



**NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO**

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

Tratamiento de agua subterránea para uso doméstico, aplicado a población vulnerable del municipio de Flandes – Tolima. Caso de estudio vereda Puerta Blanca en la IED María Inmaculada año 2022

Jorge Alexander Sánchez Caicedo, Diana Carolina Romero Sanabria, Ancízar Barragán Alturo, Jesús Flaminio Ospitia Prada, Óscar Efrén Ospina Zúñiga

**Universidad Piloto de Colombia
Girardot, Colombia**

Resumen

Históricamente la búsqueda de agua potable para consumo humano se ha convertido en todo un desafío para aquellas poblaciones que lo padecen y que año tras año cobra la vida de un sinnúmero de ellas por consecuencia de escases y la baja calidad del vital líquido, situación que no es ajena en la Institución Educativa María Inmaculada (IED), Sede Puerta Blanca del municipio de Flandes-Tolima, ya que no cuentan con un servicio de agua potable apta para consumo y uso doméstico vulnerando un derecho fundamental de la constitución nacional y uno de los objetivos de desarrollo sostenible, establecidos por la ONU, y exponiendo a la población a una posible afectación a la salud, tales como; diarrea, cólera, disentería, fiebre tifoidea, poliomiélitis, malnutrición y el dengue. De acuerdo a lo anterior, el objeto principal de la investigación consiste en el diseño y la materialización de un prototipo para el tratamiento de aguas subterráneas, según los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la resolución 2115 del 2007, buscando satisfacer las condiciones de vida de dicha población.

El plan metodológico se desarrolla pensando en una población estudiantil de rangos de edad que oscilan de 4 a 12 años, docentes y personas residentes, siendo esta de tipo aplicada, con enfoque de carácter cualitativa y cuantitativa, desarrollado en cuatro fases dando respuesta al objeto de trabajo, identificando las dimensiones sociales, ambientales y económicas, partiendo de una caracterización de la población por medio de encuestas de percepción estructuradas, con la finalidad

de obtener información que sustente las condiciones actuales, en segunda instancia se realiza el análisis del estudio de calidad de aguas identificando los agentes contaminantes, posteriormente se evalúa la posible tecnología de tratamiento a implementar; por último el diseño y puesta en marcha del prototipo de tratamiento de aguas considerando los parámetros propuestos y estipulados en la resolución 0330 del 2017, resolución 844 del 2018 y la resolución 799 del 2021.

El estudio se proyecta para dar solución a la problemática emergente ya mencionada en la IED María Inmaculada en la vereda de Puerta Blanca del municipio de Flandes en el departamento del Tolima, permitiendo mitigar la concentración de sólidos disueltos, la turbidez, el amonio y eliminar del medio los microorganismos como bacterias, coliformes y Escherichia Coli que afectan la calidad del agua, para que cumpla su función de consumo y uso doméstico con tecnologías que garanticen su proceso de eliminación, transporte y disponibilidad generando un impacto socioeconómico, ambiental y de salud pública positivo para el desarrollo y progreso integral de la comunidad.

Palabras clave: tratamiento; prototipo; agua potable

Abstract

Historically, the search for drinking water for human consumption has become a challenge for those populations that suffer from it and that year after year takes the lives of countless of them due to shortages and the low quality of the vital liquid, a situation that is outside the María Inmaculada Educational Institution, Puerta Blanca Headquarters in the municipality of Flandes-Tolima, since they do not have a drinking water service suitable for consumption and domestic use, violating a fundamental right of the national constitution and one of the development objectives sustainable, established by the UN, causing health effects, such as; diarrhoea, cholera, dysentery, typhoid fever, poliomyelitis, malnutrition and dengue fever. According to the above, the main object consists of the design and materialization of a prototype for the treatment of groundwater, according to the physical, chemical and microbiological parameters seeking to satisfy the living conditions of said population.

The methodological plan is developed thinking of a children's educational population of age ranges ranging from 4 to 12 years, teachers and residents, this being of an applied type, with a mixed qualitative and quantitative approach, where four phases are adopted giving response to the object of work, where the social, environmental and economic dimensions are identified, starting from a characterization of the population through structured perception surveys, in order to obtain information that supports the current conditions, in the second instance the analysis of the water quality study identifying the contaminating agents, later the possible treatment technology to be implemented is evaluated taking into account the provisions of resolution 2115 of 2007; Finally, the design and commissioning of the water treatment prototype considering the parameters proposed and stipulated in resolution 0330 of 2017.

