



**Implementación de un sistema de información geográfico Hydrocaz en un acueducto
veredal**

Catalina Alzate Sepúlveda.

Informe de practica para optar por el título de Ingeniera Sanitaria.

Asesor

Guillermo León Sepúlveda Quintero, Ingeniero Sanitario.

Universidad de Antioquia

Facultad De Ingeniería

Escuela Ambiental.

Ingeniería sanitaria

Medellín

2023

Cita	(Apellidos autor 1 & Apellidos autor 2, Año)
Referencia	Alzate Sepúlveda, C. (2023). <i>Implementación de un sistema de información geográfico Hydrocaz en un acueducto veredal</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín Colombia UdeA .
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Lina Berrouët Cadavid.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Tabla de contenido	3
Lista de tablas	4
Lista de figuras	4
Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
1. Objetivos	8
1.1 Objetivo general:	8
1.2 Objetivos específicos:	8
2. Marco teórico	8
3. Metodología	12
3.1 Recolección de información.....	12
3.2 Análisis de la información:	12
3.3 Actualización catastral y trazado de red.....	13
3.4 Actualización y georreferenciación catastral de los usuarios.....	14
3.5 Calculo y asignación de las demandas.	14
3.6 Modelo hidráulico.	15
3.7 Calculo de perdidas	15
4. Resultados	16
5. Análisis.....	21
5.1 Desconocimiento del trazado de las redes de acueducto:.....	21
5.2 Falta de información actualizada de los suscriptores:	22
5.3 Falta de una metodología para calcular las pérdidas en la red de distribución:	22

6. Conclusiones.	22
7. Recomendaciones.....	23
Referencias	24

Lista de tablas

Tabla 1: Pérdidas totales globales.	18
Tabla 2: Perdidas por sector de macro medición.	19
Tabla 3: Consolidado General Tramo de Red.	19
Tabla 4: Consolidado longitudes por material.	19
Tabla 5: Consolidado general de suscriptores.....	20
Tabla 6: Consolidado de suscriptores por uso.	20
Tabla 7: Consolidado de diametro por material.	20

Lista de figuras

Figura 1: Levantamiento y actualización catastral de las redes.	16
Figura 2: Georreferenciación y actualización catastral de los suscriptores.	16
Figura 3: Calculo y asignación de consumos a partir de la lectura de medidores.....	17
Figura 4: Simulación y análisis en la red.	17

Resumen

Esta práctica académica se desarrolla en el Acueducto Loma el Escobero, ubicado en la vereda Loma del Escobero en el municipio de Envigado, Antioquia. La idea surge con la necesidad de optimizar el funcionamiento y organizar la información presente en dicho acueducto de manera fácil, ágil y económica. Se propone la implementación del sistema de información geográfica Hydrocaz para calcular las pérdidas en la red de distribución, datos censales, inventario de redes, sectorización por zonas y supervisión en tiempo real de cada uno de los operarios. En el primer mes de implementación de la plataforma, se realizó un diagnóstico inicial que identificó diversas dificultades en la red de distribución, como sobrepresiones y daños en las redes más antiguas. Además, se evidencia que las solicitudes, quejas y reclamos se realizan de manera manual, generando vacíos de información y falta de confiabilidad en los datos recopilados, por último y no menos importante, se crea la necesidad de definir claramente los cargos y funciones dentro de la empresa y evitar la dependencia de la memoria individual. Se promueve el uso de herramientas y sistemas que faciliten la gestión del conocimiento para optimizar los procesos y garantizar la continuidad operativa.

Palabras clave: Acueductos comunitarios, redes de distribución, sistemas de información geográficos (GIS), Hydrocaz, modelo hidráulico.

Abstract

This academic project is developed in the Loma the Escobero Aqueduct, located in the Loma of Escobero village in the municipality of Envigado, Antioquia. The idea arises from the need to optimize the functioning and organize the information present in the aqueduct in an easy, agile, and cost-effective manner. The implementation of the Hydrocaz geographic information system is proposed to calculate losses in the distribution network, census data, network inventory, zone sectorization, and real-time supervision of each operator. In the first month of platform implementation, an initial diagnosis was conducted, identifying various difficulties in the distribution network such as overpressure and damages in the older networks. Additionally, it is evident that requests, complaints, and claims are performed manually, resulting in information gaps and lack of reliability in the collected data. Lastly, there is a need to clearly define roles and responsibilities within the company and avoid dependency on individual memory. The use of tools and systems that facilitate knowledge management is promoted to optimize processes and ensure operational continuity.

Keywords: Community aqueducts, distribution networks, geographic information systems (GIS), Hydrocaz, hydraulic model.

