

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás

**IMPLEMENTACION DE LA TACNOLOGÍA DE FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES
ETAPAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA
ESCUELA LA CACÍCA DEL MUNICIPIO DE ZAPATOCA SANTANDER.**

LUZ MIREYA VILLANOVA OLAVE

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES
BUCARAMANGA
2015**

**IMPLEMENTACION DE LA TACNOLOGÍA DE FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES
ETAPAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA
ESCUELA LA CACÍCA DEL MUNICIPIO DE ZAPATOCA SANTANDER.**

LUZ MIREYA VILLANOVA OLAVE

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
administradora ambiental y de los recursos naturales**

**Tutor
RICARDO VILLALVA BERNAL
AAAAAAAAAAAAAAAA**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES
BUCARAMANGA, SANTANDER
2015**

DEDICATORIA

En estos cinco años de estudio puedo dedicar mi proyecto de grado a todas las personas maravillosas que me rodearon en el proceso de aprendizaje, a mis amigos, a mis padres, a mis hijos y esposo.

AGRADECIMIENTOS

Es Dios padre a quien en primer lugar le debo agradecer por darme la vida, la sapiencia, la inteligencia y sobretodo mucha paciencia en estos cinco años de estudio, a mi madre que con sus oraciones me encomendó al altísimo para poder cumplir con responsabilidad y eficiencia en el proceso académico, por su apoyo incondicional, por suplirme en mi ausencia con mis hijos brindándoles amor mientras cumplía con mis obligaciones con la universidad, a mis hijos que con su buena suerte y con sus abrazos antes de partir a los exámenes me transmitían ese deseo de hacer las cosas bien y de cumplir con mis propósitos, a mi esposo por respaldarme ante esta oportunidad de ser profesional, al igual que a mis profesores y parte administrativa de la universidad Santo Tomas por haberme permitido compartir tanto conocimiento para poder decir hoy que soy orgullosamente una ADMINISTRADORA AMBIENTAL TOMASINA por esto y por muchas cosas más mil gracias.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. JUSTIFICACIÓN	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. ORIGEN DEL TEMA	15
3.1 Cuenca del río Suárez y Sogamoso	15
3.2 Cuenca del río Chucuri	16
3.3 Disponibilidad de agua en las cuencas hidrográficas	17
4. PROBLEMA	18
4.1 Antecedentes	19
4.2 Enfermedades transmitidas por consumo de agua contaminada	20
5. FORMULACIÓN	22
5.1 Ventajas de los filtros lentos	22
6. MARCO REFERENCIAL	24
7. MARCO TEORICO	26
7.1 Localización	26
8. MARCO LEGAL	30
8.1 Leyes	30
8.2 Decretos	30
8.3 Legislación ambiental	31
8.3 Contemplación ambiental (EOT) del municipio de Zapatoca	31
9. PROCESO TECNICO	33
9.1 Descripción técnica y operativa FLA	35
9.2 Estado de desarrollo	35
9.3 Funcionamiento	35
9.4 Insumos	36
9.5 Capacidad productiva	36

9.6 Proveedores y ventajas	37
10. RESULTADOS	38
10.1 Determinación de parámetros de potabilidad de agua	38
10.2 Toma de muestras	39
10.3 Resultados análisis muestra 1	42
10.4 Resultados análisis muestra 2	46
11. DISEÑO DE FIME	50
11.1 Consumo diario	50
11.2 Hidráulica de filtración	50
11.3 Eficiencia FIME	52
11.4 Control estadístico	53
11.5 Ventajas FIME	53
12. ESQUEMA FINANCIERO	54
13. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	55
14. PRESUPUESTO	57
15. CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFIA	61
CIBERGRAFIA	61

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Disponibilidad de agua.	17
Tabla 2. Galería de bosque quebrada el Guayabo.	29
Tabla 3. Características del agua	38
Tabla 4. Concentración de sustancias químicas para agua potable	39
Tabla 5. Población servida para exámenes biológicos	39
Tabla 6. Número de muestras por habitantes servidos	40
Tabla 7. IRCA	40
Tabla 8. Interpretación IRCA	41
Tabla 9. Identificación de muestra #1	42
Tabla 10. Parametros físicos muestra #1	42
Tabla 11. Resultados químicos muestra #1	42
Tabla 12. Resultados microbiológicos muestra #1	42
Tabla 13. Identificación muestra #2	46
Tabla 14. Resultados físicos muestra #2	46
Tabla 15. Resultados químicos muestra #2	46
Tabla 16. Resultados microbiológicos muestra #2	46
Tabla 17. Agua potable necesaria por día	50

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura1. Contaminación del agua	13
Figura 2. Servicios públicos rurales.	23
Figura 3. Mapa de coordenadas del municipio de Zapatoca.	26
Figura 4. Mapa hidrológico del municipio de Zapatoca.	27
Figura 5. Mapa topográfico del municipio de Zapatoca.	28
Figura 6. Diagrama de flujo FLA.	34
Figura 7. Diagrama técnico FLA.	51

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ficha de seguimiento y control	62
Anexo B. Archivos fotográficos.	63

INTRODUCCIÓN

La filtración en múltiples etapas FIME es una solución integrada para mejorar el abastecimiento de agua en comunidades rurales y en pequeños o medianos municipios. Utiliza una combinación de filtraciones en grava y filtración lenta en arena (FLA) con dos o tres etapas para el tratamiento del agua, la implementación y puesta en marcha tardaría aproximadamente nueve meses.