The study is designed to provide a solution to the emerging problem already mentioned in the IED María Inmaculada in the village of Puerta Blanca in the municipality of Flandes in the department of Tolima, managing to reduce the concentration of dissolved solids, turbidity, ammonium or remove



from medium particles such as coliform bacteria and Escherichia Coli that do not make it possible to make water drinkable, so that they fulfill their function of consumption and domestic use with technologies that guarantee their elimination, transport and availability process, presenting a positive socioeconomic impact for development and progress community member.

Keywords: *treatment; prototype; drinking water*

1. Introducción

Muchos estudios enfocados a la calidad de agua para uso y consumo humano han demostrado un panorama desalentador en cuanto a infraestructura y tratamiento, según la Organización panamericana de la salud (OPS) en su más reciente artículo publicado el 1° de Febrero del 2020 expresa que “Los déficits en cuanto a cobertura y calidad de los servicios tienden a concentrarse en los grupos de bajos ingresos, grupos vulnerables y poblaciones rurales” (Organización Panamericana de la Salud, 2020).

Esta observación por parte de la organización Panamericana de la salud, no es más que una realidad precaria dentro de esta creciente problemática que adolece no solo la IED sino toda la comunidad veredal y aledaña dentro del municipio de Flandes en el departamento del Tolima.

Es así como, el presente trabajo nace de la necesidad de cubrir este déficit con la materialización de un prototipo para tratamiento de aguas subterráneas para dicha comunidad educativa evadiendo enfermedades como la trasmisión del cólera, diarreas, malnutrición, entre otras. Dicho prototipo se diseñará para un máximo de 45 personas con que cuenta el plantel cubriendo docentes, estudiantes, y habitantes del recinto según estudios de población realizados con base en la capacidad del infraestructura de las instalaciones del centro educativo, basados en el análisis de resultados de los laboratorios, obtenidos a partir de la caracterización, el estado actual del agua y el análisis del entorno, permitiendo mitigar del medio las partículas que no hacen posible la calidad del agua para que cumpla su función de consumo, así mismo, se va tener en cuenta la resolución 0330 del 2017 igualmente las resoluciones 2115 y 1575 del 2007 las cuales sustentan el proyecto para cumplir con la eficiencia y eficacia del mismo para que los materiales, tecnologías y diseño del prototipo sean acordes a las necesidades.

2. Justificación

En el marco mundial, una de las mayores problemáticas del siglo actual es la creciente necesidad de proveer agua apta para satisfacer las demandas de consumo humano y uso doméstico; derivada de esta situación el panorama es preocupante debido a un escenario de escasas y bajo índice de calidad del vital líquido.

Con el fin de responder a la necesidad de acceso al agua potable segura y accesible para todos, la ODS junto con agencias de la ONU, gobiernos, sociedad civil, empresas, académicos y comunidades locales plantearon en el objetivo 6 de desarrollo sostenible que “es necesario realizar



inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene en todos los niveles” (El Fondo ODS , 2022).

En Colombia el Ministerio de salud y protección social en su informe de nacional de calidad de agua para consumo humano establece que:

Con relación a lo mencionado anteriormente la prestación del servicio de agua en la zona rural está condicionada a otros usos como el agropecuario, a la dispersión de la población, a una mayor cantidad de Personas Prestadoras que no siempre cumplen los requisitos de Ley, a la deficiencia o inexistencia de tratamiento para su potabilización y a la falta de continuidad en el servicio, entre otras condiciones (Ministerio de salud , 2016)

Así mismo teniendo en cuenta que la República de Colombia establece en la sentencia T-740/11 donde se aclara que el agua es un derecho humanitario y se define como “el derecho de todos de disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal o doméstico”. (República de Colombia - Corte Constitucional , 2011).

En contexto nacional, un país como Colombia cuenta con gran cantidad de recursos hídricos, “resulta inadmisibles el hecho de que muchas muertes infantiles podrían evitarse, si se tuviera la adecuada prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico, de la cual adolecen, como mínimo, 12,7 millones de colombianos”. (Procuraduría General de la nación , 2005)

Es así como se da origen al proyecto de investigación derivado del semillero Aguas del Alto Magdalena en la Universidad Piloto de Colombia que tiene como principal objeto el tratamiento de aguas subterráneas para uso doméstico, aplicado en el municipio de Flandes en el departamento del Tolima buscando beneficiar a la comunidad vulnerable de la Institución Educativa María Inmaculada – sede Puerta Blanca, la cual no cuenta con servicio apto de agua potable, a consecuencia de ello, la comunidad educativa debe acudir a consumir agua con contaminantes causando posibles afectaciones a la salud como diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea, la poliomielitis, el dengue, malnutrición, de igual manera deteriorando el desarrollo socio-económico y ambiental del establecimiento educativo.



