Diseño de una herramienta para control, generación de los recibos y análisis de consumo de los servicios del acueducto veredal ACUASANTAROSITA

Luis Miguel Ayala González, Jinneth Constanza Quemba Espitia, Carlos Andrés Castañeda Diaz, y Andry Juleidy Huertas Cuervo

Fundación Universitaria Compensar

Especialización en Contabilidad y Auditoría en Entornos Digitales

Proyecto de grado

Jairo Alberto Olarte Cabana

17 de noviembre 2023

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Índice

Resumen 4
Introducción 6
Marco General del trabajo 8
Problema estudiado 8
Planteamiento del problema 8
Definición del problema 9
Objetivo general 9
Objetivos específicos 9
Justificación 9
Marcos 11
Marco de referencia 11
Acueductos veredales 11
Organización, creación, sostenibilidad y crecimiento Acueductos Veredales 13
Transformación Digital 15
Modelado de Bases de Datos 17
Marco Geográfico 19
Mapa de Colombia, Departamento de Cundinamarca y Municipio de Suesca. 19
Suesca 19
Vereda Santa Rosita 20
Diseño Metodológico 21
Método Cualitativo 23
Método cuantitativo 23
Técnicas 23
Resultados 25
Caracterizar y tomar la muestra 25
Diseño de la herramienta – Registro de consumo 30
Diseño de la herramienta – Recibo de recaudo 38
Diseño de herramienta de análisis de consumo. 40
Conclusiones 47
Recomendaciones 49
Referencias 51

Índice de Figuras

Figura 1 Modelo entidad – relación 18

Figura 2 Mapa base cartográfica de Colombia 19

Figura 3 División política de Suesca 20

Figura 4 Base de la investigación 22

Figura 5 Ubicación de puntos de servicio 26

Figura 6 Vista de la vereda Tausaquira, localización sector 1. 27

Figura 7 Ciclo de lectura de medidores 28

Figura 8 Proceso de recolección de datos de lectura 29

Figura 9 Captura de datos con registro fotográfico, micromedidor y medidor 30

Figura 10 Modelo Relacional 36

Figura 11 Herramienta puntos servicio – Cuadro de mando 37

Figura 12 Formato del recibo de recaudo 39

Figura 13 Configuración origen de datos 41

Figura 14 Fuente de datos 42

Figura 15 Transformación de datos 43

Figura 16 Usuarios 44

Figura 17 Consumo por sectores 45

Resumen

El Acueducto de la vereda Santa Rosita es una entidad creada como un comité de acueducto de la Junta de Acción Comunal (JAC) en noviembre de 1995, La Asociación de usuarios del acueducto de la vereda Santa Rosita. (ACUASANTAROSITA) se registró en la Cámara de Comercio con el número S0048458 el 14 de mayo de 2015, y su registro tiene una duración indefinida bajo el número 00249637. Su principal actividad es la captación y distribución de agua potable para consumo humano, esta captación es realizada en los nacederos de las Manas y Aranjuez, ubicados en la vereda Tausaquira, donde el agua llega por gravedad del Aranjuez a los tanques de distribución, y a su vez cuando baja el nivel de captación del Aranjuez se realiza bombeo al tanque principal.

La falta de un sistema para el registro y control del consumo de agua plantea desafíos significativos en la gestión eficiente del acueducto, se dificulta la identificación de puntos de servicio propensos a posibles fugas, el adecuado funcionamiento de los medidores y su estado general. Esta situación también impacta en la precisión de los montos recaudados, ya que la ausencia de un seguimiento detallado impide determinar con certeza los niveles de consumo de agua en la vereda.

Lo que se buscó con este proyecto fue diseñar una herramienta para control, análisis de consumo y recaudo de los servicios del acueducto veredal ACUASANTAROSITA, esto beneficiando directamente a los usuarios de la asociación.

Palabras clave: Acueducto, recaudo, control, sistema, consumo, herramienta, tecnología.

Introducción

El departamento de Cundinamarca ha llevado a cabo proyectos para fortalecer el funcionamiento de los acueductos veredales en los 116 municipios, a través del *programa "Agua a la Vereda"*. Este programa tiene como objetivo cerrar las brechas existentes en los indicadores de continuidad, cobertura, calidad y suficiencia financiera. Para lograrlo, se solicitó a los acueductos participar en una convocatoria, en la cual algunos acueductos vecinos fueron beneficiados con subsidios económicos para los usuarios, especialmente durante la pandemia de COVID 19. Además, se llevó a cabo la entrega de tanques, tuberías para expandir las redes y la instalación de micromedidores. También se construyeron 20 Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).

Sin embargo, ACUASANTAROSITA no pudo participar en esta convocatoria debido a que no forma parte del plan departamental de aguas, lo cual limitó su acceso a los beneficios. Este obstáculo se debe a demoras e inconvenientes con la concesión de Aguas ante la CAR (Corporaciones Autónomas Regionales). Al pertenecer al Plan Departamental de Aguas, el Acueducto debe ajustarse a la estructuración tarifaria establecida en dicho plan. Esto afecta directamente a los usuarios, quienes están acostumbrados a tarifas diferentes. Además, una vez que los acueductos se integren al Plan Departamental de Aguas, deberán presentar informes financieros periódicos.

Se espera que, con la implementación de los objetivos propuestos en este trabajo, el Acueducto pueda lograr una estructura más organizada en términos de control de medición del

consumo, exactitud en la liquidación del servicio por predio y generar un recibo del consumo con mayor exactitud de datos.

Marco General del trabajo

Problema estudiado

Planteamiento del problema

La falta de una herramienta tecnológica adecuada dentro del sistema de gestión en el acueducto para realizar un seguimiento eficiente del consumo de agua representa un problema significativo. La limitada presencia y apoyo de las tecnologías obstaculiza la capacidad del acueducto para registrar con precisión los consumos de agua y gestionar de manera eficiente la elaboración de recibos.

La carencia de acceso a sistemas de medición y la dependencia de procesos manuales para estas tareas aumentan el riesgo de errores humanos, lo que puede resultar en cálculos incorrectos y pérdida de datos. Además, la falta de sistematización y control impacta negativamente en la transparencia y en la gestión financiera del acueducto.

Esta problemática no solo afecta la eficiencia operativa, sino que también puede generar desconfianza entre la comunidad y la administración del servicio. La implementación de una solución tecnológica integral se presenta como una necesidad para abordar estos desafíos y mejorar la precisión, transparencia y eficacia en la gestión del acueducto.

Definición del problema

¿Qué elementos integran el diseño de una herramienta para el registro de consumo y elaboración de recibos del acueducto veredal ACUASANTAROSITA?

Objetivo general

Diseñar una herramienta para optimizar el registro de consumo y elaboración de recibos para el acueducto ACUASANTAROSITA.

Objetivos específicos

- Caracterizar y tomar la muestra del proceso de lectura de medidores de agua.
- Crear un aplicativo en Excel que permita la recopilación eficiente y precisa de lecturas de medidores de agua y la elaboración de recibos.
- Diseñar Dashboards que proporcionen una representación gráfica de los datos de consumo de los puntos de servicio.

Justificación

El acceso al agua potable y a los servicios de agua es esencial para el bienestar de las comunidades rurales. Sin embargo, a menudo las asociaciones de usuarios se enfrentan a desafíos a la hora de controlar, analizar el consumo y recaudar los valores correspondientes al

pago del servicio. En este contexto, nuestro proyecto propone desarrollar una herramienta tecnológica que permita mejorar la gestión y eficiencia del acueducto veredal ACUASANTAROSITA haciendo uso de los entornos digitales como apoyo a la gestión administrativa.

A continuación, se definen los motivos que respaldan la utilidad de esta investigación:

Análisis de consumo: la herramienta propuesta permitirá obtener una información detallada sobre el consumo de agua en la comunidad. Esto ayudando a identificar patrones de consumo, detectar posibles fugas, fraudes, desperdicios y tomar medidas para promover el uso responsable del recurso hídrico.

Optimización de la gestión del acueducto: la herramienta propuesta permitirá controlar el funcionamiento del acueducto veredal con la visualización resumida de los datos, esto facilitará la detección temprana de posibles incidencias y contribuirá a una gestión más eficaz y de resolución rápida de cualquier problema.

Marcos

Marco de referencia

Acueductos veredales

Los acueductos veredales en Colombia son fundamental en la infraestructura rural del país, son cruciales para dotar de agua potable a las comunidades en zonas apartadas y alejadas de las redes de suministro convencionales. Estos sistemas de abastecimiento de agua representan un esfuerzo conjunto entre el gobierno local, las comunidades locales y diversas organizaciones para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones rurales y garantizar el acceso a un recurso vital como el agua.

Uno de los aspectos más destacados de los acueductos veredales es su capacidad para conectar a pequeñas comunidades dispersas en áreas rurales, a menudo en terrenos montañosos o de difícil acceso. Estos sistemas suelen comprender una red de tuberías, captaciones de agua en fuentes naturales, tanques de almacenamiento y sistemas de distribución que permiten llevar agua potable a las casas de los habitantes de la vereda. Además, los acueductos veredales fomentan la participación comunitaria y la autogestión, ya que las mismas comunidades locales suelen encargarse del mantenimiento y la operación de estos sistemas.

