

SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA APLICADOS A LAS REDES DE
DISTRIBUCCION DE SANEAMIENTO BASICO PARA REDUCIR LAS NECESIDADES
BÁSICAS Y AUMENTAR EL DESARROLLO DE LA POBLACIÓN.

POR

OMAR STIVEN CAMACHO CORTES

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PAMPLONA

2019

SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA APLICADOS A LAS REDES DE
DISTRIBUCCION DE SANEAMIENTO BASICO PARA REDUCIR LAS NECESIDADES
BÁSICAS Y AUMENTAR EL DESARROLLO DE LA POBLACIÓN

POR

OMAR STIVEN CAMACHO CORTES

Presentación de trabajo de grado como requisito para obtener el título de Ingeniero
Ambiental

Director

ING. DIEGO SÁNCHEZ TAPIERO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
PAMPLONA

2019

Con profunda humildad, a todos y todas aquellos y aquellas que batallan incansablemente porque otro mundo sea posible.

“Animales bosques y aguas gritan, no es un pedazo de la tierra si no por completo. A favor de los pobres y contra de la pobreza debe ser inducida a la tierra y todos los ecosistemas. La Tierra es el gran pobre que debe ser liberado junto a sus hijos condenados.” (Leonardo Boff)

AGRADECIMIENTOS

Es de gran orgullo satisfacción y alegría el culminar un proceso con éxito, que ha llegado a su fin, tras esfuerzos constantes de disciplina, educación y responsabilidad. Es de resaltar cuya labor de todos los docentes que durante este proceso hicieron parte en mi educación de una u otra manera.

En primera medida agradezco al todo poderoso Dios, el cual me ha permitido de forma vertiginosa, formar parte de este proceso de formación.

A mis padres que son el motor de apoyo, seguridad y afianzamiento para que yo busque mejores alternativas y opciones en alcanzar mis sueños

A mi familia por su amor y constante impulso desde el comienzo hasta el fin de mi proceso de formación universitario.

A mis compañeros el cual están culminando esta etapa igualmente y también aquellos que hicieron parte de una u otra manera este proceso.

A los docentes del diplomado de sistemas de información geográfica el cual me impartieron el conocimiento final para organización de mi trabajo de grado.

Al programa de Ingeniería Ambiental, docentes y director de programa por el empeño que le imparten para que este sea cada día mejor.

Finalmente, a la gran y honorable Universidad de Pamplona por darme la oportunidad de formarme académicamente como Ingeniero.

DEDICATORIA

“Mira los esfuerzos que te envió para que seas valiente, no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios será contigo en donde quiera que fueres” Josué 1:9

Dedico esta monografía a todas aquellas personas que me han brindado su apoyo condicional e incondicionalmente para alcanzar el éxito en mis actividades personales y profesionales. Mi más sincera gratitud.

A mi madre Otilia Cortes, el cual desde mi niñez me ha inculcado valores el cual me ayudan y me fortalecen para ser una mejor persona, siempre dando lo mejor de mí con una constante disciplina.

A mi padre Omar Camacho Cerquera, que siempre ha enseñado el valor la educación, sacrificando en gran parte de su vida por mí, a seguir adelante sin importar las adversidades.

A dios todo poderoso por su infinita labor de la vida, y amor el cual me permitió llegar a este momento y dar por culminado mi trabajo de graduación.

TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVOS	13
<i>General</i>	13
<i>Específicos</i>	13
CAPÍTULO 1	14
<i>Historia de un SIG</i>	14
<i>Los comienzos del SIG</i>	14
<i>Orígenes</i>	14
<i>Desarrollo de los SIG's como disciplina</i>	15
<i>Desarrollo de la tecnología</i>	15
<i>Desarrollo de los datos</i>	16
<i>Importancia de los SIG's</i>	18
<i>El desarrollo de las formulaciones y técnicas</i>	19
<i>SIG como integradores</i>	19
<i>SIG's como integradores de información</i>	19
<i>SIG's como integradores de tecnología</i>	20
<i>SIG's como integradores de personas</i>	20
<i>SIG's como integradoras de teorías y fundamentos</i>	22
CAPÍTULO 2	23
<i>Razones que los SIG's. pueden interpretar</i>	23
<i>Fuentes principales de datos espaciales</i>	23
<i>Datos digitales y datos analógicos</i>	24

<i>Teledetección.</i>	25
<i>Imágenes georreferenciadas.</i>	26
<i>Fusiones</i>	26
<i>Combinaciones de bandas y realces</i>	27
<i>Mosaico pseudo color natural</i>	27
<i>Sensores y plataformas.</i>	27
<i>Sensores.</i>	28
<i>Radar.</i>	29
CAPITULO 3	30
<i>¿Qué podemos hacer con un SIG?</i>	30
<i>Preámbulo.</i>	30
<i>¿Qué es el análisis espacial?</i>	31
<i>Tipos de análisis espacial.</i>	31
<i>Consulta espacial.</i>	31
<i>Análisis Topológico.</i>	32
<i>Medición.</i>	33
<i>Combinación.</i>	33
<i>Transformaciones.</i>	34
<i>Análisis de superficies.</i>	35
<i>Geo morfometría y análisis del terreno</i>	35
<i>El modelo digital de elevaciones.</i>	35
<i>Preparación y creación de un MDE.</i>	36

<i>Creación del MDE</i>	36
<i>Preparación del MDE</i>	37
<i>Modelos matemáticos locales MDE</i>	38
CAPITULO 4	40
<i>Reglamento técnico de agua del sector de saneamiento básico</i>	40
<i>Resolución 0844 de 08 de noviembre de 2018</i>	40
<i>Resolución No 0330 de 08 de junio de 2017</i>	41
<i>Guía Ras</i>	41
<i>Anterior reglamentación a la resolución 0330 del año 2017 para el sector de saneamiento básico (RAS)</i>	42
CAPITULO 5	43
<i>Sistemas de alcantarillado y drenajes</i>	43
<i>Localización de las redes de alcantarillado teniendo consideraciones técnicas de la normatividad 0330 del 2017</i>	43
<i>Flujo de las tuberías de agua</i>	45
<i>Tuberías para los Sistemas de Alcantarillado y Drenajes</i>	45
<i>Tubo de asbesto</i>	46
<i>Tubo de concreto</i>	46
<i>Accesorios para los sistemas de agua</i>	46
<i>Válvulas</i>	47
<i>Medidores</i>	47
<i>Hidrantes</i>	47

<i>Accesorios para alcantarillas</i>	47
<i>Clasificación de los pozos</i>	48
<i>Pozos de visita</i>	48
<i>Pozos de caída</i>	48
<i>Pozos de tormenta</i>	48
<i>Vertederos de derivación</i>	48
<i>Sifones invertidos</i>	49
<i>Bocas de salida</i>	49
<i>Tipos de Sistema</i>	49
<i>Sistema separado</i>	49
<i>Sistema combinado</i>	49
<i>Sistema semi-combinado</i>	49
<i>Aplicación del SIG a las redes de alcantarillado</i>	49
<i>Implementación de fase gráfica</i>	50
<i>Definir respuestas</i>	50
<i>Aerofotografías</i>	51
<i>Los sistemas de información geográfica aplicados</i>	51
<i>Ventajas y beneficios funcionales de la aplicación de los SIG's con antecedentes</i> <i>verídicos de empresas que lo avalan</i>	60
<i>ventajas</i>	60
<i>Beneficios funcionales</i>	61

<i>Inconvenientes generales presentados por el manejo de las redes de saneamiento básico.....</i>	<i>62</i>
<i>Alternativas de resolver las problemáticas anteriores teniendo en cuenta los SIG's ..</i>	<i>62</i>
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES GENERADAS POR EL USO DE LOS SIG'S	
REDACTADAS POR PROYECTOS.	64
REFERENCIAS.....	66

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Representación digital de un SYMAP sobre un mapa.....	17
Ilustración 2 Descripción tridimensional creada con SYMVU	17
Ilustración 3 Artística de un satélite GOES de la serie SMS en órbita	19
Ilustración 4 Correlación del internet con los SIG.....	22
Ilustración 5 Huella digital	24
Ilustración 6 Esquema de un sistema de teledetección.....	26
Ilustración 7 Proceso y análisis de datos en tiempo real	28
Ilustración 8 Sensores remoto.....	29
Ilustración 9 Tipo de un modelo del World Trade Center creado sobre datos LiDAR30	
Ilustración 10 Traslado de un sistema de coordenadas a otro.....	34
Ilustración 11 Modelo de elevación digital correspondiente a una red de tuberías de saneamiento básico	36
Ilustración 12 Modelos de procesos	39
Ilustración 13 Modelos de radiación	39
Ilustración 14 Modelos de procesos en unas cuencas hidrográficas	40
Ilustración 15 Mapa georreferenciados de plantas operativas en el país.....	52
Ilustración 16 Entrada de datos espaciales por medio de ArcGIS	53
Ilustración 17 Entradas de datos por medio de tablas de Excel.....	54
Ilustración 18 Tabla de atributos determinando la continuidad de la red trazada.....	54
Ilustración 19 modelo digital de elevación y consulta de datos espaciales.	55
Ilustración 20 Función de salidas de datos en modo gráficamente.....	56
Ilustración 21 Función salida de datos en modo de exportar mapas.....	56
Ilustración 22 Modelo de capas para encadenar información en los SIG's.....	57

Ilustración 23 localización de polígonos en una determinada red	58
Ilustración 24 Superposición de lotes sobre la red del alcantarillado.	59
Ilustración 25 representación conceptual del estudio de la vulnerabilidad	59

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se hace una descripción sobre la aplicabilidad de los sistemas de información geográfica. En los cuales se ve la aplicabilidad en el servicio del saneamiento básico. Debido al incremento poblacional y necesidades básicas, hace necesario de dicho servicio. Por tal motivo en el presente trabajo se hace la relación de la aplicabilidad de los sistemas de información geográfica con los sistemas de redes distribución de saneamiento básico.

Para la realización de tareas como recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales se hace necesario el desarrollo de redes de alcantarillados teniendo en cuenta valores de diseño.

En cuanto al proceso metodológico del presente se hace un trabajo de investigación teórica, relaciones y aplicación en parte de diseño y simulación de las redes de alcantarillado posteriormente. Según se podrá analizar el desarrollo de los capítulos se comienza a entender los motivos o circunstancias sobre la importancia de la aplicabilidad de los SIG.

De tal modo, dichos planteamientos inician a partir de necesidades de aplicación digital para aumentar la optimización de los sistemas efectuados en las redes de distribución como pueden ser, coordenadas, digitalización y elaboración de procesos entre otros.

DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

En Colombia existe fuentes de aguas domesticas en abundancia, dado el caso se requiere transporte y evacuación para este. Para el desarrollo de la población es suma importancia que el ente gubernamental preste los medios para el transporte, en algunos casos los encargados son empresas privadas, pero teniendo en cuenta el factor población cabe resaltar que hay

municipios que aún no tienen estas soluciones provocando muchos factores. Ya que no cuentan con las capacidades técnicas, operativas y financieras para la evacuación.

Las enfermedades humanas, como pueden ser diarreicas agudas, salmonelosis, fiebres, tifoideas, entre otras. Instauran un gran porcentaje de problemática a la salud humana, generadas por el estancamiento de las aguas usadas, por lo que se hace necesario planteamiento frente a estos problemas.

Se hace necesaria la ejecución del sistema de alcantarillado por la gran población que habita actualmente y seguramente una gran población proyectada, se busca que las condiciones de la red de saneamiento básico evacuen la totalidad del agua generada por la población satisfaciendo las necesidades y generando desarrollo.

OBJETIVOS

General

Elaborar una descripción sobre la aplicabilidad de los sistemas de información geográfica, como medios para el desarrollo de las redes de alcantarillados.

Específicos

Describir la trascendencia de las redes de alcantarillados como componente principal en la evolución de la población de Colombia.

Llevar a cabo una memoria descriptiva de los SIG's, el cual relacione los sistemas de información geográfico con el diseño de redes de alcantarillado.

Hacer revisión de normativas vigentes en los ajustes de diseño, y alcance a la población mediante la aplicación de los SIG.

CAPÍTULO 1

Historia de un SIG

En primera medida es conveniente estudiar los SIG y sus elementos constituyentes es importante entender como se ha llegado hasta la actual situación después de diferentes direcciones, evolución y desarrollo de los SIG's. el desarrollo que los sistemas de información geográfico soportaron desde su aparición hasta la actualidad es muy grande. La constante revolución tecnológica y las capacidades del desarrollo de los SIG's en el ámbito de las ciencias el cual se benefician, contribuyen de una u otra manera a reformar la disciplina y hacer énfasis en la incorporación de nuevos elementos. Estos elementos son principalmente, la necesidad ante el aumento de las informaciones geográfica y la gestión con su respectivo uso eficiente y óptimo de la misma como también la aparición de las primeras tecnologías. Teniendo en cuenta lo anterior estos elementos o factores son los que aun en la actualidad han seguido impulsando el desarrollo de los sistemas de información geográfica.