3. Problema de investigación

El municipio de Flandes Tolima cuenta con un grave problema de salubridad en la vereda puerta blanca en la IED María Inmaculada debido a que no cuentan con servicio de agua potable vulnerando un derecho fundamental de consumir agua apta para consumo humano; a consecuencia de ello, la población rural debe acudir a consumir agua con contaminantes causando posibles afectaciones a la salud como diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea, la poliomiélitis y el dengue.

De acuerdo con lo anterior se analizarán los datos de caracterización de la zona rural del municipio Tolimense y se seleccionará un punto crítico, la cual permita determinar los contaminantes químicos, físicos y microbiológicos del zona, permitiendo determinar los materiales, tecnologías y diseño del prototipo para el tratamiento de las aguas subterráneas que cumpla con la normatividad siendo el apropiado para cubrir y satisfacer las necesidades de la población rural del municipio de Flandes.

¿Cuál debe ser el diseño de un prototipo de tratamiento de agua subterránea según los parámetros físicos, químicos, microbiológicos que responda a las necesidades de la población vulnerable de la IED María Inmaculada sede Puerta Blanca del municipio de Flandes Tolima?

4. Objetivos

Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo para el tratamiento de aguas subterráneas para uso doméstico caso aplicativo población vulnerable en el municipio de Flandes Tolima.

Objetivos específicos

- Caracterizar la comunidad educativa para obtener información sobre atributos de identidad u otros elementos acordes a la investigación
- Analizar los estudios físicos, químicos y microbiológicos para obtener información a implementar en el diseño del prototipo
- Evaluar la posible tecnología a implementar e identificar los materiales para el diseño del prototipo según las condiciones de tratamiento que se necesita conforme a la caracterización del agua cruda.
- Diseñar y materializar el prototipo de tratamiento de aguas teniendo en cuenta las variables identificadas y el cumplimiento con las normas específicas para el consumo humano.

5. Diseño metodológico

El desarrollo o el plan metodológico sobre el cual el proyecto se fundamenta son de tipo aplicada, con enfoque mixto de carácter cualitativa y cuantitativa, en donde se recolectará información detallada respecto al problema para describir sus particularidades con exactitud, detallando las condiciones actuales en búsqueda de una solución que satisfaga tal incertidumbre, es así que podemos



entender lo que quiere lograr ese enfoque mixto desglosándolo en sus partes que es en palabras (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) “El enfoque cualitativo busca principalmente la “dispersión o expansión” de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende “acotar” intencionalmente la información (medir con precisión las variables del estudio, tener “foco”)” es por ello, que es de gran valor incluir los dos enfoques en una investigación Ingenieril, para tener soportes de cálculos teniendo en cuenta la obra a realizar, y de igual forma los datos característicos del entorno, como se expresa (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) 1 “un ingeniero civil puede llevar a cabo una investigación para construir un gran edificio. Emplearía estudios cuantitativos y cálculos matemáticos, analizaría datos estadísticos” es por ello que se plantea en nuestro proyecto el enfoque de carácter mixto donde se involucran los dos análisis y perspectivas de información para llevar a cabo el desarrollo del proyecto de la mejor manera.

Es por ello que se encuentra dividido en cuatro fases derivadas del objeto principal del proyecto, donde la primera consiste básicamente en la caracterización de la población o muestra, la segunda en el análisis de todos los estudios de calidad del agua, la tercera correspondiente a la identificación de las posibles tecnologías a implementar para el tratamiento del agua y finalmente el diseño del prototipo.

Primera fase: Caracterización de la población

La metodología del proyecto parte de una primera fase de caracterización a las personas que conforman el plantel educativo incluyendo a padres de familia, donde se recolectará información de primera mano por medio de encuestas de percepción estructuradas donde se indagarán aspectos de índole social en cuanto a la problemática, con la finalidad de obtener datos tanto cuantitativos como cualitativos que sustenten la necesidad del proyecto, y que a su vez ya tabulados los resultados sean previamente analizados por medio de gráficos y evidencias fotográficas.

Segunda fase: Análisis de estudios de calidad de agua

Una vez obtenido todo el estudio en relación a la caracterización de calidad de agua cruda, se identifica la información para proceder al análisis, con la finalidad de plantear soluciones basadas en los resultados y la normativa; dichos parámetros corresponden a los químicos, microbiológicos y físico-químicos; donde los parámetros químicos pertenecen al análisis del resultado del porcentaje de pH presente en el agua, la conductividad que indica la concentración de sólidos disueltos, la turbidez y por último el amonio que sirve como prueba de contaminación y peligrosa para consumo. Los parámetros microbiológicos, constituye a las bacterias coliformes y Escherichia Coli, y por último el análisis de los parámetros físico-químicos, correspondiente a los índices de color, olor y sabor.





