



Acompañamiento integral en la toma de decisiones y actualización de documentos geográficos de usuarios y líneas de conducción en la Asociación de usuarios del acueducto de la vereda San Isidro.

Melanie Gabriela Vallejo Checa

Informe de practica para optar al título de ingeniera sanitaria

Asesor

Francisco José Molina Pérez, Doctor en ingeniería química y ambiental.

Universidad de Antioquia
Escuela Ambiental, Facultad de Ingeniería
Ingeniería Sanitaria
Medellín
2023

Cita	(Vallejo Checa, 2023)
Referencia	Vallejo Checa, M. G. (2023). <i>Optimización del sistema de acueducto: actualización y documentación de usuarios y líneas de conducción de la Asociación de usuarios del acueducto de la vereda San Isidro</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
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: Julio César Saldarriaga Molina

Jefe departamento: Lina María Berrouet 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.

Dedicatoria

Culminar con éxito este largo camino me ha demostrado que con amor y dedicación se pueden lograr cada una de las cosas que se propongan, y, que, aunque a veces se torne difícil, cuando se cuenta con el apoyo incondicional de la familia y los amigos nada es tan complicado como parece, es por esto por lo que agradezco y dedico mi éxito a cada persona que me tomó de la mano, me acompañó y me tuvo en sus oraciones por enseñarme el verdadero valor de las personas y los momentos.

Agradecimientos

Quiero expresar mi mas sincero agradecimiento a mis profesores, que me inculcaron el amor por mi profesión, especialmente al profesor Francisco Molina por el acompañamiento que tuve al realizar mi practica académica y a la Asociación de Usuarios del Acueducto de la vereda San Isidro por permitirme aprender de ellos y tener la disposición y disponibilidad para cumplir con todos los objetivos planteados.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción.....	10
1. Objetivos	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2. Marco teórico	13
3. Metodología.....	15
4. Resultados	18
4.1 Actualización de usuarios georreferenciados.....	18
4.2. Acompañamiento integral en la toma de decisiones a partir de las estructuras existentes..	20
4.3 Viabilidad de la nueva línea de conducción.....	23
4.4. Socialización con la comunidad sobre el nuevo proyecto.....	24
5. Análisis.....	25
5.1 Actualización de los usuarios georreferenciados	25
5.2 Acompañamiento integral en la toma de decisiones a partir de las estructuras existentes...	25
5.3 Viabilidad de la nueva línea de conducción.....	25
5.4 Socialización con la comunidad sobre el nuevo proyecto.....	25
6. Conclusiones	26
Referencias	27
Anexos.....	28

Lista de tablas

Tabla 1 Actividades desarrolladas para el cumplimiento del proyecto	15
Tabla 2 Identificación de las estructuras y toma de decisiones.....	20

Lista de figuras

Figura 1 Mapa de georreferenciación actualizado de usuarios y línea de conducción	19
Figura 2 Mapa de georreferenciación actualizado de macromedidores	19
Figura 3 Perfil hidráulico de la línea de conducción.....	24

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PTAP	Planta de tratamiento de agua potable
AUAVSI	Asociación de usuarios del acueducto de la vereda San Isidro
PEAD	Polietileno de alta densidad
QGIS	Sistema de Información Geográfica de software libre y de código abierto
Archivo KML	Datos geográficos en tres dimensiones
EPSG 9377	Sistema de coordenadas proyectadas para Colombia
EPSG 4326- WGS 84	Sistema de coordenadas proyectadas a nivel mundial

Resumen

El acueducto San Isidro ubicado en la vereda San Isidro en el municipio de Guarne-Antioquia, cuenta con una capacidad de abastecimiento actual de 430 hogares, proporcionándoles agua de alta calidad al pasar por un tren de tratamiento tradicional que cumple con los parámetros de calidad establecidos en la norma, sin embargo, es de vital importancia mantener un registro que permita mantener la información actualizada de los usuarios y que a su vez permita identificar la incidencia de daños ubicándolos espacialmente, por lo cual, el objetivo principal llevado a cabo en la práctica consistió en actualizar los mapas de ubicación para los usuarios de la vereda y los mapas donde se encuentran ubicados los macromedidores, con la finalidad de que en caso de que haya algún daño o cambio de usuarios los operarios se puedan movilizar de manera rápida y segura al igual que mantener la información actualizada. Adicionalmente se realizaron trabajos de inspección en la puesta en marcha de la planta de tratamiento de agua potable nueva y la línea de conducción de la bocatoma hacia la misma constatando que se cumplan los parámetros hidráulicos. Finalmente se entregó a la administración del acueducto y a los operarios el mapa impreso que contiene a los usuarios que se abastecen del acueducto actualmente y se realizó una asesoría donde se indica cómo actualizar los archivos de usuarios e infraestructura del acueducto por medio de una base de datos de Excel que contiene la información actual y la herramienta Google earth pro.

