

DIAGNÓSTICO DEL AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SILVANIA,
PLANTEANDO SOLUCIONES Y ALTERNATIVAS EN ACUEDUCTOS AUTO
SOSTENIBLES

ÁLVARO FELIPE SOSA CABALLERO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C

2016

DIAGNÓSTICO DEL AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SILVANIA,
PLANTEANDO SOLUCIONES Y ALTERNATIVAS EN ACUEDUCTOS AUTO
SOSTENIBLES

ÁLVARO FELIPE SOSA CABALLERO

Trabajo de Grado para obtener al título de
Ingeniero Civil

Oscar Baquero Ángel

Director

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C

2016

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	16
1.3 OBJETIVOS.....	18
1.3.1 General.....	18
1.3.2 Específicos.....	18
2 MARCOS DE REFERENCIA.....	19
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	19
2.1.1 Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito.....	19
2.1.2 Retos a futuro en el sector de acueducto y alcantarillado en Colombia	20
2.1.3 El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo: El estado del agua, el alcantarillado y los residuos sólidos en los municipios .	21
2.1.4 Estudios y diseños de acueducto y saneamiento básico en los municipios del departamento de Caldas zona 2	22
2.2 MARCO TEÓRICO.....	22
2.2.1 Servicio público del agua	22
2.2.2 Oxidantes mixtos (MIOX)	24
2.2.3 Agua potable	25
2.2.4 Oxidación química.....	29
2.3 MARCO LEGAL.....	30
2.3.1 Documento Conpes 3810.....	30
2.3.2 Ley 142 de 1994.....	30

2.3.3	Ley 1176 de 2007.....	31
2.3.4	Decreto 1575 de 2007	31
2.3.5	Resolución 2115 de 2007.....	35
3	CONTEXTUALIZACIÓN	37
3.1	MUNICIPIO DE SILVANIA.....	37
4	MARCO METODOLÓGICO	42
4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
4.2	VARIABLES.....	42
4.3	PROCEDIMIENTO	43
4.4	POBLACIÓN OBJETIVO	43
4.5	ALCANCE.....	44
4.6	CUADRO METODOLÓGICO.....	44
5	SITUACIÓN ACTUAL DEL ACUEDUCTO DE SUBIA NORTE.....	46
5.1	ANÁLISIS LEGAL	46
5.1.1	Registro.....	46
5.1.2	Representación	46
5.2	ANÁLISIS COMERCIAL	46
5.2.1	Número de usuarios.....	46
5.2.2	Inventarios para la prestación del servicio	46
5.2.3	Aplicación de contratos de condiciones uniformes.....	47
5.2.4	Aplicación de la estratificación socio económica.....	47
5.2.5	Existencia y aplicación de estudios de costos y tarifas	47
5.2.6	Estimación de usuarios potenciales	47
5.2.7	Estimación suscriptores clandestinos.....	47
5.2.8	Análisis de los procedimientos aplicados en la facturación y recaudo	47
5.2.9	Registro de volúmenes producidos	47
5.2.10	Registro de volúmenes facturados	47
5.2.11	Indicadores de gestión	47
5.2.12	Indicadores comerciales.....	47

5.2.13	Análisis de cartera.....	48
5.2.14	Equilibrio entre subsidios y contribuciones.....	48
5.2.15	Micro medición	48
5.2.16	Macro medición	48
5.3	ANALISIS FINANCIERO.....	48
5.3.1	Activos.....	48
5.3.2	Análisis de costos.....	48
5.3.3	Análisis de ingresos	48
5.3.4	Relación de pasivos	48
5.3.5	Indicadores financieros	48
5.3.6	Plan Único de Cuentas.....	49
5.3.7	Viabilidad financiera	49
5.4	ANALISISN AMBIENTAL.....	49
5.4.1	Cumplimiento Concesión de Aguas	49
5.4.2	Reglamentación de Corrientes (POMCA)	49
5.4.3	Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua	49
5.4.4	Pago de Tasa por Uso	49
5.5	ANALISIS D.O.F.A.....	49
5.6	CONCLUSIÓN	51
5.7	PROBLEMÁTICA Y DIFICULTADES PRINCIPALES	52
5.8	DIAGNÓSTICO HIDRAULICO.....	52
5.8.1	Generalidades.....	52
5.8.2	Captación	52
5.8.3	Aforo.....	52
5.8.4	Aducción	52
5.8.5	Desarenador	53
5.8.6	Tanque de Almacenamiento:	53
5.8.7	Redes:.....	53
5.8.8	Edades de las Tuberías:	53
5.9	CONCLUSIONES DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA.....	53

6	ESTUDIO DE CASO: ACUEDUCTO AUTO SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE QUIBDÓ-CHOCÓ	55
6.1	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE CASO	58
7	SOLUCIONES Y ALTERNATIVAS DE ACUEDUCTOS SOSTENIBLES EN SUBIA NORTE.....	60
7.1	ONG BANAER.....	60
7.1.1	Objetivo organizacional	60
7.1.2	Servicios que ofrece.....	60
7.2	PRINCIPALES PROBLEMAS.....	62
7.2.1	Análisis del laboratorio. Toma de muestra	64
7.2.2	Resultados encuesta.....	65
8	DISEÑO DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA SUBIA NORTE	72
8.1	Bocatoma.....	72
8.1.1	Captación	72
8.1.2	Aducción	76
8.1.3	Desarenador	77
8.1.4	Conducción	84
8.2	Tanque de almacenamiento	87
8.3	Planta de tratamiento de agua potable PTAP.....	90
8.3.1	Almacenamiento y distribución.....	93
8.4	Distribución.....	94
9	PRINCIPALES RESULTADOS	96
10	CONCLUSIONES	98
11	REFERENCIAS.....	99
	ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Características Físicas del agua para consumo humano.....	25
Tabla 2: Características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana	27
Tabla 3: Puntaje de riesgo	27
Tabla 4: Superficie de las divisiones territoriales.....	39
Tabla 5: Origen del agua de consumo (Municipio de Sylvania)	40
Tabla 6: Cuadro metodológico	44
Tabla 7. Objetivos diseño del sistema de tratamiento para agua potable Quibdó .	56
Tabla 8. Características del sistema de bombeo solar fotovoltaico.	57
Tabla 9: Cuadro de enfermedades por patógenos contaminantes del agua.	63
Tabla 10. Resultados del informe de laboratorio.....	64
Tabla 11. Materiales bocatoma.....	75
Tabla 12. Especificaciones para la aducción.	76
Tabla 13. Materiales desarenador.	83
Tabla 14. Materiales conducción.	86
Tabla 15. Materiales necesarios para la realización del tanque de almacenamiento.	87
Tabla 16. Recomendaciones para ubicación de tanques.	93

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1: Comportamiento del índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA), según las autoridades sanitarias por departamento 2009-2010	17
Gráfica 2: Áreas de captación de acueductos rurales.....	40
Gráfica 3. Bombeo de agua con energía solar fotovoltaica	57
Gráfica 4: Purificador en vaso.....	62
Gráfica 5. Resultados Pregunta 1	66
Gráfica 6. Resultados Pregunta 2	67
Gráfica 7. Resultados Pregunta 3	67
Gráfica 8. Resultados Pregunta 4	68
Gráfica 9. Resultados Pregunta 5	68
Gráfica 10. Resultados Pregunta 6	69
Gráfica 11. Resultados Pregunta 7 (sabe ¿Cuántos años tiene el acueducto?)....	69
Gráfica 12. Resultados Pregunta 7 (cantidad de años del acueducto)	70
Gráfica 13. Resultados Pregunta 8	70
Gráfica 14. Resultados Pregunta 9	71

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1: EPM, Municipio de Caldas, Antioquia.....	25
Fotografía 2: Tanque de almacenamiento	53
Fotografía 3: Bombeo de agua con energía solar fotovoltaica.....	56
Fotografía 4: Planta de tratamiento de agua potable 6 LPS	90
Fotografía 5: Unidad PURIPAK-2	91

ÍNDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Mapa político de Silvania	38
Mapa 2. Vereda Subia Norte.....	38
Mapa 3. Mapa de localización del proyecto.	95

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Encuesta para habitantes de la vereda Subia Norte.....	101
Anexo 2. Resultados análisis de laboratorio toma de muestra de Agua en la Vereda Subia Norte	103

RESUMEN

Este trabajo de grado tiene como objetivo general: realizar un diagnóstico del agua potable en la vereda SUBIA NORTE municipio de SILVANIA del departamento de CUNDINAMARCA, que permita plantear soluciones y alternativas en acueductos auto-sostenibles, partiendo de estudios anteriores realizados en la vereda y fuentes primarias: visitas al acueducto actual de Subia.

Para dar cumplimiento a este objetivo se establece una metodología desde el método descriptivo dependiendo de la información recolectada mediante: la toma de datos, consulta de información secundaria relacionada con el estudio correspondiente a la situación actual del acueducto de la vereda Subia Norte y determinar su estado actual y desde el método de análisis y síntesis el cual permite tomar los datos e información recolectada con el fin de estudiarla y llegar a una síntesis.

La propuesta de acueducto presentada, se enfoca en la disminución principalmente de coliformes encontrados en la toma de muestras, dado que estos generan enfermedades como la diarrea y la fiebre como lo establecen los pobladores de la vereda Subia Norte, de igual manera la propuesta contiene todos los pasos necesarios para el desarrollo de un acueducto auto sostenible y adecuado a las necesidades de los habitantes de Subia Norte.

Palabras claves: Acueductos auto-sostenibles, calidad del agua, contaminación del agua, acueducto, toma de muestras.

ABSTRACT

This degree work overall objective: to make a diagnosis of drinking water in the village rose NORTH municipality of SILVANIA the department of Cundinamarca, allowing propose solutions and alternatives in self-sustaining aqueducts, based on previous studies on the sidewalk and primary sources: visits to current Subia aqueduct.

To fulfill this objective, a methodology is established from the descriptive method depending on the information collected through: data collection, consultation of secondary information related to the corresponding to the current situation of the aqueduct of Subia North sidewalk study and determine their status current and from the analysis and synthesis method which allows take the data and information collected in order to study and reach a synthesis.

The proposed pipeline presented, focuses on the decline mainly coliform found in the sampling, as they generate diseases such as diarrhea and fever as established residents of the Subia North sidewalk, just as the proposal contains the necessary steps for the development of a sustainable and appropriate to the needs of the people of North Subia auto aqueduct.

Keywords: Aqueducts self-sustainable, water quality, water pollution, water supply, sampling.

INTRODUCCIÓN

Las visitas al acueducto de la vereda Subia Norte, permitieron conocer el estado actual del mismo, conocer los problemas y lograr la realización de un diagnóstico de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento existente.

Para dar solución a las problemáticas encontradas, se planteó el desarrollo de esta tesis con el objetivo de: definir la problemática existente en agua potable en la vereda SUBIA NORTE municipio de SILVANIA del departamento de CUNDINAMARCA, planteando soluciones y alternativas en acueductos auto-sostenibles, partiendo de estudios anteriores realizados en la vereda y fuentes primarias: visitas al acueducto actual de Subia.

Por medio del método descriptivo y el método de análisis y síntesis, se planteó la metodología de dio paso a cumplimiento del objetivo general presentado en el párrafo anterior. Desde estos dos métodos se trazaron las actividades que realizadas soportan los resultados presentados, estas actividades fueron: revisar documentos donde conste el estado actual del acueducto, visitar el acueducto, para establecer su estado actual, investigar en fuentes secundarias casos sobre acueductos auto-sostenibles, revisar el caso del acueducto auto sostenible realizado en Quibdó en el año 2012, analizar la información recolectada en fuentes secundarias, para establecer posibles soluciones que se ajusten al contexto de la vereda Subia Norte, plantear soluciones de acueductos auto-sostenibles para la problemática del acueducto en la vereda Subia norte, tomar todos los datos recolectados en fuentes secundarias y primarias, con el fin de establecer las mejores soluciones de acueductos auto-sostenibles en veredas como Subia Norte y analizar los resultados obtenidos en la presente investigación.

Los resultados del trabajo de grado, se presentan de la siguiente manera: primero se analiza la información recolectada, para poder establecer cuáles son los mayores problemas que presenta el actual acueducto y como se puede dar solución a estos, seguidamente se proponen las posibles soluciones a dichas problemáticas para finalmente presentar los puntos importantes y relevantes para futuras investigaciones.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua potable es una necesidad de todos los habitantes; sin embargo “la infraestructura de los acueductos en las zonas rurales suele ser precaria, teniendo en cuenta que el servicio público del agua, va de la mano del saneamiento básico”¹, se hace urgente para las “zonas rurales que es donde mayores atrasos hay, por lo que se debe orientar la política de agua y saneamiento hacia la eficiencia de los prestadores del servicio público, especialmente en zonas rurales, dado que Latinoamérica será la región más urbanizada del mundo en el corto plazo.”² Esto sumado a la deforestación y contaminación de fuentes de agua, en gran medida por la falta de acueductos adecuados para el uso del agua potable por parte de los habitantes de lugares alejados hacen necesario que se piensen soluciones rápidas y a bajo costo como las ofrecidas por la ONG BANAER.

El agua potable en Colombia es una necesidad básica, pero aún más importante es un derecho fundamental al poner en riesgo la vida de las personas que carecen del mismo, pero las razones por las que no se cuenta con un sistema de agua potable dependen de diferentes factores. Así la ONG BANAER, define tres problemáticas principales para la falta de acueductos en zonas rurales las cuales son: el uso de gasolina, químicos y cemento, los cuales tienen un costo elevado, dejando la mayoría de los acueductos inconclusos. Lo que genera riesgos en la salud de las personas que dependen de estos.

La ONG BANAER, realiza investigaciones en los lugares con difícil acceso al agua o con acueductos abandonados a fin de establecer soluciones, este proyecto se centra en el municipio de Sylvania en la vereda de Subia Norte.

De esta manera, este proyecto consistirá en definir las problemáticas presentes en la vereda SUBIA NORTE municipio de SILVANIA del departamento de CUNDINAMARCA relacionadas con agua potable. Para lo cual se tendrán en cuenta su población, los problemas de infraestructura y de sostenimiento del sistema de acueducto, con el fin de analizar los sistemas de operación del acueducto y establecer si este es óptimo o no, partiendo de la información existente.

Este proyecto se debe en gran medida a la disposición de la ONG BANAER, que permite la articulación de este proyecto, permitiendo la adquisición de información recolectada por la ONG por medio de estudios realizados, salidas de campos a

¹ Departamento Nacional de Planeación. Misión para la transformación del campo. Saldar una deuda histórica con el campo. Marco conceptual de la Misión para la Transformación del Campo. Bogotá. D.C. 2014. p. 6.

² SERRANO, J. D. Proceso regional de las Américas. VI Foro mundial del agua. Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos. El Colegio de México. Ciudad de México. 2012.

sitios donde se ha implementado nuevas tecnologías y el asesoramiento de especialistas, se trabajara con la información y experiencia de la cual ellos disponen de los sitios en los que ya han sido intervenidos e implementado nuevas tecnologías. Además de esto se analizará una serie de objetivos importantes en este proyecto, permitiendo obtener por medio de nuevas tecnologías e investigaciones soluciones mucho más prácticas y económicas para llevarles el servicio a estas poblaciones con una muy buena calidad, esto a la vez disminuirá las enfermedades tales como el cólera , la hepatitis y las enfermedades gastrointestinales en general Según la OMS: “Se registran 2,5 millones de casos anuales de diarrea, de los cuales el 88 % puede atribuirse a la insalubridad del agua y a deficiencias de saneamiento y de higiene. Un millón ochocientos mil personas mueren de enfermedades diarreicas cada año; la mayoría de ellas son niños menores de cinco años de edad.”³, se debe hacer una campaña de socialización del proyecto explicando las ventajas de contar con estos sistemas de potabilización además de desparasitar a todos los adultos y niños de la comunidad.

1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario plantear una solución que permita mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta vereda en relación al agua potable. Por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la alternativa tecnológica más adecuada para abordar la problemática en relación al agua potable en la vereda de Subia Norte, municipio de Silvania en el departamento de Cundinamarca?

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

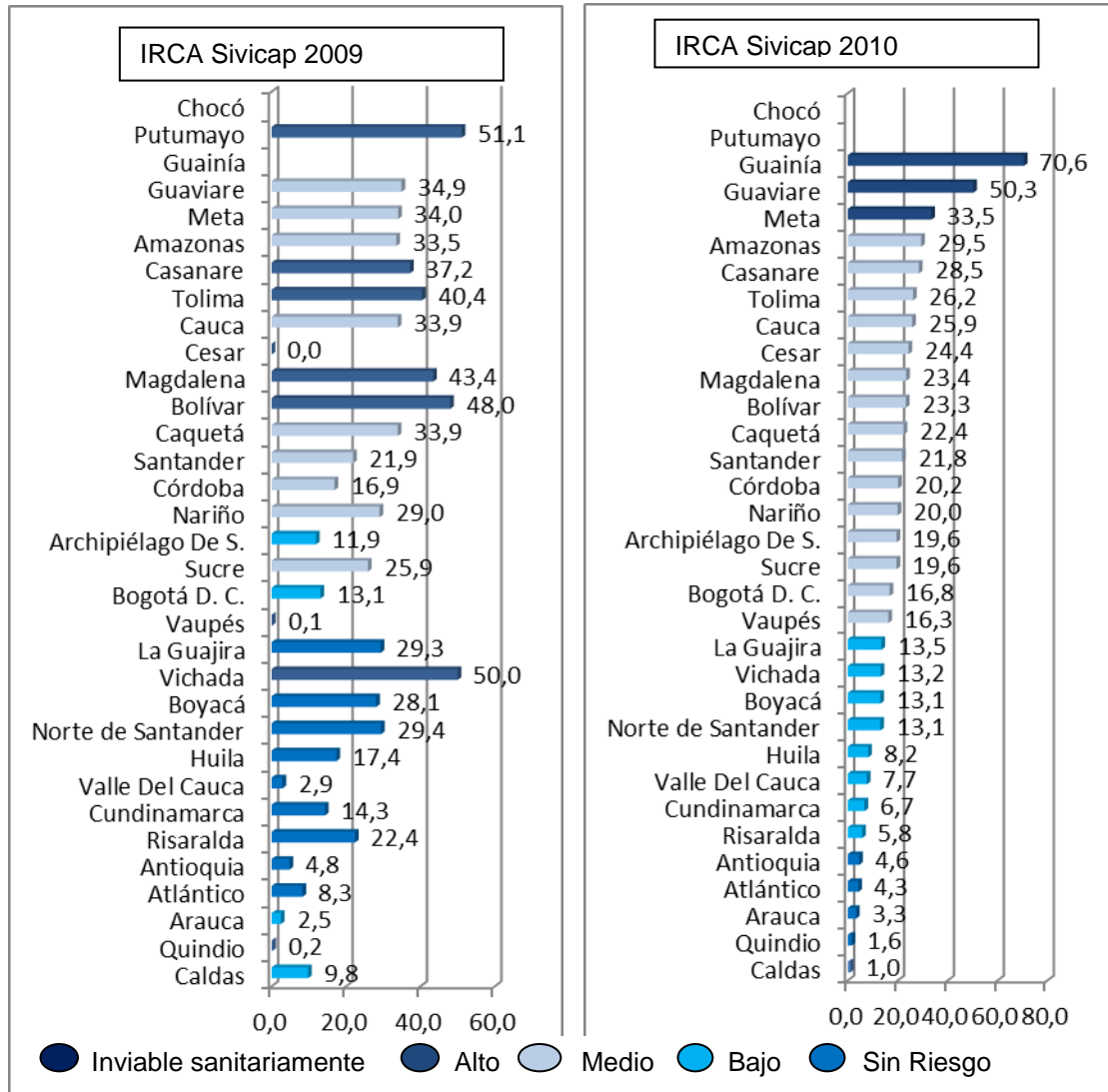
El servicio de agua potable en Colombia presenta problemas de salubridad, en muchos de los casos el agua que llega a consumidor final, no es apta para el consumo humano y en algunas ocasiones ni se cuenta con este servicio. El estudio realizado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios titulado: “Estudio sectorial acueducto y Alcantarillado realizado en el 2010, se muestra el índice de riesgo de la calidad de agua que está llegando a los diferentes departamentos del territorio nacional (Ver gráfica 1).

Debido al riesgo de la calidad de agua, para los colombianos se generan inconvenientes tales como: sobrecostos, desperdicio de agua, obras inconclusas, uso inadecuado de los recursos económicos, entre otros. Pero fundamentalmente en muchos casos pérdidas de vida humana por cuenta de enfermedades que producen el mal funcionamiento de estos acueductos, o por el consumo de agua no tratada con un buen proceso de potabilidad ya que este recurso es vital para

³ OMS. Organización Mundial de la salud. Informe anual sobre salubridad del agua. 2007 [En línea] Disponible en: http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease_es.pdf

sobrevivir día a día y estas personas buscan de cualquier manera suplir esta necesidad.

Gráfica 1: Comportamiento del índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA), según las autoridades sanitarias por departamento 2009-2010



Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. 2010.

Este proyecto constituye la solución en respuesta a las diferentes necesidades que presenta esta población, para su aprovechamiento de agua potable y la optimización de los sistemas ya presentes.

Lo que se busca con este proyecto es iniciar una discusión respecto a cómo se están construyendo estos sistemas de acueducto en Colombia y la forma que se puede beneficiar a la comunidad con la conclusión de estas obras generando un

impacto positivo en la comunidad e incentivando el uso adecuado de este recurso tan valioso e importante para la vida humana como lo es el agua.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Realizar un diagnóstico del agua potable en la vereda SUBIA NORTE municipio de SILVANIA del departamento de CUNDINAMARCA, que permita plantear soluciones y alternativas en acueductos auto-sostenibles, partiendo de estudios anteriores realizados en la vereda y fuentes primarias: visitas al acueducto actual de Subia.

1.3.2 Específicos

- 1) Diagnosticar la situación actual del acueducto de Subia Norte, con el fin de establecer los problemas que presenta este acueducto.
- 2) Realizar un estudio de caso de alternativas de acueductos autosostenibles.
- 3) Proponer soluciones y alternativas de un acueducto sostenible a la problemática actual del acueducto en la vereda Subia Norte partiendo de análisis de la información recolectada.
- 4) Diseñar el acueducto de la Vereda Subia Norte.

