

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN COLOMBIA



AUTOR

FRED NICOLÁS SEPÚLVEDA MILLÁN

Ensayo académico presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Director:

CAMILO ANDRÉS SÁNCHEZ RUIZ

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ, 08 SEPTIEMBRE 2021



Sistemas de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial en Colombia

En el marco del diplomado titulado:

Diplomado en Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Celebrado en la ciudad de *Cajicá* entre el 18 de 05 del año 2021 y el 01 de 07 del año 2021.

Presentado por:

Fred Nicolás Sepúlveda Millán

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Campus Nueva Granada
Programa Académico de Ingeniería *Civil*
Cajicá, Colombia
Agosto, 2021

Sistemas de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial en Colombia

Fred Nicolás Sepúlveda Millán

Ensayo científico-académico para obtener el título de:
Ingeniero Civil

Línea de Investigación:
Sistemas de Información Geográfica.

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Campus Nueva Granada
Programa Académico de Ingeniería *Civil*
Cajicá, Colombia

Agosto, 2021

NOTA DE ADVERTENCIA

“La universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus estudiantes en sus proyectos de trabajo de grado, sólo velará por la calidad académica de los mismos, en procura de garantizar su desarrollo de acuerdo con la actualidad del área disciplinar respectiva. En el caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, el estudiante – autor asumirá toda la responsabilidad y saldrá en defensa de los derechos. Para todos los derechos la universidad actúa como un tercero de buena fe”. (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995)

Aclaratoria sobre la naturaleza de este documento guía

El presente documento contiene los parámetros principales a evaluar, para el documento tipo **“Ensayo Científico-Académico”** que los estudiantes de los programas de Ingeniería de la **Universidad Militar Nueva Granada (UMNG) de su sede CNG** deben entregar como soporte a la realización del **Curso Internacional o el Diplomado** que decidieron tomar como opción de grado.

Este documento tiene como objeto servir de guía metodológica para la elaboración del ensayo antes mencionado. Cabe resaltar que, debido a que el ensayo servirá como evidencia tanto de la realización del **“Curso Internacional o diplomado”** como de la aplicación de los conocimientos mínimos necesarios para obtener el título de **Ingeniero**, establecidos por la **UMNG**; el formalismo tanto en el lenguaje utilizado al interior del texto como de la presentación del mismo, estarán también sujetos a parámetros de evaluación adicionales a los aspectos de calidad propios de un ensayo científico-académico.

En lo que se refiere al contenido del ensayo, a continuación, se presenta una definición formal de **“Ensayo científico-académico”** junto con las características relevantes del mismo.

El ensayo científico, es un documento donde se presenta un tipo de **“redacción escrita en prosa en la que se plantea una tesis”** (Uriarte, 2020). En la extensión del texto del ensayo, quien lo redacta afirmará, refutará o negará la tesis sobre la cual presenta el tema de discusión. Dicha discusión deberá evidenciar la aplicación del **“Método Científico”** en lo referido a la información utilizada para sustentar lo afirmado, refutado o negado, acerca de la tesis. La discusión supone entonces el planteamiento de evidencias que soportan la tesis, sometidas a una determinada técnica y que responden a leyes o pruebas científicamente fehacientes.

El carácter académico del ensayo surge de su asociación continua con los contenidos programáticos propios de su formación académica. Lo que se espera forme parte de los procesos de argumentación y construcción del análisis crítico del tema expuesto.

El ensayo **utiliza un lenguaje formal y técnico, evitando en lo posible el uso de localismos** y su redacción debe facilitar la comprensión de quien lo lee. Esto es importante pues un ensayo intenta comunicar o transmitir ideas o exponer el pensamiento quien lo escribe. Por lo tanto, contiene un aparte objetivo (donde se expondrá la tesis) y un aparte subjetivo (donde se exponen las opiniones que respecto a la tesis y las evidencias que la sustentan o no, tiene el autor del ensayo).

El tipo de contenido estará referido al tema particular de investigación propuesto en la tesis, y, en consecuencia, el lenguaje utilizado debe considerar el público objetivo del texto. Para este caso en particular, la extensión del ensayo no deberá ser inferior a 15 páginas ni superior a 25 páginas, en ambos casos, excluyendo las referencias bibliográficas y los anexos pertinentes. El texto es de tipo interdisciplinario.