Los comienzos del SIG

Según (Esri, 2019) "El campo de los (SIG's) comienza en la década del 60', Michael Goodchild y su centro nacional para la información geográfica, análisis y formalizan la indagación en temáticas de ciencias de información geográfica claves, tales como análisis espacial." Estos esfuerzos promovieron una revolución cuantitativa en el mundo de las ciencias geográficas y colocaron las bases SIG.

Orígenes

(Waldo Tobler en 1959) "definió los principios de un sistema denominado NIMO con la finalidad de aplicar los ordenadores al campo de la cartografía, estableciendo los principios básicos para crear de datos geográficos, codificación, análisis y representación dentro de un sistema informatizado."

Roger Tomlinson inició los primeros trabajos, desarrollo y planifico los sistemas de información geográfica en Canadá dio los resultados de lo que se llamaría el primer SIG del mundo en el año 1963.

Desarrollo de los SIG's como disciplina

En primera medida las combinaciones de elementos cartográficos cuantitativos entrelazados con tecnología de esa misma época se denominaban un SIG. En los ámbitos propios de geógrafos y cartógrafos que intentaban entrelazar sus sapiencias y requerimientos a nuevas tecnologías de la época. Desde luego después de los orígenes de los SIG's han cambiado de manera significativa y se han incorporado de forma exponencialmente nuevas disciplinas la cual su aportación puede ser incluso superior a los cartógrafos y geógrafos.

Desarrollo de la tecnología

La tecnología en la que se fundamenta los SIG's es primordial para conocer todo lo relacionado con ellos especialmente su avance a lo largo del tiempo, principalmente los SIG's eran remotamente del uso humano. El desarrollo general de la tecnología inquieta los elementos del software ejecutados sobre ellos, teniendo que los grandes equipos de cómputo se trasladan a los equipos de cómputo el cual su uso es personal y los programas como los sistemas de información geográfica también realizan la transición de una a otra plataforma. En algunas ocasiones se requiere hasta el desarrollo mismo de los SIG's para ello es necesario tener en cuenta los mecanismos principales del progreso informático con gran influencia en el campo de los SIG's dado a su desarrollo.

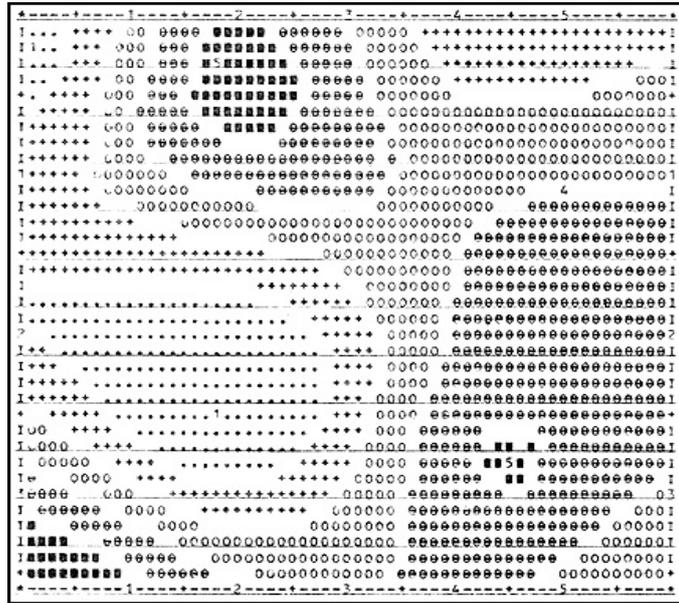
Procesos de la evolución tecnológica: gráficos de salida, control y almacenamiento de datos, datos de entrada.

A finales de la década de los 80', la tarea principal podía llevar a cabo en equipos personales de bajo presupuesto, como lo fue y pudo ser la elaboración y análisis cartográficos.

Desarrollo de los datos

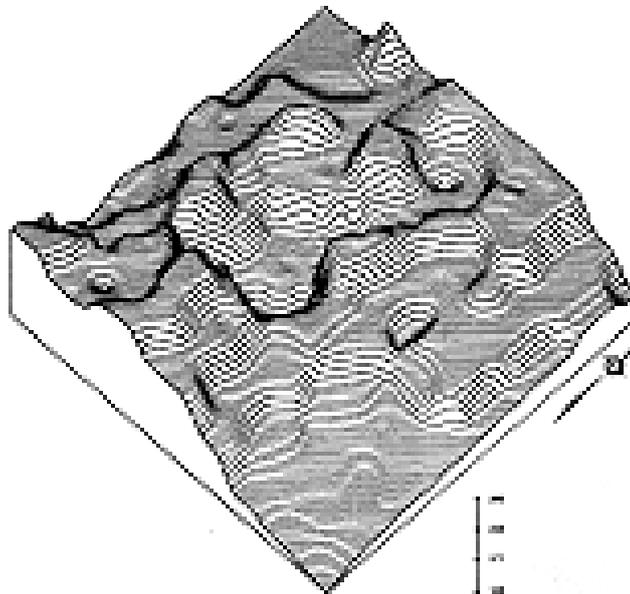
En la década del 60 por el año 1964 los laboratorios Synagraphic Mapping Technique (SYMAP), crearon la primera aplicación el cual me admitía la entrada en forma de puntos, líneas y áreas. La ilustración 1 me determina un mapa generado a partir de herramientas de los (SYMAP). Tiempo después surge nuevas herramientas como lo fueron los SYMVU, estos tenían cabida tridimensionalmente como lo podemos apreciar en la ilustración 2, o CALIFORM con métodos nuevos de representación y reproducción de resultados impresos. Un par de años más tarde el autor *David Sinton* desarrollaría los GRID, su función me permitiría guardar o almacenar información en modo de cuadrículas, este fue un paso para dar inicio a la información de datos de tipo ráster. Este dio origen a los IMGRID (Interactive Manipulation GRID).

Ilustración 1 Representación digital de un SYMAP sobre un mapa



Fuente: (Olaya, 2014)

Ilustración 2 Descripción tridimensional creada con SYMVU



(Olaya, 2014)

Importancia de los SIG's

La relación entre el dispositivo y el programa de manejo, denominados hardware y software respectivamente dentro de los SIG's, son los elementos más importantes para el funcionamiento de los SIG's. anteriormente los datos que se empleaban eran de cartográfica impresa, estos comprendían mapas escaneados y elemento digitalizados.

La necesidad de la obtención de imágenes a gran escala hizo posible la creación y formulación de los primeros satélites de observación encargados de la superficie terrestre este fue un desarrollo importante para los SIG's, para tener más conocimiento acerca de las zonas montañosas (pendientes), vegetación, recurso hídrico, climatología y meteorología, etc.

Instrumentos o equipos como el primer satélite el cual fue lanzado en 1960, este era de observación meteorológica denominado el *TIROS I*, Después fue en aumento lanzamientos de satélites. En 1975 y 1999, LANDSAT 2 y 7 respectivamente, en la ilustración 4 se puede apreciar una tipología de satélite de los primero que crearon.

Después del éxito de los satélites surge empresas dedicadas a la venta de imágenes en gran escala como lo fue SPOT que surgió en 1980, esta compañía se encargaba de la venta y comercialización de imágenes satelitales terrestres.

Ilustración 3 Artística de un satélite GOES de la serie SMS en órbita



Fuente: (McDowell)

El desarrollo de las formulaciones y técnicas.

Inicialmente la problemática de los fundadores de los SIG's era el perfeccionamiento de programas, implementación, almacenamientos y codificación de datos. Se utilizaba la cartografía cuantitativa el cual no era muy desarrollada, fue después que se implementan los primero SIG donde las necesidades de análisis y gestión de datos espaciales se supliera.

(McHarg 1969) “define los elementos básicos de la superposición y combinación de mapas, los cuales son los que se aplican en el análisis y también la visualización de capas de datos geográficos en un SIG.”

SIG como integradores.

SIG's como integradores de información.

La información que los SIG's manejan tiene una orientación desde diferentes tipos de perspectiva lo cual dependen de la relevancia que se le pueden dar y las características de estos mismo. La principal parte de la integración de los SIG, consisten conceptualmente en la información geográfica la cual se trabaja.

Muchos enfoques se establecen en diferentes disciplinas, pero aquí radica un problema el cual a veces no se encuentra un elemento común de coordinación y unión de toda la

información en un solo punto de vista, pero en otros métodos más bien prácticos pueden darse una mejor integración con la realidad basándose en las practicas.

En conclusión, se logra indicar que todas las disciplinadas están relacionadas de un modo u otro desde puntos de vista teóricos y resulta complicado desde un ámbito común de elaboración.

SIG's como integradores de tecnología.

se llegó a pensar que los SIG's son herramientas de utilidad informática y que la tecnología única que permanecía tras ellas, es la propia tecnología informática. Pero, "el papel integrador de los SIG's hacen que sea la herramienta más optima elegida para la gestión de resultados y elementos producidos por otras tecnologías muchas de las cuales se encuentran actualmente en pleno desarrollo." (Olaya, 2014)

El gran auge y su desarrollo en las diferentes disciplinas han traído mayores conocimientos sobre de la importancia de los sistemas de información geográfica como también las múltiples funciones que esta nos ofrece, la gran mayoría de tecnologías funcionales en la parte de los sig. se están concentrando en el gran beneficio de información espacial, conectadas de gran medida a un SIG para amplificar alcances y capacidades.

SIG's como integradores de personas.

En mayoría la gran parte de los fenómenos, eventos u objetos de estudios de las ciencias humanas y sociales se presentan en un ámbitos geográfico determinados y pueden ser georreferenciados en un espacio mediante un sistema de coordenadas espacio-temporal. En este contexto las tecnologías de información geográfica pueden mejorar notablemente las investigaciones científicas en estas disciplinas detonando otras perspectivas u oportunidades de conocimiento, formulando nuevas cuestiones, aplicando diferentes metodologías de

análisis y desarrollando nuevos datos que, sin el uso de estas, quizás permanecerían inexistentes.

(Madrid, 2012)

“las personas tienen su propio mapa del mundo, el del adulto no se parece al del niño. de ahí la dificultad de la comprensión mutua. Al hablar del mundo, cada cual tiene su propio mapa, su propia visión, su propia imagen”.

Ryszard Kapuscinsky (LAPIDARIUM IV, 2003)

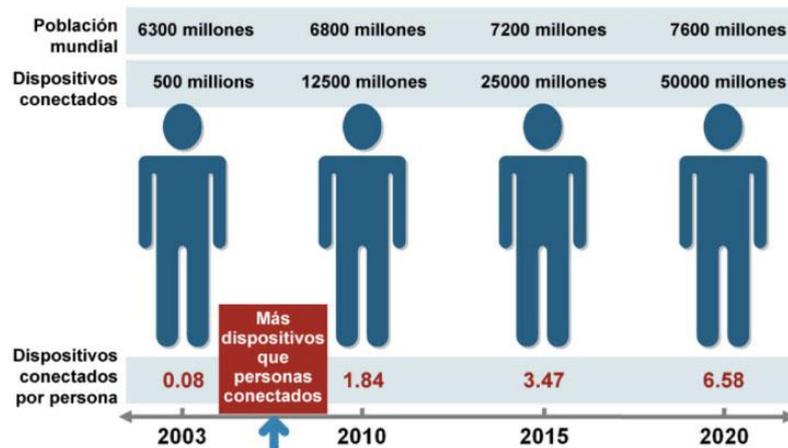
La integración de la representación espacial en las teorías y experiencias de las ciencias sociales surgieron por medio de avances de trabajos donde la toma de conceptos como ubicación, distancia, velocidad, etc...

La geografía humana influye un factor primordial a la interacción espacial, tanto en los estudios de las personas y el entorno que los rodea, como en los cálculos de áreas distintas de territorios, para cualquier enfoque las SIG ofrece oportunidades de correlaciones y asociaciones espaciales.

En los SIG's también se pueden encontrar aplicaciones con herramientas en modo de apoyo para la toma de decisiones en un ámbito político como lo pueden ser determinación de límites en municipios, veredas ciudades, países o continentes mediante mapas digitales, criminología en los casos cuando se requieren puntos precisos de la zona o georreferenciación para mayor exactitud sin pérdida de los investigadores, salud pública teniendo en cuenta las

zonas donde se pueden presentar epidemias es necesario hacer uso de los SIG's para tener en cuenta las zonas por donde está actualmente esta y evitar la propagación, los cuales concepciones como modelización espacial y análisis de estándares que interrelacionan fenómenos sociales en diferentes zonas.

Ilustración 4 Correlación del internet con los SIG



(Nertlfe, 2019)

SIG's como integradoras de teorías y fundamentos.

La gran historia se fundamenta en las bases de datos con gran heterogeneidad integrando los SIG's, para el fin de establecer modelos históricos y comparativos, entre procesos y sistemas, además de esto nos proporciona herramientas de geo visualización que ayudan a comprender las dinámicas. Actualmente los SIG's deben tener referencia como un sistema, ciencia. El cual los define no solamente en la fundamentación descriptiva y de soporte a sus elementos, sino que también entender las características fundamentales. Por esta razón muchas disciplinas participan interactivamente en el ámbito de los SIG's, ya que son primordiales en el estudio de los componentes como las tecnologías.