2 MARCOS DE REFERENCIA

Los marcos de referencia contribuyen a sentar las bases teóricas en las que se sustenta la presente investigación. Estos se hallan divididos de la siguiente manera:

Antecedentes investigativos: en este numeral se muestran algunas de las investigaciones o proyectos realizados que tengan conexión directa con el desarrollo de este proyecto, es decir estudios que tengan el mismo fin investigativo que la presente investigación tanto a nivel nacional como internacional. Cada uno de los antecedentes presentados brinda un aporte específico para dar bases del modo de desarrollar una investigación como la que se plantea en este documento.

Marco teórico: en este numeral se presentan las teorías y conceptos claves que servirán de sustento para el desarrollo de éste proyecto y la posterior presentación de resultados.

Marco Legal: en este apartado se presentan las normas o leyes que sean explícitas al desarrollo de alternativas de acueductos auto-sostenibles.

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Los antecedentes investigativos mostrados a continuación, tienen que ver con el desarrollo de soluciones y alternativas en acueductos autos sostenibles, se presentan inicialmente desde el contexto internacional con el ejemplo concreto de Guatemala, para centrar luego las investigaciones nacionales.

2.1.1 Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito⁴

El autor de este estudio es el señor Emilio Lentini, comisionado de la CEPAL⁵, quien presenta un estudio realizado en Guatemala con el fin de “colaborar en la formulación de las políticas públicas para el sector de agua potable y saneamiento en Guatemala.”⁶

Se toma como referente este estudio realizado por la CEPAL, al ser desarrollado bajo un marco internacional, en toda Latinoamérica y el Caribe, lo que permite visualizar algunas soluciones que se dan de carácter auto-sostenible del servicio de agua potable en un país latinoamericano que cuenta con zonas rurales similares a las colombianas.

⁴ LENTINI, Emilio. Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito. CEPAL, Naciones Unidas. Santiago de Chile. 2010.

⁵ Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas.

⁶ LENTINI, Emilio. *Op. Cit.* Pág. 5.

El documento presenta cuatro apartados, el primero presenta un diagnóstico de la situación actual de los servicios de agua potable y saneamiento básico en Guatemala, seguidamente se identifican los impactos de la prestación del servicio y su influencia en las políticas públicas del país, con la información recolectada se pasa a la realización de un análisis de los factores que influyen en la prestación de estos servicios y finalmente se realizan conclusiones y recomendaciones de lineamientos que permitan la mejora de los servicios en cuanto a las políticas públicas existentes, para contribuir al desarrollo socio económico de Guatemala.

Las recomendaciones dadas al final del documento, se encuentra definidas bajo los siguientes ítems: dictar un marco legal y regulatorio específico y reorganizar el marco institucional con un ente rector.

2.1.2 Retos a futuro en el sector de acueducto y alcantarillado en Colombia⁷

Esta investigación hace parte de un macro-proyecto desarrollado por las Naciones Unidas, llamado: Planes Departamentales de Agua y Saneamiento (PDA), en cabeza de la CEPAL, la investigación relacionada con Colombia la realizó el señor Jorge Martín Salinas Ramírez, (2010).

Esta investigación, se toma como referente, porque muestra el estado del servicio de acueducto y alcantarillado en Colombia a 2010, lo que permite tener un panorama amplio, certero y específico sobre este tema, siendo un texto desarrollado con apoyo de Naciones Unidas, permite tener una visión descentralizada del servicio de agua potable, los avances y posibles soluciones a esta problemática.

Este documento está conformado por dos capítulos más los anexos. El primer capítulo se titula: Situación actual de los servicios de acueducto y alcantarillado, este capítulo presenta primero una caracterización de prestadores del servicio, principales indicadores, aspectos financieros.

El segundo capítulo Retos a futuro del sector de agua potable y saneamiento básico, se conforma de los siguientes subtítulos: Planes Departamentales de Agua y Saneamiento (PDA), procesos contractuales, el servicio de alcantarillado, fortalecimiento del Sistema Único de Información (SUI) y conclusiones generales.

Una de las conclusiones más relevantes de este estudio es que:

“Colombia está recorriendo el camino correcto para lograr las metas de cobertura y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento básico, pero requiere simplificar el diseño operativo de los PDA y priorizar la definición de los esquemas de prestación y la vinculación de operadores especializados esencialmente regionales. Asimismo, precisa focalizar esfuerzos para vincular los 550 municipios de menos de 10 mil habitantes que no forman parte del PDA y fortalecer de manera prioritaria la

⁷ SALINAS RAMÍREZ Jorge Martín. Retos a futuro en el sector de acueducto y alcantarillado en Colombia. CEPAL, Naciones Unidas. Santiago de Chile. 2010.

vigilancia y el control a estos prestadores, dado que en tales municipios se concentran los problemas de calidad y cobertura de los servicios en el país”⁸

Sin embargo, Colombia se queda corto en inversión e infraestructura para dar soluciones a los problemas de alcantarillado y abastecimiento de agua potable en las zonas más lejanas y recónditas del país.

2.1.3 El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo: El estado del agua, el alcantarillado y los residuos sólidos en los municipios⁹

Este documento fue elaborado por la UNICEF, en el año 2013, con el fin de mostrar el estado del agua potable y el saneamiento básico en los municipios de Colombia con difícil acceso.

Este documento presenta cifras de lo que ha sido la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia en la última década, estableciendo que “En la última década, la cobertura de acueducto a nivel nacional registró una mejora sustancial, pasando de 79.7% en 2003 a 86.1% en el 2013”¹⁰.

Este documento establece que existe una brecha muy amplia en cuanto a la diferencia entre la cobertura urbana y rural del acueducto y alcantarillado, que para 2013 se estimó en 46%.

“Aún resta un largo camino por recorrer antes de que todos los habitantes del territorio nacional tengan acceso al agua potable: según datos del DNP, en 708 municipios del país (65% de los municipios), la cobertura no alcanza el 75% de la población”¹¹

En cuanto a la inversión monetaria necesaria, y

“de acuerdo con los Objetivos del Milenio, Colombia debe reducir a la mitad la proporción de la población sin acceso sostenible a agua apta para el consumo humano y al saneamiento básico. Se estima que el costo de cumplir con estos objetivos es de \$3.150 millones de dólares, a lo cual se debe sumar el costo de mantener y reponer la infraestructura actual, que asciende a \$4.000 millones de dólares.”¹²

Los datos presentados en este informe permiten tener una visión acertada del estado del servicio de agua potable y alcantarillado en las zonas rurales del país, teniendo en cuenta que este es un proyecto desarrollado en una zona rural del departamento de Cundinamarca, este documento presenta un panorama amplio del contexto en el que se desarrolla el presente proyecto.

⁸ *Ibíd.* Pág. 18.

⁹ UNICEF. El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo: El estado del agua, el alcantarillado y los residuos sólidos en los municipios. 2013. [En línea] disponible en: <http://www.unicef.org.co/pdf/Agua3.pdf>

¹⁰ Datos del DNP con base en DANE, Censo 2003 y ECV 2013

¹¹ Cálculos UNICEF con base en DNP-DDT, coberturas municipales de acueducto y alcantarillado

¹² UNICEF. 2013. *Op Cit.* Pág. 32

2.1.4 Estudios y diseños de acueducto y saneamiento básico en los municipios del departamento de Caldas zona 2¹³

Este estudio fue desarrollado por la Gobernación de Caldas en el año 2011, con el objetivo de:

“evaluar la viabilidad técnica, empresarial y jurídica de los proyectos, incluyendo la sostenibilidad financiera de los mismos; con inversiones factibles, tarifas justas y costos racionales, desarrollando para cada necesidad identificada el diseño de los componentes que lleven garantizar una satisfactoria solución.”¹⁴

Este documento presenta un estudio realizado para dar solución a las problemáticas en relación con acueducto y saneamiento básico de una zona rural del departamento de Caldas. El planteamiento de soluciones sostenibles para dichos problemas es el punto por el cual se toma este estudio como referente para el desarrollo del presente proyecto.

El documento presentado por la Gobernación de Caldas, se encuentra dividido en dos capítulos, en el primero se hace un diagnóstico de la situación actual de los acueductos de la zona 2 del departamento, con el fin de evaluar las redes, estructuras y accesorios del acueducto del centro del poblado Maltería en el municipio de Manizales, para lo que se realizó la modelación hidráulica completa del sistema.

El segundo capítulo se centra en el diseño de las soluciones a las problemáticas identificadas, se presentan los datos más representativos de los cálculos de diseño y esquemas de las soluciones propuestas.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Servicio público del agua

El servicio público del agua en Colombia no es concebido desligado de los servicios públicos domiciliarios, por lo que en este numeral se definen los servicios públicos domiciliarios para centrar la definición en el servicio público del agua.

La constitución política de Colombia de 1991, define los servicios públicos domiciliarios como:

Artículo 365: Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.

¹³ GOBERNACIÓN DE CALDAS. Estudios y diseños de acueducto y saneamiento básico en los municipios del departamento de caldas zona 2. fase de diseño centro poblado Maltería municipio de Manizales. 2011 [en línea] Disponible en: http://gobnaciondecaldas.gov.co/contratos/public/php/upload/10-6-138/FASE_DISE_O_ACUEDUCTO_MALTERIA.pdf

¹⁴ *Ibíd.* Pág. 10

Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios. Si por razones de soberanía o de interés social, el Estado, mediante ley aprobada por la mayoría de los miembros de una y otra cámara, por iniciativa del Gobierno decide reservarse determinadas actividades estratégicas o servicios públicos, deberá indemnizar previa y plenamente a las personas que, en virtud de dicha ley, queden privadas del ejercicio de una actividad lícita.¹⁵

Se consideran servicios públicos domiciliarios porque se reciben en la residencia de las personas o en su sitio de trabajo y sirven para satisfacer necesidades básicas.

La prestación de estos servicios se hace conforme a lo dispuesto en las leyes 142 y 143 de 1994 y a las normas que expiden las Comisiones de Regulación de cada sector. Las personas que los prestan están sujetas a la inspección, vigilancia y control de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

La ley 142 de 1994, define el servicio público del agua en su artículo 14 de la

Las entidades que tienen competencia en relación al servicio público del agua se enumeran y definen a continuación:

Departamento Administrativo Nacional de Estadística: Además de ser la entidad competente para la producción de las estadísticas nacionales que son base de las decisiones tomadas por el estado, le corresponde en particular la definición de las metodologías y procedimientos, así como los métodos estadísticos de conformación de estratos, para la adopción de la estratificación urbana y rural, por parte de los Distritos y Municipios. También es ésta la entidad competente para accionar ante errores en la aplicación de las metodologías para estratificación.¹⁶

Los Ministerios de Salud y Protección Social y de Vivienda, Ciudad y Territorio: Son los responsables de la implantación de las políticas en materia de calidad del agua para consumo humano.

Instituto Nacional de Salud: es el encargado de coordinar la Red Nacional de Laboratorios para el Control y la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano y de la administración del Sistema de Vigilancia de la Calidad de Agua-SIVICAP.

¹⁵ PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. *Constitución Política de Colombia*. Bogotá: Secretaria jurídica. 1991.

¹⁶ SSPD, Cartilla de Servicios Públicos para las Entidades Territoriales. Bogotá: SSPN. 2012.

Superintendencia de Servicios Públicos: realiza el control de la calidad del agua para consumo humano sobre los prestadores del servicio de acueducto.¹⁷

Ministerio de Hacienda y Crédito Público: Le corresponde entre otras la actividad de seguimiento y control de los recursos del Sistema General de Participaciones del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Procuraduría General de la Nación y la Contraloría General de la República: Ejercen el control disciplinario y el control fiscal, respectivamente, respecto de los servidores públicos y de los particulares que ejercen funciones públicas, por acción u omisión en el cumplimiento de sus deberes.¹⁸

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.¹⁹

2.2.2 Oxidantes mixtos (MIOX)

Los oxidantes mixtos hacen parte de las soluciones planteadas por la ONG BANAER, por lo que su definición se hace necesarias en este apartado.

Los generadores en sitio MIOX producen una Solución de Mezcla de Oxidantes (SMO) para la desinfección de agua.

“La SMO genera cloro residual en el agua a la vez que reduce la formación de subproductos de la desinfección (TTHM). La tecnología MIOX permite al usuario eliminar el uso de gas cloro o hipoclorito de sodio para la desinfección de agua. Los sistemas están basados en una celda electrolítica sin membranas de diseño propio que produce un flujo de mezcla de oxidantes extremadamente efectivos para desinfectar agua.”²⁰

En Colombia se están utilizando en la actualidad algunos de estos sistemas, en municipio de Caldas en el departamento de Antioquia, la planta de EMP, funciona con este sistema.

¹⁷ *Ibíd.* Pág. 10

¹⁸ Procuraduría General de la Nación. Guía de participación ciudadana. Bogotá: Instituto de Estudios del Ministerio Público – IEMP. 2008

¹⁹ SSPD. 2012. Pág. 11

²⁰ FUNDACIÓN FEMSA. [En línea] Disponible en:
<http://www.fundacionfemsa.org/assets/009/19212.pdf>

Fotografía 1: EPM, Municipio de Caldas, Antioquia



Fuente: ONG BANAER.

2.2.3 Agua potable

El agua potable tiene que ver con la calidad del agua, la cual es definida como: “Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia”²¹.

Así, por ejemplo, si supera los límites establecidos por la resolución 2115:2007, el agua no es apta para el consumo humano (Ver tabla 2)

Tabla 1: Características Físicas del agua para consumo humano

Características	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Fuente: Secretaría General De La Alcaldía Mayor De Bogotá D.C. Resolución 2115:2007

EL decreto 1576, determina definiciones puntuales sobre las que se sustenta la calidad del agua estas son: (Tomado textualmente)

“AGUA CRUDA: Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización.

²¹ MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto Número 1575 de 2007.

AGUA ENVASADA: Es el agua potable tratada, envasada y comercializada con destino al consumo humano, entendida como un producto de la industria alimentaria.

AGUA POTABLE O AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Es aquella que, por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.

CALIDAD DEL AGUA: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.

CERTIFICACIÓN SANITARIA: Es el acto administrativo expedido por la autoridad sanitaria competente a través del cual se acredita el cumplimiento de las normas y criterios de la calidad del agua para consumo humano, soportado en el concepto sanitario, proferido a solicitud del interesado o de las autoridades de control.

CONCEPTO SANITARIO: Es el resultado de evaluar la calidad del agua para consumo humano con base en las visitas de inspección sanitaria y análisis de los criterios y normas de las características del agua, los cuales podrán ser:

1. Concepto favorable: Es el que se emite cuando el sistema de suministro de agua para consumo humano cumple con las Buenas Prácticas Sanitarias, las disposiciones del presente decreto y las demás reglamentaciones sanitarias vigentes.

2. Concepto favorable con requerimientos: Es el que se emite cuando el sistema de suministro de agua para consumo humano no cumple con la totalidad de las Buenas Prácticas Sanitarias, con las disposiciones del presente decreto y las demás reglamentaciones sanitarias vigentes, pero no conlleva un riesgo inminente para la salud humana.

3. Concepto desfavorable: Es el que se emite cuando existe riesgo inminente para la salud de los usuarios, o cuando no se haya dado cumplimiento a lo establecido en el concepto favorable con requerimiento.”²²

La resolución 2115 de 2015, establece que existen algunas características Químicas que son perjudiciales para el consumo humano y que de ser encontradas en el agua no puede esta ser consumida por los humanos, tal como se muestra en la tabla siguiente:

²² MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto Número 1575 de 2007.

Tabla 2: Características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN-	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

Fuente: Secretaría General De La Alcaldía Mayor De Bogotá D.C. Resolución 2115:2007

Uno de los puntos Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, IRCA. Para el cálculo del IRCA al que se refiere el artículo 12 del Decreto 1575 de 2007 se asignará el puntaje de riesgo contemplado en la tabla 4 cada característica física, química y microbiológica, por no cumplimiento de los valores aceptables establecidos en la presente resolución:

Tabla 3: Puntaje de riesgo

Característica	Puntaje de riesgo
Color aparente	6
Turbiedad	15
pH	1.5
Cloro residual libre	15
Alcalinidad total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza total	1
Sulfatos	1
Hierro total	1.5
Cloruros	1

Característica	Puntaje de riesgo
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al3+)	3
Fluoruros	1
COT	3
Coniformes totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

Fuente: Secretaría General De La Alcaldía Mayor De Bogotá D.C. Resolución 2115:2007

Los niveles de contaminación del agua, están dados por el no cumplimiento de las normas establecidas para el consumo de agua potable como el decreto 1575 de 2007, la resolución 2115 de 2007 y la ley 142 de 1994. El no acatamiento de estas leyes, genera que los niveles no permitidos de sustancias como el cromo y mercurio por ejemplo no se encuentren en el agua que va a ser consumido por humanos y animales, teniendo en cuenta que por ejemplo los peces y el ganado que consume esta agua contaminada, va a ser ingerido por los humanos.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia, en su informe anual de 2013, determina que la contaminación del agua se da en gran medida por el uso que se le da al recurso, presentando los siguientes datos: 95% de aguas Residuales Domésticas se vierten sin tratamiento alguno; 85% de las Aguas Residuales Industriales se vierten sin tratamiento adecuado; 95% de aguas residuales agrícolas se vierten sin tratamiento alguno. Presentando una contaminación alta a las fuentes hídricas del país, esto sumado a la falta de acueductos, se convierte en un problema de salud pública.

Ahora, la contaminación del agua a fuentes hídricas de consumo humano causado por la industria, el no tratamiento del agua utilizada y contaminada, es un determinante importante en las enfermedades diarreicas de las personas que la consumen, la Organización Mundial de la Salud OMS, establece que en la mayor parte del mundo, el agua contaminada y la deficiencia en la higiene y saneamiento, son las mayores causas de diarrea, estimándose que anualmente mueren 1.8 millones de personas, de las cuales el 90% son niños menores de 5 años.

Estos problemas de salud pública con la EDA²³ le cuestan al país \$2'783 millones de dólares en el costo total de los pacientes ambulatorios tratados por enfermedades de origen hídrico²⁴.

²³ Enfermedad Diarreica Aguda.

²⁴ BOGOTANA DE AGUAS S.A. y Foster Ingeniería Ltda, 2012

El costo total de hospitalización para el año 2013 según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de pacientes con enfermedades de origen hídrico (aproximadamente 5.7% del total de casos presentados), se estimó en \$556.737 dólares, para un total de \$3´340 millones de dólares.

Teniendo en cuenta estas cifras, se puede concluir que la falta de acueductos que posibiliten el consumo de agua potable debidamente tratada, le cuesta al país un monto superior al estimado para la construcción de los mismos, por lo que pensar en soluciones o alternativas para dar salida a esta problemática permitirían un avance para el país.

2.2.4 Oxidación química

La oxidación química es un proceso que permite la disolución de elementos químicos no biodegradables en el agua, por medio de la adición de un agente oxidante en el agua.

“Las características de un proceso de oxidación química se resumen en:

- Simplicidad de concepción.
- Versatilidad, en relación con:
 - En cuanto a caudales
 - En cuanto a compuestos
 - Posibilidad de trabajar en discontinuo.
 - Coste de explotación proporcional a la carga contaminante.”²⁵

Las ventajas principales de la oxidación química se presentan a continuación. (Tomado Textualmente)

- “Usualmente no generan fangos que a su vez requieren de un proceso de tratamiento y/o disposición.
- No se forman subproductos de reacción, o se forman en baja concentración.
- Generalmente, mejoran las propiedades organolépticas del agua tratada.
- Permiten transformar contaminantes refractarios en biodegradables.
- Eliminan efectos sobre la salud de desinfectantes, medicamentos y oxidantes residuales.”²⁶

²⁵ OLIVER, J. M^a. Oxidación química para depurar aguas residuales industriales Resultados del proceso OHP en un caso real. 1999.

²⁶ IQD Invesquia, S.L. Procesos de Oxidación. [En Línea] Disponible en: http://www.iqdinvesquia.com/wp-content/uploads/Catalogo_Procesos_de_oxidacion_avanzada.pdf

2.3 MARCO LEGAL

En este numeral se presentan las leyes, artículos y documentos de carácter legislativo que se hacen necesarios para el sustento desde el ámbito legal para la realización del presente proyecto.

2.3.1 Documento Conpes 3810

“Este documento somete a consideración del Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES, los lineamientos de política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en las áreas rurales de Colombia, en cumplimiento a lo dispuesto por el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010 -2014 Prosperidad para Todos

La política tiene como objetivo promover el acceso al agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales de Colombia, a través de soluciones que sean acordes con las características de dichas áreas y que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural”²⁷

2.3.2 Ley 142 de 1994

Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos de que trata el artículo 15 de la presente Ley, y a las actividades complementarias definidas en el Capítulo II del presente título y a los otros servicios previstos en normas especiales de esta Ley.²⁸

La ley 142 de 1994, define el servicio público del agua en su artículo 14 de la siguiente manera:

Artículo 14: Servicio público domiciliario de acueducto. Llamado también servicio público domiciliario de agua potable. Es la distribución municipal de agua apta para el consumo humano, incluida su conexión y medición. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias tales como captación de agua y su procesamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y transporte.

14.23. Servicio público domiciliario de alcantarillado. Es la recolección municipal de residuos, principalmente líquidos, por medio de tuberías y conductos. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento y disposición final de tales residuos.

²⁷ CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA. Documento Conpes 3810. Bogotá. 2014

²⁸ <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752>

14.24. Modificado por el art. 1 de la Ley 689 de 2001. Servicio público domiciliario de aseo. Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos.

2.3.3 Ley 1176 de 2007

Por la cual se estipula que los dineros de regalías tendrán una cobertura mínima al sistema de acueducto y alcantarillado de los dineros de regalías:

"Artículo 3°. Conformación del Sistema General de Participaciones. El Sistema General de Participación estará conformado así:

1. Una participación con destinación específica para el sector educación, que se denominará participación para educación.
2. Una participación con destinación específica para el sector salud, que se denominará participación para salud.
3. Una participación con destinación específica para el sector agua potable y saneamiento básico, que se denominará participación para agua potable y saneamiento básico.
4. Una participación de propósito general".²⁹

2.3.4 Decreto 1575 de 2007

Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

En cuanto al agua para consumo humano como el Capítulo II: Características y criterios de la calidad del agua para consumo humano establece lo siguiente:

"Características del agua para consumo humano. Las características físicas, químicas y microbiológicas, que puedan afectar directa o indirectamente la salud humana, así como los criterios y valores máximos aceptables que debe cumplir el agua para el consumo humano, serán determinados por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en un plazo no mayor a un (1) mes contado a partir de la fecha de publicación del presente decreto.