Palabras clave: Acueducto veredal, Qgis, Google earth pro, Excel, conducción, PTAP.

Abstract

The San Isidro aqueduct located in the village of San Isidro in the municipality of Guarne-Antioquia, has a current supply capacity of 430 households, providing them with high quality water by passing through a traditional treatment train that meets the quality parameters established in the standard, however, it is vital to keep a record that allows maintaining updated information on users and in turn allows identifying the incidence of damage by locating them spatially, Therefore, the main objective carried out in practice consisted of updating the location maps for the users of the vereda and the maps where the macro-meters are located, so that in the event of any damage or change of users, the operators can move quickly and safely and keep the information up to date. In addition, inspection work was carried out on the commissioning of the new drinking water treatment plant and the pipeline from the intake to the plant to ensure that the hydraulic parameters are met. Finally, the aqueduct administration and operators were provided with a printed map containing the users that are currently supplied by the aqueduct and advice was given on how to update the aqueduct's user and infrastructure files by means of an Excel database containing the current information and the Google earth pro tool.

Keywords: Veredal aqueduct, Qgis, Google earth pro, Excel, conduction, PTAP.

Introducción

Los acueductos veredales son fundamentales para el desarrollo de la población rural, ya que, le permite a los usuarios tener acceso al agua potable indefinidamente en el momento en que la necesiten atendiendo con las condiciones de calidad, cantidad y continuidad del servicio (Minvivienda, 2016), por lo cual, se deben establecer unos parámetros que posibiliten conservar las estructuras, las líneas de conducción y distribución funcionando de manera óptima, así mismo como mantener un estudio sobre el crecimiento poblacional para poder disponer de nuevas líneas de abastecimiento para la población que se proyecta, permitiendo entregar un agua de calidad que cuenta con todos los parámetros de construcción y mantenimiento adecuados, previniendo la intermitencia del servicio y la sostenibilidad del sistema (Beltrán Niño & Abril Galindo, 2014) Sin embargo, se identifica una marcada diferencia entre el área rural y urbana debido a que las comunidades son las encargadas de realizar las asociaciones para brindar el servicio de agua potable, es decir, no se cuenta con una iniciativa directa de los entes gubernamentales sobre las comunidades rurales para brindar el servicio de potabilización, teniéndose como consecuencia que los acueductos avancen lentamente en cuanto a desarrollos tecnológicos (Botero, 2017) y la existencia de algunas estructuras que se deterioran o dejan de servir en un corto periodo de tiempo por el conocimiento empírico con el cual se deben realizar.

Ahora bien, una de las formas más efectivas de mantener bajo control la incidencia de errores humanos como equivocaciones que ocurren cuando hay cambios de personal, problemas de ubicación o algún daño en las redes de distribución se basa en la toma de buenas decisiones para la gestión eficiente de dichos problemas, es decir, mantener una actualización de usuarios en una base de datos que al mismo tiempo permita ubicarlos espacialmente en la zona de trabajo previniendo al máximo los posibles errores que a menudo tienen consecuencias económicas importantes a largo plazo (Shegad-Eldeen & Moselhi, 2010).

Dicho lo anterior, se destaca la labor que se realiza en la Asociación de Usuarios del Acueducto de La Vereda San Isidro por la organización de los documentos y la visión frente a la inclusión de sistemas de digitalización que permiten la competencia entre los acueductos urbanos, y, lo más importante, la mejora de la calidad del agua y prestación de servicio a la comunidad abastecida. De esta manera entonces, el desarrollo y actualización de una nueva línea de conducción y la sistematización de la información de los usuarios del acueducto respectivamente se convierten en

los principales objetivos a alcanzar con esta práctica académica, donde se constata la evaluación y avance que ha tenido el acueducto a lo largo del tiempo.

De igual manera, transversalmente a la actualización y georreferenciación de la línea de conducción se realiza la inspección y puesta en marcha de la PTAP que estaba fuera de funcionamiento por problemas hidráulicos, al igual que se realiza un acompañamiento integral a los operarios en la toma de decisiones y capacitaciones en aras de la mejora del acueducto.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Realizar un acompañamiento integral a la asociación de usuarios de la vereda del acueducto san isidro en la ejecución y mantenimiento tanto en las líneas de abastecimiento como en las bases de datos que contienen la información de todos los usuarios que cuentan con el servicio de abastecimiento de agua potable, con el fin de mejorar la gestión de la información y contribuir en la toma de decisiones.

1.2 Objetivos específicos

- Actualizar los mapas de georreferenciación donde se incluye a los nuevos usuarios y la nueva línea de conducción.
- Identificar las estructuras que necesitan ser reparadas o eliminadas para evitar pérdidas de cabeza de presión y disminuir posibles daños en las líneas de conducción.
- Realizar un seguimiento en la puesta en marcha de la planta de tratamiento de agua potable compacta para los usuarios proyectados.