CAPÍTULO 2

Razones que los SIG's. pueden interpretar

Análisis de procesos progresivos a lo largo del tiempo de las redes del sistema, modo de organización espacial, modelos de contribución. Teniendo en cuenta las identificaciones de áreas el cual presentan mayor conectividad, e importancia de las diferentes zonas. Realizando análisis de funcionamiento y su producción histórica del sistema, comprobando sus diferentes datos espaciales, así como los métodos de las redes para asegurarse las vías correctas de transporte y evacuación. “El aporte de los SIG's a la marcha de proyectos, no solo se basa en esto, sino que también pueden llegar a modificar o ah contribuir la formación de nuevos trabajos de proyectos, se puede llegar a entender a los SIG's como la combinación de las ciencias, la geografía y la informática. Desde este punto de vista un SIG es una herramienta informática para ayudar al trabajo en un espacio geográfico.” (Madrid, 2012)

Fuentes principales de datos espaciales

Estos datos pueden presentarse de diversas formas y es prácticamente variado el contenido, existe una metodología la cual consiste en la recolección de datos estos pueden estar condicionado en la forma la cual los obtenemos y por ende el uso que le podemos dar dentro de un SIG, o los procesos que le podemos aplicar a este dato.

Inicialmente la información que se trabajaba dentro de un SIG, tenía o tienen un origen de modo mapa de papel, el cual este debía acoplarse para de este modo adaptarse a la tecnología actual. Los SIG empezaron a desarrollarse y con esto trajeron nuevos programas, pero era necesario los datos para poder utilizarlos, realmente los datos no se encontraban de forma digital por lo que era imposible usarlos dentro de un SIG, la digitalización de cartografía eran tareas básicas para que así un SIG las pudiera manejar. En dado caso la disponibilidad de

estos datos digitales era demasiado escasos, pero la tecnología ha ido evolucionando y ahora en día ya se encuentran datos en numerosas cantidades.

Ilustración 5 Huella digital



(Adictamente, 2014)

Datos digitales y datos analógicos

La principal necesidad desde la aparición de los SIG era la de utilizar los datos digitales, justamente esto requiere el uso valores numéricos y llegar a ellos de modo que la representemos o modelemos la realidad que se está presentando. Los datos geográficos de modo digital conllevan una gran ventaja con respecto a los datos análogos, además del hecho el cual podemos adicionarlos a nuestro SIG, comprender estas ventajas nos lleva a entender un poco el sistema de los SIG, y la relevancia que cobra en el manejo de los datos geográficos.

Sencillez de actualización: los medios digitales nos permiten la facilidad de que si cometemos un error estos se puedan corregir mediante herramientas como lo pueden ser las de editar, por ende, la cartografía digital es editable, lo cual esto nos puede simplificar mucho y ampliamente la introducción de cambios.

Facilidad de distribución: distribuir de manera análoga nos lleva tiempo, y un gran costo económicamente, pero con los datos digitales resulta más sencillo y disminuye los costos de

distribución cartográfica ya que esto se puede hacer rápidamente a través de nuestro navegador web.

Espacio de almacenamiento: precisamente era un factor limitante por que el acaparamiento definía la cantidad de información o datos que puedo guardar o almacenar, pero digitalmente el almacenamiento ha ido en aumento esto se hace por la necesidad que algunos datos o programas requieren mucho espacio, un soporte digital puede almacenar mucha información ocupando solo una parte del espacio físico.

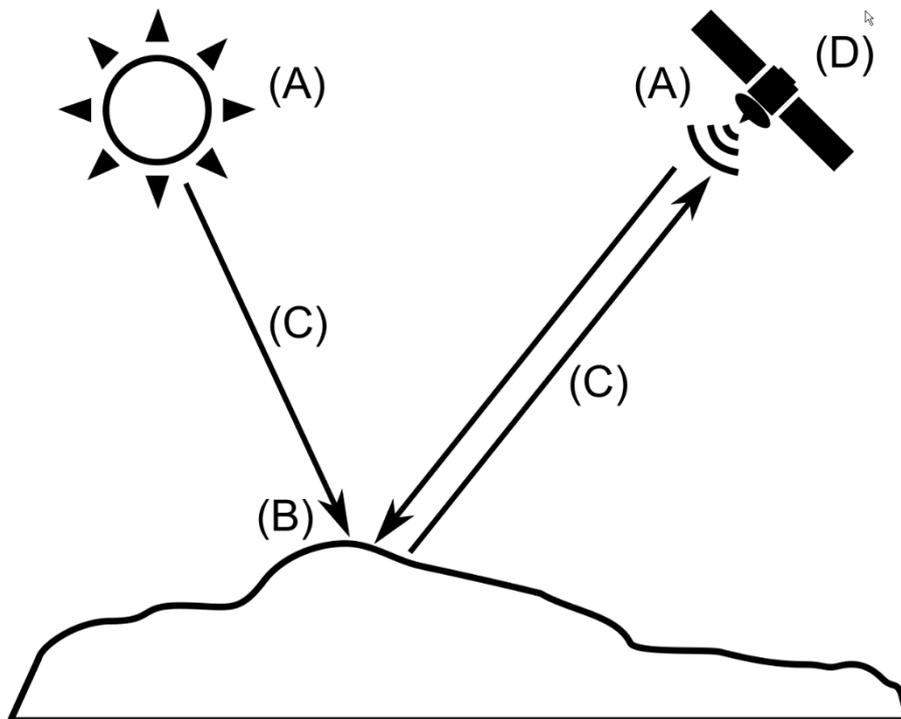
Precisión de análisis: se pueden hacer cosas con los datos digitales lo cual era imposible con los datos analógicos y más aún se pueden sistematizar análisis, asimismo la precisión es alta ya que depende únicamente de los datos y la precisión intrínseca de estos, pero no de la operación de análisis.

Facilidad de mantenimiento. El formato digital hace más factible su preservación, el soporte no degrada directamente la del dato en sí, las formas analógicas si lo hace (papel). Además, los datos digitales se pueden replicar con mucha facilidad por lo que su persistencia está garantizada en mayor medida.

Teledetección.

La teledetección fue en un determinado tiempo una fuente de datos con suma importancia para los SIG, pero este proceso se aplicaba mucho tiempo atrás, para el ámbito de la cartografía y el análisis espacial.

Ilustración 6 Esquema de un sistema de teledetección



(Olaya, 2014)

Las imágenes aéreas fueron de los primeros resultados de la teledetección, actualmente se encuentran muchas fuentes de imágenes, fotografías y datos espaciales dentro de un SIG. Algunos productos derivados que puedan resultar de interés para los proyectos de muchos usuarios.

Imágenes georreferenciadas.

A la mayoría de las imágenes se les asigna coordenadas correspondientes en el sistema de referencia geodésico, proyección UTM, huso correspondiente, para poder usarlas superponiendo capas de cartografía u otros sistemas de información.

Fusiones

Las imágenes que captura un mismo satélite, pueden ser fusionadas y formar una sola imagen con una excelente resolución espacial dentro de una imagen pancromática y aumento en la cantidad de bandas en una imagen multiespectral

Combinaciones de bandas y realces

La interpretación y visualización de una imagen se puede mejorar, se generan diferentes combinaciones de bandas que permiten añadir colores y se realzan para mejorar el contraste y el brillo.

Mosaico pseudo color natural

(Realizando uniones de todas las imágenes georreferenciadas, para esto hay que realizar una selección de bandas generando un equilibrio y un realce sobre todas las imágenes para igualar su aspecto de forma que se pueda visualizar la homogeneidad del mosaico.) (Ibero, 2012)

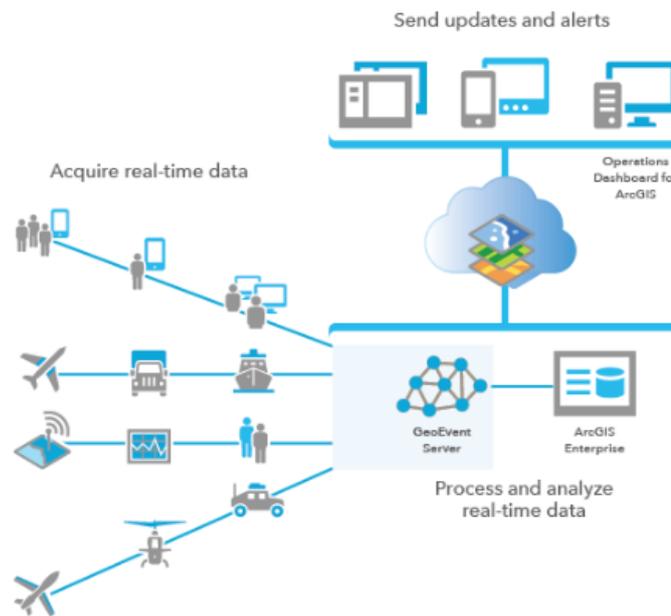
Sensores y plataformas.

Son principales elementos tecnológicos de la teledetección, las características de estos dos elementos definen las del sistema en su conjunto, así como las características de sus productos designados y la utilidad que estos pueden presentar.

Plataformas.

Este se puede definir como el transporte del sensor, lo cual me limita las condiciones de las mediciones realizadas por este. Ya que me puede definir una distancia a la cual el sensor se sitúa del elemento establecido (Capa terrestre), las plataformas con mayor uso son los aviones, para fotografías aéreas ha escalas pequeñas, en segundo orden son los satélites para imágenes satelitales con gran escala.

Ilustración 7 Proceso y análisis de datos en tiempo real



(Institute, 2019)

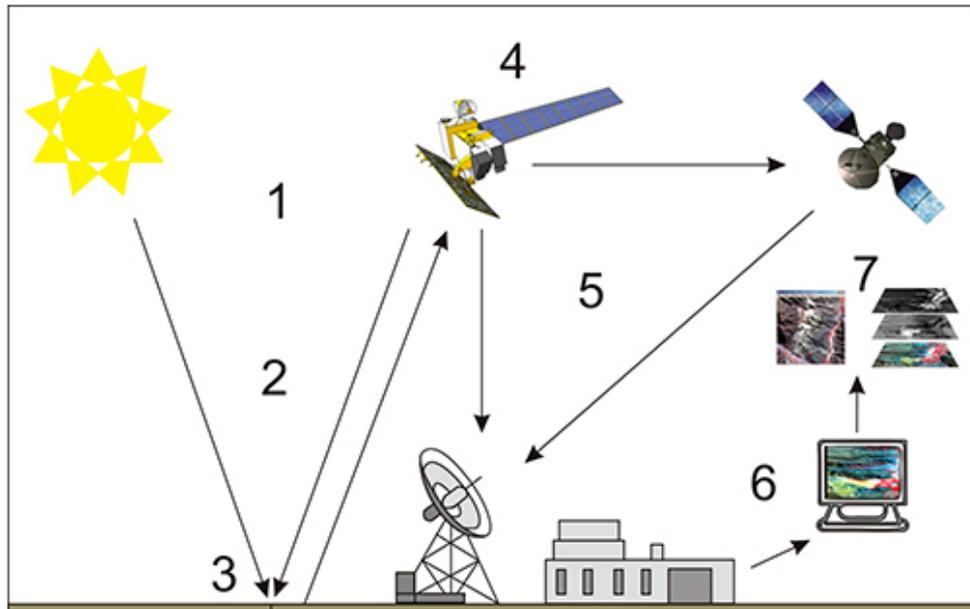
Sensores.

Son los encargados de inspeccionar la radiación electromagnética originaria de una zona de estudio y tomar las imágenes, existen diversos tipos de sensores activos y pasivos.

Activos. Exponen su conveniente radiación, lo cual no es necesario que tengan fuentes externas, no dependen de las condiciones atmosféricas o de los momentos de días.

Pasivos. Estos aprovechan la radiación existente en la naturaleza, principalmente la del sol, son limitados a obtener dichas radiaciones reflejadas por los elementos del medio.

Ilustración 8 Sensores remoto



(Segemar, 2018)

La duración y frecuencia de los vertimientos pueden estimarse a raíz de distintos tipos de sensores, los sensores de niveles son muy empleados en los sistemas de alcantarillado para monitorear los caudales vertidos, también son utilizados los sensores de temperaturas para mantener temperaturas bajas, equilibrando el estado de la tubería para así evitar las corrosiones por producción de gases.