Para tal efecto, definirán, entre otros, los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos y otros aspectos que puedan tener un efecto adverso o implicaciones directas o indirectas en la salud humana, buscando la racionalización de costos así como las técnicas para realizar los análisis microbiológicos y adoptarán las definiciones sobre la materia."³⁰

²⁹SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Ley 142 de 1994

³⁰ SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Decreto 1575 de 2007

Este decreto presenta las siguientes definiciones que son cruciales para el desarrollo de la presente tesis: (Texto citado textualmente)

AGUA CRUDA: Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización.

AGUA ENVASADA: Es el agua potable tratada, envasada y comercializada con destino al consumo humano, entendida como un producto de la industria alimentaria.

AGUA POTABLE O AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Es aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD: Es el estudio que permite evaluar los riesgos a que están expuestos los distintos componentes de un sistema de suministro de agua.

BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS: Son los principios básicos y prácticas operativas generales de higiene para el suministro y distribución del agua para consumo humano, con el objeto de identificar los riesgos que pueda presentar la infraestructura.

CALIDAD DEL AGUA: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.

CERTIFICACIÓN SANITARIA: Es el acto administrativo expedido por la autoridad sanitaria competente a través del cual se acredita el cumplimiento de las normas y criterios de la calidad del agua para consumo humano, soportado en el concepto sanitario, proferido a solicitud del interesado o de las autoridades de control.

CONCEPTO SANITARIO: Es el resultado de evaluar la calidad del agua para consumo humano con base en las visitas de inspección sanitaria y análisis de los criterios y normas de las características del agua, los cuales podrán ser:

1. Concepto favorable: Es el que se emite cuando el sistema de suministro de agua para consumo humano cumple con las Buenas Prácticas Sanitarias, las disposiciones del presente decreto y las demás reglamentaciones sanitarias vigentes.

2. Concepto favorable con requerimientos: Es el que se emite cuando el sistema de suministro de agua para consumo humano no cumple con la totalidad de las Buenas Prácticas Sanitarias, con las disposiciones del presente decreto y las demás reglamentaciones sanitarias vigentes pero no conlleva un riesgo inminente para la salud humana.

3. Concepto desfavorable: Es el que se emite cuando existe riesgo inminente para la salud de los usuarios, o cuando no se haya dado cumplimiento a lo establecido en el concepto favorable con requerimiento.

FUENTE DE ABASTECIMIENTO: Depósito o curso de agua superficial o subterránea, utilizada en un sistema de suministro a la población, bien sea de aguas atmosféricas, superficiales, subterráneas o marinas.

INSPECCIÓN SANITARIA: Es el conjunto de acciones que en desarrollo de sus funciones, realizan las autoridades sanitarias y las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano, destinadas a obtener información, conocer, analizar y evaluar los riesgos que presenta la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, a identificar los posibles factores de riesgo asociado a inadecuadas prácticas operativas y a la determinación de la calidad del agua suministrada, mediante la toma de muestras, solicitud de información y visitas técnicas al sistema de suministro, dejando constancia de ello mediante el levantamiento del acta respectiva.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Es el establecimiento público o privado, donde se realizan los procedimientos de análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano, el cual debe cumplir con los requisitos previstos en el presente decreto.

LIBRO O REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD: Es aquel donde la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano consigna los resultados obtenidos de los análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua suministrada a la población de acuerdo con los requerimientos del presente decreto, la cantidad de agua captada y enviada a las redes, la cantidad de productos químicos utilizados y las novedades presentadas.

MAPA DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA (MAPA DE RIESGO): Instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterráneas de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos.

PERSONA PRESTADORA QUE SUMINISTRA O DISTRIBUYE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (PERSONA PRESTADORA): Son aquellas personas prestadoras que, acorde con la Ley 142 de 1994, suministran agua para consumo humano tratada o sin tratamiento.

PLAN OPERACIONAL DE EMERGENCIA: Es el conjunto de procesos y procedimientos escritos que elaboran los prestadores del servicio público de acueducto, para atender en forma efectiva una situación de emergencia.

PLANTA DE TRATAMIENTO O DE POTABILIZACIÓN: Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

PUNTOS DE MUESTREO EN RED DE DISTRIBUCIÓN: Son aquellos sitios representativos donde se realiza la recolección de la muestra de agua para consumo humano en la red de distribución, de acuerdo con lo definido entre la autoridad sanitaria y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.

RED DE DISTRIBUCIÓN O RED PÚBLICA: Es el conjunto de tuberías, accesorios, estructura y equipos que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias.

RIESGO: Probabilidad de que un agente o sustancia produzca o genere una alteración a la salud como consecuencia de una exposición al mismo.

SISTEMA PARA LA PROTECCIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Es el conjunto de responsables, instrumentos, procesos, medidas de seguridad, recursos, características y criterios organizados entre sí para garantizar la calidad de agua para consumo humano.

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Es el conjunto de estructuras, equipos, materiales, procesos, operaciones y el recurso humano utilizado para la captación, aducción, pre-tratamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y distribución del agua para consumo humano.

SUSTANCIAS POTENCIALMENTE TÓXICAS: Son aquellas de origen natural o sintético que pueden ocasionar efectos nocivos a organismos con los cuales entran en contacto. Incluye sustancias utilizadas en actividades domésticas, producción de bienes o servicios y plaguicidas, que pueden estar presentes en el agua para consumo humano.

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Es el conjunto de acciones periódicas realizadas por la autoridad sanitaria o por las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para el consumo humano en municipios de más de cien mil (100.000) habitantes, según el caso, para comprobar y evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua distribuida por los sistemas de suministro de agua para consumo humano, así como para valorar el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas Sanitarias y demás disposiciones establecidas en el presente decreto.³¹

³¹ MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto Número 1575 de 2007.

2.3.5 Resolución 2115 de 2007

Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Se establecen definiciones concretas como: (Texto citado textualmente)

“**Artículo 1º. Definiciones.** Para los efectos de la presente resolución, se adoptan las siguientes, además de las señaladas en el Decreto 1575 de 2007:

Análisis microbiológico del agua: son los procedimientos del laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia, tipo y cantidad de microorganismos.

Análisis básicos: es el procedimiento que se efectúa para determinar turbiedad, color aparente, pH, cloro residual de desinfectante usado, coniformes totales y *Escherichia coli*.

Análisis complementarios: es el procedimiento que se efectúa para las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas no contempladas en el análisis básico, que se enuncian en la presente resolución y todas aquellas que se identifiquen en el mapa de riesgo.

Análisis físico y químico del agua: son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.

Característica: término usado para identificar elementos, compuestos, sustancias y microorganismos presentes en el agua para consumo humano.

Cloro residual libre: es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ión hipoclorito.

Coliformes: bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

Color aparente: es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado un filtro de 0.45 micras.

Dosis letal media- DL 50: estimación estadística de la dosis mínima necesaria para matar el 50% de una población de animales de laboratorio bajo condiciones controladas. Se expresa en miligramos de tóxico por kilogramo de peso animal.

Escherichia Coli-E-coli: bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la β galactosidasa y β glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.

Población servida o atendida: es el número de personas abastecidas por un sistema de suministro de agua.

Prevalencia de sustancias químicas: son las sustancias químicas presentes en el agua para consumo humano, que permanecen en forma periódica o continua.

Sustrato definido enzimático: prueba que contiene sustratos hidrolizables para la detección de las enzimas β D galactosidasa de los coniformes y de las enzimas β D galactosidasa y β glucoronidasa de la E Coli. El nutriente indicador permite que los microorganismos objeto de la prueba, una vez incubados en un medio reactivo, produzcan color o fluorescencia, indicando y confirmando la presencia del microorganismo objeto de investigación.

Tiempo de contacto para el desinfectante: es el tiempo requerido desde la aplicación del desinfectante al agua hasta la formación como producto del residual del desinfectante, de forma que esa concentración permita la inactivación o destrucción de los microorganismos presentes en el agua.

Tratamiento o potabilización: es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla apta para el consumo humano.

Valor aceptable: es el establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua para consumo humano no representa riesgos conocidos a la salud."³²

³² SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Resolución 2115 de 2007. [en línea] Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30008>

3 CONTEXTUALIZACIÓN

El presente proyecto se desarrolla en el municipio de Silvania, Cundinamarca, en la vereda de Subía Norte, con el apoyo de la ONG BANAER. El presente capítulo contiene una breve descripción del municipio, así como de la ONG, con el fin de entregar una contextualización inicial para el desarrollo del presente trabajo.

3.1 MUNICIPIO DE SILVANIA

Silvania es un municipio de Cundinamarca (Colombia), ubicado en la Provincia de Sabana del Sumapaz, se encuentra a 65 km de Bogotá. En la época de la conquista se conocía como Subia o Uzathama y era habitado por los Sutagaos. Fundado por Ismael Silva el 21 de febrero de 1935³³.

Límites del municipio:

- **Por el Oriente:** Con los municipios de Fusagasugá y Sibaté.
- **Por el Sur:** Con los municipios de Tibacuy y Fusagasugá.
- **Por el Occidente:** Con Viota y Mesitas del Colegio, en la cordillera de Tibacuy.
- **Por el Norte:** Con Granada en la cordillera del Soche o Tequendama.

Extensión total: 162.9328 Km²

Extensión área urbana: 7,4832 Km² Km²

Extensión área rural: 155,4496 Km² Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 1.470

Temperatura media: 20° C

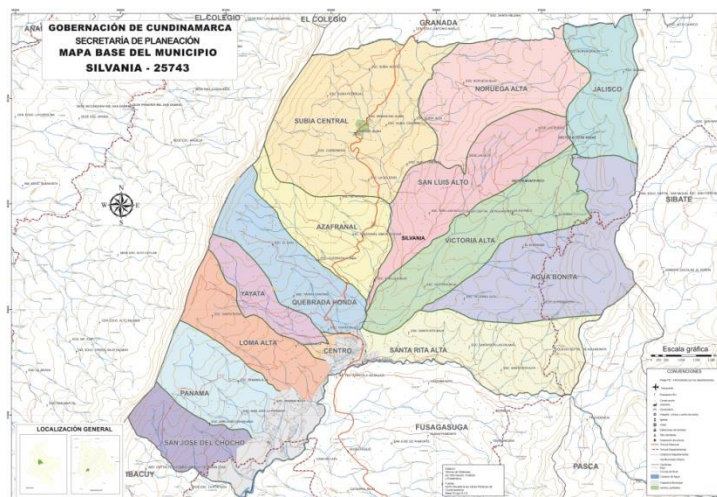
El municipio de Silvania se encuentra dividido en zona rural y urbana, la zona urbana,

“está conformada por tres (3) sectores: Casco Urbano, Casco zona de condominios y la inspección departamental de policía de Subia y la zona rural por trece (13) veredas y dos inspecciones Municipales (Inspección Municipal de policía de Agua bonita y Subia)”³⁴

³³ http://www.silvania-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml. Fecha de Consulta: 05 Enero 2015.

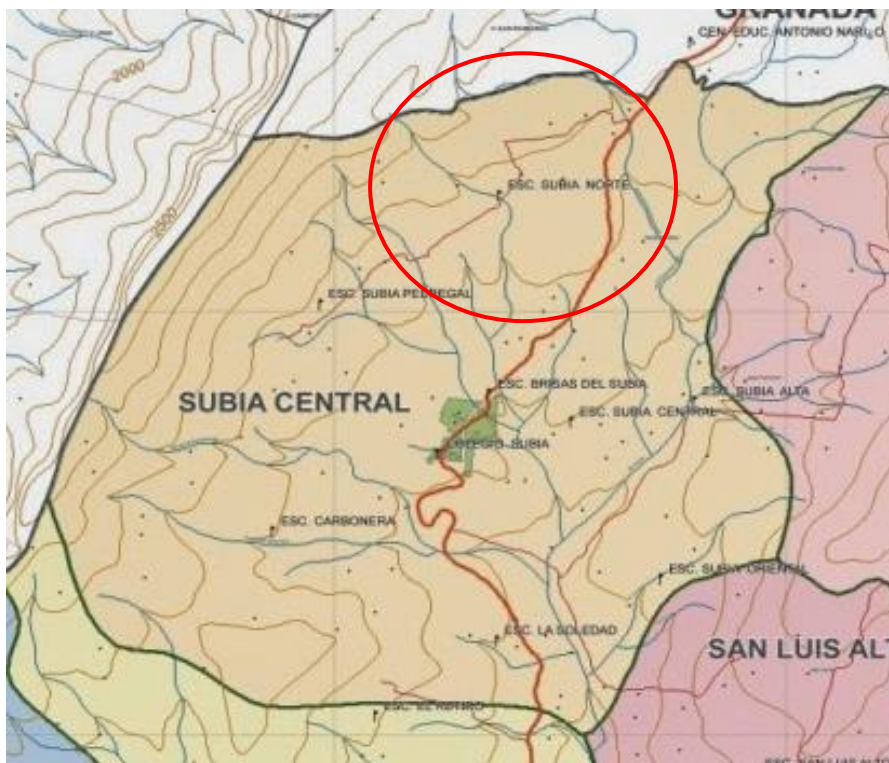
³⁴ http://www.silvania-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1823791. Fecha de Consulta: 05 Enero 2015.

Mapa 1. Mapa político de Sylvania



Fuente: http://www.sylvania-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1823791

Mapa 2. Vereda Subia Norte.



Fuente: http://www.sylvania-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1823791

La distribución de la superficie de las 13 veredas y las 3 zonas urbanas se encuentra en la siguiente tabla.

Tabla 4: Superficie de las divisiones territoriales

VEREDA	AREA / Ha	% AREA
Z.U. SUBIA	18.8933	0.12
Z.U SILVANIA	134.5875	0.83
Z.U CASCO B	594.8369	3.65
PANAMA	596.9454	3.66
JALISCO	607.8161	3.73
QUEBRADA HONDA	770.6187	4.73
YAYATA	835.8499	5.13
SAN LUIS	853.5267	5.24
LOMA ALTA	884.4001	5.43
SAN JOSE	895.3650	5.50
AZAFRANAL	963.4768	5.91
VICTORIA	998.0479	6.13
NORUEGA	1621.7170	9.95
SANTA RITA	1759.6660	10.80
AGUABONITA	2334.7720	14.33
SUBIA	2422.7640	14.87
TOTALES	16293.2833	100.00

Fuente: P.B.O.T.

El municipio de Silvania cuenta con área total de 16.293,28 Ha de las cuales el área rural posee 15.544.97 Ha y participación de 95.4% sobre el área total, y las áreas urbanas con una extensión de 748.32 Ha con una participación de 4.6% sobre el total del área municipal.

La vereda más grande del municipio, es la vereda de Subia con una participación del 14.87% dentro del área total del municipio, le siguen la vereda Aguabonita con 14.33% y la vereda Santa Rita con 10.80%. La vereda más pequeña es la vereda Panamá con una extensión de 596,9454 Ha y una participación de 3.66% dentro del área municipal.

En cuanto a los cascos urbanos (zonas de estudio urbanas), el de mayor extensión es Condominios, con una participación de 3.65% sobre el área municipal, le sigue en extensión el casco A o casco urbano principal de Silvania con una participación de 0.83% sobre el área municipal y finalmente la zona urbana de Subía con una extensión de 18.8933 Ha con una participación de 0.12% sobre el área municipal.

En relación al servicio del agua, el informe de la alcaldía referencia lo siguiente:

“El servicio de acueducto de agua tratada en el municipio se presta en el sector urbano y en el centro poblado de Subia, en el sector rural existen los acueductos veredales que suministran el agua a los hogares con el agravante de no ser tratada y la consecuencia de la aparición y difícil erradicación de las enfermedades gastrointestinales”³⁵.

En el municipio de Sylvania en general y de la vereda Subia Norte en particular, los habitantes obtienen el suministro del agua de las siguientes fuentes:

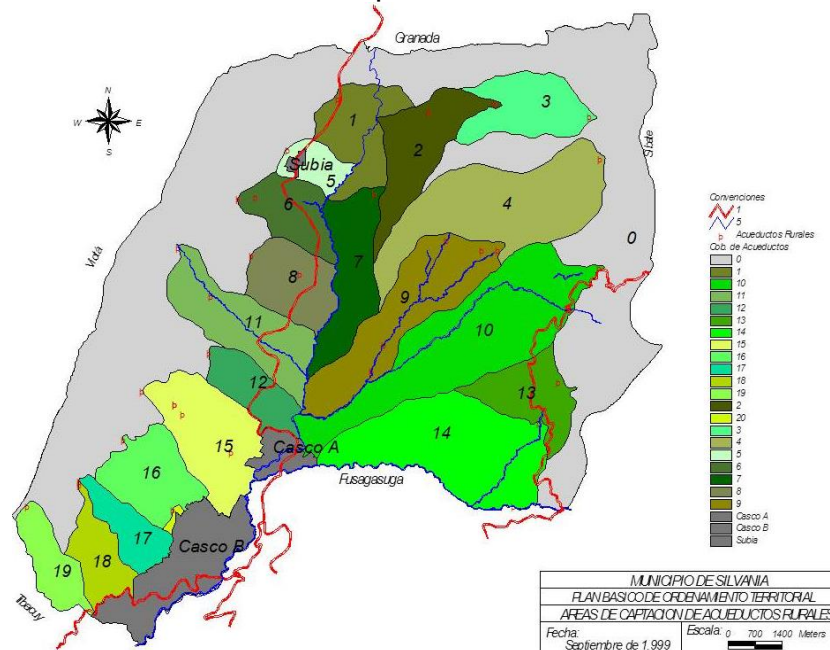
Tabla 5: Origen del agua de consumo (Municipio de Sylvania)

De donde obtienen el agua para consumo	Numero	%
Sistema centralizado de Acueducto	9.674	53,49
Pozo con bomba	160	0,88
Pozo sin bomba, jagüey	253	1,40
Agua lluvia	188	1,04
Río, quebrada, manantial, nacimiento	7.678	42,45
Pila pública	11	0,06
Carro tanque	0	0,00
Aguatero	4	0,02
Donación*	118	0,65

Fuente: Plan Territorial de Salud 2012-2015. Municipio de Sylvania. Cundinamarca

*Agua entregada por vecinos y allegados.

Gráfica 2: Áreas de captación de acueductos rurales



Fuente: http://www.sylvania-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=1824077

³⁵ ORGANIZACIÓN PARA EL DESARROLLO HUMANO. Plan Territorial de Salud 2012-2015. Municipio de Sylvania. Cundinamarca. 2012.

Como se puede observar en la tabla 1, las personas en el municipio de Sylvania, que cuentan con acueducto, son el 53% del total de habitantes, sin embargo, el 42% utilizan agua de nacimiento natural (quebrada, río, manantial), pero los nacimientos de agua natural, son contaminados con el uso de jabones, detergentes, o blanqueadores para el lavado de ropa, por lo que su consumo habitual genera problemas intestinales en los consumidores.

Por las razones expuestas anteriormente se hace necesaria la búsqueda de El municipio de Sylvania, cuenta con más de 15.000 habitantes³⁶ en sus zonas rurales, partiendo de este dato, el no contar con un sistema de agua potable en un municipio donde la mayoría de sus habitantes se concentran en las zonas rurales, es una falla de los estamentos que hace disminuir la calidad de vida de los habitantes, puesto que la baja calidad del agua utilizada para la preparación de alimentos, lavar el baño y la falta de agua disponible para evacuar los desechos orgánicos de los habitantes de Sylvania, disminuyendo la calidad de vida de las personas. La vereda en la que se desarrollará el presente proyecto será la Subia Norte que no cuenta con una población superior a 2000 habitantes.

36 <http://www.sylvania-cundinamarca.gov.co/indicadores.shtml#poblacion>

4 MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico se presenta con el fin de conocer el tipo de investigación a utilizar, las variables propuestas por el investigador y el procedimiento, para dar solución a los objetivos planteados.

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para dar una solución adecuada al problema planteado en este proyecto, se recurre a la aplicación de diferentes métodos investigativos que respondan a las expectativas del proceso. Se utilizarán los siguientes:

Método Descriptivo: permite determinar que “el investigador debe ser capaz de definir o al menos visualizar qué se medirá, y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos”³⁷ Lo que indica que, las variables de análisis son seleccionadas por el investigador y van a depender del tipo de información recolectada mediante: la toma de datos, consulta de información secundaria relacionada con el estudio correspondiente a la situación actual del acueducto de la vereda Subia Norte y determinar su estado actual.

Método de Análisis y Síntesis: Sirve para detallar los procesos de desarrollo, diseño, implementación y operación partiendo de la toma de datos, consulta de información secundaria relacionada con el estudio.

La recopilación de esta información y su análisis, tendrá como objetivo identificar la problemática que se presenta en la vereda SUBIA NORTE municipio de SILVANIA del departamento de CUNDINAMARCA para hacer un análisis de cuáles serían sus posibles soluciones de un acueducto sostenible para la vereda Subia Norte.

Teniendo en cuenta los métodos planteados anteriormente, se establece que el presente proyecto se basa en los métodos mixtos.

4.2 VARIABLES

Las variables seleccionadas para definir la problemática existente en agua potable en la vereda SUBIA NORTE municipio de SILVANIA del departamento de CUNDINAMARCA y plantear soluciones y alternativas en acueductos autos sostenibles son:

Variable 1. Calidad del agua en la vereda Subia Norte

Variable 2. Nivel de contaminación del agua

Variable 3. Enfermedades asociadas al consumo de agua de baja calidad.

³⁷ HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos & BAPTISTA LUCIO Pilar. McGraw-Hill Interamericana. México, D. F. 2003.

Variable 4. Satisfacción de las personas con el servicio de acueducto actual.

Variable 5. Principales técnicas utilizadas para implementación de acueductos auto-sostenibles en Colombia.

Variable 6. Calidad del agua en acueductos auto-sostenibles

Variable 7. Principales problemas de los acueductos auto-sostenibles

4.3 PROCEDIMIENTO

Para dar cumplimiento a los objetivos de este proyecto, se desarrollarán 5 fases que se detallan a continuación:

Fase I: La primera etapa de la investigación permite definir el enfoque con el fin de, tener límites claros y poder tener las bases necesarias en función de decidir las fuentes de información adecuadas para consolidar el tema investigativo. Para este caso se seleccionaron como fuentes de información de tipo secundario: datos de niveles de contaminación del agua a nivel nacional y departamental emitidas por el DANE, porcentaje de enfermedades causadas por baja calidad del servicio de agua potable, ejemplos de acueductos auto-sostenibles encontradas en la web y el caso de Quibdó en el año 2012 y primario como: visitas al acueducto actual de Subia.