2. Marco teórico

Los acueductos rurales, son una estructura social tradicional comunitaria donde la población resuelve por sí misma el suministro de agua potable, fortaleciendo los lazos entre la comunidad y la cuenca, debido a que la captación de las aguas se hace generalmente desde fuentes hídricas cercanas que en muchas ocasiones están administradas por la misma población (Cadavid Giraldo, 2009), de esta forma, los acueductos rurales incluyen varias etapas del proceso de tratamiento iniciando en la captación de agua de una fuente hídrica, la conducción por medio de tuberías hasta la planta de tratamiento y el ingreso del agua cruda hasta la planta donde se realizan procesos fisicoquímicos para entregar un agua apta para el consumo humano, las estructuras hidráulicas por su parte son elementos clave en la captación y conducción de agua, ya que, permiten controlar el flujo de agua y garantizar la distribución equitativa en toda la zona de interés, es por esta razón que es de vital importancia gestionar permanentemente una supervisión y mantenimiento de estas. (García, et al, 2017), en este tipo de estructuras se incluyen las tuberías las cuales pueden ser de diferentes materiales y diámetros según la utilidad que se les vaya a dar, y que permiten la conducción adecuada del agua captada, sin embargo, es necesario la liberación de presión que se acumula por la entrada de aire y lodos agregando accesorios como lo son las válvulas (Rodríguez Martínez & Gutiérrez Martín, 2018).

Las obras de tratamiento de agua potable se utilizan habitualmente para proporcionar agua potable segura y proteger la salud pública. La calidad del agua que sale de las plantas de tratamiento es generalmente alta y cumple con los estándares de calidad basados en la salud para la presencia de varios parámetros microbiológicos, químicos y físicos. Luego, el agua tratada se transporta a los consumidores a través de los sistemas de distribución de agua potable, que son redes de tuberías complejas y heterogéneas con una gran relación área superficial/volumen (Fish, Osborn, & Boxall, 2017). Por otro lado, las interacciones que ocurren en la interfaz entre la pared y el agua de las tuberías son fundamentales para esta degradación y, a menudo, están dominadas por biopelículas microbianas complejas.

El impacto que tiene la hidráulica sobre el acondicionamiento de una biopelícula para resistir el desprendimiento (y por lo tanto causar problemas de calidad del agua) todavía se debate. Algunos estudios han encontrado que mayores flujos turbulentos durante el crecimiento pueden condicionar

biopelículas para que sean más resistentes al desprendimiento, otros han encontrado lo contrario. Se ha concluido que los cambios en las características del biofilm bajo diversos esfuerzos cortantes se deben a diferentes requerimientos mecánicos para resistir fuerzas externas y evitar el desprendimiento (Fish, Osborn, & Boxall, 2017). En general, el mantenimiento de las tuberías es esencial para mantenerlas en buen estado, prolongar su vida útil y evitar problemas que puedan ser costosos e incluso peligrosos.

Las empresas de suministro de agua o en este caso, los acueductos veredales, están cambiando gradualmente para aumentar la eficiencia en cuanto a la cobertura, calidad y continuidad del agua. Las plantas de tratamiento requieren un cuidado del operador más sofisticado, por lo que los supervisores de operación deben capacitarse periódicamente ya que serán responsables de todo el tratamiento validando los datos de producción, analizará las desviaciones de los parámetros del proceso y verificará el estado del sistema, para atender emergencias, alarmas y resolución de problemas (Worm, Helm, Lapikas, Schagen, & Rietveld, 2010). Para sobresalir en estas tareas, el supervisor debe comprender a fondo todo el proceso de tratamiento y los sistemas de transporte y distribución.

La recolección de la información a través de QGIS, Google Earth, Excel, induce a un uso adecuado de los sistemas, basándose en una colección de experiencias en una base de datos de conocimiento con navegación de árbol de problemas que conlleva a la solución de problemas a corto y largo plazo. La variedad de aplicaciones hace que la dimensión temporal de los sistemas de apoyo a las decisiones varíe desde casi el tiempo real hasta el largo plazo para el diseño la estrategia o la formulación de políticas.

3. Metodología

El desarrollo de la practica académica en la asociación de usuarios del acueducto de la vereda San Isidro se basó en el cumplimiento de los objetivos específicos ejecutando diferentes actividades como se muestra a continuación:

Tabla 1

Actividades desarrolladas para el cumplimiento del proyecto.

