



Diagnóstico social y ambiental de la implementación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) mediante campañas educativas en los municipios de Fredonia y Santa Bárbara.

Andrés Santiago Marín Gutiérrez

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Asesor

José Miguel Fernández, Ingeniero químico

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Ambiental

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Marín Gutiérrez, Año)
Referencia	(Marín Gutiérrez, 2024). Diagnóstico social y ambiental de la implementación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) mediante campañas educativas en los municipios de Fredonia y Santa Bárbara. [Informe de práctica].
Estilo APA 7 (2020)	Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

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

Dedico este trabajo a mi familia por el apoyo y el acompañamiento que tuvieron en todo mi proceso académico: a mis padres por haberme inculcado una educación basada en valores que fue fundamental en mi crecimiento personal y académico, a mi hermano por la incondicionalidad y la motivación brindada a lo largo de mi carrera universitaria, y a mi hermana, que siempre estará presente en cada logro de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco principalmente a Dios por su presencia durante el desarrollo educativo; también agradezco a la Universidad de Antioquia por la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, a la Facultad de Ingeniería por acogerme como estudiante, a la Escuela Ambiental por todos los beneficios brindados, a los administrativos por todas las gestiones desarrolladas en mi proceso, y por último, y más importante, a los profesores de la Escuela que hicieron posible mi crecimiento profesional y culminar este proceso de pregrado, en especial a los dos asesores académicos por el acompañamiento en la etapa final.

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del problema.....	12
1.1. Antecedentes	12
1.2. Descripción del problema.....	14
1.3. Formulación del problema	15
2. Justificación	15
3. Objetivos	16
3.1. Objetivo general	16
3.2. Objetivos específicos.....	16
4. Marco teórico	16
4.1. Programa Campañas Educativas	17
• Programa AGUArda.....	17
• OPERAMBIENTE: Educación Ambiental para la Gente	17
• TALLER DE CAPACITACIÓN COMUNITARIA: Uso Eficiente y Ahorro del agua	18
4.2. Indicadores	19
4.2.1. Índice de Agua No Contabilizada (IANC):.....	20
4.2.2. Índice de Pérdidas por Usuario Facturado (IPUF):.....	20
5. Metodología	21
5.1. Identificación de la población	21
5.2. Ejecución de los Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua mediante campañas educativas	22
5.3. Análisis de resultados	22
6. Resultados	23

6.1. Datos del periodo de estudio	23
6.2. Diferencias con los periodos anteriores.....	28
7. Discusión.....	29
8. Conclusiones	30
9. Referencias.....	31

Lista de tablas

Tabla 1: Consumo promedio de Antioquia. Tomado de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.....	13
Tabla 2: Índice de Agua No Contabilizada para los municipios de Fredonia y Santa Bárbara para el año 2023	13
Tabla 3: Consumos y pérdidas del cuatreno anterior	14
Tabla 4: Alcances de las campañas educativas.	18
Tabla 5: Cronograma de actividades.....	22
Tabla 6: Presupuesto	23
Tabla 7: Información de las campañas educativas	23
Tabla 8: Consumo de agua para los dos municipios en el periodo de estudio.....	24
Tabla 9: Porcentaje de pérdidas para el periodo de estudio	27
Tabla 10: Comparaciones de resultados con los periodos anteriores.....	28

Lista de gráficas

Gráfica 1: Distribución poblacional de Fredonia	26
Gráfica 2: Distribución poblacional de Santa Bárbara.....	26
Gráfica 3: Pérdidas de agua en los dos municipios.....	28

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PUEAA	Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua
IANC	Índice de Agua No Contabilizada
IPUF	Índice de Pérdida de Agua por Usuario Facturado
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Resumen

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) es un documento que contiene el conjunto de proyectos y acciones elaborados por las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. La empresa Operadores de Servicios S.A. E.S.P. cuenta con dos concesiones de agua y dos programas para los municipios de Fredonia y Santa Bárbara, donde se especifican las tres campañas educativas a utilizar. En este trabajo se diagnosticó la relación que tienen las variaciones en los consumos y en las pérdidas de agua (componente ambiental) mediante un balance mensual y semestral, con la clasificación y cuantificación de los habitantes capacitados (componente social); estos factores comparativos se mostraron mediante unidades de metros cúbicos positivos o negativos señalando disminuciones o aumentos de consumos y pérdidas de agua respectivamente. Se logró capacitar aproximadamente a 1223 personas en los dos municipios, además, se señaló la variación en el promedio de consumo de agua verificados en las facturas, y en las pérdidas de agua registradas por la empresa. El municipio de Fredonia fue el más que se vio beneficiado por las campañas pues presentó disminuciones en los consumos y pérdidas entre 2 y 3 puntos, a diferencia de Santa Bárbara que presentó una estabilidad en los datos, además, los dos municipios presentaron datos estables en los tanto en los periodos anteriores como en los meses de estudio, no obstante, la implementación del PUEAA es un requisito obligatorio de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA.

Palabras clave: campañas educativas, diagnóstico, labor social, PUEAA, sociedad.

Abstract

According to the Ministry of Environment and Sustainable Development, the Program for Efficient Use and Saving of Water (PUEAA) is a document that contains the set of projects and actions developed by the entities responsible for the provision of water and sewage services in order to implement these actions. The company Operadores de Servicios S.A. E.S.P. has two water concessions and two programs for the municipalities of Fredonia and Santa Bárbara, where the three educational campaigns to be used are specified. In this work, the relationship between variations in consumption and water losses (environmental component) was diagnosed through a monthly and semiannual balance, with the classification and quantification of the trained inhabitants (social component); these comparative factors were shown in units of positive or negative cubic meters, indicating decreases or increases in consumption and water losses, respectively. Approximately 1223 people were trained in the two municipalities, and the variation in the average water consumption verified in the invoices and in the water, losses recorded by the company was also noted. The municipality of Fredonia was the one that benefited the most from the campaigns, as it presented decreases in consumption and losses between 2 and 3 points, unlike Santa Bárbara, which presented stable data; in addition, the two municipalities presented stable data both in the previous periods and in the months under study.