Fase II: Se realizará el diagnóstico de la situación actual del acueducto de la vereda Subia Norte. Para este efecto se revisará el diagnóstico realizado por el Ingeniero Civil: Álvaro Arturo Gaitán Torres.

Fase III: Se realizará un estudio de caso del acueducto auto-sostenible del municipio de Quibdó en el departamento del Choco en el año 2012 analizando las ventajas y desventajas de su aplicación y la aceptación por parte de la comunidad beneficiaria, además de evidenciar la metodología utilizada para su implementación.

Fase IV: Analizar la información recolectada con el fin de establecer una solución o alternativa de acueducto sostenible a la problemática actual en cuanto a acueductos sostenibles para la vereda Subia Norte.

Fase V: Para finalizar se discuten los resultados evidenciando las principales características y se presentan las conclusiones, de acuerdo con ello, se da cumplimiento a los objetivos general y específicos de la presente investigación.

4.4 POBLACIÓN OBJETIVO

La población objetivo de este proyecto son los habitantes de la vereda Subia Norte que se benefician de la creación de un acueducto auto-sostenible.

4.5 ALCANCE

El desarrollo de este proyecto, permitirá plantear soluciones y alternativas en acueductos autos sostenibles, para dar solución a la problemática que se presenta en cuanto al acueducto en la vereda Subia Norte en el municipio de Silvania departamento de Cundinamarca.

4.6 CUADRO METODOLÓGICO

El cuadro metodológico, permite saber el estado de la ejecución del proyecto, así como establecer las estrategias, metas y actividades para el cumplimiento de cada objetivo.

Tabla 6: Cuadro metodológico

Objetivos	Actividades	Metas	Plazo de ejecución	Responsables
Investigar la situación actual del acueducto de Subia Norte, con el fin de establecer los problemas que presenta este acueducto	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar documentos donde conste el estado actual del acueducto - Visitar el acueducto, para establecer su estado actual 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer los problemas que presenta el acueducto actual de la vereda Subia Norte 	5 semanas	Álvaro Felipe Sosa Caballero
Explorar y tomar casos puntuales para hacer un estudio de caso, del acueducto auto sostenible realizado en el municipio de Quibdó, departamento del Chocó en el año 2012.	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar en fuentes secundarias casos sobre acueductos auto-sostenibles. - Revisar el caso del acueducto auto sostenible realizado en Quibdó en el año 2012 	<ul style="list-style-type: none"> - Tener casos concretos y reales para establecer los beneficios de los acueductos auto sostenible. 	3 semanas	Álvaro Felipe Sosa Caballero
Establecer posibles soluciones y alternativas de acueductos sostenibles a la problemática actual del acueducto en la	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la información recolectada en fuentes secundarias, para establecer posibles soluciones que se ajusten al contexto 	<ul style="list-style-type: none"> - Poder plantear una solución concreta a la situación de la vereda Subia Norte desde los acueductos auto-sostenibles. 	4 semanas	Álvaro Felipe Sosa Caballero

<p>vereda Subia Norte partiendo de análisis de la información recolectada</p>	<p>de la vereda Subia Norte. - Plantear soluciones de acueductos auto-sostenibles para la problemática del acueducto en la vereda Subia norte.</p>			
<p>Analizar los resultados con el fin de presentar referentes para nuevas investigaciones que se preocupen por el mismo tema de estudio.</p>	<p>- Tomar todos los datos recolectados en fuentes secundarias y primarias, con el fin de establecer las mejores soluciones de acueductos auto-sostenibles en veredas como Subia Norte. - Analizar los resultados obtenidos en la presente investigación.</p>	<p>- Establecer pautas que permitan tener un referente para futuras investigaciones que se realicen en el tema de desarrollo de acueductos auto-sostenibles.</p>	<p>3 semanas</p>	<p>Álvaro Felipe Sosa Caballero</p>

Elaboración: El autor, 2015

5 SITUACIÓN ACTUAL DEL ACUEDUCTO DE SUBIA NORTE

En la actualidad el acueducto de Subia norte es muy precario y su infraestructura no da abasto a la población actual de la vereda.

Para determinar la situación actual, se presentan en primera instancia las principales problemáticas y dificultades que tiene este acueducto, así como una caracterización hidráulica de las condiciones en las que se encuentra el acueducto actualmente.

5.1 ANÁLISIS LEGAL

El Acueducto rural de Subía Norte se encuentra constituido como un comité de acueducto y es manejado desde la Junta de Acción Comunal.

5.1.1 Registro

En los documentos facilitados por parte de la Asociación, no se percibe formato de inscripción ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, S.S.P.D.

R.U.P.S: Es el registro del prestador en el sistema único de información de la Superintendencia, en los documentos entregados por el prestador no se percibió copia del registro ni registros de acceso al sistema.

Registro C.R.A.: En los documentos facilitados por la Asociación, no se percibe formato de inscripción ante la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA.

5.1.2 Representación

No se tiene representación Legal.

Junta Directiva: Se tiene creado un comité de Acueducto por la comunidad mas no se ha reglamentado o constituido como Asociación de Usuarios, este depende orgánicamente de la Junta de Acción Comunal del Sector.

5.2 ANALISIS COMERCIAL

5.2.1 Número de usuarios.

El Acueducto de Subía Norte cuenta en la actualidad con 50 usuarios, lo cual indica que abastece aproximadamente a 250 pobladores del sector. y una Institución educativa con 30 estudiantes.

5.2.2 Inventarios para la prestación del servicio

No se cuenta con el registro de inventarios de bienes utilizados en la prestación del servicio de acueducto.

5.2.3 Aplicación de contratos de condiciones uniformes

Aun no se han aplicado los contratos de condiciones uniformes, ni se encuentran en trámite de legalización.

5.2.4 Aplicación de la estratificación socio económica

La estratificación socioeconómica nos está siendo aplicada, aunque el municipio la realizó para el sector rural en el año 2007.

5.2.5 Existencia y aplicación de estudios de costos y tarifas

Esta Asociación de usuarios no ha elaborado ni aplica estudios de costos y tarifas, no se tiene establecida cuota alguna del servicio de acueducto.

5.2.6 Estimación de usuarios potenciales

No se cuenta con usuarios potenciales en su área de influencia.

5.2.7 Estimación suscriptores clandestinos

No se cuenta con usuarios clandestinos.

5.2.8 Análisis de los procedimientos aplicados en la facturación y recaudo

Facturación: No se ha establecido cuota alguna.

5.2.9 Registro de volúmenes producidos

No se han realizado registro alguno de volúmenes de agua producida, debido a que no se cuenta con un sistema de macro medición.

5.2.10 Registro de volúmenes facturados

No se han realizado registro alguno de volúmenes de agua facturada, debido a que no se cuenta con el sistema de Micro medición.

5.2.11 Indicadores de gestión

Agua no contabilizada: No se ha realizado

Eficiencia de personal: No se ha realizado

Recaudo: No se ha realizado

Recuperación de cartera: No se ha realizado

5.2.12 Indicadores comerciales

No se cuenta con estos indicadores

5.2.13 Análisis de cartera

Se tiene registrado manualmente los pagos hechos por los usuarios y los periodos dejados de pagar, lo que determina que no existe un control de la cartera morosa y por ende es difícil su recuperación.

5.2.14 Equilibrio entre subsidios y contribuciones

Como no se aplica la metodología tarifaria es difícil identificar la asignación de subsidios y el recaudo de las contribuciones.

Es de resaltar que el municipio cuenta con el Fondo de Solidaridad y Redistribución del Ingreso.

5.2.15 Micro medición

No se cuenta con sistema de micro medición.

5.2.16 Macro medición

No se cuenta con sistema de macro medición.

5.3 ANALISIS FINANCIERO

5.3.1 Activos

No se cuenta con una identificación registrada de Activos para la prestación del servicio de Acueducto en esta Asociación.

5.3.2 Análisis de costos

Los costos en la prestación del servicio no se tienen registrados por lo que es difícil su análisis detallado y determinación de indicadores financieros y contables.

5.3.3 Análisis de ingresos

Los ingresos con que cuenta la Asociación dependen la venta de servicios y de matrículas o puntos de agua.

5.3.4 Relación de pasivos

Según la información dada por el Representante Legal no se cuenta con pasivo alguno.

5.3.5 Indicadores financieros

Liquidez: No se cuenta

Endeudamiento: No se cuenta

Rentabilidad: No se cuenta

5.3.6 Plan Único de Cuentas

No se maneja actualmente un Plan Único de Cuentas en esta Asociación.

5.3.7 Viabilidad financiera

La viabilidad financiera en la prestación de este servicio para este sector rural no se ha determinado por los muchos faltantes de información y de registros claros.

5.4 ANALISIS AMBIENTAL

5.4.1 Cumplimiento Concesión de Aguas

No se cuenta con concesión de aguas ante la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR

5.4.2 Reglamentación de Corrientes (POMCA)

La reglamentación de las corrientes está dada por el POMCA de la cuenca del río Sumapaz a la cual drenan las aguas de esta zona de influencia y dicho Plan ha sido elaborado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, que mediante Resolución No 2833 de Diciembre de 2008 publico los objetivos de calidad de esta cuenca.

5.4.3 Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua

Esta Asociación no cuenta aún con el PUEAA, según la ley 377 de 1997.

5.4.4 Pago de Tasa por Uso

Se realizó la cancelación de la Tasa por Uso al momento de solicitar la Concesión de aguas, pero la tasa de vertimientos no ha sido declarada.

5.5 ANALISIS D.O.F.A.

A continuación, se presenta un análisis describiendo las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas del Acueducto de Subia Norte, en sus áreas organizacionales de acuerdo a la información recopilada y presentada en numerales anteriores.

ÁREA ADMINISTRATIVA	
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • No están Organizados como Persona Jurídica. • No existe Planeación Estratégica. • Bajos niveles de capacitación de las personas que administran el acueducto. • No existe un plan de trabajo para el corto, mediano y largo plazo. • No cuenta con una infraestructura para adelantar labores de oficina, que permita una adecuada atención a los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos públicos para inversión en saneamiento básico (agua potable). • Posibilidad de ampliar el número de usuarios.
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de Usuarios nuevos que requieren del servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sanciones por parte de los organismos de control por incumplimiento de la normatividad en materia de prestación de servicios. • Escasez del recurso hídrico.

ÁREA FINANCIERA	
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • No existe planeación financiera. • La información que poseen no es contundente para establecer análisis financieros en la gestión del acueducto. • No cuenta con los estudios de costos de referencia de la prestación del servicio • No presenta una solidez desde el punto de vista financiero. • No cuentan con una estructura tarifaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existen pasivos financieros, por lo tanto de requerirse se tendrían aceptables niveles de endeudamiento. • Posibilidades de acceso al sector financiero para ejecutar proyectos de inversión.
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • A pesar que no poseen estructura tarifaria, no presentan déficit en la prestación. • Cero niveles de endeudamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sanciones por parte de los organismos de control por no contar con estructura tarifaria definida. • Pérdida de oportunidades de financiamiento por parte de entidades gubernamentales.

AREA COMERCIAL	
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Débil estructura comercial. • Falta de un sistema de facturación. • Existen limitaciones para la expansión y afiliación de nuevos usuarios. • Baja competitividad por deficiente calidad del servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de prestar el servicio, a zonas aledañas.
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • No existe riesgo en la disminución en el número de usuarios. • Es el único operador de esta zona. • Existe un mercado definido. 	<ul style="list-style-type: none"> • La entrada de nuevos operadores que buscan expansión de su mercado.

ÁREA OPERATIVA Y TECNICA	
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de medición de consumo a los usuarios del servicio. • Altos niveles de pérdidas. • No se realiza un tratamiento, ni potabilización al agua comercializada. • No se cuenta con personal para mantenimiento y reparación. • No existe levantamiento topográfico de la zona a abastecer, como también del tendido de redes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación del personal. • Expansión de redes. • Gestionar recursos para la construcción de las obras de tratamiento y potabilización.
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de las redes son en PVC. • El sistema se maneja por gravedad. 	<ul style="list-style-type: none"> • La interrumpida prestación del servicio. • Escasez del recurso hídrico.

5.6 CONCLUSIÓN

Del diagnóstico presentado y luego de la realización del análisis DOFA, se concluye que el Acueducto existente en Subia, contiene diferentes fallas principalmente la no constitución de este como un acueducto legalmente constituido, sino como asamblea, no le permite tener una tarifa establecida que contribuya al recaudo de excedentes, con la posibilidad de mejorar el acueducto estructuralmente, con el fin de brindar un mejor servicio.

5.7 PROBLEMÁTICA Y DIFICULTADES PRINCIPALES

A continuación, se presentan las principales dificultades y problemáticas que presenta el actual acueducto de la vereda de Subia norte:

- Carece de una organización empresarial o comunitaria para fortalecer el Acueducto en su infraestructura como en su estructura administrativa.
- Bajo nivel de información: técnica, administrativa, comercial y financiera.
- El prestador no tiene definida una planeación, técnica, administrativa, comercial y financiera, en el corto mediano y largo plazo.
- Al no tener una solidez financiera se dificulta el acceso a recursos que permitan financiar inversiones, que mejoren la prestación del servicio.
- Desconocimiento de la normatividad que rige la prestación de los servicios.
- Disminución del recurso hídrico en el mediano y largo plazo poniendo en riesgo la prestación del servicio.

5.8 DIAGNÓSTICO HIDRAULICO

El diagnóstico hidráulico que se presenta a continuación, fue realizado por personal capacitado, contratado para dar un parte de la situación hidráulica del acueducto, con el acompañamiento del investigador.

No existe una planta de tratamiento como tal, existe un pequeño tanque rústico en el que se almacena el agua antes de pasar a las tuberías. No cuenta con sistema de bombeo, el recorrido del agua se da por gravedad, por lo que la prestación del servicio no se da las 24 horas del día.

5.8.1 Generalidades

La población actual es de 250 habitantes, y existe una escuela con 30 alumnos; el sistema de acueducto existente se describe a continuación:

5.8.2 Captación

Como tal no existe, sale una manguera de 3" la cual está sujeta por medio de un alambre a dos rocas.

5.8.3 Aforo

Se realizó con recipiente de plástico de capacidad 10 litros, con un tiempo promedio de llenado de 2.5 seg, lo que nos da un caudal de 4.0 L/seg.

5.8.4 Aducción

Tiene una longitud aproximada de 88 m en manguera de Ø 3".

5.8.5 Desarenador

No existe.

5.8.6 Tanque de Almacenamiento:

No existe, propiamente dicho, se almacena el agua en un pequeño rectángulo de cemento como se observa en la ilustración 1.

Fotografía 2: Tanque de almacenamiento



Fuente: El autor, 2015

5.8.7 Redes:

Tiene una longitud aproximada de 500 m, inicia en manguera de 3", luego pasa a manguera d 1. ½". El servicio llega a los hogares por mangueras de 1. ½" no existen tanques en las viviendas, por lo que el servicio no es constante, al no existir bombeo, la presión es baja.

5.8.8 Edades de las Tuberías:

En general es de aproximadamente 10 años.

5.9 CONCLUSIONES DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

La problemática presentada más relevante es que existe una disminución del recurso hídrico en el mediano y largo plazo, pues su fuente primaria es el río Subia, lo que genera que, en época de sequía, se reduzca el nivel de este y no se tenga una continuidad en la prestación del servicio. Poniendo en riesgo la prestación del servicio, esto evidencia en la falta de un suministro continuo y presente en todos los hogares, como se verá en las encuestas realizadas.

Esta problemática, tiene que ver con las reservas hídricas para sostener este acueducto, si no se garantiza una fuente de agua, no se puede establecer que la creación de un acueducto sea viable.

Por otro lado, las tuberías existentes tienen una antigüedad de 10 años, aunque es importante mencionar que, éstas tienen una vida útil de entre 50 a 75 años, la problemática se identifica relacionada con la falta de mantenimiento y revisión de las mismas, tal como lo indica la comunidad, en este sentido, no se conoce el estado intra-tierra que tienen las tuberías, siendo un problema relevante en el momento de la realización de un acueducto auto sostenible, convirtiéndose en una necesidad su revisión para el desarrollo de un nuevo acueducto, con el fin de establecer rupturas, taponamientos y daños.

Aunque la evaluación de la calidad del agua no se ha realizado en un laboratorio específico hasta el momento de la realización de este proyecto, se puede establecer que la falta del desarenador, genera que el agua para consumo humano contenga partículas que a simple vista son imperceptibles, por lo que la implementación de este se hace importante, relevante e indispensable.

Como el prestador no tiene definida una planeación, técnica, administrativa, comercial y financiera, en el corto mediano y largo plazo, del acueducto existente, no es clara la forma como se opera en la actualidad ni mucho menos a futuro, lo que implica que uno de los primeros pasos tiene que ver con la realización de una planeación a corto mediano y largo plazo por parte del prestador que se encuentra a cargo del acueducto en Subia Norte.

6 ESTUDIO DE CASO: ACUEDUCTO AUTO SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE QUIBDÓ-CHOCÓ

Con el fin de tener un referente de desarrollo de acueductos auto sostenibles, que haya dado solución a la problemática de agua potable, se presenta el desarrollo por parte de la ONG Banaer, del acueducto en el municipio de Quibdó en el departamento del Chocó.

Este caso que se va a estudiar fue realizado en el año 2012 bajo el nombre: “Estudio y diseño de un sistema de tratamiento modular para agua potable con bombeo solar, desinfección “in situ” y tanques de almacenamiento y distribución en acero galvanizado, para los corregimientos de Tutunendo, Guayabal, Pacurita, Las Mercedes, El Llano y Mojaudo en el municipio de Quibdó en el departamento de Chocó”

Este estudio se elaboró a petición de la alcaldía municipal, por la problemática que se ha presentado desde hace 20 años que consiste en dar solución a las necesidades encontradas relacionadas con, que en los Corregimientos De Tutunendo, Guayabal, Pacurita, Las Mercedes, El Llano Y Mojaudo en el Municipio de Quibdó en el departamento de Chocó se necesitaba una solución inmediata para que la población tuviera agua potable.

En el diagnóstico se encontró un tanque elevado que en la actualidad no está al servicio de la comunidad, existe una perforación profunda, la cual será destinada para surtir de agua a la población en referencia; para poder surtir a estos habitantes de agua potable es necesario avanzar en el proceso de complementar e implementar un sistema de potabilización digno de los pobladores, mediante valoración de los planes de obras ya existentes los mecanismos de funcionamiento, esenciales para desarrollar y consolidar las transformaciones que requiere el sector y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de toda la población. Así mismo el objetivo de la contratación es brindar soluciones acordes a la problemática local que brinde seguridad y confianza en las inversiones programadas para el sector a corto, mediano y largo plazo en el mejoramiento de la infraestructura en la prestación del servicio de acueducto entregando suficiente y buena agua potable

El diseño del sistema de tratamiento modular para agua potable con bombeo solar, desinfección “in situ” y tanques de almacenamiento y distribución en acero galvanizado en los nombrados corregimientos de Quibdó, se realiza con el fin de cumplir los objetivos presentados a continuación:

Tabla 7. Objetivos diseño del sistema de tratamiento para agua potable Quibdó

Objetivos para diseño del sistema de tratamiento modular para agua potable Quibdó
Optimizar y complementar con un sistema de tratamiento para agua potable con desinfección ecológica, con bombeo solar y tanques de almacenamiento modulares en acero galvanizado el suministro de agua potable para los corregimientos de Tutunendo, Guayabal, Pacurita, Las Mercedes, El Llano y Mojaudo en el municipio de Quibdó en el departamento de Chocó
El derecho de acceso al agua potable ha estado alejado de las discusiones llevadas a cabo por los redactores de las Constituciones para su consagración como derecho humano fundamental, sin embargo, ello no significa que no se esté contemplado dentro de los beneficios para la población
Se está suministrando agua en malas condiciones. No es agua apta para el consumo humano. Si bien es cierto que hoy en Colombia dada su abundancia de recursos hídricos, la escasez de agua aún no es un problema, lo que sí es un hecho es que el acceso al agua potable es aún un problema grave para muchas regiones del país, como lo es en el Chocó, por lo tanto, urge que en torno al tema se generen soluciones inmediatas.
Establecer nuevos sistemas de alimentación energética a base de energía solar, que garantizará una operación confiable sin depender de un combustible fósil y contaminador como el Diesel.
Instalar un sistema de tratamiento modular para agua potable con producción de los desinfectantes dióxido de cloro e hipoclorito de sodio "IN SITU", que operará autónomamente con energía solar.

Fuente: ONG BANAER. Banco Nacional de Agua Potable y Energías Renovables. Documentos de proyecto Chocó. 2012.

Con el fin de que este sistema de potabilización del agua, tuviese resultados favorables para toda la población afectada, se estableció el uso de un sistema de bombeo solar y almacenamiento, basado en la tecnología fotovoltaica (Grafica 13).

Fotografía 3: Bombeo de agua con energía solar fotovoltaica



Fuente: ONG BANAER. Banco Nacional de Agua Potable y Energías Renovables.

Este sistema presenta las siguientes características:

Tabla 8. Características del sistema de bombeo solar fotovoltaico.

Característica	Descripción
Controlador PS1200	Altura de transporte hasta 240m, caudal hasta 21 m ³ /h, instalación sencilla, no requiere mantenimiento, alta precisión y larga duración
Motor ECDRIVE 1200 HR/C	Motor de corriente continua sin escobillas. Ausencia de elementos electrónicos en el motor. Inundado. IP68, profundidad de inmersión ilimitada con compensación de presión. Cojinetes dinámicos; materiales: carbono/cerámica. Materiales en contacto con el agua: acero inoxidable (AISI 316), POM, goma, cable (homologados para agua potable).
Cabezal de bomba (PE)	Válvula de retroceso. Protección contra marcha en seco (opcional). Material: acero inoxidable (AISI 316), goma

Fuente: Documentos de proyecto Chocó. 2012.

Gráfica 3. Bombeo de agua con energía solar fotovoltaica



Fuente: Documentos de proyecto Chocó. 2012.

Para el desarrollo de este tipo de sistemas de potabilización, tienen determinados requerimientos los cuales son: Dotación y caudal de diseño, Ubicación de la planta, Nivel tecnológico apropiado, Capacidad de operación y mantenimiento y Simplificación del sistema y nivel de financiación. Cada uno de los cuales se especifica a continuación:

- **“Dotación y caudal de diseño.** Deben satisfacerse los requerimientos mínimos de agua para la población objetivo, considerando la dotación bruta. El

caudal de diseño de la planta de tratamiento debe ser el caudal máximo diario cuando se cuente con almacenamiento, o en su defecto el caudal máximo horario.