Introducción

El análisis de datos es fundamental en todas las áreas, ya que existen tipos de información que van acompañados de datos relativos a una posición geográfica. Pues bien, un sistema de información geográfica (SIG o GIS) es una herramienta que permite trabajar con este tipo de datos de una forma efectiva y ágil, el cual permite interpretar datos espaciales para aplicarlos en diferentes sectores y con distinta finalidad. La especialidad de un SIG se debe a que dichos datos contienen coordenadas que el sistema puede almacenar y con las que puede determinar distintas operaciones. Durante años los acueductos veredales y/o municipales cuentan con un vacío de información en general ya que no tienen una plataforma, base de datos o un programa en el cual puedan recopilar, almacenar, actualizar y visualizar en tiempo real la información existente. Debido a lo anterior surge la necesidad de implementar como proyecto de práctica, un sistema de información geográfica tal como Hydrocaz en el Acueducto Loma el Escobero localizado en la loma del escobero en el municipio de Envigado-Antioquia. Con este proyecto se busca optimizar el funcionamiento de toda la red de distribución de agua potable de dicho acueducto, con lo cual se va a mejorar la detención de fugas, inventario de redes y sectorización.

En el primer mes de esta práctica académica, se han identificado las condiciones operativas del sistema a través de un diagnóstico inicial. Entre las necesidades identificadas, se destaca la importancia de la gestión técnica en el sistema de distribución, centrándose en su optimización hidráulica para mejorar el servicio en términos de presión y control de pérdidas técnicas. En la actualidad, la red de distribución presenta diversas dificultades, como sobrepresiones y daños constantes en las redes más antiguas (con más de 25 años de operación). Además, el acueducto aún no ha evaluado las pérdidas de agua a nivel global ni por sectores de macro medición. Tampoco cuenta con un modelo hidráulico actualizado del funcionamiento del sistema.

Continuando con el diagnóstico inicial, se ha observado que todas las solicitudes, quejas y reclamos, así como las lecturas de contadores y micromedidores, se realizan de manera manual. Esto genera un vacío de información y falta de confiabilidad en los datos recopilados. Por esta razón, es de vital importancia optimizar el sistema actual con el objetivo de mejorar la operación y la prestación del servicio a los usuarios.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general:

- Digitalizar y optimizar la red de distribución de agua potable del Acueducto Loma el Escobero a través de la Hydrocaz como sistema de información geográfica.

1.2 Objetivos específicos:

- Realizar el inventario y actualización y accesorios del Acueducto Loma el Escobero.
- Construir un modelo provisional hidráulico del sistema de redes de distribución para identificar las zonas con sobrepresión y problemas de suministro de agua potable.
- Capacitar al personal en el manejo de la plataforma Hydrocaz.

2. Marco teórico

Un sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta que permite trabajar con información georreferenciada, es decir, datos que vienen acompañados de una posición geográfica. Sus operaciones incluyen la lectura, edición, almacenamiento, gestión y generación de resultados como mapas, informes, gráficos y cartografías, etc. Algunos softwares de sistemas de información geográficos más populares en el mercado son ArcGIS, QGIS, SAGAGIS y gvSIG (Montoya, S. (2015, agosto 6)., s.f.) .

La Asamblea General de las Naciones Unidas ha reconocido el derecho humano al agua y al saneamiento básico (resolución 64/292). Para lograr el acceso universal al agua potable en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, instalaciones sanitarias y prácticas de higiene (Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005-2015. Áreas temáticas: Derecho humano al agua y al saneamiento, s.f.) La necesidad de administrar y regular las fuentes de agua ha llevado a la creación de organizaciones e instituciones encargadas de esta tarea. Como resultado, se han establecido acueductos, ya sea a nivel municipal o rural. Estos sistemas de potabilización de agua gestionan de manera integral los recursos hídricos para abastecer a una determinada población. Un acueducto, ya sea veredal o municipal, consta de varios componentes, como la captación, el transporte, el tratamiento, el almacenamiento y la red de

distribución de agua potable a los usuarios finales. (Resolución 0330 - 2017., s.f.).

Los acueductos comunitarios en zonas rurales son administrados por comunidades organizadas y brindan agua potable a poblaciones alejadas de las áreas urbanas. Aunque son una solución para comunidades vulnerables, a menudo tienen infraestructuras obsoletas que no satisfacen las necesidades de la comunidad, lo que resulta en un servicio de baja calidad y discontinuo. (Gestor Normativo de la CRA - Concepto 60121 de 2022 CRA. , s.f.).

