geográfico para determinar cómo se representan topológicamente los datos espacialmente y por último en el capítulo tres se presenta la aplicación de los SIG en la Planificación de la expansión urbana en entidades territoriales locales.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Analizar el estado del arte de la aplicación de los sistemas de información Geográficos en la planificación de la expansión urbana.

### **Objetivo Específicos**

- Consultar información de fuentes enciclopedias, periódicos, revistas, artículos, tesis, libros, material audiovisual entre otros.
- Organizar la información recopilada por temas generales en la aplicación “de los sistemas información geográfica en la planificación de la expansión urbana”.
- Estudiar la evolución y tendencia de la utilización “de los sistemas de información geográfica en la Planificación de la expansión urbana”.

# **CAPITULO 1: GENERALIDADES**

## **1.1 Generalidades de los sistemas de Información Geográfica**

Los sistemas de información geográficos se definen como un método o técnica de tratar la información, ya que nos permite ajustar de manera eficaz la información normal para obtener información dependiente.

Para lo anterior Dominguez, J. (2000) indica que

contará con fuentes de información en un conjunto de herramientas informáticas (hardware y software) que nos facilitan esta actividad en cuanto a su implantación y desarrollo. En conclusión, un SIG es una herramienta idónea para combinar información gráfica (mapas) y alfanumérica (estadísticas), así obtener una información derivada sobre lo espacial. (p.01)

En la enunciación de los sistemas de información geográfico, la mayoría de los autores da su punto de vista con respecto a la información investigada y están de acuerdo con algunos procedimientos realizados con los SIG, ya que estos sistemas son herramientas de utilidad para diferentes campos de trabajo.

### **1.1.1 Origen y desarrollo**

El inicio de los SIG se dio en los años de 1870, se organiza un sistema de información geográfico en una empresa de trenes en Irlanda; para los años 50's apareció la primera base de datos y aplicativos del software para la cartografía, para ese tiempo solo se realizaban

buenos mapas. Para la época de los 60's surgió que se podía generar bases de datos con las figuras. (ocampo, 2008).

Menciona (Olaya, V.) que

Fue desarrollada en la década de los 60's por Roger Tomlinson, quien implantó una herramienta que tenía como fin el manejo de datos del inventario geográfico canadiense y su análisis para la gestión del territorio rural. El desarrollo de Tomlinson es fundador en este campo, y se considera oficialmente como el nacimiento del SIG. Es en este momento cuando se acuña el término, y Tomlinson es conocido popularmente desde entonces como 'el padre del SIG'. (p.01)

Por su parte Archive.org (s.f.) destaca que

La aparición de estos programas no solo implica la creación de una herramienta nueva, sino también el desarrollo de técnicas nuevas que hasta entonces no habían sido necesarias. La más importante de ellas es la codificación y almacenamiento de la información geográfica, un problema en absoluto trivial que entonces era clave para lograr una usabilidad adecuada del *software*. (p.01)

En la década de los 70's se maneja un modelo enfocado a capas, un modelo orientado a objetos se compone de partes y se conforman de objetos.

Durante los 70's es el comienzo de la utilización de los Sistemas de información geográfico a problemas muy concretos, como son los de impacto ambiental. Pero en los 80's, aparece los ARC/INFO un producto para comercializar en 1982. Con el paso del tiempo entre los 80's y 90's, con la llegada de las estaciones de trabajo UNIX. Brindan una plataforma conveniente para la eficacia de los SIG. (Barroso, A. & Gutierrez, J., 1997).

En los programas de análisis espacial, la evolución de los SIG se adquirió a través del modelo ráster, de esta manera se desplegaron dos métodos muy diferentes y a la vez sirven de gran ayuda los dos, el vectorial y el ráster. En las últimas décadas los SIG's evolucionan de una manera muy rápida, mostrando las contribuciones "del NCGIA (Centro Nacional para la Investigación Geográfica y Análisis) de EEUU; En 1988 se procesan los fundamentos de los futuros SIG's", sus líneas principales se adjuntan a:

- Análisis y estadística espacial
- Relaciones espaciales y estructuras de la base de datos
- Inteligencia artificial y sistemas expertos
- Visualización de datos espaciales
- cuestiones

### **1.1.2 Mecanismos de un Sistema información Geográfico**

Un SIG se componen de diversas características ya que procesa, interpreta y genera información, pero además no es necesario de un software y hardware, sino también de algunos componentes que conforman los sistemas de información:

#### **1.1.2.1 Datos**

Es la información más importante de los SIG son los datos, pueden venir de diferentes orígenes; pueden ser de mapas, fotografías satelitales, GPS, archivos, archivos de CAD, archivos de shapefile, archivos de Excel, archivos de epacad, sensores remotos. Esta información nos sirve para dar inicio a realizar algún trabajo con los SIG poder analizar y extraer toda la investigación y plasmarla para poder determinar qué tipo de datos vamos a trabajar. (Geoinnova, 2019).

	A	B	C	D	E
1	CIUDAD	ESTADO	POBLACIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
2	Ciudad de México	Distrito Federal	8851080	> 1 millón	06/08/2013
3	Ecatepec de Morelos	Estado de México	1655015	> 1 millón	27/06/2013
4	Guadalajara	Jalisco	1495182	> 1 millón	09/12/2013
5	Puebla	Puebla	1434062	> 1 millón	12/10/2013
6	Juárez	Chihuahua	1321004	> 1 millón	03/04/2013
7	Tijuana	Baja California	1300983	> 1 millón	23/10/2013
8	León	Guanajuato	1238962	> 1 millón	18/04/2013
9	Monterrey	Nuevo León	1165512	> 1 millón	21/10/2013
10	Zapopan	Jalisco	1142483	> 1 millón	27/07/2013

Figura 1. Datos de Excel  
Fuente: fuente: (Geoinnova, 2019)

### 1.1.2.2 Recurso humano

Es aquí donde entran las personas profesionales SIG, un profesional que maneja este tipo de sistemas de información ya sea un técnico analista o un programador de los SIG's, para llevar a cabo los métodos de desarrollo y ejecutarlos en el mundo real. Dada esta situación poder mantener los sistemas a diario en el trabajo. (Geoinnova, 2019).

### 1.1.2.3 Procesos

Los procesos se realizan de acuerdo a la contratación de personal idóneo que tenga la capacidad de manejar estas tecnologías adecuadamente, teniendo en cuenta las reglas de ejecución y de negocio, ya que son modelos únicos que requieren una implementación de herramientas nuevas.

#### 1.1.2.4 Programas (Software)



*Figura 2. Logo de ArcGIS  
Fuente: (Geoinnova, 2019)*

“Los programas de SIG nos brindan funciones y herramientas que se solicitan para almacenar, analizar y extender sistemas de información geográfica”. (FAO, 2006)

Los componentes más importantes son:

- Herramientas para el ingreso y manejo de la información geográfica.
- Un sistema de administración de base de datos (DBMS)
- Herramientas que accedan a búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interfase gráfica para el usuario (GUI) para permitir el fácil acceso a las herramientas.

#### 1.1.2.5 Equipos (Hardware)

Para poder utilizar un software es necesario hacerlo en algún ordenador o hardware, depende de las características del equipo para el rendimiento de los SIG, a la hora de realizar nuestro estudio. Tener en cuenta algunas características del ordenador al realizar un análisis con el Software de SIG: (Geoinnova, 2019).



- Sistema operativo
- RAM
- Disco duro
- CPU: 64 o 32 Bits.
- Tarjeta gráfica para visualización 3D.

### 1.1.2.6 Metodología y procedimientos

Los SIG deben de ejecutarse de acuerdo a una buena estructura y afín con las normas de la empresa, que son los presentadores de las características propuestas por cada organización. Para que así un SIG sea correcto. Esta metodología sigue por una semejanza a un estudio científico que se preside por la presentación de una hipótesis.

### 1.1.3 funciones de los SIG

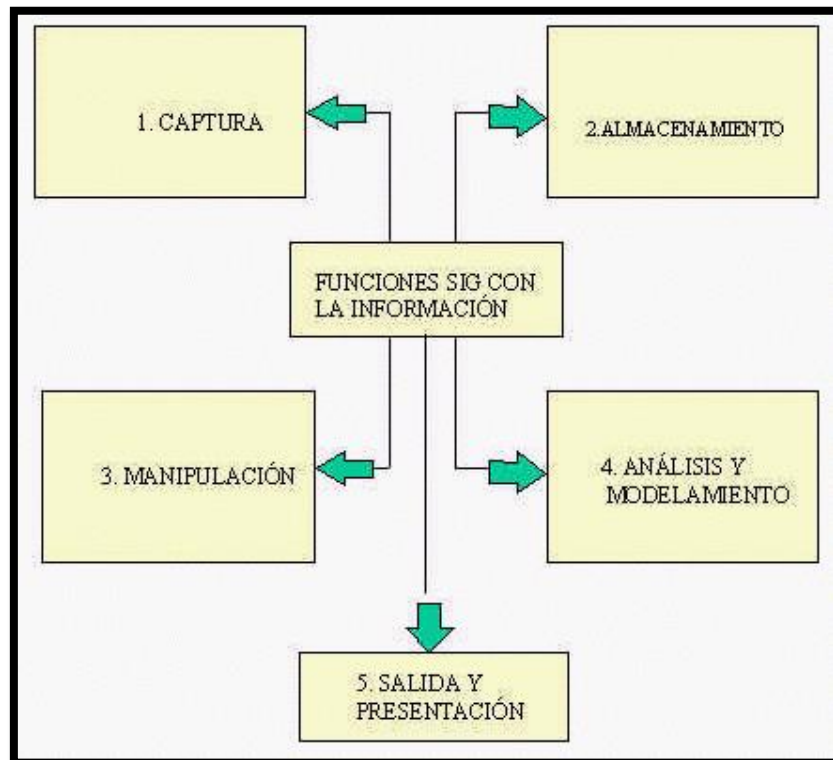


Figura 3. Funciones de los componentes de un SIG.  
Fuente: (Carmona, J. & Monsalve, J.)

Existen varias demostraciones básicas para el manejo de un SIG, a continuación, mencionaremos algunos:

Como (Rodgers, 1993) explica un SIG

nos permite ingresar datos, se refiere a todas las operaciones de las cuales hay datos especiales de mapas, sensores motores y otras fuentes son convertidos en formatos digitales. Se ingresan dos tipos de datos al SIG; referencias geográficas (coordenadas) y atributos (código numérico o conjunto de coordenadas asignado a cada variable). También un SIG permite almacenar datos dentro de los sistemas, son estructurados y organizados de acuerdo a la ubicación, interrelación y diseño de atributos. (p.01)

En los ordenadores se permite almacenar esta información. Así mismo un SIG permite manipular y procesar datos para obtener una información importante de los datos ingresados. Y finalmente un SIG permite la producción de datos a partir de los ingresados, empleando mapas, gráficos, informes, tablas y cartas. Para así obtener un análisis detallado de toda la información que se genera.

Por otro lado (Dominguez, J., 2000) menciona la importancia de los SIG's, un SIG permite acceder a

realizar comparaciones entre escalas y perspectivas intentando una cierta capacidad de representación de diferentes lugares al mismo tiempo. Aún más, los SIG posibilitan diferenciar entre cambios cualitativos y cuantitativos. Así mismo, un SIG gestiona un gran volumen de información a diferentes escalas y proyecciones. Un SIG integra

especialmente datos tabulares y geográficos junto a cálculos sobre variables (topología). Un SIG admite una composición de aplicaciones y desarrollos; poniendo a nuestra disposición herramientas informáticas estandarizadas. (p.01)

Por tal motivo, se puede decir que los SIG cada vez son herramientas muy importantes para todos los individuos que las utilizan a diario.

#### **1.1.4 Aplicación de los SIG**

Un sistema de información geográfico son herramientas que admiten la combinación de la base de “datos espaciales y la ejecución de varias técnicas aplicada a el análisis de datos”. Teniendo en cuenta que cualquier función que se relaciona con el espacio favorece la labor de los SIG´s. se tienen en cuenta algunas:

- Científicas
- Principalmente en ciencias medioambientales y relacionadas con el espacio.
- Desarrollo de modelos empíricos, los que relacionan temperatura con altitud, orientación, entre otros.
- Modelización cartográfica (aplicación de modelos empíricos para hacer mapas).
- Cartografía automática
- Información pública, catastro
- Planificación de espacios protegidos
- Ordenación territorial
- Planificación urbana
- Estudios de impacto ambiental
- Evaluación de recursos
- Seguimiento de las consecuencias de determinadas actuaciones (presas, diques, carreteras).



con ayuda de variables dependientes para identificar los lugares donde se encuentran las especies, poder vigilar y conservarlas. Cambio climático

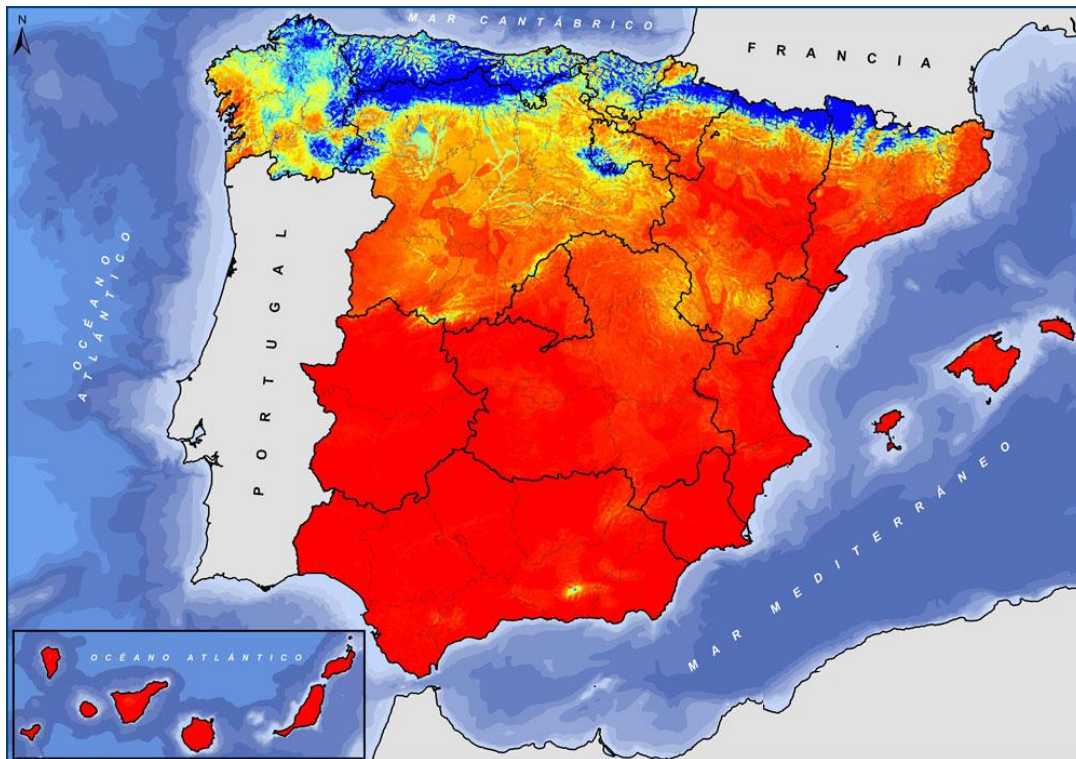


Figura 5. Distribución de especies  
Fuente: (Matellanes, R. 2016)

La gestión de biodiversidad nos ayuda a delimitar los espacios naturales protegidos, donde haya mayor nivel de biodiversidad o naturalidad, con las herramientas de un SIG estas son capaces de mostrar un análisis de claridad, para la gestión de nidos de pájaros representativos, prever los niveles de biomasa, gestionar discretamente las especies exóticas invasoras y representar las condiciones de naturalidad del territorio. Generación de conocimiento en la relación ecológica de las especies, depredación, competencia, distribución e indicadores de riqueza de biodiversidad.