Esto fortalece el sentido de pertenencia y responsabilidad de las comunidades hacia su propio abastecimiento de agua, lo que a su vez promueve un uso sostenible y eficiente del recurso. Lo anterior, teniendo en cuenta lo que la Defensoría del Pueblo Colombia (2017)

expresa bajo la celebración del día mundial del agua, *Sin agua no habrá paz duradera,* en la que resalta:

> La importancia del agua dulce y la defensa de la gestión sostenible de este recurso. El agua está indisolublemente relacionada con la vida en el planeta, tanto del ser humano como de todas las demás especies cuya subsistencia y salud depende de este recurso vital e irremplazable. (p.1)

Por esto, es importante señalar que los acueductos veredales también enfrentan desafíos. La falta de recursos económicos y técnicos, así como la vulnerabilidad a eventos climáticos extremos, pueden afectar su funcionamiento. Las autoridades gubernamentales y otras instituciones deben apoyarse continuamente para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estos sistemas.

Así mismo, la Defensoría del Pueblo (2017), "hace un enérgico llamado a las entidades, organizaciones y comunidad en general sobre la conciencia que debemos tener en la gestión sostenible y buen uso de ese recurso, atendiendo los llamados expresados por la comunidad internacional" (p.1). Lo anterior en la voz de Eugenia Ponce de León, delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta la capacidad organizacional y de distribución de tareas y obligaciones, de esto depende una buena estructura que logre perdurar en el tiempo, esto acorde a como lo expresa en su tesis, Marchena y Vargas. (2018), "Toda empresa trabaja acorde

con una estructura organizacional, que ayuda a garantizar el orden en su administración, al igual, que tener la capacidad de captar los recursos necesarios que logren su desarrollo y sostenibilidad financiera en el tiempo" (p. 6).

Dentro de la tesis de Marchena y Vargas (2018) de la universidad Nacional de Costa Rica, se empleó un modelo de gestión para una asociación que administra Sistemas de Acueductos y Alcantarillados de la Comunidad de Florida del Cantón de Nicoya, Guanacaste. Todo enfocado en la organización, el control interno, la gestión financiera, la producción y comercialización del producto vital.

La tesis, como trabajo investigativo arroja varias consideraciones y genera algunas recomendaciones para que la asociación pueda establecer dentro de la organización y emprender un mejor camino para la conservación empresarial. De esto podemos tomar como herramienta de base el ejemplo, para implementar dentro del contexto organizacional y de gestión del acueducto veredal para el caso de estudio.

Organización, creación, sostenibilidad y crecimiento Acueductos Veredales

En la investigación realizada por Beltrán (2022), titulada, *Factores que incidieron en la organización, creación, sostenibilidad y crecimiento de los Acueductos Veredales exitosos en el municipio de Acacías-Meta (Colombia),* se identifican los desafíos que enfrentan las áreas rurales en el establecimiento y mantenimiento de acueductos. Estos desafíos incluyen la necesidad de una estructura organizacional adecuada, el registro como operador ante la

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, la implementación de un esquema tarifario, la capacitación de personal y la disponibilidad de recursos económicos.

El autor destaca el caso de la Asociación de los Usuarios del Acueducto Rural de las Veredas Unidas de Acacias (ARVUDEA) como un ejemplo representativo de una organización sin ánimo de lucro que ha logrado mantenerse y ser sostenible administrativa, económica y ambientalmente. Esta asociación ha evolucionado desde sus inicios en 1983 y ha logrado cobrar tarifas significativas por sus servicios.

La investigación de Beltrán (2022), muestra que el éxito de estos acueductos se basa en la unión, el trabajo en equipo, la responsabilidad y el sentido de pertenencia de los habitantes de las zonas rurales. Se destaca el proceso de capacitación y aprendizaje continuo, así como la importancia de la solidaridad y el recurso humano en el desarrollo organizacional.

En cuanto a la metodología, Beltrán (2022), utilizó un enfoque mixto basado en información primaria y secundaria para realizar una investigación descriptiva sobre los acueductos veredales exitosos. Se identificaron varias organizaciones que distribuyen agua a los hogares, pero solo dos de ellas, ARVUDEA y la Asociación Comunitaria del Acueducto Veredal Aqua 7, mostraron una estructura administrativa sólida.

La investigación de Beltrán (2022), evidencia cómo el fortalecimiento organizacional es clave en el éxito y la sostenibilidad de estas organizaciones. Las relaciones empresariales y la formalización les permiten acceder a planes y programas estatales. Además, se destaca la

importancia de los valores éticos y la articulación entre diferentes personas y entidades para el sostenimiento de las asociaciones.

En términos conceptuales, esta investigación resultó significativa para profundizar en el concepto de reducción de tarifas y el fomento de la formalización empresarial. Esto se basa en el impacto en la experiencia adquirida, que contribuye al desarrollo económico y al bienestar de la población. Según Beltrán (2022), las entrevistas realizadas al personal de la Asociación Comunitaria del Acueducto Veredal Aqua 7 y la Asociación de los Usuarios del Acueducto Rural de las Veredas Unidas de Acacias (ARVUDEA) revelan una relación similar en los aspectos administrativos, operativos y financieros. Esto resalta la importancia de llevar a cabo un control económico basado en el direccionamiento estratégico y el conocimiento organizacional, con un enfoque empírico en la gestión económica que ha ido mejorando con el tiempo.

Transformación Digital

En este proyecto también es importante abordar la transformación digital, ya que en su desarrollo se encuentra el diseño de una herramienta para control, análisis de consumo y recaudo de los servicios del acueducto veredal ACUASANTAROSITA. Para lo que se mencionan aspectos importantes para el presente trabajo, que hacen referencia a los nuevos modelos de gestión en relación con las tecnologías y el manejo de la información de las organizaciones. Se mostrarán algunos principios citados por Delgado (2021).

- **Recepción de datos en tiempo real**: la Internet de las cosas y las redes sociales están constantemente proveyendo datos, constituyendo una fuente de datos de uso imprescindible por las empresas.
- **Gestión basada en analíticas Big Data**: el volumen, la variedad y la velocidad de los datos están condicionando los modelos de gestión para extraer el máximo valor de su procesamiento.
- **Alta velocidad en la toma de decisiones**: cambia la regla del tiempo real: respuestas instantáneas a cambios e interactividad con el entorno.
- **Orientación a un usuario específico**: las situaciones de la vida de los usuarios como un proceso de negocio; el cliente está más cerca gracias a las tecnologías móviles y a la Internet de las Cosas.
- **Experiencia del cliente:** servicios de autoservicio, soluciones de "un toque", y otros modelos gobernados por la nueva realidad.
- **Gestión enfocada a los ecosistemas digitales empresariales:** los ecosistemas empresariales son redes dinámicas de entidades que se comunican entre sí para crear valor para los participantes.

Los anteriores principios nos orientan para desarrollar la investigación; dentro de esto se busca que el acueducto genere mejor practica con ayuda de la tecnología, para capturar la información de los medidores de agua de cada usuario, así evitar inexactitud al liquidar el consumo, mejorar el proceso de elaboración de recibos, así que puedan estar para el usuario en tiempo real sin atraso, y mejorar el proceso de recaudo utilizando las herramientas tecnológicas y financieras que se encuentran y generar más confianza al usuario.

Con el apoyo de la tecnología, se busca que el acueducto tenga su información en tiempo real, para tomar algún tipo de decisión sobre el suministro de agua, controlar a cada usuario y sectores a los que se presta el servicio, y ser más eficientes manejando los recursos con los que cuenta el acueducto.

Modelado de Bases de Datos

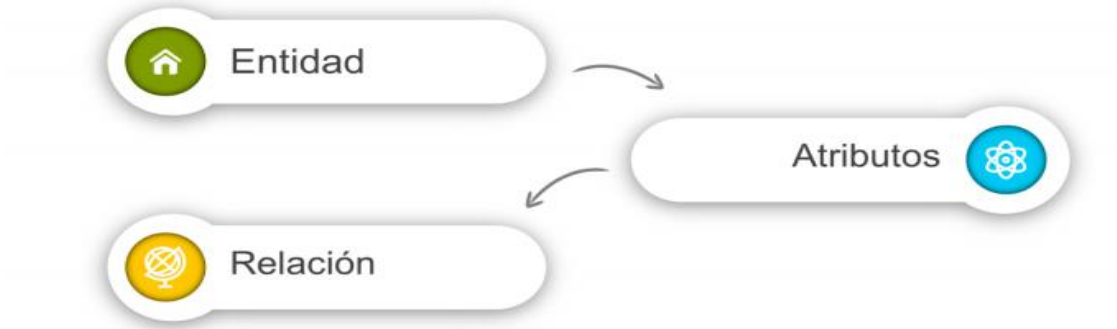
Para el desarrollo de la herramienta para el acueducto veredal ACUASANTAROSITA, es importante mencionar sobre el modelado de datos, en especial el modelo relacional el cual será fundamental dentro del desarrollo de esta herramienta, para lo cual, resaltamos lo expresado en la guía *Auditoría de Tecnologías de Información* de la Fundación Universitaria Compensar, (2022). (Ver figura 1)

> Dada la gran utilización del modelo relacional en las bases de datos diseñadas en los sistemas de información, es de resaltar que, previo a la creación de cualquier base de datos es necesario definir los parámetros que se esperan alimenten la misma; aspectos como la cantidad de tablas, los campos que contendrán cada tabla, las relaciones con otros elementos de la base y las posibles consultas que alimenten los diferentes reportes que se deben tener en cuenta para que no sea necesario realizar modificaciones constantes.