La modelación de redes requiere manejar una gran cantidad de información. Gracias a los avances en computación y técnicas de análisis de redes, se han eliminado los problemas asociados con la inclusión de todas las líneas de la red. Sin embargo, es importante contar con datos de entrada precisos para garantizar la confiabilidad del modelo. Incluir toda la red en el modelo implica simular incluso las conexiones individuales de los edificios y las casas, lo cual es difícil de determinar con precisión y puede generar imprecisiones. (Daniela, E., Rojas, Q., Daniel, J. y Rodríguez, C. , s.f.). El Acueducto Loma El Escobero cuenta con una concesión de 4.2 L/s la cual es captada de la quebrada el “Atravesado” ubicada en el humedal flor del monte y abastece a 319 suscriptores actualmente, el tratamiento de agua se realiza a través de dos sistemas, el más importante es el sistema de potabilización compacto. Este sistema incluye una bocatoma el cual capta agua de la quebrada el atravesado, dos desarenadores que funcionan en paralelo, un vertedero de abertura triangular de 60°, cuatro filtros gruesos, un sistema de floculación-sedimentación, tres filtros finos y el almacenamiento en un tanque subterráneo. El segundo sistema es un proceso simple donde simplemente se capta el agua se dirige a un desarenador y luego simplemente se filtra por lo cual este sistema solo se utiliza con turbiedades menores a 5 NTU Así, se optó por desarrollar un modelo estratégico de la red, reduciendo el nivel de detalle a un número representativo de líneas y nodos que reflejen el comportamiento del sistema en su totalidad. En este proyecto de práctica académica, se decidió utilizar la herramienta Hydrocaz, un sistema de información geográfica, para digitalizar la red de distribución de agua potable del Acueducto Loma el Escobero. Este software permite realizar simulaciones hidráulicas que ayudan a identificar zonas de alta y baja presión, detectar fugas, planificar mantenimiento preventivo y mejorar la eficiencia operativa. (ACUEDUCTO LOMA EL ESCOBERO., 2018) (Hydrocaz. (2021, enero 12), s.f.).

Descripción general de los sistemas de acueducto Loma del Escobero.

Descripción de la bocatoma: En 1992, el Municipio de Envigado construyó la estructura de captación de la Quebrada El Atravesado. Esta estructura está hecha de concreto rígido con unas dimensiones de aproximadamente 35.5 cm de ancho, 25 cm de largo y 25 cm de profundidad. La estructura cuenta con una rejilla en forma de tapa que incluye 12 barrotes de media pulgada (\emptyset 1/2"). Esta rejilla se encuentra ubicada en el centro del dique y es utilizada para la captación de agua cruda, la cual es transportada a través de una tubería de PVC con un diámetro de 4 pulgadas (\emptyset 4") hasta llegar a los desarenadores.

Descripción del desarenador: El desarenador consta de dos estructuras fabricadas en fibra de vidrio, las cuales reciben agua cruda a través de una tubería de PVC con un diámetro de 4 pulgadas (\emptyset 4"). Estas estructuras operan en paralelo y tienen unas dimensiones de 2.5 metros de largo, 1 metro de ancho y una profundidad de aproximadamente 1.5 metros. Tienen una capacidad de tratamiento de 5.0 litros por segundo y desempeñan la función de sedimentar las partículas en suspensión con una eficiencia del 80% en la remoción de dichas partículas. Una vez completado este proceso, el agua cruda es transferida al vertedero a través de una tubería de PVC con un diámetro de 3 pulgadas (\emptyset 3").

Vertedero: La estructura del desarenador tiene una forma cilíndrica y está construida con fibra de vidrio. En su interior, se encuentra una balsa, también fabricada de fibra de vidrio, que se encarga de separar el agua que proviene del desarenador. Posteriormente, el agua se dirige a través de una tubería que suministra el caudal a la planta de tratamiento. Para lograr esta transferencia, se utiliza una abertura en forma de triángulo invertido con un ángulo de apertura de aproximadamente 60 grados.

Batería de filtros gruesos: esta batería se compone de 4 filtros gruesos verticales de forma cilíndrica de unos 4.5 metros de altura y con un diámetro de unos 1.8 metros hechas en fibra de vidrio que operan en paralelo.

Floculador sedimentador: Esta estructura es un sistema compacto vertical hecha en fibra de vidrio que utiliza un manto de lodos para generar una floculación por interferencia.

Tanque de distribución: El tanque de distribución del Acueducto Loma el Escobero es una estructura de concreto reforzado que ha estado en funcionamiento desde 1992. Este tanque se encuentra parcialmente enterrado y está situado a una distancia de 8 metros de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Es alimentado por una tubería de PVC con un diámetro de 4 pulgadas (\emptyset 4") en buen estado y tiene una capacidad de almacenamiento de 100 metros cúbicos. Es importante destacar que la estructura del tanque actualmente se encuentra en buen estado, sin fisuras, socavamientos ni fugas de agua.

La salida del tanque hacia la red de distribución consta de dos tuberías de polietileno de alta densidad (PDEA). La primera tubería tiene un diámetro de 3 pulgadas (\emptyset 3") y suministra agua a la línea 3, mientras que la segunda tubería tiene un diámetro de 2 pulgadas (\emptyset 2") y abastece a la línea 2.