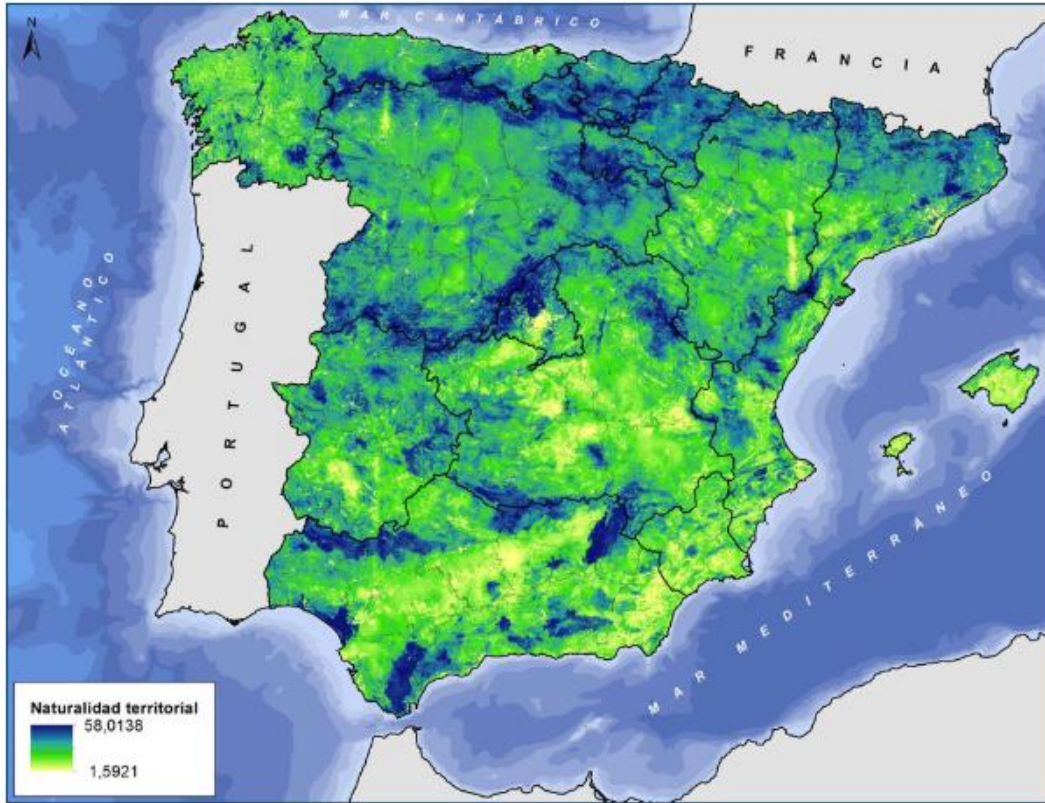


Figura 6. Mapa de la Naturalidad Territorial  
Fuente: (Matellanes, R. 2016)

En la evaluación del impacto ambiental, juega un papel muy importante con la cartografía ya que se puede determinar zonas de mínimos y máximos impactos, posibles zonas donde se puedan generar. Teniendo en cuenta los análisis cartográficos se puede tener un menor costo económico e impacto en menor medida sobre el medio ambiente. los mapas nos ayudan a ubicar zonas que cumplan con los requisitos para situar una actividad humana.

En la gestión hidrológica de los recursos naturales como el agua, es un recurso muy importante en todo el planeta se puede estudiar la predicción de inundaciones o determinar otros aspectos naturales que afecten directamente a estos recursos. Donde haya sequias o en otras partes se estanque el agua por las lluvias generadas; la aplicación de los SIG y gestión territorial son de gran importancia entre las especies invasoras.

En los incendios y gestión forestal, los SIG son claves ya que de este recurso se explota madera y la preservación de sitios naturales, así mismo con el apoyo de análisis cartográficos se puede monitorear los caminos destinados a explotación ilegal, localizar con garitas de vigilancia frente a incendios o crear mapas para predecir incendios en zonas más probables a generarse.

## **CAPITULO 2: ELEMENTOS DEL DATO GEOGRAFICO**

Los datos geográficos son información representada espacialmente georreferenciada.

### **2.1 Datos posicionales**

Nos indica donde están los elementos, está compuestos de la siguiente manera:

#### **2.1.1 Sistemas de coordenadas**

Los sistemas de coordenadas geográficas son un sistema que se utilizan para establecer y medir elementos geográficos, ejemplo de este es utilizar un sistema de coordenadas mediante el cual se localiza un componente que se encuentra en el espacio, está dado en dimensiones de latitud y longitud, ya que se da en unidades grados, minutos y segundos.

(Manrique, L., 2007) indica que

La longitud esta de 0 a 180 grados en el hemisferio Este y de 0 a 180 grados en el hemisferio Oeste determina con las líneas imaginarias (meridianos). La latitud de 0 a 90 grados en el hemisferio norte y de 0 a 90 grados en el hemisferio sur están determinadas con las líneas imaginarias mencionada como las líneas ecuatoriales. La iniciación de este sistema de coordenadas esta fija en el punto donde se encuentran la línea ecuatorial y el meridiano de Greenwich. (p.01)

#### **2.1.2 Proyecciones**

Es el proceso de convertir las coordenadas geográficas del esferoide en dos dimensiones, de coordenadas planas. La llegada de los SIG permite, representar los elementos georreferenciados y unidades normalmente utilizadas. (metros o kilómetros) (Manrique, L., 2007).



Las proyecciones, tienen una función en la cual se puede visualizar los elementos en diferentes formas, cuando se obtienen los mapas dan un aspecto diferente de lo que realmente son estas deformaciones. Las proyecciones frecuentes son los planos, los cilíndricos y los conos.

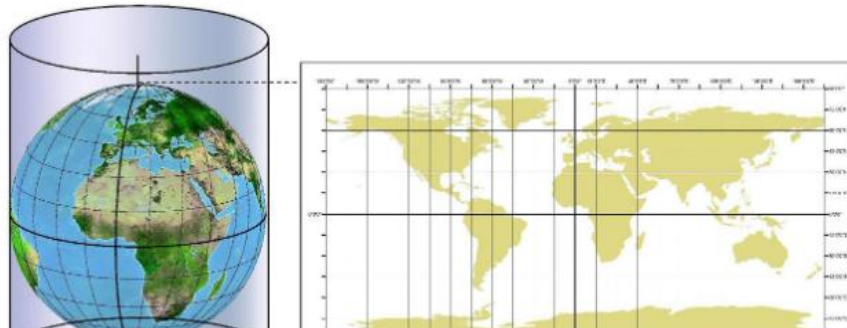


Figura 7. Proyección Cilíndrica  
Fuente: (Gis&Beers, 2016)

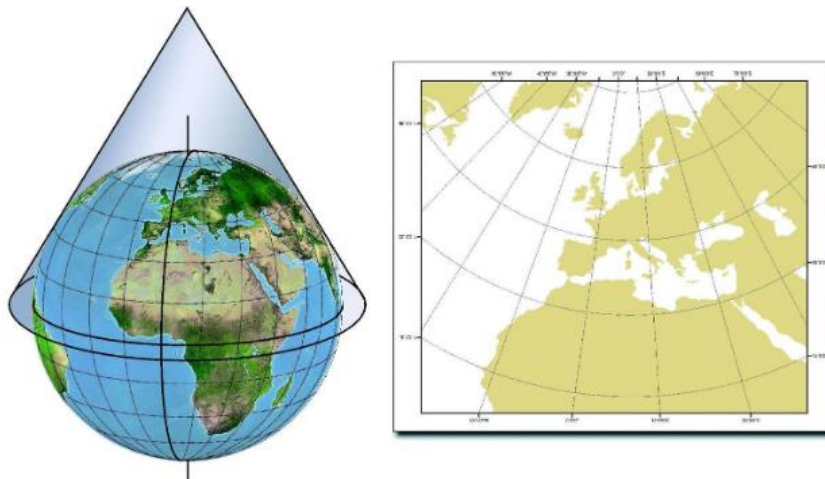


Figura 8.. Proyección Cónica  
Fuente: (Gis&Beers, 2016)

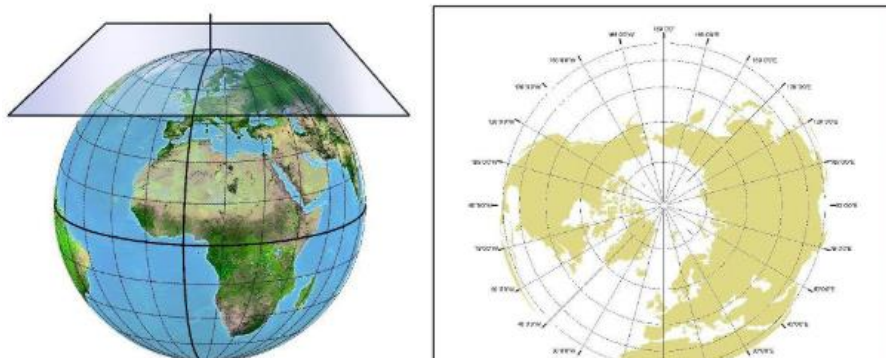


Figura 9. Proyección Plana o Cenital  
Fuente: (Gis&Beers, 2016)

### **2.1.3 Elipsoide**

De acuerdo a Wikipedia (2019)

Un elipsoide es una superficie curva cerrada cuyas tres secciones ortogonales principales son elípticas, es decir, son originadas por planos que contienen dos ejes cartesianos cada plano. Es una cuádrica similar a la elipse, un elipsoide se adquiere al “desfigurar” una esfera, en una dirección de sus tres diámetros ortogonales. Al rotar una elipse de sus dos ejes se obtiene un esferoide en revolución. (p.01)

### **2.2 Atributos o valor semántico**

Se describen las variables en un mapa; descrito por identificadores o tablas en un SIG; Cualitativos o cuantitativos. (Martinez, Pág 20, 2014). Se relacionan unos atributos que son:

#### **2.2.1 Gráficos**

Es la representación de los objetos geográficos combinado con sitios en el universo real. Es la muestra de los objetos mediante puntos, líneas o áreas.

#### **2.2.2 No gráficos alfanuméricos**

Es el modelo de datos que ayuda a relacionar y ligar atributos, correspondiendo a las características que determina algunos elementos geográficos, en un SIG los atributos gráficos y no gráficos se relacionan.

### **2.3 Topología**

Es independiente de la escala y las proyecciones, puede describir relaciones espaciales. La relación topológica expresa claramente la relación del elemento con otros y de su entorno geográfico cercano.

## 2.4 Modelo de datos “de los Sistemas de información Geográfico”

Muchos de los sistemas existen actualmente pertenecen a dos tipos de SIG para el manejo de la información geográfica en forma digital:

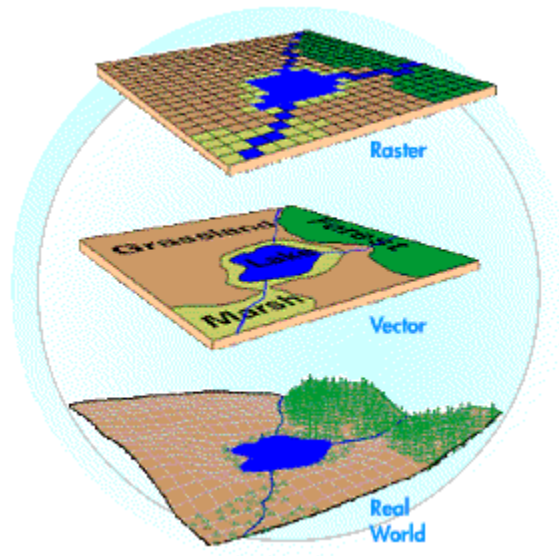


Figura 10. modelo ráster y vectorial  
fuente: Wikipedia, 2019

### 2.4.1 El modelo RASTER

“El formato RASTER utilizan la realidad a través de superficies que quedan en forma de matriz en la que cada elemento está representado por un pixel. La representación cartográfica queda dividida en celdas en forma de mosaico”, que se agrupan en unidades y simbolizan las cosas de la realidad. Estas imágenes se dan en formas geométricas, teniendo en cuenta los cuadros y rectángulos. Este formato se obtiene cuando se digitaliza imágenes digitales (mapa o fotografías) que son capturadas por satelitales.

Teniendo en cuenta e identificando “un diagrama cartesiano según las filas y columnas que van ocupando”, como se muestra en la figura 11. (López, E & Posada, C. , 2019)

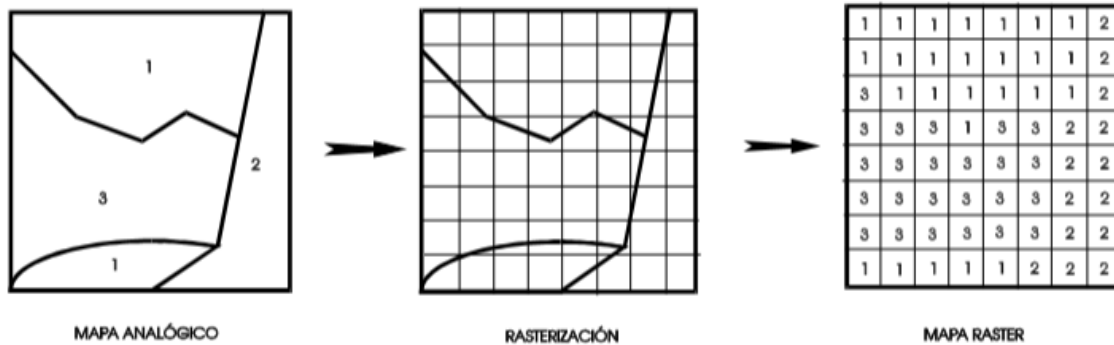


Figura 11. Cambio del formato analógico Digital  
Fuente: adoptado (López, E & Posada, C. 2019).

Tal como señala (CEUPE, 2019) nos indica que:

a mayor número de filas y columnas en la malla (**mayor resolución**), mayor esfuerzo en el proceso de captura de la información y mayor costo computacional a la hora de procesar la misma. El **sistema ráster** proporciona una aproximación basada en objetos elementales (celdas), que pueden agruparse para constituir objetos complejos que representan el mundo real.

- Un punto, se representa mediante una celda
- Una línea, se representa mediante una sucesión de celdas alineadas
- Un polígono, se representa mediante una agrupación de celdas contiguas

Las herramientas de operación de los RÁSTER. Podemos distinguir 4 tipos de operaciones básicas en los RÁSTER (L. Sánchez):

- **Aritméticas** (+, -, \*, /)
- **Relacionales** (<, >, =)
- **Operadores lógicos** (and, or, xor, not)
- **Condicionales** (if, then, else)

### **2.4.2 El modelo VECTORIAL**

El formato vectorial se basa en localizar unos puntos únicos de manera individual según las coordenadas asignadas, por la cual se representan en puntos, líneas, parábolas, polígonos; en este caso los SIG deben ser los parámetros que generen una ecuación.

“Los objetos realizados en puntos, las líneas y los polígonos son los mecanismos que sujetan la información, de manera más compleja que en el modelo ráster”. Al estar al tanto de las funciones, se tiene la delantera en la representación gráfica y se conserva el mismo tamaño de trazado, no tiene magnitud. Se muestra, si se aumenta el “zoom” las líneas no cambian el grosor, mientras que en el ráster si aumentan el tamaño de la línea. (López, E & Posada, C. , 2019).

El almacenamiento de estos vectores involucra la acumulación explícita de la tipología, sin embargo, solo almacena los puntos que existen dentro del espacio y los que están por fuera no están considerados. (CEUPE, 2019).

Los tipos de objetos espaciales que soportan los SIG vectoriales son fundamentales:

- Puntos, son objetos espaciales de 0 dimensiones. Se pueden representar mediante puntos cualquier elemento cuyas dimensiones sean despreciables desde la perspectiva cartográfica.
- Líneas, objetos espaciales de una dimensión. Las líneas están definidas mediante una sucesión de puntos.
- Polígonos, son objetos espaciales de dos dimensiones. Se representan mediante una sucesión de líneas que se cierran formando un anillo.

“No obstante, hoy día muchos sistemas adoptan ambas posibilidades, desarrollando los estudios medioambientales con características de ambos métodos (vectorial y ráster)”.

### 2.4.3 ventajas y desventajas de los modelos RÁSTER y VECTORIAL

Existen ventajas y desventajas a la hora de utilizar un modelo de datos ráster o vector para mostrar la realidad.

<b>MODELO RÁSTER</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
La estructura de los datos es muy simple.	Mayor requerimiento de memoria de almacenamiento. Todas las celdas contienen datos.
Las operaciones de superposición son muy sencillas.	Las reglas topológicas son más difíciles de generar.
Formato óptimo para variaciones altas de datos.	Las salidas graficas son menos vistosas y estéticas. Dependiendo de la resolución del archivo ráster.
Buen almacenamiento de imágenes digitales.	

*Tabla 1. Ventajas y Desventajas del modelo Ráster  
Fuente: (Wikipedia, 2019)*

<b>MODELO VECTORIAL</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
La estructura de los datos es compacta. Almacena los datos solo de los elementos digitalizados por lo que requiere menos memoria para su almacenamiento y tratamiento.	La estructura de los datos es más compleja.
Codificación eficiente de la topología y las operaciones espaciales.	Los ordenamientos de superposición son más difíciles de realizar y representar.
Los elementos son representados como gráficos vectoriales que no pierden definición si se amplía la escala de visualización. Salida	
Tienen una mayor compatibilidad con entornos de bases de datos relacionales.	Eficacia reducida cuando la variación de datos es alta.
Las operaciones de re-escalado, Re proyección son más fáciles de ejecutar.	
Los datos son más fáciles de mantener y actualizar.	Es un formato más laborioso de mantener actualizado.
En algunos aspectos permite una mayor capacidad de análisis, sobre todo en redes.	