ESTRUCTURA DEL ENSAYO

Desde el punto de vista conceptual, un ensayo científico-académico contempla cuatro procesos cognitivos:

- **Búsqueda de la información.** Proceso de lectura de diferentes áreas o temáticas contempladas en el alcance **del curso internacional o diplomado** que el autor del ensayo requiere para refutar o afirmar luego sus conclusiones.
- **Las evidencias o hallazgos.** Esta etapa aparece cuando el autor reconoce algo que no comprende o no entiende respecto de una teoría. Esta teoría debe ser conocida previamente

por el autor del ensayo. Generalmente se expresa en forma de preguntas. Un ejemplo de un hallazgo puede ser cuando Kepler determino que las observaciones de Brahe no solo refutaban el modelo Geocéntrico de Ptolomeo en favor del modelo Heliocéntrico de Copérnico, sino que además demostraban que las orbitas de los planetas no eran circulares sino elípticas con el Sol ubicado en uno de los focos de elipse correspondiente a cada orbita y formulo la correspondiente ley, posteriormente.

- **El proceso.** El proceso es la etapa mayor trabajo implica, ya que en esta el autor debe elaborar todo su ensayo. Este proceso no es lineal. El autor retrocede y avanza según va encontrando evidencias acerca de la tesis del ensayo.
- **Conclusión.** Una vez que el autor considera que su disertación está suficientemente soportada, fundamentada y responde a las preguntas formuladas en la tesis, deberá construir la o las conclusiones. Llegado a este punto, es posible proceder con la elaboración del ensayo.

RECOMENDACIONES:

En el ensayo científico-académico, el autor no aborda múltiples temas. Por el contrario, se intenta expresar una única idea y sustentarla a lo largo del texto. Es posible utilizar temas relacionados como evidencias que apoyen o no la discusión central de la tesis, pero entendidos como temas secundarios al principal.

El autor debe concatenar sus ideas de forma coherente; Teniendo cuidado de no caer en contradicciones. Las ideas deben ser presentadas desde la más simple hasta la más elaborada o compleja. **Siempre, las ideas presentadas tendrán relación con sucesos o acontecimientos de naturaleza científica y/o técnica.**

Aspectos éticos en el manejo de la información, son importantes, de allí que el documento debe incluir las citas de los documentos que el autor del ensayo utilizó como referencias para refutar o afirmar tanto la tesis como los argumentos propuestos. Las fuentes que sean usadas como referencia, deben ser documentos formales (Disertaciones de pregrado y posgrado, artículos científicos, técnicos y de revisión, libros de texto, etc.)

“Un ensayo científico es la síntesis de ideas previas y, por ende, es la resultante de una investigación personal que hace el autor de la realidad. Estas pueden estar expuestas en otros tratados o ensayos sobre los cuales intentará abordar, completar o modificar sus ideas previas.” (Uriarte, 2020).

Si bien los ensayos son documentos subjetivos que sustentan las opiniones del autor, se deben respetar los argumentos, el análisis y las conclusiones con las que posteriormente, se podrá o no estar de acuerdo (sin embargo, también podría modificar los propios puntos de vista). La rigurosidad se debe tener en cuenta sin excepción y respetar las citas que haya hecho mención el autor (bien sea que apoyen o no, las opiniones del autor, según el caso).

La fuente y etilo recomendado es “Arial 12”

Bibliografía: Uriarte, J. M. (9 de Marzo de 2020). Caracteristicas.co. Recuperado el 14 de 5 de 2021, de <https://www.caracteristicas.co/ensayo-cientifico/>

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

La Información Geográfica es más dinámica e interdisciplinaria que nunca; ¿es bien manejada en la planeación y en el ordenamiento territorial en Colombia?

La tecnología ha revolucionado el manejo de la información geográfica en todo el mundo. Hace varios años la cartografía, limitada por la tecnología de la época, se especializó específicamente en la creación de mapas en papel, los cuales, aunque sí logran representar gráficamente los elementos concretos y abstractos contenidos en el mundo real, por ser modelos en papel, tienen una capacidad limitada para transmitir información y generan ciertas dificultades para su eficiente almacenamiento y su buena conservación física. Con el paso del tiempo y gracias a los evidentes avances de la tecnología, hoy en día los mapas, o los modelos de datos geográficos que representan la realidad, son en su mayoría digitales y tienen la capacidad de transmitir mucha más información multitemática de manera simultánea.

Esta transición de la Cartografía Tradicional a la Cartografía Digital es en gran parte consecuencia de la constante evolución de las técnicas y tecnologías para la toma de la información geográfica, así como del desarrollo e implementación de Bases de Datos Geográficas y de Sistemas de Información Geográfica – SIG, que son definidos como conjuntos de herramientas, procesos, hardwares, y softwares, que surgen por la necesidad de almacenar, manipular y actualizar grandes cantidades de información geográfica digital de manera eficiente, ágil, colaborativa y precisa.