La planificación de los elementos descritos anteriormente se plasma a través del Modelo entidad-relación, donde se busca representar cómo se relacionan los diferentes elementos dentro de la base de datos. (p. 7).

Figura 1

Modelo entidad – relación



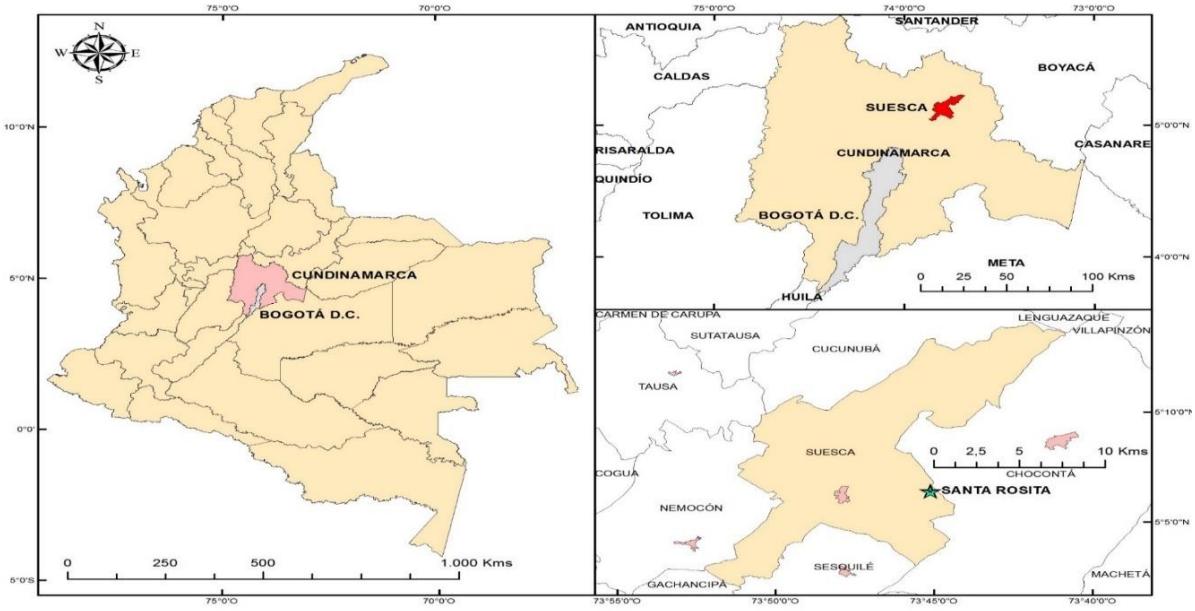
Nota: Imagen tomada de la guía de Auditoria de tecnologías de la información, (p. 8). Fundación universitaria Compensar, (2022).

Marco Geográfico

Mapa de Colombia, Departamento de Cundinamarca y Municipio de Suesca.

Figura 2

Mapa base cartográfica de Colombia



Nota. Ubicación geográfica donde se encuentra la vereda Santa Rosita, dentro del Departamento de Cundinamarca y de Colombia, Tomado de IGAG, (2014).

Suesca

Municipio de Cundinamarca (Colombia), ubicado en la provincia de Almeidas, a 59 km al noreste de Bogotá. Este municipio cuenta con una temperatura media anual de 14.3 °C. este municipio se encuentra subdividido en 19 veredas, todas cuentas con junta de acción comunal y personería jurídica. Guaqueta (2015).

Figura 3

División política Suesca



Nota. Mapa con las 19 divisiones veredales con las que cuenta el municipio. Tomado en el punto de información turística de Suesca PIT - del Libro monografías de Suesca, (1974).

Vereda Santa Rosita

Contaba con una Inspección de Policía, que atendía las veredas de Tausaquira, Tenería y San Vicente, pero se integró con la Inspección del casco urbano. Tiene servicios de carretera pavimentada, ferrocarril, electrificación, acueducto, alcantarillado, y salón comunal. Allí funciona la Institución Educativa Departamental Pablo VI. Se encuentra a 9 kilómetros del perímetro urbano del Municipio, y se comunica con el municipio de Chocontá. Guaqueta (2015).

Diseño Metodológico

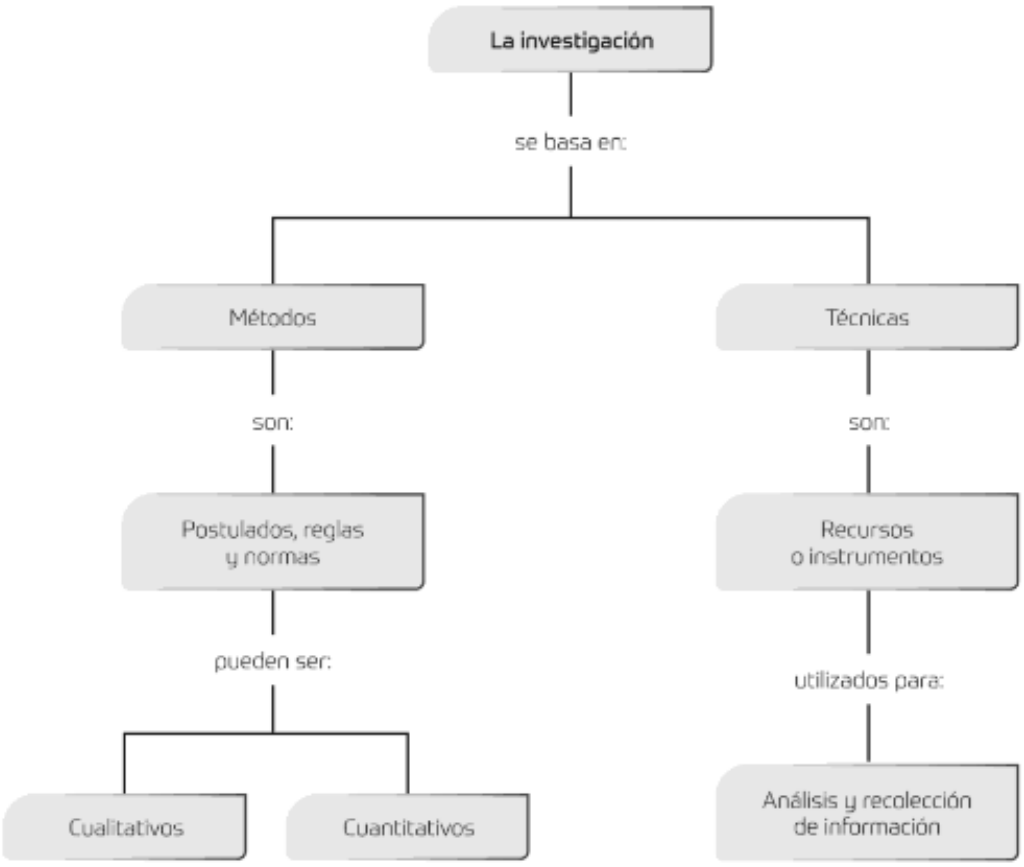
Teniendo como base lo manifestado por Espinosa (2014) “Para el análisis evaluativo, un esquema práctico es el diagnostico por factores: humano, económico, territorial, político-administrativo, en razón a la importancia del rol que cada uno de estos componentes cumple en el proceso de desarrollo” (p. 35), refiriéndose al enfoque metodológico llamado diagnóstico por factores, utilizado en el análisis evaluativo implicando descomponer un sistema en varios factores claves para comprender mejor su funcionamiento y efectividad para el desarrollo metodológico de esta investigación. Además, para el desarrollo metodológico de este trabajo, se tomaron también como base autores propios de la metodología de la investigación, como Sampieri, entre otros.

El Diseño de investigación hace explícitos los aspectos operativos de la misma. Si el tipo de investigación se define con base en el objetivo, el diseño se define con base en el procedimiento. Se refiere a donde y cuando se recopila la información, así como la amplitud de la información a recopilar, para que se pueda responder a la pregunta de investigación de la forma más idónea posible. Para Hernández (2014), diseño se refiere al plan de estrategias concebidas para obtener información y aplicarlo a los contextos particulares de estudio.

Según Mar et al. (2020) es su libro de Metodología de la investigación Métodos y técnicas, consideran estos al diseño de investigación como un método para lograr un fin y hace referencia al procedimiento para lograr el mismo, el autor lo describe en el siguiente gráfico.

Figura 4

Base de la investigación



Nota. Métodos y técnicas. Tomado de Metodología de la Investigación, métodos y técnicas (p. 26), (Mar et al., 2020), Grupo editorial patria.

Se entiende por método al conjunto de pasos ordenados y secuencias los cuales se siguen para tener un resultado.

Método Cualitativo

Consiste en la verificación de teorías mediante el uso de datos obtenidos del sujeto de estudio. En este método los datos numéricos no se consideran tan relevantes, ya que de forma inductiva se interpretan las observaciones de los parámetros. (Mar, et al.2020).

Método cuantitativo

A diferencia del método cualitativo, se centra en analizar datos numéricos que permitan evaluar el fenómeno de estudio, para interpretar la causa o causas del problema para apoyar las conclusiones elaboradas a partir del resultado. (Mar et al., 2020).

De lo anterior se puede decir que este proyecto estará enmarcado bajo el método cualitativo del cual se espera tener un resultado o se desprenderá una referencia cuantitativa.