*Tabla 2. Ventajas y Desventajas del modelo Vectorial*

*Fuente: (wikipedia, 2019)*

## **CAPITULO 3: LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICO**

### **EN LA PLANIFICACION DE EXPANSION URBANA**

De acuerdo a (Basso et al, 2012) el ordenamiento territorial

es un proceso político, técnico y administrativo que se orienta a la organización, planificación y gestión del uso, ocupación del territorio en función de las características biofísicas, culturales, socioeconómicas y político-institucionales. Así protegiendo los recursos en el corto, mediano y largo plazo. Repartiendo de manera racional los costos y beneficios del uso territorial entre mismos usuarios. (p.01)

Teniendo en cuenta para los planes de ordenamiento territorial “POT” se puede para poblaciones superiores a 100.000 habitante, planes básicos de ordenamiento territorial “PBOT” la población está entre un rango de 30.000 a 100.000 habitantes y esquema de ordenamiento territorial “EOT” población menor a los 30.000 habitantes.

No obstante, su ampliación es un poco incierta en la medida que comprenden una cadena de factores de carácter humano, social y sociológico tratan de combinar con los elementos que caracterizan el territorio desde los puntos de vista biótico y abiótico, físico. así mismo el ordenamiento es ante todo un procedimiento de organización, es decir una herramienta a partir de la cual se establecen lineamientos para estructurar el orden, pero al tratarse de una metodología se aplica sobre el territorio. (Ordenamiento, 2019).

Los SIG a nivel municipal se aplican en el marco del cumplimiento de las normas, ley 388 de 1997 en el artículo 31 y 32. PBOT, ley 397 del 1997, decreto 4066 de 2008, decreto 3600 de 2007, resolución 041 de 1996, decreto 879 de 1998 y el decreto 568 del 2006. A



continuación, se describe la funcionalidad de los SIG's en cada componente del ordenamiento territorial.

### **3.1 Componente general (usos del suelo).**

Por consiguiente, este componente cubre todo el territorio municipal, teniendo en cuenta la clasificación del territorio en áreas urbanas.

El desarrollo de actividades, infraestructura y equipamientos básicos para garantizar convenientes relaciones prácticas entre lugares donde se encuentra la comunidad, por amenazas o riesgos naturales y la indicación de áreas de reserva de conservación y medidas para proteger el ambiente, la cultura, arquitectura y el patrimonio histórico.

Es decir, localización y delimitación de los territorios que presenten el área de alto riesgo, así determinar una ubicación para los sitios de personas. Que puedan afectar por riesgos naturales y amenazas. Teniendo en cuenta los “sistemas de comunicación entre el área urbana y rural” para informar de cualquier posible riesgo o amenazas de cualquier fenómeno natural o generado por el hombre.

En la clasificación del territorio los SIG son una herramienta muy importante, ya que por medio de ellas se puede delimitar zonas urbanas, rurales, suburbanas, expansión, protección. (“suelo rural, suelo urbano, suelo de expansión, suelo suburbano y centros poblados”.)

### 3.1.1 Mapa de Uso actual

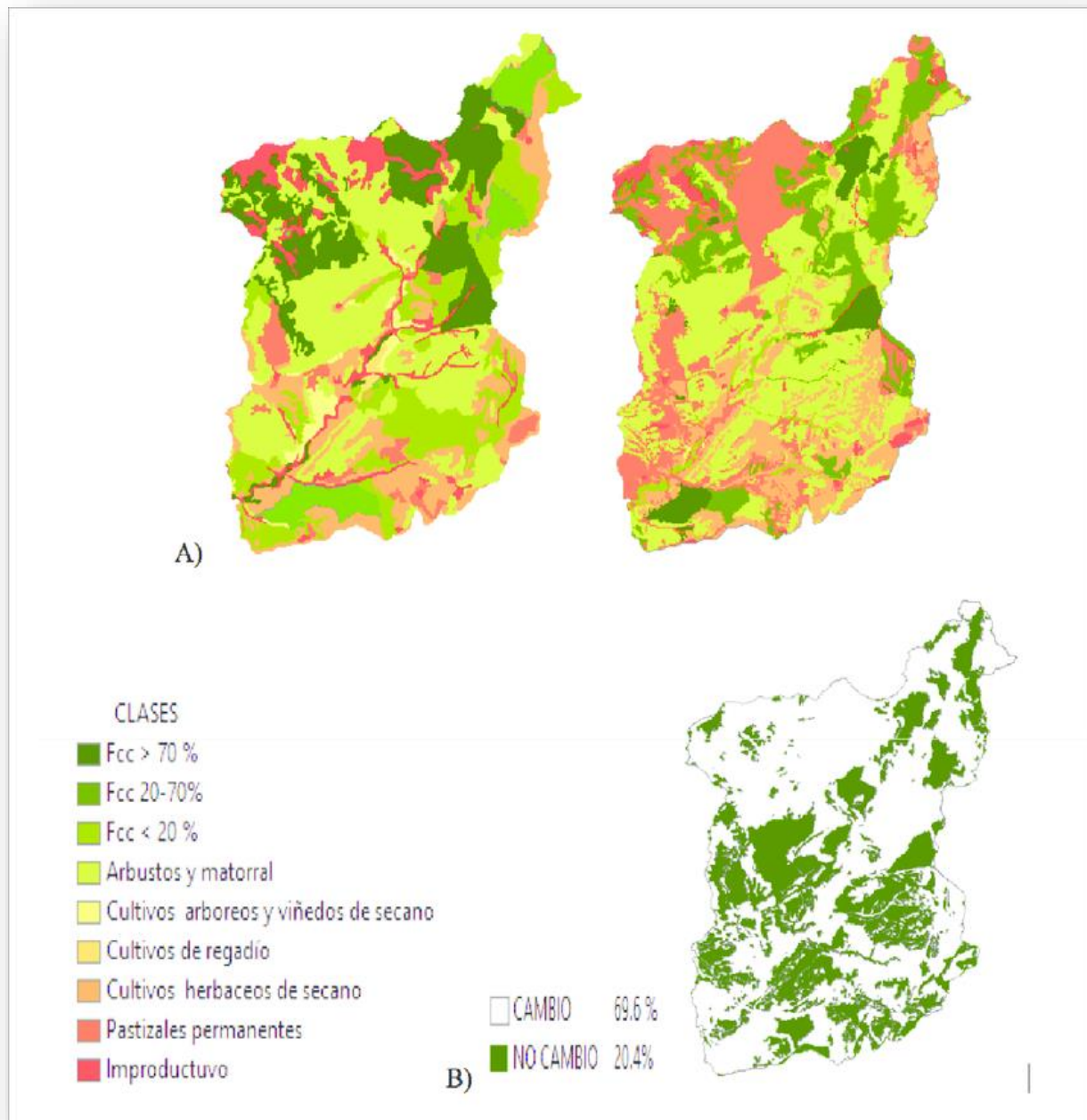


Figura 12. Mapa de uso del suelo en Guadalajara – México  
Fuente: (García, y otros, 2015)

Por medio de estos mapas podemos determinar la cobertura vegetal, cobertura hídrica y cobertura construida, teniendo en cuenta la cartografía aplicada.

En la cobertura vegetal se establece la localización de los pastizales y agricultura, pastizales, bosques y pastos, bosques naturales y rastrojo (alto – bajo). Observando la cobertura hídrica (espejo de agua). Y la cobertura construida que es la zona urbana – construcciones e infraestructura urbana y rural. Los SIG son una herramienta muy útil en la cual se utilizan los polígonos en las diferentes coberturas del suelo y usos, se digitalizan directamente en la pantalla a partir de fotos aéreas se complementa con información de atributos y se organizan en categorizan por los usos del suelo. Se calcula el área y el perímetro de cada polígono, así se crean mapas por series históricas.

### 3.1.3 Mapa de uso potencial

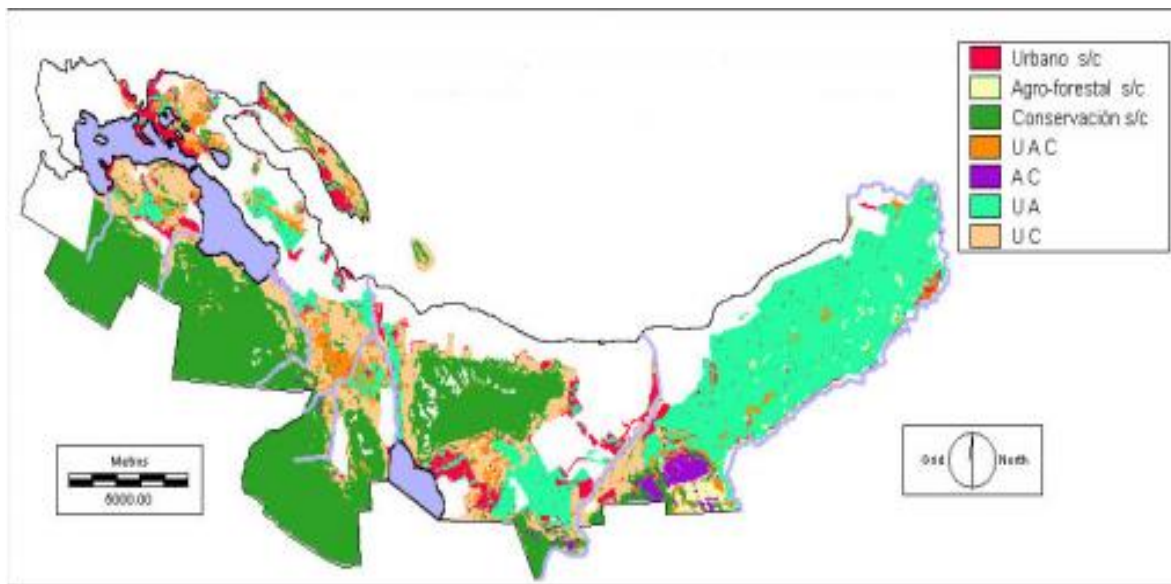


Figura 13. Mapa de aptitud de uso potencial y conflictos  
Fuente: (Dzendoletas, 2015)

Es una representación de las condiciones ambientales, propio de las condiciones del suelo, considerados como factores limitantes del uso agrícola, pecuario, forestal de conservación y urbano.

El análisis del uso potencial del suelo tiene como propósito considerar las condiciones físicas de los suelos para delimitar las áreas y definir las opciones de uso agrícola, pecuario, forestal o de protección con el fin de que cada unidad sea utilizada de acuerdo a la capacidad de los suelos. Dicho uso cuenta con la capacidad de clasificar suelos según el ordenamiento territorial basándose en la aptitud natural, el cual produce constantes usos específicos. (Jimenez, A., 2015).

### 3.1.4 Mapas de Conflictos de uso

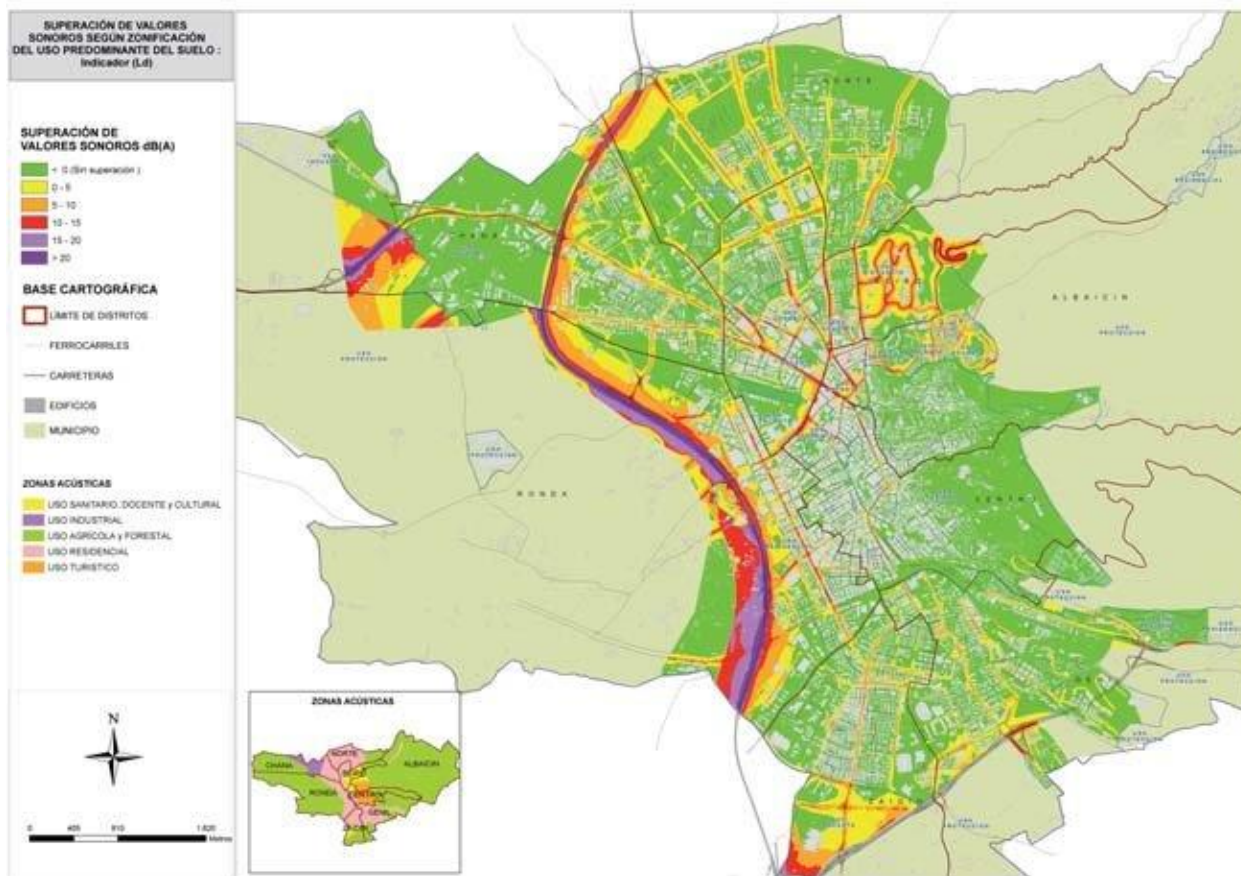


Figura 14. mapa de conflictos de Granada – España  
Fuente: (Manzano, 2014)

Para este apartado es importante señalar que

Los conflictos en el uso del suelo surgen entre las áreas urbanas y rurales y dentro de cada una de ellas. Ejemplos de estos conflictos se encuentran en las áreas urbanas en relación con los denominados cinturones verdes, y en los cambios en el paisaje rural que trae consigo la creación de embalses y la construcción de carreteras nuevas.

Propuestas para modificar los usos del suelo son objeto de estudio en muchos países, para controlar el planeamiento y asegurar que las decisiones no sean tomadas ligeramente tras un análisis superficial. En algunas naciones, la controversia entre diferentes propuestas de planeamiento urbano puede convertirse en una cuestión pública. (Martin, R., 2019).

### **3.2 Componente Urbano**

El componente urbano (Macias, C., 2005) lo define como

el administrador del suelo urbano y de expansión urbana, implementando manejos de mediano y corto plazo teniendo en cuenta operaciones e instrumentos de gestión y está relacionado con el componente general del plan. Está Compuesto por las políticas, acciones y normas para dirigir el desarrollo físico – urbano. (p.01)

Mencionado por (Macias, C., 2005) los componentes urbanos tienen unos propósitos:

- Políticas de mediano y largo plazo sobre uso y ocupación del suelo urbano.
- Localización y dimensionamiento de la infraestructura vial y de transporte.
- Redes primarias y secundarias de servicios públicos.
- Localización prevista para los servicios de equipamiento colectivo.
- Estrategias de crecimiento y ordenamiento de la ciudad.
- Estrategias para el desarrollo de programas de vivienda.

### **3.2.1. La Clasificación Del Territorio**

La clasificación del territorio se refiere “al concepto explícito de los perímetros que determinan los suelos urbanos, de expansión, rurales y de protección”.