Red de distribución del sistema: La red de distribución del sistema tiene una longitud total de 12,555.25 metros y se compone de diversos materiales, que incluyen polietileno de alta densidad (PEAD), cobre y cloruro de polivinilo (PVC). Además, el sistema de la red de distribución cuenta con 5 macromedidores con un diámetro de 2 pulgadas (\emptyset 2"), a saber: Macro La Virgen, Macro Lorien, Macro Fiore y Macro Brujas.

El macromedidor de la línea 3 abastece a la zona central, que incluye los sectores de Brujas, Betania, La Batea, Paraíso y Betania. Por otro lado, el macromedidor de la línea 3 también alimenta la zona alta, que comprende Fiore, Vergel, Morrogacho y Lorien. Es importante destacar que los macromedidores con diámetros de 3 pulgadas (\emptyset 3") y 2 pulgadas (\emptyset 2") son los medidores principales de la red de distribución, ya que registran el flujo de agua directamente desde el tanque de distribución.

La red de distribución incluye tuberías con diámetros de 3/4 pulgadas ($\text{Ø } 3/4''$), 1/2 pulgada ($\text{Ø } 1/2''$), 1 pulgada ($\text{Ø } 1''$), 1 1/2 pulgadas ($\text{Ø } 1\ 1/2''$), 2 pulgadas ($\text{Ø } 2''$), 2 1/2 pulgadas ($\text{Ø } 2\ 1/2''$), 3 pulgadas ($\text{Ø } 3''$), 3 1/2 pulgadas ($\text{Ø } 3\ 1/2''$), y 4 pulgadas ($\text{Ø } 4''$). Estas tuberías están fabricadas principalmente con materiales de cloruro de polivinilo (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD).

3. Metodología

La descripción detallada de las actividades y los alcances de los objetivos anteriormente especificados de la implementación de un sistema de información geográfico Hydrocaz en un acueducto veredal son las siguientes:

3.1 Recolección de información.

La recopilación de la información es uno de los momentos claves en la confección del modelo hidráulico. La disponibilidad y confiabilidad de los datos, así como una herramienta adecuada para su tratamiento fueron cruciales para la buena modelación, dicha información recolectada corresponde a los datos físicos, hidráulicos y demás características generales de comportamiento y conformación que se conoce de la red de distribución, otorgados por el acueducto loma el escobero. La información recopilada se describe a continuación:

- Actualización de los planos existentes de las redes de distribución, con la ayuda del personal de operación del acueducto loma el escobero.
- Información y detección del número de usuarios que se están abasteciendo por sectores; estableciendo los nodos de influencia de estas demandas en la plataforma Hydrocaz, con base con la información suministrada por la administradora sobre consumo y usuarios identificados por facturación.

3.2 Análisis de la información:

A partir de la información recolectada en el ítem (3.1 Recolección de información.) se analizan diferentes aspectos a saber:

- Compresión del funcionamiento de los marcos (3 y 2 pulgadas) de la red y zonas de distribución.

-
- Identificación de las tuberías de la red principal de servicio y zonas o sectores de consumo.
 - Identificación de las zonas con mayor o menor cota para el análisis adecuado de presiones, esto se realiza con el archivo DEM (Modelo de Elevación Digital) otorgado por el Municipio de Envigado, en donde abarca todo el tramo de la red de distribución del Acueducto.

3.3 Actualización catastral y trazado de red.

El acueducto dispone de un plano de la red de distribución en AutoCAD PM1(plano red de distribución) y en EPANET, que incluye información sobre diámetros, materiales, válvulas y puntos de muestreo. También se muestra la ubicación del tanque de almacenamiento y la planta de tratamiento de agua potable. A partir de este modelo hidráulico, se carga en la plataforma Hydrocaz y se realizan correcciones introduciendo los diferentes elementos:

- **Nodos:** Enumerados dentro del modelo con base en los planos y la ayuda de personal operativo quien son los encargados de corroborar la información, estos nodos ya cuentan con localización, cota y a los que después se les asignó la demanda correspondiente.
- **Tuberías:** Un tramo de tubería se genera entre dos nudos o estos con un tanque o un accesorio, tiene las características físicas de diámetro, material, rugosidad y longitud del tramo.
- **Válvulas:** Requiere dipo datos como: diámetro, tipo de válvula, estado de la válvula (cerrada o abierta, activa o inactiva), función de la válvula (reductoras de presión o de sectorización).

Mediante los ítems (3.1 Recolección de información.,3.2 Análisis de la información:, 3.3 Actualización catastral y trazado de red.) junto con la ayuda de los fontaneros, quienes se ubican espacialmente mediante una ortofoto y conocen la ubicación de la red de tuberías, se logra el trazado, la simplificación y coherencia con la realidad al estructurar la red. Todo lo mencionado anteriormente se llevó a cabo con el objetivo de contar con un modelo hidráulico de fácil

comprensión. Sin embargo, en cada etapa de la simulación, es imprescindible actualizar en la plataforma Hydrocaz la red ya estructurada (Figura 1).