En Colombia, si bien existen entidades y mecanismos dirigidos al manejo de los datos espaciales nacionales, es válido cuestionarse si la adaptación del país a la cartografía digital ha sido la adecuada, en especial considerando la gran cantidad de información cartográfica que se puede generar en un país tan extenso.

Con todo lo anterior en mente, es válido afirmar que implementar SIG en las entidades territoriales públicas de Colombia puede optimizar y mejorar de gran manera los procesos de planeación, manejo y control territorial colombiano, a distintas escalas y desde distintos enfoques multidisciplinarios, a fin de promover la resolución de conflictos espaciales, territoriales y ambientales, la conservación del territorio, y hacer de la Información Geográfica un instrumento fundamental en la toma de decisiones.

La tesis anterior, surge al analizar el contenido del Módulo 3 del Diplomado en SIG ofrecido por la Universidad Militar Nueva Granada, en el cual, se hizo un recuento de los múltiples componentes multidisciplinarios que conforman los planes de Ordenamiento Territorial - POT - en Colombia, esto con base en el marco normativo vigente para tal fin y haciendo énfasis además en las posibles aplicaciones de los SIG en la formulación de estos documentos, dada la gran cantidad de información geográfica que compone estos documentos técnicos.

Para defender la tesis, se hará primero énfasis en los Planes de Ordenamiento Territorial en Colombia, se empezará por dar un contexto sobre los beneficios del uso de los SIG, los tipos de información geográfica contenida en los POT en Colombia, y se justificará cómo los SIG pueden apoyar esa función de manejo y ordenamiento territorial. Luego, se ilustrará la situación del uso de SIG por

instituciones públicas colombianas a distintas escalas; y se terminará listando algunos de los beneficios del buen manejo de la información geográfica y la implementación de los softwares SIG en los análisis espaciales. Lo anterior se hará con base a las discusiones del Diplomado ofertado por la Universidad Militar Nueva Granada y a fuentes bibliográficas.

Los SIG y los Planes de Ordenamiento Territorial.

Varios autores coinciden en que los SIG ofrecen poderosas herramientas de análisis espacial, como por ejemplo, la sobreposición de los datos espaciales. Según, la ONU (2000), una de las principales características de los SIG corresponde a la capacidad de integrar fuentes heterogéneas de datos, bien sean cartográficos o temáticos, usando como único vínculo la ubicación geográfica. Lo anterior, hace referencia a la capacidad de los SIG de poder representar la información geográfica como capas gráficas multitemáticas, las cuales, de acuerdo con Alonso (2006) se pueden sobreponer para ser analizadas en conjunto e identificar así posibles relaciones entre ellas, crear nuevas capas de información, o bien, para verificar el cumplimiento de alguna normativa o restricción. ¿Cómo se aplica esto al Ordenamiento Territorial?

Con base en el Diplomado en SIG, se puede afirmar que los POT son mecanismos para la planificación física del territorio, en los cuales se maneja una gran cantidad de información geográfica multitemática, así como una gran cantidad de restricciones espaciales; esto es respaldado por autores como Morea y Huerta (2013), quienes definen los componentes básicos de la cartografía catastral en cinco componentes: cartografía Base, cartografía Rural, cartografía Urbana, Planeación y

Urbanismo. En síntesis, se puede afirmar que el mayor uso de la información geográfica que se da en un POT ocurre en los capítulos de Gestión del Suelo Rural, Gestión del Suelo Urbano, y Gestión del Riesgo de Desastre, ya que en estos capítulos, es posible encontrar varios mapas temáticos, como, por ejemplo: Usos de Suelo, Cobertura de Suelo, Elevación, Cuencas Hidrográficas, Equipamientos, Redes de Servicios Públicos, Redes Viales, Áreas de Protección, Rondas Hídricas, Áreas en Riesgo, entre otros.

Ahora, de las ideas anteriores, bien se puede inferir el primero de los beneficios de implementar los SIG para la gestión, el ordenamiento y la planeación territorial: Realizar un análisis conjunto de varias capas de información, es decir, un análisis interdisciplinario con base en toda la información geográfica contenida en los POT vista como capas, puede resultar en un mejor modelamiento de la realidad espacial, y, consecuentemente, en un mejor entendimiento del mundo real y de los fenómenos físicos, sociales, económicos, ambientales y urbanos que suceden en los territorios, con lo cual, se fomenta ultimadamente la toma objetiva de decisiones administrativas en los municipios para una adecuada proyección territorial, para gestionar la calidad de vida de los habitantes, y para garantizar el cumplimiento de las distintas normativas vigentes a escala local, regional o nacional; además, con estos análisis espaciales es posible desarrollar los distintos mecanismos para la Gestión del Riesgo de Desastres Naturales, algo fundamental para los Planes de Ordenamiento Territoriales de los Municipios, así como para ayudar en la toma de decisiones administrativas a los diferentes involucrados en el Sistema Nacional de Riesgo de Desastre