Técnicas

La técnica hace referencia a la manera en que se aplica el método y por tal motivo se considera un procedimiento más específico, dentro de este trabajo de investigación se utilizara la siguiente técnica:

Para el método de observación (Blaxter et al., 2002) indica lo siguiente:

> “Con el método observación el investigador participa, mirando, registrando y analizando los hechos de interés; los hechos pueden ser registrados en el momento o más tarde, por el investigador o por grabadoras u otros artefactos; la observación se estructura conforme a un marco conceptual predeterminado, o puede ser relativamente flexible; el observador puede participar asimismo de los hechos en estudio, o bien actuar únicamente en calidad de observador” (p. 19).

Por este motivo y siguiendo la línea de Blaxter (2002) el trabajo se desarrollará con base en el método de la observación del registro de toda la cadena de procesos y procedimientos que aplica el Acueducto. Adicionalmente y basados en lo que indica Maya (2014).

> “Durante la fase de recopilación de información, la lectura se convierte en un instrumento necesario que permite obtener información relacionada con el tema. Por lo que el interés intelectual nos obliga a mantener un tipo de atención especial sobre lo que se está leyendo, ya que se analiza objetivamente el material con el propósito de seleccionar lo que realmente es de utilidad” (p. 39).

De lo anterior, que se deba recopilar la mayor información que posea el Acueducto sobre cómo son sus procedimientos y técnicas para el registro y control de toda la cadena en la generación de la información concerniente a la metería en investigación de este proyecto y de aquí se tenga un punto de partida para lograr entender el cómo y porque todo el proceso del Acueducto está presentando fallas en sus procesos específicos.

La lectura de todos sus documentos y en virtud del conocimiento que se logre sobre lo que tenga registrado la empresa de los años atrás, será un gran insumo para comprender todos los movimientos y las necesidades que han surgido a través del tiempo gracias a su expansión e incremento de los habitantes de la vereda.

Resultados

Caracterizar y tomar la muestra

Dentro de este apartado se empezará a describir los resultados obtenidos de este trabajo, esto teniendo en cuenta los objetivos específicos trazados. En primer lugar, se dará a conocer la caracterización del sector donde se desarrolló el trabajo y cómo surgió el proceso de toma de muestras en lo concerniente a la captura de datos de los medidores de agua de cada predio, (ver figura 5), y una vista fotografía del sector 1. (Ver figura 6).

El acueducto cuenta con dos puntos de captación los cuales se encuentran ubicados en la vereda Tausaquira, el nacedero principal es el Aranjuez, se encuentra en la parte alta de la vereda Tausaquira, y llega por gravedad al tanque principal, este ubicado en la vereda Santa Rosita, dentro de su recorrido este cuenta con una ventosa para evitar que la tubería se llene de aire; el segundo nacedero se encuentra ubicado en la parte baja de Tausaquira, a pocos metros del rio Bogotá, cuando el caudal del nacedero principal no es suficiente se realiza bombeo de este punto al tanque de almacenamiento principal y a su vez se cuenta con un tanque de almacenamiento, el cual almacena el rebose del Tanque principal.

Figura 5

Ubicación de puntos de servicio.



Nota. Distribución de la red de acueducto según los sectores. Elaboración propia utilizando *Power BI*, (2023).

Figura 6

Vista de la vereda Tausaquira, localización sector 1.

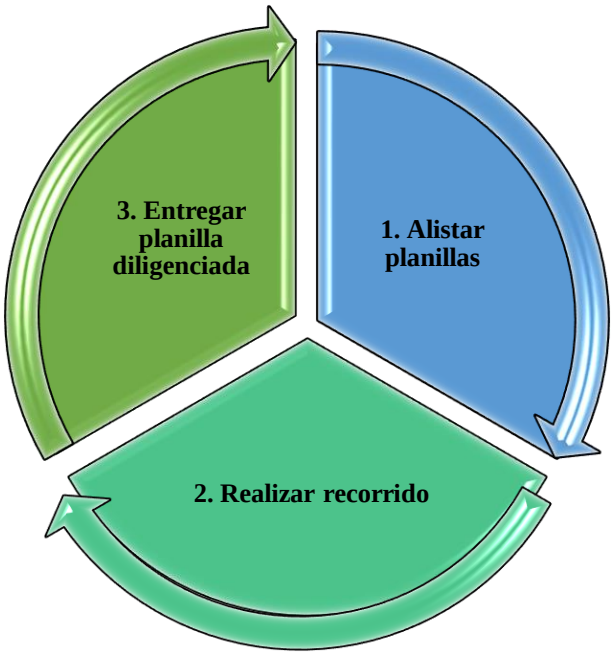


Nota. Foto del sector1. Elaboración propia, (2023)

ACUASANTAROSITA cuenta con un total de 114 puntos de agua. De estos, 3 se encuentran inactivos y no se realiza cobro por 2 de ellos; sin embargo, se tiene un medidor para controlar el consumo que se denomina como macromedidor el cual está ubicado en la red antes de iniciar el sistema de suministro entre los cortes de cada sector. La red de acueducto está distribuida en 9 sectores. A continuación, se mostrará el proceso para realizar la lectura de los medidores de agua. (Ver figura 7).

Figura 7

Ciclo lectura de medidores



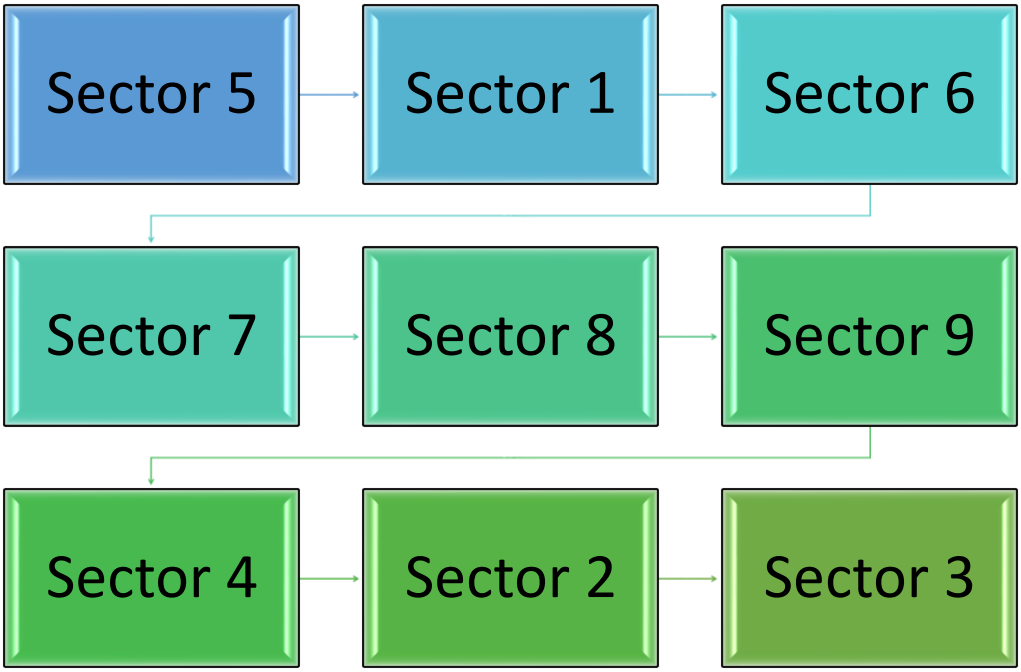
Nota. Recorrido por sectores. Elaboración propia, (2023)

Alistar planilla: el encargado de realizar la lectura de los medidores debe dirigirse donde la persona encargada de elaborar los recibos por una planilla que contiene el número total de usuarios y la lectura del consumo del mes anterior, esta lista es diseñada para incluir la lectura de los 2 meses correspondientes.

Realizar recorrido: ~~Este~~esteeste proceso se realiza el último día de cada mes, la persona encargada lo hará según la cercanía de cada sector, y la distribución y recorrido de los sectores se muestra así. (Ver figura 8).

Figura 8

Proceso de recolección de datos del consumo de agua.



Nota. Ciclo del proceso de toma de muestras. Elaboración propia, (2023).

Muestra fotográfica: ~~En~~enen el proceso de toma de lectura se le solicitará al encargado que realice un muestreo aleatorio de captura fotográfica de los medidores, este insumo será muy útil para generar un comparativo contra los datos recolectados de manera manual en la planilla. (Ver figura 9).

Figura 9

Captura de datos con registro fotográfico, macromedidor y medidor.



Nota. Recorrido de toma de lectura del 30 de septiembre. Elaboración propia, (2023)

1. **Entrega de Planilla diligenciada:** una vez realizado el recorrido, la persona debe entregar la planilla a quien elabore los recibos, y notificar si hay inconveniente con algún medidor para que esto pueda notificarse por escrito al usuario, para que realice el cambio del medidor o cambio del lugar si presenta humedad e impide su adecuada lectura.

Diseño de la herramienta – Registro de consumo

Para cumplir con el segundo objetivo del presente trabajo, se dividirá en dos partes, “registro consumo” y “recibo de recaudo” en el primero se desarrolla el modelado de los datos, para posteriormente realizar la captura de los datos; en el segundo se elabora un modelo de recibo de manera automatizada que facilite la elaboración de estos y a su vez le permita al cliente y al usuario conocer su histórico de consumo.