Objetivo 1: Actualizar los mapas de georreferenciación donde se incluye a los nuevos usuarios y la nueva línea de conducción.	Actividad 1: Recolectar información de trabajos de grado pasados que permitan actualizar información existente
	Actividad 2: Citar reuniones con los operarios para realizar la identificación de la ubicación de los usuarios nuevos espacialmente.
	Actividad 3: Georreferenciación de los nuevos usuarios y líneas de conducción en Qgis para la impresión de mapas y creación de la base de datos en Excel que permita el fácil acceso por parte de los operarios.
	Actividad 4: Capacitación a los operarios donde se entrega el documento actualizado de Excel y se indica la manera en que se puede visualizar el documento en el mapa usando Google earth pro como herramienta de fácil acceso
Objetivo 2: Identificar las estructuras que necesitan ser reparadas o eliminadas para evitar pérdidas de cabeza de presión para y disminuir posibles daños en las líneas de conducción.	Actividad 1: Reconocimiento de la zona donde se encuentra la quebrada Birimbí de la cual se realiza la captación de agua.
	Actividad 2: Identificación de estructuras para reparación, adecuación o eliminación que permitan optimizar la conducción de agua actual y proyectado.
Objetivo 3: Realizar un seguimiento en la puesta en marcha de la planta de tratamiento de agua potable compacta para los usuarios proyectados.	Actividad 1: Socialización con los operarios del acueducto el estado de la planta y planteamiento de una posible solución.
	Actividad 2: Acompañamiento en la instalación de tuberías y puesta en marcha de la planta de potabilización compacta.

Objetivo 1. Actualizar los mapas de georreferenciación donde se incluye a los nuevos usuarios y la nueva línea de conducción.

Inicialmente para poder realizar una correcta actualización de usuarios y de líneas de conducción se hace una recolección de información que está contenida en las bases de datos del acueducto, donde se encuentra un mapa georreferenciado de hace aproximadamente dos años (Castañeda, 2020) el cual se contrasta con la información que se encuentra en la plataforma en la que la administradora realiza las respectivas impresiones de recibos e inscripción de usuarios nuevos. Es decir, una vez se encuentra el mapa digitalizado en Qgis se descarga la información de la tabla de atributos en un archivo de Excel, y, de igual manera se descarga la información que se encuentra en la plataforma del acueducto, para posteriormente, haciendo uso de la opción “buscar” (buscar valor) en Excel se comparan los datos de ambos archivos y determina que usuarios son los que no están georreferenciados.

Una vez se cuenta con los nombres de los usuarios que no están georreferenciados se visita regularmente la oficina del acueducto y se ubican los usuarios sobre el mapa de la vereda en Google Earth. De esta forma se crea un archivo KML en Google Earth que es fácilmente manipulable por los operarios del acueducto, sin embargo, para mayor facilidad y disponibilidad de la información se ubican los puntos sobre el mapa y se copian las coordenadas de cada usuario en el archivo Excel como se muestra en el **Anexo 1**. Posteriormente a la creación y actualización de los usuarios, se indica cómo subir el archivo a Google earth pro donde se pueden verificar cada uno de los usuarios actualizados.

Finalmente, se crea un archivo Word como se presenta en el **Anexo 2**, donde se plasma la capacitación a los operarios para la introducción de nuevos usuarios a la base de datos en Excel y posteriormente visualizarlos en Google earth pro. Cabe resaltar que esta misma base de datos se puede subir a Qgis y manipularla a convenir.

Objetivo 2: Identificar las estructuras que necesitan ser reparadas o eliminadas para evitar pérdidas de cabeza de presión y disminuir posibles daños en las líneas de conducción.

La AUAVSI cuenta en este momento con un total de 448 usuarios que se abastecen de la PTAP y bocatoma actual, sin embargo, el acueducto tiene una PTAP compacta que no está en uso y una bocatoma funcional ubicada en el cauce de la quebrada Birimbí unos metros abajo de la bocatoma presente, inhabilitada, por lo tanto, teniendo en cuenta lo existente y el crecimiento poblacional se diseña un plan de trabajo que proyecta poner en marcha la PTAP fuera de uso abastecida por la bocatoma también ya existente recorriendo una ruta paralela a la línea de abastecimiento actual con la finalidad de mantener la cabeza de presión y llegar a abastecer a aproximadamente 400 usuarios nuevos.

Dicho lo anterior para evaluar la viabilidad de la nueva línea de abastecimiento, es necesario realizar visitas de reconocimiento en toda la zona de estudio donde se va a ejecutar la instalación de la tubería, verificar el estado de las estructuras involucradas en la conducción, y, también, realizar un seguimiento de la línea de conducción existente para determinar que mejoras se le pueden realizar teniendo en cuenta los daños que ha tenido con anterioridad.

Objetivo 3: Realizar un seguimiento en la puesta en marcha de la planta de tratamiento de agua potable compacta para los usuarios proyectados.

La PTAP que se encuentra en el acueducto disponible para el nuevo proyecto se trata de una planta que fue adquirida hace algunos años, sin embargo, por una mala instalación realizada con anterioridad donde se le intercambio toda la hidráulica, no estaba funcionando de manera adecuada, es decir, el agua que estaba tratando no cumplía con los parámetros establecidos por la norma que garantizan que sea apta para consumo humano, y, como no se encontró la necesidad de ponerla en marcha se archivó y se continuo prestando el servicio con la planta actual.