(B. Russo, 2015)

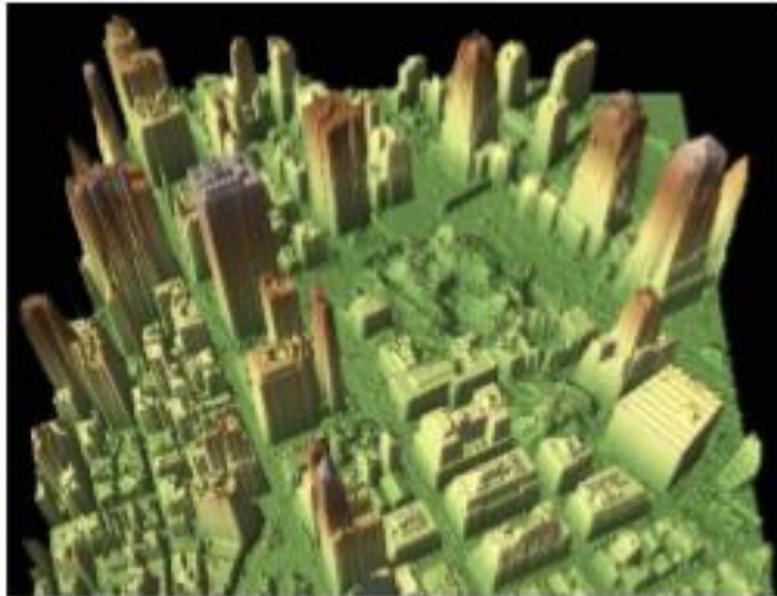
Radar.

“Muy complejo, es una tecnología muy importante dentro de los sensores, el cual el sensor envía pulsaciones de radio y subsiguientemente recoge estos mediante su intensidad y consiguiendo calcular también la distancia al objeto.” (Bertrand-Krajew, 2004)

El radar consiste en estudios lo cual requiere unos conocimientos de fundamentación teórica. Los radares son utilizables para monitorear en las redes de alcantarillado, verificar mediciones sobre las velocidades de los flujos permitidas.

Las técnicas más recientes pero similares a la del radar es el LIDAR, el cual emplea pulsos de láser, en la ilustración 10 se representa un modelo a partir de un Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging (LiDAR).

Ilustración 9 Tipo de un modelo del World Trade Center creado sobre datos LiDAR



(NOAA/U.S.ArmyJPSD, 2001)

CAPITULO 3

¿Qué podemos hacer con un SIG?

Preámbulo.

Las tareas principales para que el SIG alcance su verdadero significado a un análisis de datos espaciales, sumado con generación cartográfica. Por eso es que a través de ellos podemos sacar provecho de las fuentes de información. Lo primordial es entender cómo y cuantas formas hay para convertir información espacial en información sobre procesos dados, o como extraer valores o parámetros de utilidad a partir de información espacial relacionados

con nuestra área de estudio. Posiblemente existan procedimientos los cuales que no nos ofrecen soluciones algunas, pero de este modo nos puede acercar a patrones de soluciones.

¿Qué es el análisis espacial?

Los SIG's tienen unos procesos de buscar el análisis, en la información geográfica, moldes y relaciones entre sus características. (Mitchel, 2002)

Cuando consideramos a los SIG's como soluciones a todas las problemáticas generadas por el tema geográfico. Sin embargo, son de mucha utilidad la gran mayoría ya que están sujetos a instancias de mercado académico para la resolución de problemas geográficos. (DeMers, 2003)

En estos análisis podemos involucrar procesos de separación de sistemas en componentes o partes, el cual podamos entender su función, naturaleza, interrelación y proporción entre las partes del todo. El análisis a solucionar problemáticas mediante sistemas de ecuaciones lo categorizan como la reina de las ciencias en el ámbito matemático.

(Rogers, 1991)

Tipos de análisis espacial.

Cuando buscamos respuestas a preguntas mediante la realización de análisis de datos, concurren diferentes enfoques en la búsqueda de las resoluciones a las cuestiones planteadas en base a los datos espaciales, podemos abordar distintas maneras y formulación de clasificaciones de estas o procesos de los análisis espaciales.

Consulta espacial.

Es aplicado cuando se está trabajando con cartográficas básica, es un análisis de tipo básico y este nos brinda información inmediata a raíz de una base de datos.

Lo podemos aplicar en el sistema ArcGIS para la creación de modelos digitales de elevación como también para determinar los polígonos de Thiessen los cuales me facilitan el área que cada colector tiene de referencia.

Análisis Topológico.

Cuando realizamos búsquedas a capas con datos espaciales, pueden tener correlaciones en base por su localización y otros elementos que la misma capa contenga. Este tipo de consultas se aplica para saber, ¿cómo puedo llegar desde mi ubicación actual hasta una zona o lugar indicado?

Lo podemos aplicar cuando realizamos el trazado de la red en (CAD), posteriormente llevamos el plano a ArcGIS, se presentan usualmente algunos desfases en la unión de tuberías entonces se requiere de un análisis de topología para corregir estos errores.

Reglas para la corrección de los análisis topológicos.

“Must not overlap: los requerimientos de esta regla no permiten la superposición de polígonos, los cuales pueden compartir vértices y ejes, esta regla se usa cuando el área no puede pertenecer a 2 o más polígonos.” (Esri, 2019)

“Must not intersect: Requiere que las formas de línea de la misma clase de ente no se crucen ni tampoco se superpongan entre sí, estas líneas pueden intervenir extremos, esta regla se aplica para líneas de medio que nunca se deben cruzar entre sí.” (Esri, 2019)

“(Esri, 2019)Must not have pseudo nodes: requiere que una línea se conecte al menos con 2 líneas en cada extremo, las líneas que no se conectan con otra línea se dice que tienen pseudonodos. Esta regla se aplica donde las entidades de las líneas deben formar bucles cerrados, como cuando se define los límites de los polígonos.”

“Must not self overlap: requiere que las entidades de la línea no se superpongan entre sí, pueden tocarse o cruzarse, pero no deben poseer segmentos coincidentes. Esta regla es

aplicada para las entidades como las calles donde los segmentos se podrán tocar en un bucle.”
(Institute, 2019)

“Must not self intersect: requiere que las formas de línea no se crucen ni se superpongan entre sí, esta regla es aplicada para las rayas tales como líneas de contorno, que no se puedan cruzar entre sí.” (Esri, 2019)

Must not have dangle: require que una entidad de línea deba palpar las líneas desde la misma variedad de entidad en ambos extremos. “Un extremo que no esté acoplado con otra línea se denomina nodo colgado, esta regla se aplica cuando las entidades de línea deben formar bucles cerrados.” (Institute, 2019)

“Must not intersect o touch: require que una línea en una clase de forma deba palpar únicamente otra línea de la misma clase de ente en extremos, se aplican donde las líneas deban estar conectadas únicamente en los extremos con en el caso de las líneas de lotes el cual se deben dividir y no se pueden superponer entre sí.” (Esri, 2019)

Medición.

Para poder cuantificar los parámetros requerimos de mediciones, cuando cada elemento tiene referencias espaciales lo trabajamos mediante el análisis de los SIG's.

La distancia es el elemento más sencillo, la cual se puede medir entre dos puntos dados o entre un punto, polígono y línea.

De otros modos se pueden calcular otras propiedades como, área, perímetro, longitud y factores de forma. Si requerimos la longitud de una tubería matriz, principal o secundaria podemos hacer mediciones sobre esta, también es aplicado en los términos de relieve, vegetación, drenajes entre otros.

Combinación.

Cuando se trata de combinación y superposición de varias capas de información geográfica en el ámbito de los SIG's, las estructuras de la información geográfica en capas, permite estos

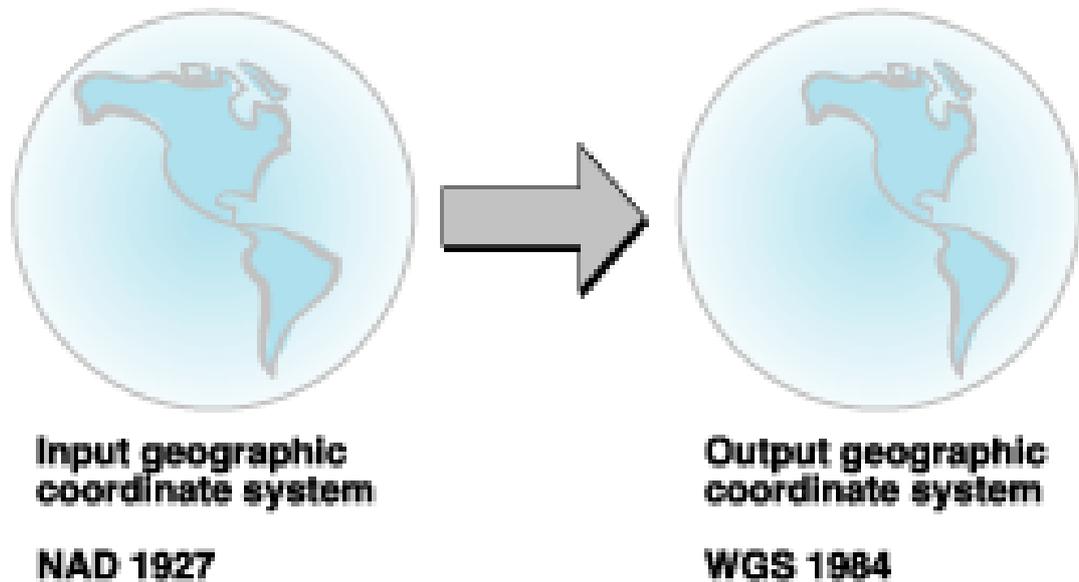
procedimientos en convertir en los SIG's en plataformas para llevar acabo análisis donde se ajusta información sobre heterogéneas variables.

Podemos hacer combinaciones de capas, para determinar las uniones de tuberías de determinadas zonas, uniones de accesorios u otros elementos.

Transformaciones.

Los amplios procedimientos pueden modificar entradas de valores en múltiples formas para así poder realizar una aglomeración.

Ilustración 10 Traslado de un sistema de coordenadas a otro



(Institute, 2016)

Las transformaciones geográficas se definen siempre en determinadas direcciones. La ilustración 10 nos indica una transformación que convierte del Datum de Norteamérica (NAD) de 1927 a sistema geodésico mundial (WGS) de 1984. “Si trabajamos con transformaciones geográficas, si no pues se hace mención de alguna de las direcciones, aplicaciones o herramientas como ArcMap tienen control de las direcciones sistematizadas.”

(Institute, 2016) Por muestra, si se convierten datos de WGS 1984 a NAD 1927, podemos

elegir una transformación designada NAD_1927_to_WGS_1984_3 y la aplicación de los softwares correctamente.

Análisis de superficies.

Este análisis tiene procesos muy contundentes en los SIG's ya que irrumpe parámetros básicos hasta parámetros de morfometría específicos, estos análisis su aplicación puede ser tanto al relieve de la superficie terrestre como también a cualquier otro tipo de superficie teniendo en cuenta su sentido y orden algebraico.

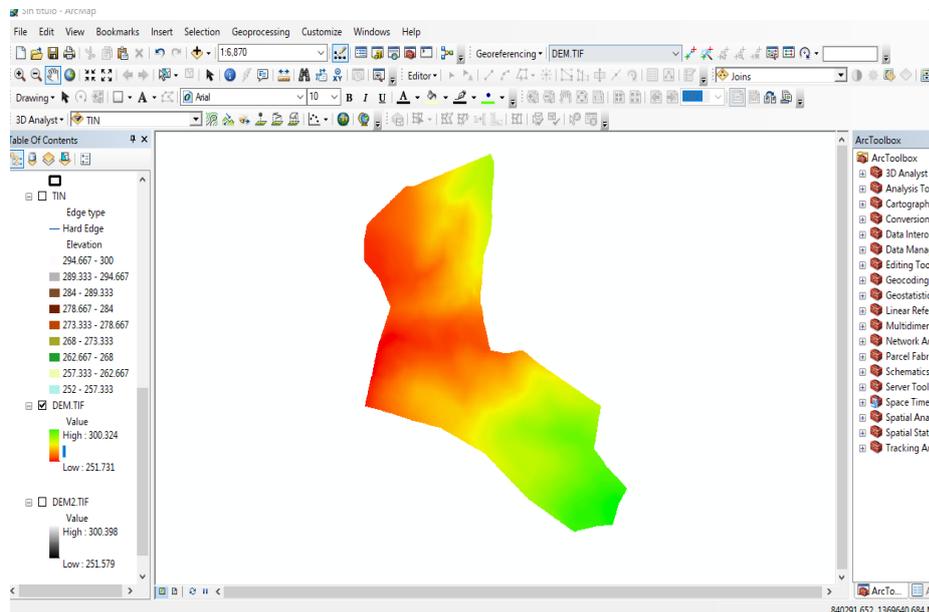
Aplicado en los modelos digitales de elevación para determinar cotas, alturas, profundidades o pendientes los cuales estos me ayudan en el momento de determinar las velocidades.

Geo morfometría y análisis del terreno

El modelo digital de elevaciones.

Para los análisis geo morfométrico el modelo digital de elevaciones es parte fundamental. Teniendo en cuenta los modelos digitales de elevación se pueden definir grandes avances cualitativos frente a sus antecesores ya que es la utilización de modelos numéricos en lugar de gráficos, permiten diferencial análisis de tipo conceptual, “el MDE se convierte así un nacimiento de información de primer orden para el estudio del medio es el equivalente informatizado de la cartografía clásica de elevaciones tradicional representada en curvas de nivel.” (Institute, 2019).

Ilustración 11 Modelo de elevación digital correspondiente a una red de tuberías de saneamiento básico



(Camacho, ArcGis, 2019)

Preparación y creación de un MDE.