En el registro de consumo se desarrolló una herramienta basada en el modelo entidad-relación, cuyo objetivo es permitir al acueducto veredal controlar el consumo de agua de cada punto de servicio que presta. El modelo entidad-relación es una técnica utilizada en el diseño de bases de datos para representar las entidades (objetos o conceptos) relevantes en un sistema y las relaciones entre ellas. En este caso, se utilizaría este modelo para identificar las entidades involucradas en el control del consumo de agua, como los puntos de servicio, los usuarios y los registros de consumo.

Al utilizar el modelo entidad-relación, se pueden definir las entidades y sus atributos, así como las relaciones entre ellas. Por ejemplo, se podría tener una entidad "Punto de servicio" con atributos como el número de identificación y la ubicación, y una entidad "Usuario" con atributos como el nombre, número de identificación. Además, se pueden establecer relaciones entre estas entidades, como la relación "consumo" entre el punto de servicio y el usuario.

Con esta herramienta basada en el modelo entidad-relación, el acueducto veredal podrá tener un control más preciso del consumo de agua en cada uno de los puntos de servicio que presta. Esto permitirá una gestión más eficiente de los recursos hídricos y una mejor atención a los usuarios.

Identificar las entidades

- **Punto servicio (PS-N):** representa los puntos de acueducto existentes en toda su red de distribución.
- **Estado Punto:** hace referencia al estado en que se encuentra cada punto servicio, activo o inactivo.
- **Medidor servicio (MED-N):** representa los medidores de agua asignados a cada usuario.
- **Predio Servicio (PREDIO-N):** se refiere a la información catastral donde se sitúa cada punto.
- **Usuario (USU-N):** representa a las personas naturales o jurídicas que utilizan el servicio de acueducto.
- **Tipo de Identificación:** hace referencia al tipo de identificación correspondiente para cada usuario.
- **Sector (SEC-N):** hace referencia a la ubicación de cada punto servicio con la distribución de la red del acueducto.
- **Registro lectura:** almacena datos relacionados con las lecturas de consumo que suministra cada uno de los medidores.

Definir los atributos

- **Punto Servicio:**
    - ID punto

- Longitud
- Latitud
- Servicio acueducto
- Servicio alcantarillado
- Servicio aseo
- ID usuario, ID sector, ID estado, ID medidor, ID predio.

➢ **Estado punto:**

- ID estado
- Nombre estado

➢ **Predio Servicio:**

- ID predio
- Nombre del predio
- Cedula catastral

➢ **Registro de lectura:**

- ID punto
- Fecha
- Lectura
- Consumo

➢ **Sector:**

- ID sector
- Nombre sector
- Descripción

- **Medidor servicio:**
    - Marca
    - Estado
    - Serie
    - Fecha de instalación
    - Certificado
- **Usuario:**
    - ID usuario
    - Nombre usuario
    - Id tipo de usuario
    - Número de Identificación
- **Tipo de identificación:**
    - ID tipo de identificación
    - Nombre identificación

Establecer las relaciones

- Punto servicio se relaciona con usuario (ID Usuario).
- Punto servicio se relaciona con sector (ID Sector).
- Punto servicio se relaciona con estado punto (ID estado).
- Punto servicio se relaciona con Medidor servicio (ID medidor).
- Punto servicio se relaciona con Predio (ID predio).
- Usuario se relaciona con tipo identificación (ID tipo de identificación).

Determinar la cardinalidad

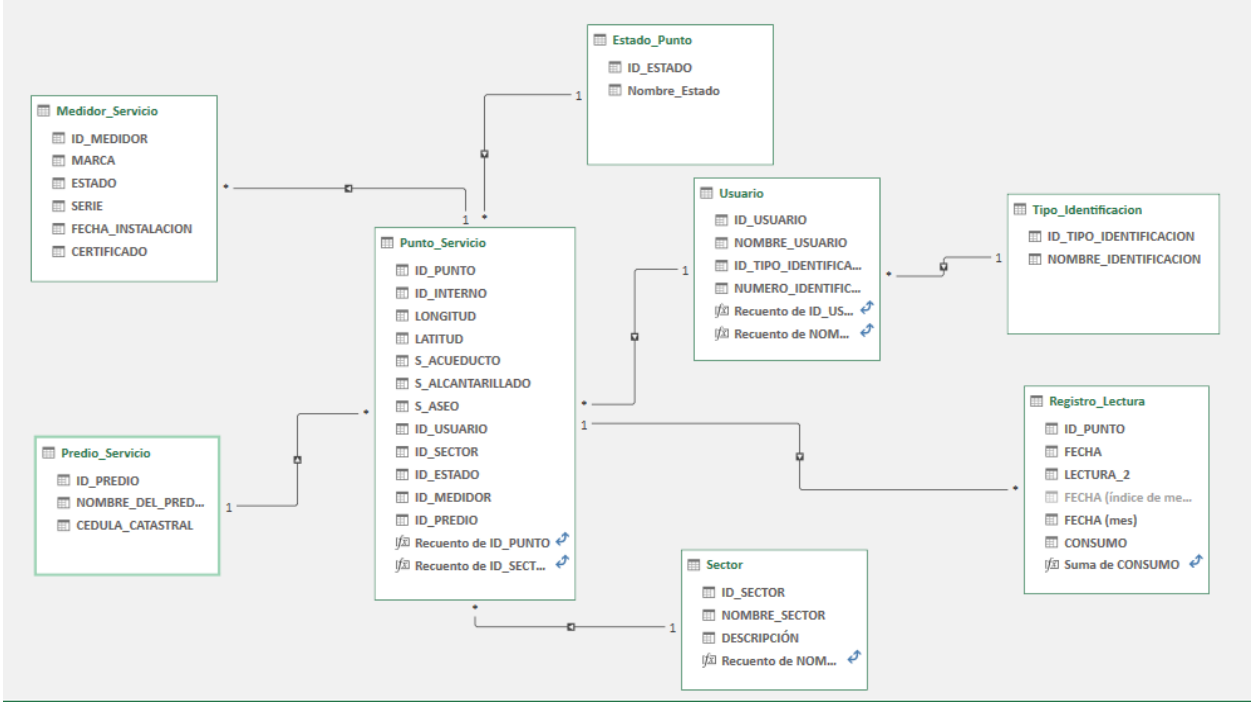
- **Usuario** y **Punto servicio** (un usuario puede tener varios puntos de servicio de servicio).
- **Usuario** y **Tipo de Identificación** (un usuario puede tener solo un tipo de identificación).
- **Punto servicio** y **Medidor** (un punto servicio solo puede tener muchos medidores).
- **Sector y Punto servicio** (un sector puede tener muchos puntos servicio).
- **Predio servicio** y **Punto servicio** (un predio puede tener muchos puntos servicio).
- **Punto servicio** y **registro lectura** (un punto servicio tiene muchos registros de lectura).
- **Punto servicio y estado punto** (estado punto puede tener varios puntos de servicio).

Crear el diagrama de entidad-relación

A continuación, se mostrará el diagrama que nos suministra Power Pivot para Excel, dentro de la herramienta elaborada. (Ver figura 10).

Figura 10

Modelo relacional



Nota: Modulado de datos en Excel del acueducto. Elaboración Propia, (2023).

En consonancia con el modelo entidad-relación previamente elaborado, nos complace presentar la implementación concreta de nuestra herramienta diseñada para el control del consumo de agua en el acueducto veredal ACUASANTAROSITA. Esta herramienta, desarrollada con el respaldo del modelo conceptual, ofrece funcionalidades específicas para la consulta y registro de consumo. A continuación, describimos detalladamente las capacidades y características de la herramienta: (Ver Figura 11).

Figura 11

Herramienta puntos servicio cuadro de mando.



Nota: Cuadro de mando de la Herramienta para la administración de los puntos servicio del acueducto. Elaboración propia, (2023).

- **Lectura de medidores de consumo**: este permite mediante una macro registrar la lectura mensual y de esta manera calcular el consumo por fecha, y esta es almacenada en el consolidado de lectura.
- **Elaboración de recibos:** permite ir al módulo de histórico de consumo, generar recibos, imprimir y guardar recibos y registrar otros cobros.
- **Usuario:** este me permite realizar el registro de usuarios, predio y tipo de identificación.
- **Punto servicio:** en este se encuentra el consolidado del punto de servicio actualmente, que puede irse alimentando según la necesidad del acueducto si surge un nuevo punto, registro de medidores, en este se realiza un control del

estado de los medidores, que puede asignar uno nuevo al punto de servicio si se presentan anomalías o daños con el existente en cada punto, en este se encuentran registrados los sectores en los que se encuentra distribuidas las redes actualmente, y se puede alimentar si surge una nueva red.