Keywords: diagnosis, educational campaigns, PUEAA, social work, society.

Introducción

Colombia está pasando por un aumento dramático de la población, lo que conlleva a un aumento en la demanda de los recursos (Rodríguez Ruiz, 2001). En el caso del agua, que se define como un “recurso finito, vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente” (Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio, 1992), se requiere un mejor manejo porque la disponibilidad ha disminuido dificultando la obtención y cambiando la forma de pensar de las personas (Sierra Zamora, Fonseca Ortiz, & Sánchez Tarazona, 2022). Es por esto que, en el año 1997 el Ministerio de Medio Ambiente expidió la Ley 373 por la cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua que tiene el propósito de promover prácticas para cuidar el recurso y fortalecer la intervención de las autoridades ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024).

La empresa Operadores de Servicios S.A. E.S.P. está ubicada en la ciudad de Medellín y administra los sistemas de acueducto y alcantarillado de los municipios de Fredonia y Santa Bárbara por lo que cuenta con un permiso de captación de agua por cada municipio, asimismo, requiere la formulación de dos Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua que, según el Artículo 2 de la Ley 737 de 1997, debe contener las metas para la reducción de pérdidas mediante campañas educativas, incentivos y otros aspectos definidos por las Corporaciones Autónomas Regionales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1997); por esto, se pretende capacitar a los usuarios y contabilizarlos con el fin de asociar el aumento de personas capacitadas con las posibles disminuciones de los promedios mensuales de consumo y pérdidas de agua que la empresa registra. La implementación de las campañas educativas se realizó en los grupos poblacionales interesados que se clasificarán en rangos de edades, por nivel de escolaridad y estrato socioeconómico con el fin de diseñar campañas adecuadas para cada grupo.

El propósito de realizar estos balances ambiental y social, es relacionar y analizar el potencial y la efectividad de la implementación de las campañas educativas relativas al Uso Eficiente y Ahorro del Agua, con las variaciones que se puedan presentar en los consumos y pérdidas de agua registrados, es por eso que este trabajo se desarrolla primero definiendo los objetivos, luego el marco teórico donde se mencionan algunas estrategias de la implementación

de campañas educativas de los PUEAA, a continuación se describe la metodología, que contiene el cronograma de las actividades que se efectuaron en los seis meses junto con el presupuesto destinado para la ejecución de estas actividades, finalmente se describen los resultados esperados.

1. Planteamiento del problema

1.1. Antecedentes

Los municipios de Santa Bárbara y Fredonia se encuentran en el Suroeste de Antioquia, los dos limitan al norte con el municipio de Caldas y limitan entre sí en los costados oriente y occidente. Cuentan con características similares como una altitud promedio que es aproximadamente de 1800 m.s.n.m. y los dos municipios se abastecen de las quebradas que desembocan en el río Poblano donde la empresa Operadores de Servicios S.A. E.S.P. tiene las captaciones de agua (Alcaldía Municipal de Santa Bárbara, 2018; Alcaldía de Fredonia, 2024).

La causa por lo cual se debió elaborar instrumentos y herramientas para optimizar la demanda de agua y garantizar la sostenibilidad es el aumento en la presión sobre el recurso hídrico, por eso, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), adoptó los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el objetivo 6: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y (...) aumentar sustancialmente la eficiencia en el consumo de agua”. Por otra parte, en el marco de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), dentro de los instrumentos de política ambiental que el gobierno colombiano debe considerar se encuentra el “desarrollar programas de ahorro y uso eficiente del agua y la energía, y medidas de reducción, reutilización, reciclado y valorización”. De acuerdo con el PNUD (Naciones Unidas, 2018).

Para Lorena Granada, economista de la Universidad del Valle, el consumo básico de agua de una población, depende de múltiples variables como cantidad de viviendas de cada estrato, el número promedio de personas por hogar y el porcentaje de apartamentos existentes; asegura que, para el caso de Colombia, el consumo básico promedio mensual es de $16m^3$. Este estudio se basó en 21 ciudades principales como Bogotá, Cali y Medellín teniendo en cuenta los parámetros mencionados anteriormente (Granada Carvajal, 2011).

Ahora bien, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios realizó un estudio de consumos de agua potable entre los años 2014 y 2021 con caracterización por estrato (Superintendencia de Servicios Públicos, 2021). En la Tabla 1 se muestran los promedios mensuales para el departamento de Antioquia y para los municipios de Santa Bárbara y Fredonia para cada estrato en este mismo periodo, y los promedios de consumos registrados por la empresa en el año 2023 para los meses de marzo a junio que es el período de análisis en el 2024 descrito en los numerales 4 y 5 de la Tabla 5: cronograma para la realización de las campañas educativas.

Tabla 1: Consumo promedio de Antioquia. Tomado de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios						
Consumo (m³)	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Promedio
Antioquia	11,62	11,52	11,84	15,54	18,95	13,89
Santa Bárbara	10,02	9,39	8,92	12,90	10,02	10,25
Fredonia	10,01	8,97	8,80	10,25	8,02	9,21
Operadores de Servicios S.A. E.S.P.						
Consumo (m³)	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Promedio
Santa Bárbara	9,25	8,25	7,50	9,60	9,10	8,74
Fredonia	9,00	8,00	8,00	17,53	10	11,30

En cuanto a las pérdidas de agua, el Departamento Nacional de Planeación para el 2015 registró valores a nivel nacional del 43%, cuando el nivel normativo es de 30%, y para el departamento de Antioquia, registró pérdidas de agua potable del 48%. (Departamento Nacional de Planeación, 2015). Ahora bien, en un contexto local, la Tabla 2 muestra las pérdidas registradas por la empresa para los dos municipios en el año 2023 para el periodo de marzo a junio.