Ahora bien, con la creación del nuevo proyecto y la necesidad de aumentar caudal de agua a tratar se plantea organizar la PTAP fuera de funcionamiento, permitiendo así una expansión del servicio a prestar, de este modo entonces, se contrata a una empresa la cual se encarga de adecuar toda la hidráulica de la PTAP con el fin de que pueda volver a funcionar y entregue el caudal esperado que es de 1,7 a 2 L/s. Sin embargo, a pesar de que se contrata un actor externo que conoce a profundidad la hidráulica de la planta, es necesario una reunión con el personal del acueducto para intercambiar conocimientos sobre la misma y evaluar las decisiones que puede tomar el operario con el objetivo de evitar confusiones y que haya una mirada mas critica que permita

establecer un bienestar tanto entre el operario contratado y los resultados esperados por parte de la AUAVSI.

4. Resultados

Los resultados obtenidos a partir de las actividades realizadas se indican a continuación:

4.1 Actualización de usuarios georreferenciados.

Posterior a la comparación de los archivos se identificaron un total de 125 nuevos usuarios que no tenían georreferenciación y algunos más que necesitaban ser actualizados puesto que habían cambiado de dueño o se trasladó el medidor hacia otro punto del predio, los cuales fueron añadidos a las bases de datos de Excel y del proyecto montado en Qgis. Por otra parte, el sistema geográfico fue modificado, paso de ser EPSG 9377 a EPSG 4326 – WGS 84 – Geográfico, con la finalidad de ser fácilmente manipulables por el personal a la hora de manejar herramientas de libre acceso como Google Earth.

Los mapas que se muestran a continuación en la **Figura 1** y la **Figura 2** contienen la actualización de los usuarios existentes y la nueva línea de conducción de agua, con sus respectivas ubicaciones geográficas en X e Y, el código del usuario, el nombre, la dirección y la ruta, además del mapa con los macromedidores, información clave para la ubicación de manera inmediata.

Figura 1

Mapa de georreferenciación actualizado de usuarios y línea de conducción.

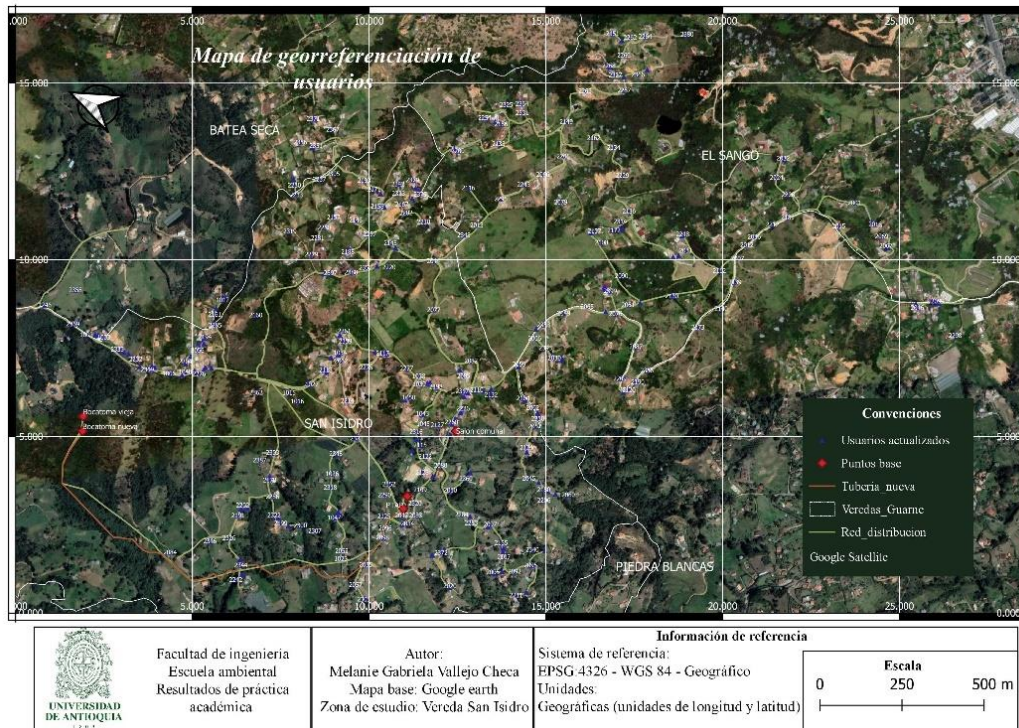
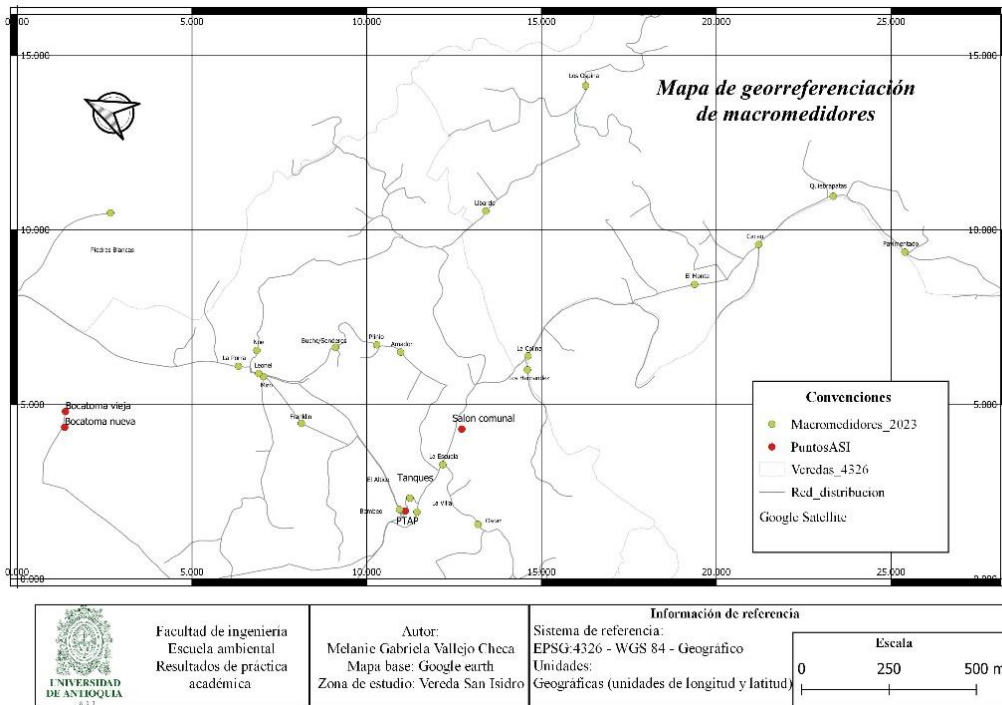