- **Ubicación de la planta:** Los aspectos que deben considerarse en la ubicación del sistema son los siguientes:
 - 1) Disponibilidad de la tierra, en el sector, la propiedad de la tierra no es individual sino colectiva.
 - 2) Investigación geotécnica previa para establecer las condiciones geológicas del sitio.
 - 3) El sitio seleccionado no tiene acceso fluido eléctrico en las de tierra y en las de rio las conexiones son única y exclusivamente a través de panel solar.
 - 4) El terreno seleccionado debe estar alejado de toda posibilidad de inundación, debe tener un buen drenaje y adicionalmente garantizar la evacuación de agua de lavado del sistema de tratamiento; a pesar que en épocas de lluvias existen riesgos de inundaciones.
 - 5) Existen vías de acceso peatonal para el mantenimiento y manejo del sistema.”³⁸
- **“Nivel tecnológico apropiado:** Debe ser el más conveniente de acuerdo con la capacidad técnico - administrativa y financiera de la comunidad, del nivel de desarrollo y la capacidad técnico - administrativa de la entidad responsable de la operación y mantenimiento de los sistemas; además, debe tenerse en cuenta que sea de simple construcción, fácil manejo, bajo costo de operación y que el sistema sea sostenible. Por experiencia con otros resguardos el sistema de tratamiento para agua potable propuesto ha tenido un nivel tecnológico aceptable para toda la comunidad en cuanto a su mantenimiento y operación.
- **Capacidad de operación y mantenimiento:** Luego de entregada la obra se debe realizar la capacitación del personal en el control y manejo del proceso seleccionado. Con un número adecuado de usuarios para evitar monopolios, proponer sistemas de control y manejo y rotación de personal.
- **Simplificación del sistema y nivel de financiación:** La alternativa seleccionada debe ofrecer soluciones óptimas que no requieran el uso de energía eléctrica, no presenta ningún mecanismo complejo o sofisticado, es una tecnología nacional, los periodos cortos de construcción con el fin de buscar un tratamiento que ofrezca la mayor eficiencia con los menores costos de construcción, operación y mantenimiento.”³⁹

6.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE CASO

Luego del estudio del caso del sistema de tratamiento mediante el sistema bombeo solar que se planteó para solucionar las necesidades del municipio de Quibdó, se puede concluir que:

³⁸ ONG BANAER. Banco Nacional de Agua Potable y Energías Renovables. Documentos de proyecto Chocó. 2012.

³⁹ ALCALDÍA MUNICIPAL DE QUIBDÓ-CHOCÓ. 2012. *Op. Cit.*

Es un sistema que presenta algunas ventajas en relación a los tanques con un volumen de carga de 4m^3 , tales como:

- Casi no involucran obra civil ni logística – facilitan muchos proyectos en la medida que son más lejanos a nivel geográfico de centros urbanos.
- No se requiere ningún tipo de estudios (suelos, hidráulicos) para montar los tanques.
- Muy fáciles de transportar – 5 tanques de 200m^3 entran en un contenedor de 20 pies.
- Construcción muy rápida – se puede construir tanque de 100 m^3 para agua potable en 4 a 5 días con 1 técnico y 4 ayudantes.
- Aptos para cualquier tipo de ambiente según nivel de protección.
- La membrana interna mantiene el agua tratada en perfectas condiciones.
- Aptos para cualquier tipo de agua – la más básica hasta la más ácida.
- 45 diferentes opciones de diámetro – desde 1,34 m hasta 30,90 m 5 alternativas de altura – 1,59 m hasta 4,64 m. Esto da una combinación de casi 200 diferentes opciones de volúmenes para cualquier proyecto.
- Son antisísmicos y ecológicos.
- Son una opción para proyectos temporales por el hecho que pueden ser transportados entre un lugar y otro.
- Vida útil de 20 a 30 años y más.
- Fácil mantenimiento.
- Montado y manejo por una empresa local para temas de servicio post venta y proyectos futuros.

7 SOLUCIONES Y ALTERNATIVAS DE ACUEDUCTOS SOSTENIBLES EN SUBIA NORTE

En este numeral se presentan las soluciones posibles que establece la ONG BANAER, dado que esta ONG, ha planteado interés en el desarrollo de una solución de acueducto sostenible para la Vereda Subia Norte, desde el inicio del presente proyecto, por lo que se hace una breve descripción de dicha ONG, en seguida se presentan los principales problemas encontrados y finalmente se presenta la alternativa elegida para dar solución a las problemáticas en cuanto a la potabilización del agua en la vereda Subia Norte.

7.1 ONG BANAER

El Banco Nacional de Agua Potable y Energías Renovables ONG (BANAER), es una organización sin ánimo de lucro, compuesta por expertos nacionales e internacionales, que brindan apoyo a las tecnologías que se encaminen al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos en relación con los servicios públicos.

Esta ONG tiene una antigüedad de 10 años, en los cuales han recorrido el territorio colombiano

“desde Guajira a la Amazonía, del Chocó al Guainía, identificando región por región las problemáticas puntuales de las mismas en materia de agua potable y localizando las soluciones adecuadas tanto en el país como en el extranjero, de este modo solamente las soluciones que puedan aportar un cambio significativo pertenecen a su plataforma de servicios, además las compañías poseedoras de las mismas tienen que tener una hoja de vida impecable tanto en contratación como en calidad, por lo tanto se afirma que el Banco cuenta con lo mejor, manejado y aplicado por los mejores.”⁴⁰

7.1.1 Objetivo organizacional

Proteger y hacer valer el derecho de cualquier colombiano a tener agua potable en sus casas.

7.1.2 Servicios que ofrece

- Almacenamiento de millones de litros de agua potable representados, en plantas de tratamiento de uso militar.
- Planes de contingencia para cada Alcaldía y cada Gobernación del país.
- Diseño y puesta en marcha de acueductos auto-sostenibles ecológicos para poblaciones y/o albergues en un tiempo de una semana.

⁴⁰ ONG. BANAER. Presentación de la ONG [En línea] disponible en: <http://ca3colombia.org/wp-content/uploads/2012/07/presentacion-banaer-cartagena.pdf>

- Diseño y puesta en marcha de micro acueductos con energía solar para poblaciones aisladas, indígenas, afro-descendientes, veredas y escuelas.
- Investigación y desarrollo.
- Ingeniería y diseño.
- Gestión comercial.
- Formulación y planificación.
- Soporte y garantía.
- Consultoría.
- Contratación.
- Servicio pos venta.
- Muestreo y análisis físico químicos y microbiológicos de agua.
- Asesorías ambientales.
- Monitoreo y alarma temprana en inundaciones.
- Montaje y monitoreo PTAR Y PTAP.
- Proyectos de iluminación con energía solar.
- Sistemas de contención de aguas ecológicos y prevención de desastres.
- Ahorradores de energía y agua para empresas.
- Calentamiento de agua con energía solar
- Creación de micro fábricas de agua para población vulnerable.
- Captación de recursos internacionales.
- Campañas en pro de los damnificados.

La ONG BANAER, presenta soluciones factibles para veredas alejadas y lugares de difícil acceso donde la construcción de un acueducto veredal es costoso y por ende las obras quedan inconclusas.

Las soluciones que presenta esta ONG, son de fácil adquisición, a bajo costo y con facilidad de transporte sus soluciones se encuentran desde utilización de energía solar, hasta purificación del agua con un vaso (Ver gráfica 4), por lo que la iniciativa de la utilización de estas nuevas tecnologías en la vereda de Subia Norte, son de gran utilidad y permiten la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

Gráfica 4: Purificador en vaso

VASO PORTÁTIL

El **purificador en vaso** es un utensilio de precio económico que permite una total purificación del agua dulce con un sistema patentado.



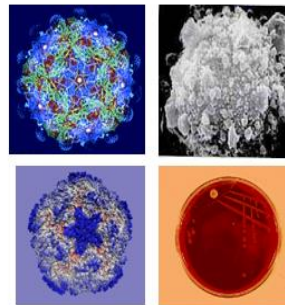
3,700 litros de agua pueden convertirse en agua potable para el consumo con solo un vaso!



=



185 botellones de 20 litros



El primer cartucho contiene un filtro en cerámica esterilizado, que permite remover el 99.99% de los sólidos suspendidos en el agua y las bacterias que se reproducen en ella como el cólera, la tifoidea, la Salmonella, el E. Coli, y virus de la Hepatitis B y el Anta.

Fuente: ONG BANAER

7.2 PRINCIPALES PROBLEMAS

Para poder establecer la alternativa para el acueducto en la vereda Subia Norte, se deben tener en cuenta el análisis de la información que aparece en el numeral 5, la cual da como resultado los principales problemas que tiene el actual acueducto presente en la vereda Subia Norte.

Del diagnóstico se concluyó que no hay un personal establecido que se encargue de garantizar un adecuado servicio de agua potable, también que el sistema de descontaminación del agua es poco efectivo, esto evidenciado en la toma de muestras y sus resultados presentados en el numeral 7.2.1, de igual forma se evidencia su falta de descontaminación en las encuestas realizadas numeral 7.2.2, donde las personas suelen presentar casos de disentería frecuentemente por la baja calidad del agua.

Los contaminantes del agua no tratada generan diferentes enfermedades en el organismo humano que pueden causar daños permanentes en el organismo e

incluso la muerte en menores de 2 años. Las enfermedades más frecuentes se presentan en la tabla 9.

Tabla 9: Cuadro de enfermedades por patógenos contaminantes del agua.

Microorganismo	Enfermedad	Síntomas
Bacterias	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente.
Bacterias	Tifus	Fiebres. Diarreas y vómitos. Inflamación del bazo y del intestino.
Bacterias	Disentería	Diarrea. Raramente es mortal en adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados.
Bacterias	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor en el digestivo. Poco riesgo de muerte.
Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado.
Virus	Poliomielitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal.
Protozoos	Disentería amebiana	Diarrea severa, escalofríos y fiebre. Puede ser grave si no se trata.
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas.

Elaboración: El autor, 2015. Basado en: http://www.who.int/water_sanitation_health/facts2004/es/

El acueducto no cuenta con una planeación a corto, mediano y largo plazo por parte del prestador, lo que hace incierto el futuro del mismo, generando la incertidumbre de lo que pueda suceder en un futuro con el acueducto actual de Subia Norte y con el abastecimiento de agua a la población.

Por otro lado, luego de la realización de las encuestas, las personas afirman que en un porcentaje del 70% de los encuestados hierven al agua para su consumo y que se han presentado enfermedades como diarrea y fiebre en las personas que han consumido el agua sin tratamiento y directamente de la llave.

De los habitantes de Subia Norte, no todos cuentan con el servicio de acueducto y los encuestados aseguran en un 90% que el agua que llega a sus casas no es limpia ni se puede tomar, ya que representa un riesgo sustentado en que el 77% de los encuestados se han enfermado de disentería o fiebre, de acuerdo con sus respuestas por ingestión de agua no tratada.

La viabilidad del proyecto radica en tres puntos importantes el primero: es la necesidad manifestada por los habitantes de realizar una mejora en el acueducto, el segundo en que se debe lograr un mayor acceso al acueducto por parte de los

habitantes y el tercero, pero no menos importante mejorar la calidad del agua que llega a los habitantes de Subia Norte.

7.2.1 Análisis del laboratorio. Toma de muestra

Para tener claras las razones de la baja calidad del agua se realizó un análisis en laboratorio, de una muestra del agua de la bocatoma, que hace parte del acueducto, esta muestra se llevó al laboratorio SIHA en Bogotá, con el fin de medir cuatro aspectos a saber:

- 1) Coliformes totales
- 2) Demanda bioquímica de oxígeno
- 3) Demanda química de oxígeno
- 4) Solidos suspendidos totales

Los resultados que se obtuvieron del análisis de la muestra se encuentran en el anexo 2, los resultados más relevantes se presentan a continuación:

Tabla 10. Resultados del informe de laboratorio

Parámetro	Unidades	Limite	Resultado	Método analítico
Coliformes totales	NMP/100ml	1	$>2420 \times 10^{-2}$	SM 9223 B
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L de O ₂	2,00	10,1	SM 5210 B-4500-OG
Demanda química de oxígeno	mg/L de O ₂	32	<32,0	SM 5220 D
Solidos suspendidos totales	mg/L de SST	20	<20,0	SM 2540 D

Elaboración: El autor, 2015. Basado en Informe número 45505 de laboratorio SIHA 16 de julio 2015

Como se observa en los resultados el total de coliformes supera el límite establecido, la superación de este límite representa un peligro para la salud de los consumidores de este líquido, teniendo en cuenta que los coliformes se definen de la siguiente manera:

- “Son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente.
- Están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades.
- Permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas.

- Se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección”⁴¹

De acuerdo a la Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (2010), establece que:

“La capacidad de reproducción de los coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc. Algunos géneros son autóctonos de aguas con residuos vegetales, como hojas en descomposición. También pueden reproducirse en las biopelículas que se forman en las tuberías de distribución de agua potable. Por estas razones y por la existencia de bacterias que responden a la definición de coliformes que no son de origen fecal y que incluso pueden ser lactosa-negativas (apareciendo como positivas si se aplica la prueba de B-galactosidasa), el grupo de los coliformes totales tiene actualmente poca utilidad como indicador de contaminación fecal.” (pág. 226)

Partiendo de los datos anteriores se puede determinar que la presencia de coliformes en un nivel mayor del límite establecido, es el que desencadena la afectación de las personas ocasionando que los habitantes y consumidores de agua se enfermen de diarrea y fiebre.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es la cantidad de oxígeno en mg/l necesaria para descomponer la materia orgánica presente mediante acción de los microorganismos aerobios presentes en el agua, así el resultado del laboratorio en cuanto a la DBO, arrojó un resultado de 10,1.

7.2.2 Resultados encuesta

Se realiza esta encuesta dado que es importante conocer el estado del agua que llega a los usuarios, las enfermedades que suscita, la calidad de esta y de así realizar un diagnóstico del estado del agua desde la fuente primaria que son los usuarios.

Realizada a pobladores de la vereda Subia Norte, se realizaron 30 encuestas en total de acuerdo a la definición de la muestra.

Teniendo la población objetivo determinada son los pobladores de la vereda Subia Norte, se procede a calcular el tamaño de la muestra para el número de encuestas a realizar de acuerdo con Mateu & Casal (2003), una muestra puede ser calculada siguiendo la fórmula:

$$N = \frac{z^2 * (p) * (1 - p)}{c}$$

N = tamaño de la muestra estimado

Z = valor Z (9,4 para el nivel de confianza del 80%)

⁴¹ RED IBEROAMERICANA DE POTABILIZACIÓN Y DEPURACIÓN DEL AGUA. Indicadores de contaminación fecal en aguas. 2010.

p = porcentaje escoger una opción, expresado como decimal (0,8 utiliza para el tamaño de muestra necesario)

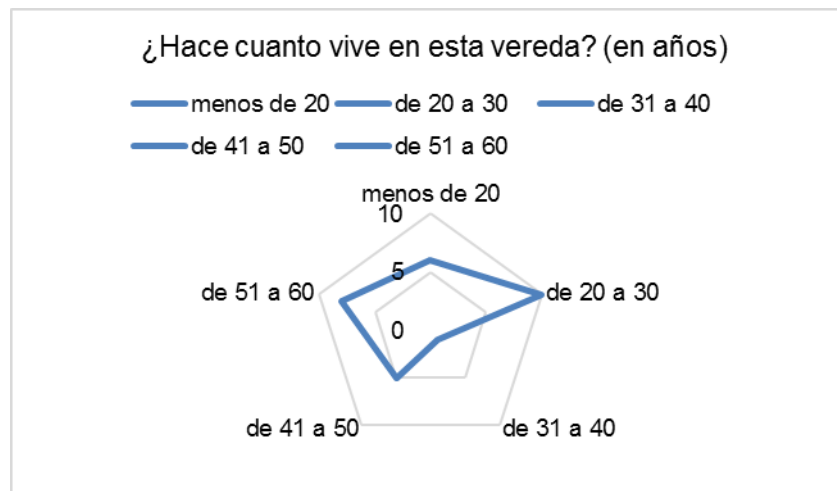
c = intervalo de confianza, expresado como decimal (0,1 = ± 1)

Para un nivel de confianza del 80% y un intervalo de confianza de 1 se obtiene un tamaño de muestra de 30,08 el cual se aproximó a 30, que son los pobladores de la vereda Subia Norte que serán encuestados.

La encuesta se realizó en el mes de junio de 2015 a 30 de los habitantes de la vereda, consta de 9 preguntas que se presentan en el Anexo 1 y los resultados se presentan a continuación.

A la pregunta 1. ¿Hace cuánto vive en esta vereda?, la mayoría de personas se encuentran en el rango 20 a 30 años, con 0 personas correspondiente al 33% del total de encuestados, de 50 a 60 años es el siguiente intervalo con 8 personas el 27% seguido de menos de 20 con 6 personas correspondiente al 20%. El intervalo más bajo es 3 a 40 años con el 3% que sería 1 persona y de 4 a 50 años con 5 personas correspondiente al 17% del total.

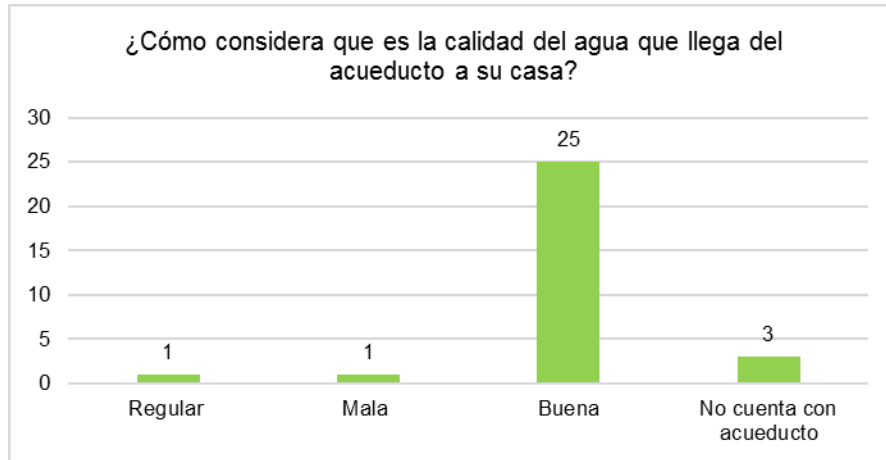
Gráfica 5. Resultados Pregunta 1



Fuente: El autor, 2015

Del 100% de los encuestados 1 persona, el 3,33% respondió que la calidad del agua que llega a su casa es regular, igualmente 1 persona el 3,33% respondieron que la calidad, la mayoría de las personas 25 en total el 83,33%, respondieron considerar la calidad del agua como buena y 3 personas el 10% no cuentan con el servicio de agua en sus casas.

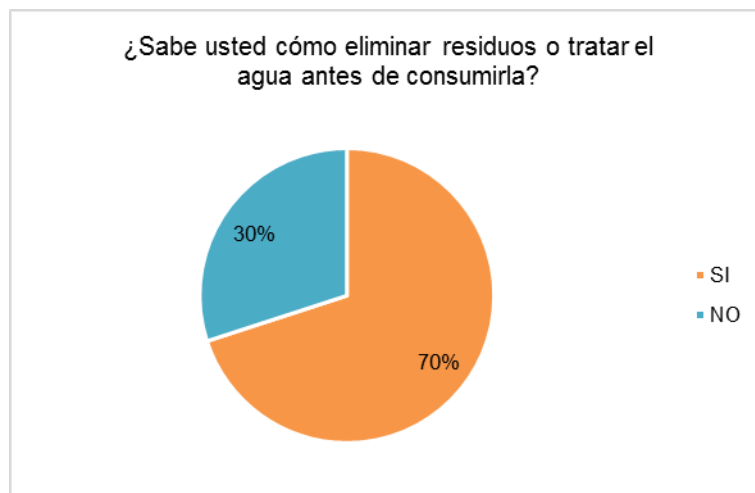
Gráfica 6. Resultados Pregunta 2



Fuente: El autor, 2015

A la tercera pregunta, el 70% 21 de los encuestados respondieron que saben cómo tratar el agua antes de consumirla y el 30% 9 personas respondieron que no, como se muestra en la gráfica 7.

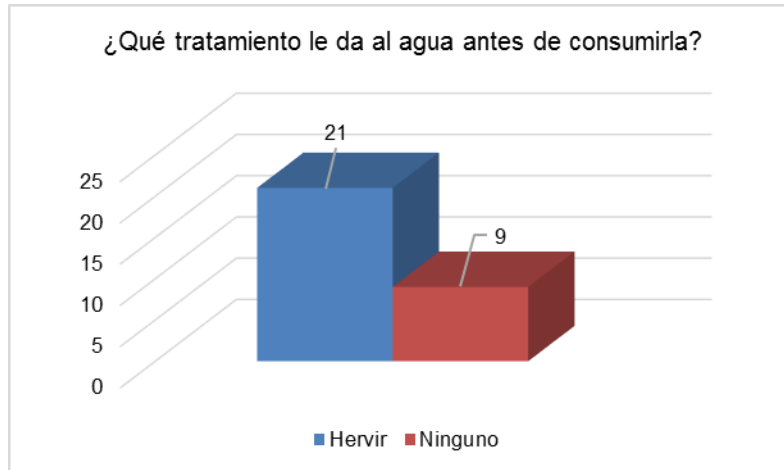
Gráfica 7. Resultados Pregunta 3



Fuente: El autor, 2015

En la gráfica 8 se observa que 21 personas el 70% respondieron que tratan en agua hirviéndola y 9 personas el 30% no la realizan ningún tratamiento al agua para eliminar residuos.