3.4 Actualización y georreferenciación catastral de los usuarios.

Partiendo de la base de que ya se cuenta con un trazado de la red, se procede a georreferenciar todos los suscriptores con la ayuda de un operario y utilizando el módulo de suscriptores. Durante este proceso, el programa solicita información como el nombre completo, cédula, número de suscriptor y estrato del usuario (Figura 2).

3.5 Cálculo y asignación de las demandas.

Esta fase es crucial, ya que proporciona información sobre el comportamiento de los usuarios dentro de la red y es un punto de partida fundamental para llevar a cabo las siguientes etapas. En el proceso de modelación, se parte del número de usuarios existentes en el sector de Loma el Escobero. Utilizando la cantidad de usuarios actualizados y georreferenciados según se indica en el ítem (3.4 Actualización y georreferenciación catastral de los usuarios.), se asigna directamente el consumo de cada suscriptor de manera individual en la (Figura 2), se presenta un avance integral del catastro y la georreferenciación de los suscriptores. En esta representación, se distinguen los estados activos (en verde) e inactivos (en rojo) de los suscriptores, además de la sectorización de estos, de acuerdo con su ubicación en las macro mediciones correspondientes, Gracias a este avance, se puede llevar un control preciso de la cantidad de usuarios activos e inactivos, geolocalizados sin necesidad de inspecciones en campo. Esto proporciona una base sólida para tomar decisiones relevantes en el futuro (Figura 3).

3.6 Modelo hidráulico.

Se ha desarrollado un modelo de simulación del sistema de distribución del acueducto utilizando información catastral relacionada con la topología de las redes y la topografía del sector de la Loma del Escobero. Estos datos se cargaron en el módulo de mapa de la plataforma Hydrocaz y se ha creado automáticamente un modelo base que representa la situación actual de operación del sistema, a partir del cual se realizarán evaluaciones de operación y control de presiones. Se utilizó la herramienta Hydrocaz para descargar un archivo de EPANET que contiene el modelo hidráulico de las redes. Sin embargo, es importante aclarar que este es un modelo provisional, ya que los macro medidores no están calibrados (Figura 4).

3.7 Cálculo de pérdidas

Para calcular las pérdidas globales de la red y las pérdidas por sector, se utilizaron dos módulos de la plataforma Hydrocaz: el módulo de lectura y el módulo de agua no contabilizada. Para el módulo de lectura se registraron manualmente los consumos de los suscriptores y de los macro medidores, esto da un indicativo del agua facturada con el agua producida en la red. Ahora, con el módulo de agua no contabilizada solo es necesario descargar el reporte, como se puede observar en (La Figura 4), donde se presenta el modelo hidráulico de la red, el cual es el resultado de la actualización catastral de las redes de distribución trazadas en un Modelo de Elevación Digital (DEM). Este modelo hidráulico permitirá llevar a cabo planes de optimización de la red en términos de control de altas y bajas presiones en la misma (Tabla 1).

De acuerdo con la información proporcionada en la Tabla 1, se registra un histórico de pérdidas en la red desde enero hasta mayo de 2023. El valor más alto, del 28.941%, se observa en el mes de marzo. Esta situación podría deberse a intervenciones en la vía y a la longevidad de la red, lo que ocasionó múltiples fugas en el sistema. (Tabla 2), el módulo de agua no contabilizada arroja un histórico de pérdidas de 5 meses, desde el mes de abril hasta el mes mayo.

4. Resultados

En este ítem se muestran los resultados obtenidos de la metodología anteriormente mencionada.

Figura 1: Levantamiento y actualización catastral de las redes.



Fuente: <https://www.hydrocaz.com.co>

En la Figura (1) se muestra una vista en planta de la red de distribución completa del Acueducto Loma el Escobero, desde el punto de captación (señalado en rojo) hasta los tanques de distribución (marcados en verde) y las válvulas de sectorización y reguladoras de presión (indicadas en amarillo).