En múltiples momentos, la información de elevaciones no se halla como una capa ráster, puesto que la generalidad de herramientas se funda en este formato. La capa ráster se puede obtener a partir de la forma original, los datos de elevación haciendo uso de las desemejantes metodologías tales como los métodos de interpolación. Se genera la capa ráster como se obtiene directamente, es normal que no se encuentre en las situaciones correctas para ser sometida a todos los análisis a trabajar. Hay que ser cuidadosos en el momento de la preparación y creación del modelo digital de elevaciones porque son procesos de suma importancia para trabajos posteriores.

Creación del MDE.

Los peculiares casos particulares sobre las creaciones de los modelos digitales de elevación se deben a partir de capas continuas de elevaciones, como también podemos obtener sobre

datos puntuales trabajados y obtenido en campo lo que es más frecuente dado a las diferentes zonas de estudio lo cual requiere de gran precisión. Algunos métodos de interpolación, distancia inversa, kriging, splines y ajuste de funciones. Pero existen muchos más métodos se hará una breve descripción de los mencionados.

Distancia inversa, este no es un método de interpolación recomendado ya que puede presentar depresiones de carácter artificial y elemento que no son naturaleza en el relieve.

Kriging, es un interpolador con gran aptitud para el caso de datos de elevación, las superficies que se generan son muy suaves, en procesos cuantitativos la claridad es alta, sin embargo, no refleja con exactitud la disposición del relieve y sus accidentes.

Splines, “son de la mejor opción para la creación de los MDE frente a las demás metodologías, recomendadas por el autor” (H. Mitsova and J. Hofierka. 1993)

Ajuste de funciones, esto me permite la aparición de valores externos ilusorias que falseen por completo la superficie interpolada, de acuerdo al uso de funciones de grado gigante y mayor complejidad.

Preparación del MDE

Es fundamental la preparación de los modelos digitales de elevación ya que elimina las posibles deficiencias que contiene, pero primordialmente los elementos relacionados con los análisis hidrográficos, en los primeros casos se buscaba eliminar la información incorrecta del modelo digital de elevación, mientras que en otros casos buscaban ocuparse con elementos de este que problematizan la aplicación de ciertas fórmulas y algoritmos. En terminación, los objetivos que se busca con la preparación del algoritmo son.

Encontrar errores y eliminarlos, describir con más precisión los procesos hidrológicos y ecológicos que tienen lugar, errores incorporados por las distintas fuentes de datos

Los instrumentos que se emplearon para la recolección de la información, así como metodologías empleadas en los procesos de estos (ejemplo, las diferentes metodologías de

interpolación), podemos definirlo corrigiendo las deficientes de cada una de ellas, que brindan información sobre los tipos de errores que podemos encontrar.

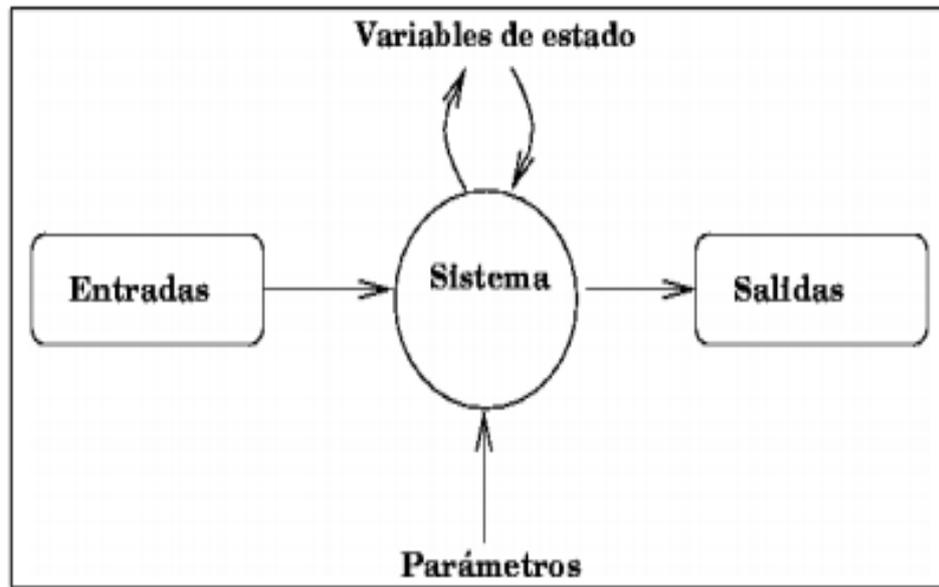
Los valores con alta discrepancia muy improbables se pueden presentar. Estos se pueden eliminar a través técnicas estadísticas, en función de los valores de las celdas vecinas. La aplicación de sistemáticas geoestadísticas como el Kriging aprueba igualmente la apreciación del valor esperado en una celda a partir de los valores de las próximos.

Zonas de estudios presentes sin fuentes de datos espaciales, Especialmente relevantes en el caso de MDE, originarias de teledetección, ya que pueden coexistir zonas vacías por errores de captura, o bien por ser composición de varias imágenes entre las que existe aéreas no cubiertas. Estas zonas vacías pueden rellenarse mediante, métodos de interpolación persistentemente que estas no involucren extrapolación y superen un tamaño máximo natural.

Modelos matemáticos locales MDE

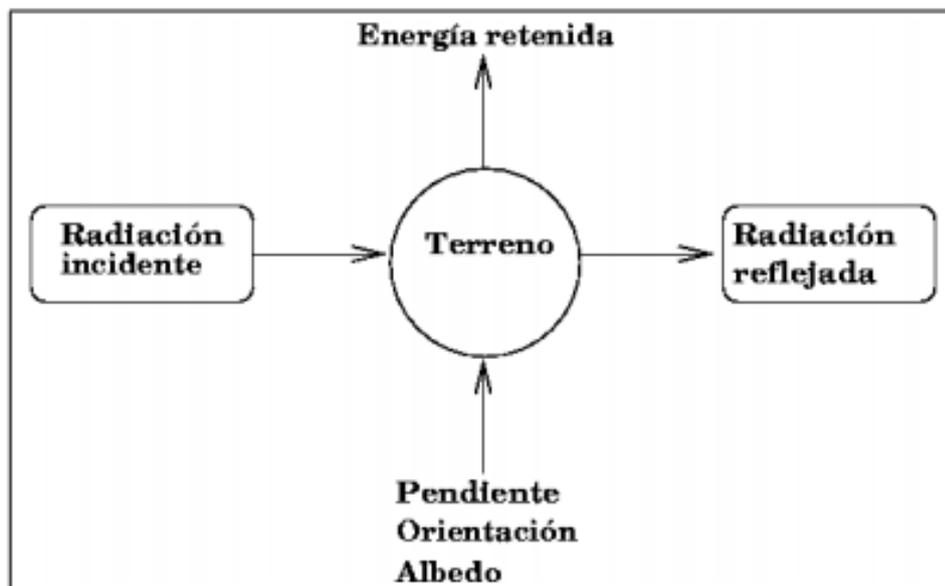
Su principal base para los determinados modelos digitales de elevación son las matemáticas, conceptualizando valores como pendientes, orientaciones, y aplicaciones de estos mismos a las superficies recogidas en un modelo digital de elevaciones requiriendo la caracterización matemática para cada uno.

Ilustración 12 Modelos de procesos



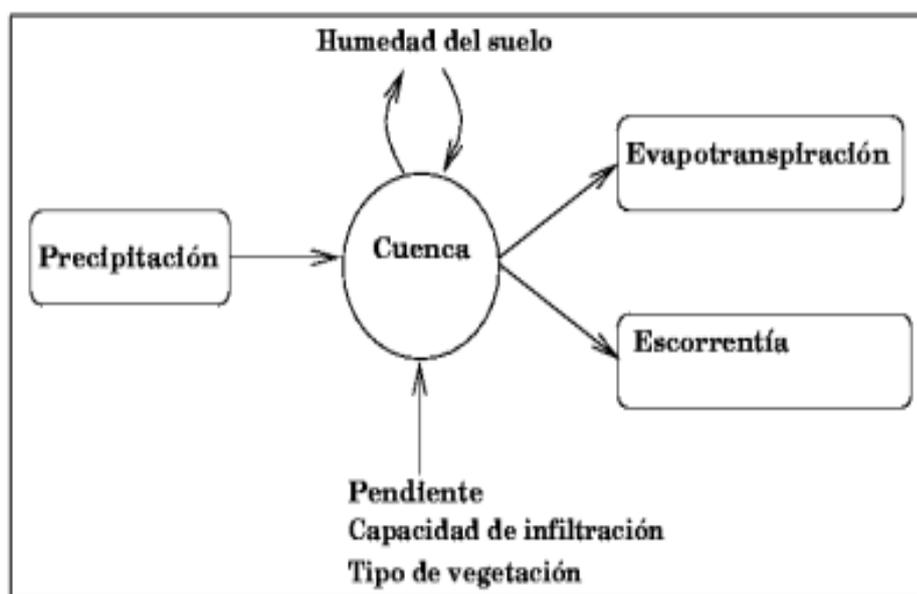
(Sarria, 2004)

Ilustración 13 Modelos de radiación



(Sarria, 2004)

Ilustración 14 Modelos de procesos en unas cuencas hidrográficas



(Sarria, 2004)

CAPITULO 4

Normatividad

Reglamento técnico de agua del sector de saneamiento básico.

La normatividad indica requisitos los cuales se debe cumplir tanto en obras, equipo y procedimientos operacionales, el cual se vayan a utilizar en el momento de brindar los servicios públicos de alcantarillado y aseo.

“Se expide en lo expuesto la ley 142 de 1994 la cual rige el régimen de servicios públicos domiciliarios en Colombia, esta ley la asigno el ministro de desarrollo económico con la responsabilidad determinando alcance de los requisitos técnicos.” (Ministerio de vivienda, 2017)

Resolución 0844 de 08 de noviembre de 2018.

En lo que se establece los requisitos técnicos en los proyectos de saneamiento básico en la zona rural, bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1 del título 7, parte 3 del libro 2 del decreto 1077 de 2015.

Resolución No 0330 de 08 de junio de 2017.

“Donde se acopla el reglamento técnico para el sector de saneamiento básico- RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.” (Ministerio de Vivienda, 2019)

Guía Ras

“Las guías Ras tienen como propósito facilitar el uso del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, con respecto al nivel de complejidad de un sistema y a las proyecciones de población y demanda de agua.” (Ministerio de Vivienda, 2019) Para la realización de la guía Ras se han desarrollado metodologías asociadas a los temas mencionados los cuales se han implementado en diversos casos como ejemplos prácticos el cual muestra su aplicación.

La guía se encuentra dividida en 5 capítulos que corresponden a los elementos básicos necesarios para iniciar el diagnóstico y evaluación de saneamiento básico.

El primero de ellos incluye el procedimiento para determinar el nivel de complejidad de un sistema a partir de proyecciones de población y de algunos indicadores de la capacidad económica del usuario.

El segundo capítulo se dedica a la descripción detallada de los diferentes métodos propuestos por el ras para las proyecciones de población.

El tercero trata sobre la estimación de un parámetro fundamental para la determinación de la demanda del agua y dotación.

En el capítulo cuarto se reúnen los resultados de los capítulos dos y tres para obtener las proyecciones de demanda total de agua.

Y por último el capítulo cinco el cual presenta un problema completo de aplicación sobre todos los temas incluidos en la guía.

Anterior reglamentación a la resolución 0330 del año 2017 para el sector de saneamiento básico (RAS).

Resolución 1096 de 2000	Reglamento técnico de agua y saneamiento.
Resolución 0424 de 2001	El cual se modificó los artículos 178 y 180 de la R1096 de 2000 sobre emisarios submarinos.
Resolución 0668 de 2003	El cual se modificó las disposiciones de la R1096/00 encargado de medición y alcantarillados no convencionales.
Resolución 1459 de 2005	Se modifico el artículo 22 sobre priorización de proyectos.
Resolución 1447 de 2005	Se modifico el artículo 9 sobre la Junta Técnica Asesora del RAS.
Resolución 2320 de 2009	El cual modifiko el artículo 67 sobre dotaciones y disposiciones asociadas a periodo de diseño.

(Ministerio de Vivienda, 2019)

" El SIG ha permeado tanto las operaciones de nuestra organización que ahora se integra muy bien con nuestros sistemas de gestión de órdenes y mantenimiento " (Chris Demordy, 2019)

CAPITULO 5

Sistemas de alcantarillado y drenajes.

Son sistemas de equipos y conductos el cual tienen como objetivo coleccionar y desalojar de forma segura, confiable y eficiente las aguas residuales generadas por una población, que pueden estar individuales o en combinación con las aguas pluviales, también de disponer adecuadamente y sin riesgos para el humano y el ambiente.

Localización de las redes de alcantarillado teniendo consideraciones técnicas de la normatividad 0330 del 2017.