Ilustración 3. Fotometro de analisis ambiental. sede puerta blanca fuente: Fabian Eduardo lopez polania & Juan Fernando Bernal Salguero



Ilustración 2 Punto de medición fuente: Fabian Eduardo lopez polania & Juan Fernando Bernal Salguero

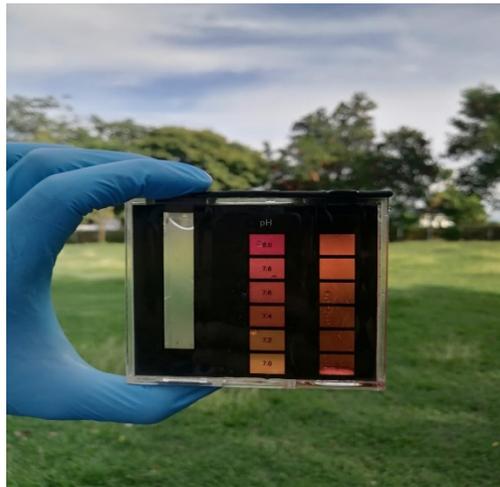


Ilustración 4Ph. fuente: Fabian Eduardo lopez polania & Juan Fernando Bernal Salguero

Tercera fase: Evaluación de la posible tecnología a implementar

En esta fase referente a la evaluación de la posible tecnología de tratamiento, parte del análisis de todos los parámetros anteriormente dichos, y para estas tecnologías la resolución 2115 en su versión 2007, dispone de una tabla con relación a los contaminantes presentes en el agua. Con base en a los resultados de laboratorio, los análisis y los estudios previos se evalúa la viabilidad tratamiento para su óptimo funcionamiento dando cumpliendo al principal objeto del proyecto, estudiando los índices o valores establecidos por norma para cada procedimiento.

Cuarta fase: Diseño del prototipo realizar

Para esta última y determinante fase, se delimita de acuerdo a todos los estudios previamente analizados, poniendo en marcha todo un sistema de montaje para la elaboración del prototipo de tratamiento de agua en la zona rural del municipio de Flandes, atendiendo a lo dispuesto en las normas del territorio nacional, tales como la 2115 del 2007 y la 1575 del mismo año para calidad de aguas, a su vez considerando los parámetros de diseño propuestos y estipulados por la Resolución 0330 del 2017, resolución 844 del 2018 y la resolución 799 del 2021.

6. Carterización del entorno y su población

El proyecto de investigación derivado del semillero Aguas del Alto Magdalena en la Universidad Piloto de Colombia que pretende desarrollar el tratamiento de aguas subterráneas para uso doméstico, aplicado en el municipio de Flandes en el departamento del Tolima para ayudar a la comunidad vulnerable de la Institución Educativa María Inmaculada – sede Puerta Blanca que tiene como población objetivo de 45 personas con las que cuenta la institución en lo que abarca 2 docente, 31 estudiantes, y 2 habitantes del recinto según estudios de población realizados con base en la capacidad del infraestructura de las instalaciones del centro educativo, ya que no cuentan con el servicio de agua potable e higiene aptos, es por ello que la comunidad educativa debe acudir a consumir agua con contaminantes causando posibles afectaciones a la salud, de igual manera ocasionando el deteriorando el desarrollo socio-económico y ambiental del establecimiento educativo. Como expresa la página principal de la IED María Inmaculada la escuela rural mixta Puerta Blanca de Flandes Tolima se fundó hacia el año de 1972, con el apoyo e interés de los dueños de la empresa Agro-Camala. La cual dispuso una parte de un lote para la construcción de la escuela que iba a ser para el servicio de los hijos de los trabajadores de la empresa principalmente. Se construyó un salón grande con su respectivo tablero, junto a éste dos pequeñas piezas que serían para las personas que irían a cuidar. (Institución Educativa Maria Inmaculada , 2021)



Ilustración 5. IED María Inmaculada Sede Puerta Blanca del municipio de Flandes Tolima - Fuente : Propia

Esto lo hicieron con el fin de poder solucionar en parte el problema de la educación. De esta forma se inicia la educación en la escuela rural mixta Puerta Blanca de la vereda Camala. En la actualidad

se cuenta con matrículas para grados entre preescolar y quinto de primaria orientados por el docente nombrado mediante concurso en el mes de mayo de 2010. (Institución Educativa María Inmaculada , 2021)