Con respecto a la Gestión del Riesgo de Desastres Naturales, durante el diplomado en SIG de la Universidad Militar Nueva Granada, se evidenció el uso de herramientas SIG para la generación de planes de acción frente a riesgos mitigables y no mitigables, relacionados con las amenazas por inundaciones, incendios o avenidas torrenciales. La obtención de resultados confiables usando las herramientas SIG, depende directamente de la calidad de los datos espaciales y temáticos disponibles, así como su buena resolución para realizar un análisis y modelamiento de buena calidad. Es de señalar que el desarrollo de estos planes de manejo de gestión del riesgo, se realizan en conjunto con análisis de susceptibilidad, de análisis de amenaza, vulnerabilidad, exposición y riesgo, elementos definidos por normativas como las Ley 1523 de 2012.

Cabe destacar que, según Alonso (2006), otros de los grandes beneficios de implementar los SIG en la gestión territorial a nivel mundial es dar mayor accesibilidad a las partes interesadas a información de interés pública, al catastro, a la evaluación de recursos, así como el hacer seguimiento a las consecuencias de determinadas acciones. Estas ventajas apoyan de gran manera la labor de control territorial que en Colombia realiza específicamente el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.

Como cierre de este inciso, bien puede concluirse que, los modelos SIG, se pueden hacer para representar cualquier tema deseado y a niveles tan detallados como el usuario quiera, siempre y cuando la calidad de la información disponible lo permita.

Ejemplos de SIG utilizados en entidades colombianas:

Son varias las entidades públicas colombianas que utilizan datos geográficos y que tienen portales SIG para el manejo de su información, por lo que se puede inferir que la cultura del manejo de la información geográfica en Colombia está siguiendo la misma tendencia mundial por la Información Geográfica Digital. De acuerdo con Franco (2016), en Colombia, a escala nacional existen aproximadamente 45 portales de información geográfica; a escala regional 17 portales, y a escala municipal más de 10 portales; además, cabe destacar que sólo para Bogotá se cuenta con más de 10 portales SIG.

A continuación, se listarán algunos de los portales SIG utilizados durante el desarrollo del Diplomado en SIG de la Universidad Militar Nueva Granada, para demostrar pragmáticamente los beneficios del buen manejo de la Información Geográfica:

A escala local, se utilizaron dos portales SIG: el primero denominado “Infraestructura de Datos Espaciales Para el Distrito Capital”, el cual como su nombre sugiere, almacena la información Geográfica de la Ciudad de Bogotá; el segundo portal utilizado fue el “Sistema de Información Geográfica de Tunja – Boyacá”.

En general, estos dos portales locales tienen como gran ventaja el fácil y práctico acceso a la información geográfica: ofrecen múltiple información de interés por capas, como por ejemplo, límites urbanos, vías, equipamientos, lugares de interés, usos de suelo, y geología, entre otros temas más. Estos geo-portales promueven que cualquier ciudadano puede hacer consultas espaciales multitemáticas de manera eficiente, como por ejemplo, consultas relacionadas al POT: se ingresan al

portal SIG los puntos de interés referenciados por coordenadas geográficas, y el sistema, retorna todas las condiciones urbanísticas a cumplir en ese punto con base en el POT y las normativas vigentes. Este tipo de manejo de la información geográfica contrasta con el uso tradicional de la cartografía de los municipios, en donde los mapas del POT son, en el mejor de los casos, encontrados en formato PDF, lo cual, puede quitar precisión a la hora de localizar los puntos de interés y dificulta los análisis espaciales por la incapacidad de sobre poner las capas de información.

A escala regional, se hizo uso de dos portales SIG; el primero denominado “Visor Geográfico de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC” y el segundo, “SIG del Quindío”. En ellos, se pudo encontrar información geográfica multitemática de cada departamento, que incluía: cartografía básica, información agropecuaria, ambiental, socioeconómica, turística, ordenamiento territorial, gestión del riesgo, puntos de interés, entre otras. De igual manera, estos portales facilitan de gran manera el manejo, el acceso, y el análisis de la información geográfica, con esto, se logra incentivar el buen manejo de la información geográfica en los departamentos de Colombia. Al igual que en los geo-portales locales, se permite la búsqueda con base en coordenadas.