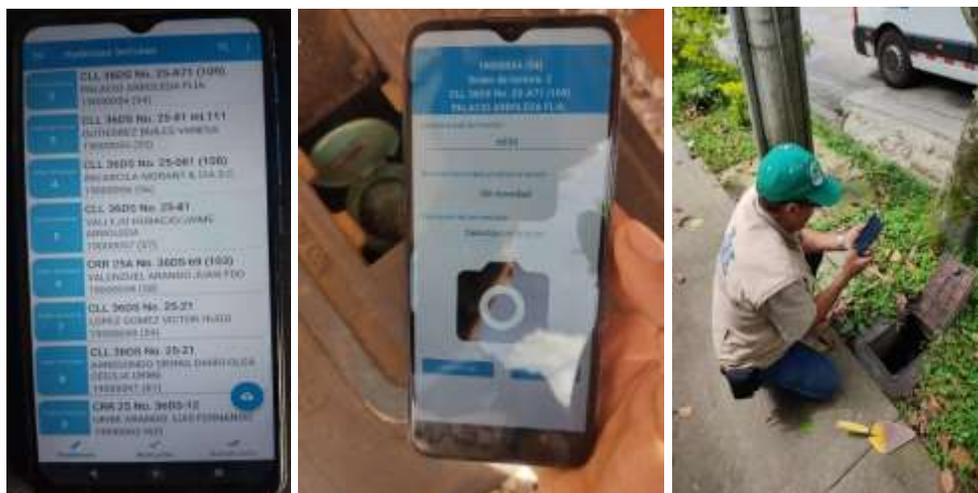
Figura 2: Georreferenciación y actualización catastral de los suscriptores.



Fuente: <https://www.hydrocaz.com.co>

En la (Figura 2), se presenta un avance integral del catastro y la georreferenciación de los suscriptores. En esta representación, se distinguen los estados activos (en verde) e inactivos (en rojo) de los suscriptores, además de la sectorización de estos, de acuerdo con su ubicación en las macro mediciones correspondientes, Gracias a este avance, se puede llevar un control preciso de la cantidad de usuarios activos e inactivos, geolocalizados sin necesidad de inspecciones en campo. Esto proporciona una base sólida para tomar decisiones relevantes en el futuro.

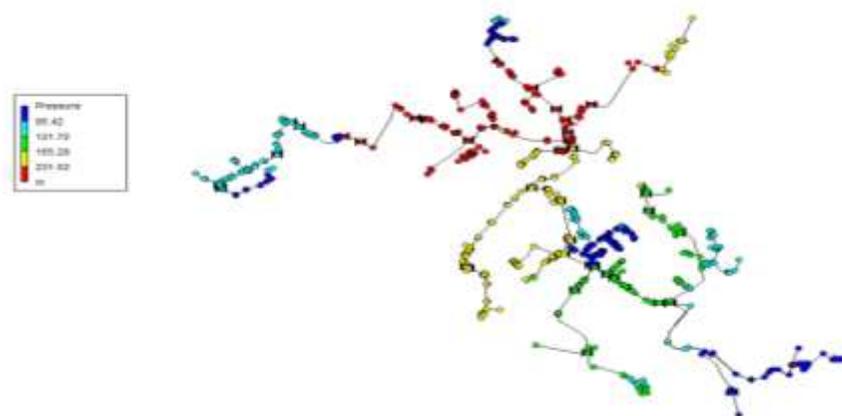
Figura 3: Calculo y asignación de consumos a partir de la lectura de medidores.



Fuente: Registro fotográfico.

En la (Figura 3), se emplea el módulo de lecturas de micromedidores a través de una aplicación de dispositivo móvil. Este proceso se lleva a cabo el día 28 de cada mes, siguiendo el ciclo de facturación establecido. El objetivo principal es optimizar el proceso de lectura, obteniendo información más relevante con un registro fotográfico. Esto permite reducir significativamente los tiempos de demora en la entrega de facturación y minimizar los errores en todo el proceso.

Figura 4: Simulación y análisis en la red.



Fuente: Modelo hidráulico de la red.

La (Figura 4) presenta el modelo hidráulico de la red, el cual es el resultado de la actualización catastral de las redes de distribución trazadas en un Modelo de Elevación Digital (DEM). Este modelo hidráulico permitirá llevar a cabo planes de optimización de la red en términos de control de altas y bajas presiones en la misma.

Tabla 1: Pérdidas totales globales.

PERÍODO	AGUA PRODUCIDA (m3)	AGUA FACTURADA (m3)	PÉRDIDAS COMERCIALES (m3)	SUSCRIPTORES	PÉRDIDAS/SUSCRIPTOR (m3)	TOTAL IANC (%)
2023-01	14916	12025	2891	312	9.266025641	19.382%
2023-02	13844	10179	3665	312	11.74679487	26.474%
2023-03	16520	11739	4781	312	15.32371795	28.941%
2023-04	15363	11583	3780	312	12.11538462	24.605%
2023-05	13124	9641	3483	278	12.52877698	26.539%

De acuerdo con la información proporcionada en la Tabla 1, se registra un histórico de pérdidas en la red desde enero hasta mayo de 2023. El valor más alto, del 28.941%, se observa en el mes de marzo. Esta situación podría deberse a intervenciones en la vía y a la longevidad de la red, lo que ocasionó múltiples fugas en el sistema.

Tabla 2: Perdidas por sector de macro medición.

