



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
(SIG) PARA LA ELABORACIÓN DE CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO
Y ALCANTARILLADO SANITARIO EN COLOMBIA.**

AUTORES:

ERIKA C. GUERRA E INGRID M. SALCEDO.

MONOGRAFÍA PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL.

DIRECTOR:

Msc. Ing. DIEGO IVAN SANCHEZ TAPIERO.

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL, AMBIENTAL Y QUÍMICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER

DICIEMBRE, 2022



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



CONTENIDO

CAPITULO 1.....	6
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	6
1.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LOS SIG	6
1.2. ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?	8
1.3. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	9
1.3.1. COMPONENTE FÍSICO; EL <i>HARDWARE</i> :	10
1.3.2. EL COMPONENTE LÓGICO; EL <i>SOFTWARE</i> :	10
1.3.3. DATOS:.....	11
1.3.4. RED:	11
1.3.5. PROCEDIMIENTOS:	11
1.3.6. RECURSO HUMANO:.....	13
1.4. ¿CÓMO FUNCIONA UN SIG?	14
1.5. SISTEMA GESTOR DE DATOS GEO-REFERENCIADOS, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y PROGRAMAS DE DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR.	15
1.5.1. QUANTUM GIS (QGIS):	15
1.5.1.1. Percibir Datos:	18
1.5.1.2. Componer mapas y Explorar datos:.....	18
1.5.1.3. Gestionar, editar, exportar datos y Crear:	19
1.5.1.4. Analizar datos	20
1.5.2. ARCGIS	20
1.5.3. PYTHON.....	22
1.6. SOFTWARE GRATUITOS DE SIMULACIÓN DE REDES.....	23
1.6.1. EPANET:.....	23



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



1.6.2. STORMWATER MANAGEMENT MODEL (SWMiM)	24
CAPÍTULO 2:.....	25
2. CATASTRO DE REDES ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO.....	25
2.1. CATASTRO DE REDES	25
2.2. SISTEMA DE ACUEDUCTOS	26
2.2.1. COMPONENTES DE UNA RED DE ACUEDUCTO.....	28
2.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO	30
2.3.1. CLASIFICACIÓN.....	31
2.3.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO	33
2.4. REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS 0330.....	34
2.5. 0330 RESOLUCIÓN DEL 08 DE JUNIO DE 2017	34
CAPITULO 3.....	36
3. IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG) PARA LA ELABORACION DE CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANIRARIO EN COLOMBIA.....	36
3.1. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL CATASTRO DE REDES	38
3.1.1. RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA	41
3.1.2. PLANOS BASES PARA LAS VISITAS DE CAMPO	41
3.1.3. RECOLECCIÓN INFORMACIÓN EN CAMPO	41
3.1.4. PLANEACIÓN.....	41
3.1.4.1. Descripción de ficha Técnica Catastro Sistema de Alcantarillado (Carvajal & Sánchez, 2021)	43
3.1.4.2. Descripción de fichas Técnicas Sistema de Acueducto (Carvajal & Sánchez, 2021)	48
3.1.5. CATASTRO DE REDES	54



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



3.1.6.	PLANOS AUTOCAD (ACTUALIZACIÓN).....	55
3.1.7.	DICCIONARIOS DE DATOS.....	55
3.1.7.1.	Sistema de Alcantarillado	56
3.1.7.2.	Sistema de Acueducto.....	62
3.1.8.	BASES DE DATOS	64
3.1.9.	SIG (IMPLEMENTACIÓN)	64
3.1.10.	BASES DE DATOS GEOREFERENCIADAS (CONSULTAS RÁPIDAS) 65	
3.2.	REDES DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO (SIMULACIÓN)	65
3.2.1.	SWMMM (Red de Alcantarillado).....	65
3.2.2.	EPANET (Simulación de la red de acueducto)	66
CONCLUSIONES		69
REFERENCIAS.		70



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema de elementos de un SIG.	13
Ilustración 2: Interfaz de QGIS con modelación realizada.	17
Ilustración 3: Interfaz de usuario de escritorio de ArcGIS.	21
Ilustración 4: Diagrama de un Sistema de Acueducto	29
Ilustración 5: Ficha Técnica Catastro Pozos de Inspección.	42
Ilustración 6: Ficha Técnica Catastro Válvulas	42
Ilustración 7: Ficha Técnica Catastro Hidrantes	43
Ilustración 8: Encabezado de la Ficha Técnica Catastro de Pozos	43
Ilustración 9: Centro Ficha Catastro Pozos	44
Ilustración 10: Información Recolectada del Pozo.	45
Ilustración 11: Encabezado Ficha Técnica Válvulas.	48
Ilustración 12: Área de Fotos Ficha Técnica Válvulas.	49
Ilustración 13: Aspectos Diligenciados Ficha Catastro Válvula.	50
Ilustración 14: Encabezado Ficha Técnica Catastro Hidrantes.	52
Ilustración 15: Área de Fotos Ficha Técnica Catastro Hidrantes.	53
Ilustración 16: Aspectos Diligenciados Ficha Catastro Hidrantes.	53



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



CAPITULO 1.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

1.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LOS SIG

Al finalizar la década de 1950 surgieron los llamados ordenadores de segunda generación. Son un poco más baratos que la generación anterior. Se utilizan para dos aplicaciones que requieren mucha potencia informática: Gestión de datos estadísticos y gráficos. Waldo Tobler, en 1959, sentó las bases para la codificación geográfica y desarrolló un procedimiento de control de mapas llamado MIMO (Map In - Map Out), un sistema con todas las herramientas estándar de los SIG actuales. En 1963, se desarrolló en Canadá un proyecto llamado Sistema de Información Geográfica Canadiense y CGIS, dirigido por Roger Torrison. Dos años más tarde, apareció un sistema MIDAS similar en los Estados Unidos. Ambos están diseñados para enjuiciar exposición sobre bienes naturales. Después de un año, se fundó el Laboratorio de Gráficos por Computador y Análisis Espacial en la Universidad de Harvard. Fabricantes como Intergraph (David Siinton), ESRI (Jack Daingermond) y ERDAS (Lawrie Jordan y Bruce Rado) estudiaron allí, entre otros.

El crecimiento de los sistemas de información geográfica (SIG) se dio junto con las computadoras, el segundo salto de desarrollo se dio a principios de los años 70, este período coincide con la creación de ODYSSEY en Harvard, el vector inicial de SIG en la historia, con su aparición. el sistema de cifrado DIME, basado en el concepto de topología



y la fundación del organismo de Investigación de Sistemas Ambientales (E.S.RI) en 1969, comenzó a mercantilizar su producto estrella, ARC/INFO, en 1981. Del mismo modo, en 1969 apareció Intergraph Corporation (Jim Midlock).

Ahora se produce un nuevo cambio en la tecnología, la aparición y difusión del GPS (Global Positioning System), Internet o la comunicación telefónica. Esto también se aplica al SIG centrado en SIG, que combina los dos tipos principales de SIG (vector y raster), lo que facilita el desarrollo de prácticas de usuario mediante el uso de un lenguaje de programación con una interfaz para administrar datos y niveles de datos en sistemas distribuidos.

El primer intento de usar SIG para administrar la red de recolección y entrega de agua potable fue en Denver Waters (Cesario, 1986), citado en las referencias. No era un sistema de información geográfica como lo conocemos hoy. Este es un sistema de mapa automático o A.M/F.M (Gestión de instalaciones/Mapa automático). En cualquier caso, esto puede considerarse como el paso inicial hacia el empleo de los sistemas informáticos para la gestión de la información cartográfica en el ámbito de la captación y suministro de agua.



1.2.¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?

Actualmente, hay múltiples conceptos de Sistema de Información Geográfica (SIG) que definen sus principales características y los desarrollos que aportan a los diversos campos a los que se aplica. A continuación, encontrará algunas definiciones SIG dadas por diferentes autores:

Según Moreno A et al., 2008, en el libro *Sistemas de Información Geográfica y Analítica*, mencionan que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas y tecnologías bastante robustas y poderosas capaces de capturar, recopilar, probar, manipular, modelar. Y representar datos espacialmente referenciados. Cabe recalcar que un sistema de información geográfica no es solo un programa de mapeo que se ejecuta en una computadora, ni es un software como CAD (Computer Aided Design). De manera similar, lo más característico de los SIG en su condición para guardar grandes cantidades de información georeferenciada o para analizarla, lo cual es suficiente para solucionar problemas de programación y gestión, en definitiva, es para tomar las mejores de decisiones.

Por otro lado, Ortega E et al., 2016. En su libro acerca de los sistemas de información geográfica. Tanto la teoría y la práctica definen un sistema de información como un conglomerado de elementos que adquieren, tratan, almacenan y comparten información para tomar decisiones y controlar una organización o negocio. En particular,



los SIG se ocupan de la información geográfica y territorial. Un sistema de información geográfica deberá incluir entre sus elementos y componentes la capacidad de realizar operaciones básicas tales como: recopilar y recopilar datos dentro y fuera de un entorno dado, tratar lo anterior como convertir la entrada de datos en una más simple y, finalmente, la salida como pasar la información procesada al último usuario.

De igual forma, Gray P, et al, 2001. Sistemas de información geográfica, definen estos sistemas como herramientas informáticas que vinculan mapas electrónicos y bases de datos. También mencionan que la generación actual de productos SIG permite la integración y manipulación de datos, consulta, análisis temático y superposiciones. La tecnología de la información geográfica se perfila como una herramienta de gran importancia en la investigación de operaciones para extraer datos geográficos valiosos de una manera más sencilla y comprensible para analizar la toma de decisiones responsables.

Finalmente, se puede observar que los autores mencionados anteriormente comparten ideas en cuanto al significado de los SIG y que son importantes para tomar decisiones responsables.

1.3.ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN

GEOGRÁFICA

Un SIG, como cualquier otro sistema, se compone de un conjunto de componentes definidos de la siguiente manera: hardware, software, red, procedimientos y recursos



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



humanos, existe interacción entre estos componentes en el marco de una relación claramente definida por los objetivos propuestos y un gobierno central.