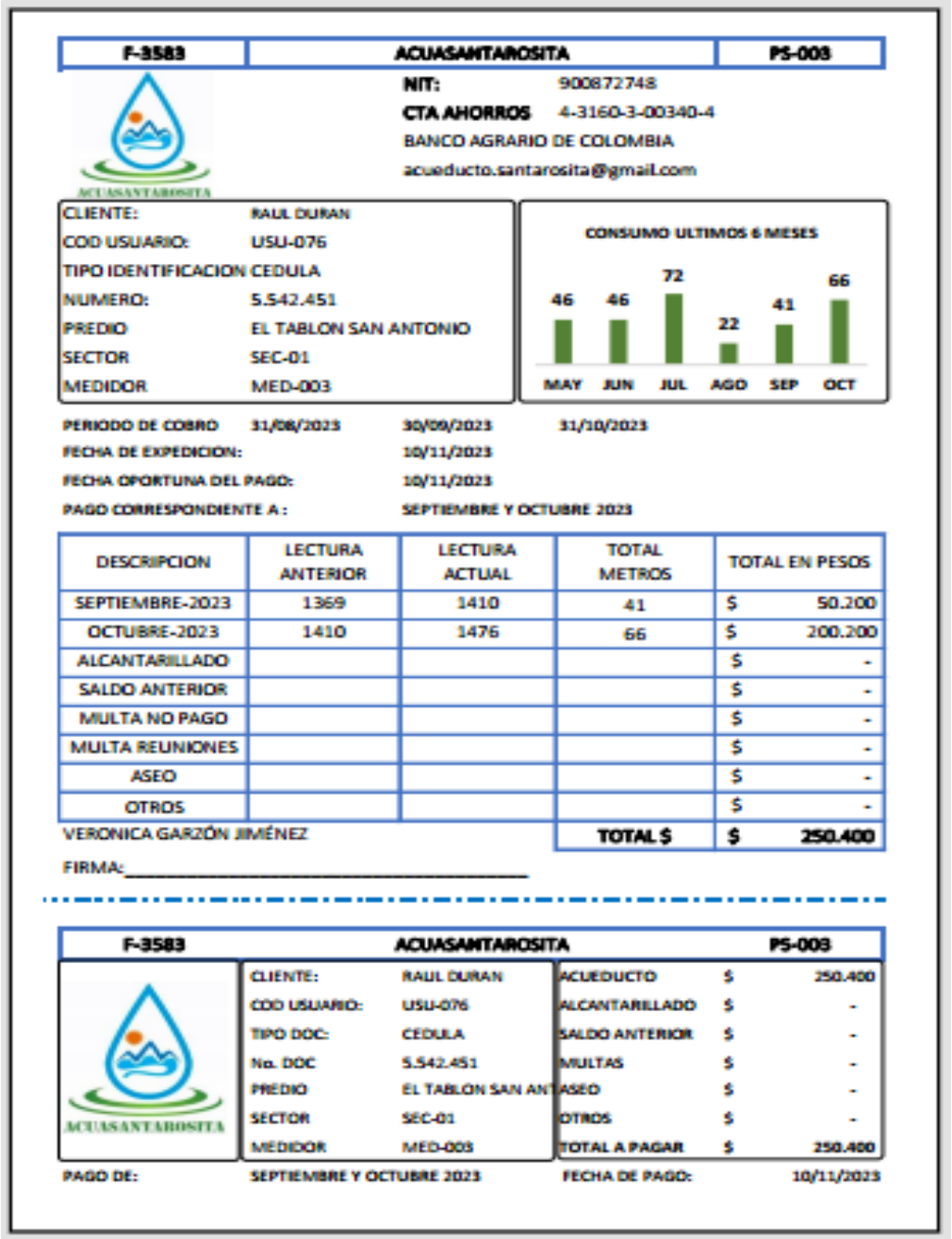
Diseño de la herramienta – Recibo de recaudo

La herramienta facilitará la creación automatizada de recibos de recaudo para cada punto de servicio en el acueducto, incorporando los datos previamente registrados en “Calculo para recaudo” y siguiendo la estructura adoptada por el acueducto. Este proceso eficiente será gestionado mediante una macro que generará y almacenará los recibos en formato PDF en una carpeta designada como "factura". Además, la herramienta ofrecerá la opción de imprimir los recibos, permitiendo al usuario elegir entre generar versiones digitales o físicas según su conveniencia.

Anteriormente, el proceso de generar recibos era manual y se realizaba uno a uno para cada punto de servicio. La automatización de este procedimiento proporciona una solución integral, permitiendo la consolidación de la información y optimizando significativamente la eficiencia del proceso de elaboración de recibos. Aunque el diseño del recibo, incluyendo el logo y los datos, son proporcionados por el acueducto, permanecen inalterado, la herramienta modificará de manera específica y precisa los detalles de cada usuario, como identificación, datos del predio, lecturas de consumo, metros de consumo, análisis de consumo de los últimos 6 meses, el valor a pagar, etc. (Ver figura 12).

Figura 12

Formato del recibo de recaudo



F-3583	ACUASANTAROSITA	PS-003

NIT: 900872748
CTA AHORROS 4-3160-3-00340-4
BANCO AGRARIO DE COLOMBIA
acueducto.santarosita@gmail.com

CLIENTE:	RAUL DURAN
COD USUARIO:	USU-076
TIPO IDENTIFICACION	CEDULA
NUMERO:	5.542.451
PREDIO	EL TABLON SAN ANTONIO
SECTOR	SEC-01
MEDIDOR	MED-003

CONSUMO ULTIMOS 6 MESES

PERIODO DE COBRO	31/08/2023	30/09/2023	31/10/2023
FECHA DE EXPEDICION:		10/11/2023	
FECHA OPORTUNA DEL PAGO:		10/11/2023	
PAGO CORRESPONDIENTE A :		SEPTIEMBRE Y OCTUBRE 2023	

DESCRIPCION	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	TOTAL METROS	TOTAL EN PESOS
SEPTIEMBRE-2023	1369	1410	41	$ 50.200
OCTUBRE-2023	1410	1476	66	$ 200.200
ALCANTARILLADO				$ -
SALDO ANTERIOR				$ -
MULTA NO PAGO				$ -
MULTA REUNIONES				$ -
ASEO				$ -
OTROS				$ -
VERONICA GARZÓN JIMÉNEZ			TOTAL $	$ 250.400

FIRMA:_____

F-3583	ACUASANTAROSITA	PS-003

CLIENTE:	RAUL DURAN	ACUEDUCTO	$	250.400
COD USUARIO:	USU-076	ALCANTARILLADO	$	-
TIPO DOC:	CEDULA	SALDO ANTERIOR	$	-
No. DOC	5.542.451	MULTAS	$	-
PREDIO	EL TABLON SAN ANT	ASEO	$	-
SECTOR	SEC-01	OTROS	$	-
MEDIDOR	MED-003	TOTAL A PAGAR	$	250.400

PAGO DE: SEPTIEMBRE Y OCTUBRE 2023 FECHA DE PAGO: 10/11/2023

Nota. Ejemplo de recibo de recaudo servicio bimestral acueducto ACUASANTAROSITA.

Tomado del acueducto ACUASANTAROSITA. Elaboración propia, (2023).

Diseño de herramienta de análisis de consumo.

Por último y para cumplir el tercer objetivo específico “Diseñar Dashboards que proporcionen una representación gráfica de los datos de consumo de los puntos de servicio” se elaboró un tablero en Power BI, que es un servicio de análisis para visualización interactiva de datos con alojamiento en la nube, permite unir diferentes fuentes de datos, analizarlos y presentar un análisis de estos a través de informes y paneles.

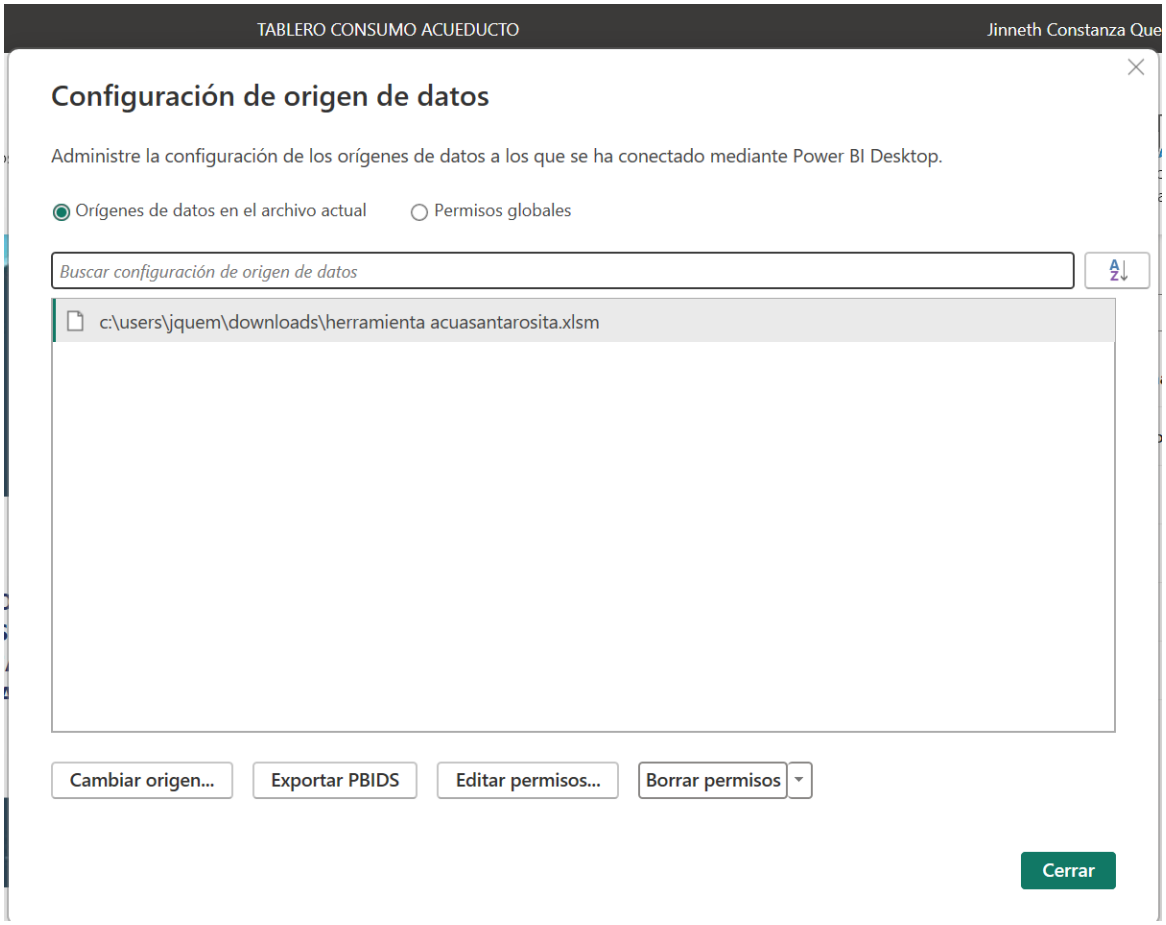
Para diseñar paneles que proporcionen una representación gráfica de los datos de consumo de los puntos de servicio en Power BI, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Conexión a datos:

Al abrir la herramienta Power BI Desktop, se realiza un clic en "Obtener datos" para conectarse a la fuente que contiene los datos de consumo de los puntos de servicio, para este caso corresponde al archivo “Herramienta Acuasantarosita” (Ver figura 13).