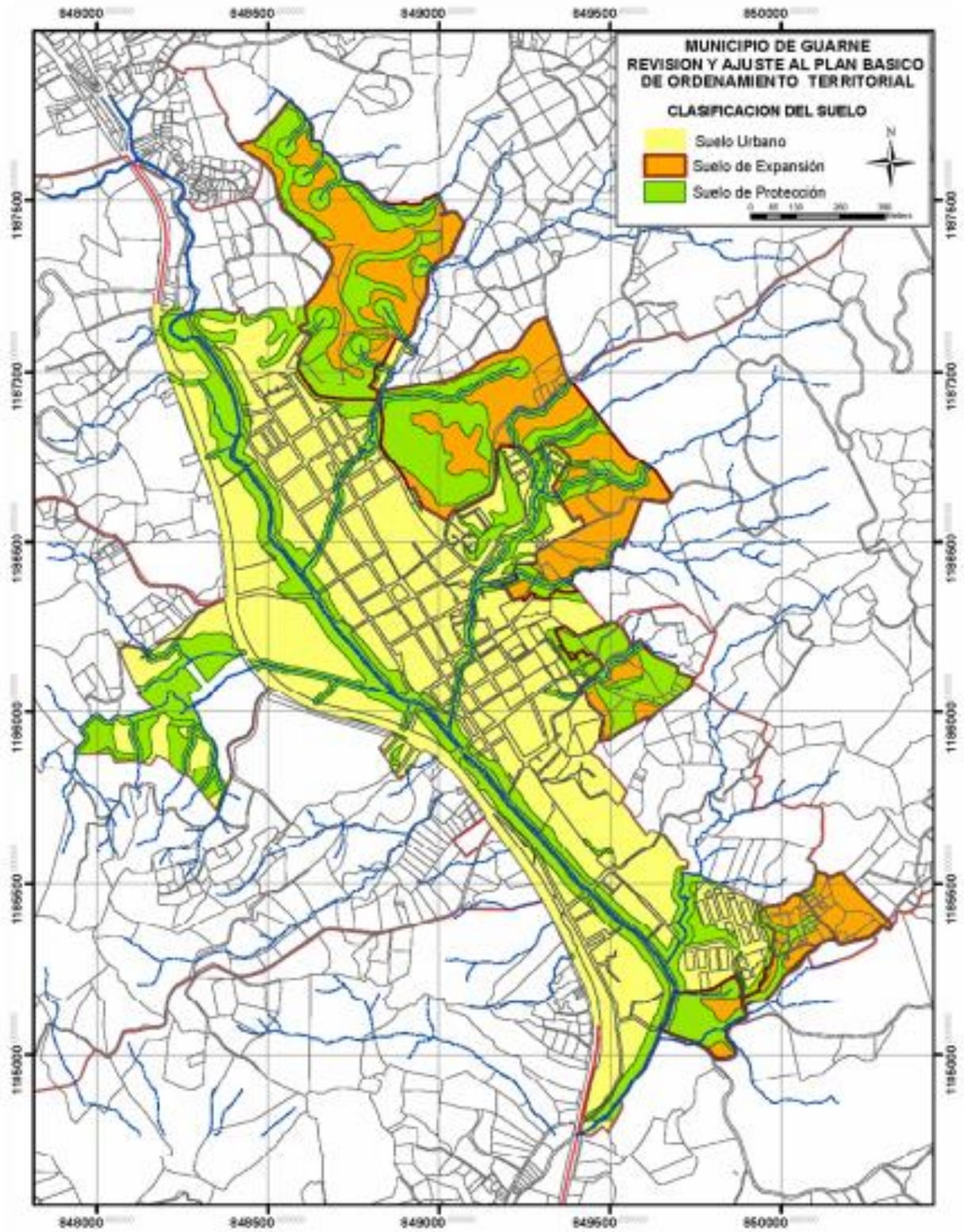


Figura 15. Clasificación del suelo  
 Fuente: (universidad catolica, 2014)

### 3.2.2 Aplicación de normas urbanísticas

“El plan de ordenamiento territorial determina las características físicas de cada zona a considerar, se define un diferente manejo para los sectores del suelo urbano y de expansión teniendo en cuentas las normas urbanísticas establecidas”. Ejemplo delimitación de zonas con la ayuda de las herramientas SIG clasificando el territorio urbano y de expansión.

(Vargas, G. ).

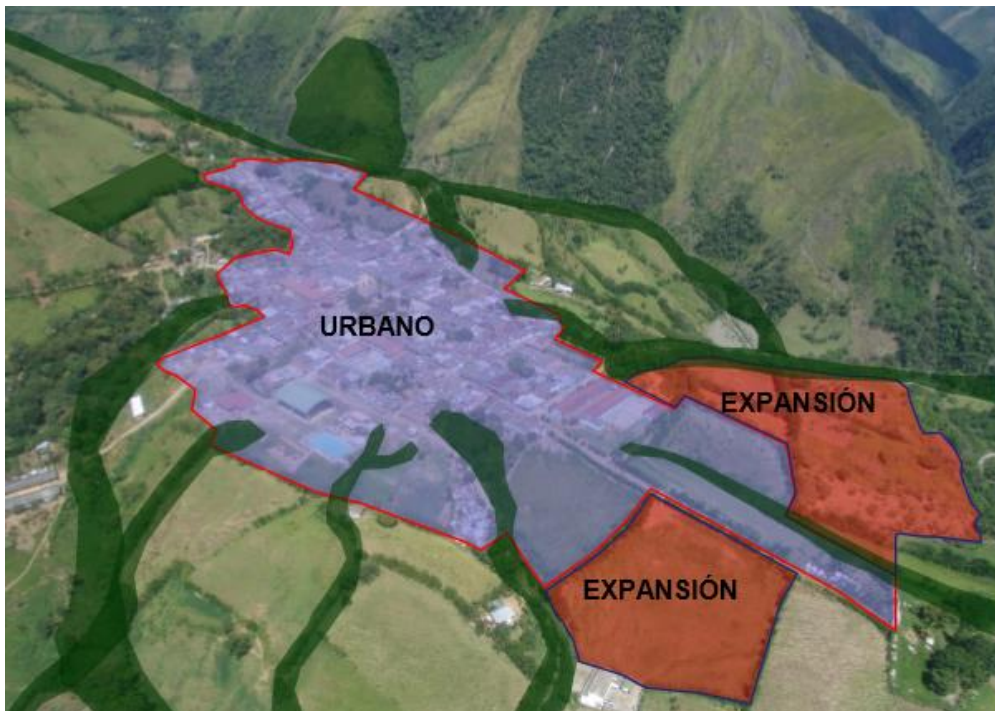


Figura 16. Delimitación de tratamientos urbanísticos en un municipio.

Fuente: (Vargas, G. )

Las herramientas de SIG son indispensables y se utilizan los métodos ráster y vectorial aplicados a la delimitación del territorio municipal.



### **3.2.3 Zonas urbanas**

Al mencionar las zonas urbanas se describe un panorama propio de la ciudad ya se de gran tamaño o pequeño, teniendo en cuenta que están compuestas por cierta cantidad de habitantes que viven de forma permanente en dichas localidades, el desarrollo urbano ha generado que la población, la geografía y proyección, la realización de infraestructura se ajusten para obtener factores importantes en la localización de estas áreas. Se puede describir que las zonas urbanas tienen mejores opciones de recursos para que las personas puedan vivir cómodamente. (Uriarte, 2018).

Es importante resaltar la relación que tiene los SIG, entre los elementos principales y la importancia en la planificación urbana. En la elaboración de la cartografía del diagnóstico urbano y de la zonificación urbana. Mencionado por (Castellanos, F., 2010):

Los SIG son un componente espacial vinculado específicamente con la georreferenciación en los datos manipulados, constituyendo lo más a fin con el urbanismo. Es necesario referenciar geográficamente toda la información, de modo que sean posibles los análisis de ocupación de tendencias relaciones espaciales entre lugares y hechos urbanos, etc.

### 3.2.4 Zonas de expansión urbana

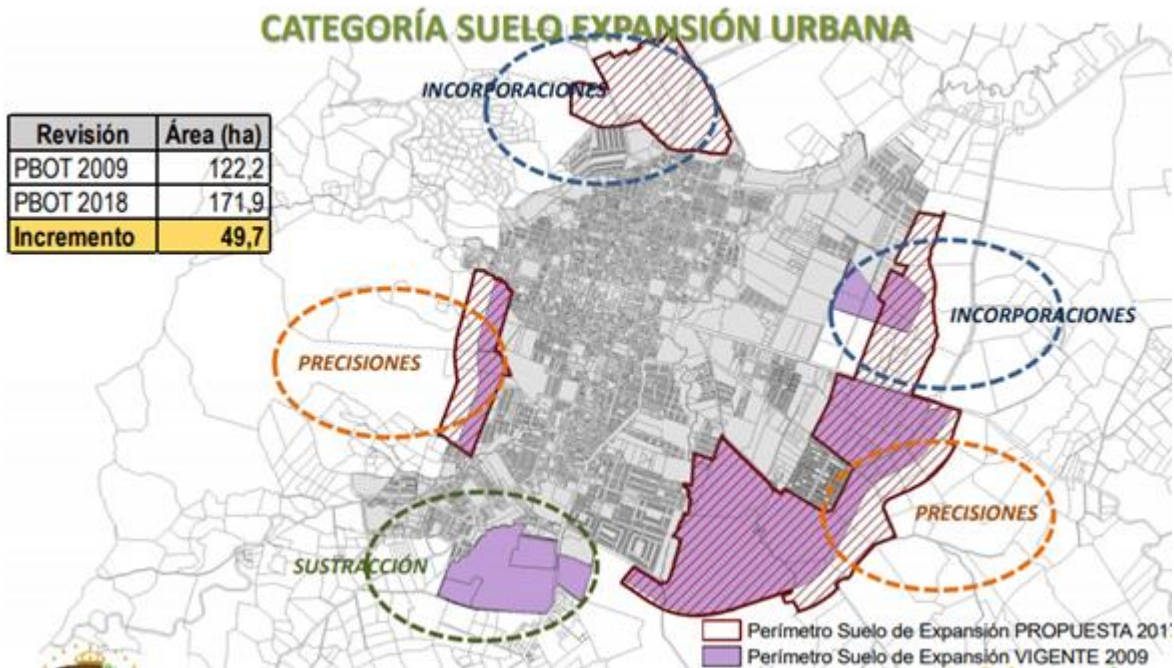


Figura 17.. Categoría de suelos de expansión  
Fuente: (Marín, 2019)

Los asentamientos donde se encuentra la población, son territorios caracterizados por su densidad poblacional y se destaca el comercio, servicios, industrias; asumiendo algunas características ambientales. La población urbana va en aumento y esto le da un volumen a la expansión urbana teniendo en cuenta la economía, social y funcional instaurando una jerarquía; asimismo, en áreas metropolitanas pretenden dar un mayor espacio y otras comodidades residenciales. Si embargo se relaciona con aumentar el uso de algunos recursos como la energía, la contaminación y la congestión del tráfico, así aumentando las “huellas” físicas y ambientales de dichas áreas metropolitanas perjudicando en un futuro la vida silvestre y las áreas naturales.

Teniendo en cuenta que en la expansión urbana hay desarrollo residencial, comercial por ello dentro de estos terrenos sin desarrollar o por desarrollar hay bajas densidades. Si

embargo las personas se trasladan para vivir en estas áreas en busca de mejores zonas para residencia, esto ha venido ocurriendo con el pasar de los años en el mundo entero.

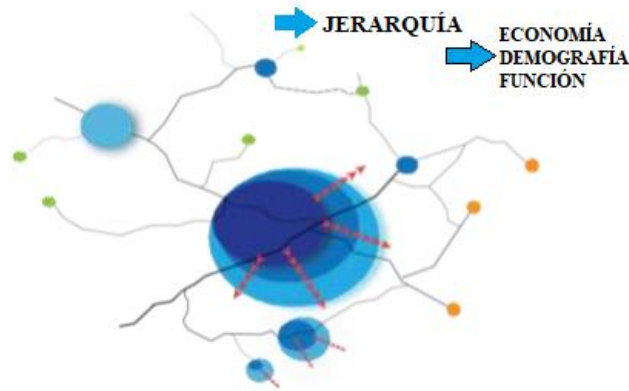


Figura 18. Red de ciudades en el territorio  
Fuente: propia, 2015

También la expansión urbana tiene relación con la migración ya que es algo muy notorio por estos tiempos, se ha visto reflejado con el pasar de los años. Las ciudades y sus alrededores se están saturando ya que la migración va en aumento debido a la situación crítica de algunos países. (Decologia.inf, 2020).

En la tendencia actual en los Estados Unidos, la expansión urbana es un tema que ha ido evolucionando para realizar estudios, cuestiones y políticas que son de gran importancia para el crecimiento urbano y sus áreas de expansión, más bien en América latina la expansión urbana en las grandes capitales no se le ha prestado tanta atención ya que este fenómeno es muy relevante y reconocido en todo el territorio mundial. Teniendo en cuenta algunos cambios demográficos y económicos, que determinan la expansión en nuevas tendencias como conjuntos residenciales en América latina; si embargo en los asentamientos hay grandes proyectos para sector económico (altos ingresos), como para sectores de (bajos ingresos) de las ciudades latinoamericanas que perdura en algunas veces

las faltas de aparatos y actividades comerciales en las zonas urbanas como la movilidad pública, el abastecimiento de agua y conducciones de agua residual, rutas de acceso adecuadas. Por otra parte, tener en cuenta algunas diferencias:

- El pausado asunto de la edificación es gran parte de los países latinoamericanos, en el cual lo más reciente prevalecía una economía de base agraria.
- Teniendo en cuenta que, en las principales capitales de predominio, están representadas por un modelo de crecimiento espacial. Muy a fin alrededor de las áreas centrales.
- También sobrepasan los límites de la regulación urbanísticas, sin tener en cuenta las inversiones privadas y públicas. Generando un crecimiento desmedido de los asentamientos ilegales en los perímetros urbanos.

En latino América se muestra que en la mayoría de regiones se debe tener en cuenta el crecimiento urbano y los usos del suelo, ya que en Estados Unidos se puede observar una serie de cinturones distinguidos para divisiones sociales de incorporaciones medias y altos, parte comercial que se comunican con infraestructura vial. (Lungo, 2019).

Mediante las herramientas de los SIG se permite conocer las tecnologías implementadas para recopilar información geográfica desde la estructura espacial para el manejo de cartas catastrales los registros y las ubicaciones predios, Así mismo se tiene en cuenta los registros, ubicaciones de terrenos, límites de zonas destinadas para alguna labor. De la misma manera los SIG fortalecen el proceso de planeación y ordenamiento territorial en la recolección de un análisis, operación, procesamiento y visualización de la información espacial geográfica de la cual cada zona se limita e identifica. (IGAC, 2009).

En Argentina en la actualidad, las estadísticas muestran que la metropolización sigue siendo la tendencia de mayor relevancia en los procesos de urbanización, ya que en los últimos cincuenta años la población urbana mundial ha evolucionado de un 29% de habitantes a un 50%. El crecimiento de población que registrarán numerosas ciudades supondrá muchos desafíos para ellas, en cuanto a atender las necesidades de sus habitantes tanto en vivienda, como en infraestructura, transporte y la provisión de servicios básicos.

El proceso de urbanización del conjunto de las ciudades argentinas se encuentra estrechamente vinculado con las distintas etapas del desarrollo económico de nuestro país. Según Rofman y Romero (1997) el sistema de relaciones configurado por fuerzas de carácter internacional y nacional, junto con las relaciones de poder y de decisión a través del tiempo, dio lugar a una jerarquía de centros urbanos resultante de las decisiones de las estructuras de poder. De esta forma, las diferencias espaciales se manifestaron en las ciudades generando un proceso de crecimiento desigual de la población. (Pombo, 2017).

Se determina la aplicación de la teledetección ha sido utilizada en estudios de crecimiento urbano, y ha sido pieza importante para analizar los cambios en el uso del suelo y su expansión. Los sensores remotos aplicados a estudios urbanos nos permiten realizar análisis del crecimiento urbano, reconstruyendo cartografía para diferentes temporalidades; un ejemplo de esto es el estudio realizado para la ciudad de Valdivia (Chile), donde se usaron imágenes de los sensores LANDSAT TM, SPOT HRV y ERS-2, con el fin de “estudiar el crecimiento urbano experimentado durante el periodo comprendido entre 1961 y 1968 en la ciudad de Valdivia” (Herrera 2001). Adoptado por (Pombo, 2017).

### 3.2.4.1 Tratamiento y usos del suelo urbano – Expansión

Dichos Tratamientos Urbanos se sitúan en ayudas que se pueden elaborar en el territorio, en la zona pública y las construcciones, así obtener una respuesta diferente hacia una condición positiva, teniendo como un resultado de la estimación de tipologías físicas determinada en cada una de las zonas y en función del modelo territorial, con intenciones de fortalecer, conservar, revitalizarse, optimizar y crear unas zonas apropiados para ampliación de las diferentes funciones de la metrópoli. (Bogotá, 2019).

Tomando cada uno de los tratamientos en áreas determinadas de la ciudad se aplica el valor en el plano asignado para dichos tratamientos y así desarrollarse en varias características que sirve de ayuda para frecuentemente adecuar las condiciones de desarrollo de la zona urbana:

- **Conservación.** El sistema asume el objetivo preservar el dominio edificado de la ciudad.
- **Consolidación.** El tratamiento se basa en el fortalecimiento, que regula la evolución de las estructuras urbanas de la localidad.
- **Renovación urbana.** El cual busca convertir la zona de desarrollo de la localidad, que tiene escenarios de sub-utilización de las estructuras históricas.
- **Mejoramiento integral.** Está regido por acciones de proyección que se usan para regular las zonas asentamientos humanos del inicio informal, para la útil combinación a la estructura de la localidad.

- **Desarrollo.** El tratamiento se orienta y regula en la urbanización de las propiedades o conjunto de zonas urbanizados o no urbanizados.