Tabla 2: Índice de Agua No Contabilizada para los municipios de Fredonia y Santa Bárbara para el año 2023

Mes	Municipio	
	Fredonia	Santa Bárbara
Marzo	33,42%	31,84%

Abril	36,43%	28,17%
Mayo	35,52%	30,83%
Junio	34,61%	29,76%
Promedio	35,00%	31,07%

Para el año 2023, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) declaró oficialmente la presencia del fenómeno de El Niño para el trimestre final de ese año, y el trimestre inicial del año 2024, lo cual generó una problemática de sequía que inició el mes de diciembre y que se extendió hasta el trimestre junio-agosto de 2024; este fenómeno de sequía generó disminuciones en algunas fuentes hídricas del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). En consecuencia, este trabajo también pretende hacer la comparación no solo con los mismos meses del año anterior, sino que también con los cuatro meses inmediatamente anteriores a este estudio. En la Tabla 3 se presentan los datos de consumos y pérdidas registradas por la empresa para el cuatreno anterior al estudio.

Tabla 3: Consumos y pérdidas del cuatreno anterior

Mes	Municipio			
	Fredonia		Santa Bárbara	
	Consumo	Pérdidas	Consumo	Pérdidas
Noviembre 2023	9,8m ³	32,02%	9m ³	31,90%
Diciembre 2023	19,2m ³	35,72%	8,8m ³	27,22%
Enero 2024	8m ³	31,84%	8,6m ³	30,66%
Febrero 2024	10,4m ³	33,47%	10,6m ³	28,55%
Promedio del período	11,85m ³	33,26%	9,25m ³	29,58%

1.2. Descripción del problema

En Antioquia, las principales fuentes de abastecimiento y suministro de agua para consumo humano son de origen superficial, es decir, que están sobre la tierra y no por debajo de ella, permitiendo un fácil acceso para su uso, esto genera un gran problema en la disponibilidad porque son las fuentes más susceptibles al deterioro de la calidad y disminución de la cantidad debido a excesivas actividades humanas que requieren su uso, además, los fenómenos ambientales como el calentamiento global o el fenómeno del Niño agudizan este problema que

genera una vulnerabilidad en las comunidades debido a que la disminución de estos factores genera una problemática en la disponibilidad alimentaria (García, 2015).

El uso indebido del recurso puede generar desabastecimiento debido a la disminución de la disponibilidad por malos gastos y pérdidas, además, las malas prácticas generan contaminación difícil de tratar, como el vertimiento de detergentes, grasas y aceites, que son los químicos fuertes más usados en las viviendas, o presencia de sólidos que impiden el acceso al agua e invalidan el uso para consumo humano.

La empresa Operadores de Servicios S.A. E.S.P. en su calidad de entidad prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado de los municipios de Santa Bárbara y Fredonia, tiene la responsabilidad de evitar el desperdicio de agua potable debido a malas prácticas y buscar mecanismos para minimizar los agentes generadores de este problema y garantizar la disponibilidad del recurso para las generaciones futuras, para esto, la empresa propone en los PUEAA realizar tres campañas educativas para generar conciencia del buen uso y ahorro del agua.

1.3. Formulación del problema

Ahora bien, de acuerdo con los datos registrados por las autoridades ambientales mencionadas anteriormente, y ratificando que concuerdan con los datos registrados por la empresa, la pregunta es si la implementación de las campañas educativas puede minimizar el problema del gasto innecesario del recurso y disminuir las pérdidas de agua por malos usos del sistema, además, si este estudio nos permite buscar las acciones que generan altos consumos y altas pérdidas.

2. Justificación

Según las proyecciones del Departamento Nacional de Planeación (DNP) (Departamento Nacional de Planeación, 2024), se estiman 27862 habitantes para el municipio de Santa Bárbara y 25981 habitantes para Fredonia en el año 2024; igualmente en esta misma proyección se registró

una cobertura en educación del 73.49% para el municipio de Santa Bárbara, y 65.30% para Fredonia, por esto es importante incluir la educación ambiental.

Según la Ley 373 de 1997 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1997), el PUEAA permite la optimización del uso del recurso hídrico mediante acciones como: aprovechamiento de aguas lluvias; instalación, mantenimiento, reparación, calibración y renovación de medidores de consumo; protección de zonas de manejo especial; identificación, medición y acciones de reducción de pérdidas de agua; recirculación y reúso del agua; revisión de tecnologías de bajo consumo; campañas educativas; entre otras. Se decidió seleccionar las acciones referentes a las campañas educativas porque se quiere dar importancia al componente social mediante educación ambiental, por esta razón se propuso una metodología participativa con la comunidad.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Evaluar el potencial impacto ambiental y social que genera la implementación de las campañas educativas ofrecidas por la empresa Operadores de Servicios S.A. E.S.P. definidas en el PUEAA en los municipios de Fredonia y Santa Bárbara.

3.2. Objetivos específicos

- Establecer la clasificación, segmentación y cuantificación de los grupos de interés para la implementación de las campañas educativas.
- Determinar el alcance que tienen las campañas educativas en la reducción del consumo y pérdidas de agua en los municipios de estudio.

4. Marco teórico

Una de las metodologías implementadas en el tema fue la de Catalina Jaramillo en el plan para la reducción del índice de agua no contabilizada (IANC) en el municipio de Barrancabermeja, la cual propone hacer un diagnóstico de la metodología de la empresa y un análisis del proceso de la caracterización del IANC mediante un balance hídrico. Este estudio tuvo en cuenta en el análisis de las pérdidas los consumos autorizados no facturados como el agua utilizada para mantenimiento y limpieza de las tuberías, el agua utilizada por los carros de bomberos y el agua utilizada en el mantenimiento de parques y zonas públicas (Jaramillo, Pacheco, & Velasco, 2021).

En este apartado se establecen una serie de conceptos técnicos que se requieren identificar para establecer los alcances y tener mayor incidencia en el área de estudio. A continuación, se definen las campañas educativas utilizadas y el método para calcular los consumos y las pérdidas.