A escala nacional, se utilizaron los Sistemas: SIAC (Sistema de Información Ambiental de Colombia) – SIPRA (Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria) y TREMARCTOS (Sistema de Alertas Tempranas en Biodiversidad). Estos portales SIG, manejan un amplio portafolio de información ambiental referenciada espacialmente y ofrecen herramientas de análisis enfocadas

a sus respectivas ramas de estudio, con lo cual, apoyan de gran manera la creación de Planes de Manejo Ambiental a nivel nacional para proyectos públicos y privados, los cuales, promueven consecuentemente la conservación ambiental del territorio y de la biodiversidad colombiana. Estas plataformas ambientales, permiten la formulación de otros mediante mecanismos de conservación como lo son los Estudios de Impacto Ambiental, los cuales son usados para determinar la huella del impacto de un proyecto sobre su entorno, y definir la debida compensación, corrección o mitigación necesaria para tal impacto. Estas plataformas también permiten hacer búsquedas por coordenadas.

Ahora, si bien los geo-portales trabajados a escala nacional se enfocan específicamente al manejo de información ambiental, es de resaltar que en la investigación de Franco (2016), se evidenció la existencia de numerosos portales SIG en Colombia con información disponible a escala nacional, existiendo algunos portales enfocados a temas tan variados y específicos como la distribución espacial del conflicto armado en Colombia, el estado de las vías nacionales en tiempo real, el Clima en tiempo real, la ubicación de los puntos de Wifi gratis a nivel nacional; siendo estas solo algunas entre muchas otras plataformas geográficas más. Esto confirma nuevamente que los SIG pueden ser enfocados a cualquier temática deseada, y, que visualizar la información de manera gráfica, ayuda al mejor entendimiento de los fenómenos del mundo, bien sean naturales, políticos, sociales, entre otros.

Finalmente, es necesario hablar sobre la entidad encargada de la cartografía básica y el catastro en Colombia: el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Esta

entidad, pone a disposición de los usuarios varios Geoportales para la realización de consultas espaciales en temas como agrología, consultas catastrales, consultas de planchas, consultas de líneas de vuelos de aerofotogrametría a blanco y negro, y un mapa de cubrimiento de imágenes satelitales PlanetScope adquiridas por el IGAC.

Cada geo portal cuenta con varias capas de distinta información temática; por ejemplo, el geoportal de Agrología, tiene a disposición de los usuarios tres mapas distintos: Clasificación de Tierras por Vocación de Uso, Clasificación de Tierras por Oferta Ambiental, Mapa de Conflictos de Uso del Terreno.

El poder realizar consultas geográficas abiertamente en todos los Geoportales mencionados en este inciso, son prueba del compromiso por el buen manejo de la información geográfica en las instituciones colombianas en los últimos años, y del propósito de maximizar su uso en un futuro próximo.

Sobre los Sistemas de Coordenadas en Colombia y los Geoportales.

Como se evidenció anteriormente y durante el desarrollo del Diplomado en SIG, la mayoría de los Geoportales utilizados permiten hacer búsquedas mediante coordenadas, lo cual, si bien es algo bueno, ya que optimiza el uso de las plataformas geográficas y permite realizar búsquedas espaciales mucho más precisas Sin embargo, se evidenció un margen de mejor, y es que, entre los distintos Geoportales no hay consistencia en los Sistemas de Proyección Cartográfica utilizados, por lo que un mismo par de coordenadas puede representar distintos puntos de la superficie terrestre en cada plataforma o geoportal. El hecho de que cada plataforma maneje un distinto tipo de Coordenadas; es algo que dificulta el

manejo colaborativo de la información georreferenciada, y que puede dar lugar a posibles errores en los análisis espaciales y ampliar las posibilidades de generar información de salida errónea.

Complementario a lo anterior, es válido señalar que los sistemas de coordenadas son construidos con base en Sistemas de Proyección Cartográfica, que se vinculan a su vez con un Marco y un Sistema de Referencia. Según el IGAC (2020), las Proyecciones Cartográficas son los distintos métodos usados para representar la superficie curva de la tierra sobre un plano, con base en modelos matemáticos, el Sistema de Referencia define la orientación de unos ejes coordinados $[X,Y,Z]$, y el Marco de Referencia es la materialización del sistema de referencia en terreno.

La problemática descrita sobre la inconsistencia entre sistemas de proyección de los Geoportales es consecuencia del manejo histórico de las coordenadas en Colombia. Históricamente, para Colombia es válido hablar de tres sistemas de proyección cartográficos usados en distintas épocas, y que evolucionaron dando respuesta a los avances tecnológicos a nivel mundial en cuanto a georreferenciación, para mejorar así los análisis geoespaciales en territorio nacional, y minimizar los posibles errores y la ambigüedad en la información, fomentando ultimadamente la interoperabilidad del país.