1.3.1. COMPONENTE FÍSICO; EL *HARDWARE*:

Es el dispositivo físico sobre el que operará el sistema de información geográfica, incluidos los habituales dispositivos de reproducción que permiten la transferencia de archivos, así como los mecanismos de red. Los elementos de hardware son la CPU y los periféricos. La parte superior incluye la memoria de acceso aleatorio (RAM), procesador, la placa base y el sistema de comunicación entre los distintos elementos. Estos dispositivos se pueden dividir en:

- Dispositivo de almacenamiento: disco duro o de estado sólido, disco óptico, CD-ROM, DVD o unidad flash USB.
- Los dispositivos de entrada: monitores, teclados, escáneres, ratones, tabletas digitales, puertos, lectores magnéticos y láser.
- Dispositivos de salida: impresora, plotter, módem y disco.

1.3.2. EL COMPONENTE LÓGICO; EL *SOFTWARE*:

En muchas ocasiones el *software*, normalmente, se le ha confundido con el SIG, pero este último debe ser comprendido en un sentido más profundo. Entonces el software es el elemento y soporte lógico del ordenador donde proporciona herramientas requeridas para ejecutar todas las funciones de los SIG.



1.3.3. DATOS:

El propósito de los datos GIS es representar la realidad, así como relacionarlos con situaciones y aplicaciones específicas. La transmisión y el acceso a los datos a través de los elementos que hacen funcionar los SIG pueden ser complejos. Esto implica que se debe mantener y almacenar adecuadamente la calidad de los datos que son guardados en la base de datos, y se debe tener en cuenta la relación entre datos, tecnología y métodos. (Pérez A. 2011).

1.3.4. RED:

Este es el componente más importante y fundamental de los SIG porque es donde se comparte la comunicación y permite informar de manera rápida y eficaz, las ventajas que tiene la red son infinitas en el campo de los SIG. (Navarro A. 2011).

1.3.5. PROCEDIMIENTOS:

Este proceso es fundamental porque es donde los datos serán ingresados, recuperados, almacenados, administrados, transformados, analizados y finalmente presentados de acuerdo a las propiedades y características del software. (Ortega E, et al. 2016).



Los procedimientos tienen algunas tareas como:

- Capturar datos.
- Estructurar.
- Editar.
- Actualizar información.
- Cambiar el sistema de coordenadas.
- Cambiar la proyección.
- Convertir la información a otros formatos diferentes.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



1.3.6. RECURSO HUMANO:

Esto es necesario para una operación y manejo de los datos adecuado. El equipo a cargo de manejar y usar los sistemas de información geográfica debe tener un conocimiento amplio y multidisciplinario, de manera que cuente con capacidades analíticas en diferentes campos y áreas de investigación, por lo que se dividen en dos grupos. Anteriormente, eran expertos en diseño, gestión de sistemas, programación, comprensión de equipos, por lo que utilizaban libremente software GIS y estaban decididos a resolver problemas. El segundo grupo son los expertos que necesitan información sobre SIG para aplicar al desarrollo de obras y proyectos. (Ortega E, et al. 2016).



Ilustración 1: Esquema de elementos de un SIG.

Fuente: (Ortega E, et al. 2016. Pág., 19. Sistemas de Información geográfica, Teoría y práctica. Obtenido de: <https://www-digitaliapublishing-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/a/67546>).



1.4.¿CÓMO FUNCIONA UN SIG?

La tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se puede aplicar en la ciencia de la geografía utilizando herramientas y así comprender y colaborar. También para ayudar a las personas a lograr un propósito común como: conseguir información razonable de cualquier tipo de datos (Esri, s.f)

- **Datos:** GIS combina muchos tipos de capas de datos empleando ubicaciones espaciales. En general, casi todos los datos poseen un factor geográfico. Los datos GIS consisten en imágenes, mapas y atributos base combinados con hojas de cálculo y tablas.
- **Planes:** Los mapas son contenedores geográficos para las capas de datos y aun así se puede analizar con las que trabaja. Los mapas GIS se pueden compartir e integrar fácilmente en las aplicaciones y cualquiera puede verlos desde cualquier lugar.
- **Análisis:** El análisis espacial ayuda a determinar la aceptabilidad y la competencia, estimar y predecir, interpretar y comprender, y proporciona nuevos conocimientos sobre el conocimiento y la toma de decisiones.



1.5.SISTEMA GESTOR DE DATOS GEO-REFERENCIADOS, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y PROGRAMAS DE DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR.

Se debe hacer una distinción entre SIG y software de gestión de datos espaciales. Lo más importante en estos sistemas son los registros organizados. A partir de esta instalación se han desarrollado una variedad de herramientas de gestión y consultoría. Estas herramientas se venden en varios paquetes o programas llamados sistemas de bases de datos geo-referenciadas. (SGBDG).

La disparidad clave entre el software CAD y el SIG (programa de diseño asistido por computadora) (Rossiter, 1994).

El trabajo de un administrador de base de datos principalmente es (Healey, 2001):

- Acaparamiento de datos.
- Obtenga más información con las herramientas adecuadas.
- Límites de almacenamiento de datos del plan.
- Seguimiento de acceso multiusuario para consulta o edición.

1.5.1. QUANTUM GIS (QGIS):

QGIS es una estructura de información geográfica de código abierto distribuido bajo la Licencia Pública General GNU (GPL). Desarrollar QGIS bajo este permiso tiene como



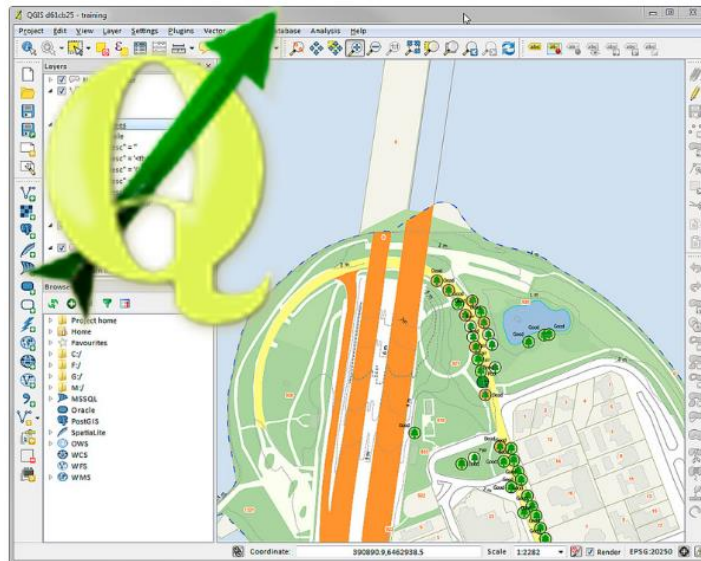
significado que se puede revisar y transformar el código fuente y esto asegura que usted, como usuario, obtendrá acceso al programa GIS gratuitamente y podrá realizar modificaciones gratuitas. QGIS ofrece un conjunto cada vez más amplio de oportunidades con sus funciones principales y complementos. Vea, administre, edite, analice datos y diseñe mapas imprimibles. (Lacalle AB, 2014).

Por otro lado, Soni S & Prasad AD, 2021. Detección de peligro de inundación usando QGIS. En *Lecture Notes in Civil Engineering* (págs. 899–905), describe Quantum GIS (QGIS) como un sistema de información geográfica de escritorio que está disponible gratuitamente utilizado para analizar datos espaciales. Tiene afinidad con datos ráster y vectoriales. Los datos de trama están basados en píxeles. Por otra parte, los datos vectoriales son almacenados como punto, línea o entidad poligonal. QGIS incorpora varios formatos como archivos de forma, cobertura, geodatabases personales, dxf, información de mapas. Los servicios web, incluyendo el funcionamiento de mapas web (WMS) y el Servicio de funciones web, también son compatibles para permitir la utilización de datos de fuentes externas. QGIS se puede combinar con otros paquetes SIG, como el servidor de



mapas, GRASS GIS y Post GIS. Así mismos las capacidades de QGIS se ven aumentadas al adicionar complementos escritos en Python o C++.

Ilustración 2: Interfaz de QGIS con modelación realizada.



Fuente: (Lacalle AB, 2014. Que es un Quantum GIS y por qué utilizarlo. Obtenido de: <https://pleiadesic.com/es/que-es-quantum-gis-y-por-que-utilizarlo/>)

QGIS ofrece una gran cantidad de funciones SIG, esto esta dividido en funciones principales y complementos. A continuación, se describirán las principales categorías de complementos y funciones (QGIS.ORG, 2022).



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



1.5.1.1.Percibir Datos:

Las combinaciones de datos ráster y vectoriales 2D y 3D se pueden mostrar en una variedad de formatos y representaciones sin convertirlos a formato común o interno.

Formatos soportados:

- Las vistas y tablas espaciales con formatos vectoriales instalados son compatibles con las bibliotecas PostGIS, SpatiaLite, MS SQL, Oracle Spatial, ORG. Biblioteca GDAL compatible
- Formatos de imagen y marco.
- Datos ráster (se admiten TIN y ráster normal)
- Datos rasterizados y vectoriales de GRASS de la base de datos de GRASS.
- Datos espaciales están disponibles en una orientación como los servicios web OGC como WMS, WMTS y WGS.
- Hojas de cálculo (ODS y XLS)

1.5.1.2.Componer mapas y Explorar datos:

Los mapas pueden ser compuestos y al mismo tiempo explorar por datos espaciales.

Las herramientas más útiles que ofrece la GUI son:

- Navegador QGIS
- Renderizar mapas 2 D y 3 D
- Gestionar la base de datos



- Diseño de impresión
- Reporte
- Marcador de espacio
- Identificación y/o seleccionar objetos espaciales
- Edicion/Ver/Buscar propiedades
- Etiquetar entidades definidas por datos
- Conjunto de datos vectoriales y herramientas para notación rasterizada.
- Diseño de atlas y mapas con capas de malla a cuadros.

1.5.1.3. Gestionar, editar, exportar datos y Crear:

En varios formatos QGIS puede editar, crear, gestionar y exportar las capas vectoriales y rasterizadas. Quantum GIS permite:

- Digitalizador de vectores.
- Capacidad para suscitar y difundir múltiples formas para clasificar el GRASS y capas vectoriales.
- Suplemento de geo-referenciación que le permite geo-codificar imágenes.
- Mejoramiento en la manipulación de las tablas de bases de datos espaciales.
- Herramienta para gestionar tablas de carácter vectorial. Una alternativa para guardar la captura de pantalla como imagen geo-referenciada.