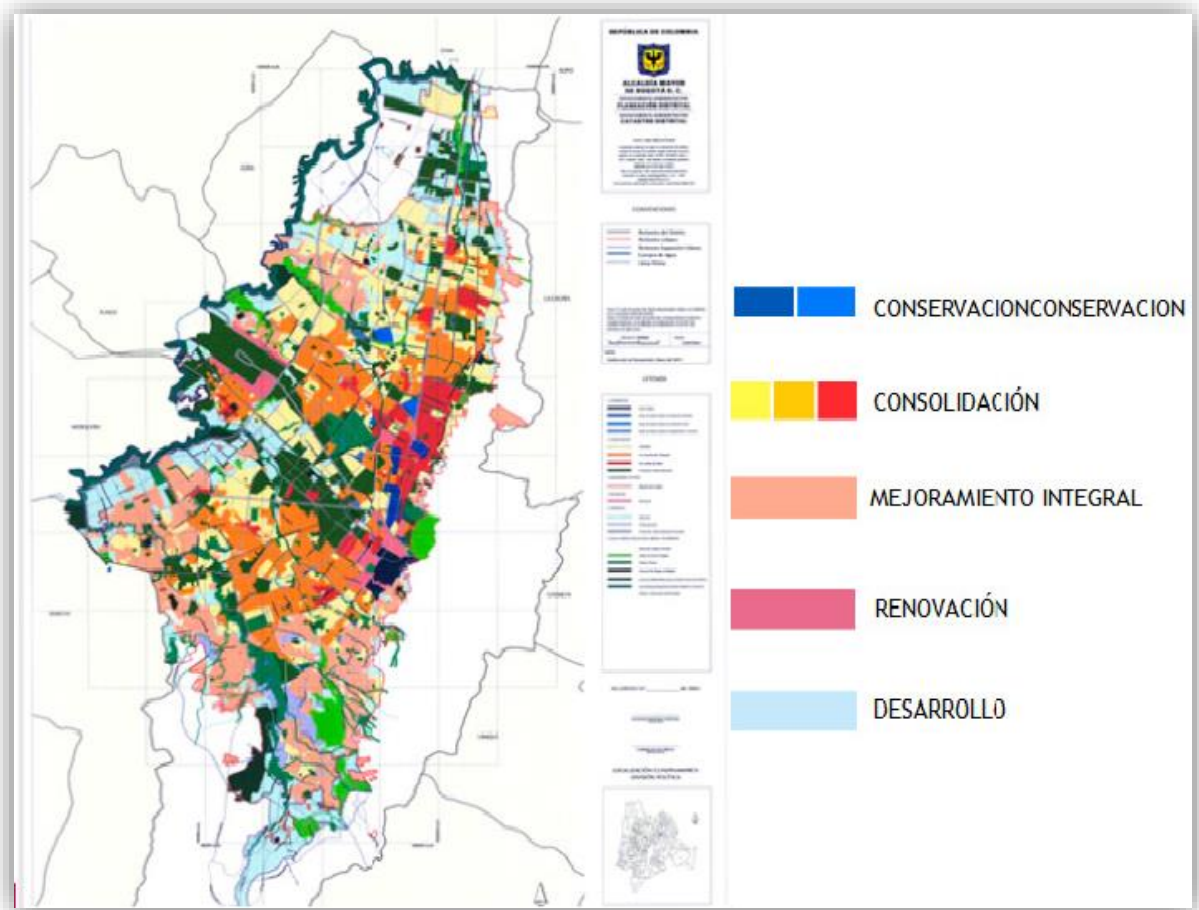


Figura 19. Tratamientos urbanísticos  
Fuente: (Bogotá, 2019)

El uso de los suelos se tiene en cuenta para clasificar; según el uso que se le esté dando a cada uno de ellos, sea el adecuado para no generar algún tipo de impacto o perjuicio para cada de las áreas donde se encuentran.

- **Uso:** El uso determinado al suelo, se afirma con acciones a desarrollar.

- **Usos Urbanos:** Se determinan mediante un desarrollo que se requiere de una infraestructura urbana, alcanzada a través de métodos aptos de urbanización y de edificación.

El uso del suelo urbano, es el que está disponible para poder urbanizar o ya se encuentra urbanizado, se determina para realizar el ajuste a las sucesivas condiciones:

**1.** Se obtiene un derecho a desarrollar el uso autorizado para que una vez cumplida las obligaciones normativas generales y específicas, para la obtención de la oportuna entrega de la licencia.

**2. Intensidad de los usos:** Determina en una representación primordial, complementado, particular, y las situaciones específicas que concede la ficha reglamentada para cada uno de los sectores normativos.

**3. Escala o cobertura del uso:** esto se organiza en escalas que determinan el plan: urbana, zona y vecina. Artículos 336 y 337 del decreto 190 de 2004 (POT).

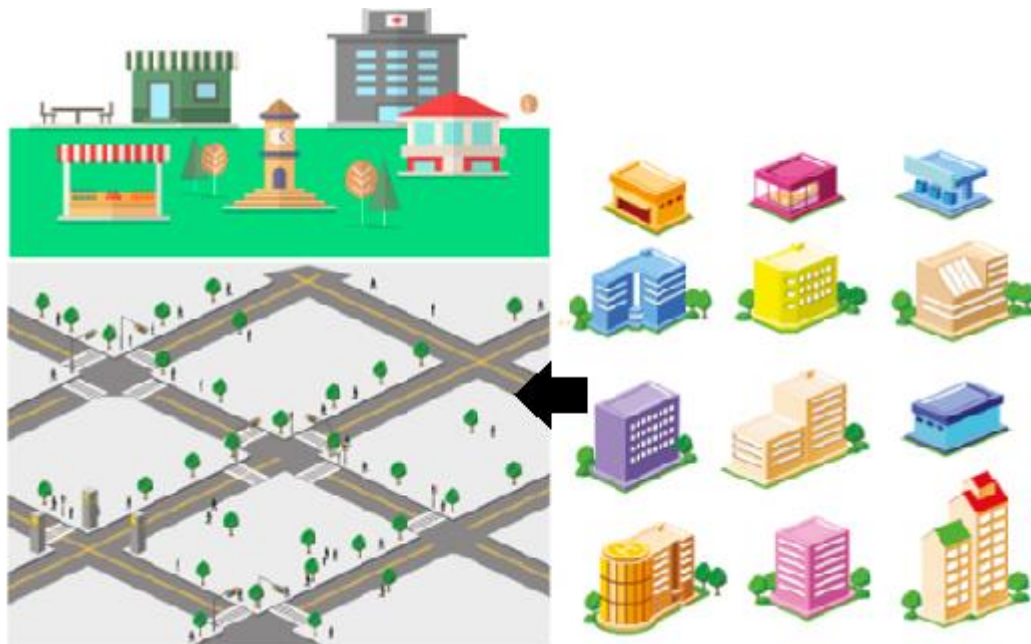
Se establece la localización del uso de los suelos y las actividades a desarrollarse dentro de los predios privados, de manera que se realice el desarrollo de la estructura urbana relacionados. Los predios ubicados dentro del casco urbano; los usos, actividades, tratamientos y normas urbanísticas de los centros poblados del casco urbano. La utilización del suelo se clasifica en componentes que es su totalidad tiene actividades a realizar (EOT, 2003):

- ✓ Uso Residencial
- ✓ Uso Comercio y de servicios



- ✓ Uso Institucional
- ✓ Uso Industrial
- ✓ Uso de Protección Ambiental
- ✓ Uso Principal: Es el uso que contribuye directamente a consolidar el modelo territorial en pro del mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad que habita, y que determinan el carácter de áreas y zonas de acción especializadas.

Lo anterior está orientado a lograr una mezcla de usos y de actividades económicas con la residencia con mayor intensidad y diversidad de usos según la vocación y categoría de los distintos sectores.



*Figura 20. usos del suelo  
Fuente: (Bogotá, 2019)*

El manejo de los usos a él suelos urbano y de expansión, examina siete Espacios de Actividad, mediante la cual se establece el destino de cada zona en función de la estructura urbana propuesta por el modelo territorial:

- 1. Área de Actividad Residencial.** Es la que escoge un suelo como zona de habitación, para proveer el alojamiento de personas.
  
- 2. Área de Actividad Dotacional.** Es la asignada para un suelo que da un lugar para la instalación de los servicios necesarios en las zonas urbanas y así poder avalar el pasatiempo y distracción de la comunidad, aparte de su representación de carácter público o privado.
  
- 3. Área de Actividad de Comercio y Servicios.** Es la que elige, un suelo para la instalación de un conjunto establecimiento; brindan bienes a diferentes niveles, así como servicios (empresas y personas).
  
- 4. Área de Actividad Central.** Es el que elige el suelo de la zona urbana tradicional y los núcleos iniciales de los distritos agregados, para determinar el estacionamiento de dichas actividades que dan una respuesta a funciones de carácter centrado que se rige dentro del modelo clasificación territorial. Por lo tanto, allí se realiza el uso de vivienda, servicios, dotaciones y socioeconómico. estableciendo secciones específicas.
  
- 5. Área Urbana Integral.** Es la que determinado el suelo urbano y expansión hacia propósitos urbanísticos que combinan conformemente en áreas de residencia, áreas de comercialización y servicios, zonas de manufactura y zonas de dotación, en correlación con la destreza del ordenamiento territorial pronosticada para diferentes zonas urbanas.
  
- 6. Área de Actividad Industrial.** en la que se permite la localización de establecimientos dedicados a la producción, elaboración, fabricación, preparación, recuperación, reproducción, ensamblaje, construcción, reparación transformación, tratamiento, y manipulación de materias primas, para producir bienes o productos materiales.

**7. Área de Actividad Minera.** Es la que determina las áreas en donde se localizan las minas, arenas, arcillas y en general, manejados en la elaboración de materiales directos para la edificación de las industrias.

### **3.2.5 Los servicios públicos relacionados con la expansión urbana**

Mediante los SIG se puede determinar la disponibilidad y cobertura de los diferentes servicios:

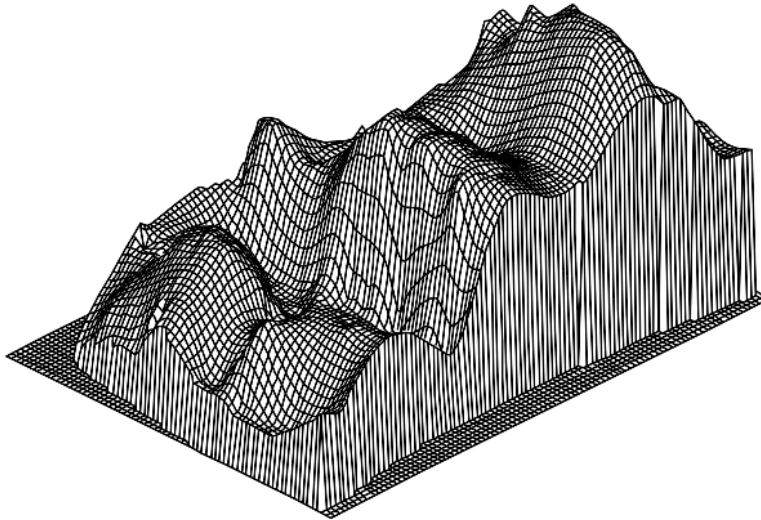
- ✓ Acueducto y alcantarillado
- ✓ Saneamiento básico
- ✓ Energía eléctrica
- ✓ Telefonía
- ✓ Salud
- ✓ Educación

Por medio de la cartografía se determina la accesibilidad óptima de servicios públicos a todas estas zonas, para cumplir la demanda de estas zonas de expansión urbana.

### **3.2.5 riesgos y amenazas**

En la zonificación de riesgos y amenazas mencionado por (Jaime Suárez): se necesita el manejo de herramientas como los modelos digitales de elevación (MDE). La elevación es mostrada en pixeles que abarca un área rectangular definida a una escala determinada. Estos modelos manejan “los mapas del relieve del terreno en tres dimensiones. Como se muestra en la figura 12, la claridad de los resultados depende de la precisión de los MED”.

La resolución de pixeles de los cuadrados normalmente se utiliza 30x30 metros, se pueden generar a partir de mapas topográficos, fotografías e imágenes.



*Figura 21.. modelo digital de elevación  
Fuente: Adoptado por (Jaime Suárez)*

En la amenaza de deslizamientos se requiere de iteraciones muy complejas, “Por lo tanto, el SIG debe permitir el uso de grupos de archivos y macros para ayudar a desarrollar estas interacciones”.

Los movimientos sísmicos son “la aceleración límite y los desplazamientos se calculan para cada celda del modelo ráster como se utiliza celdas o pixeles, sobre un mapa. Cada celda posee una determinada propiedad”. Estos datos se almacenan en capas el SIG toma esta información y la transforma en mapas, cuando se trabajan los elementos del SIG es necesario que cada capa tenga la misma información (puntos, líneas, polígonos o áreas), de acuerdo con un modelo que relaciona todas las variables.

En la caracterización de la zona de riesgo se utiliza una herramienta del SIG aplicada a la cartografía de riesgos, la misma q permite el tratamiento y análisis automático de datos y

obtención de datos de elementos y factores combinados entre ellos. Esta aplicación tiene como finalidad la zonificación y la clasificación territorial en base a determinados criterios se lleva a cabo mediante mapas de información o mapas temáticos previamente preparados. (Guaman, A., 2012).

Adoptado por (Rojas, M. , 2018). Extinción de incendios

Los incendios forestales producidos por actividades humanas, y causas naturales, van además incrementándose año tras año por los efectos del cambio climático. Los SIG se generan en este campo para prevenir, controlar y gestionar estos incendios, utilizándose como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. (p.01)

Cambio climático Mencionado por (Rojas, M. , 2018). Con el fin de hacer un adecuado uso de la información, es necesario reconocer con qué tipo de datos se cuenta, su origen y sus características. Esto permitirá optimizar los procesos asociados con la incorporación de consideraciones de cambio climático al instrumento. A continuación, se describen algunas fuentes de información construidas a nivel nacional que le permitirán complementar, desde la gestión para el cambio climático, el diagnóstico.

Según DGOAT (2018)

El cambio climático es un proceso que transformará en el largo plazo diversos aspectos de su territorio: disponibilidad de agua, biodiversidad, potencial agrícola, salud, desastres por fenómenos hidro-climáticos extremos, entre otros. Este cambio, además de producir impactos socioeconómicos de magnitud considerable, repercutirá en el bienestar de la población y en el desarrollo de su municipio, razón por la cual se deben tomar acciones para hacer frente al fenómeno mencionado. Este ejercicio se

fundamenta en las directrices nacionales dadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible—MADS plasmado en los documentos: “Actualización de las determinantes ambientales y su incorporación en los POT”(2.), “Consideraciones de cambio climático para el ordenamiento territorial”, en la Política Nacional de Cambio Climático, en el CONPES 3700 del 2011, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático PNACC, la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), el PRICC y otros referentes que han aportado significativamente en la gestión del cambio climático y en el ejercicio del ordenamiento territorial. (Rojas, M. , 2018).

El Decreto reglamentario 1077 de 2015 define que los municipios tienen como competencia la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial en respuesta a las siguientes amenazas (Rojas, M. , 2018):

Movimientos de masa, inundaciones, avenidas torrenciales, incendios sequias y ascenso a el nivel del mar. Sin embargo, el municipio no debe contratar estudios adicionales para identificar amenazas por cambio climático, sino:

- ✓ Analizar la información histórica consignada en su plan municipal de gestión del riesgo o en fuentes alternas.
- ✓ Identificar cuáles de las amenazas pueden intensificarse, según los escenarios de aumento de temperatura y de cambios en la precipitación proyectados, como mínimo, para el periodo de 2011 - 2040.
- ✓ Incluir consideraciones para amenazas diferentes o adicionales a las explícitas en el marco del Decreto 1077 de 2015. Estas le permitirán robustecer su alcance

sobre el territorio a propósito de fenómenos tales como sequías, aumentos en el nivel del mar y, para aquellos departamentos o municipios que lo consideren importante, el retroceso de glaciares de alta montaña.

Teniendo en cuenta las Pendientes, ellas son limitantes para las diferentes construcciones, deslizamientos, inundaciones y las consideraciones de infraestructuras locativas (rellenos sanitarios, aeropuertos), mencionado por (Suaza, 2014) la relación que tiene los SIG se tiene en cuenta la cartografía básica la cual consiste en un formato shapefile utilizando las capas: limite, perímetro urbano, fraccionamiento de barrios, manzaneos, hidrografía, malla vial, y la capa predial urbano. Generando una integración de los planos de un conjunto con numeración de manzanas y nomenclatura.

Cartografía Temática, se debe tener en cuenta el área urbana de la zona a estudiar, utilizando los datos de amenazas por inundación. Además de la cartografía vectorial, utilizando fotografías del área urbana del municipio a realizar una escala de 1:10.000, solicitándolas en el departamento administrativo de planeación de cada zona a trabajar.

Según (Suaza, 2014): plantea el siguiente ejemplo realizado en huila (Neiva) para determinar zonas de amenaza a inundaciones, procesando y generando se realizó en el software de ArcGIS

Una vez organizada la información de cartográfica base, en específica la predial, luego se ingresa un campo nuevo CÓDIGO en la tabla de atributos, el cual me sirve para insertar un joins, con la base de datos que recopilamos en campo, los cuales digitamos en una hoja de Excel. Luego en la tabla de atributos agrego 15 campos con los nombres para cada itinerario de estimación de la vulnerabilidad. Seguido se consultan las variables y cuando

ya se tienen localizada una variable se utiliza Field calculator, así se obtiene la ponderación de cada una de las variables. Por último, se crea un campo nuevo doblé donde se totalice la sumatoria de la ponderación, realizando el mapa de vulnerabilidad (natural Breaks).