4.1. Programa Campañas Educativas

- **Programa AGUArda**

Es una campaña que tiene como objetivo sensibilizar a los usuarios, con el fin de que se haga un uso adecuado del recurso hídrico con acciones como: el arreglo oportuno de las fugas de agua en los hogares, el uso eficiente de los grifos mientras se realizan las actividades diarias, el aprovechamiento de aguas lluvias, entre otras; estas buenas prácticas posteriormente se verán reflejados en los consumos y por ende en la factura. Esta campaña tiene como estrategia hacer visitas domiciliarias dejando evidencia de cada visita. La capacitación incluye la revisión del consumo de agua, el monitoreo de las redes, sensibilizaciones verbales y escritas sobre pautas de uso eficiente y ahorro del agua, información sobre los componentes de la factura, revisión de la instalación interna, entre otras actividades.

- **OPERAMBIENTE: Educación Ambiental para la Gente**

Es un programa orientado a la sensibilización en el tema ambiental y uso eficiente del agua para todo público con el fin de dejar mensaje en cada uno de los habitantes de la importancia de cuidar el medio ambiente. Tiene como objetivo brindar a través de mensajes

educativos, herramientas para aprendizaje en el cuidado del medio ambiente y por ende del recurso hídrico a la comunidad de los municipios atendidos por Operadores de Servicios S.A E.S.P. sensibilizando así sobre la importancia y el compromiso de cada persona en el cuidado del medio ambiente.

La campaña se realiza a través de medios de comunicación masivos como la radio municipal o canales de redes sociales con el fin de informar sobre el cuidado del medio ambiente y del recurso hídrico, invitando al compromiso social e individual sobre la importancia que tiene de cuidar el medio ambiente para el futuro de todos.

- **TALLER DE CAPACITACIÓN COMUNITARIA: Uso Eficiente y Ahorro del agua**

Los talleres de capacitación comunitaria en uso eficiente y ahorro del agua están enfocados a concientizar los usuarios y suscriptores en instituciones educativas, grupos de tercera edad, Juntas de Acción Comunal, entre otros grupos poblacionales, sobre la importancia de cuidar el recurso hídrico ahora y para el futuro, de una manera participativa. El objetivo es generar conciencia sobre los sistemas de acueducto y alcantarillado y del uso del recurso hídrico con el fin de transformar el imaginario de las personas y se incremente el compromiso colectivo.

En la Tabla 4 se muestran los alcances propuestos en los PUEAA de los dos municipios donde se incluyen los presupuestos y la cantidad de personas que se esperan capacitar con las campañas descritas anteriormente para el año 2024. Cabe aclarar que estos datos son para los 12 meses del año y no para los cuatro meses de estudio (marzo, abril, mayo y junio):

Tabla 4: Alcances de las campañas educativas.

PROGRAMA CAMPAÑAS EDUCATIVAS			
Municipio	Presupuesto proyectado	Usuarios formados	Eventos educativos realizados
Fredonia	4'861.138	487	12
Santa Bárbara	4'861.138	859	12
Total	9'722.276	1346	24

Una de las limitaciones que tiene la empresa es el presupuesto pues para los dos municipios se tiene el mismo valor, pero en el municipio de Santa Bárbara se tiene un 43,3% más de población esperada a capacitar, lo que requiere más inversión no solo para la alimentación, sino que es probable que se requieran más viajes del personal a este municipio. Otra limitación presente en el proyecto es la falta de personal a capacitar, pues se ha evidenciado que algunos grupos poblacionales no están interesados en recibir las capacitaciones, además, para otros grupos como las juntas veredales, el acceso es difícil por la lejanía, las condiciones del terreno y las restricciones en el transporte.

4.2. Indicadores

Para Viviana Celis (Celis Machado, 2018, pág. 61), la implementación de una línea estratégica de educación y concientización del buen uso y reúso del agua descritos en el PUEAA puede realizarse no solo mediante campañas educativas, sino también sobre incentivos tarifarios que estimulen el ahorro con la meta de disminuir los índices de consumo de agua de los suscriptores hasta llegar a los índices regulados por la CRA. Además, para medir las pérdidas de agua propone hacerlo mediante los siguientes indicadores:

Indicador 1:

$$1 - \left(\frac{\text{Agua Facturada}}{\text{Agua Suministrada}} \right) \text{ por } 100\%$$

Indicador 2:

$$1 - \left(\frac{\text{Agua Facturada}}{\text{Agua Captada}} \right) \text{ por } 100\%$$

Ahora bien, para analizar el impacto de la implementación de las campañas educativas, se deben estudiar dos aspectos importantes: el consumo de agua y las pérdidas de agua. Los datos de consumo de agua se toman de las facturas de servicios públicos para poder tener el dato exacto del agua que consume cada usuario. Los promedios que se muestran en la Tabla 1 solo implican los valores asignados para el consumo en cada municipio, pero como se mencionó, este factor

también se ve afectado por la cantidad de usuarios de cada estrato, por esta razón, en este estudio los promedios se calculan mediante una ponderación entre usuarios y consumos mediante la siguiente fórmula:

$$Promedio = \frac{\sum(C_E * N_E)}{N_T}$$

Donde:

C_E : Consumo registrado para el estrato E

N_E : Número de usuarios del estrato E

N_T : Número total de usuarios del municipio

Los usuarios inscritos en la Tabla 8 se calcularon como un promedio entre los suscriptores registrados en los cuatro meses de estudio de cada estrato, ya que la variación entre cada mes es mínima, incluso hay meses no presentan variaciones en los usuarios; los datos de consumo de cada mes y cada estrato se calcularon mediante un promedio de consumo todos los suscriptores de cada estrato.