- Motor de exportación DXF con complementos de estilo de navegación mejorados y capacidades que realizan funciones similares a las de CAD.

1.5.1.4. Analizar datos

La evaluación de datos espaciales, se pueden realizar en diferentes tipos de bases tales como: bases de datos espaciales y formatos conformados con OGR. QGIS, en la actualidad suministra herramientas para el análisis vectorial, análisis rasterizado, selección, manipulación de geometría, gestión de geometría y bases de datos. Así mismo se pueden suministrar herramientas integradas de GRASS, que incluyen más de 400 módulos con todas las funciones de GRASS (QGIS.ORG, 2022).

1.5.2. ARCGIS

ArcGIS es un *software* SIG que fue desarrollado generalmente por el Instituto (ESRI). Este *software* es una tecnología extensa e incorporada para construir SIG operativo y funcional. ArcGIS se compone de cuatro partes de *software* principales: un modelado de información geográfica para tener una perspectiva y aspectos del mundo real; elementos para almacenamiento y gestionar información geográfica en archivos en bases de datos; una gama de aplicaciones utilizables para crear, editar, procesar, mapear, analizar y distribuir información geográfica; y un conjunto de servicios web que proporcionan contenido y funcionalidad a clientes de *software* en red. Algunas partes del ArcGIS pueden ser

implementados en dispositivos móviles, computadoras y de escritorio y servidores.
(Maguire, DJ, 2016).

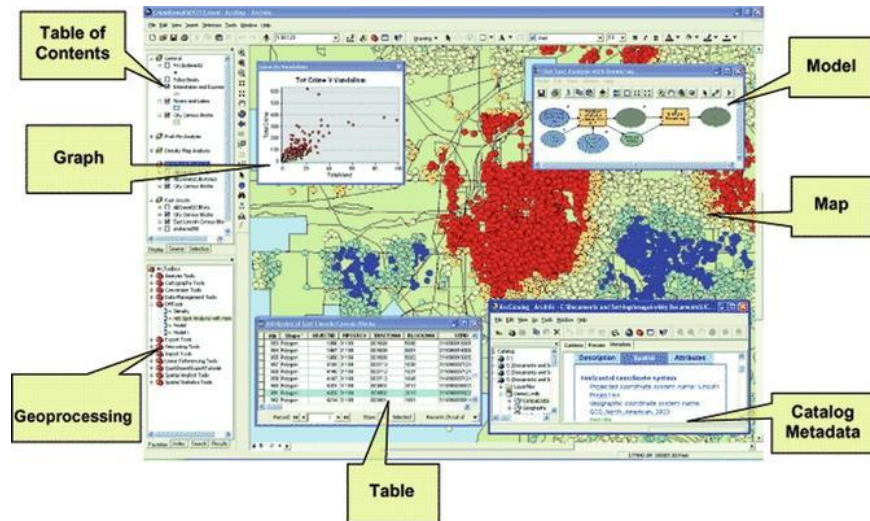


Ilustración 3: Interfaz de usuario de escritorio de ArcGIS.

Fuente: (Maguire, DJ, 2016. ArcGIS: software SIG de propósito general. 2017. Obtenido de https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-3-319-17885-1_68).

Al igual que QGIS, ArcGIS también ofrece una gran cantidad de herramientas de las cuales se pueden desarrollar diferentes tareas. Las herramientas más destacadas son:

- ArcCatalog: permite encontrar, previsualizar, documentar y organizar datos geográficos y crear sofisticadas geodatabases para almacenar esos datos. De igual manera, proporciona un marco para organizar grandes y diversos almacenes de datos SIG. Las diferentes vistas de los datos ayudan a encontrar rápidamente lo que necesita, ya sea en un archivo, en una geodatabase personal o en un RDBMS remoto servido por ArcSDE.



- ArcMap: se utiliza para todas las tareas de cartografía y edición, así como para el análisis basado en mapas. Así mismo, se pueden consultar datos espaciales para comprender las relaciones entre las características geográficas y al momento de simbolizar los datos tiene una gran variedad de formas. Por último, al momento de crear mapas se pueden integrar datos en una amplia variedad de formatos, como archivos shape, coberturas, tablas, dibujos de tipo CAD, imágenes, cuadrículas y redes irregulares trianguladas (TIN).
- Arc-Toolbox: es una aplicación fácil que abarca muchas herramientas SIG utilizadas para el geo-procesamiento. Las tareas sencillas de geo-procesamiento se realizan mediante herramientas basadas en formularios y las operaciones más complejas pueden realizarse con la ayuda de asistentes.

1.5.3. PYTHON

Python fue creado a finales de la década de 1980 por Guido van Rossum, un programador holandés que trabajaba en el C.W.I en Amsterdam. Es un lenguaje de programación porque admite la programación orientada a componentes y, hasta cierto punto. Es un lenguaje de interpretación, vital y multiplataforma. La programación en Python es muy simple, lo que reduce el tiempo de desarrollo y reduce la cantidad de líneas de código. También es más fácil de leer y detectar errores. El intérprete se puede usar en cualquier computadora que tenga un intérprete (Domínguez, 2014).



1.6.SOFTWARE GRATUITOS DE SIMULACIÓN DE REDES.

Son herramientas desarrolladas por la necesidad de las empresas prestadoras de servicios de alcantarillado y aguas potables para la ejecución de modelos de red a partir de bases de datos exportada por archivos en formato tipo shape. (Niño OV. 2020). A continuación, se describen algunos *softwares* libres:

1.6.1. EPANET:

EPANET es un software de código abierto realizado por la Agencia de Protección Ambiental de USA (EPA) para realizar simulaciones de comportamiento hidrodinámico y calidad del agua para redes forzadas. (Aquaknow, 2019).

EPANET permite monitorear a largo plazo los cambios en el flujo de agua en las tuberías, la presión en los sitios de los clientes, los niveles de los tanques de almacenaje y el volumen de materiales que fluyen en el sistema de distribución mediante las simulaciones de tuberías. Además de la instalación, también se puede tener en cuenta el tiempo de residencia del agua en la red y los recursos hídricos de los diferentes puntos de muestreo. (Aquaknow, 2019).



1.6.2. STORMWATER MANAGEMENT MODEL (SWMM)

SWMM es el nombre común del software gratuito de ingeniería hidráulica desarrollado por la EPA. El programa SWMM es un programa de seguimiento de las aguas pluviales. Modelo de gestión de aguas pluviales, i. H. SWMM puede simular el movimiento del agua de lluvia y los contaminantes en el suelo. Se utiliza tanto para flujo superficial como para filtración superficial. Se utiliza principalmente para un sistema de colectores y canales que conducen el agua a las instalaciones de almacenamiento o procesamiento. (TECPA, 2014).



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



CAPÍTULO 2:

2. CATASTRO DE REDES ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO

2.1.CATASTRO DE REDES

El catastro técnico tiene como requerimientos básicos para la ejecución y conservación eficiente de la malla de agua potable y alcantarillado sanitario. Básicamente técnica catastral (Muñoz & Rueda, 2017):

- Esto le permite definir ubicaciones de referencia precisas para cada componente de los sistemas para la suministración de agua y drenaje de la ciudad.
- Le permite tomar una radiografía completa y actualizada de su condición.
- Proporciona instrucciones para todas las operaciones.
- Facilita el transcurso del diagnóstico de pérdidas físicas en la suministración de agua potable y la propagación de contaminantes en los sistemas de alcantarillado sanitario por fugas en accesorios, cuerpos de tubería dañados o mal estado de válvulas.

La red catastral sirve como herramienta de gobernanza para tomar decisiones que inciden en la región, principalmente para auxiliar en la construcción de planes de desarrollo, reglamento territorial, formulación y valoración de proyectos de inversión, y para captar la estructura real y la información utilizada para la operación. Datos para



simulación hidráulica de redes de megafonía. Determinar las capacidades y la viabilidad técnica del sistema para cumplir con las necesidades de servicio dentro del área de cobertura del proveedor. Estos escenarios hipotéticos no se consideran en el diseño inicial de la red, que facilitan la predicción y resolución de problemas que surgen con el tiempo. (Muñoz & Rueda, 2017).

En resumen, podemos decir que la red catastral es, entre otras cosas, la capacidad de recuperar documentos y archivos que contienen información y datos relacionados con especificaciones y detalles de ubicación. También contiene otras configuraciones. Utilice herramientas y programas de geo-informática para identificar y gestionar problemas, recomendar soluciones, realizar un seguimiento de los cambios y priorizar la innovación durante el desarrollo del proyecto. (Giraldo, 2021).

2.2.SISTEMA DE ACUEDUCTOS

El agua es un recurso potencial que ha facilitado el desarrollo de grandes civilizaciones alrededor del mundo, desde los egipcios a los romanos hasta el mundo globalizado de hoy. Los seres humanos somos el recurso hídrico más importante del planeta. Centrarón sus esfuerzos en la evolución y coevolución, basados en la gestión del agua. Históricamente, el abastecimiento de agua se ha definido como la forma en que una determinada población dispone de los recursos hídricos necesarios para su supervivencia, independientemente de las posibles fuentes de extracción o condiciones de transporte. Un



canal o tubo de material a través del cual son transportados. En lugar de distribuir agua a hogares individuales como hoy en día, los acueductos inicialmente distribuían agua a pozos comunales, donde los residentes recogían agua y luego la llevaban a casa en baldes o baldes. . Y mal servicio limpiando la fuente de agua. A mediados del siglo XVII se empezó a utilizar el concepto de pipa. Originalmente, estaban hechos de materiales como madera, crudo y plomo, dependiendo de la cota de agua que requería la red eléctrica original. Este desarrollo fue temporal debido a los requisitos de recursos, pero el crecimiento de la población y la densidad urbana pronto reemplazaron estas tuberías primitivas. Tras el desarrollo de las tuberías de hierro fundido, que las hizo baratas y relativamente accesibles, el agua pública comenzó a estar disponible para las comunidades, dando a cada hogar un único punto de suministro. Además de las innovaciones de tuberías, se desarrollaron bombas, válvulas y otros elementos importantes de la red de aprovisionamiento de agua con el desarrollo de máquinas de vapor y mecánica. Tan pronto como se construyeron tuberías más eficientes, comenzamos a hablar de sistemas de suministro. Allí se inició el estudio de la hidráulica de ductos ya partir de ese momento se innovaron en el uso de materiales que componen el proceso de optimización de la red. (Santiago, 2010).