1. "Las redes de alcantarillado se deben situar en los costados, a un trayecto aproximado a de un 1/4 del ancho de la calzada venerando los sitios libres de arreglo a otras redes." (Ministerio de vivienda, 2017)
2. "Deben quedar a un trecho mínimo de 0,5 m de la acera y 1,5 m del paramento moderadas entre las superficies del exterior del conducto, y del sardinel y el paramento según corresponda." (Ministerio de vivienda, 2017)
3. "Las tuberías de alcantarillado no deben estar situados en la misma zanja de un conducto de acueducto y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería del acueducto." (Ministerio de vivienda, 2017)

4. “Si hay separadores viales céntricos se deben diseñar redes independientes en cada calzada.” (Ministerio de vivienda, 2017)
5. “Las longitudes mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser de 1.0 m en dirección horizontal y 0,3 m en dirección vertical, medidas entre las superficies externas de dos conductos” (Ministerio de vivienda, 2017)
6. “Los cruces de las redes su análisis debe realizarse de manera individual, para establecer la necesidad de diseños específicos, en específico aquellos casos donde se inadmisibles cumplir el trayecto vertical mínimo permitida.” (Ministerio de vivienda, 2017)
7. “Los cruces aéreos de cauces de agua deben proyectarse en puntos no aptos de socavación. Igualmente se deben situar a 0.5 m superior de la cota de aguas máximas formada por el caudal máximo instantáneo anual, calculando para un periodo de retorno de 100 años.” (Ministerio de vivienda, 2017)
8. “De ser necesario las tuberías en zonas de alto riesgo se deben realizar los pertinentes análisis en el cual indique las vulnerabilidades, amenazas y el riesgo a los que se encuentra aventurado el tramo de tubería.” (Ministerio de vivienda, 2017)
9. “Para cruces con infraestructura como vías férreas, líneas de media y alta tensión, vías nacionales, entre otras, la localización de las redes debe cumplir los requerimientos previstas por las entidades correspondientes.” (Ministerio de vivienda, 2017)
10. “Los cauces con naturalidad que crucen las zonas urbanísticas no deben entrar a los sistemas de alcantarillado pluvia o combinado.” (Ministerio de vivienda, 2017)

11. “Cuando se haga uso de tecnologías sin zanja para la instalación de tramos nuevos en sistemas de alcantarillado es de obligación respetar lo anteriormente mencionado.”

(Ministerio de vivienda, 2017)

Flujo de las tuberías de agua

Los abastecimientos de agua, usualmente se transporta en una tubería flujo libre por gravedad en canales abiertos, para que los costos de diseños y construcción no sean tan altos implementando presión. Cuando hay aguas negras, se trasladan comúnmente en tubos a medio llenar.

La mayoría de alcantarillas que transportan aguas negras domesticas deben proyectarse en el método de que la velocidad de flujo, generalmente que presente un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1 Pascal. En algunas ocasiones obtener esta velocidad es imposible, dado a los flujos bajos que se pueden obtener de vez en cuando en ramales, pero esto solo asiste un par de casas solamente.

Las velocidades se limitan a 5 metros sobre segundos, sin embargo, las velocidades mayores casualmente, no creara efectos contrarios a menos que se trasporten amplias cantidades de sólidos en las aguas negras.

Tuberías para los Sistemas de Alcantarillado y Drenajes.

Estas tuberías su uso es para el transporte de agua deberán tener ciertas características que rigen la normativa para que su funcionamiento sea correcto:

Su durabilidad, de tal modo que si hay fallas y las composturas necesarias ocurran muy de vez en cuando.

Herméticas, porque las perdidas por filtración se pueden mitigar o evitar.

El hierro fundido moldeado en tuberías se usa para la gran mayoría de líneas en los sistemas de distribución de agua. Esta tubería de abastecimiento es la siguiente en volumen de

empleo. Para magnas líneas de abastecimiento se manejan frecuentemente concreto reforzado y acero.

Tubo de asbesto

La tubería de asbesto está formada de mezclas entre asbestos fibra, cemento portland y sílice formado en grandes presiones, es resistente a la incrustación, corrosión del suelo y electrolisis, tienen excelentes propiedades hidráulicas.

Tubo de concreto

Este tipo de tubo normalmente es utilizado en abastecimiento de aguas, su diámetro puede variar de 20 a 24 pulgadas y pueden llegar hasta las 100 pulgadas. Cabe resaltar que es uno de los principales tipos y más usado para tuberías con diámetros de 20 pulgadas de forma cilíndrica reforzada.

Juntas y accesorios

Este proceso de juntado donde los tubos de concreto, emplea un sistema modificado de campana y espiga, en el que un empaque afirma una junta hermética, y el espacio libre se rellena con mortero.

Tubo de acero

Este viene en diámetros de 6 a 72 pulgadas. o mayores. Principalmente es utilizados para líneas el cual requieren un diámetro igual a 30 pulgadas o superior tubo puede estar formado por placas con doblez soldadas el cual forman una suave línea, o pueden estar soldado en espirales, en ocasiones se utiliza el remachado, pero esta soldadura es de las más comunes y sus características de escurrido son mejores en tubería soldada.

Accesorios para los sistemas de agua

Dentro de un sistema las obras hidráulicas requieren de ciertas cantidades de accesorios para su debida operación. Aquí se incluyen válvulas de control para el flujo del agua,

medidores de volumen, hidrantes para el uso del agua en caso de incendios, limpieza de calles y otros usos similares.

Válvulas.

El flujo del sistema de agua se puede controlar y aislar las secciones de una línea para reparaciones, so ubican válvulas en todas las principales y secundarias, en sistemas de distribución las válvulas se deben ubicar en todos los tramos rectos de tuberías a intervalos de 500 a 800 pies. En general el principio es que las válvulas estén colocadas de tal manera, que cualquier tubo de dos cuerdas de largo pueda cortarse de la circulación general sin interrumpir el servicio en el resto del sistema.

Medidores.

Se utilizan para medir flujos en líneas muy “medidores Venturi”. Medidores de servicio se usan para medir o registrar el flujo que pasa por líneas pequeñas usualmente el consumo de un edificio. La mayoría de los medidores de servicio son del tipo de disco, en el que el paso del agua causa un movimiento rotatorio del disco.

Hidrantes.

los hidrantes son salidas de una tubería principal que tiene, especialmente, el fin de proporcionar una conexión para lidiar los incendios.

Accesorios para alcantarillas

Los sistemas de alcantarillados la gran parte existen estas condiciones:

Emplean un pozo de visita en cada cambio de pendiente o de dirección.

Ciertas bocas de tormenta obtienen agua y la llevan al sistema de drenajes de tormenta.

Utilizan un sifón invertido para cruzar una corriente por abajo o para condiciones similares donde se deba atravesar una depresión debajo de la línea del gradiente.

Los sistemas combinados se proveen reguladores y rebosaderos.

Tales entronques de las alcantarillas grandes presentan dificultades especiales.

Podrán ser necesarias estaciones de bombeo para transportar las aguas a un nivel más alto donde el desnivel disponible sea escaso para un flujo por gravedad.

Deben proyectar bocas de salida para aliviar las aguas negras a un río, lago o al océano

Clasificación de los pozos

Pozos de visita

Estos pozos se instalan en cada cruce de dos o más alcantarillas, en intervalos de 300 a 400 pies para alcantarillas de 24 pulgadas, o menores en alcantarillas mayores a intervalos de 600 pies, y en la mayoría de alcantarillados muy pequeñas para permitir el paso de un auxiliar u hombre en los cambios de pendientes y direcciones.

Pozos de caída

Aquí las plantillas de las alcantarillas el cual se unen en pozos de visita tienen más o menos el mismo nivel. La mayoría de los casos, sin embargo, la profundidad de la alcantarilla principal es elevada que el ramal y el problema es tener un flujo de aguas negras suave. Para tales condiciones, la práctica normal es utilizar un pozo de visita de caída.

Pozos de tormenta

Se trata de una abertura en la calle el cual intercepta el agua por la tormenta que escurre en ella y transporta a una alcantarilla de tormenta o combinada.

Vertederos de derivación

Su uso es común en las alcantarillas combinadas donde se bombeen o traten aguas negras, los picos elevados de cantidades determinadas, casualmente los picos de veranos se derivan, re hace necesario para mitigar las inundaciones y daños generados en la planta de tratamiento o estaciones de bombeo.

Sifones invertidos

Se hace necesario al cruzar corrientes, cañadas o valles, el sifón invertido se utiliza usualmente consta de dos o más tubos puestos el cual solo uno realice el proceso en flujos normales y el otro para cuando hallan caudales significativos.

Bocas de salida

Cuando las aguas domésticas, tanto crudas como tratadas, se descargan a una corriente o lago, la boca de salida deberá extenderse hasta llegar a aguas más bien profundas el cual debe ubicarse tal que disuelva las aguas negras con el agua normal. Cando se encuentren casos de sistemas combinados, los tubos pequeños se utilizarán para el transporte del flujo normal de las aguas negras, pero a distancias consideradas de las playas.

Tipos de Sistema

Sistema separado

Sistema de alcantarillado sanitario destinado a recolectar y trasladar aguas residuales al utilizarlo la casa o predio como unidad elemental de unión.

Sistema combinado

Sistema de alcantarillado que recolecta y traslada colectivamente aguas residuales y de lluvia.

Sistema semi-combinado

Técnica de alcantarillado sanitario reservado a recoger y transportar aguas residuales al utilizar el ramal con dominio como módulo primordial de unión.

Aplicación del SIG a las redes de alcantarillado

La falta de información relacionada con la ubicación de los elementos de la red de alcantarillado, la cual reflejan necesidad de hacer estudios topográficos los cuales lo podemos realizar mediante sensores y plataformas mencionados en el capítulo 3, también debemos saber la localización que ocupara cada elemento del alcantarillado para esto mediante

imágenes georreferenciadas previamente mencionadas en el capítulo tres de este trabajo, también en el capítulo siete se mencionan aplicaciones de los sistemas de información geográfica el cual aquí podemos incluir las aerofotografías, ortofotos o imágenes satelitales que nos pueden brindar mucha ayuda en nuestros proyectos para la dirección de planos y libretas topográficas.

Muchas empresas tienen problemáticas por la incompleta de base de datos de las conexiones de la red del alcantarillado, ya que se pueden presentar conexiones clandestinas o puede haber fugas, etc. Es por eso que mediante herramientas de los SIG's sistemas de mantenimiento y reparaciones se pueden hacer con gran facilidad y flexibilidad del sistema, evitando pérdidas de información, mejorando:

Eficiencia de los empleados, Tiempo de respuestas a las demandas de usuarios, Gestión de datos, Seguridad e Integridad de la información

" Gracias a los SIG, nos hemos ahorrado aproximadamente el 50% de nuestro tiempo en cierres de válvulas por el solo hecho de tener acceso a mapas " (Lee, 2019)

Implementación de fase gráfica.

Las propiedades de las redes y de los objetos se insertan mediante tablas de base de datos, luego se incorporan los archivos que fueron creado de AutoCAD o cualquier otro programa de planos.

Definir respuestas.

ArcGIS puede generar reportes escritos, donde muestra todos los datos escritos correspondientes a un punto o zona en específico.

Aerofotografías.

Las aerofotografías, ortofotos e imágenes satelitales son herramientas bastantes útiles en la elaboración de las redes de distribución de saneamiento básico, debido a que es un elemento bastante ilustrativo por ser la representación fidedigna de lo que se encuentra en el campo.

Diseño de datos en la Geografía, a partir de la existencia de datos en CAD, u obteniéndolos por imágenes vectorizadas y digitalizadas permitiendo la depuración y estructuración del sistema asociando topologías con bases de datos alfanuméricos. A partir de esta metodología se encuentran datos espaciales listos para su análisis y uso.

Modelado cartográfico, creación de nuevos mapas a partir de mapas existentes combinando atributos del terreno como pendientes, vegetación, tipo de suelo, etc.

Los SIG's permiten analizar la estructuración de los mapas combinados con respectivas bases de datos asociados, se puede cuestionar para seleccionar la importancia de los datos, interactivamente observando los resultados eligiendo la simbología en función de asociación de atributos y producción de cartografía con excelente calidad.

“El presupuesto y calidad de las cartografías digitales disponibles son limitadas ya que las empresas que las ofrecen tienen permisos esenciales para su venta que permite imponer los precios” (al., 2002)

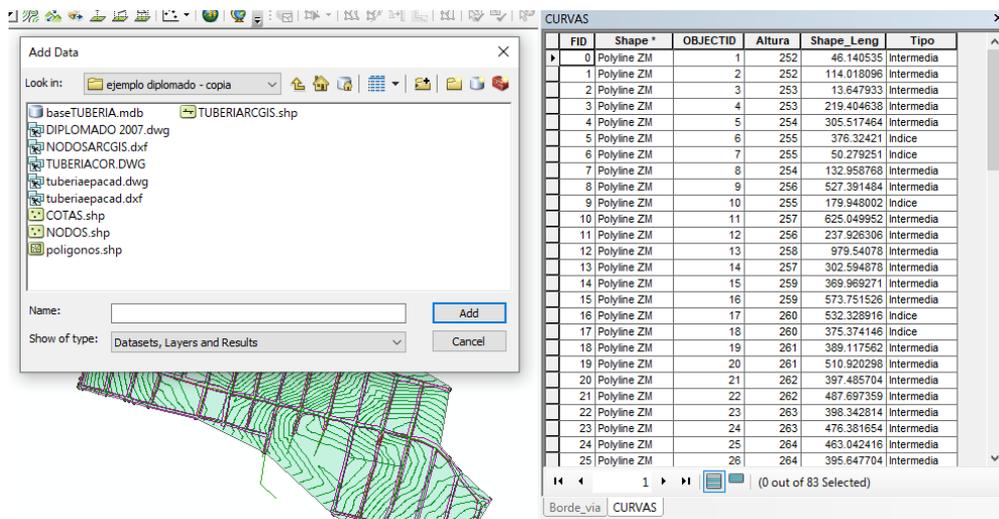
Según Moreno et al. (2002)

Los sistemas de información geográfica aplicados.