Para Solarte y Hernández¹ (Solarte & Hernández, 2022) los indicadores IANC e IPUF sirven como base para el planteamiento de estrategias para la reducción de pérdidas de agua y se estiman de la siguiente manera:

4.2.1. Índice de Agua No Contabilizada (IANC):

$$IANC = \frac{(volumen\ producido - volumen\ facturado)(m^3)}{volumen\ producido(m^3)} * 100$$

4.2.2. Índice de Pérdidas por Usuario Facturado (IPUF):

¹ Jhon Jairo Solarte Bejarano: Estudiante de la Especialización de Gerencia de Proyectos, UNICATOLICA

Héctor Andrés Hernández: Docente Maestría en Gerencia de Proyectos, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

$$IPUF = \frac{AS - AF}{N}$$

Donde:

AS: Agua potable suministrada

AF: Consumo de agua facturada para el servicio público domiciliario de acueducto

N: Número de suscriptores facturados para el servicio público domiciliario de acueducto

Para fines de este trabajo, como fuente primaria de información se analizarán los registros históricos mensuales del consumo de agua de los usuarios, además de la información contemplada en cada informe del PUEAA de cada municipio. Como fuentes secundarias se contemplan fuentes externas referentes a la información general de los lugares como topografía, climatología, demografía, economía, entre otros.

5. Metodología

Para lograr el objetivo de este trabajo, se planteó hacer el proceso en 3 pasos:

5.1. Identificación de la población

En los municipios de estudio, inicialmente se buscó grupos de interés para las campañas educativas, que incluyen: instituciones educativas, juntas de acción comunal, grupos de la tercera edad entre otros con el fin de identificar el público objetivo para definir una campaña educativa por cada grupo poblacional mediante material audiovisual. Esta clasificación de la población se hizo mediante consulta con los directivos de cada grupo confirmando el interés por recibir las capacitaciones, en la ejecución se registró la asistencia mediante una planilla con los datos que se requieren para la clasificación como la edad, nivel de escolaridad y estrato socioeconómico; la idea de implementar una planilla de asistencia también fue para contabilizar las personas capacitadas.

5.2. Ejecución de los Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua mediante campañas educativas

En este paso, se realizaron las charlas educativas en los grupos poblacionales seleccionados con una periodicidad de un mes. Se pretendió desarrollar las tres campañas educativas mencionadas anteriormente y realizar un informe por cada actividad realizada para tener manifiesto del proceso, la duración de cada actividad, los gastos requeridos, el personal requerido y demás información que se requiera tener en cuenta.

5.3. Análisis de resultados

En esta fase final del proyecto, se procuró compilar la información obtenida en los informes de las actividades, y compararla con los datos actuales de consumo y pérdidas de agua registrados por los operadores y los administrativos de la empresa. La comparación se realizó con los datos de cada mes y al iniciar y finalizar el período de estudio (seis meses) con el fin de determinar si las variaciones son las esperadas, es decir, que los consumos disminuyeran en promedio en dos o tres puntos, y que las pérdidas disminuyan aproximadamente un tres por ciento. En la Tabla 5, se presenta el cronograma de actividades y en la Tabla 6 se presenta el presupuesto estimado para la realización del proyecto.

- **Cronograma de actividades**

Tabla 5: Cronograma de actividades

Nº	Actividad	Mes					
		1	2	3	4	5	6
		Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
1	Análisis de la documentación primaria (datos de consumo y pérdidas de agua).						
2	Recopilación de la información primaria						
3	Identificación de la población						
4	Realización de las campañas educativas a instituciones educativas						
5	Realización de las campañas educativas a otros grupos poblacionales						
6	Elaboración de informes de las campañas educativas						

7	Recopilación de la información de las campañas realizadas						
8	Reuniones con el personal administrativo sobre los avances de las campañas						
9	Análisis de los resultados finales						
10	Elaboración del informe final						
11	Presentación y sustentación del trabajo final						

- **Presupuesto**

Tabla 6: Presupuesto

Rubro	Recursos	
	Mes	Período completo
Personal	1'300.000	7'800.000
Visitas a Fredonia	642.600	3'855.600
Visitas a Santa Bárbara	667.900	4'007.400
Total	2'610.500	15'663.000

6. Resultados

6.1. Datos del periodo de estudio

En la Tabla 7 se muestra la información de las actividades realizadas en los meses de marzo, abril, mayo y junio de 2024 en los dos municipios, la clasificación poblacional, el número de personas capacitadas y la inversión requerida para cada actividad. Estos datos son comparados con los alcances del PUEAA de cada municipio mostrados en la Tabla 4 con el propósito de analizar el avance que se tuvo hasta el mes de julio del PUEAA para el año 2024:

Tabla 7: Información de las campañas educativas

Mes	Entidad	Clasificación de la población	Cantidad de personas capacitadas	Presupuesto invertido	Avance personal	Avance presupuestal
Fredonia						
Marzo	Colegio Alicia Díez	Niños y adolescentes de los grados 4°, 5°, 6°, 7°	137	607900	95,48%	45,37%

Abril	Colegio Alicia Díez	Alumnos de los grados 8°A, 8°B, 9°A, 9°B y 10°A	155	492500		
Mayo	Institución Educativa Escuela Normal Superior Mariano Ospina Rodríguez	Alumnos de primaria (transición, primero, segundo, tercero, cuarto y quinto)	142	682000		
Junio	Junta de Acción Comunal y Concejo Municipal	Adultos con y sin escolaridad	31	423000		
Santa Bárbara						
Marzo	Colegio Tomas Eastman TOE	Niños de grados 3° y 4°, y adolescentes de los grados de 6° a 11°	375	642600		
Abril	Colegio Tomas Eastman TOE	Alumnos de los grados 6°A, 6°B, 6°C, 7°B, 8°A, 9°C, 10°B Y 11°A	230	602500	88,24%	44,00%
Mayo	Concejales de Santa Bárbara	Adultos pertenecientes al Concejo Municipal	13	423000		
Junio	E.S.E. Hospital Santa María	Adultos, personal de salud	140	471000		