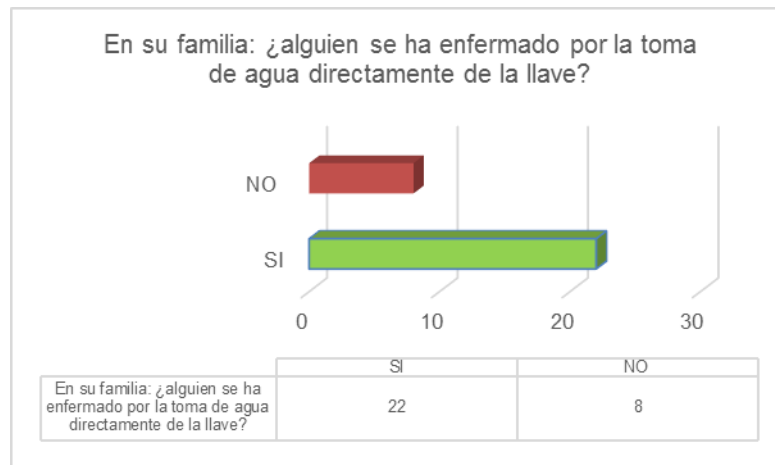
Gráfica 8. Resultados Pregunta 4



Fuente: El autor, 2015

Del total de los encuestados: 22 personas el 73,33%, respondieron positivamente a que en su familia alguien se había enfermado por tomar agua directamente de la llave, 6 personas el 26,66%, respondieron negativamente como se muestra en la gráfica 9.

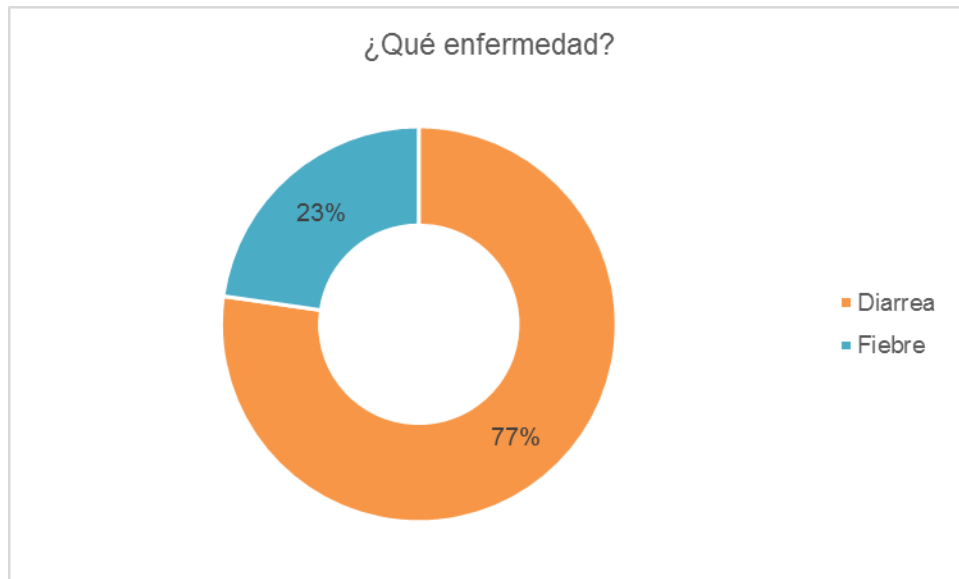
Gráfica 9. Resultados Pregunta 5



Fuente: El autor, 2015

En la gráfica 10 se establecen cuáles son las enfermedades que han presentado las personas que toman al agua directamente de la llave, el 77% respondieron que diarrea y el 23% fiebre. La diarrea por ingestión de aguas no tratadas se relaciona con la bacteria *escherichia coli*.

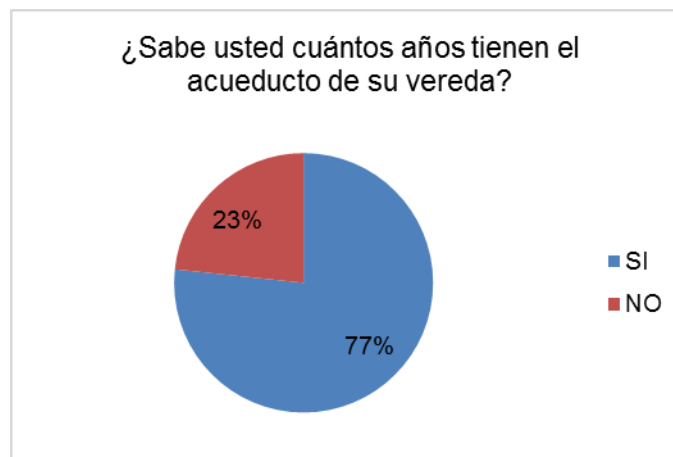
Gráfica 10. Resultados Pregunta 6



Fuente: El autor, 2015

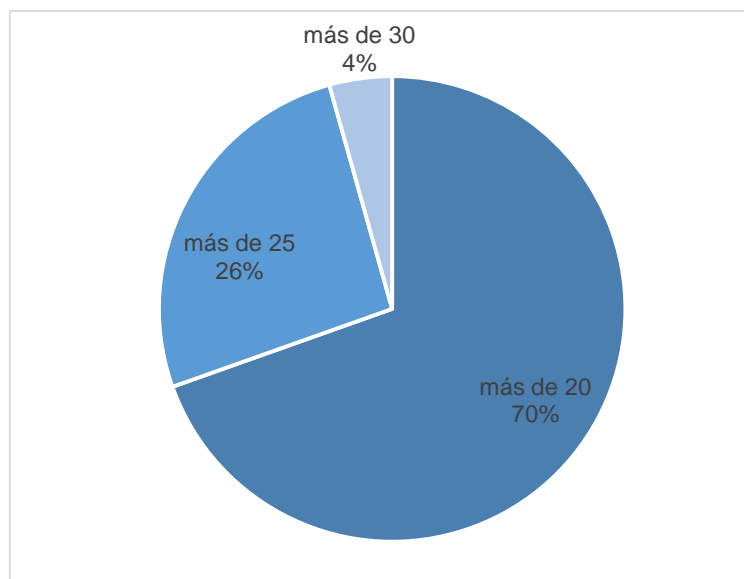
Los resultados de la pregunta 7 se presentan en las gráficas 11 y 12, en la primera se muestra que el 77% de las personas 23 para ser más exactos, saben cuántos años tiene el acueducto de su vereda y el 23% 7 habitantes no. De los 23 encuestados que afirman saber su antigüedad, tal como se muestra en la gráfica 12, 16 respondieron que tiene más de 20 años, 6 afirman que cuenta con más de 25 años y 1 persona dice que tiene más de 30 años.

Gráfica 11. Resultados Pregunta 7 (sabe ¿Cuántos años tiene el acueducto?)



Fuente: El autor, 2015

Gráfica 12. Resultados Pregunta 7 (cantidad de años del acueducto)



Fuente: El autor, 2015

En la gráfica 13, se observa que el 43% 13 personas consideran que el agua que llega a sus casa es limpia y se puede tomar sin realizar ningún tratamiento a esta, el 57% correspondiente a 17 habitantes considera que no.

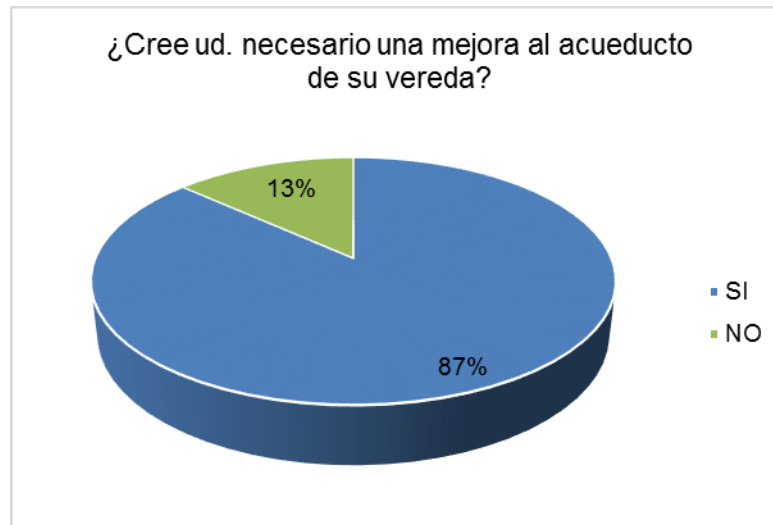
Gráfica 13. Resultados Pregunta 8



Fuente: El autor, 2015

La pregunta final, permite ver que el 87% 26 de los encuestados, consideran que SI es necesaria una mejora del acueducto de su vereda, el 13% 4 personas consideran que NO es necesaria una mejora del acueducto.

Gráfica 14. Resultados Pregunta 9



Fuente: El autor, 2015

De las encuestas realizadas se puede concluir que:

- 1) Las personas responden en mayor cantidad que, hierven el agua para poder consumirla, pero también un alto porcentaje responde que considera que el agua es limpia y se puede tomar directamente de la llave.
- 2) Aún existen personas que no cuentan con el servicio de acueducto en su casa.
- 3) La mayoría de personas aseguran que en su familia se han enfermado por la ingestión de agua sin tratar, la mayor afectación a los pobladores que se han visto enfermos es la diarrea.
- 4) El proyecto que se plantea es viable, por varios aspectos, el primero es la aceptación y afirmación por parte de una buena porción de la población en cuanto a la realización de una mejora al acueducto veredal, la segunda es lograr un mayor acceso a el acueducto, dado que aún no llega a todos los habitantes de la vereda Subia Norte.

8 DISEÑO DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA SUBIA NORTE

La alternativa que mejor se acomoda para dar solución a las actuales problemáticas tiene como principal función solucionar las falencias en cuanto a filtración y desinfección. De acuerdo a los resultados de las encuestas, las pruebas del laboratorio, la investigación en fuentes secundarias sobre acueductos sostenibles, presentes algunos de ellos en los antecedentes, y a los conocimientos del personal capacitado de la ONG BANAER, se presenta la propuesta que mejor se acomoda a las problemáticas encontradas se presenta a continuación de manera detallada.

8.1 Bocatoma

8.1.1 Captación

Está proyectada en la cota 2.800. 70 m en el rio Subia, estará formada por una bocatoma de fondo, cañuela de fondo y cámara de derivación.

Se captará el caudal mediante bocatoma de fondo; a través de la rejilla pasa el agua por un conducto de 2 ½" con una pendiente del 3% a una cámara de distribución, con el fin de aquietar y controlar el flujo, además estará previsto de un rebose de 4" que la regresará al antiguo curso y así mantener el equilibrio.

$$A = \frac{Q}{RV}$$

A = Área en m² de la rejilla, incluido el espesor de los barrotes

Q = Canal de captación en m³/seg atreves de las aberturas

V = Velocidad media en m/seg no debe ser mayor de 0.15 m/seg

E = Espacio libre entre barrotes

R = Sección útil de la rejilla

r = Espacio de cada barrote

$$R = \frac{e}{e + r}$$

Para barrotes de Ø ½" de espesor (0.0127m) con espaciamiento de 0.015m, la relación de las secciones.

$$R = \frac{e}{e + r}$$

$$R = \frac{0,015 \text{ m}}{0,15 \text{ m} + 0,0127 \text{ m}} = 0,54\text{m}$$

$$V = 0,15 \text{ m/seg} \text{ y } Q = 2,06 \text{ l/seg} = 0,002 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$A = \frac{0,002 \text{ m}^3/\text{seg}}{0,54 \text{ m} \times 0,15 \text{ m/seg}} = 0,0254$$

De acuerdo a normas se toma 3 como factor de seguridad y se adopta una rejilla

$$A = 0,0254 \times 3 = 0,0762$$

Las dimensiones de la rejilla son

Longitud = 0.30 m

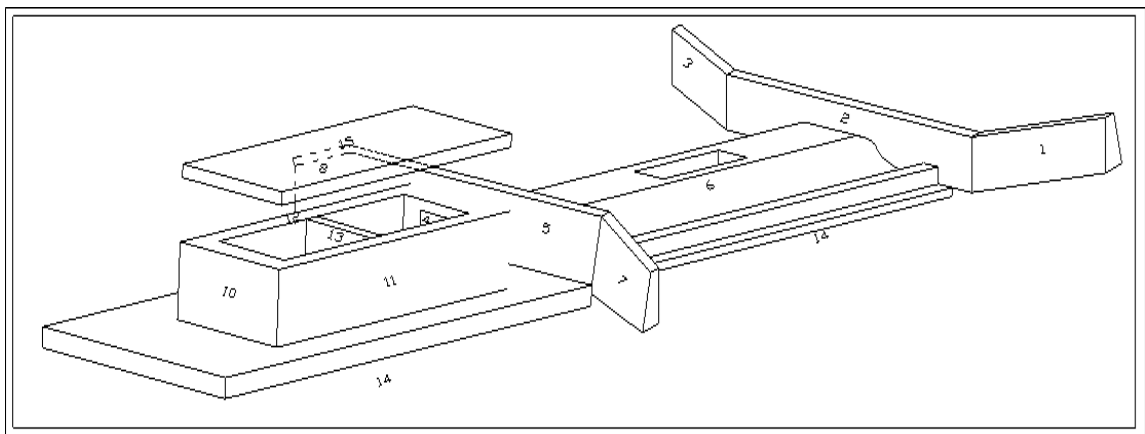
Ancho = 0.26 m

N° de varillas = 11 Ø ½"

Pasa a través de la rejilla hacia una cámara de 0.8 x 0.8 x 0.9 con una tubería de lavado de 3"

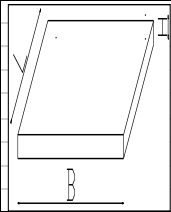
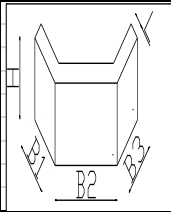
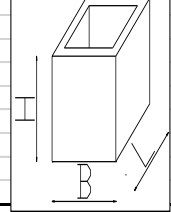
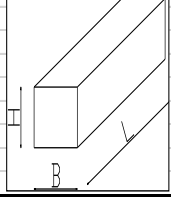
Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

El acueducto en mención no cuenta actualmente con bocatoma, por lo cual se hace necesario el diseño y construcción de esta. Se propone el siguiente diseño.



ELEMENTO	FIGURA	DIMENSIONES, AREAS Y/O VOLUMENES										
1,3,7 Y (ALETAS)		B1 (m)	B2 (m)	H (m)	H1 (m)	L (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Reforzado (m ³)	Concr.Ciclópico (m ³)	Mamposteria (m ²)
		0,25	0,25	2	0,3	1	3	0,46	1,39	1,39		
2, 5 (M. LATERALES)		B1 (m)	B2 (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Reforzado (m ³)	Concr.Reforzado (m ³)	Mamposteria (m ²)	
		0,25	0,25	1,2	2	2	0,60	1,20	1,20			
6 (C.PRESA)		B1 (m)	B2 (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Reforzado (m ³)	Concr.Reforzado (m ³)	Mamposteria (m ²)	
		1,2	0,5	1	1,5	1	1,28	1,28	1,28			
10, 13, 4 (M. LATER. CAMARA)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Reforzado (m ³)	Concr.Reforzado (m ³)	Mamposteria (m ²)		
		1,3	1,5	0	3	1,95	5,85			5,85		
11, 12 (M.FRONT. CAMARA)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Reforzado (m ³)	Concr.Reforzado (m ³)	Mamposteria (m ²)		
		2,3	1,35	0	2	3,105	6,21			6,21		
PLACAS PISO												
14 (P. PISO C. PRESA)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Concr Ciclópeo (m ³)	Concr.Reforzado (m ³)			
		1,2	0,1	1,2	1	0,14	0,14		0,14			
15 (P. PISO CAMARA)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Concr Ciclópeo (m ³)	Concr.Reforzado (m ³)			
		2,3	0,1	1,20	1	0,28	0,28		0,28			

T REFORZADO

PLACAS AEREAS										
16 (TAPA CAMARA)		B	H	L	No elementos	Volum c/elemento	Volum total	Concr Ciclópeo	Concr.Reforzado	
		(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	
		2	0,1	1	1	0,20	0,20		0,20	
									T.REFORZADO 0,20	
									CALCULO 0,20	
EXCAVACIONES										
(M. LATERALES) IZQ		B1	B2	B3	H	L	No elementos	Volum total		
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(m ³)		
		0	2	0	0,7	0,5	1	0,7		
(CAMARA)		B	H	L	No elementos	Volum total				
		(m)	(m)	(m)		(m ³)				
		2,5	0,7	1	1	1,8				
(PRESA)		B	H	L	No elementos	Volum total				
		(m)	(m)	(m)		(m ³)				
		1,2	0,5	1,5	1	0,9				
							TOTAL	3,4	m3	
							TOTAL CALC	4,0	CALCULO	
							CONGLO	70%	2,8	3
							ROCA	30%	1,2	1,5

Los materiales necesarios para la realización de la bocatoma se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Materiales bocatoma.

DESCRIPCIÓN	UNID
Excavaciones a todo costo y a cualquier profundidad	
En Conglomerado	M3
En Roca	M3
Suministro y Colocación de Concretos a todo costo	
Reforzado e impermeabilizado de 3,000 PSI	
Para muros	M3

DESCRIPCIÓN	UNID
Para placa de piso	M3
Para tapas y cajas de derivación.	M3
Acero de refuerzo de $f_y=60,000$ PSI, a todo costo	Kg
Mampostería a todo costo	
Ladrillo tolete $e=0,15$ m	M2
Pañete para recubrimiento $e=0,02$ m mortero 1:2 impermeable	M2
Instalación de accesorios	
I.Granada de 4" (Válvula de pie)	UN
I.Pasamuro de R*L 6", Long = 0.2	UN
I.Pasamuro de L*R 4" Long = 0.2	UN
I.Pasamuro de L*B 4" Long = 0.3	UN
I.Válvula lavado 4" sello elástico	UN
I.Tapón 3" PVC	UN
I.de rejilla en varilla redonda	UN
Suministro de:	
S.Granada de 4" (Válvula de pie)	UN
S.Pasamuro de R*L 6", Long = 0.2	UN
S.Pasamuro de L*R 4" Long = 0.2	UN
S.Pasamuro de L*B 4" Long = 0.3	UN
S.Válvula lavado 4" sello elástico	UN
S.Tapón 3" PVC	UN
S.de rejilla en varilla redonda	UN
S. Tubería 6" PVC Union Platino	ml

Elaboración: El autor, 2015. Basado en Información suministrada por la ONG BANAER y diseños de acueductos revisados en fuentes secundarias de información.

8.1.2 Aducción

Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

Para la aducción, se necesitarán los siguientes materiales con las especificaciones mencionadas en la tabla 12.

Tabla 12. Especificaciones para la aducción.

DESCRIPCIÓN	UNID
ADUCCION	
MANO DE OBRA	
Excavaciones a todo costo y a cualquier profundidad	
En Tierra	M3

DESCRIPCIÓN	UNID
En Conglomerado	M3
En Roca	M3
Instalación de:	
Tubería PVC , incluye localización, transporte, arreglo fondo zanja, montaje accesorios, relleno compactado y apisonado en capas de e=0,20, con material seleccionado de la misma excavación, desinfección, prueba hidráulica, retiro de sobrantes y limpieza de zanja.	
I.PVC Ø 4" RDE 41	ML
SUB-TOTAL MANO DE OBRA	
MATERIALES	
Suministro de:	
S.PVC Ø 4" RDE 41	ML
S. Uniones de Ø 4"	UN

Elaboración: El autor, 2015. Basado en Información suministrada por la ONG BANAER y diseños de acueductos revisados en fuentes secundarias de información.

8.1.3 Desarenador

Es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales a fin de evitar que ingresen, al canal de aducción, o al proceso de tratamiento y lo obstaculicen creando serios problemas.

El caudal de diseño será.

$$Qd = 2.06 \text{ l/seg}$$

La velocidad (V_s) de sedimentación según Stokes.

$$V_s = \frac{g}{18} \left(\frac{p - Y_s}{M} \right) d^2 \text{ en donde:}$$

V_s = velocidad de sedimentación (m/seg)

g = Aceleración de la gravedad (cm/seg²)

Y_s = peso específico de la partícula a sedimentar (gm/cm²)

M = Viscosidad del agua a la temperatura del agua (cm²/seg)

D = Diámetro de la partícula (cm)

$$T^{\circ}C = 10^{\circ} \text{ y } 10^{\circ}C = 0.01309 \text{ cm}^2/\text{seg}$$

$$12^{\circ} = 0.01309$$

$$12^{\circ} = 0.01309 \frac{33.3}{12 + 23.3} = 0.01234 \text{ cm}^2/\text{seg} = M$$

$$V_s = \frac{918}{18} \left(\frac{2.65 - 100}{0.01234} \right) \times (0.05)^2 = 0.170$$

$$V_s = 0.170 \text{ cm/seg} = 1.7 \text{ mm/seg}$$

Hazen propone:

$$V_s T^{\circ}C = V_s 10^{\circ}C \left(\frac{T^{\circ}C + 2330}{33.30} \right)$$

Para diámetro de 0.05mm temperatura de 10°C da en su tabla.

$$V_s 10^{\circ}C = 2.9 \text{ mm/seg}$$

$$V_s 12^{\circ}C = 2.9 \times \left(\frac{12^{\circ} + 23.3}{33.30} \right) = 3.07 \text{ mm/seg}$$

Tomando una profundidad útil de 1.50m, el tiempo que toma la partícula en tocar el fondo es:

$$T = \frac{H}{V_s}$$

Se promedian los valores obtenidos de la velocidad de sedimentación.

$$V_s = \frac{1.7 + 3.07}{2} = 2.385 = 2.39 \text{ mm/seg}$$

$$T = \frac{H}{V_s} = \frac{1500 \text{ mm}}{2.39 \text{ mm/seg}} = 627.61 \text{ seg}$$

De la relación

$$\frac{a}{t}$$

en donde

a = tiempo por retención en seg

Flinn Weston y Rogert da valores para diferentes condiciones de esta relación.

$$\frac{a}{t}$$

Con remoción de 87.5% de partículas para depósitos con buenos deflectores = 2.75

$$a = 2.75xt = 2.75 \times 627.61 = 1725.93 \text{seg}$$

La capacidad será:

$$C/Q = a \quad C = a \times Q \quad C = 1725.93 \text{ seg} \times 0.00206 \text{m}^3/\text{g}$$

$$C = 3553.69 \text{ltr} = 3.55 \text{m}^3$$

$$\text{Superficie} = A = 3.55 \text{m}^3 / 1.50 \text{m} = 2.37 \text{m}^2$$

Para la deducir las dimensiones acordes con la relación de largo a ancho, llamando x ancho y 4x la longitud.

$$4x * x = 2.37 \text{m}^2$$

$$4x^2 = 2.37 \text{m}^2$$

$$x^2 = \frac{2.37 \text{m}^2}{4} \quad x = \sqrt{\frac{2.37 \text{m}^2}{4}}$$

$$x = 0.80 \text{m} = 1 \text{m} = \text{ancho}$$

Luego la longitud es:

$$4 \times 0.77 \text{m} = 3.08$$

Por lo tanto las dimensiones son:

$$\text{Ancho} = 0.80 \text{ m}$$

$$\text{Longitud útil} = 3.20 \text{ m}$$

$$\text{Altura útil} = 1.50 \text{ m}$$

Este desarenador es construido por una cámara de entrada y aquietamiento de sección rectangular de 0.50 m por 0.80 m de ancho del desarenador y una profundidad de 0.60 m la cual recibe el flujo que descarga la tubería que llega de la bocatoma y entrega en el tanque desarenador a través de 10 orificios de 2" cada uno, es decir por cada orificio pasa un caudal de:

$$Q = \frac{0.00206m/seg}{10} = Q = 0.000206m^3/seg$$

$V =$ que pasa por cada uno es:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.000206m^3/seg}{(3 \times 0.0254m)^2} = 0.045m/seg$$

Las pérdidas (Mf) de energía al pasar por estos orificios es:

$$H_f = \frac{V^2}{2g} = \frac{\left(\frac{0.045m}{seg}\right)^2}{2\left(\frac{9.81m}{seg^2}\right)} = 0.0023m$$

Estas pérdidas (Hf) se pueden considerar despreciables.