El primer sistema de proyección usado en Colombia correspondió al “Datum BOGOTA, Orígenes Gauss – Krüger”, el cual fue adoptado en 1941, y se construyó con base en la Proyección Cilíndrica Transversa de Mercator tipo Tangente; dividía el país en seis zonas geográficas con seis orígenes distintos con coordenadas 1'000.000 m N y 1'000.000 m E., esto debido a la gran área del país.

El segundo sistema de proyección definido para Colombia correspondió al “Datum MAGNA-SIRGAS - Orígenes Gauss – Krüger”, el cual fue adoptado oficialmente en 2011. Seguía dividiendo el país en las mismas seis zonas geográficas que el sistema anterior y su proyección se basaba en el mismo sistema Transverso de Mercator de Tipo Tangente, pero, este segundo sistema de proyección se vincula a MAGNA-SIRGAS. “SIRGAS”, significa Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, el cual es construido con base al Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS); y “MAGNA”, refiere al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, referido como la densificación en Colombia del Sistema de Referencia SIRGAS.

Más recientemente, por medio de la Resolución 471 de 2020, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) adoptó para Colombia un nuevo Sistema de Proyección Cartográfico, el tercero, denominado “Datum MAGNA-SIRGAS – Origen único Nacional”. Como su denominación indica, se reemplazan los seis orígenes de los sistemas de proyección antiguos por un único origen de coordenadas, denominado Origen Nacional, que reemplaza el antiguo sistema de proyección de seis orígenes. El Origen único nacional se ubica en el Departamento del Meta, cerca de Puerto López, y es un punto equidistante a cada extremo del territorio nacional, localizado exactamente en las coordenadas geográficas: Latitud 4° - Longitud -73°.

Son muchas las ventajas de tener un Único Origen para el nuevo sistema de proyección, a diferencia de los anteriores sistemas con seis orígenes. Según el IGAC (2020), el nuevo sistema de proyección avanza hacia la modernidad, buscando generar información geográfica completa, continua, actualizada y correcta, buscando ultimadamente facilitar el manejo de la información. Se

evidencia que la principal ventaja de un único origen radica en la integración de toda la información geográfica en una única base de datos, con un sistema cartográfico común, con coordenadas planas unificadas e inequívocas en todo el territorio.

Con el nuevo sistema de proyección geográfica se pretende agilizar y mejorar los análisis espaciales en Colombia; y es que, teniendo múltiples orígenes, se dificultaba el trabajo Inter operativo por la falta de continuidad entre regiones geográficas, y eran comunes errores por problemas como la ambigüedad en la información entre regiones geográficas. Si bien estos problemas se evidenciaron en el ejercicio de comparar los visores geográficos de las instituciones colombianas, el IGAC (2020) ejemplifica los problemas de ambigüedad en la información, con la cartografía de la ciudad de Medellín, la cual, en los sistemas de proyección de seis orígenes, tenía áreas urbanas con dos pares distintos de coordenadas ya que dicha zona se interceptaba con dos fajas distintas por lo que tenía coordenadas con respecto a dos orígenes distintos, lo cual generaba frecuentemente evidentes confusiones en el manejo de la información geográfica en una misma ciudad: era como hablar dos idiomas distintos para un mismo punto geográfico. Errores de este tipo logran solucionarse implementando el único origen nacional: ahora cada punto de la superficie colombiana tiene un único par de coordenadas.

Es de este inciso que puede concluirse que los Visores Geográficos disponibles para la información geográfica en Colombia tienen aún cierto margen de mejora, en el sentido de que se deberían programar todos los SIG con el Sistema de Proyección Cartográfico Origen Único Nacional, con lo cual, se logran mitigar errores de localización o ambigüedad de información, y se promueve ultimadamente

la interoperabilidad de la información geográfica del país, así como la realización de búsquedas y análisis interinstitucionales.

Otros beneficios del uso de los SIG.

Otros grandes beneficios para el manejo de la información geográfica discutidos y evidenciados en el Diplomado en SIG de la Universidad Militar Nueva Granada, corresponde a las poderosas y específicas herramientas de análisis que se han desarrollado en los Software SIG, así como al amplio desarrollo tecnológico en términos de toma de datos geográficos mediante sensores remotos o Satélites, algo que podría ser de gran utilidad sobre todo en el contexto geográfico colombiano, en donde la topografía es bastante accidentada y las áreas demasiado extensas.