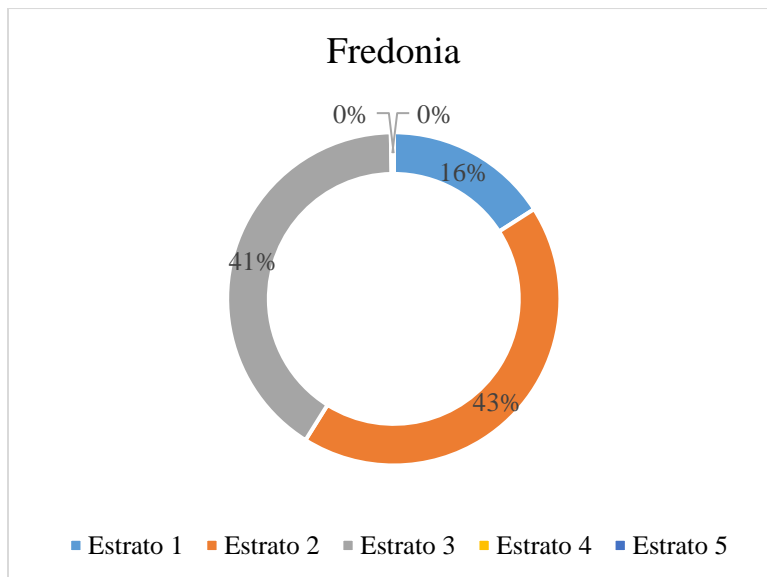
En la Tabla 8 se presenta el consumo medio mensual de agua en el período de estudio. El promedio en esta tabla se calculó mediante una ponderación entre el consumo registrado y la cantidad de usuarios registrados para cada estrato como se mencionó en el Numeral 4.2. Para el estudio se toman en cuenta los promedios mensuales para comparar con los datos históricos.

Tabla 8: Consumo de agua para los dos municipios en el periodo de estudio

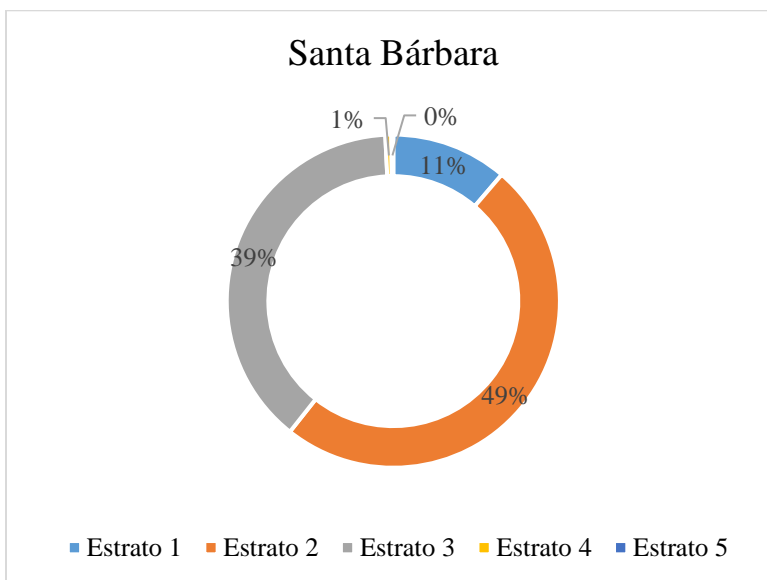
Consumo (m^3)						
Fredonia						
Estrato	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Total
Usuarios	498	1342	1275	8	1	3124

Mes	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Promedio
Marzo	10.23	8.77	8.39	12.50	0.00	8.85
Abril	9.70	8.05	7.71	13.00	1.00	8.19
Mayo	10.30	8.52	7.92	12.50	1.00	8.57
Junio	9.44	7.92	7.53	10.75	0.00	8.01
Santa Bárbara						
Estrato	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Total
Usuarios	687	3008	2349	35	12	6090.5
Mes	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Promedio
Marzo	11.15	9.67	9.05	10.54	9.92	9.60
Abril	9.61	8.29	7.80	8.97	10.58	8.26
Mayo	10.30	8.85	8.69	9.86	10.25	8.96
Junio	9.06	7.78	7.38	7.63	10.33	7.77

Como el análisis de la Tabla 1 y de la Tabla 8 están altamente relacionados con la cantidad de usuarios de cada estrato, la Gráfica 1 y la Gráfica 2 representan de manera porcentual la relación entre la cantidad de usuarios en cada estrato de los dos municipios con respecto a la cantidad de usuarios totales. Esta relación porcentual demuestra cuál es el estrato que más impacta en los consumos de agua. Los estratos 4 y 5 se representan con 0% pero esto no quiere decir que tengan cero suscriptores, sino que tienen valores bajos como se muestra en la Tabla 8 y son aproximaciones a un valor entero; los usuarios del estrato 4 de Fredonia representa el 0,13%, el estrato 5 de Fredonia representa el 0,16% de la población, el estrato 4 de Santa Bárbara representa el 0,58% y el estrato 5 del mismo municipio representa el 0,20%.