El término acueducto suele referirse a tuberías de distintos materiales, muchas veces por las que circulan fluidos en virtud de la altura del agua. El transporte de agua desde los manantiales hasta los puntos de extracción para su posterior distribución se puede realizar a través de tuberías y canales abiertos. Desde el punto de recogida hasta el punto de consumo



debe hacerse a través de tuberías. Más optimizado al presurizar la tubería. Es decir, la tubería debe ser lo suficientemente resistente al agua que la transporta ya la alta presión creada por el suelo o material que la cubre. Hay algunos casos de distribución de agua por tuberías. En el primer caso, cuando hay una cabeza de agua favorable, el flujo funciona por gravedad. El segundo caso se da cuando la cabeza no es favorable. Permita que la gravedad fluya donde no se puede alcanzar el agua, como una bomba de servicios públicos o un tanque de almacenamiento (Santiago, 2010).

Junto a lo anterior, además de servir como herramienta de simulación hidráulica para establecer la disponibilidad de agua, se destaca la importancia de documentar con precisión el abastecimiento de agua para facilitar aspectos de ingeniería formales y diversificados en empresas de agua potable o privadas. Importancia. Satisfacer la demanda per cápita de servicios y/o las necesidades de los usuarios al nivel mínimo aceptable de provisión bajo el plan de zonificación de la ciudad o municipio. Además, el Registro de Obras Hidráulicas facilita las labores de los prestadores de servicios públicos como: Normas que establezcan las condiciones técnicas necesarias para el uso de las redes y su óptimo funcionamiento. (Santiago, 2010).

2.2.1. COMPONENTES DE UNA RED DE ACUEDUCTO

- Redes de distribución.
- Desordenador.

- La fuente de abastecimiento.
- Planta de tratamiento.
- La aducción.
- Los tanques de compensación.
- Obtención de agua superficial y/o aguas subterráneas.

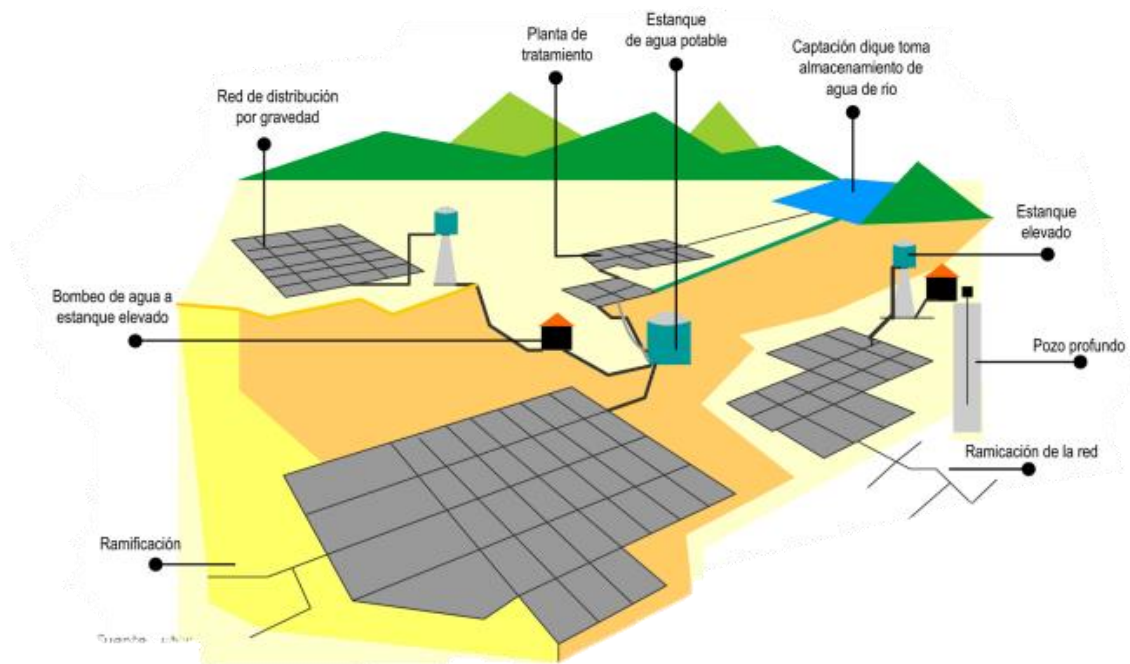


Ilustración 4. Diagrama de un Sistema de Acueducto

Fuente: (Ramírez C, 2016. ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO GUIA TÉCNICA (pág. 11).



De acuerdo con lo anterior, el sistema de aprovisionamiento de agua es la creación de la infraestructura necesaria para proporcionar a una comunidad agua potable, aprovisionamiento de agua de cuenca, red de abastecimiento de agua, tubería, almacenamiento y distribución. (Cualla, 1995).

En Colombia, el RAS describe aspectos generales de los sistemas de agua bajo el encabezado "A" y brinda herramientas integrales para planificar, diseñar, construir, operar, mantener y administrar los sistemas.

2.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Se entiende por red de drenaje de aguas residuales un sistema de tuberías subterráneas, accesorios y obras auxiliares denominadas alcantarillas, incluyendo las obras de tratamiento para recolectar y transportar aguas residuales, pluviales o una combinación de ambas. Según esta definición, los sistemas de aguas residuales se pueden clasificar en tres categorías según su propósito. Sistema de alcantarillado combinado para la recogida y tratamiento rápido de aguas pluviales y aguas residuales mezcladas con agua de lluvia (Anónimo, s.f.).



2.3.1. CLASIFICACIÓN

Las redes de alcantarillado se organizan según la categoría de agua recogida. (Sabogal & Rincón, 2017):

- **Pluvial:** Sistema de alcantarillado que recolecta agua de lluvia y la conduce a canales naturales, filtración o sitios de disposición final para su posterior uso en instalaciones de almacenamiento.

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial implica definir el diseño y recopilar información de precipitación de las estaciones meteorológicas en y cerca del área que se va a drenar para usar curvas de frecuencia o intensidad de duración del análisis estadístico de la lluvia para diseñar tormentas. O necesita determinar la cantidad de precipitación. Líneas de isointensidad manifestadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Posteriormente, el trabajo de organización para las dimensiones de tuberías y subestructuras se determina con la ayuda de un modelo de escurrimiento. Uno de los más populares es el método racional americano, en el que la intensidad de lluvia asignada regionalmente se relaciona como una variable. Área de captación y coeficiente de escurrimiento de (Anónimo, s.f.).

- **Semi-combinado:** Una red de alcantarillado que recoge las aguas residuales.
- **Sanearamiento:** Un sistema que recolecta las aguas residuales domésticas y comerciales y las transfiere a una planta de tratamiento que las trata específicamente antes de descargarlas a la fuente de agua sin dañar el medio ambiente.



Al planificar una red de procesamiento de aguas residuales, se tendrá en cuenta el tipo de uso del suelo en el área servida como residencial, industrial o comercial y se tendrá en cuenta el número de habitantes y su previsión de crecimiento durante el período de planificación. Examinar su suministro de agua potable y estimar la contribución de aguas residuales resultante. Estos datos se pueden usar para determinar las dimensiones de la línea, las pendientes y los costos de diseño hidráulico para velocidades mínimas y máximas que permitan una operación adecuada. Las distancias más cortas a los puntos de tratamiento y descarga se deben considerar al determinar la planificación de la red, según la geografía y el desarrollo urbano de la ubicación. (Anónimo, s.f.).

- **Combinado:** Un sistema que recoge todas las aguas pluviales y cloacales.

Los sistemas combinados de alcantarillado parecen ser más económicos ya que recolectan y transportan aguas residuales y pluviales, pero la gran cantidad de agua producida por el tratamiento en la planta de procesamiento de aguas residuales requiere sistemas separados. Bueno para diseñar y construir. Uso de plantas de procesamiento de aguas residuales de pequeña escala y costo, y uso adecuado del agua de lluvia recolectada. (Anónimo, s.f.).



2.3.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Según los autores Sabogal & Rincón, 2017, (pág. 14), los componentes de la red de alcantarillado son:

- Red de atarjeas.
- Acometidas.
- Albañal.
- Tubería.
- Colectores.
- Accesorios.
- Interceptor
- Emisor
- Pozos de inspección

En Colombia, el RAS, en su título “D”, describe los elementos comunes de las redes de recolección y disposición de aguas residuales, domésticas y pluviales y proporciona las herramientas suficientes para su planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y gestión.



2.4. REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS 0330

Este reglamento especifica los requisitos para las estructuras, equipos y procesos de trabajo utilizados en la contribución de los servicios públicos de agua, alcantarillado y alcantarillado y sus actividades auxiliares.

Sección A.4.8 La descripción de la infraestructura existente en la Ordenanza de Agua Potable y Aguas Residuales no especifica los datos requeridos para el catastro de la red, sino que solo requiere una evaluación de la estructura y condiciones operativas de la infraestructura existente. Por lo tanto, la red catastral está regulada para documentar todos los elementos presentes en el sistema mediante métodos y técnicas que se desarrollan en campo apropiadamente, estimando todos los componentes respectivos y su contribución al sistema.

2.5.0330 RESOLUCIÓN DEL 08 DE JUNIO DE 2017

Artículo 8 de la Resolución 0330 del 8 de junio de 2.017 “Con base en ello, se aprobó el Reglamento Sectorial de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y las resoluciones 1.096 de 2.000, 0424 de 2001, 0668 de 2.003, 1259 de 2005, 1447 de 2.005 y 2.320 de 2.009”, propuesta por el Departamento de Vivienda, Ciudades y Territorios, se



refieren a la necesidad de contar técnicamente con una “RED CATASTRO”. Esta red catastral será gestionada por un software especializado en gestión de información espacial.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



CAPITULO 3.

3. IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG) PARA LA ELABORACION DE CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANIRARIO EN COLOMBIA.

Actualmente es muy importante actualizar la red catastral del sector de acueducto y alcantarillado. Este es uno de los desafíos fundamentales para la industria colombiana, ya que contar con un libro técnico adecuado sobre el sistema garantiza que se cuente con las herramientas básicas para mantener y operar correctamente el sistema. Mejorar el buen funcionamiento de las empresas prestadoras de estos servicios y convertirse en una práctica necesaria en el contexto del Plan de Mejora del aprovisionamiento de Agua Potable y Sanieamiento.

En el mundo de las redes catastrales, esto se hace para asegurar el estado actual del sistema, brindar planes de mejora, seguimiento, optimización y ampliación de servicios, e información sobre los componentes de la red (longitud, profundidad, diámetro, fecha de operación, etc.). Actualmente tener que vincular estos parámetros en un mapa de la comunidad digital, Ya es posible, gracias a un idóneo (SIG).

En Colombia se busca brindar y garantizar los servicios públicos, con esto se propone implementar modelos a la vanguardia como es en el tema de los Sistemas de Información Geográfica que permite acceder de manera rápida, precisa, oportuna y eficaz al catastro de redes de Acueducto y Alcantarillado donde nos proporciona ordenar, simplificar



y optimizar su almacenamiento y agilizar los procesos de actualización. Con esto la empresa prestadora de los servicios puede obtener consultas rápidas y estar prestos a reposiciones y ampliaciones que faciliten más adelante hacer una proyección mejor del sistema de acueducto y alcantarillado que brinde un mejor acceso a los usuarios.

Los sistemas de información se utilizaron en temas de vivienda de la población, la distribución de gasoductos, y ahora el agua y su gestión. Originalmente se usó para monitorear redes de agua, tuberías y redes catastrales, pero a través de la investigación y una mejor gestión de datos, se puede usar para el modelado, la renovación y la administración de propiedades de redes eléctricas. Fugas y daños en redes de agua (Camacho & Henao, 2018).

La implementación del SIG (QGIS) para el catastro de las redes de Abastecimiento de caldo bebestible y alcantarillado taza en Colombia, plantea organizar, automatizar, juramentar y poner al día el inventario físico de estos sistemas. De esta circunstancia convenir un utensilio de consulta macrobio y de gratitud confiable y precisa de la revelación para la toma de decisiones. A sí mismo, utilizando las herramientas de la tecnología SIG se creará una asiento de datos alfanumérica que permite vertebrar la certificado documental de cada medio ambiente de la red, facilitando el seguimiento, negociación y control, además, mediante programación en germanía Python conseguir



declaraciones que verifican el devoción de Normas reglamentarias para el diseño, negocio e ingestión de los sistemas de avituallamiento de caldo y alcantarillado, de pacto con la RAS y la Resolución 0330.

3.1.METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL CATASTRO DE REDES

En Colombia se han venido implementando sistemas de información geografía, para diferentes fines tales como:

Ortiz D, 2021, proyecto de grado para el título de Ingeniero Civil, Director Diego Iván Sánchez Tapiero Ingeniero Civil, Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la producción del catastro de las redes de abastecimiento y alcantarillado del departamento de Chitagá municipio Norte de Santander , en la elaboración del catastro, mejoró los la calidad de la asistencia de los servicio y mejora del sistema, y programación con código Python, se evaluaron intervenciones y desempeño, durante los cuales se realizaron simulaciones desde el software EPANET y SWMM para obtener resultados favorables desde el punto de vista de la sociedad.

De acuerdo con la tecnología GIS, se ha conformado una base de datos alfanumérica, adquiere estructurar el almacenamiento documental de cada elemento de las redes, para facilitar el seguimiento, gestión y control, y también, a través de la



programación Python, obtener propuestas que garanticen la realización de los estándares de Review que rigen el diseño, operación y mantenimiento de ingeniería de las redes de agua y alcantarillado de acuerdo con el RAS y la Resolución 0330 (Carvajal, 2021).

Para ello actualizo la información sobre la ubicación y propiedades técnicas de todos los atributos de los elementos. La información geo-referenciada con la ayuda de SIG ha sido almacenada y sistematizada sistemáticamente, logrando un alto nivel de seguridad y permitiendo un mayor análisis del diagnóstico general e individual de los elementos de los sistemas que forman la base para la gestión de estos servicios. El público tiene la oportunidad de actualizar la información y brindar mejores y más eficientes servicios. (Carvajal, 2021).

Ortiz D, 2021, recibió su proyecto como resultado del rastreo de una base de datos geoespacial manejada en QGIS, diseñada y creada en base a las necesidades actuales y potenciales del municipio; Su uso y la eficacia de su implementación dependen principalmente de la importancia que le den los gestores de las instalaciones de agua y alcantarillado y deben actualizarlo y mantenerlo, pero al mismo tiempo obtienen buenos resultados de su uso, p. administración, gestión y operaciones. Los datos de todo el sistema y sus partes se gestionan digitalmente, actualizándose constantemente todos los cambios o intervenciones resultantes, lo que garantiza su disposición y conservación. Se ha



transformado en una herramienta esencial de gestión. Un activo que permite que un sistema funcione y le permite ubicarse en un entorno geográfico.

Carvajal, para obtener los resultados obtenidos se rigió por la siguiente metodología:

Fase 1: Se recopila toda la información bibliográfica y técnica existente del departamento o municipio en estudio.



Fase 3: Implementación de planos en AutoCAD para actualizar la información.



Fase 5: se implementa el sistema de información QGIS para subir la información actualizada del catastro de las redes.



Fase 2: se realiza la recolección de Información en Campo esta se considera muy importante ya que define las herramientas necesarias para obtener un diagnóstico acertado.



Fase 4: Se crea un diccionario de datos que permita de forma organizada subir la información al sistema.



Fase 6: haciendo uso de los software libres SWMM y EPANET se revisará las condiciones hidráulicas existentes de la redes del municipio o departamento en estudio.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



3.1.1. RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los datos se recolectan a través de visitas y entrevistas.

3.1.2. PLANOS BASES PARA LAS VISITAS DE CAMPO

En este ítem se procede a la digitalización en el software AutoCAD del plano físico Acueducto y Alcantarillado. De esta manera se crea un bosquejo de ruta a seguir el día de la visita y, además, se dibujará la ubicación de las válvulas e hidrantes.

También Se procede a actualizar en los planos suministrados por el municipio los nuevos datos encontrados en campo, referenciando coordenadas, los pozos de inspección con cotas, tuberías especificando material, longitud y pendiente.

3.1.3. RECOLECCIÓN INFORMACIÓN EN CAMPO

Esta etapa se considera muy importante porque es donde se obtienen todos los datos.

3.1.4. PLANEACIÓN

Los formularios técnicos del registro de redes de abastecimiento de agua y alcantarillado están diseñados para ser formateados (xlxs), pozos de inspección, cámaras, bocas de incendio y válvulas, y también para llenar datos en el campo Formularios. (Ver Ilustración 5, Ilustración 6 e Ilustración 7).



Fuente: Ing. Diego Sánchez Tapiero.

Fuente: Ingeniero Diego Sánchez Tapiero



SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA ELABORACIÓN DE CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO Y ALICANTARILLADO EN EL MUNICIPIO DE CUCUNÁ, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER				MANUAL DE PROCESOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS				MPY-EYO-F-01-11								
CAPTURA DE CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO				CAPTURA DE CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO				PÁGINA 1/1	VERSION 3							
MANEJO DE DATOS				MANEJO DE DATOS				FECHA	VERSION							
BARRIO	DIRECCIÓN	FECHA	CONSECUTIVO	AZ	COTA											
Id	Nombre	Alcance	Tipo	Estado Plano	Estado De Operabilidad	Reserva	Ubicación	Orientación	Referencia	Orientación	Referencia	Orientación	Referencia	Orientación	Referencia	OBSERVACIONES
LEVANTADO: <u>Diego Sánchez Tapiero</u> TECNICO INSPECTOR																
REVISADO: <u>Diego Sánchez Tapiero</u> INGENIERO																
ACTUALIZADO: <u>Diego Sánchez Tapiero</u> INGENIERO																

Ilustración 7: Ficha Técnica Catastro Hidrantes

Fuente: Ingeniero Diego Sánchez Tapiero

3.1.4.1.Descripción de ficha Técnica Catastro Sistema de Alcantarillado (Carvajal & Sánchez, 2021)

POZOS DE INSPECCIÓN

Encabezado:

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA ELABORACIÓN DE CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO Y ALICANTARILLADO EN EL MUNICIPIO DE CUCUNÁ, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER				MANUAL DE PROCESOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS				MPY-EYO-F-01-11	
CAPTURA DE CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO				CAPTURA DE CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO				FECHA	VERSION
MANEJO DE DATOS				MANEJO DE DATOS				FECHA	VERSION
BARRIO	DIRECCIÓN	FECHA	CONSECUTIVO	AZ	COTA				

Ilustración 8: Encabezado de la Ficha Técnica Catastro de Pozos

Fuente: Ingeniero Diego Sánchez Tapiero



- N°: Numeración que se le dio a cada tubería dentro del pozo. 1 para tubería de entrada 2 para tubería de salida, las demás son otros colectores o tuberías domiciliarias.
- Nombre y código: están relacionadas en ocasiones se llenan cualquiera de las dos casillas. Allí se identifica si son tuberías Iniciales I o tuberías domiciliarias DM.
- Diámetro: diámetro en pulgadas.
- Viene del pozo: indica la identificación o nombre del pozo del que viene el colector.
- Dirección: indica de que punto cardinal viene o a que punto cardinal va el flujo del agua residual. N, S, E u W.
- Material: Material de la tubería puede ser PVC o GRESS
- Va para el pozo: indica la identificación o nombre del pozo para el que va el colector.
- Ubicación: conformada por 2 de ellas y cada una con 3 columnas. Estos datos se diligenciaron después de haber diseñado el SIG y que la red estaba Geo-Referenciada.
- Orientación: según los puntos cardinales hacia donde se tomó la distancia del punto de referencia.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