Estos facilitan el uso y determinar la georreferencia de las coordenadas para encontrar la localización con exactitud. Teniendo en cuenta en mapas digitales referenciados.

“Entradas de datos espaciales y no espaciales, en la ilustración 16 se indica la forma como se pueden introducir datos a través de una base de datos planteadas en formatos compatibles con el programa ArcGIS, en esta caso se observa la continuidad del trazado de la red para evitar trazos que no conecten y causen inconvenientes en la simulación posterior a realizar.” (DISTANCIA, 2018)

Ilustración 16 Entrada de datos espaciales por medio de ArcGIS



(Camacho, ArcGis, 2019)

“En la ilustración 17 es un método de entrada y edición de datos tanto de forma digital como analógica puesto que de este modo en formato compatible se pueden enlazar gran cantidad de información ya establecida o planteada a través de base datos.” (COTO, 2008)

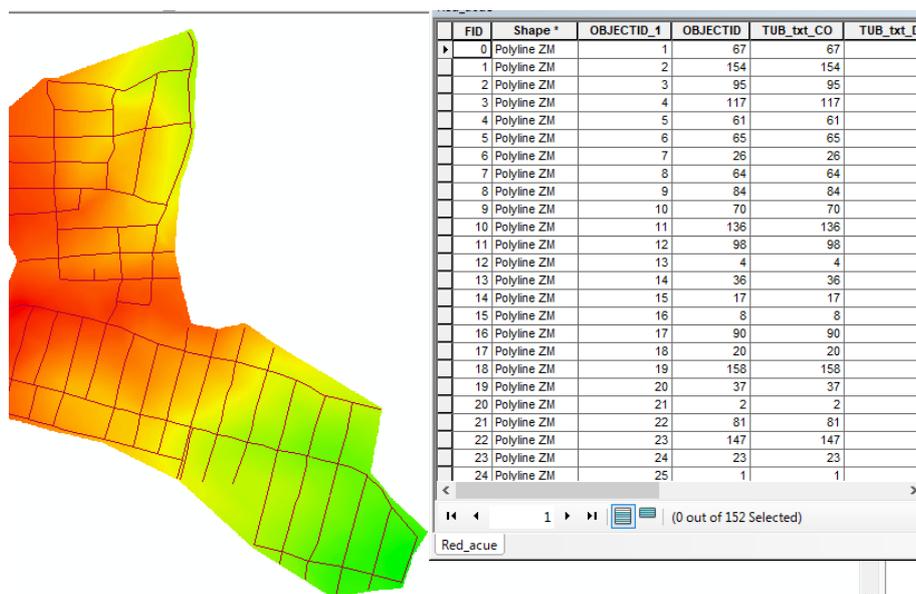
Ilustración 17 Entradas de datos por medio de tablas de Excel

2	prueba				
3					
4	[JUNCTIONS]				
5	;ID	Elev	Demand	Pattern	
6	n1	285.1698	0.293513		;
7	n2	282.815094	0.381422		;
8	n3	287.727325	0.381502		;
9	n4	279.177551	0.399808		;
10	n5	299.628235	0.135004		;
11	n6	298.182495	0.253048		;
12	n7	295.179535	0.401665		;
13	n8	292.320557	0.29261		;
14	n9	291.929321	0.368646		;
15	n10	290.699219	0.36881		;
16	n11	286.320251	0.427853		;
17	n12	281.9328	0.421219		;
18	n13	277.805389	0.339396		;
19	n14	273.101868	0.328641		;
20	n15	270.600159	0.33902		;
21	n16	270.320984	0.354708		;
22	n17	269.114685	0.386135		;
23	n18	268.264587	0.349668		.

(Camacho, ArcGis, 2019)

“Despliegue de datos. Uso de mapas y tablas de atributos, nos facilita los procesos para realizar diferentes análisis seleccionando un determinado objeto.” (Chris Demordy, 2019). En el caso de la ilustración 18 se determina como puede ser la dirección del flujo sobre la red trazada. Basándonos en el modelo digital de elevaciones.

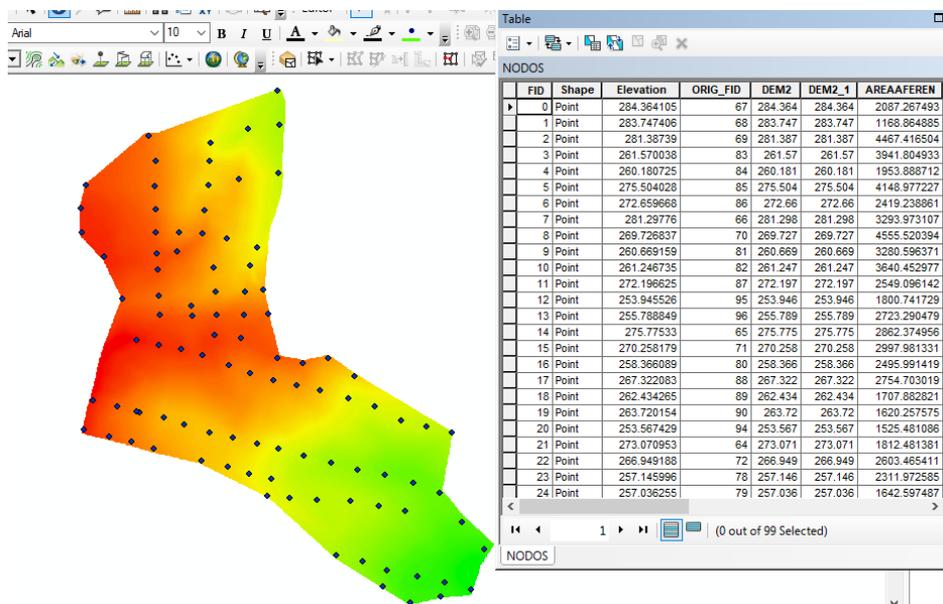
Ilustración 18 Tabla de atributos determinando la continuidad de la red trazada.



(Camacho, ArcGis, 2019)

“Exploración de datos Visualización geográfica Consulta de datos, esta búsqueda es de gran ayuda en el diseño de la red puesto que determinados las elevaciones de cada nodo respectivamente siendo así la representación de muchos valores a tener en cuenta por la normatividad” (Sandoval L. , 2016)

Ilustración 19 modelo digital de elevación y consulta de datos espaciales.



(Camacho, ArcGis, 2019)

“Salida de datos. Mapas en: pantalla o impresoras Exportación en otros formatos Exportación a archivos gráficos Exportación en tablas de atributos. Para el diseño de la red es de suma importancia el mapa generado por una serie de procesos la cual vitalizan el trazado de la red en la hora de tener en cuenta parámetros que rige la normatividad.” (Castillo, 2011)

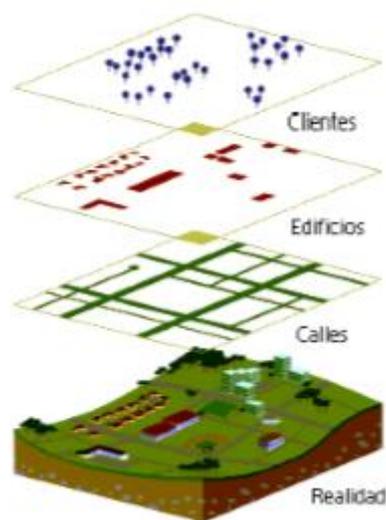
de la información, los aspectos sanitarios, situación ambiental, participación de la ciudadanía, demanda y oferta. “ (Castillo, 2011)

Recopilación y consolidación. Realizar consultas detalladas de los registros físicos con gran grado de confiabilidad recurriendo a fuentes de base de datos.

“Ordenación y clasificación. Teniendo ya la información recolectada se procede a realizar los debidos procedimientos, métodos, clasificación y orden que lo requiera. Algunas ocasiones la información no está del todo completa es por este motivo que se deben realizar correcciones detalladas.” (Ordás, 2012)

“Priorización y análisis. En base a los resultados se realizan análisis de mapas, gráficos, tablas de atributos, impresiones, etc. Para determinar las prioridades que se deben a tener en cuenta en el diseño de las redes de saneamiento básico u otro objeto, proyecto de estudio.” (COLOMBIA U. C., 2013)

Ilustración 22 Modelo de capas para encadenar información en los SIG´s



(Coto, 2008)

Es muy importante en un diseño de redes de alcantarillado saber cómo se le asignan atributos a una categoría y la cual van encadenados los objetos, como calles, edificios, usuarios y planos de realidad como lo indica la ilustración 16. “Cada objeto esta caracterizado

por una ubicación única, cuando se crea el (MDE) permite la relación y unión de atributos gráficos y no gráficos.” (Coto, 2008)

Tipos de análisis que los SIG´s pueden realizar en el diseño de redes de saneamiento básico, en las ilustraciones 17 y 18 se pueden apreciar algunas descripciones gráficamente.

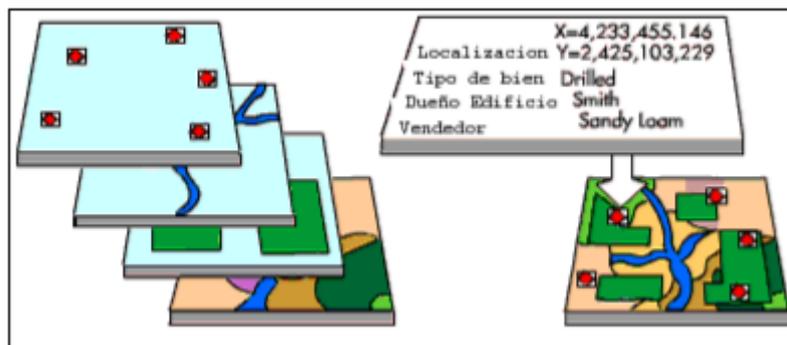
“Contigüidad. Encontrar áreas en determinadas regiones.

Conectividad. Analizar entidades graficas la cual representen redes.

Coincidencia. Analiza si hay superposición de puntos, politonos, líneas o áreas.

Operación sobre mapas. Uso de matemáticas y expresiones para el modelamiento y análisis de atributos gráficos.” (COLOMBIA U. C., 2013)

Ilustración 23 localización de polígonos en una determinada red



(Coto, 2008)

Si se detalla en la ilustración 17 hay una breve descripción grafica del aporte de los sistemas de información gráfica en el diseño de las redes, puesto que las viviendas, lotes, u otras edificaciones se organizan poligonalmente para que sea susceptible en los programas y más organizados. Esto también se puede realizar a drenajes representados como líneas, lugares o estaciones que resalten importancia representados como puntos u otros, etc.

Ilustración 24 Superposición de lotes sobre la red del alcantarillado.

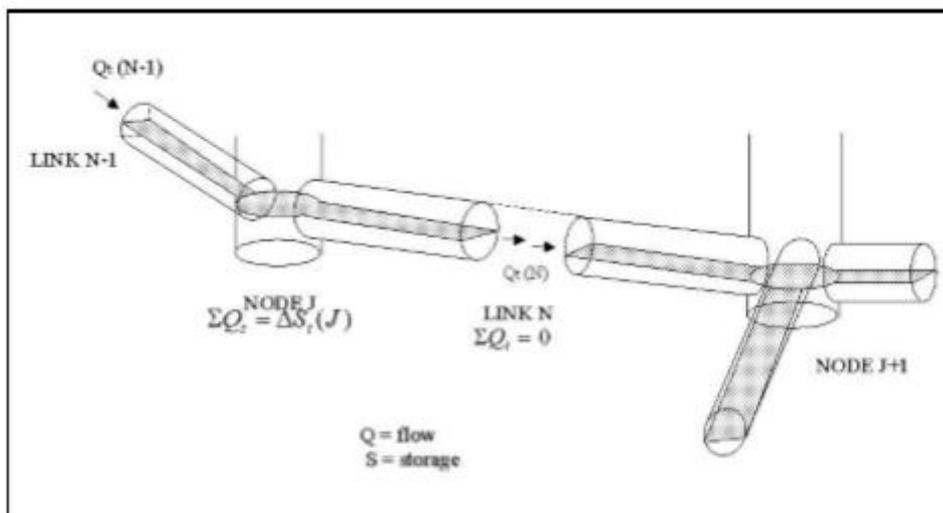


(Coto, 2008)

Describiendo la anterior ilustración, cuando se realiza el diseño del alcantarillado en general se debe determinar la generación de agua residual y frecuencia para así tener en cuenta los parámetros de la red, como por ejemplo diámetro, velocidad y caudal. Se realiza redes principales o matrices que me determine la que mayor caudal me transporte denominado (Red con caudal Dominante).