Gráfica 1: Distribución poblacional de Fredonia



Gráfica 2: Distribución poblacional de Santa Bárbara

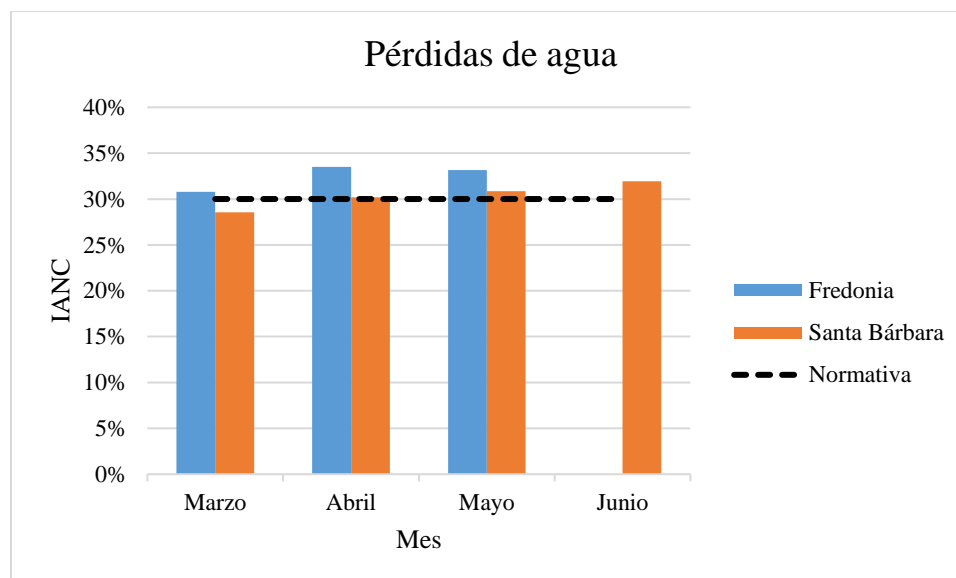
De igual manera, la Tabla 9 expone los datos de pérdidas de agua de los dos municipios para los meses de marzo a junio de año 2024. En esta tabla se muestra el agua producida que es el agua que se registra a la salida de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), y el agua facturada, que es el registro de agua consumida por los usuarios. Con estos datos se realiza el

análisis de pérdidas según lo descrito en el Numeral 4.2. Para el municipio de Fredonia, a la fecha no se tenían datos actualizados en el mes de junio.

Tabla 9: Porcentaje de pérdidas para el periodo de estudio

Mes	Agua producida (m ³)	Agua facturada (m3)	IANC (%)
Fredonia			
Marzo	41519.50	28738	30.78%
Abril	45605.70	30330	33.50%
Mayo	42120.00	28160	33.14%
Junio	—	—	—
Santa Bárbara			
Marzo	80549.51	57550	28.55%
Abril	87081.87	60781	30.20%
Mayo	77311.25	53450	30.86%
Junio	82384.63	56085	31.92%

La Gráfica 3 representa de manera porcentual las pérdidas de los dos municipios y la relación entre estos; también muestra la interacción de estos datos con la normativa según la Resolución CRA 287 de 2004 “*Por la cual se establece la metodología tarifaria para regular el cálculo de los costos de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado*”, que especifica que las pérdidas deben estar por debajo del 30% (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2004).



Gráfica 3: Pérdidas de agua en los dos municipios

6.2. Diferencias con los periodos anteriores

En la Tabla 10 se muestra la comparación de los resultados del periodo de estudio con los datos de los mismos meses del año anterior y con los cuatro meses anteriores al periodo de estudio, es decir, noviembre y diciembre del año 2023, y enero y febrero del año 2024. Los datos son la diferencia, en metros cúbicos y porcentajes, entre los datos actuales y los periodos anteriores; los valores negativos representan aumento en el dato y quiere decir que no es el comportamiento esperado en este estudio.

Tabla 10: Comparaciones de resultados con los periodos anteriores

Consumos (m^3)				
Periodo	Fredonia		Santa Bárbara	
	2023	Cuaterno anterior	2023	Cuaterno anterior
1	2.45	0.95	-0.86	-0.6
2	3.11	1.01	0.48	0.54
3	2.73	-0.57	-0.22	-0.36
4	3.29	2.39	0.97	2.83
Pérdidas (%)				
Periodo	Fredonia		Santa Bárbara	
	2023	Cuaterno anterior	2023	Cuaterno anterior

1	7.90	3.87	10.33	10.50
2	8.04	6.22	-7.21	-10.95
3	6.70	-8.09	-0.10	-0.65
4	—	—	-7.26	-11.80

7. Discusión

En los alcances estipulados en el PUEAA se enunciaba que para el año 2024 se espera capacitar a 1346 personas e invertir en las campañas educativas un total de \$9,722,276 para los dos municipios, como se muestra en la Tabla 4. La Tabla 7 muestra que se lograron capacitar a 1223 personas en un período de cuatro meses lo que indica que los valores del personal capacitado están muy cerca de lo proyectado en el PUEAA en casi el 30% del tiempo, además, el presupuesto destinado en los cuatro meses de análisis fue de \$4,343,600, que representa aproximadamente el 45% del presupuesto, lo que apunta que aún se cuenta con el 55% del presupuesto para los cinco meses restantes (42% del año) a partir de agosto.

Estos resultados se deben a que la empresa se vio obligada a aumentar sus esfuerzos de intervenir ante el mal uso del agua debido a las contingencias presentadas por el fenómeno de El Niño que afectó a varios municipios del departamento, incluso de la región como fue el caso de Jericó que en el mes de marzo presentó racionamientos (Periódico Regional El Suroeste, 2024).

Con respecto a los consumos, para el periodo de estudio la empresa registró valores de 8 a 9 m^3 que son valores notoriamente inferiores a los promedios nacionales y departamentales. Los valores de la Tabla 10 muestran que el municipio de Fredonia tuvo una disminución aproximada de 2 y 3 m^3 con respecto al año anterior y de 1 m^3 con respecto a los meses anteriores; y el municipio de Santa Bárbara mostró valores alternos entre disminuciones y aumentos de aproximadamente 1 m^3 , ya que los valores negativos de esta tabla representan aumentos en los consumos, lo que indica que se mantuvo constante en las variaciones de consumo y pérdidas. Esto demuestra que las campañas educativas generaron un mayor impacto en el municipio de Fredonia donde la población decía tener mejores prácticas de consumo. De igual forma, aunque el municipio de Santa Bárbara no presentó disminuciones, se evidencian buenas prácticas ya que

el período de análisis se vio afectado por el fenómeno de El Niño en el cual se debería presentar aumentos en los consumos.