PERÍODO	MACRO 3 in	MACRO 2 in	MACRO LA VIRGEN	MACRO LORIE	MACRO FIORE	MACRO TORCO1	MACRO BRUJAS
2023-01	19.286%	19.635%	31.681%	9.615%	7.580%	12.244%	9.741%
2023-02	26.317%	26.839%	29.706%	11.521%	8.731%	9.327%	20.875%
2023-03	28.418%	30.157%	35.179%	12.670%	14.361%	24.212%	87.872%
2023-04	25.941%	21.605%	39.492%	14.259%	21.392%	31.062%	No calculada
2023-05	27.366%	25.209%	35.656%	13.157%	17.860%	37.074%	50.247%

Según los datos proporcionados en la Tabla 2, marzo es el mes en el que se registraron las mayores pérdidas tanto en la red principal como en las redes secundarias. Sin embargo, se observa un vacío de información en el mes de abril en el sector de las Brujas. Esto se debe a prácticas deficientes en la toma de lecturas de los micromedidores y macro medidores, ya que el personal operativo registraba los datos manualmente, lo que aumenta la probabilidad de errores significativos.

Tabla 3: Consolidado General Tramo de Red.

CONSOLIDADO GENERAL TRAMO		
ÍTEM	UNIDAD	VALOR
LONGITUD TOTAL	METROS	12559.02
LONGITUD ACTUALIZADA	METROS	12555.25
PORCENTAJE AVANCE	-	99.97%

La Tabla 3 nos presenta el consolidado general del tramo de la red, donde se llevó a cabo la actualización catastral de una longitud de 12,555.25 metros, en comparación con la longitud total de 12,559.02 metros, lo que representa un impresionante avance del 99.97%.

Tabla 4: Consolidado longitudes por material.

CONSOLIDADO LONGITUDES POR MATERIAL		
MATERIAL	NÚMERO TRAMOS	LONGITUD
CLORURO POLIVINILO (PVC)	681	10259.04
COBRE	4	2.19
POLIETILENO ALTA DENSIDAD (PEAD)	56	2003.3
SIN DEFINIR	69	294.49

La red de distribución del acueducto cuenta con 681 tramos de red con material de cloruro polivinilo (PVC), 56 tramos de polietileno de alta densidad, 4 tramos de cobre y 69 que aun no se conoce el material.

Tabla 5: Consolidado general de suscriptores.

CONSOLIDADO GENERAL SUSCRIPTORES	
ÍTEM	CANTIDAD
GEOREFERENCIADOS	318
NO GEOREFERENCIADOS	1
TOTAL, SUSCRIPTORES	319

En la Tabla 5 se identifica la cantidad de suscriptores Georreferenciados y los no georreferenciados los cuales son 318 y 1 respectivamente, con esto se lleva un control de cantidad de usuarios que tiene el Acueducto y descubrir falencias de estos.

Tabla 6: Consolidado de suscriptores por uso.

CONSOLIDADO POR USO	
ÍTEM	CANTIDAD
RESIDENCIAL	276
COMERCIAL	36
ESPECIAL	1
MULTIUSUARIO	2
OTRO	4

En la Tabla 6 se puede observar que el acueducto loma el escobero lo abastece a 276 usuarios residenciales, 36 usuarios comerciales, 2 multi usuarios, 1 especial y 4 otros.

Tabla 7: Consolidado diámetro por material.

CONSOLIDADOS DIAMETRO POR MATERIAL.		
MATERIAL	DIAMETRO EN PULGADAS	DIAMETRO EN MILIMETROS
CLORURO POLIVINILO (PVC)	3/4 "	19.05
CLORURO POLIVINILO (PVC)	1/2 "	12.7
POLIETILENO ALTA DENSIDAD (PEAD)	1 "	25.4
CLORURO POLIVINILO (PVC)	1. 1/2 "	38.1

MATERIAL	DIAMETRO EN PULGADAS	DIAMETRO EN MILIMETROS
POLIETILENO ALTA DENSIDAD (PEAD)	2"	50.8
CLORURO POLIVINILO (PVC)	2.1/2 "	63.5
POLIETILENO ALTA DENSIDAD (PEAD)	3"	76.2
CLORURO POLIVINILO (PVC)	3. 1/2"	88.9
CLORURO POLIVINILO (PVC)	4"	101.6

Por último, en la Tabla 7 se presentan los diámetros en pulgadas y milímetros de toda la red de distribución del Acueducto. Estos diámetros abarcan tanto las redes primarias como las secundarias. Esta información permite llevar un registro de todos los diámetros presentes en la red, junto con los materiales correspondientes.

Es importante destacar que existen datos faltantes en la información de algunas redes, como el material utilizado, el diámetro, la profundidad y la antigüedad. Estos datos aún no se han determinado o no están disponibles en la actualidad.