### **3.2.6 Metodologías**

A continuación, se menciona un conjunto de modelos que se utilizan para determinar las zonas de expansión urbana en el territorio.

#### **3.2.6.1 modelo cartográfico**

el modelo cartográfico fue desarrollado por un cartógrafo alemán llamado Arno Peters, quien lo elaboro un objetivo con el fin de proyectarlo, representando a las zonas de acuerdo con su propia superficie, así determinar que zonas están en proceso de expansión, es una metodología muy general, por lo cual está bien definida, se utiliza para encontrar otras aplicaciones a los SIG de una manera más sencilla. Esta técnica desarrollada tanto para SIG ráster y vectorial, como lo indica su nombre el modelado cartográfico supone el uso de más modelos “de información Geoespacial” visualizar cartográficamente (Mapas).

Es decir que el modelo cartográfico se emplea para estudiar paralelamente las características, espaciales y temáticas de la información geoespacial. Reiteradamente, el mecanismo de la temática de información geoespacial se examina realizando operaciones estadísticas sobre los datos a utilizar “ej.: hallando la media y la desviación típica”; mientras que las características espaciales se relatan mediante unas técnicas de análisis espacial “coordenadas”. (Superposicion vectorial , 2019).





La metodología implementada se basa en la jerarquización de variables físico y socioeconómico, concluyentes para la dimensión espacial e intervención, aproximando los conocimientos de homogeneidad y continuidad, mencionado en la investigación de Carrera y Chicharro (2000), los SIG se utilizan durante la elaboración y levantamiento de información, admitiendo realizar la cartografía para obtener así resultados para cada una de las etapas de los análisis, en donde se encuentran una serie de diferencias espaciales, utilizando los SIG y la investigación en campo, para elaborar la cartografía, para así permitir un diagnóstico, por ultimo poder exponer los principales problemas y plantear posibles opciones o soluciones. (javier silva & alcantara Boza, 2018).

### 3.2.6.2 modelo dispersión urbana

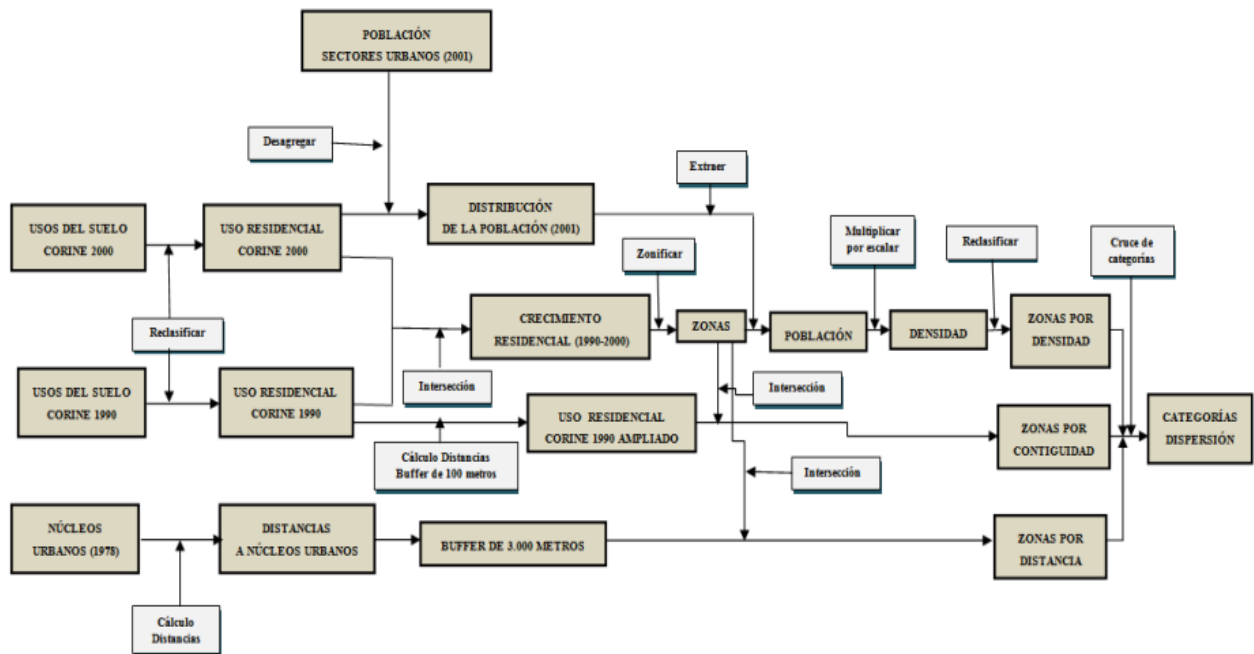


Figura 23. Operaciones realizadas, mediante un SIG, para obtener las categorías relativas a la dispersión, en la comunidad de Madrid – España.

Fuente: (Azcárate, Cocero, & Muguruza, 2013)

este modelo fue desarrollado en Estado Unidos, la dispersión urbana y actual tiene un mayor índice de sub-urbanización; según el (NRI) entre 1992 y 2002, hay 8.900 km<sup>2</sup> de dominio en los Estados Unidos dando lugar a más urbanizaciones de este tipo. Este modelo americano de dispersión, teniendo en cuenta que ocupa más espacio, de lo que se utiliza normalmente en una urbanización, en este nuevo modelo urbano los edificios se encuentran más espaciados entre sí, espaciados por jardines, carreteras, espacios deportivos y espacios de estacionamientos por la cantidad de automóviles entre otros. Una de las características más relevantes es que reduce la densidad de ocupación del uso suelo. Por lo tanto, se separan por grandiosas áreas verdes, lo que aguanta la densidad media se observe más reducida. De tal manera las áreas de residencias y segmentos funcionales, instalándose de forma discontinua; renunciando a espacios y de lo que resulta un paisaje fragmentado y disperso. (Victoria, 2012).

Es decir que este modelo se ha ido extendiendo en su frecuencia de acción al resto de los espacios urbanos del occidente, desarrollados para alcanzar países europeos del mediterráneo, extendiendo por ciudades españolas, ya que este modelo de crecimiento urbano se basa en urbanizaciones residenciales retiradas de los centros históricos, prospera con más fuerza en España; mencionando un estudio realizado por la Universidad de Oviedo, que se publicó en *European Planning Studies*, asumiendo una alerta por la creciente de dispersión de algunas ciudades españolas y se plantea los dirigentes políticos que irrumpen en nuevas medidas para limitar el suelo. Por consiguiente, uno de los autores de la presente investigación expone que la dispersión urbana, es un fenómeno frecuente en Iberoamérica, Estados Unidos y algunos países de Asia, pero en Europa era irreal hasta hace unas décadas; no obstante, se comenzaron a imitar el modelo de crecimiento que

consiste en las áreas residenciales dispersas y alejadas. Esta publicación es la más completa hasta la fecha realizada en España, se utilizó ortofotos, imágenes tomadas por satélite, para comparar cómo han crecido las ciudades españolas en los últimos años.

Como se ha mostrado, España se divide entre ciudades estrechamente compactas y otras que alcanzan altos niveles de dispersión, semejantes a Estados Unidos o Iberoamérica.

En síntesis, la más dispersas Lleida; y entre las menos, Madrid, no obstante, con matices. El fenómeno de la dispersión perturba especialmente áreas metropolitanas policéntricas como los casos de “Murcia-Cartagena; Cáceres-Badajoz, La Coruña-Vigo-Santiago y, ya en Asturias, Oviedo-Gijón-Avilés”. (Rubiera, Gonzales, & Perez Rivero, 2016).

Teniendo en cuenta el estudio realizado en Madrid, España (2012) Según el diseño teórico de diversos autores, la progresión de la ciudad, según el modelo urbano disperso, habría tenido lugar de acuerdo a tres patrones básicos: crecimiento urbano compacto y continuo (cluster growth); crecimiento lineal (normalmente a lo largo de una arteria de tráfico) (linear growth) y crecimiento en manchas urbanas discontinuas y separadas entre sí (leapfrog growth) (Harvey y Clark, 1971). Instaurando algunas categorías: densidad, contigüidad y distancia, clasificando las zonas de crecimiento según la topología; en la metodología fue aplicada a el desarrollo residencial de la aglomeración urbana en Madrid, identificando las zonas o grupos de pixeles contiguos en diferentes fases de crecimiento (1981-1991, 1991-2001 y 2001-2006). Así obteniendo resultados que hay una mancha de aceite, y no una mancha urbana ya que se le está dando una mala disposición a este oíl. (Santos Preciado , Azcárate, Cocero, & Muguruza, 2012).

### 3.2.6.3. Modelo Cascada

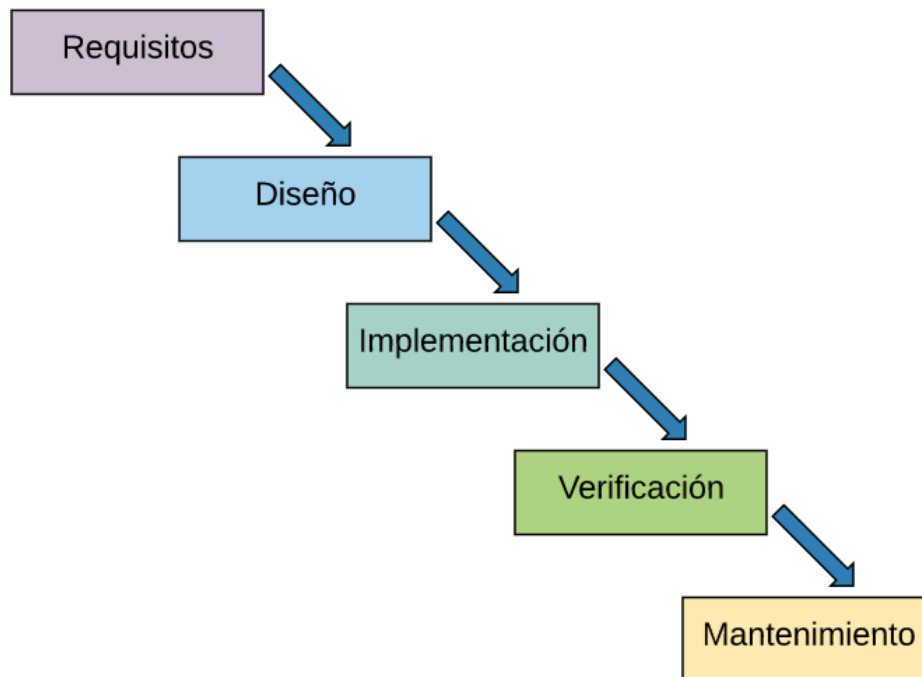


Figura 24. Etapas del modelo Cascada  
Fuente: (Dominguez, 2017)

Por lo tanto, el modelo cascada, muestra una cadena de fortalezas que tengan un fácil alcance o ejecución. Es considerablemente manipulado y conocido, en teoría. Teniendo en cuenta los hábitos buenos, dando a conocer que se tienen algunas actividades y elementos antes de diseñar. De tal manera se diseña antes de codificar. Marcha de una manera correcta en ciertos productos maduros y componentes débiles. Enfatizando en algunas debilidades, que no utilizan la iteración y el desarrollo exploratorio, aunque esto implica seriedad al momento de desenvolver los elementos del sistema de información geográfica. Se dificulta para aplicarlo en la parte de riesgos.

Enseguida se menciona los pasos del modelo en cascada definidos así:

- **Requisitos:** Se determina realizando un análisis de las necesidades requeridas para desarrollar el análisis de determinación del software a utilizar, seguido se explica todo lo

que hace los sistemas sin entrar en detalles con los técnicos. Tener en cuenta que en este modelo no se puede por algún motivo, añadir ningún requisito a mitad del proceso mismo.

- **Diseño:** se realiza una descripción de la organización interna del software, y tal relación entre los entes que lo conciertan. Los elementos se alteran y se organizan el sistema para elaborarse por separado, utilizando las ventajas para un desarrollo en equipo. Obteniendo un resultado SDD (Documento de Diseño del software), descripción del sistema y las especificaciones del proceso que debe realizar en cada una de sus puntos, mencionando como se ajustan unas con otras.

- **Implementación:** Se toman los requisitos definidos, se programa determinando el uso de la distribución de los datos obtenidos con el proceso antes mencionado, por ende, se debe realizar una programación en un asunto que determine el problema de la parte computación, a un programa que ejecute los compromisos precisos, para darle solución al problema. Estableciendo algoritmos y realizar esta expresión una categorización detallada.

- **Verificación:** Una vez terminada la fase de implementación se verifica que todos los mecanismos del procedimiento trabajen de manera correcta y se efectúen las necesidades. Así obtener unos datos de calidad para poder utilizar en el software.

- **Mantenimiento:** realizando un desarrollo de las funciones del software se debe comprobar que funciona de manera correcta, por lo tanto, se les da inicio a las fases de instalación y mantenimiento, asumiendo un estudio del sistema y evidenciar que marchen bien en el entorno que se utilice.

Si embargo, se realizó una investigación de los diferentes modelos para realizar métodos y de software, teniendo en cuenta algunas variables mencionadas se optó por el modelo de cascada. (Dominguez, 2017).

Es importante destacar un estudio realizado en Corinto – Cauca, ya que se implementó un SIG para la zona urbana del municipio con base a Revisión y formulación, sin duda dentro de la modalidad de investigación aplicada; tomando una información base que ya se había tomado en campo por otros autores, identificando aspectos de la zona tales como la situación de áreas accidentadas y riesgos, hay que resaltar la geología e información forestal (rural), componente social ya que está incorporado en el uso del suelo, áreas de actividades, los centros poblados y el sistema vial. Se utilizó una metodología en la cual se desarrolla, un modelo de cascada definido y anunciado por Winston Royce W11., dicho modelo tiene un proceso secuencial, desglosando unos pasos que vienen así abajo (cascada de agua). Cabe destacar que las fases utilizadas para requisitos, diseños, implementación, verificación y mantenimiento. Obteniendo como resultado diferentes mapas en base a el diagnóstico de diferentes realizando el proceso depuración y limpieza en los planos levantados y entregados. Para así sea de fácil acceso y no saturar el ArGics con tanta información y poder tenerlo disponibles para cuando se quiera seguir con la investigación con el pasar de los años. (Botero & Ramirez, 2015).

### 3.2.6.4 modelo de crecimiento Urbano

Este modelo de crecimiento urbano se fundamentó mediante los periodos desarrollo por Pontius, mencionando los factores de dirección (Drivers) para determinar la evolución espacial del uso del suelo, tomado para crear el mapa de aptitud para el crecimiento urbano. El potencial del uso suelo en los cambios, de acuerdo al uso urbano en cada celda del mapa resultado.

A continuación, el potencial de cambios de usos del suelo es un modelo probabilístico de cambio hacia uso urbano.

(1)	$PC_{r-u} = f(d_1, d_2, d_3, \dots, d_n, i)$
-----	--

En donde  $PC_{r-u}$ , es el potencial de cambio de rural a urbano, en una función (f) de las direcciones o drivers (d) estimados en un parámetro (i) de incertidumbre del estudio experimental. Teniendo un resultado para la elaboración del mapa de probabilístico de direccionamiento del crecimiento urbano.

En la primera parte, cada factor muestra las clases escalonadas de 1 a N, en dichas clases se obtiene el (%) de espacio urbano que domina y clasifica en cada una de las celdas, establecen un valor probabilístico para seleccionar una celda para el canje de rural a urbano.

En segunda parte, cada uno de los factores se pondera, por la importancia de la teoría en la resolución mediante valores obtenidos por el cálculo de pesos de ponderación por ranking recíproco (Malczewski, 1999).



(2)	$P_i = \frac{\frac{1}{r_2}}{\sum \frac{1}{r_2}}$
-----	--

Donde  $P_i$ , es un valor de ponderación del plano  $i$ , y  $r_1$  es un valor de ranking para el plano  $i$ ; teniendo los valores de ponderación que deben cumplir la condición:

(3)	$0 < P_i \leq 1$
-----	------------------

(4)	$\sum P_i = 1$
-----	----------------

los elementos de dirección consideran los puntajes del ranking fueron los siguientes:

FD\_1). Contigüidad a las áreas urbanas, FD\_2). Contigüidad a las rutas, FD\_3) contigüidad al ferrocarril y FD\_4) Áreas no inundables los cálculos generados se presentan el cuadro.

FACTORES	RANKING	1/RANKING	P
FD_1	1	1	0,35
FD_2	1	1	0,35
FD_3	2	0,5	0,175
FD_4	3	0,33	0,125
$\Sigma$		2,88	1,00

Tabla 3. Cálculo de ponderación por ranking recíproco

Fuente: (Buzai, 2017).

En la tercera parte, se determina la resolución de cálculo a partir de una sumatoria ponderada, por lo cual cada celda que resulta con un valor porcentual y se multiplican por el valor de ponderación y se aumenta la totalidad de valores para cada componente de dirección.