Figura 2

Mapa de georreferenciación actualizado de macromedidores



4.2. Acompañamiento integral en la toma de decisiones a partir de las estructuras existentes.

Durante la práctica académica en la AUAVSA se realizaron visitas a lo largo de la quebrada Birimbí para identificar que estructuras necesitan reparación y cuales deben ser eliminadas con la finalidad de optimizar los procesos de captación, conducción y tratamiento; se toman las decisiones que se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2
Identificación de las estructuras y toma de decisiones.

Ubicación	Estructura	Decisión
		<p>Se deja planteada la idea de realizar una bocatoma por medio de lechos filtrantes que permita evitar además de la falta de agua en épocas de sequía, el arrastre de sedimentos, lo que ayuda a disminuir los parámetros de</p>

<p>Línea de abastecimiento 1</p>	<p style="text-align: center;">Bocatoma</p>  <p>Como se puede apreciar en las imágenes, la bocatoma que abastece a la población en este momento es ineficiente debido a que está ubicada justo después de una infiltración de agua por medio de raíces de los pinos aledaños, es decir que para realizar la captación se debe realizar una maniobra artesanal aguas arriba para poder suplir la falta de agua en la bocatoma.</p>	<p>turbiedad del mismo modo que se evitan costos elevados en épocas de lluvia por el uso de coagulante en la planta de tratamiento.</p> <p>Sin embargo, dado el caso de que no sea posible el desarrollo de una bocatoma como se describe anteriormente, si esta estipulado que dicha estructura debe mejorarse.</p>
	<p style="text-align: center;">Desarenadores</p>  <p>Posterior a la bocatoma se encuentran unas estructuras completamente funcionales denominadas desarenadores, ya que son las primeras estructuras donde el agua se almacena para luego ser transportada hasta la planta de tratamiento.</p>	 <p>Se decide optimizar la estructura dividiéndola a la mitad con la finalidad de simular una cámara de quietamiento donde se acumule en el fondo todo el lodo que venga de la bocatoma y se pase a través de tubos el agua clarificada evitando la acumulación de sedimentos en las tuberías y posibles daños por obstrucción.</p>

	<p style="text-align: center;">Tanques de almacenamiento</p>  <p style="text-align: center;">Antes de conducir el agua por tubería hasta la planta de tratamiento, se hace la entrega a los tanques de una antigua planta de tratamiento que se muestran en la imagen para posteriormente enviarla hasta la planta.</p>	<p>Debido a que es importante mantener la cabeza de presión con la que viene la conducción se decide sacar los tanques de funcionamiento, ya que, a partir de estos el agua se transporta con la presión atmosférica, es decir, se desperdiciaba la cabeza de presión ganada con la bocatoma y permite la entrada de aire a la tubería, dicho de otro modo, se agregan pérdidas innecesarias, en conclusión, se saca la estructura para evitar perdidas innecesarias.</p>
<p>Línea de abastecimiento 2 o proyectada</p>	<p style="text-align: center;">Bocatoma</p> 	<p>Para el caso de la nueva línea de conducción, como se mencionó anteriormente se cuenta con una estructura funcional existente, a la cual se le realiza mantenimiento y se prepara para ponerla en marcha junto con el nuevo proyecto de abastecimiento.</p>