Los valores negativos de las pérdidas se deben a que las pérdidas no solo se atribuyen a los malos consumos de los usuarios sino a otros factores como daños en el sistema de alcantarillado, malos usos de otros sectores como comerciales, industriales y oficiales, y las pérdidas técnicas en el proceso de limpieza y lavados de la PTAP y los tanques de almacenamiento.

La Tabla 1 demuestra que los dos municipios de estudio tienen, en general, un consumo razonable con respecto al departamento y al país, además, la Gráfica 3 muestra que en general también tienen un buen índice de pérdidas sobre todo en el municipio de Santa Bárbara donde la mayoría de los meses cumple la normativa, y la diferencia con los meses que no la cumple es de aproximadamente 3%. De igual manera fue necesario realizar campañas educativas porque es un requisito obligatorio presentar un PUEAA para las entidades que registren una concesión de agua.

Ahora bien, con respecto a las pérdidas, los resultados de la Tabla 10 también mostraron los resultados esperados ya que en el municipio de Fredonia se presentó una disminución aproximada del 7% con respecto al año anterior y del 5% con los meses anteriores. El municipio de Santa Bárbara también registró para este criterio valores intermitentes, por lo que no se puede afirmar el impacto de la implementación de las campañas educativas en este municipio.

Los valores negativos de la Tabla 10 representan aumentos tanto en los consumos como en las pérdidas. Con respecto a los consumos, uno de los factores que pudo generar estos valores, sobre todo en comparación con el cuatreno anterior al periodo de estudio, es que en estos meses está incluido diciembre que es un mes donde se registran altos consumos debido a las festividades,

8. Conclusiones

Según los resultados de la Tabla 10, en el municipio de Fredonia se evidencia la efectividad de la implementación de las campañas educativas pues muestra disminuciones

notorias en los consumos con valores de disminución entre 2 y 3 m^3 mensuales con respecto al año anterior, y de 1 m^3 con respecto a los cuatro meses anteriores al periodo de estudio; también se muestran disminuciones en las pérdidas del 7%, no obstante, en el municipio de Santa Bárbara no se puede afirmar la efectividad de las campañas educativas, sin embargo, según las Tablas 1 y 2, este municipio presenta menores valores de consumo y pérdidas.

En este estudio se tuvo en cuenta la cantidad de usuarios para los cálculos de consumos, las Gráficas 1 y 2 muestran que el estrato que más impacta en los consumos es el estrato 2 que representa casi el 50% de la población en los dos municipios, además, entre los estratos 2 y 3 representan entre el 84% y el 88% de la población, lo que significa que son los sectores que más se deben tener en cuenta en la toma de decisiones.

9. Referencias

Celis Machado, V. C. (2018). *Metodología para la elaboración de actualización del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) del municipio de Onzaga Santander*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19934>

Defensoría del Pueblo. (22 de marzo de 2024). *En el último año, habitantes de 148 municipios consumieron agua con inviabilidad sanitaria o alto riesgo para su salud*. Obtenido de <https://www.defensoria.gov.co/-/en-el-%C3%BAltimo-a%C3%B1o-habitantes-de-148-municipios-consumieron-agua-con-inviabilidad-sanitaria-o-alto-riesgo-para-su-salud>

Departamento Nacional de Planeación. (2015). *En la Guajira se pierde el 82% del agua potable*. Obtenido de [https://2022.dnp.gov.co/Paginas/En-LaGuajira-se-pierde-el-82-del-agua-potable-.aspx#:~:text=El%20nivel%20normal%20de%20p%C3%A9rdidas,%25\)%20y%20Arauca%20\(56%25\)](https://2022.dnp.gov.co/Paginas/En-LaGuajira-se-pierde-el-82-del-agua-potable-.aspx#:~:text=El%20nivel%20normal%20de%20p%C3%A9rdidas,%25)%20y%20Arauca%20(56%25).).

Departamento Nacional de Planeación. (2024). *Sistema de Estadísticas Territoriales TerriData*.

Obtenido de <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/comparaciones>

García, M. R. (2015). *Gestión comunitaria del agua: Caso suroeste antioqueño*. Obtenido de

<https://www.semillas.org.co/es/gesti-2>

Granada Carvajal, L. (2011). *Estimación del consumo básico de agua potable en Colombia*.

Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/625a7b76-4700-40aa-855d-63268a9b5da5>

Jaramillo, C., Pacheco, M., & Velasco, R. D. (2021). *Plan para la reducción del índice de agua*

no contabilizada -IANC- apoyado en un modelo de gobierno de TI (Tecnologías de la Información) para la empresa de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Obtenido de <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/11012>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1997). Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-373-1997.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2004). *Resolución CRA N° 287 de 2004*.

Obtenido de https://www.cra.gov.co/sites/default/files/marco-legal/2018-06/Resoluciones_PDF20046000002874.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Gobierno Nacional decreta*

oficialmente el fenómeno de El Niño y alerta a continuar ppreparándose. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/gobierno-nacional-declara-oficialmente-el-fenomeno-de-el-nino-y-alerta-al-pais-a-continuar-preparandose/>

Naciones Unidas. (2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Obtenido de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>

Periódico Regional El Suroeste. (2024). *Racionamiento de agua en Jericó debido a la temporada de menos lluvias*. Obtenido de <https://periodicoelsuroeste.com/racionamiento-de-agua-en-jerico-debido-a-la-temporada-de-menos-lluvias/#:~:text=A%20partir%20del%20primero%20de,el%20fen%C3%B3meno%20de%20El%20Ni%C3%B1o.>

Solarte, J. J., & Hernández, H. A. (2022). *Análisis de la reducción de pérdidas comerciales en empresas prestadoras de servicio de acueducto*. Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/agricolae/article/view/4834/5668>

Superintendencia de Servicios Públicos. (2021). *Bases de datos consumos históricos de agua potable*. Obtenido de <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Consumos-Historicos-de-Agua-Potable-2014-2021.xlsx>