- Referencia: lugar hasta donde se tomó la distancia medida desde el colector.
Por general Paramento Pa, Sardinel Sa o vía.
- Distancia: distancia en metros desde el colector al punto de referencia.
- Tipo de tapa: especifica el tipo de tapa que tiene el pozo. Concreto C, Hierro Fundido HF o Sin Tapa ST.
- Estado de Tapa: especifica el estado en que esta la tapa del pozo. B Bueno, R Regular si presenta algún daño o M Malo si está en pésimo estado en el caso de tener tablas o láminas de acero u obstruida por maleza y pasto.
- Posibilidad de Apertura: Sí aquel pozo al que si le pudo hacer inspección y No si se encuentra tapado por la vía o perdido.
- Tipo de Pozo: CC con Cono, SC Sin Cono o C Caja
- Estado del Pozo: B Bueno, R Regular si presenta algún daño, represamiento severo o maleza en pequeñas cantidades o M Malo si está en pésimo estado.
- Localización de Defectos: estipula en que parte se encuentran la mayor parte de defectos físicos del pozo. A Aro, P Paredes o Cañuela.
- Condición de Escalones: si el pozo tiene escaleras en acero (varillas) en qué condiciones se encuentran B Bueno, R Regular o M Malo.
- Condición del Pozo: L Limpio, S Sedimentado, O Obstruido o C Colmatado.
- Tipo de Sedimento: P Piedra, L Lodo, A Arena o B Basura.
- Altura de Sedimento: altura en centímetros del sedimento presente en el pozo.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



- Estado de la Cañuela: si el pozo tiene cañuela en qué condiciones se encuentra.
B Bueno, M Malo, F Falta Cañuela o N No se observa.
- Estado Físico del Pozo: P Perdido cuando no fue posible su localización por lo general tapado por pasto, R Realzar pozo esto cuando la rasante de la vía está muy por encima de él, E Encima de la Rasante cuando el pozo está por encima de la rasante de la vía o L Relleno Lateral.
- Observaciones: se digitan algún tipo de observación diferente encontrada en el pozo como tipo de vía, actualización de catastro anterior, tipo de cañuela, altura de excavación, diámetro y altura del cono, diámetro de tapa, entre otros.

3.1.4.2.Descripción de fichas Técnicas Sistema de Acueducto (Carvajal & Sánchez, 2021)

VÁLVULAS

Encabezado:

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIO Y DISEÑO				MPT-ETD-F-01-11	
CAPTURA DE LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS				Página 11	5
CAPTURA DE CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO				VÁLVULA	
MANZANAS DEFINIDAS					
BARRIO	DIRECCIÓN	FECHA		V	

Ilustración 11: Encabezado Ficha Técnica Válvulas.

Fuente: Ingeniero Diego Sánchez Tapiero

- Nombre del proyecto



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



- Barrio y dirección: ubicación según barrio calle o carrera del municipio donde fue encontrado el elemento.
- Fecha: fecha en la que se realizó el catastro a la válvula.
- Número: identificación en número que se le dio a cada válvula precedido de la letra V.

Área de Foto:

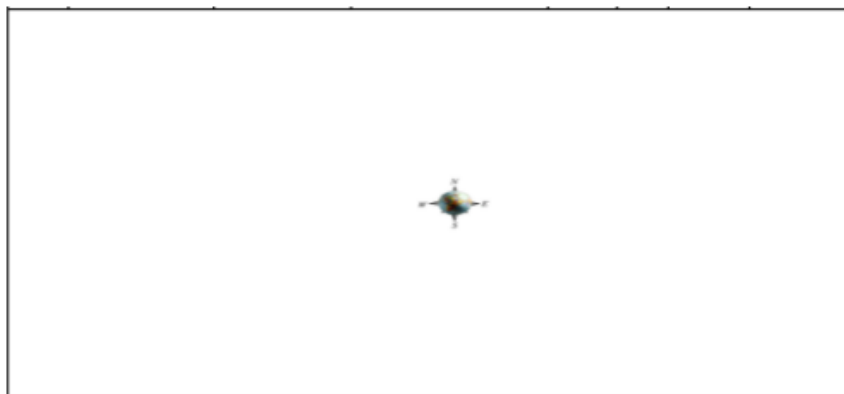


Ilustración 12: Área de Fotos Ficha Técnica Válvulas.

Fuente: Ingeniero Diego Sánchez Tapiero

Fotos referenciadas a los puntos cardinales de la ubicación del elemento.

Información del elemento:





- Referencia: lugar hasta donde se tomó la distancia medida desde el elemento.
Por general Paramento Pa, Sardinel Sa o vía.
- Distancia: distancia en metros desde el elemento al punto de referencia.
- Observaciones: por lo general hacía que punto cardinal abre la tapa u otro aspecto relevante del elemento.
- Tipo: tipo de válvula.
- Función que cumple la válvula en el sistema.
- Estado: estado en el que se encuentra la válvula.
- Sentido horario u antihorario de la apertura de la válvula.
- Estado de servicio o fuera de servicio.
- Operabilidad: clasificada en local, no opera o bueno.
- N° de vueltas.
- Estado físico de la válvula: bueno, falta tapa, sin cabezote, nivelar cámara, tiene fuga, trabada, inaccesible, perdida, cambiar tapa o tapada con material.
- Extremo liso o bridado.
- Porcentaje de apertura.
- Cabezote: cuadrado, triangular o rectangular.



HIDRANTES

Encabezado:

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA COLOMBIA 1995		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS, ESTÁNDARES Y DESARROLLOS		NPS-STD-F-018	
		CONTENIDO DE LOCALIZACIÓN DE HIDRANTES		PÁGINA 01	REVISIÓN 1
		CONTENIDO DE CATASTRO DE PUNTO DE ACUERDO			
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
NOMBRE	DIRECCIÓN	FECHA			

Ilustración 14: Encabezado Ficha Técnica Catastro Hidrantes.

Fuente: Ingeniero Diego Sánchez Tapiero.

- Nombre proyecto:
- Barrio y dirección de la ubicación del hidrante según barrio calles o carreras del municipio.
- Fecha: fecha en que se realizó el catastro del elemento.
- Número de hidrante



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



- Diámetro: diámetro en pulgadas del elemento.
- Tipo de hidrante Milán o Tráfico
- Estado físico del elemento.
- Estado de servicio o fuera de servicio.
- Rasante: material de la vía
- Nombre de la válvula a la que corresponde el hidrante.
- Ubicación: conformada por 2 de ellas y cada una con 3 columnas. Estos datos se diligenciaron después de haber diseñado el SIG y que la red estaba Geo-Referenciada.
- Orientación: según los puntos cardinales hacia donde se tomó la distancia del punto de referencia.
- Referencia: lugar hasta donde se tomó la distancia medida desde el elemento.
Por general Paramento Pa, Sardinel Sa o vía.
- Distancia: distancia en metros desde el elemento al punto de referencia.

3.1.5. CATASTRO DE REDES

En la fase de planeamiento, donde se planifican fichas técnicas que contendrían toda la información sobre los componentes de la red de conducción de agua y alcantarillado, se determina la ruta de recolección de datos en condiciones exteriores, eligiendo las rutas de



calles de tiempo más óptimas y también comprobando. el flujo de aguas residuales y la red de suministro de agua potable.

Las referencias a los sistemas de agua y alcantarillado son actividades que implican la ocupación de espacios públicos, que impiden la circulación de peatones y vehículos, trayendo como consecuencia molestias para quienes tienen que circular por las calles ocupadas por estas operaciones, tiene un impacto adicional en el medio ambiente. Emisiones generadas por gases y ruido debido a la reducción del tránsito vehicular y aumento del riesgo de accidentes, especialmente para peatones y trabajadores. Se espera que esta actividad sea de corto plazo y facilitará el restablecimiento de las condiciones normales en las áreas afectadas. (EPM, Versión 08, pág. 81).

3.1.6. PLANOS AUTOCAD (ACTUALIZACIÓN)

Luego de recoger los datos en el sitio, actualice el plano del sistema en AUTOCAD.

3.1.7. DICCIONARIOS DE DATOS

Cuando la información es ingresada en fichas técnicas en un libro mayor en Microsoft Excel, le da precisión semántica a los datos procesados en la base de datos del sistema de información, evitando interpretaciones y ambigüedades que varían de acuerdo al perfil de usuario que las utiliza. Directora etc. (Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, junio 2020).



Ahora echemos un vistazo más de cerca a los diccionarios de datos para implementar GIS.

3.1.7.1. Sistema de Alcantarillado

POZOS

- ID: código interno en el sistema. Letra P- precedida del número de pozo.
- GEOMETRÍA: se relaciona con la representación vectorial del objeto, cuyas alternativas son punto, línea y polígono.
- COORDENADA X (m): Coordenada Plana del punto sobre el plano terrestre X en metros.
- COORDENADA Y (m): Coordenada Plana del punto sobre el plano terrestre Y en metros.
- LONGITUD (W): coordenada decimal al Oeste W del punto sobre el plano corresponde a la Coordenada Plana X
- LATITUD (E): coordenada decimal al Este E del punto sobre el plano corresponde a la Coordenada Plana Y
- ALTURA DEL POZO: el rango en metros dentro del cual se encuentra la exactitud posicional vertical del pozo. 1. < 1 metro, 2. 1 a 2 metros, 3. 2 a 3 metros, 4. 3 a 4 metros, 5. > a 4 metros 0. Desconocido.
- COTA RASANTE (m): m.s.n.m a la que se encuentra la vía o la tapa del pozo.