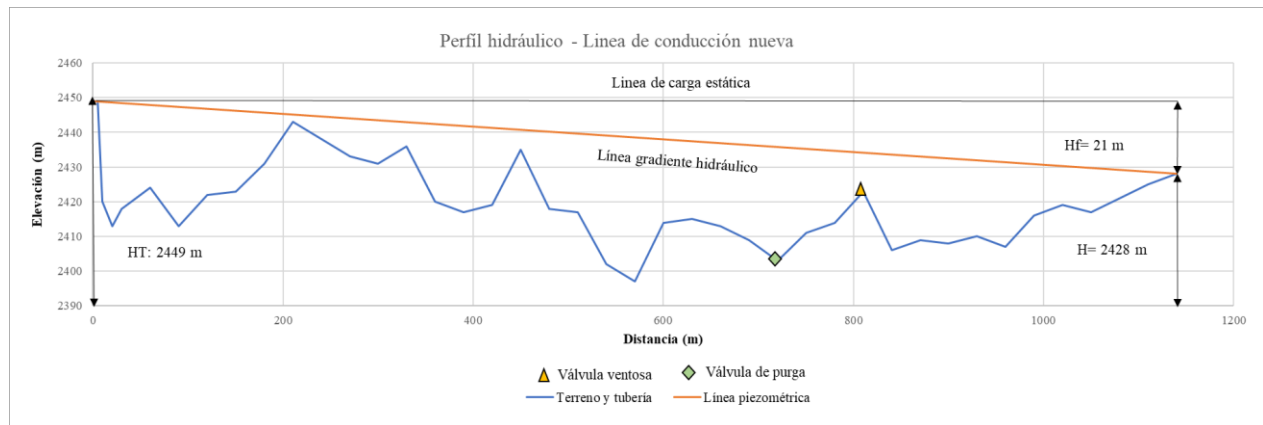
	<p>Desarenadores</p> 	<p>Del mismo modo que con la bocatoma, en el caso de los desarenadores, también se encontró que las estructuras son funcionales, sin embargo, estas si estaban deterioradas por lo cual se revistieron y se les realizó mantenimiento para conectarlas a la tubería de conducción del proyecto nuevo.</p>
	<p>PTAP</p> 	<p>La PTAP recibió la mayor inversión por parte del acueducto, para esta estructura se realizó un contrato externo con la finalidad de cambiar los medios filtrantes y adecuarla para potabilizar un caudal de 1,7 a 2 L/s y abastecer a la población proyectada, cumpliendo siempre con los parámetros de calidad establecidos en la normativa</p>

4.3 Viabilidad de la nueva línea de conducción.

Antes de realizar la ejecución de la nueva línea de abastecimiento, se realizaron los debidos análisis hidráulicos para identificar las cabezas de presión y la variabilidad del terreno como se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3

Perfil hidráulico de la línea de conducción



Luego de verificar que se cumpla con los parámetros hidráulicos y que no haya pérdidas mayores a la energía disponible se establece un plan de trabajo para instalar toda la tubería; cabe resaltar que la tubería es de material PEAD y que las uniones se realizan con termofusión por lo cual como se puede apreciar en la **Figura 3** solo se agregan dos válvulas, una ventosa en la parte alta para eliminar el aire en la tubería y otra de purga en la parte baja para extraer el sedimento de la tubería, resaltando que este tipo de unión reduce las pérdidas por accesorios.

Simultáneamente se realizó el contrato con la empresa Hidrologística para la adecuación de las tuberías y la puesta en marcha de la planta de tratamiento, para así entregar a la comunidad la posibilidad de abastecer a aproximadamente 400 usuarios más.

4.4. Socialización con la comunidad sobre el nuevo proyecto.

Una vez realizado todo el estudio y determinar la viabilidad del del proyecto en la Asamblea Anual de Usuarios del Acueducto se presentó por medio de la proyección de un video la exposición del nuevo proyecto que se muestra en el **anexo 3**, donde se incluyen todos los datos referentes al perfil hidráulico, las estructuras involucradas y la cantidad de usuarios a abastecer.

5. Análisis

5.1 Actualización de los usuarios georreferenciados

A pesar de que los mapas se vean sujetos a cambios a corto plazo, la información que pueden ofrecer en términos de localización, toma de decisiones y reacciones inmediatas cuando se presentan daños bien sea para cerrar completamente el paso de agua o identificar los sitios donde se presentan mayor incidencia de daños es un beneficio importante y óptimo con el cual cuentan los operarios del AUAVSI.