Figura 13

Configuración origen de datos

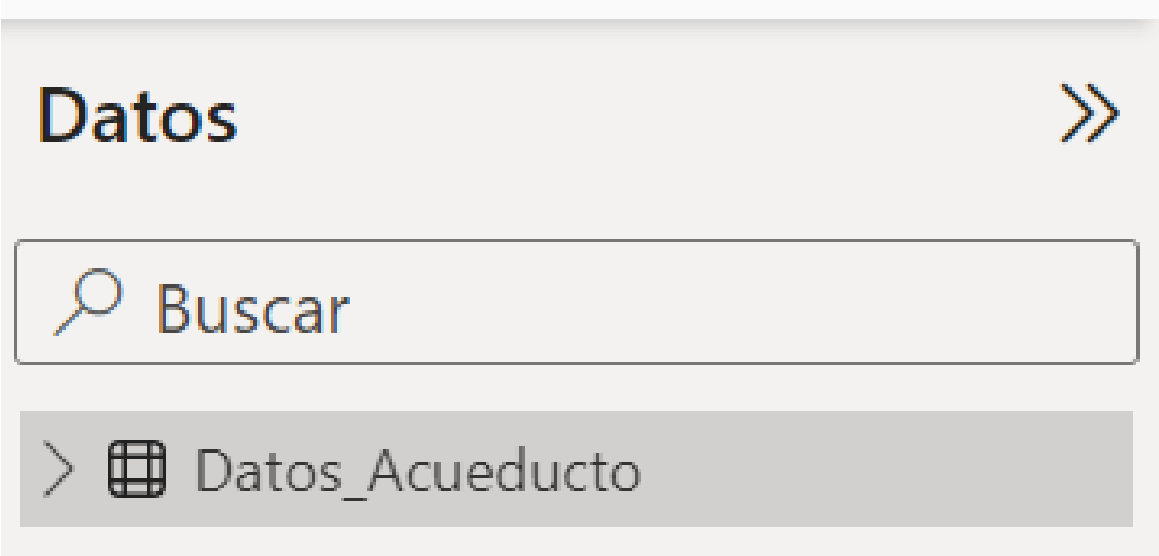


Nota: Configuración de origen de datos desde la herramienta creada en Excel. Elaboración propia, (2023).

Seleccionamos la fuente de datos, tabla “Datos acueducto” y se establece la conexión tal como se visualiza el resultado. (Ver figura 14).

Figura 14

Fuente de datos



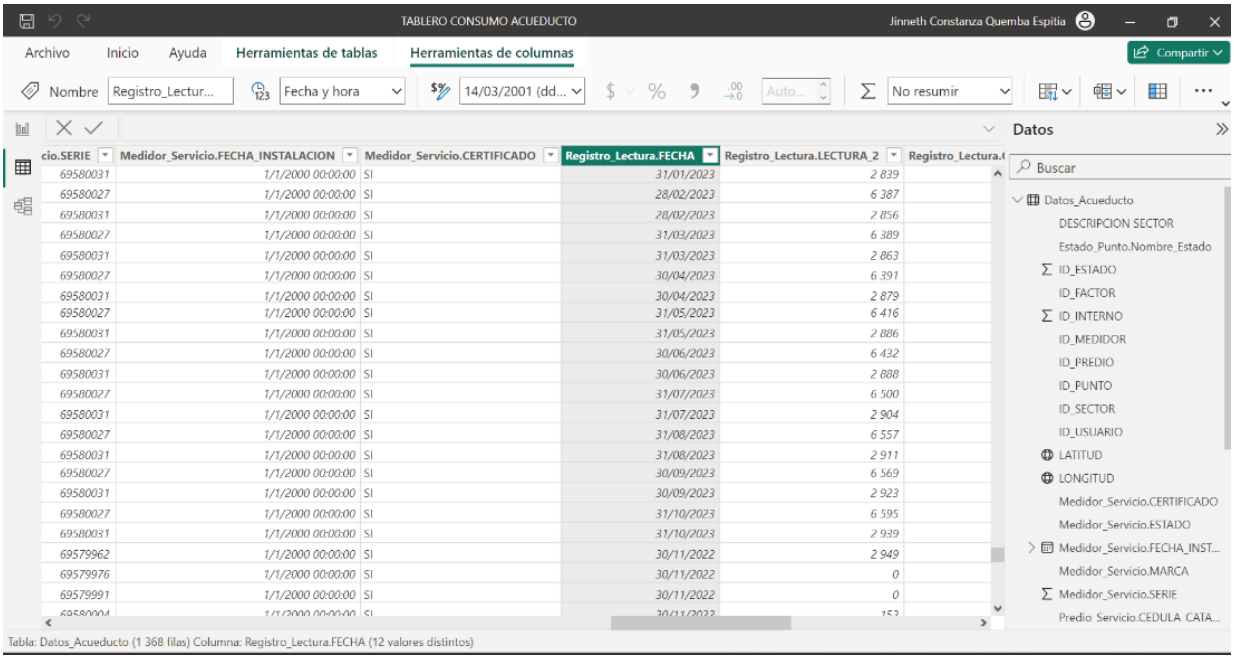
Nota: Resultado de conexión Datos acueducto. Elaboración propia, (2023).

Transformación y modelado de datos:

Al usar el Editor de consultas en Power BI se realizan las transformaciones en los datos, como filtrado, limpieza y cambio de tipo de datos según sea necesario para este caso se realizaron algunas transformaciones como por ejemplo el cambio en el formato de fecha. (Ver figura 15), dado que toda la información se consolidó en una sola tabla no fue necesario crear relaciones entre las tablas diferentes.

Figura 15

Transformación de datos



Nota: Ejemplo transformación de datos fecha. Elaboración propia, (2023).

Diseño del tablero:

Para esta visualización se crearon dos Slides, en el primero se visualizan datos generales de los usuarios registrados y en el segundo el consumo resumido por sectores para representar los datos de consumo de los puntos de servicio. Primer Slide: USUARIOS. (Ver figura 16)

En este tablero se representan gráficamente los siguientes datos relacionados con el consumo:

- Consumo acumulado por m3 para el 2023
- Cantidad de puntos en estado activo e inactivo
- Cantidad de usuarios con registro en consumo de acueducto

- Cantidad de usuarios con consumo de alcantarillado
- Nombre de usuarios y su ubicación en el mapa de la zona, de acuerdo con la latitud y longitud del punto
- Sectores en los cuales está segmentada la zona de cobertura del acueducto

Figura 16

Usuarios



Nota: Visualización representación gráfica para usuarios. Elaboración propia, (2023).

Segundo Slide: CONSUMO POR SECTORES. (Ver figura 17)