Retomando, en cuanto al desarrollo de los Softwares SIG, es de destacar la existencia de varios softwares, algunos de licencia paga y otros de código libre. Ambos tipos de programa, permiten el desarrollo de análisis muy similares, y cuentan con herramientas bastante poderosas como la Interpolación y Extrapolación de Información, el Algebra de Mapas, la realización de Análisis Geoestadísticos, la Detección de Patrones, la Generación de rutas, y el análisis de relaciones topológicas entre los elementos geográficos presentes en el mundo real, siendo estas herramientas solo algunas entre muchas otras más, las cuales, de ser utilizadas de manera conjunta, potencializan de sobremanera los análisis espaciales y la generación de nuevos productos cartográficos. Aun así, es de resaltar, que una de las potenciales desventajas del uso de Software SIG identificadas durante el desarrollo del Diplomado en SIG de la Universidad Militar Nueva Granada, radica en el no aprovechamiento de todas las herramientas disponibles.

Un claro ejemplo del uso de las varias y poderosas herramientas de los softwares SIG, corresponde específicamente al trabajo de modelamiento realizado durante el Desarrollo del Diplomado en SIG, en el que se usó el software ArcGIS, de la casa matriz ESRI, para el modelamiento de distintas cuencas hidrográficas y la generación de las redes de drenaje con orden de cuenca para la estimación de los parámetros morfológicos de la cuenca. Esta actividad se realizó con base en modelos digitales de elevación, haciendo uso de herramientas de las áreas área de “Hidrológica” y “Estadística” encontradas en el ArcToolBox del software trabajado. Cabe mencionar que con base al modelamiento morfológico de la cuenca, puede ser complementado con información adicional, como datos de estaciones pluviométricas dentro de la cuenca y las secciones transversales de las redes de flujo analizadas. Con el análisis conjunto de esos datos, bien se puede lograr la construcción de un sistema de alertas tempranas para complementar la Gestión del Riesgo de Desastre en el área de influencia de las cuencas analizadas.

Otros beneficios del uso de los SIG, dirigidos a los ámbitos público y privados, son expuestos por autores como Baxendale, et al. (2018), quienes han definido varias aplicaciones avanzadas de los softwares SIG y han desarrollado numerosas metodologías enfocadas específicamente a la realización de “Diagnósticos Territoriales y a la toma de decisiones Geo Ambientales”, siendo este concepto el nombre de la publicación. Dicha investigación, se compone de tres partes y veinte capítulos. Algunos de los capítulos destacados de la investigación de Baxendale, et al. (2018), se listan a continuación:

- Determinación de Desigualdades Sociales Intraurbanas: Dimensionamiento de la pobreza, la educación, la seguridad ciudadana, la igualdad de género, entre otras.
- Caracterización con SIG de la calidad del ambiente atmosférico urbano mediante indicadores de polución.
- Análisis espacial de percepción ciudadana a externalidades negativas.
- Modelos de localización óptima y planificación territorial.
- Localización óptima de centros de salud basados en la necesidad social.
- Identificación de localizaciones orientadas hacia el mercado, en entornos comerciales competitivos.
- Determinación de lugares aptos para la asignación de un uso de suelo.

Para cada capítulo de los mencionados anteriormente, así como en todos los veinte capítulos del libro, Baxendale, et al. (2018), presentan las preguntas que se pueden responder mediante la aplicación de cada metodología específica, las variables que pueden intervenir, y ofrece ejercicios prácticos para la aplicación pragmática de los temas abarcados; por lo anterior se considera esta referencia como una completa fuente bibliográfica para el estudio de los SIG y el entendimiento o dimensionamiento de su amplio alcance, también, logra exponer la importancia de los análisis espaciales dentro de la toma de decisiones multidisciplinarias. El libro es además, da evidencia del gran campo de acción de los SIG, como bien se ha demostrado a lo largo del presente escrito.

Finalmente, a modo de conclusión y con base en todo lo anterior, es correcto afirmar en primer lugar que el desarrollo de la tecnología ha potenciado de gran manera las capacidades de los SIG de analizar simultáneamente varias capas de información multitemática mediante la superposición de capas de información vinculada entre sí por su componente geográfica, por lo que, implementar SIG en entidades territoriales sí puede apoyar inmensamente el buen manejo de la gran cantidad de información geográfica que se genera en los entes territoriales para la gestión, el ordenamiento y la planeación del territorio en Colombia

El desarrollo de la tecnología ha potenciado además las herramientas de los Software SIG; además de ser numerosas herramientas bastante poderosas y especializadas en el manejo de datos digitales georreferenciados, promueven de sobremanera el trabajo colaborativo y fomenta los análisis espaciales desde varias perspectivas disciplinarias, como por ejemplo ambientales, sociales y económicas, entre otras muchas.