La salida está conformada por un vertedero rectangular de los 0.80, m de ancho del desarenador:

$$Q = 1.84 l H^{3/2}$$

$L =$ Ancho del desarenador

$$H = \frac{Q}{1.84l} = \left(\frac{0.00206m^3/seg}{1.84 \times 0.80m}\right)^{2/3}$$

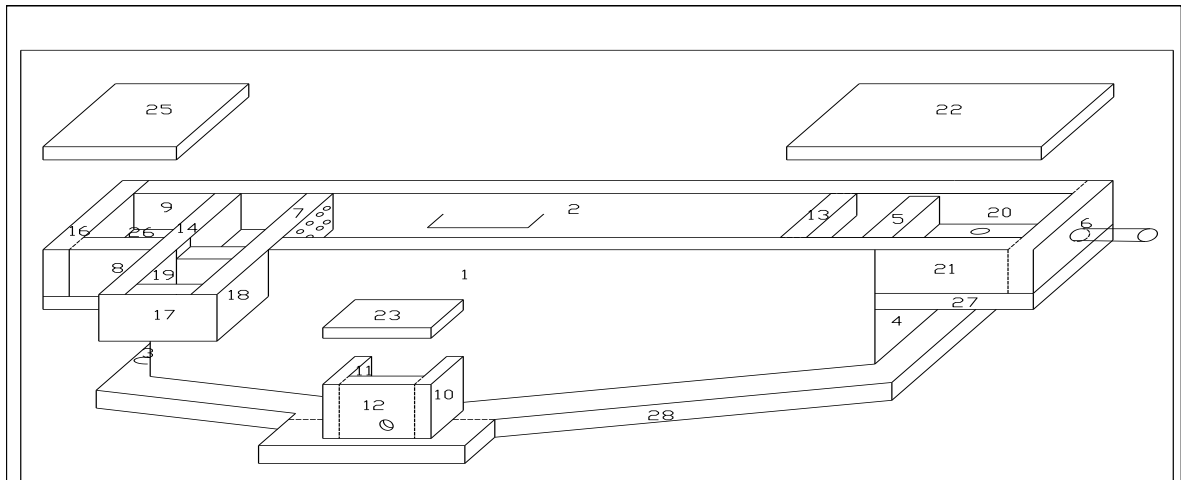
$$H = 0.0093m$$

Se asumen 2cm con lo cual

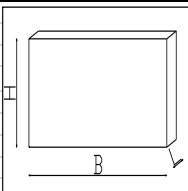
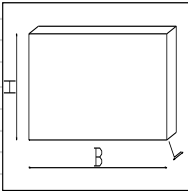
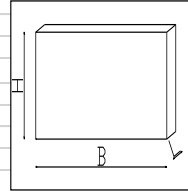
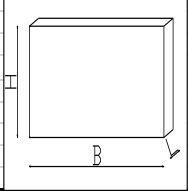
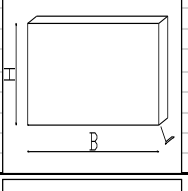
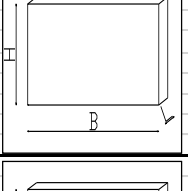
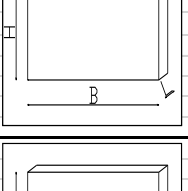
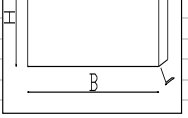
$$Q = 1.84 \times 0.80m \times (0.02m)^{3/2}$$

$$Q = 0.0042m^3/seg \quad Q = 4.2 l/seg$$

El acueducto no cuenta actualmente con desarenador, por lo cual se hace necesario el diseño y construcción de esta. Se propone el siguiente diseño.



ELEMENTO	FIGURA	DIMENSIONES, AREAS Y/O VOLUMENES									
		B1 (m)	B2 (m)	H1 (m)	H2 (m)	H3 (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
1,2 (M.FRONT. PCIPAL)		1,6	3,20	1,50	1,70	1,5	2	1,50	3,01	3,01	
		L (m)									
		0,2									
3,4 (MLATER.)		B (m)	H (m)	L (m)		No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)	
		1,4	1,5	0,2		2	0,42	0,84	0,84		
6 (MLAT.SALID)		B (m)	H (m)	L (m)		No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)	
		1,5	0,8			1	1,20	1,20		1,20	
20, 21 (MLAT.)		B (m)	H (m)	L (m)		No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)	
		0,65	0,8			2	0,52	1,04		1,04	

7 (PANT.)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		1	0,8	0,15	1	0,12	0,12	0,12	
17 (M. FRONTAL.CJA ENTR) EXCESOS		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		0,85	0,77		1	0,655	0,65		0,65
10,11 (MLAT.CJA LAV) LAVADO		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		0,75	0,5		2	0,38	0,75		0,75
12 (MFRON.CJA LAV) LAVADO		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		1	0,5		1	0,50	0,50		0,50
13 (MTABIQUE)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		1	0,3	0,15	1	0,05	0,05	0,05	
18,19 (MLAT.VERT.EXCE) EXCESOS		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		0,5	0,77		2	0,39	0,77		1,54
8,9 (MLATER.ENTR.Y AQUIET) CAJA VALVULA		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		0,75	0,5		2	0,38	0,75		1,50
16 (MLAT. CAJA VALVU)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		0,9	0,5		1	0,45	0,45		0,45

PLACAS AEREAS											
22 (TAPA CJA SALIDA) TAPA Y PISO		B	H	L	No elementos	Volum c/elemento	Volum total	Concr Reforzado	Mampostería		
		(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ²)		
		1	0,10	1,2	2	0,120	0,24	0,24			
25 (TAPA CJA LAV.) VALVULAS		B	H	L	No elementos	Volum c/elemento	Volum total	Concr Reforzado	Mampostería		
		(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ²)		
		0,9	0,07	0,75	1	0,05	0,05	0,05			
23 (PLC. ENTR Y AQUIT.)		B	H	L	No elementos	Volum c/elemento	Volum total	Concr Reforzado	Mampostería		
		(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ²)		
		1,5	0,10	0,8	2	0,12	0,24	0,24			
PLACAS PISO											
28 (PLCA PISO.)		L1	L2	L3	L4	H	No elementos	Volum c/elemento	Volum total	Concr Reforzado	Mampostería
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ²)
		4,8	1,2	1	0,75	0,20	1	1,30	1,30	1,30	
EXCAVACIONES											
		L1	L2	L3	L4	H	No elementos	Volum c/elemento	Volum total		
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)		
		4,8	1,2	1	0,75	1,00	1	6,51	6,51		
								TOTAL	6,5	m3	
								TOTAL CALC	7,0	CALCULO	
								TIERRA	40%	2,8	3
								CONGLO	40%	2,8	3,0
								ROCA	20%	1,4	1,5

Los materiales necesarios para realizar el desarenador se presentan en la tabla 13.

Tabla 13. Materiales desarenador.

DESCRIPCIÓN	UNID
Excavaciones a todo costo y a cualquier profundidad	
En Tierra	M3
En Conglomerado	M3
En Roca	M3
Suministro y colocación de recebo apisonado	M3
Suministro y Colocación de Concretos a todo costo	
Reforzado e impermeabilizado de 3,000 PSI	
Para muros	M3

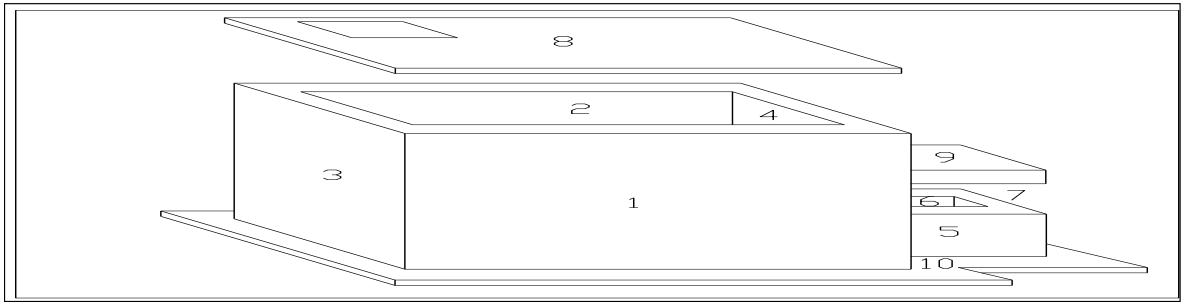
DESCRIPCIÓN	UNID
Para placa de piso	M3
Para tapas y cajas de derivación.	M3
Acero de refuerzo de $f_y=60,000$ PSI, a todo costo	Kg
Mampostería a todo costo	
Ladrillo tolete $e=0,15$ m	M2
Pañetes a todo costo	
Pañete para recubrimiento $e=0,02$ m mortero 1:2 impermeable	M2
Pañete para recubrimiento $e=0,02$ m mortero 1:3 impermeable	M2
Instalación de accesorios	
I.Escalones	GI
I.Pasamuro B*L 4" Long = 0.30 mts	UN
I.Pasamuro L*L 4" Long = 0.25 mts	UN
I.Pasamuro L*L 3" Long = 0.25 mts	UN
I.Pasamuro L*B 3" Long = 0.30 mts	UN
I.Válvula 4" Sello Elastico	UN
I.Válvula 3" Sello elastico	UN
Suministro de:	
S.Escalones	GI
S.Pasamuro B*L 4" Long = 0.30 mts	UN
S.Pasamuro L*L 4" Long = 0.25 mts	UN
S.Pasamuro L*L 3" Long = 0.25 mts	UN
S.Pasamuro L*B 3" Long = 0.30 mts	UN
S.Válvula 4" Sello Elastico	UN
S.Válvula 3" Sello elastico	UN
S.Tee 3" PVC	UN
S.Codo 3" PVC	UN
S.Tubería \varnothing 3" RDE 32,5	ML

Elaboración: El autor, 2015. Basado en Información suministrada por la ONG BANAER y diseños de acueductos revisados en fuentes secundarias de información.

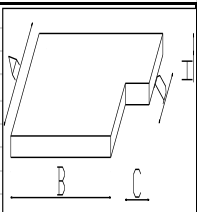
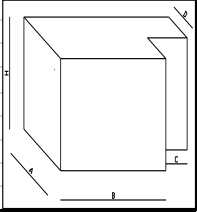
8.1.4 Conducción

Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

Se plantea para este acueducto el siguiente diseño de la cámara de quiebre:



ELEMENTO	FIGURA	DIMENSIONES, AREAS Y/O VOLUMENES							
1,2,3, 4 (M.FRONT Y LATER.)		B (m)	H (m)		No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		1	1		4	1,00	4,00		4,00
5,6 (M.LATER SALIDA)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		0,65	0,5		2	0,33	0,65		0,65
7 (M.FRONT SALIDA)		B (m)	H (m)	L (m)	No elementos	Area c/elemento (m ²)	Area total (m ²)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		0,5	0,5		1	0,25	0,25		0,25
								TOTAL	T.MAMPOSTERIA
									4,90
								CALCULO	4,90
PLACAS AEREAS									
8 (PLACA AEREA PPAL)		B (m)	L (m)	H (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		1,3	1,3	0,08	1	0,14	0,14	0,14	
9 (PLAC. AEREA . SALIDA)		B (m)	L (m)	H (m)	No elementos	Volum c/elemento (m ³)	Volum total (m ³)	Concr Reforzado (m ³)	Mampostería (m ²)
		0,65	0,65	0,08	1	0,03	0,03	0,03	
							TOTAL	REFORZADO	0,17
								CALCULO	0,20

		PLACAS PISO										
10 (PLCA PISO)		A (m)	B (m)	C (m)	D	H	No elementos	Volum c/elemento (m³)	Volum total (m³)	Concr Reforzado (m³)	Mampostería (m²)	
		1,5	1,5	0,65	1	0,15	1	0,44	0,44	0,44		
								TOTAL		T.P. PISO		
								0,44				
								CALCULO		0,50		
		EXCAVACIONES										
		A (m)	B (m)	C (m)	D	H	No elementos	Volum c/elemento (m³)	Volum total (m³)			
		1,6	1,4	0,8	0,9	0,6	1	1,78	1,78			
								TOTAL	1,78	m3		
								TOTAL CALC	2,0	CALCULO		
								TIERRA	40%	0,8	0,8	34,4
								CONGLO	40%	0,8	0,8	34,4
								ROCA	20%	0,4	0,4	17,2

Los materiales necesarios para la conducción se presentan en la tabla 14.

Tabla 14. Materiales conducción.

DESCRIPCIÓN	UNID
Excavaciones a todo costo y a cualquier profundidad	
En Tierra	M3
En Conglomerado	M3
En Roca	M3
Instalación de:	
Tubería PVC , incluye localización, transporte, arreglo fondo zanja, montaje accesorios, relleno compactado y apisonado en capas de e=0,20, con material seleccionado de la misma excavación, desinfección, prueba hidráulica, retiro de sobrantes y limpieza de tubería	
I.PVC Ø 4" RDE 41	ML
SUB-TOTAL MANO DE OBRA	
MATERIALES	
Suministro de:	
S.PVC Ø 4" RDE 41	ML
S. Uniones de Ø 4".	UN

Elaboración: El autor, 2015. Basado en Información suministrada por la ONG BANAER y diseños de acueductos revisados en fuentes secundarias de información.

8.2 Tanque de almacenamiento

Para la realización del tanque, se necesitan determinados materiales, los cuales se presentan los materiales necesarios para la realización del tanque de almacenamiento en la tabla 15.

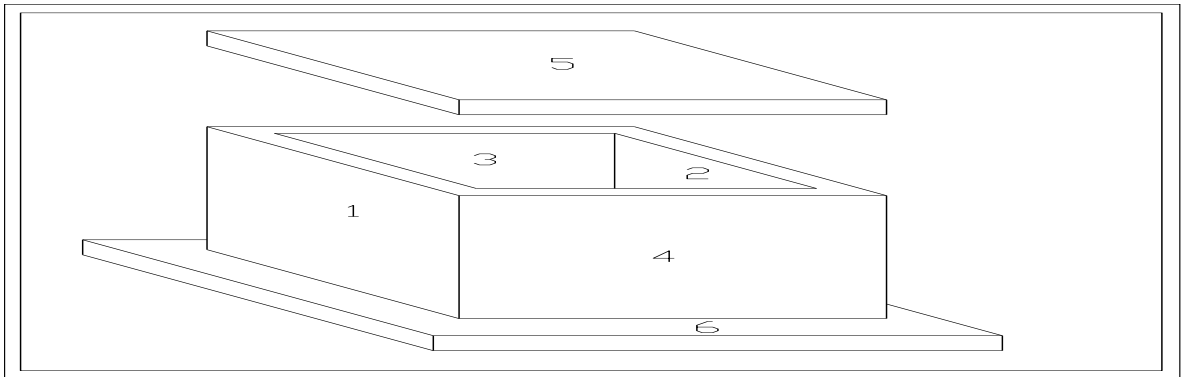
Tabla 15. Materiales necesarios para la realización del tanque de almacenamiento.

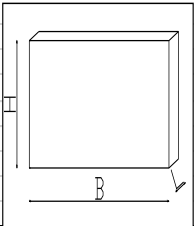
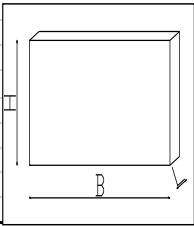
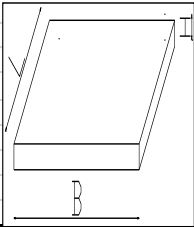
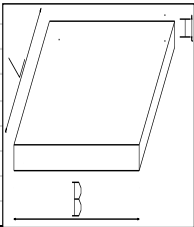
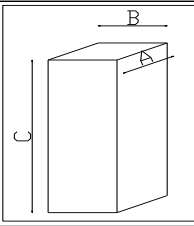
DESCRIPCIÓN	UNID
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 90 MTS³	
MANO DE OBRA	
Excavaciones a todo costo y a cualquier profundidad	
En Tierra	M3
En Conglomerado	M3
En Roca	M3
Suministro y colocación de recebo apisonado	M3
Suministro y Colocación de Concretos a todo costo	
Reforzado e impermeabilizado de 3,000 PSI	
Para muros	M3
Para placa de piso	M3
Para tapas y cajas de derivación.	M3
Acero de refuerzo de fy=60,000 PSI, a todo costo	Kg
Mampostería a todo costo	
Ladrillo tolete e=0,15 m	M2
Pañete para recubrimiento e=0,02 m mortero 1:2 imperm	M2
Instalación de accesorios	
I.Escalones	GI
I.Pasamuro B*L 4" Long = 0.35 mts	UN
I.Pasamuro R*B 4" Long = 0.35 mts	UN
I.Pasamuro R*L 3" Long = 0.35 mts	UN
I.Pasamuro B*L 3" Long = 0.35 mts	UN
I.Válvula 4" HD Sello Elastico (AWWA C-509)	UN
I.Válvula 3" HD Sello Elastico (AWWA C-509)	UN
I.Granada de 4"	UN
SUB-TOTAL MANO DE OBRA	
MATERIALES	
Suministro de:	
S.Escalones	GI
S.Pasamuro B*L 4" Long = 0.35 mts	UN
S.Pasamuro R*B 4" Long = 0.35 mts	UN

DESCRIPCIÓN	UNID
S.Pasamuro R*L 3" Long = 0.35 mts	UN
S.Pasamuro B*L 3" Long = 0.35 mts	UN
S.Válvula 4" HD Sello Elastico (AWWA C-509)	UN
S.Válvula 3" HD Sello Elastico (AWWA C-509)	UN
S.Granada de 4"	UN
S.Tee 4" PVC	UN
S.Codo 4" PVC	UN
S.Codo 3" PVC	UN

Elaboración: El autor, 2015. Basado en Información suministrada por la ONG BANAER y diseños de acueductos revisados en fuentes secundarias de información.

Finalmente se presenta el diseño de las cámaras de purgas y ventosas.



ELEMENTO	FIGURA	DIMENSIONES, AREAS Y/O VOLUMENES							
1 y 2 (MLATERALES)		B	H	L	No elementos	Area c/elemento	Area total	Concr Reforzado	Mampostería
		(m)	(m)	(m)		(m ²)	(m ²)	(m ³)	(m ²)
		0,9	1		2	0,90	1,80		1,80
3 y 4 (MLATERALES)		B	H	L	No elementos	Area c/elemento	Area total	Concr Reforzado	Mampostería
		(m)	(m)	(m)		(m ²)	(m ²)	(m ³)	(m ²)
		0,6	1		2	0,60	1,20		1,20
								T.MAMPOSTERIA	
									3,00
								CALCULO	3,00
PLACAS AEREAS									
5 (PLACA AEREA)		L	B	H	No elementos	Volum c/elemento	Volum total	Concr Reforzado	Mampostería
		(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ²)
		0,9	0,9	0,08	1	0,06	0,06	0,06	
								T. REFORZADO	
									0,06
								CALCULO	0,10
PLACAS PISO									
6 (PLCA PISO)		L	B	H	No elementos	Volum c/elemento	Volum total	Concr Reforzado	Mampostería
		(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ²)
		1,1	1,1	0,15	1	0,18	0,18	0,18	
								T. REFORZADO	
								TOTAL	0,18
								CALCULO	0,20
EXCAVACIONES									
		A	B	H	No elementos	Volum c/elemento	Volum total		
		(m)	(m)	(m)		(m ³)	(m ³)		
		1,2	1,2	0,8	1	1,15	1,15		
							TOTAL	1,15	m3
							TOTAL CALC	1,20	CALCULO
TIERRA							30%	0,36	0,35
CONGLO							30%	0,36	0,35
ROCA							40%	0,48	0,50

8.3 Planta de tratamiento de agua potable PTAP

Este tipo de planta es la que mejor se ajusta a las necesidades específicas que se necesitan para la comunidad, esta planta trabajaría 12 horas diarias. Se tendría una distribución aproximada de entre 120 0 140 litros por persona para garantizar los requerimientos de la norma RAS.

Fotografía 4: Planta de tratamiento de agua potable 6 LPS



Fuente: ONG BANAER

Esta planta de tratamiento de agua potable garantiza un efluente de alta calidad y durabilidad de la planta mayor a quince (15) años. Está construida en fibra de vidrio, sencilla de operar y garantiza en la consecución de los repuestos.

Las características de esta planta de tratamiento de agua potable son:

Canal aforo y mezcla rápida

Se instala una cámara de medición con vertedero triangular y reglilla para aforar el caudal de entrada a la planta de tratamiento, la cual también servirá para efectuar la mezcla y homogenización de los químicos.

Coagulación

En el agua se encuentra material suspendido mayor o menormente dispersos y en gran porcentaje coloides. Cada partícula se encuentra estabilizada por cargas eléctricas negativas sobre su superficie, haciendo que repela las partículas vecinas. La coagulación desestabiliza estos coloides al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados.

Los coagulantes que pueden emplearse son los coagulantes de sales metálicas inorgánicas, los más empleados son el cloruro férrico y el sulfato de aluminio. Se descarta la utilización de estos dos últimos por conveniencias técnicas y económicas.

En la selección del coagulante, debe tenerse en cuenta su facilidad de adquisición, almacenamiento, manejo, seguridad y dosificación. No deben usarse aquellos

productos fácilmente deteriorables o que requieran condiciones muy específicas para su manejo y conservación. Dentro de la amplia gama de coagulantes, debe escogerse aquel que no vaya a tener efectos nocivos sobre la calidad física, química o biológica del agua tratada y que represente un efecto favorable sobre el tamaño del flóculo y sobre la velocidad de asentamiento.