- COTA DE FONDO (m): m.s.n.m a la que se encuentra el fondo del pozo.
- DIRECCIÓN DEL FJULO EN EL POZO: Respecto a los puntos cardinales en el plano terrestre hacia dónde va dirigido el flujo del agua residual. 1. Norte N, 2. Sur S, 3. Este E, 4. Oeste W.
- REVESTIMIENTO: Especificación del pozo 1. C si presenta 2. S no tiene revestimiento en mortero 0. Desconocido.
- TIPO DE TAPA: especificación del tipo de tapa que tiene el pozo 1. C concreto 2.
- Hierro Fundido Acero 3. No tiene 0. Desconocido pozo sin inspeccionar.
- DIAMETRO TAPA: diámetro en centímetros de la tapa
- TIPO DE POZO: especificación del tipo de pozo 1. CC con cono 2. SC sin cono 3.
- CJ Caja en concreto 0. Desconocido.
- DIAMETRO POZO: diámetro en metros del pozo
- DIAMETRO CONO: diámetro en centímetros del cono
- ALTURA CONO: altura en centímetros del cono
- TIPO CAÑUELA: 1. Doble a 90°, 2. A 45°, 3. Paso directo, 4. 3 ramas 5. En Y, 6.
- Doble paso directo y 45°, 7. Doble paso directo, 8. No se observa, 9. Falta cañuela, 0. Desconocido.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"
 Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



- **ESTADO FISICO DEL POZO:** estado en el que se encuentra el pozo físicamente 1. Inspeccionado, 2. Perdido imposibilidad de apertura debido a que está tapado por la vía, 3. Se debe realizar realce con respecto a la vía, 4. Encima de la rasante.
- **DIAMETRO TUBERÍA ENTRADA:** Diámetro en pulgadas de la tubería de entrada (tubería dominante) 0. No hay tubería de entrada.
- **MATERIAL TUB ENTRADA:** material de esta tubería de entrada puede ser 1. PVC 2. GRESS 0 no ha tubería de entrada
- **DIAMETRO TUB SALIDA:** diámetro en pulgadas de la tubería de salida que conecta al otro pozo.
- **MATERIAL TUB SALIDA:** material de la tubería de salida 1. PVC 2. GRESS
- **VA PARA EL POZO:** indica hacia que pozo va el flujo de la tubería de salida.
- **TIPO DE VÍA:** Especifica el tipo de vía según el material de la rasante 1. Destapada, 2. Pavimento flexible 3. Pavimento rígido.
- **NÚMERO DE TUBERIAS DENTRO DEL POZO:** Cantidad de tuberías que influyen en el pozo contando las tuberías de entrada y salida 0. Desconocido.
- **FECHA:** se refiere a tomar los datos en campo de acuerdo al calendario gregoriano Día/Mes/Año.
- **DIRECCIÓN:** dirección barrio o urbanización junto con calle y carrera.
- **OBSERVACIONES:** alguna observación que hace diferente al pozo.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



- IMAGEN
- FICHA POZO: vinculo al archivo Excel de la ficha técnica de catastro

TUBERÍAS

- ID: código interno en el sistema.
- N: número que representa el orden de la creación de las tuberías.
- DIAMETRO
- MATERIAL: Materia de la tubería 1. PVC, 2. GRESS
- DIRECCION DEL FLUJO DOMICILIARIAS: respecto a los puntos cardinales en el plano terrestre de donde viene el flujo del agua residual en la tubería domiciliaria.
- DIRECCION DEL FLUJO COLECTORES: respecto a los puntos cardinales en el plano terrestre de donde viene el flujo del agua residual en la tubería domiciliaria.
- LONGITUD: longitud en metros del colector.
- PENDIENTE: pendiente del colector en porcentaje %
- Destapada, 2. Pavimento flexible, 3. Pavimento rígido.
- IMAGEN



DESCARGAS

- ID: código interno en el sistema. Letra O- precedida del número de descarga.
- COORDENADA X (m): Coordenada Plana del punto sobre el plano terrestre X en metros.
- COORDENADA Y (m): Coordenada Plana del punto sobre el plano terrestre Y en metros.
- LONGITUD (W): coordenada decimal al Oeste W del punto sobre el plano corresponde a la Coordenada Plana X
- LATITUD (E): coordenada decimal al Este E del punto sobre el plano corresponde a la Coordenada Plana Y.
- COTA CLAVE
- COTA BATEA
- DIAMETRO
- DESCARGA: nombre del rio o quebrada donde se descargan las aguas residuales del colector.
- DEL POZO: nombre del pozo anterior a la descarga.
- VOLUMEN: volumen de aguas residuales de descarga al vertimiento.



MH

- MH, son puntos iniciales donde inician colectores que no están dentro de un pozo.
- ID: código interno en el sistema. Letras MH- precedida del número de descarga.
- COORDENADA X (m): Coordenada Plana del punto sobre el plano terrestre X en metros.
- COORDENADA Y (m): Coordenada Plana del punto sobre el plano terrestre Y en metros.
- LONGITUD (W): coordenada decimal al Oeste W del punto sobre el plano corresponde a la Coordenada Plana X
- LATITUD (E): coordenada decimal al Este E del punto sobre el plano corresponde a la Coordenada Plana Y.
- COTA CLAVE
- COTA BATEA
- DIAMETRO: Diámetro en pulgadas del colector de descarga.
- CONECTA A: nombre del pozo al que conecta el punto MH.



3.1.7.2. Sistema de Acueducto

TUBERÍAS

- ID: código interno en el sistema
- DIAMETRO: Diámetro en pulgadas de la tubería
- LONGITUD: longitud en metros de la tubería de distribución
- DIRECCION: barrio o urbanización con calles y carreras de la localización de la tubería

VÁLVULAS

- IDE: Código interno en el sistema.
- DIAMETRO: Diámetro en pulgadas de la válvula.
- MATERIAL: 1. Acero 2. Desconocido
- PROFUNDIDAD: distancia vertical desde la tapa o rasante al cabezote de la válvula.
- RASANTE: 1. Pavimento rígido, 2. Pavimento flexible, 3. Destapada.
- TIPO: 1. Distribución del sistema, 2. Mariposa, 3. Desconocido.
- FUNCION: 1. Cierre temporal, 2. Reguladora de presión, 3. Desconocido.
- ESTADO: 1. Abierta, 2. Cerrada, 3. Regulada, 4. Desconocido.
- SENTIDO: 1. Horario, 2. Antihorario.



- ESTADO: 1. Servicio, 2. Fuera de servicio.
- OPERABILIDAD: 1. Operando, 2. Desconocido.
- ESTADO FISICO: 1. Bueno, 2. Falta tapa, 3. Sin cabezote, 4. Nivelar cámara, 5.
- Tiene fuga, 6. Trabada, 7. Inaccesible, 8. Perdida, 9. Cambiar tapa, 10. Otro
- EXTREMO: 1. Liso, 2. Bridado, 3. Desconocido.
- CABEZOTE: 1. Cuadrado, 2. Triangular, 3. Desconocido
- TAPA ABRE AL: No tiene tapa.
- FECHA DE VISITA: día de visita de campo
- DIRECCION: calles y carrera de ubicación
- BARRIO: barrio del municipio al que corresponde la localización de la válvula.
- OBSERVACIONES: algún dato diferente a la válvula.
- IMAGEN

HIDRANTES

- ID: Código interno en el sistema
- DIAMETRO: diámetro en pulgadas del hidrante.
- TIPO: 1. Tipo Milán, 2. Tipo tráfico.
- ESTADO FISICO: 1. Bueno, 2. Antiguo, 3. Deteriorado.



- ESTADO DE OPERABILIDAD: 1. Servicio, 2. Fuera de servicio.
- TIO DE RASANTE: 1. Pavimento flexible, 2. Pavimento rígido.
- VALVULA AL QUE CORRESPONDE. Identificación de la válvula a la que corresponde el hidrante.
- FECHA: corresponde al día de la visita de campo a los elementos.
- BARRIO
- DIRECCION
- OBSERVACIONES: dato diferente del hidrante por lo general especificaciones técnicas.

3.1.8. BASES DE DATOS

Los diccionarios de datios se crean en formato de valores separados por comas (VSC) y texto separado por tabuladores (TXT) para facilitar su manejo.

3.1.9. SIG (IMPLEMENTACIÓN)

Ya vez creada la tablas con su estructura y base de datos, se geo-referencia la información utilizando QGIS como software principal, con base en datos oficiales del Marco Nacional de Referencia Geocéntrico de Colombia (MAGNA SIRGAS). Esta información debe colocarse en el mismo sistema de referencia para la integración en el SIG. (IGAC, 2004).



El archivo de AUTOCAD se convierte a formato .DXF y el plano se carga en GIS utilizando DXF Import/Convert Vector Completion. Dependiendo de la geometría del elemento, se crean las capas correspondientes para cada sistema, acompañadas de diccionarios y bases de datos, hojas de expertos catastrales y documentos fotográficos.

3.1.10. BASES DE DATOS GEOREFERENCIADAS (CONSULTAS RÁPIDAS)

En este punto se avanzó en la investigación y se impartió un curso muy breve sobre el lenguaje SQL con Sistemas de Información Geográfica. El sistema bajo inspección se puede mostrar fácilmente con datos precisos en la pantalla.

3.2. REDES DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO (SIMULACIÓN)

3.2.1. SWMMM (Red de Alcantarillado)

Modelación de la red de alcantarillado SWMMM: la red de alcantarillado simulada en SWMMM se realiza de dos maneras diferentes. El primero es una simulación de una red que contiene flujo de aguas residuales, y el segundo es una simulación de una red de aguas residuales (aguas pluviales) en una parte de un municipio. Las aguas pluviales se recogen y canalizan mediante estructuras como canaletas y rejillas.



3.2.2. EPANET (Simulación de la red de acueducto)

Simulación de Redes de Agua en EPANET: Para crear una simulación de las redes de abastecimiento de agua, primero exporte el diseño del sistema desde AutoCAD al software EpaCAD para crear tuberías y nudos.

Por otro lado, el municipio Chía de Cundinamarca sufrió una serie de inundaciones en diferentes momentos. Uno de los más memorables fue causado por el evento La Niña de 2011, que cobró más de 400 vidas y también creó problemas de gestión de aguas negras. De lo anterior y a la historia de las inundaciones, (Avendaño & Cadena, 2014). Aplicó los SIG en la demarcación de amenazas de inundación en el Municipio de Chía Cundinamarca realizaron un investigación cuantitativo sobre la afán de herramientas informáticas, con el impreciso de utilizando GIS (QGIS) como una utensilio instrumento de revelación cartográfica para consentir que las autoridades de pacto visualicen las áreas con longevo eventualidad de inundación y desarrollen mecanismos de mitigación y escrúpulo para inviernos como el de 2011. Se utilizaron mapas de ascenso y contornos, mapas de pendiente, mapas de perfil, mapas hidrológicos, mapas de iso-ascenso, bosques y caminos para interpretar y elogiar los datos que podrían deteriorar en los fenómenos. Como resultado, según el planisferio generado, los municipios están ubicados en excepto pendientes, lo que impide la desagüe y la evaporación. Proporción de refresco El SIG implementado permitió una visualización ordenada de las distintas capas creadas, facilitando la exégesis de la revelación y su encrucijada con otros mapas.