5. Análisis

Durante la implementación del Acueducto Loma el Escobero en la plataforma Hydrocaz, se encontraron deficiencias en la operación y administración del acueducto. Algunos de los problemas identificados incluyen:

5.1 Desconocimiento del trazado de las redes de acueducto:

No se sabe con precisión a que profundidad, material y diámetro se encuentra al final las redes. Esta información depende únicamente de la memoria de un fontanero, lo cual no garantiza su exactitud. Además, si el fontanero olvida esta información o renuncia, se vuelve problemático durante la operación y mantenimiento de las redes. Por ejemplo, al tratar de reparar un daño, se pierde tiempo tratando de identificar la ubicación y características del lugar de la falla, lo que genera costos económicos significativos para el acueducto.

5.2 Falta de información actualizada de los suscriptores:

No hay un sistema de información para identificar cuándo se cambia el medidor, si hay cortes de suministro, si el medidor ha alcanzado su vida útil, si está dañado o inactivo. Tampoco hay un control detallado de las lecturas de los medidores, lo cual queda en manos del fontanero y del administrador. Esto resulta en la falta de registro completo de los consumos mensuales, ya que algunas lecturas se descartan incorrectamente, lo que impide cobrar adecuadamente y perder ingresos. Además, no se lleva un histórico de los consumos, lo que dificulta generar facturas precisas y delega todo a lo que recuerden los funcionarios.

5.3 Falta de una metodología para calcular las pérdidas en la red de distribución:

No se ha implementado un método para determinar las zonas con mayores pérdidas. No se sabe si las fugas son resultado de pérdidas en la red o de fraudes. No se cuenta con indicadores claros que permitan evaluar la situación y tomar medidas apropiadas, al analizar la tabla 2 en el macro de las brujas en el mes de abril en sistema arroja unas pérdidas “no calculadas” ya que hubo un vacío de información de las lecturas de los macro medidores en esa fecha.

6. Conclusiones.

- Las empresas de servicios públicos necesitan contar con un sistema de información y herramientas para controlar y dar seguimiento a su operación, así como para recopilar, almacenar y analizar datos relevantes. Esto les permite tener un control más eficiente de los procesos operativos, identificar problemas y tomar decisiones. En el caso específico del Acueducto Escobero, se implementó el sistema Hydrocaz, el cual proporciona una visión clara de la operación y ayuda a identificar problemas de manera temprana. Esto permite una gestión más efectiva y garantiza un suministro confiable de agua potable para la comunidad.
- El Acueducto Loma del Escobero debe definir claramente los cargos y funciones dentro de la empresa, en la actualidad existe una mezcla entre la parte técnica y operativa, lo que dificulta el control de la información. Además, la dependencia de la memoria de los trabajadores como único repositorio de conocimiento lo que representa un riesgo para la eficiencia y continuidad de las operaciones. Esto permitirá evitar confusiones, optimizar los

procesos y garantizar la continuidad operativa de la empresa, reduciendo la dependencia de la memoria individual y promoviendo el uso de herramientas y sistemas que faciliten la gestión del conocimiento.

7. Recomendaciones.

Las recomendaciones para el Acueducto Loma el Escobero incluyen continuar con la implementación del sistema de información con el objetivo de lograr una serie de procesos importantes. En primer lugar, se propone establecer un control más efectivo de las órdenes de trabajo, lo que implicaría registrar y documentar todos los procesos realizados, como cambios en tramos de red o contadores. Automatizar estos procesos también sería fundamental para agilizar las tareas y reducir errores humanos. Además, contar con un sistema digital que respalde y almacene toda la información relacionada con las órdenes de trabajo.

Referencias

- ACUEDUCTO LOMA EL ESCOBERO. (04 de 2018). *El Escobero, A. L., & Completo, V. mi P.* (s. f.). *ACUEDUCTO LOMA EL ESCOBERO*. Obtenido de <https://acuescobero.blogspot.com/>
- Daniela, E., Rojas, Q., Daniel, J. y Rodríguez, C.* . (s.f.). Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1364&context=ing_civil
- Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005-2015. Áreas temáticas: Derecho humano al agua y al saneamiento.* (s.f.). Obtenido de https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml#:~:text=El%2028%20de%20julio%20de%202010%2C%20a%20trav%C3%A9s,para%20la%20realizaci%C3%B3n%20de%20todos%20los%20derechos%20humanos.
- Gestor Normativo de la CRA - Concepto 60121 de 2022 CRA.* . (s.f.). Obtenido de https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/concepto_cra_0060121_2022.htm
- Hydrocaz.* (2021, enero 12). (s.f.). Obtenido de <https://www.hydrocaz.com.co/>
- Montoya, S.* (2015, agosto 6). (s.f.). Obtenido de <https://gidahatari.com/ih-es/cuales-son-los-mejores-software-de-sig-de-codigo-libre>
- Resolución 0330 - 2017.* (s.f.). Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>