En Colombia actualmente existen varios geo-portales abiertos al público, a escala local, regional y nacional; cada uno enfocado a temáticas específicas. ¿Es bien manejada la información geográfica en Colombia? En general podría decirse que sí existe un buen manejo de la información geográfica, y además, se puede afirmar que se va por un buen camino para su máximo aprovechamiento en el futuro cercano, ejemplo de esto es la gran cantidad de Geoportales existentes exclusivamente para el manejo de información geográfica en Colombia, y la reciente implementación de un nuevo Sistema de Proyección Cartográfico que soluciona antiguas problemáticas como la ambigüedad o redundancia de la información

geográfica en el territorio. Haciendo uso de los varios portales mencionados y descritos, se identificó además el gran papel que juega el manejo de la información ambiental para la realización de distintas obras o actividades que generan impactos ambientales, aunque, se evidenció también, la amplia gama temática que puede vincularse geográficamente al espacio.

Aun con los anteriores puntos a favor, tampoco se puede negar que aún existe un amplio margen de mejora, como por ejemplo, en la unificación de todos los Sistemas de Coordenadas usados en los Geoportales con el Origen Único Nacional, así como la creación de plataformas interinstitucionales que fomenten aún más los análisis interdisciplinarios y fomenten el uso de SIG en todos los municipios colombianos, más allá de las ciudades principales. También es importante la periódica actualización de la información, la cual, se puede complementar de sobremanera implementando sensores remotos, algo beneficioso en las características geográficas colombianas.

Cabe advertir, sin embargo, que el estudio de los SIG es mucho más que el manejo de uno o varios softwares, y en definitiva, va mucho más allá de lo abarcado en este texto, al ser una ciencia en constante evolución, debe ser también una ciencia en constante estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, F. (2006). *Sistemas de Información Geográfica*. Universidad de Murcia. Disponible en: <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>

Baxendale, C. et al. (2018). *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en Diagnósticos Territoriales y Decisiones Geoambientales* (2 ed.). Bogotá: Ediciones de la U. Disponible en: <http://www.ebooks7-24.com.ezproxy.umng.edu.co/?il=8002&pg=2>

Franco, R. (2016) *Geoportales y visores geográficos en Colombia*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Disponible en: https://mixdyr.files.wordpress.com/2016/03/rodolfo-franco-geoportales-y-visores-geograficos-en-colombia_v1-61.pdf

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). *ABC Nueva Proyección Cartográfica Origen Nacional*. Extraído mayo 27, 2021, desde https://origen.igac.gov.co/docs/ABC_Nueva_Proyeccion_Cartografica_Colombia.pdf.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) *Sobre las Coordenadas en Colombia*. Extraído mayo 27 de 2021. <https://origen.igac.gov.co/>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) *Geoportal*. Extraído julio 27 de 2021. <https://geoportal.igac.gov.co/>

Morea, M. & Huerta, J. (2013) *Sistemas de Información Geográfica*. Quito.

Organización de Naciones Unidas. (2000) *Manual de Sistemas de Información Geográfica y Cartografía Digital*. Nueva York. Recuperado de:
https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_79S.pdf

**FORMATO DE EVALUACIÓN DEL ENSAYO COMO TRABAJO FINAL DEL
DIPLOMADO**

VARIABLE	CONCEPTO	Excelente 5	Muy Bueno 4	Bueno 3	Regular 2	Deficiente 1
PERTINENCIA DEL TEMA Y TÍTULO DEL ENSAYO	El tema guarda coherencia con los conceptos vistos en el diplomado					
	El título es concreto, preciso y guarda relación con el tema desarrollado					
INTRODUCCIÓN	Incluye la presentación del tema, la tesis y la organización del ensayo					
CUERPO	Desarrolla adecuadamente los argumentos que sustentan la tesis					
	La estructura teórica del tema abordado es sólida y suficiente					
	Existe claridad y coherencia en la organización de las ideas					
CONCLUSIÓN	Recoge y resume adecuadamente los argumentos que utilizó en el texto					
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Consulta autores actuales y pertinentes para el tema tratado					
	Utiliza adecuadamente la norma APA para citas y referencias					
ASPECTOS FORMALES	Redacción, ortografía y presentación					

NOTA FINAL _____

NOMBRE DEL DOCENTE _____

FIRMA DEL DOCENTE _____

FECHA DE LA REVISIÓN _____