(5)	$L(i) = \sum_a^1 = 1 P a_{(i)} W_a$
-----	-------------------------------------

Donde,  $L(i)$  es un valor proporcionado en la celda  $(i)$ ,  $a$  es un mapa de dirección específica,  $A$  es la total de planos de dirección  $a$  y  $P a_{(i)}$  es el porcentaje determinado en la categoría de los mapas de atributos  $a$ , donde la celda  $(i)$  es un segmento de la categoría  $ak$ . El mapa 3 muestra una proyección de dirección con los valores de probabilidad al cambio.

El modelo se determina que el área urbana posee una duración y no aprecia cambios durante el periodo, no es posible reducir el uso del suelo urbano.

También se limita el crecimiento a una matriz que se utiliza como una ventana móvil de diverso tamaño, se manipula una matriz  $3 \times 3$  (ventana móvil) por lo cual el aumento ocasiona en las zonas fronterizas un área urbana determinada.

Se realizó un estudio mencionado por (Buzai, 2017):

En Luján – Provincia de Buenos Aires, Argentina teniendo en cuenta el crecimiento urbano, y el conflicto del uso del suelo y el modelo de aptitud del suelo; para el año 2017, proyectando la población de 2016 – 2030 ya que en esta zona existe un crecimiento urbano

y en ciudades intermedias, utilizando el análisis espacial cuantitativo con los SIG, modelando hacia un futuro el crecimiento urbano de la provincia de Luján y el impacto en zonas de aptitud y preservación ambiental. Aplicando el modelo de crecimiento urbano para obtener mediante las fórmulas una variable de información y poderla modelar mediante la ayuda de un software y así obtener resultados tales que aumentara en 1250 hectáreas entre (2016-2030), por lo cual se considera una herramienta de calidad para la toma decisiones espaciales en la determinación de lineamientos en la programación regional del uso de los suelos. Utilizando también el modelo cartográfico el cual resulta el 94% de crecimiento de aglomeración sobre zonas aptitud urbana alta y el 6% queda sobre zonas de aptitud urbana media. De esta manera se puede validar la aptitud del modelo de crecimiento (perspectiva horizontal) con particularidades combinadas que favorecen el cambio (perspectiva vertical).

### 3.2.6.7 modelo de la aptitud del suelo

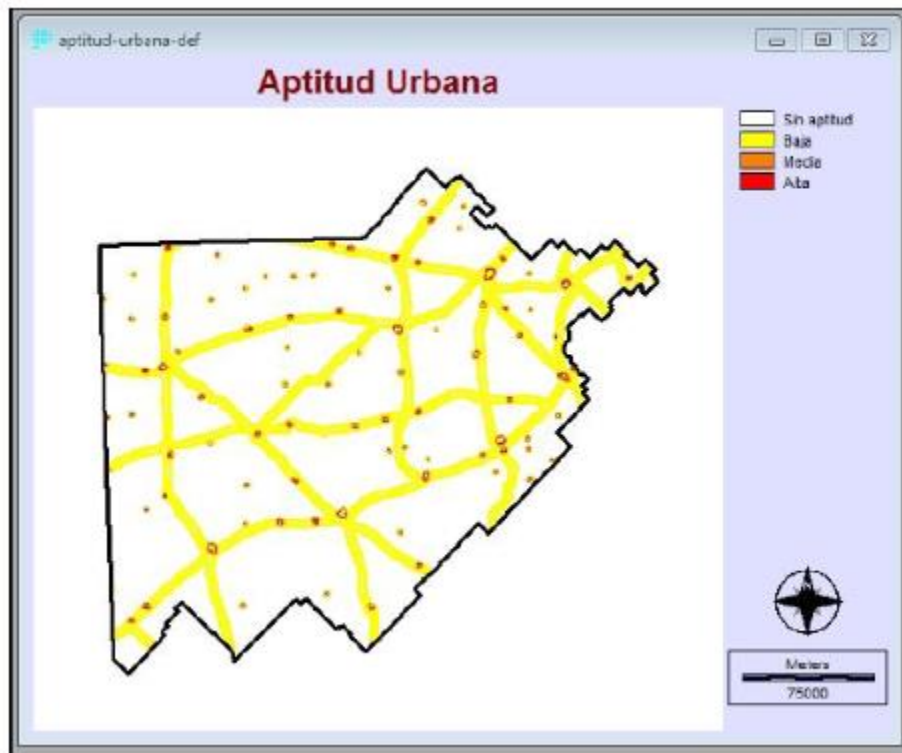


Figura 25. mapa actitud Urbana Buenos Aires – Argentina  
Fuente: (Principi N. , 2015)

El modelado cartográfico es de gran importancia para buscar sitios de aptitud basándose en la intercalación de mapas de acuerdo con una aplicación de operaciones matemáticas, entre varias capas obtenidas corresponde a el tema en el estudio.

Hay varios procesos que son aplicados en el modelo ráster, donde el avance en el modelo cartográfico, se consigue por medio de técnicas de los sistemas de la evaluación multicriterio, procedimientos metodológicos mostrados con amplitud, por lo tanto, el análisis de la evaluación multicriterio, se da inicio con una información base con temática

de la cartografía el cual se basa en criterios que se combinan metodológicamente, cabe resaltar dos criterios: se basa en los factores que muestra valores continuos de aptitud ocasional, y las limitaciones que son capas temáticas que funcionan con el propósito de limitar los resultados en un sector limitado en el área de estudio. En la alineación de los factores se puede utilizar la mencionada lógica booleana de aptitud dicotómica (sin aptitud con aptitud, 0-1) o la clasificación fuzzy de aptitud continua en un rango numérico (0 a 1, 0 a 255). Realizando la clasificación de variables, los métodos propuesto de la generación de elementos y limitaciones, estableciendo las diferentes formas de combinación y se orienta sobre la investigación de resultados.

Se definen las metodologías en un triángulo decisiones, estratégicamente en alineación por cada espacio que se relaciona dentro de 2 ejes ortogonales entre el nivel de riesgo (x), nivel de compensación (y), es preciso señalar que la ponderación de cada factor; sin embargo el método booleano por multiplicación, el cual están asignado a un análisis de riesgos pequeño [6] con el similar valor de ponderación para cada uno de los factores y la suma estimado un riesgo escalonado entre el riesgo más pequeño y grande [7].

Se selecciona las celdas que se encuentran ubicadas en una localización de mayor aptitud para determinar e incremento adentro de la matriz, desde que haya una categoría urbana, por lo tanto, llega a un numero de celdas determinadas.

(6)	$l = llF$
(7)	$l = \sum F$

Por consiguiente, tenemos el método de la combinación lineal ponderada (CLP & WLC), destacando un riesgo medio y máximo a un nivel de compensación a cada factor (F), por ende, los diferentes valores de tal ponderación (p) y un acuerdo de multiplicación de tales limitaciones (R):

(8)	$l = \sum F_p llR$
-----	--------------------

En la formula [8] se establece una base para la resolución de creación de los mapas de aptitud. (Buzai, 2017).

### 3.2.6.8 modelo de datos Espaciales

Es una representación del mundo real aplicando un SIG mediante mapas para realizar consultas, edición y diferentes análisis. Teniendo en cuenta una serie de objetos espaciales, delimitando entre dos áreas ubicadas en zonas de expansión, Ríos o cualquier área a utilizar para el uso del suelo. Puede ser una región de barreras naturales.

La herramienta SIG maneja los datos espaciales, en rasgos generales, por los modelos vector y ráster, siendo muy eficientes para la representación de datos. Tomando con referencia que el vector maneja datos discretos (precisión se representa mediante objetos geométricos puntos, líneas o polígonos), mientras que el ráster ilustra datos de tipo continuo (se representan recubriendo el territorio mediante celdas o pixel). Se maneja una gran variedad de capas temáticas en las zonas de expansión. Pero en el mundo real se requiere de los dos modelos para obtener una correcta visualización y análisis.

En los SIG, teniendo en cuenta la teledetección aérea y espacial, los sistemas de posicionamiento global (GPS), son herramientas para manejar y gestionar bases de datos geográficos y territoriales. (Peña, Y., 2010).

Un estudio realizado en el Municipio de Corinto - Cauca, la implementación de un SIG para la zona urbana del municipio mencionado por los autores; (Botero & Ramirez, 2015); se desarrolla a través de la modelo vectorial, obtenida por archivos de AutoCAD (formato DWG). Al realizar la recopilación de la información en el modelo vectorial se tiene en cuenta: mesas digitalizadoras, convertidores de formato ráster a vectorial, GPS y la entrada de datos alfanuméricos, entre otros. Se diseña e implementa un SIG, para la zona urbana mencionada, tomando esta herramienta de estudio e investigación para mejorar la eficiencia y efectividad en técnicas relevantes de toma decisiones y ordenamiento territorial. Teniendo como resultado de los métodos, técnicas y modelos; recopilando una variedad de mapas estructurados para el diagnóstico de los procesos de purificación y limpieza en los planos realizados. Por ende, se hace entrega de los mapas y así se pueda tener un fácil acceso a ellos y no saturar el ArcGIS y cuando se quiere seguir investigando se tengas disponibles.

### 3.2.7 Evaluación multicriterio (EMC) y los SIG

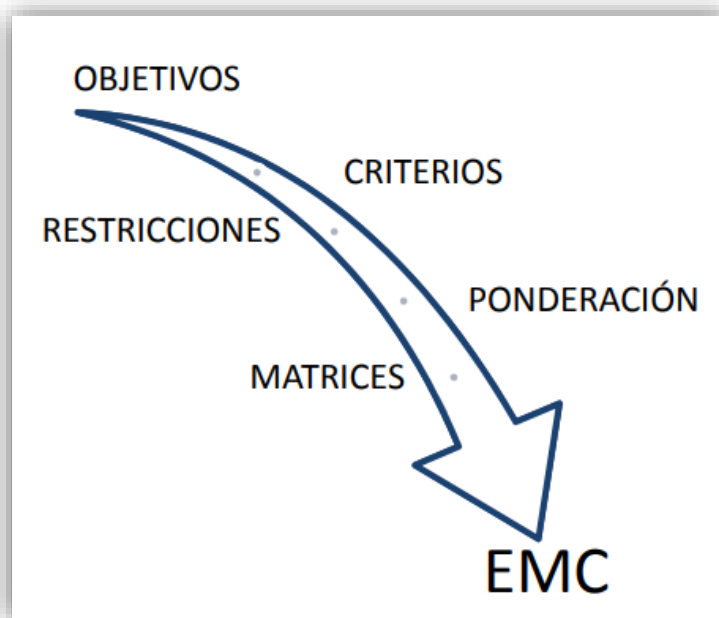


Figura 26. Fases de la EMC  
Fuente: (Posada, 2015)

El método de la evaluación multicriterio “EMC”, según fue desarrollado a mediados de la década de 1970, en el entorno de las ciencias económicas y la ingeniería industrial, también conocido como una ayuda a la toma de decisiones, así con el pasar de los años obtuvo un gran desarrollo hasta llegar a ser una herramienta irrefutable; teniendo en cuenta una información básica, como se menciona, está constituida por variables en un formato cartográfico que se utiliza como criterios para realizar ordenamientos de evaluación, mencionando dos criterios; el cual muestra valores continuos de aptitud locación en cada variable, los factores, y las capas temáticas que funcionan con el propósito de establecer los resultados en un sector limitado del área de estudio, emplazados por restricciones.

El modelo cartográfico lo compone las técnicas denominadas EMC, siendo un avance de gran importancia; la cual amplía eventos de trabajos obteniendo como resultados unos



escenarios de eventos a futuro, que se vinculan a los procedimientos necesarios para la función de las diferentes metodologías imparciales. (Principi N. , 2015).

La evaluación multicriterio está relacionada con los Sistemas de Información Geográfica “SIG”, ya que genera importantes eventos para optimizar la causa de toma decisiones espaciales, en el entorno de la geografía aplicada. La aplicación de la metodología (EMC) se realiza, con el fin establecer áreas de aptitud para la expansión urbana regional o mejoramiento del uso suelo. (Principi N. , 2017).

Sin embargo, la evaluación multicriterio tiene como función determinar zonas de expansión urbana y cual es uso del suelo, teniendo en cuenta los criterios, que se utilizan para la toma decisiones entorno a la aplicación de estudios ya realizados por algunos autores que mencionan la EMC, como una alternativa viable y confiable para dar resultados de las áreas expansión urbanas analizadas e investigadas tomando como base los datos obtenidos por medio de técnicas, métodos y modelos entre otros.

#### **3.2.7.1 Aplicaciones de EMC**

El uso de esta herramienta hoy en día se ha desarrollado de una forma semejante, ya que es de gran importancia y puede suministrar a la toma de decisiones una serie de instrumentos que ayuda a la solución de problemas relacionados con toma decisiones, de esta manera se puede analizar desde diferentes puntos de vista, así no sea iguales.

#### **3.2.7.2. Condiciones de Utilización**

Es indispensable tener una serie de acciones o alternativas competitivas, para ordenar un análisis multicriterio. Para cada acción, se realiza un estudio que se desarrolla así:

- Una serie de criterios que defina un juicio sobre dichas acciones

- Una tabla de estimación de las acciones por criterio
- Un complemento de los resultados para efectuar una clasificación por orden de preferencia.

Es decir, que el análisis multicriterio se obtiene realizando a partir de datos tanto objetivos como subjetivos.

### **3.2.7.3 Aplicación de técnica de evaluación multicriterio**

Se Menciona algunas investigaciones de aplicación real, en la determinación de zonas expansión urbana relacionadas con la EMC.

Mencionado por (Bustillo, 2008): Estados Unidos

Se realizó un estudio de "Application of Multi-Criteria Analysis to Urban Land – Use Planning" (La aplicación de análisis multicriterio en la planificación de la zona urbana (ciudad)) en dicha planificación se busca un consumo de energía, para reducirlo sin cambiar la calidad de vida de la comunidad, puesto que es muy complejo; para analizar dichos objetivos se utilizó el análisis multicriterio, es decir un modelo el cual se planteó en el artículo tomando los siguientes criterios: reducir consumo de energía (transporte y construcción), ampliando el área usada para espacios abiertos en la zona y expandir la zonas (verdes y rurales) en la superficie de la ciudad.

Por otro lado, se realizó un estudio en Buenos Aires – Argentina; "implementación de la evaluación multicriterio con sistemas de información geográfica para determinar zonas potenciales del conflicto de usos del suelo". Que permite analizar el espacio geográfico con fines de planificación, la metodología utilizada es aplicada mediante la identificación y análisis con las áreas de aptitud para el crecimiento urbano. El desarrollo que tiene a partir

de las técnicas de EMC, luego se tiene un conjunto de alternativas entre múltiples criterios y objetivos de conflicto, aplicado a una orientación, hacia la formulación instrumentales de apoyo para la planificación regional. Desarrollando el modelo de LUCIS “Land Use Conflict Identification Strategy” elaborado por Carr y Zwick (2006 y 2007); También las técnicas de evaluación multicriterio utilizadas en el uso de SIG, es decir, la formulación del modelo determina la elaboración de otros pasos para obtener los mapas de áreas de conflicto, para la aplicación de la investigación. Por último, se obtiene resultados de tres mapas de aptitud para cada objetivo planteado y un mapa final, con la combinación de 27 posibles, de las cuales 12 son de zonas de usos de conflictos del suelo. Este trabajo nos permite analizar la importancia de la evaluación multicriterio “EMC” para alcanzar resultados en el marco de la geografía. (N Principi, 2015).

Según (Da Silva & Cardozo, 2015):

Se efectúa un “análisis de la evaluación multicriterio y sistemas de información geográfica aplicados a la definición de espacios potenciales para uso del suelo residencial en resistencia desarrollado en Argentina”; interviniendo entre el crecimiento de las ciudades y que afecta a la población que viven allí, por tal motivo se determina la utilización de técnicas de análisis de la evaluación multicriterio y los Sistemas de información Geográfica SIG se recopilan datos de zonas de transporte, hospitales, escuelas, cuerpos de agua, coberturas y modelo digital de elevación (DEM), con el fin de identificar zonas potenciales para la ocupación residencial en la localidad. El núcleo urbano es de 400.000 hab, conllevando dificultades en la proyección del crecimiento espacial, dependiendo de las características socio-ambientales de las zonas.

Obtenidos los resultados que manifiestan la capacidad oeste y noroeste de la zona que establece infraestructuras residenciales, es decir un estudio que básicamente tiene aspectos ambientales y accesibilidad.

Para sintetizar la investigación desarrollada por (Rocha , Gomez, & Gomez, 2010) se determina el “Desarrollo de modelos de crecimiento urbano óptimo para la Comunidad de Madrid aplicando métodos de Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica” en la zona de Madrid hay una alerta de crítica de la Unión Europea, en lo que a zonas urbanas se menciona, es decir que el modelo de crecimiento urbano disperso que ocasiona entre 15 a 20 años, por consiguiente al analizar dicha investigación de dicho modelo basado en técnicas de EMC y los SIG para representar la localización optima de zonas residenciales, comerciales e industriales en la comunidad de Madrid para el año (2000), (obteniendo datos reales desde 1990 hasta el año 2020) utilizando datos reales del año 2000 y de resultados obtenidos de crecimiento “óptimo” para el mismo año. Se utilizo 15 factores afín con diferentes aspectos tales como ambiental, económico y social. Con el fin de crear una propuesta para el futuro, relacionando los componentes de desarrollo sostenible; después de implementar técnicas, métodos y modelos se muestran los resultados en general, teniendo como primer factor el patrón de crecimiento mas compacto, junto a zonas urbanas de dimensiones medios e intermedios, en zonas de bajos valor ambiental o poco valor productivo.