Teniendo en cuenta las razones expuestas anteriormente, se utilizaría sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ con algún auxiliar de coagulación, la dosificación debe estar sujeta a las condiciones específicas del diseño para evitar contaminación en la calidad del agua.

Sedimentación:

La sedimentación es la eliminación de sólidos suspendidos en el agua por asentamiento gravitacional. Los sedimentadores por gravedad se clasifican en tres grandes tipos: sedimentación simple, unidades de contacto de sólidos y asentadores de planos inclinados.

Filtración en medio granular

La filtración en medio granular es, por lo general, aplicable en la eliminación de sólidos suspendidos en el intervalo de 5 a 50 mg/L, cuando se desea un afluente con una turbidez < 1 UNT.

Un filtro dual o bicapa, es una respuesta para proporcionar una filtración de gruesa a fina en un flujo descendente. Los dos materiales seleccionados tienen distinto tamaño de grano y diferente peso específico. Comúnmente estos filtros están conformados por antracita molida y arena sílice así:

Antracita : 1.00 mm $\gamma = 1,60$ h = 0,50 m

Arena : 0,50 mm $\gamma = 2,65$ h = 0,30 m

La antracita gruesa permite una penetración más profunda en el lecho y proporciona jornadas de filtros más largas a velocidades mayores de filtración (tasas equivalentes a $5 \text{ GPM} / \text{pie}^2 = 2,93 \text{ LPS} / \text{m}^2 = 253 \text{ m}^3 / \text{día} / \text{m}^2$).

Desinfección

Entre los procesos de desinfección que pueden realizarse esta la de electrolisis, es decir, que funciona con sal común y produce el hipoclorito de sodio en "situ", se plantea el uso de la unidad PURIPAK-2.

Fotografía 5: Unidad PURIPAK-2



Fuente: ONG BANAER

Las operaciones básicas del agua realizadas en la unidad PURIPAK-2 son las siguientes:

- Sistema de llegada del agua cruda a la Cámara de Aforo y Mezcla
- Cámara de Aforo, mezcla de productos químicos y agua cruda en un compartimiento de agitación hidráulica.
- Floculación o formación de flóculos en una cámara de aquietamiento de flujo ascendente.
- Sedimentación de las partículas pesadas y livianas (lodos) en un compartimiento dotado de módulos (Tubos inclinados) para acelerar el precipitado y el clarificado del agua.
- Filtración sobre lechos de arena y carbón activado alojados en un compartimiento dotado con Boquillas fabricadas en polipropileno con ranuras de 0.4 mm para evitar el paso de arenas al tanque de almacenamiento.
- Sistema de Auto lavado con agua tratada para la zona de filtración
- Sistema de dosificación de Químicos por medio de bombas de dosificación tipo diafragma.

Materiales necesarios

Resinas

Tanque y accesorios

Barrera Corrosiva

Resina Poliéster Isoftálica ref.: Cristalán 870 de Andercol, apta para almacenamiento de agua potable de consumo humano.

Laminado Estructural:

Resina Poliéster Ortoftálica, ref.: Cristalán 805 de Andercol.

Tuberías y accesorios

La interconexión de las diferentes estructuras que intervienen en el proceso de tratamiento y líneas de impulsión serán en PVC de alta presión y en PVC sanitario para los desagües. Las válvulas a utilizar serán tipo mariposa en hierro fundido con discos en acero sellos en EPDM.

Con el desarrollo de esta solución propuesta de acueducto auto-sostenible, se pretende:

- Disminuir la cantidad de coliformes presentes en el agua del acueducto que llegan a las casas de los pobladores de Subia Norte.
- Minimizar los riesgos a la salud de los habitantes de la vereda Subia Norte por ingestión de agua contaminada.
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la vereda Subia Norte, teniendo un acceso continuo al servicio de agua potable.

8.3.1 Almacenamiento y distribución

Para la ubicación de los tanques deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones, presentadas en la tabla 16.

Tabla 16. Recomendaciones para ubicación de tanques.

RECOMENDACIONES
Es conveniente que se ubique un tanque inmediatamente aguas debajo de las plantas de tratamiento.
Los tanques urbanos deben localizarse lo más cerca posible de la red de distribución partiendo los puntos altos de la población y asegurando el mantenimiento de presiones adecuadas.
El área para el emplazamiento del tanque no podrá situarse en zonas que presenten drenaje natural de agua lluvia o que sea susceptibles de inundaciones. En caso de que exista la posibilidad del paso de agua lluvias en las cercanías del tanque, deben evitarse infiltraciones hacia el interior del tanque.
La localización del tanque debe garantizar la presión mínima en la red de distribución.
Si el tanque es enterrado o semienterrado, debe estar alejado de cualquier fuente de contaminación, tales como pozos sépticos, depósitos de basuras, letrinas, sumideros, corrales, etc. Y debe tener cubierta.

Fuente: Autor 2016

Dado que el acueducto, se cataloga en un nivel bajo de complejidad, se establece que para la red de distribución, se debe contar con un tanque de almacenamiento.

Se deben medir regularmente las presiones a la entrada y la salida en las horas de máximo consumo, por lo menos una vez al mes.

8.4 Distribución

La red de distribución, se debe realizar con un conocimiento previo de las características topográficas de la población actual y futura de la vereda Subia Norte. Las calles del municipio. Los cursos del agua, y la localización de los demás servicios públicos.

La distribución se da en desde la línea matriz, conocida como red de distribución entre el tanque de almacenamiento y la red de distribución, funcionará a presión por gravedad.

Las condiciones del diseño de la línea matriz son:

Caudal de Diseño=57,3L/s (Caudal recomendado por el diseñador, varía según la demanda requerida)

Material de la tubería: PVC, RDE 41.

Presión de servicio= 88 mca.

Coefficiente de Rigurosidad de Hazen-Williams=150

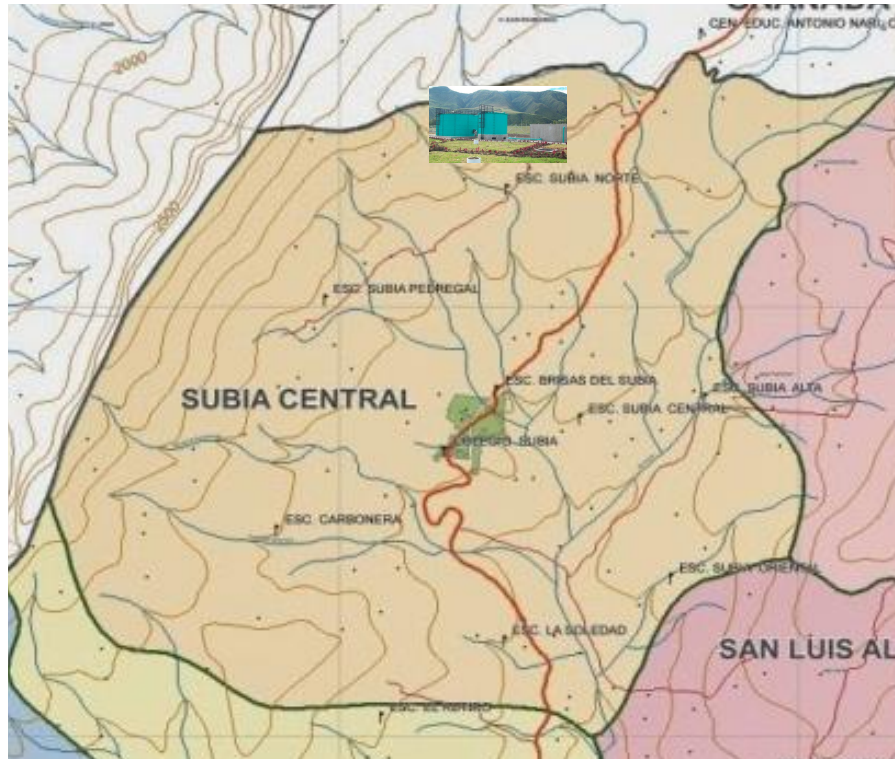
Cota nivel de agua mínima del tanque= 61,90

Cota de proyecto en el nodo de entrada, $1=43,55-1,00=42,55$ (profundidad mínima)

Longitud real de la conducción, $L=200\text{m}$.

La localización del proyecto se realizará en la parte alta del municipio cerca de la escuela de Subia Norte. Con el fin de abastecer a toda la vereda. En el mapa 3 se presenta la localización de la planta de tratamiento de agua, lugar elegido tentativamente por el autor del proyecto.

Mapa 3. Mapa de localización del proyecto.



Fuente: El autor basado en: <http://silvania-cundinamarca.gov.co>

Se elige este lugar por ser uno de los puntos más altos de la vereda Subia Norte, también porque sus predios son propicios para la localización de la planta de tratamiento.

9 PRINCIPALES RESULTADOS

Los resultados de esta investigación, se presentan con el fin de establecer un precedente para nuevas investigaciones en cuanto a proponer soluciones y alternativas en acueductos auto-sostenibles.

Para poder establecer cuál es la mejor alternativa para un determinado acueducto, se deben tener en cuenta varios puntos estos son:

- Saber si existe algún acueducto veredal, vecinal, municipal o departamental.
- Hacer visitas presenciales al acueducto y conocer el estado de los tanques, los afloros, el desarenado y en general de todo el sistema que compone el acueducto.
- Conocer la forma de desinfección que le realizan al agua
- Realizar análisis de laboratorio con el fin de conocer el estado del agua residual del acueducto de existir, de no existir acueducto alguno, se debe realizar una toma de muestra del agua que llega a las casas.

Para poder establecer una propuesta de acueductos auto-sostenibles, se debe tener en cuenta el contexto del acueducto actual o suministro de agua presente en el municipio vereda o ciudad.

Se debe conocer el estado actual del acueducto y el agua potable que se extrae luego de su tratamiento por medio de la realización de pruebas en laboratorios especializados.

Se debe conocer lo que los pobladores piensan sobre la calidad del agua y que tanto conocen de su acueducto.

La propuesta se debe realizar de forma concisa y con el fin de dar solución a los problemas encontrados.

Luego de tener estos puntos claros y los resultados de los laboratorios se deben conocer las condiciones del terreno de ser necesaria la construcción del acueducto.

Si el acueducto existe, se deben tener claro cada paso para que se llegue a la potabilización del agua, en este punto se pueden tomar las decisiones acertadas para mejorar la calidad del agua y la calidad de vida de las personas.

Cuando se decida por algún tipo de acueducto sostenible, se deben tener en cuenta los factores propios del contexto, es decir que el bombeo con energía

solar, por ejemplo, no se puede utilizar con la misma efectividad en un lugar despejado o si los afluentes de agua no son los adecuados.

10 CONCLUSIONES

Luego del desarrollo del presente trabajo de grado, se concluye que:

1. El desarrollo del diagnóstico del estado actual del acueducto de Subia Norte, con el fin de establecer los problemas que presenta este acueducto, se identifican las principales falencias y prioridades a solucionar con el planteamiento de soluciones y alternativas en acueductos auto-sostenibles.
2. De acuerdo con los análisis realizados del acueducto actual, se encuentran as fallas existentes, al igual que se prioriza el mejoramiento de la calidad del agua, dado que los habitantes y el resultado de la prueba realizada en el laboratorio al agua de consumo en Subia Norte, con el fin de disminuir las enfermedades relacionadas con la calidad del agua para consumo.
3. La ONG BANAER, tiene la iniciativa de realizar un acueducto auto sostenible en la vereda, por lo cual su presentación y parte de la solución planteada se realiza desde las propuestas realizadas por dicha ONG, sin embargo existen puntos importantes que no permiten tener claridad total en dicha propuesta y ello tiene que ver con la bocatoma y el almacenamiento y distribución del agua, por lo que se propone esta desde investigaciones en fuentes secundarias de información a fin de presentar una solución completa.
4. La alternativa planteada, se propone mejorar la eficiencia de la distribución del agua, su calidad y también mejorar la vida de la población de Subia Norte.
5. Se hace importante, se realice en el tanque el proceso de contacto con el cloro, dado que, de esta manera, se disminuye significativamente los microorganismos presentes en el agua.

11 REFERENCIAS

ALCALDÍA MUNICIPAL DE QUIBDÓ-CHOCÓ. Estudio y diseño de un sistema de tratamiento modular para agua potable con bombeo solar, desinfección “in situ” y tanques de almacenamiento y distribución en acero galvanizado, para los corregimientos de Tutunendo, Guayabal, Pacurita, Las Mercedes, El Llano y Mojaudo en el municipio de Quibdó en el departamento de Chocó. 2012.

BOGOTANA DE AGUAS S.A. y Foster Ingeniería Ltda, 2012

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA. Documento Conpes 3810. Bogotá. 2014

FUNDACIÓN FEMSA. [En línea] Disponible en:
<http://www.fundacionfemsa.org/assets/009/19212.pdf>

GOBERNACIÓN DE CALDAS. Estudios y diseños de acueducto y saneamiento básico en los municipios del departamento de caldas zona 2. fase de diseño centro poblado Maltería municipio de Manizales. 2011 [en línea] Disponible en:
http://gobnaciondecaldas.gov.co/contratos/public/php/upload/10-6-138/FASE_DISE_O_ACUEDUCTO_MALTERIA.pdf

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos & BAPTISTA LUCIO Pilar. McGraw-Hill Interamericana. México, D. F. 2003.

LENTINI, Emilio. Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito. CEPAL, Naciones Unidas. Santiago de Chile. 2010.

MUNICIPIO DE SIVANIA. Página oficial:

http://www.silvania-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto Número 1575 de 2007.

OLIVER, J. M^a. Oxidación química para depurar aguas residuales industriales Resultados del proceso OHP en un caso real. 1999.

ONG. BANAER. Presentación de la ONG [En línea] disponible en:
<http://ca3colombia.org/wp-content/uploads/2012/07/presentacion-banaer-cartagena.pdf>

ORGANIZACIÓN PARA EL DESARROLLO HUMANO. Plan territorial de salud 2012-2015. Municipio de Silvania. Cundinamarca. 2012

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. *Constitución Política de Colombia*. Bogotá: Secretaria jurídica. 1991.

PROCURADURÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Guía de participación ciudadana. Bogotá: Instituto de Estudios del Ministerio Público – IEMP. 2008

RED IBEROAMERICANA DE POTABILIZACIÓN Y DEPURACIÓN DEL AGUA. Indicadores de contaminación fecal en aguas. 2010.

SALINAS RAMÍREZ Jorge Martín. Retos a futuro en el sector de acueducto y alcantarillado en Colombia. CEPAL, Naciones Unidas. Santiago de Chile. 2010.

SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C, Decreto 1575 de 2007

SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Ley 142 de 1994

SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Ley 1176 de 2007

SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Resolución 2115 de 2007. [En línea] Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30008>

SERRANO, J. D. Proceso regional de las Américas. VI Foro mundial del agua. Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos. El Colegio de México. Ciudad de México. 2012.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS “Estudio sectorial acueducto y Alcantarillado”. 2010

SSPD, Cartilla de Servicios Públicos para las Entidades Territoriales. Bogotá: SSPN. 2012.

SSPD. <http://www.superservicios.gov.co>. Obtenido de: <http://www.superservicios.gov.co/Institucional/Mision-y-Vision>

UNICEF. El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo: El estado del agua, el alcantarillado y los residuos sólidos en los municipios. 2013. [En línea] disponible en: <http://www.unicef.org.co/pdf/Agua3.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta para habitantes de la vereda Subia Norte

Realizada con el fin de determinar el estado del acueducto y del agua que consumen.

1. ¿Hace cuánto vive en esta vereda?

2. ¿Cómo considera que es la calidad del agua que llega del acueducto a su casa?

Regular _____

Malo _____

Bueno _____

3. ¿Sabe usted como eliminar residuos o tratar el agua antes de consumirla?

SI _____

NO _____

4. ¿Qué tratamiento le da al agua antes de consumirla?

5. En su familia: ¿alguien se ha enfermado por la toma de agua directamente de la llave?

SI _____

NO _____

6. ¿Qué enfermedad?

Diarrea _____

Cólera _____

Fiebre _____

Otra ¿Cuál? _____

7. ¿Sabe usted cuántos años tienen el acueducto de su vereda?

SI _____ Especifique los años _____

NO _____

8. ¿Considera que el agua que llega a su casa es limpia y se puede tomar sin tratamiento alguno?

SI _____

NO _____

9. ¿Cree Ud. necesario una mejora al acueducto de su vereda?

SI _____

NO _____

Anexo 2. Resultados análisis de laboratorio toma de muestra de Agua en la Vereda Subia Norte



INSTITUTO DE HIGIENE AMBIENTAL S.A.S

NIT. 830.113.152-8
Experiencia y Tecnología enfocadas a la
solución de la problemática ambiental

COTIZACIÓN
IHA11103-15

CS-R-010 V.01

CLIENTE:

FELIPE SOSA CABALLERO
SOLICITANTE:
FELIPE SOSA CABALLERO

TELÉFONO:

EMAIL: FELIPESOSA_8911@HOTMAIL.COM
FECHA: 03/06/15
VIGENCIA: 30 DÍAS

ELABORÓ:

MISAEL HURTADO
APROBÓ:

PARÁMETROS PARA ANÁLISIS DE MUESTRAS AGUA RESIDUAL

ANÁLISIS DE LABORATORIO	UNIDAD DE MEDIDA	TÉCNICA ANALÍTICA	METODO	ACREDITADO	LÍMITE	CANT	PRECIO	TOTAL
Coliformes Totales	NMP	Sustrato Enzimático Definido	SM 8223 B	SI	1	1	\$ 29,000	\$ 29,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg de O ₂ /L	Incubación 5 días y Electrometría	SM 5210 B - SM 4500-D G	SI	2.00	1	\$ 38,300	\$ 38,300
Demanda Química de Oxígeno	mg de O ₂ /L	Espectrofotometría UV-vis	SM 5220 D	SI	32	1	\$ 38,300	\$ 38,300
Sólidos Suspendedos Totales	mg de SST/L	Gravimetría	SM 2540 D	SI	20	1	\$ 12,400	\$ 12,400

SUBTOTAL SERVICIOS PROFESIONALES:

DESCUENTO (0 %):

IVA 16%:

TOTAL:

\$ 118,000
\$ 0
\$ 18,880
\$ 136,880

SUBTOTAL ANTES DE IVA:

IMPUESTOS AL VALOR AGREGADO DE IVA:

TOTAL:

\$ 118,000
\$ 18,880
\$ 136,880

Si aplica Retención en la Fuente, los siguientes serán los porcentajes y el valor a retener Aplica

	%	Base	Valor
Retención Servicios Profesionales:	11%	\$ 118,000	\$ 12,980
TOTAL RETENCIONES:			\$ 12,980

CONDICIONES COMERCIALES:

Tiempo de entrega: 15 días hábiles después de realizado el muestreo o recibidas las muestras en el laboratorio.
Los servicios se programan previa recepción de Orden de Compra emitida por el cliente, y confirmación del anticipo respectivo.
El IHA prestara los recipientes para toma de muestras por parte del cliente. Esto no incluye préstamo de equipos para medición de parámetros In Situ
El IHA no dara ingreso a las muestras si desde un principio no se hace llegar la cadena de custodia. Además las muestras liene que estar preservadas de forma correcta
El IHA se compromete a no revelar, divulgar o facilitar, bajo cualquier forma a ninguna persona o entidad, y a no utilizar para su propio beneficio o para beneficio de cualquier otra persona la información relacionada con los resultados de laboratorio o cualquier información vinculada con el cliente
El cliente puede expresar sus quejas, reclamos, sugerencias y/o felicitaciones que considere necesarias sobre los servicios que preste el Instituto de Higiene Ambiental S.A.S., para ello se ha habilitado el correo servicioalcliente@ihalda.com.
El Instituto de Higiene Ambiental S.A.S se permite informar que algunos parámetros se deben analizar dentro de las 24 horas siguientes a la toma de muestras (Ejemplo microbiología, DBO5, color etc.), por lo cual no se hace responsable de los resultados de las muestras que no cumpla esta condición.
Creeda

POLITICAS DE PRECIOS Y DESCUENTOS:



INFORME DE LABORATORIO	PROCESO MISIONAL Código: OP-R-024 Versión: 06 Página 1 de 1
-------------------------------	--

FECHA DE EMISIÓN: 16 de Julio de 2015

INFORME No: 45505

DATOS DEL CLIENTE			
Empresa:	FELIPE SOSA CABALLERO	Teléfono:	3017418634
Solicitante:	FELIPE SOSA CABALLERO	Ciudad:	BOGOTÁ
Dirección:	CARRERA 98A No. 63-27	Departamento:	CUNDINAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha de muestreo:	26-jun-15	Muestreado por:	Ciente
Fecha de recepción:	01-jul-15	Compuesto:	<input type="checkbox"/> Simple <input checked="" type="checkbox"/>
Fecha de análisis:	01-jul-15 al 08-jul-15	Hora de muestreo:	10.35.00 a.m.
Sitio de muestreo:	BOCATOMA	Ciudad:	BOGOTÁ
Clase de muestra:	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	Departamento:	CUNDINAMARCA
Empresa generadora:	N/A	Coordenadas:	Norte: NIR Este: NIR
Plan de Muestreo No.:	N/A	Condiciones ambientales:	Temperatura °C: N/A Humedad %: N/A
Procedimiento de muestreo:	OP-G-001		

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALITICO
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	>2420x10 ²	SM 9223 B
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L de O ₂	10,1	SM 8210 B-4500-OG
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/L de O ₂	<32,0	SM 5220 D
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L de SST	<20,0	SM 2540 D

NOTA: El presente documento es válido únicamente si tiene el sello seco
(SUB) Parámetro Subcontratado
N/R No Reporta.

OBSERVACIONES:	CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENSAYO		
ESTE RESULTADO CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ENSAYADA LA CONTRAMUESTRA SE RETENDRÁ HASTA EL 15 de Agosto de 2015.	Temperatura °C	Humedad %	Presión Atm
	20 ± 1	49 ± 5	580 mm Hg

YENNI LIZBETH VARGAS SANCHEZ
Coordinadora de Laboratorio
MP FCA-384
Revisó y Aprobó

FIN DEL INFORME
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL LABORATORIO
Acreditado ISO17025:2005. Resolución 3569 del 11 de Diciembre de 2014 del IDEAM
Parámetros acreditados en www.laboratoriosiha.com - www.ideam.gov.co