A comparación, Martínez F, 2002. Aplicó sistemas de información geográfica para gestionar la red de abastecimiento de agua potable. En su tesis de grado señaló que estudiar las redes de aprovisionamiento de agua potable solicita manejar información importante, todos los cuales rara vez están relacionados. Pero es posible con la implementación correcta. Sistemas de Información Geográfica Su investigación se centra en la definición de creación de bases de datos, la creación de modelos digitales de paisajes, el desarrollo de modelos de redes, destinación de cargas o consumos a los modelos, la interoperabilidad, el trabajo SIG y finalmente la práctica. Hacer todo lo anterior. Decisiones de gestión de ingeniería, tomando estas decisiones con base en los resultados obtenidos por el modelado matemático.

Así mismo, Sánchez D & Mendoza M, 2021. Sánchez D y Mendoza M, 2021. Desarrollaron un sistema de información geográfica que se aplicó para optimizar el tiempo de planificación de una red de aprovisionamiento de agua potable. La introducción de nuevos métodos en la planificación de redes de aprovisionamiento de agua potable ha perfeccionado mucho la recopilación de información necesaria para los cálculos hidráulicos. La intención de este documento es demostrar el uso de GIS para optimizar el tiempo de planificación de la red de suministro mediante la recopilación de datos de acceso como la elevación, las áreas relevantes y el requerimiento de referencia en diferentes puntos de empalme al sistema y para mejorar el diseño. . Gracias al análisis de topología, la aplicación de los instrumentos del software Arc-GIS hace que sea más fácil, rápido y fiable



exportar resultados a software de modelado o simulación hidráulico, en este caso, Epanet, Garantía de calidad y diseño óptimo.

Gracias al trabajo realizado, es posible sistematizar el método de planificación de la red de aprovisionamiento de agua potable, incluyendo el procesamiento y manejo de los datos ingresados al software de simulación de una forma más breve, puntual y geo-referenciada. Se adapta más fácilmente a la sincronización del modelo hidráulico de la red. Por lo tanto, es posible integrar servicios SIG y procedimientos de modelado hidráulico utilizados en el diseño de sistemas de suministros de agua para mejorar la prestación de servicios a la comunidad, ayudando a agregar toda la información en capas. Corriente, necesaria para los cálculos hidráulicos del sistema bajo investigación. En comparación con los métodos utilizados anteriormente para determinarlos, los datos son más fáciles y rápidos de obtener, como tomar más tiempo en obtener las altitudes de cada intersección, ya que se obtienen mediante la interpolación entre niveles. Curvas ordenadas en CAD, Así mismo para obtener las áreas radiales de cada punto de conexión se debe utilizar el método de semiarco y diseñar polígonos cerca de cada nodo en CAD, obteniendo así obtener productos inexactos de zonas impositivas, de esta manera Ventajas. Él se destaca la implementación de sistemas de información espacial porque en poco tiempo se puede obtener una muy buena cantidad de información, se puede combinar con el potencial y volumen de datos de la parte gráfica del sistema. (Sánchez & Mendoza, 2021).



CONCLUSIONES

Los modelos de redes de aprovisionamiento de agua potable se pueden importar fácilmente a la base de datos de QGIS al planificar y generar de acuerdo con las necesidades actuales y potenciales de la comunidad; y su uso efectivo depende, en primer lugar, de su importancia para la gestión del agua y saneamiento.

Cabe decir que QGIS (software de código abierto), que por su naturaleza libre y abierta permite un desarrollo más amplio, reduciendo así los costos de desarrollo que requieren licenciamiento y actualización del software licenciado.

La introducción de SIG mejora la productividad de los usuarios que trabajan con estos datos, ya que su propósito es almacenar, administrar y analizar datos y resolver problemas.

Un sistema de información geográfica (GIS) combinado con una base de datos geoespacial es una herramienta poderosa para administrar y operar eficientemente los sistemas de aguas pluviales y aguas residuales, planificar la gestión de activos, acelerar la utilización y el mantenimiento de los recursos y minimizar los impactos negativos en la sociedad. Debido al comportamiento del sistema.



REFERENCIAS.

- Moreno Jiménez, A., Prieto Flores, M., & Martínez Suárez, P. (2008). *Sistemas y análisis de la información geográfica: Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. Rama Editorial. <https://www-digitiapublishing-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/a/109874>
- Gray, P., Suchocki, S., Horan, TA, Gantz, D. (2001). Sistemas de Información Geográfica. En: Gass, SI, Harris, CM (eds) Encyclopedia of Operations Research and Management Science. Springer, Nueva York, NY. https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/1-4020-0611-X_383
- Ortega, Emilio, et al. (2016). *Sistemas de información Geográfica. Teoría y práctica*. Dextra. <https://www-digitiapublishing-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/a/67546>
- QGIS - El SIG Líder de Código Abierto para Escritorio. (2022). Qgis.org. https://docs.qgis.org/3.22/es/docs/user_manual/preamble/features.html
- Lacalle, A. B. (2014). Qué es Quantum GIS y por qué utilizarlo. Pleiades Enginyeria i Consultori. <https://pleiadesic.com/es/que-es-quantum-gis-y-por-que-utilizarlo/>
- Soni, S., & Prasad, A. D. (2021). Detection of flood hazard using QGIS. In Lecture Notes in Civil Engineering (pp. 899–905). Springer Singapore.
- Niño, O. V. (2020, August 5). ConvertGISEpanet y RunEpanetGIS. Tools para trabajar con modelos Epanet y GIS. iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/oscar-vegas-nino/convertgisepanet-y-runeapanetgis-herramientas-trabajar-modelos-epanet-y-gis>
- Pérez Navarro, A. (2011). *Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática*. Universitat Oberta de Catalunya. <https://www-digitiapublishing-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/a/20241>
- Rossiter, D. G. (1994). Special Topics in Soil, Crop and Atmospheric Sciences. Obtenido de Land Evaluation, with emphasis on computer application: <https://cutt.ly/TXjZuli>



- quaknow. (2019). Obtenido de <https://aquaknow.jrc.ec.europa.eu/en/news/epanet-unsoftware-libre-simulacionesdel-comportamiento-hidraulico-y-de-la-calidad-del-agua-en-rede>
- Esri. (s.f.). Obtenido de <https://cutt.ly/fXjLLco>
- Healey, R. (2001). Database management systems. Longley, Goodchild
- Tecpa. (2014). Obtenido de <https://cutt.ly/YXjLCDi>
- Maguire, DJ (2016). ArcGIS: software SIG de propósito general. En: Shekhar, S., Xiong, H., Zhou, X. (eds) Encyclopedia of GIS. Springer, Cham. https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-3-319-23519-6_68-2
- Muñoz, C., & Rueda, A. (2017). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA ELABORAR CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO (pag 4). Bogotá D.C: Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Obtenido de <https://cutt.ly/4XjL3TE>
- Giraldo, M. (2021). ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN LOS MUNICIPIOS DE BELALCÁZAR, SAN JOSÉ, PALESTINA Y LOS CORREGIMIENTOS DE GUARINOCITO Y ARAUCA (pag 8). Manizales: Universidad de Caldas.
- Sabogal, Z., & Rincón, A. (2017). ADMINISTRACIÓN DE DATOS GENERADOS POR UN CATASTRO DE REDES POR MEDIO DE HERRAMIENTAS SIG. Manizales: Universidad de Manizales.
- IGAC, I. G. (1998). Principios básicos de cartografía temática Nancy Aguirre Gutiérrez(Investigación y Coordinación). Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- Ramírez, C. (2016). ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO GUIA TÉCNICA (pag 11). Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia.
- IGAC, I. G. (1998). Principios básicos de cartografía temática Nancy Aguirre Gutiérrez (Investigación y Coordinación). Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- Santiago, O. (2010). Desarrollo de una metodología para el levantamiento del catastro de acueducto (pag 16 - 18). Bogotá D.C: Universidad de los Andes.



- Anónimo, s.f. Capítulo 3. Sistemas de alcantarillado: ingeniería y tecnología. Obtenido de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/391/A6.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Camacho, C., & Henao, D. (2018). Sistema de información geográfica aplicada a la localización y análisis de fugas de agua potable en las redes de los usuarios de la empresa ibal en la ciudad de Ibagué. Manizales: Universidad de Manizales.
- Valdiviezo, A. (2019). Manejo del software QGIS para gestionar datos de redes de distribución de agua en la Urb. Miraflores (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.
- Sánchez, D., & Mendoza, M. (2021). SIG aplicado a la optimización del tiempo de diseño en redes de distribución de agua potable. Pamplona N. S.: Universidad de Pamplona.
- Avendaño, A. Z., & Cadena, Y. K. (2014). Uso de Sistemas de Información Geográfica en la Determinación de Amenazas por Inundación en el Municipio de Chía. Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de Landslide & Slope Instability Geohazards: Classification Schemes - Hutchinson: http://www.ukgeohazards.info/pages/eng_geol/landslide_geohazard/eng_geol_landslides_classification_hutchinson.htm
- SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRE. Fenómeno de la Niña [en línea]. Bogotá: La empresa [citado 09 de febrero, 2014]. Obtenido de: <http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/ResumenGESTIONDELRIESGO.pdf>, Pag. 6>
- Solano, D. F. (2002). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la gestión técnica de redes de distribución de agua potable. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- EPM. (Versión 08). Instructivo para la referenciación de los sistemas de acueducto y alcantarillado. En E. P. EPM. Medellín.
- Carvajal, D., & Sánchez, D. (2021). Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Elaboración de Catastro de Redes de Acueducto y Alcantarillado Municipio Chitagá Departamento Norte de Santander. Pamplona NS: Universidad de Pamplona.