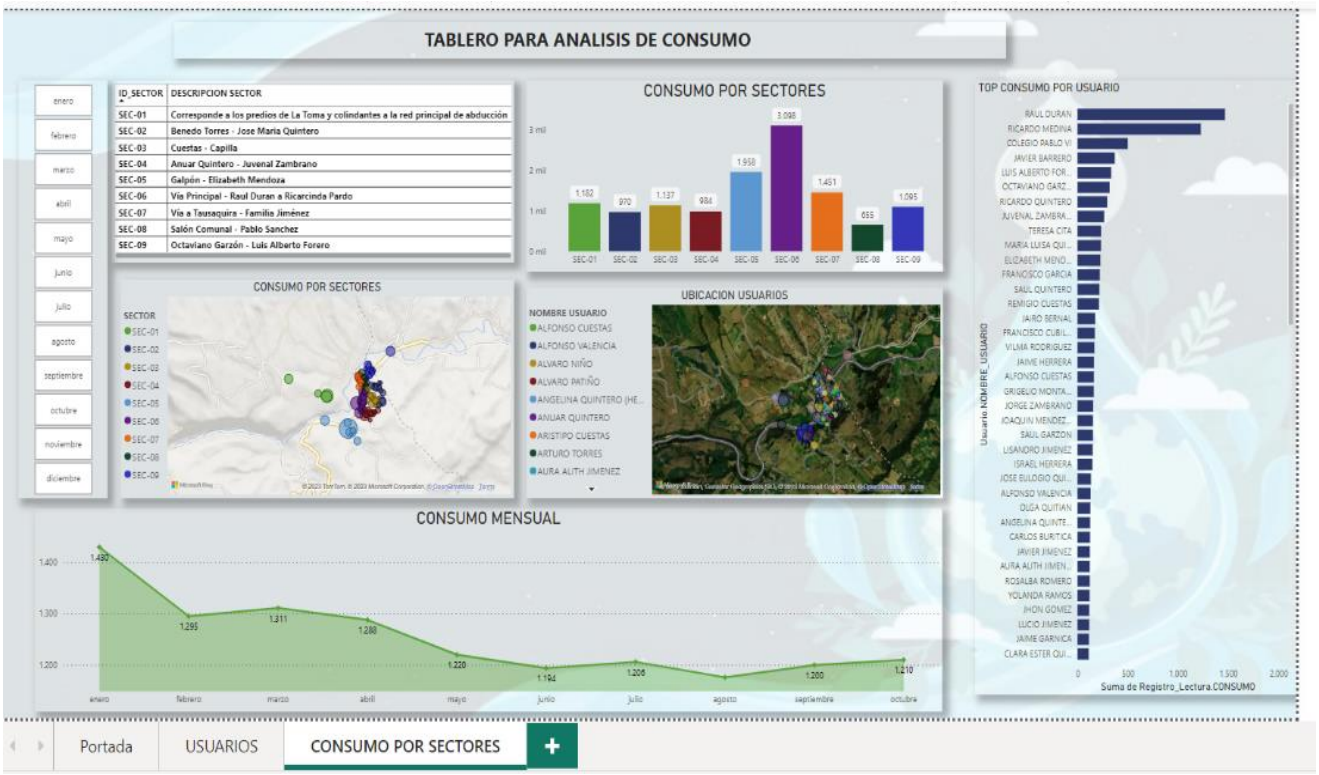
En este tablero se representan gráficamente las siguientes variables:

- ID Sector con su respectiva descripción
- Consumo acumulado por sectores
- Ubicación de usuarios se acuerdo con cada sector

- Registro de consumo mensual
- Top de consumo por cada usuario
- Meses del año

Figura 17

Consumo por sectores



Nota: Visualización representación gráfica por sectores. Elaboración propia, (2023).

Interactividad y filtros:

Agregamos filtros a cada tablero para permitir a los usuarios explorar los datos de consumo de los puntos de servicio de forma interactiva.

Se utiliza la funcionalidad de interacción entre visualizaciones para resaltar y filtrar datos específicos en respuesta a las selecciones del usuario tales como meses o sectores.

Compartir el tablero:

Una vez que se diseñó el panel de control, se genera la publicación para cargar el tablero en el servicio en línea de Power BI mediante el siguiente enlace:

https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOWYzYWI0YjUtYTliZi00YTcwLTg1YTItNWFhMTZlYmU5NzU1IiwidCI6IjRiZjM4ZWEyLTgzMmQtNDU1Mi1iNTA4LTQyMTU3MGRhNDNmZiIsImMiOjR9 , con esto las partes interesadas pueden ver y analizar los datos de consumo de los puntos de servicio para tomar decisiones informadas con respecto al comportamiento por sectores y usuarios.

Conclusiones

La investigación inicio con la identificación de las necesidades del acueducto ACUASANTAROSITA, lo cual sirvió como punto de partida para llevar a cabo un trabajo exhaustivo utilizando el método cualitativo. Este enfoque permitió un análisis detallado de las características y deficiencias del acueducto, orientado a lograr objetivos específicos y seguir una línea de trabajo definida.

Como resultado de este trabajo, se desarrolló una herramienta integral que aborda tanto el control y registro de consumo como la automatización del recibo de recaudo. Además, se implementó un tablero de visualización que proporciona al acueducto una comprensión más clara de su información operativa.

Los integrantes del proyecto están satisfechos al poner a prueba y aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de problemáticas comunitarias. Se espera que este trabajo no solo arroje resultados positivos, sino que también proporcione la base para posibles actualizaciones que conduzcan a un sistema más eficiente y automatizado en el futuro.

Durante la investigación, la aplicación de conocimientos sobre tecnologías fue clave. La implementación exitosa de los objetivos no solo generó la herramienta deseada, sino que también sentó las bases para un trabajo colaborativo y eficaz, facilitando el control, análisis y generación de recibos bimestrales para los habitantes de la vereda.

El respaldo proporcionado por el acueducto, especialmente en la provisión continua de datos esenciales, fue fundamental para alcanzar los objetivos. La comunicación constante y la transferencia eficiente de datos, especialmente en lo referente a los usuarios y el consumo del servicio, fueron cruciales para obtener el resultado esperado.

Finalmente, se ofrecerá al acueducto un manual de usuario como anexo al trabajo, con la expectativa de que sirva como una guía clara y práctica para el manejo adecuado de la herramienta. Este documento se presenta con el objetivo de que cualquier persona pueda comprender fácilmente el funcionamiento de la herramienta y aprovechar al máximo sus beneficios.

Recomendaciones

Para el buen funcionamiento de la herramienta y de los datos que se toman para alimentarla, se realiza algunas recomendaciones sobre el levantamiento y toma de datos de los indicadores del acueducto veredal ACUASANTAROSITA, dentro de los cuales se relacionan a continuación:

Preparación: antes de comenzar el levantamiento de datos, se asegurará una preparación para contemplar los materiales y técnicas necesarias para recopilar la información requerida, con la que se medirá los indicadores del acueducto ACUASANTAROSITA. Para ello, se debe realizar una planificación con el cual se crea un plan detallado para el levantamiento de estos datos, incluyendo los indicadores que se medirán, los métodos de medición, el cronograma y el equipo necesario, asegurándose que las personas involucradas en el proceso tengan tareas específicas y con plazos establecidos para completar las diferentes tareas.

Levantamiento de datos: durante el levantamiento de datos, seguir los métodos y procedimientos establecidos en el plan, asegúrese de recopilar datos de manera sistemática y precisa, utilizando herramientas de medición adecuadas con los protocolos establecidos para cada indicador.

Registro de datos: se debe registrar todos los datos recopilados de manera clara y organizada, utilizando formularios o sistemas de registro electrónico para mantener la consistencia y fidelidad de la información para su análisis posterior. Para esto, se debe tener en

cuenta la información relevante como la fecha y hora de la medición, el lugar exacto donde se realizó y cualquier información adicional que sea relevante.

Análisis de datos: una vez recopilado todos los datos, se debe realizar su análisis de forma cuidadosa y diligente para la identificación de patrones que generen tendencias y hallazgos con los que se pueda evitar alguna situación de riesgo para la correcta prestación del servicio.

Referencias

Beltrán, J. D. (2022). Factores que incidieron en la organización, creación, sostenibilidad y crecimiento de los acueductos veredales exitosos en el municipio de Acacías-Meta (Colombia). [Proyecto de investigación]. Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/50722

Blaxter, L., Hunghes , C., & Tight, M. (2002). *Como se hace una investigacion* . Gedisa.

Defensoría del Pueblo Colombia. (2017, 22 de marzo). *Sin agua no habrá paz duradera.* https://www.defensoria.gov.co/-/sin-agua-no-habr%C3%A1-paz-duradera

Espinosa Peña, J. (2014). Diagnostico administrativo financiero de los acueductos comunitarios Santiago lodoño Vela I y vela II del municipio de Dosquebradas Risaralda (Colombia). [Tesis de grado de maestría]. Universidad Libre seccional Pereira. https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17320/diagnostico%20administrativofinanciero%20barrio%20santiago%20londo%c3%91o.pdf?sequence=1&isallowed=y

Fundación Universitaria Compensar. (2022). *Auditoría de Tecnologías de Información* [Archivo PDF]. https://bancodecontenidos.ucompensar.edu.co/index.php/s/g4gy3TtjPkgdNxd

Garzón Herrera, C., Nizo Rosas, J., Chiquiza Romero, L., Guacaneme, E., Niño Bueno, C. y Moreno de Gómez, S. (1974). *Monografía de Suesca*. Edición de la oficina de divulgación cultural de Cundinamarca.

Gobernación de Cundinamarca. (3 de octubre de 2022). Cundinamarca lanza nueva convocatoria de Agua a la Vereda 2022-2023 para fortalecer 170 acueductos rurales. https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/se+lanza+nueva+convocatoria+de+agua+a+la+vereda

Guaqueta Angela. (2015). Suesca Rocas de las Aves, punto de atención turística Suesca – PIT Suesca.

Hernandez Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. Mexico MC Graw Hill Education. https://www.academia.edu/32697156/Hern%C3%A1ndez_R_2014_Metodologia_de_la_Investigacion

IGAC. (2014). Base cartografia de Colombia a escala 1:000.000. Bogotá, Colombia.

Marchena, K. y Vargas, A. (2018) Evaluación de la Gestión Organizativa, Control Interno, Gestión Financiera, de Producción y Comercialización para la Asociación Administradora de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados en la comunidad de Florida en San Antonio del Cantón de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica, período 2015-2016. [Tesis de licenciatura,

Universidad Nacional de Costa Rica]. Archivo digital. https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/20413

Maya Esther. (2014). Métodos y técnicas de investigación Una propuesta ágil para la presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines. Universidad Nacional Autónoma de México.

Mar Orozco, Barbosa Moreno, Molar Orozco. (2020) Metodología de la Investigación, métodos y técnicas, México Patricia educación, Primera edición. https://www.google.com.co/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_M%C3%A9tod/e5otEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1