En consecuencia, lo mencionado por (Gutiérrez, Gómez, & Bosque, 2010)

Se realizó un análisis de un estudio realizado en san miguel de Tucumán (argentina), Se desarrolla “una simulación del crecimiento urbano en la zona mediante la evaluación

multicriterio y TIG en el gran San Miguel de Tucumán”; con el fin de desarrollar un modelo de ocupación urbana sostenible para esta zona, combinando las técnicas de evaluación multicriterio y los Sistemas de información geográfica SIG; siendo el mayor centro urbano de noreste de Argentina sirviendo de apoyo en la planificación urbana, tomando mapas de la zona urbana (2001 y 2009) para determinar el crecimiento urbano se ejecutó una EMC, aplicando el Método de jerarquías analíticas y la sumatoria lineal ponderada; se utiliza para determinar criterios de valoración ponderada de los diferentes factores a analizar (malla de carreteras principales y secundarias, red hidrográfica, los límites de áreas protegidas, centros comerciales, educación y salud) también teniendo en cuenta (ingenios, plantas de tratamientos de residuos y cementerios). A partir de esta metodología se obtienen las zonas óptimas de crecimiento para realizar mapas de aptitud de uso urbano, se plantean escenarios de criterios ambientales, económicos y compromiso la cual se hace una comparación crecimiento real; en dicha comparación se observa un aumento inmediato al foco central, tomando las principales vías de transporte, patrón económico, se evidencia el trazado vial en el sector de las áreas residenciales y carece de criterios de preservación del medio natural en el establecimiento de zonas urbanas.

Los modelos urbanos para localidades de América Latina determinan las dos situaciones, Griffin y Ford (1980), mostrando una distribución compacta que corresponde con la capital de dimensiones intermedias y Borsdorf (2003) muestra áreas urbanas difusas de ciudades grandes. En el asunto Luján y por el escenario geográfico se observa visiblemente el acuerdo entre estándares espaciales de particularidades diferentes.



*Figura 27. Expansión urbana Compacta y dispersa  
Fuente: GESIG / G.Buzai*

El proceso de expansión urbana en el Municipio de Luján mencionado por (Buzai, 2017): Resulta importante y genera modificaciones de huellas en el paisaje como la superficie de tierras, aguas y ecosistemas naturales y seminaturales ecológicamente productivos que una ciudad efectúa un consumo que va cambiando irreversiblemente los usos habituales (Morello et al., 1998). Al recorrer las rutas es aleatorio observar anuncios que aparecen una actividad de la sección inmobiliaria en el territorio. Nacen, de manera que se amplían en zonas de potencial crecimiento urbano y una futura huella en la geosfera (hidrósfera, litosfera y atmósfera), en el entorno (ambiente de flora y fauna) en el medio humano.

## CONCLUSIONES

Se consultó información de fuentes enciclopedias, periódicos, revistas, artículos, tesis, libros, material audiovisual entre otros, obteniéndose los insumos para posteriormente organizar la indagación por temas generales “de la aplicación de los sistemas información geográfica” en la planificación territorial municipal. Seguidamente se redacta en forma de ensayo el estudio la evolución y tendencia de la aplicación de los sistemas de información geográfica en la Expansión de zonas urbanas, De los cuales se resumen a continuación:

Mediante la evolución histórica se logra obtener una recopilación teoría de la epistemología del conocimiento de los SIG y su aplicación. Así mismo, se describe las diferentes herramientas para la Planificación de zonas de Expansión Urbana de “los Sistemas de Información Geográfica, ya que son de gran importancia para la contribución de algunos conocimientos en el mundo”.

Los sistemas de información geográfico se utilizan para determinar la vocación de usos del suelo actual y vocación del uso potencial; así mismo la comparación de estos para establecer los conflictos por uso del suelo y de esta manera determinar políticas orientadas hacia un desarrollo sostenible del territorio.

Los SIG permiten desarrollar estrategias de adaptación y mitigación a el cambio climático generando escenarios de resiliencia de las comunidades naturales y antrópicas.

## Bibliografía

- A. Alvarado. (2016). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Redalyc.org*.
- Arias Botero, B., & Olave Ramirez, I. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CORINTO, CAUCA CON BASE EN EL PRODUCTO DE LA REVISIÓN Y FORMULACIÓN DEL P.B.O.T.* Manizales: file:///C:/Users/DANIELA/Documents/IMPLEMENTACIÓN%20SIG%20URBANO%20CORINTO%20CAUCA%20(4).pdf.
- Azcárate, M., Cocero, D., & Muguruza, C. (2013). *MEDIDA DE LA DISPERSIÓN URBANA, EN UN ENTORNO SIG*. Madrid - España: [http://geofocus.rediris.es/2013/Articulo3\\_2013\\_1.pdf](http://geofocus.rediris.es/2013/Articulo3_2013_1.pdf).
- Barroso, A. & Gutierrez, J. (1997). LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICOS: ORIGEN Y PERSPECTIVAS. *revista general de documentacion e informacion*, 14.
- Barroso, R. &. (1997). LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICOS: ORIGEN Y PERSPECTIVA. *Revista General de Información y documentación Vol.7 n°1*, 14.
- Bogotá, C. d. (2019). Generalidades P.O.T de Bogotá. *camara de comercio de Bogotá*, 50.
- Botero, B., & Ramirez, I. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CORINTO, CAUCA CON BASE EN EL PRODUCTO DE LA REVISIÓN Y FORMULACIÓN DEL P.B.O.T.* Manizales: file:///C:/Users/DANIELA/Documents/IMPLEMENTACIÓN%20SIG%20URBANO%20CORINTO%20CAUCA%20(4).pdf.
- Bravo, J. D. (2000). "Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)". *CIEMAT*, 3.
- Bravo, J. D. (2000). "Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)". *CIEMAT*, 8.
- Bustillo, A. F. (2008). *Diseño de una herramienta de evaluacion multicriterio*. Madrid - españa: file:///C:/Users/DANIELA/Desktop/MULTICRITERIO%20PRICIPAL.pdf.
- Buzai, G. D. (2017). *Crecimiento urbano y potenciales conflictos entre usos del suelo en el municipio de Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Modelado espacial 2016-2030*. Buenos Aires - Argentina: file:///C:/Users/DANIELA/Documents/Dialnet-CrecimientoUrbanoYPotencialesConflictosEntreUsosDe-6404929%20(1).pdf.



- Castellanos, F. (2010). Aplicación de los sistemas de información geográfica en el ordenamiento territorial. *CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO - FACULTAD DE INGENIERÍA*, 15.
- CEUPE. (2019). ¿QUÉ SON LOS SIG? *CENTRO EUROPEO DE POSTGRADO*.
- D. Cheng, et al. (2018). Biomasa de microalgas de las aguas residuales porcinos y su conversión a la bioenergía. *Elsevier Ltd*.
- Da Silva, J., & Cardozo, D. (2015). EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADOS A LA DEFINICIÓN DE ESPACIOS POTENCIALES PARA USO DEL SUELO RESIDENCIAL EN RESISTENCIA (ARGENTINA). *GeoFocus*, 18.
- Decologia.inf. (2020). Expansión Urbana, Definición, Causas, Efectos, Costos Y Alternativas. "*Decologia.inf*", 10.
- Dominguez, J. (2000). *Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Madrid, España:  
file:///C:/Users/DANIELA/Documents/DIPLOMADO%20SUSTENTACION/historia%20del%20SIG.pdf.
- Dominguez, P. (2017). *En qué consiste el modelo en cascada*.  
<https://openclassrooms.com/en/courses/4309151-gestiona-tu-proyecto-de-desarrollo/4538221-en-que-consiste-el-modelo-en-cascada>.
- Dominguez, P. (2017). *En qué consiste el modelo en cascada*.  
<https://openclassrooms.com/en/courses/4309151-gestiona-tu-proyecto-de-desarrollo/4538221-en-que-consiste-el-modelo-en-cascada>.
- Dzendoletas, M. A. (2015). Determinación y análisis de áreas. *REVISTA CIENCIAS ESPACIALES*, 16.
- EOT. (2003). FORMULACIÓN DE UN COMPONENTE URBANO. 57.
- FAO. (2006). FAO. *1º Conferencia Internacional de la OIE: Uso de SIG en la Actividad Veterinaria* (pág. 1). Brasilia:  
[http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/sig/intro/compo.htm](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/sig/intro/compo.htm).
- G. Dotto. (2019). Adsorption in Water Treatment. *Chemistry Molecular Sciences and Chemical Engineering*.
- García, J., Bernabe, V., Gardezi, A., Riesco, J., Suárez, M., & Robredo, F. (2015). La aplicación de la Teledetección en los cambios de la cobertura vegetal. Aplicación al tramo medio del río Jarama (Guadalajara). *SECF*, 16.
- Geoinnova. (2019). Componentes de un Sistema de Información Geográfica (SIG). *Geoinnova*.
- Gis&Beers. (2016). Entendiendo las proyecciones en SIG. *Gis&Beers*.

- Guaman, A. (2012). Aplicación de los SIG para el manejo de los riesgos naturales. *ISSUU*, 100.
- Gutierrez, A. & Urrego, A. (2011). Los sistemas de información geográfica y los planos de ordenamiento territorial en Colombia. 20.
- Gutiérrez, J., Gómez, M., & Bosque, J. (2010). SIMULACIÓN DE CRECIMIENTO URBANO MEDIANTE EVALUACIÓN. *Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla 2010*, 16.
- IGAC. (2009). socio-economía-y-ambiental-georreferenciada-que-soporta-la-gestión-del-desarrollo. 5.
- Jaime Suárez. (s.f.). *Zonificación de Susceptibilidad*.  
file:///C:/Users/DANIELA/Downloads/librodeslizamientosti\_cap13.pdf.
- Javier Silva, I. A., & Alcantara Boza, F. A. (2018). Modelo cartográfico para determinar áreas óptimas para la expansión urbana del distrito de Huánuco como aporte para la planificación. *R. Instituto de Investigación*, 10.
- Jimenez, A. (2015). *GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES*. <https://prezi.com/0lma05f9j784/uso-potencial-del-suelo/>.
- López, E & Posada, C. (2019). *LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*. Sevilla:  
file:///C:/Users/DANIELA/Documents/DIPLOMADO%20SUSTENTACION/SIG-1.pdf.
- Lungo, M. (2019). Expansión urbana y regulación del uso del suelo en América Latina. *Lincoln Institute of Land Policy*, 113.
- Macías, C. (2005). *ESTRATEGIA DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA REVISIÓN Y AJUSTE DEL POT*. Medellín: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3204/1/CartillaPot.pdf>.
- Manrique, L. (2007). SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO. *UNEXPO*, 73.
- Manzano, J. V. (2014). Planes de acción contra el ruido para el control y gestión sostenible de la contaminación acústica urbana. *ECO Sostenible*, 37.
- Marín, F. E. (2019). REVISIÓN PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. *La ceja para vivir mejor*, 48.
- Martín, R. (2019). Usos del suelo. *ECURED*, 207.
- Martínez, P. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Martínez, F. (s.f.). INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. Obtenido de [18http://www.sge.org/fileadmin/contenidos/archivos/ibercarto/actividades/primer\\_reunion\\_sevilla/sig2.pdf](http://www.sge.org/fileadmin/contenidos/archivos/ibercarto/actividades/primer_reunion_sevilla/sig2.pdf).
- Matellanes, R. (2016). Principales aplicaciones de los SIG en Medio Ambiente. *Ambinnoación*.

N Principi. (2015). EVALUACIÓN MULTICRITERIO CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS DE POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN EL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (ARGENTINA). *ResearchGate*, 14.

ocampo, I. J. (2008). historia de los SIG. *NOTAS DE CURSOS*.

Olaya, V. (s.f.). *Historia de informacion Geografica*. <https://volaya.github.io/libro-sig/index.html>.

Ordenamiento. (2019). *Ordenamiento del suelo y la zonificacion*.

<http://www.crautonomia.gov.co/documentos/mallorquin/prospectiva/CapituloZonificacion.pdf>.

*Organizacion Mundial de la Salud*. (2019). Recuperado el 20 de Mayo de 2019, de

<https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/2016-year-in-review-key-health-issues>

Peña, Y. (2010). PARTICIPACION DE LOS SIG EN LA FORMULACION DE INSTRUMENTOS DE PLANIFICACION Y NORMA USBANISTICA. 22.

Pombo, D. G. (2017). *EXPANSIÓN URBANA ACELERADA EN UNA CIUDAD INTERMEDIA: CAUSAS Y CONSECUENCIAS*. Santa rosa, La pampa:

<file:///C:/Users/DANIELA/Documents/MGAPI%20POMBO.pdf>.

Posada, H. (2015). *EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y SIG. COMO HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN TERRITORIAL*. Zipaquira - Cundinamarca:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2270/Posadaheidyanx2.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Principi, N. (2015). *EVALUACIÓN MULTICRITERIO CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS DE POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN EL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (ARGENTINA)*. Buenos Aires - Argentina :

[https://www.researchgate.net/publication/313476309\\_Evaluacion\\_Multicriterio\\_con\\_Sistemas\\_de\\_Informacion\\_Geografica\\_para\\_la\\_determinacion\\_de\\_zonas\\_de\\_potencial\\_conflicto\\_entre\\_usos\\_del\\_suelo\\_en\\_el\\_noroeste\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_Buenos\\_Aires\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/313476309_Evaluacion_Multicriterio_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica_para_la_determinacion_de_zonas_de_potencial_conflicto_entre_usos_del_suelo_en_el_noroeste_de_la_provincia_de_Buenos_Aires_Argentina)

Principi, N. (2015). *EVALUACIÓN MULTICRITERIO CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS DE POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN EL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (ARGENTINA)* . Buenos Aires - Argentina:

[https://www.researchgate.net/publication/313476309\\_Evaluacion\\_Multicriterio\\_con\\_Sistemas\\_de\\_Informacion\\_Geografica\\_para\\_la\\_determinacion\\_de\\_zonas\\_de\\_potencial\\_conflicto\\_entre\\_usos\\_del\\_suelo\\_en\\_el\\_noroeste\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_Buenos\\_Aires\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/313476309_Evaluacion_Multicriterio_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica_para_la_determinacion_de_zonas_de_potencial_conflicto_entre_usos_del_suelo_en_el_noroeste_de_la_provincia_de_Buenos_Aires_Argentina)

- Principi, N. (2017). Evaluación Multicriterio para la obtención de zonas aptitud para el desarrollo urbano en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina) con Sistemas de Información Geográfica. *Revista N° XIV*, 81.
- Rocha , W., Gomez, M., & Gomez, J. (2010). Desarrollo de modelos de crecimiento urbano óptimo para la. *GeoFocus*, 134.
- Rodgers, K. P. (1993). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. *Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente*.
- Rojas, M. . (2018). CONSIDERACIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL . *MINAMBIENTE*, 75.
- Rubiera, f., Gonzales, V., & Perez Rivero, J. (2016). El modelo americano de crecimiento disperso se extiende por las ciudades españolas. *SINC*.
- Santos Preciado , J., Azcárate, M., Cocero, D., & Muguruza, C. (2012). *Metodologías para la medida de la dispersión urbana, en un entorno SIG. Aplicación al estudio de la Comunidad de Madrid*. Madrid - España:  
file:///C:/Users/DANIELA/Documents/SantosPreciados\_final\_imp.pdf.
- Suaza, J. G. (2014). SIG aplicado a la estimacion de la vulnerabilidad en zonas de amenazas por inundacion, municipio del Agrado - huila (colombia). *Tesis de Maestria*, 96.
- Superposicion vectorial . (2019). *Autoaprendizaje SIG*, 12.
- universidad catolica. (2014). componente urbano. 153.
- Universidad de New York. (2016). componente general del POT moderno. *departamento Nacional de planeacion* , 78.
- Uriarte, J. M. (2018). Zona Urbana. *caracteristicas.co*.
- Vargas, G. . (s.f.). FORMULACIÓN - COMPONENTE URBANO . *Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio* .
- Victoria, A. (2012). *analisis detallado del desarrollo urbano de las areas metropolitanas de Madrid y Granada, mediante tecnologias SIG*. Madrid - España:  
[http://www.geogra.uah.es/simurban1/PDF/pdf\\_2012/segundo\\_capitulo.pdf](http://www.geogra.uah.es/simurban1/PDF/pdf_2012/segundo_capitulo.pdf).
- wikipedia. (2019). Elipsoide. *Fundación Wikimedia, Inc.*
- wikipedia. (2019). Sistema de información geográfica. *Fundación Wikimedia, Inc.*