Teniendo en cuenta lo anterior se realizó una encuesta a la población de la vereda donde 45 personas una por cada familia de la vereda respondieron que no gozan con los servicios de un acueducto, se denota que existe un alto porcentaje que no cuenta con esta red de abastecimiento en este sector vulnerando un derecho según la ley 142 del 1994, de igual forma expresan que al no tener agua potable en la institución educativa deben acudir a no beber agua mientras están en el establecimiento o llevar agua en recipientes desde la casa, de este modo los habitantes de la vereda dicen no contar con el Programa de alimentación escolar (PAE) y que en la gran mayoría de ocasiones tiene que recurrir a preparar los alimentos es tomada de la misma fuente que el agua para el aseo personal y de la casa siendo ella el aljibe, como podemos ver en las ilustraciones 2 y 3 del presente documento.

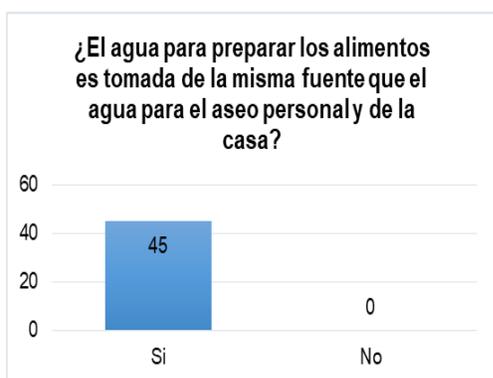


Ilustración 6. Resultados de la encuesta de caracterización de la vereda - Fuente : propia

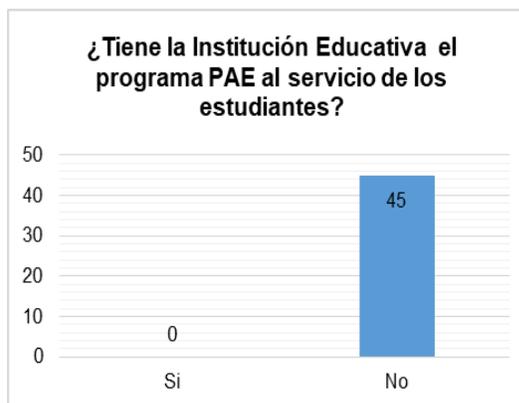


Ilustración 7. Resultados de la encuesta de caracterización de la vereda - Fuente : propia

7. Referencias

Libros

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). Metodología de la investigación. México, DC: McGRAW-HILL / interamericana editores, S.A. De C.V, pp.10-16.

Fuentes electrónicas

- El Fondo ODS. (21 de 02 de 2022). Objetivos de desarrollo sostenible. Consultado el 26 de febrero del 2022 en <https://www.sdgfund.org/es>
- Institución Educativa María Inmaculada. (08 de 03 de 2021). Sede puerta blanca. Consultado el 01 de marzo del 2022 en <https://www.mariainmaculadaflandes.edu.co/sede-puerta-blanca/>



- Ministerio de salud. (2016). Ministerio de Salud. Consultado el 05 de marzo del 2022 en https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/inca-2015_reducido.pdf
- Organización Panamericana de la Salud. (01 de febrero de 2020). Organización Panamericana de la Salud (OPS). Consultado el 16 de marzo del 2022 en <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
- Procuraduría General de la nación. (1 de Febrero de 2005). Panorama nacional. Consultado el 27 de abril del 2022 en https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/parte2_agua.pdf
- República de Colombia - Corte Constitucional. (2011). Corte Constitucional. Consultado el 10 de mayo del 2022 en <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2011/T-740-11.htm>
- Ruiz Arango, Á. (Julio de 2013). Crisis Mundial del Agua. Consultado el 12 de mayo del 2022 en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000200001

Sobre los autores

- **Diana Carolina Romero Sanabria:** estudiante de ingeniería civil de la Universidad Piloto de Colombia, Seccional del Alto Magdalena. diana-romero5@upc.edu.co
- **Jorge Alexander Sánchez Caicedo:** estudiante de ingeniería civil de la Universidad Piloto de Colombia, Seccional del Alto Magdalena. jorge-sanchez4@upc.edu.co
- **Jesús Flaminio Ospitia Prada:** Ingeniero Civil, especialista en Gerencia Integral de Obras, profesor de ingeniería civil de la Universidad Piloto de Colombia, Seccional del Alto Magdalena. jesus-ospitia@unipiloto.edu.co
- **Óscar Efrén Ospina Zúñiga:** Ingeniero Civil, magíster en Gestión y Auditorías Ambientales, profesor de ingeniería civil de la Universidad Piloto de Colombia, Seccional del Alto Magdalena. oscar-ospina1@unipiloto.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