“A continuación, se observa una serie de ecuaciones que por medio de los sistemas de información geográfica en la utilidad de los modelos digitales de elevación podemos solucionar. Teniendo en cuenta las áreas y longitudes.” (MonteCarlo, 2010)

Ilustración 25 representación conceptual del estudio de la vulnerabilidad



(MonteCarlo, 2010)

Haciendo uso de los diferentes tipos de análisis ya mencionados empresas prestadoras del servicio de saneamiento básico deciden hacer uso de los SIG's puesto que esto reducen los tiempos de procesos en determinadas zonas y procesos de aplicación.

Haciendo uso del software "El Storm Wáter Management model (SWMM) consiste en un modelo dinámico el cual simula precipitaciones o para simulaciones en continuos periodos extendidos este programa permite tanto la calidad como cantidad del agua evacuada."

(Castillo, 2011). Además de este mucho más software nos ayudan en la simulación y modelación de nuevas redes para así tener en cuenta detalladamente el cumplimiento de la normativa.

Ventajas y beneficios funcionales de la aplicación de los SIG's con antecedentes verídicos de empresas que lo avalan.

ventajas

Cabida

Los cálculos, ordenamientos, recuperaciones de información y datos, efectuado repetitivamente los procesos con aumento de velocidad que las personas. También elevando la integridad de los metodizar actividades, aprovechando las oportunidades comerciales.

Salvación y ubicación de información del lugar el cual se encuentre cada punto de la red de alcantarillado. Inspección, estabilidad y mejora la exactitud, con esto llevar a cabo procesos computacionales correcto y siempre del mismo modo, guardando los datos primordiales en forma que sea de acceso confidencial.

Comunicación. Aumentar la atención de los usuarios y provisosores del sistema, en caso de solicitudes a reparaciones o instalaciones. A través de monitoreo continuo en plataformas digitales en realidad virtual, con sistemas de notificaciones y alertas.

Presupuestos. Mejor procesamiento en la capacidad computacional con costos bajos, a diferencia de otros métodos teniendo en cuenta el desempeño y la exactitud.

Competencia. Entender los servicios prestados por otras empresas y satisfacer a los clientes de modo que satisfagan en lo que se les ofrece y alcance nuestros objetivos

Beneficios funcionales.

El sistema nos brinda las posibilidades de desarrollar y mejorar nuestros activos, infraestructura y servicios que se brindan actualmente. Se podrá saber con exactitud la ubicación de un usuario, información, y el servicio que actualmente reciben, para conocer mejor la red, la población demandante y el beneficio.

Los empleados de las empresas se les puede brindar capacitaciones lo cual aumentaría el desarrollo y calificación de los mismos en el trabajo y estos puede venir con incentivos económicos.

“Ubicación precisa de la infraestructura, mejor administración sobre la red de distribución, actualización o modificaciones con gran efectividad, aumento de la capacidad de atención al cliente, e información de capacidad integra.” (Bertrand-Krajew, 2004)

“La información almacenada en datos digitales el cual me permite conservar por más tiempo del que lo hacen actualmente los planos y documentos el cual contienen la información completa sobre el sistema de alcantarillado.” (COLOMBIA U. C., 2013)

La eficiencia en la producción por parte de los empleados sucede al aumentar el rendimiento en la obtención, por precisión y elevar la información el cual podemos manipular. Los diseños serán más rápidos y ágiles con presupuestos generados para proyectos nuevos.

“Amplio saber de la red, lo que me ayuda a expandir y tratar los caudales. Saber cuánto es la medición de beneficios en determinados periodos de tiempo, el cual nos aporte para indicar la automatización de ciertas unidades.” (Coto, 2008). Y los nuevos modos de administración a

sistemas hidráulicos u otros usos y control de información obtenida por avances, investigaciones y estudios anteriores para saber de cuales no se sabe la inversión.

Inconvenientes generales presentados por el manejo de las redes de saneamiento básico.

En determinadas zonas carece la información espacial, esta tiene distintas naturalezas, las cuales pueden ser adjuntadas en tres grupos, información física, información económica, e información espacial, la primera sobre elementos de la red, la segunda presupuestos y capitales de la empresa y por ultima localización de planos.

La insuficiencia de las redes de saneamiento básico. Ignorancia sobre los elementos del sistema, y carencia de profesionalismo en el manejo. Falta de actualización de la cartografía. Estado de muchos elementos de control y regulado no reflejados en planos y estados de operacionales no descritos.

ausencia de datos sobre los diámetros, materiales y estado de conservación. Deficiente mantenimiento operativo y mala estructuración. Carencia de datos sobre materiales, diámetros, estado de conservación. “Mal estructurado la información de allegados, nula correlación de esta con la información sobre las redes. Baja atención para afrontar fenómenos naturales, como la sequía y huracanes.” (Ambiental, 2012)

Alternativas de resolver las problemáticas anteriores teniendo en cuenta los SIG´s

Usando los SIG´s como herramienta, tienen gran capacidad de gestión y almacenamiento de información, como también realizar análisis la cual aporten en toma de decisiones, se facilitaría la eliminación de gran parte en las deficiencias, puesto que se logra: “calidad en los servicios mejorando, eficientes gestión de las problemáticas en las redes y comunicación asertiva de los consumidores en base a las prestaciones de servicios.” (Bertrand-Krajew, 2004)

“Los mantenimientos son más sencillos, permitiendo así mejoras de planificación sobre trabajos de la red, solventando problemas definidos en elementos de la red y minimizando los costos y gastos de mantenimiento.” (COLOMBIA, 2015). También la solicitud de información definida en los operacionales altos, disminuyendo la modificación dado el caso en los elementos de la red. Incluyendo la localización geográfica, datos históricos y técnicos de mediciones y mantenimientos. Haciendo que los tiempos de interrupción se reduzcan en el servicio por reparaciones técnicas, y los tiempos de repuesta al consumidor. El cual me permite solucionar operaciones en los análisis la cual no alcanzan la metodología tradicional. Teniendo en cuenta algunas “Plataformas únicas integradas a partir de formulación de base de datos georreferenciadas con parámetros en común, diversos datos de información en fuentes como, fotos aéreas, imágenes satelitales mapas temáticos, mapas de topografía y otros.” (SG, 2016). Con el fin de realizar la correcta y precisa “modelación, representación y análisis en modo integración de un mismo tiempo y espacio, teniendo en cuenta procesos, componentes naturales, infraestructura y asentamientos, también cualquier de los demás elementos de importancia cartográfica.” (SG, 2016)

" El SIG ha permeado tanto las operaciones de nuestra organización que ahora se integra muy bien con nuestros sistemas de gestión de órdenes y mantenimiento " (Chris Demordy, 2019)

CONCLUSIONES

Las evaluaciones y monitorizaciones de SIG's ayudan a una buena gestión, administración y almacenamiento sobre datos de información espacial del sistema de red alcantarillado para responder de modo rápido las solicitudes que se puedan presentar tanto en el diseño de la red como el funcionamiento.

Cabe resaltar, la planificación, diseño, creación y puesta en marcha de los SIG's, lo cual supone costos bajos. esto hace factible la implementación del SIG para el alcantarillado o cualquier objeto de estudio. Garantizando funciones competentes familiarizando factores de uso común en los operarios para los procesos operativos funcionales de la empresa.

Representa precisión y datos objetivos lo cual es un factor crítico para permitir responder en el sistema de manera asertiva y con alto grado de confiabilidad ante los requerimientos de los consumidores resaltando rendimiento y eficiencia si se llega a presentar emergencia alguna.

RECOMENDACIONES GENERADAS POR EL USO DE LOS SIG'S REDACTADAS POR PROYECTOS.

(Los sistemas de información geográfico se debe realizar una actualización y retroalimentación conforme a la necesidad de la población servida, teniendo en cuenta que son directamente proporcionadas a mejoras, gestión y reparación de transporte en la red de alcantarillado. Por ende, los procesos se vuelven cíclicos, ocasionando que tengan en cuenta medidas de actualización y control sobre toda la red de alcantarillado. Con los propósitos de beneficiar a la población y brindar un mejor servicio.) (Sandoval L. F., 2013)

(los equipos y trabajo de campo en la hora de recolección de datos (GPS, PDA, etc.), pueden sugerir inversiones representacionales, enormes al inicio de los proyectos por qué no se tienen base de datos de información, también en la zona de estudio, las áreas abarcadas no son de gran magnitud, considerablemente se reduce el trabajo de campo tal que basta los desplegados del SIG sobre información ya aportada, se notifica cualquier evento al administrador de las herramientas con el propósito de estas actualizadas.) (COLOMBIA, 2015)

(La aplicación de los SIG's en los proyectos han constituido desarrollos, puesto que derivan de procesos previos permitiendo la creación de planos digitales en la zona y recuperando y unificando la información desde distintas fuentes, sobre las características e historias de cada área. Los importantes aspectos son la adopción de la información de redes hidráulicas lo cual sigue siendo deficientes, significativamente la información facilita los trabajos de verificar datos adyacentes y de búsquedas que no existen.) (Ordás, 2012)

(Aspectos existentes que deben tomar en cuenta cuando se implementa los SIG's definatorios, son los casos de localización y la incidencia en parcelas propias dichas, de forma la cual se logre determinar si están los patios, jardines de las casas, es suma importancia a la hora de determinar las influencias de incidentes en algún problema de la red.) (Ordás, 2012)

REFERENCIAS

Adictamente. (09 de 08 de 2014).

al., M. E. (2002). *limitacion de cartografias digitales* .

Ambiental, I. H. (2012).

Autores, C. d. (2005). "Manual de Caracterización de un GIS con aplicación en el registro de establecimientos industriales, suelos industriales y artesanía". *Edición Fundación Instituto Tecnológico de Canarias*.

B. Russo, J. D. (2015). Monitorización inteligente de las descargas de sistemas. *IV Jornadas de Ingeniería del Agua*.

Bertrand-Krajew. (2004). concentration in sewers estimated from turbidity. *Water Science and Technology*.

Camacho, O. (2019). ArcGis.

Camacho, O. (2019). Software, EPANET.

Castillo, L. H. (2011). "ESTUDIOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL SECTOR DE PALESTINA, CANTÓN RIOVERDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS" .

Chris Demordy. (2019). Acueducto y Alcantarillado. *Denver Water*.

COLOMBIA, E. Y. (2015). "Manual de Operación y Mantenimiento Bahía Solano.". *COM*.

COLOMBIA, U. C. (2013). *APLICACIÓN MODELO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLADO MEDIANTE EL SOFTWARE EPA SWMM DE LA URBANIZACIÓN PLAZA MADRID*.

Coto, R. S. (2008). *sistemas de informacion goegafico para redes de alcantarillado y drenajes*. Guatemala.

COTO, R. W. (2008). *SISTEMA DE INFORMACIÓN*. Guatemala.

DeMers. (2003).

DISTANCIA, U. N. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL DE LA ARMADA NACIONAL DE COLOMBIA* .

Esri, C. (2019). Institute, Environmental Systems Research .

Ibero, G. I. (2012). Instituto Geográfico Nacional.

Institute, E. S. (2016).

Institute, E. S. (2019).

Lee, A. (2019). *ESRI*.

Madrid. (2012). *"los sistemas de informacion geografica y la investigacion en ciencias humanas y sociales"*. España.

McDowell, J. (s.f.).

Mendoza, P. (2015).

Ministerio de vivienda, c. y. (2017). *Resolucion No 0330*.

Ministerio de Vivienda, C. y. (2019). *"Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia"*.

Mitchel. (2002).

MonteCarlo. (2010). *Estudios de la vulnerabilidad de una red de drenaje*.

Muñoz. (2018). *Roncanacion & Mendoza*.

Nertlfe. (2019).

NOAA/U.S.ArmyJPSD. (2001).

Olaya, V. (2014). *"Sistemas de Información Geográfica y territorial"*.

Ordás, M. I. (2012). *"Aplicación de SIG en proyecto de gestión de redes hidráulicas"*.
INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL.

Rogers. (1991).

Sandoval, L. (2016). La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia.

ING. Hidraulica y Ambiental.

Sandoval, L. F. (2013). "Sistema para control y gestion de redes de saneamiento basico."

INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.

Sarria, F. A. (2004).

Segemar. (2018).

SG, I. e. (2016). *SG, Ingeniería en ductos.*

Solis, G. (2001). "*sistema de informacion geografica para el analisis de catastro urbano*".

ARCVIEW.

Tywin Lannister. (s.f.).

Urrea, O. (2010). *desarrollo de una metodologia para el levantamiento del catastro de acueducto.* Bogota.

Valls, J. (2002). "Sistemas de Información en Aguas de la Habana". *Revista Aguas de la Habana, Número Especial, pp. 20, Empresa Aguas de la Habana.*