5.2 Acompañamiento integral en la toma de decisiones a partir de las estructuras existentes

La identificación de las estructuras existentes a lo largo de la quebrada Birimbí, y el mantenimiento oportuno realizado, al igual que la eliminación de algunas estructuras, facilita y posibilita el transporte seguro y eficiente de agua cruda hasta la llegada a la PTAP, además, de que se pueden eliminar pérdidas por accesorios innecesarios en los tramos donde no son requeridos y agregar válvulas ventosas y de purga en las zonas altas y bajas respectivamente que mejore el transporte del fluido.

5.3 Viabilidad de la nueva línea de conducción.

Los resultados de la cabeza de presión indican que la nueva línea de aducción y conducción funciona de manera eficiente llegando por gravedad hasta la planta de potabilización, siempre y cuando se mantengan las estructuras que la componen en óptimas condiciones y se eviten al máximo las intervenciones en la tubería.

5.4 Socialización con la comunidad sobre el nuevo proyecto.

La comunidad que hace parte de la vereda San Isidro confía en los avances que ha tenido el acueducto y a partir de la socialización se identifica una buena acogida para el nuevo proyecto.

6. Conclusiones

Actualización de los usuarios georreferenciados:

La actualización de los mapas es una herramienta base la cual es fácilmente manipulable por los operarios y que debe mantenerse en constante renovación, para permitir mantener un control sobre las zonas donde hay incidencia de daños y poder tomar una decisión adecuada.

Acompañamiento integral en la toma de decisiones a partir de las estructuras existentes:

El mantenimiento y adecuación de las estructuras que conforman la línea de abastecimiento del acueducto son suficientes para el correcto abastecimiento.

Viabilidad de la nueva línea de conducción:

Teniendo en cuenta los resultados del perfil hidráulico y que las estructuras funcionan correctamente, la nueva línea de conducción es óptima para garantizar que se suministre agua potable a aproximadamente 400 usuarios nuevos.

Socialización con la comunidad sobre el nuevo proyecto.

La socialización con los usuarios de la comunidad para informarles los proyectos que se van a ejecutar demuestra que en la toma de decisiones se tiene en cuenta a la población y que gracias a su contribución es posible realizar este tipo de expansiones.

Referencias

- Beltrán Niño, A. L., & Abril Galindo, J. J. (2014). Análisis de la demanda y de la red de distribución de agua en el municipio de Aracataca, Colombia. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/1757>
- Botero, B. H. (2017). Los acueductos veredales de las comunidades organizadas en el área rural del municipio de El Peñol, Antioquia: un análisis a partir del régimen de servicios públicos domiciliarios en Colombia. Medellín, Colombia. Obtenido de <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstreams/3203b92b-27aa-493a-95d2-a6439f02e711/download>
- Cadavid Giraldo, N. (2009). Acueductos comunitarios: Patrimonio social y ambiental del Valle de Aburrá. Medellín, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8214>
- Castañeda, Y. (2020). *Herramientas de modelación hidráulica y espacial para mejorar la operación de sistemas de distribución en acueductos veredales, caso de estudio Acueducto San Isidro*. Medellín: Universidad de Antioquia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10495/17213>
- Fish, K., Osborn, S., & Boxall, J. (1 de Septiembre de 2017). Biofilm structures (EPS and bacterial communities) in drinking water distribution systems are conditioned by hydraulics and influence discoloration. *Science of The Total Environment*, 598-599, 571-580. Obtenido de <https://doi-org.udea.lookproxy.com/10.1016/j.scitotenv.2017.03.176>
- Minvivienda. (23 de noviembre de 2016). Decreto 1898. Bogotá D.C, Colombia. Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/1898%20-%202016.pdf>
- Rodríguez Martínez, M., & Gutiérrez Martín, F. (2018). Diseño y construcción de un sistema de tuberías para el suministro de agua potable en una zona urbana. *Revista de ciencia y tecnología del agua*, 25-32.
- Shegad-Eldeen, T., & Moselhi, O. (2010). A Date-base system for selecting oof rehabilitation techniques of sewe pipes. Montreal, Canadá. Obtenido de https://www.academia.edu/65862141/A_Database_System_for_Selection_of_Rehabilitation_Techniques_of_Sewer_Pipes
- Worm, G., Helm, A., Lapikas, T., Schagen, K., & Rietveld, L. (May de 2010). Integration of models, data management, interfaces and training support in a drinking water treatment

plant simulator. *Environmental Modelling & Software*, 25, 677-683. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.05.011>

Anexos

Anexo 1. Excel con los usuarios actualizados hasta el mes de junio de 2023. <https://bit.ly/3NPu5kT>

Anexo 2. Word indicativo de la actualización y visualización de los usuarios nuevos en el mapa. <https://bit.ly/3ptGm5a>

Anexo 3. Presentación hecha a la comunidad de la vereda para informar sobre el nuevo proyecto. <https://bit.ly/3Px7X00>