El incremento de las inversiones en sistemas de potabilización de agua (spa) se vuelve esencial para resolver los problemas de mala calidad del líquido consumido por la población rural y urbana afectando sus niveles de salud y calidad de vida siendo este aspecto más preocupante en las localidades menores. Sin embargo con el ánimo de que las inversiones de esta implementación antes mencionada cumplan los objetivos de generar beneficios para la sociedad por el tiempo para el cual la infraestructura ha sido diseñada, los sistemas construidos deben ser sostenidos financieramente por las comunidades beneficiadas y al mismo tiempo por la administración municipal las cuales deben generar el menor impacto ambiental posible. En este sentido este estudio está dirigido a presentar una metodología que permita identificar y cuantificar los costos financieros y ambientales en una unidad común que facilite el proceso de selección de tecnología de potabilización de agua con criterios de sostenibilidad y así mismo identificar la relación existente entre costos financieros y ambientales para la tecnología seleccionada.

1. JUSTIFICACIÓN

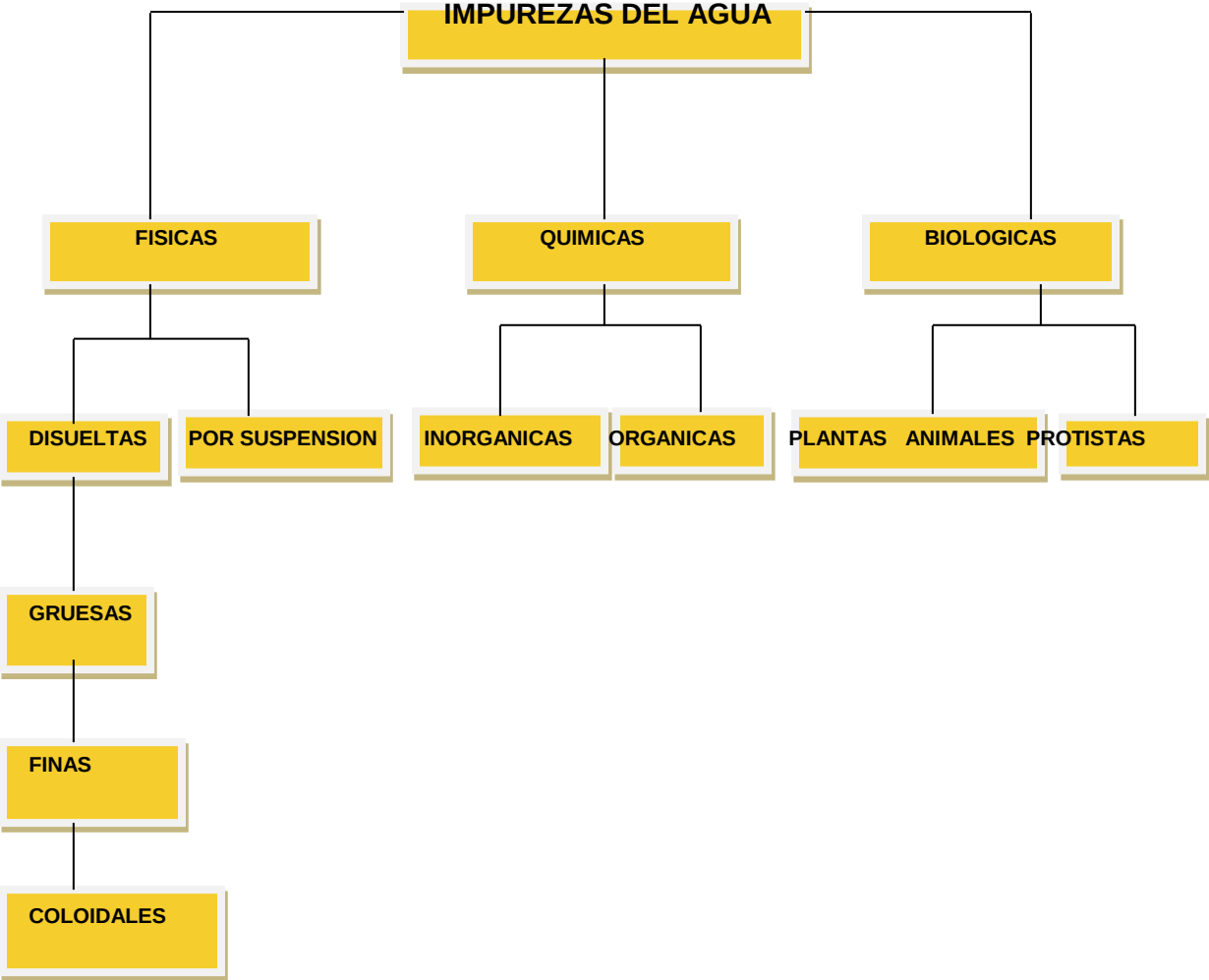
El acceso al agua segura es un factor esencial para mejorar la salud pública, y facilitar el desarrollo económico, particularmente en lugares donde gran parte de la población está afectada por enfermedades relacionadas con el suministro de este recurso. Debido a esto, es prioritario mejorar las condiciones de potabilización y de abastecimiento de agua de las comunidades rurales especialmente, ya que pocas cuentan con la entrada de alcantarillado municipal y si se ven afectadas por impactos hídricos que en el siguiente caso tiene prioridad ya que es necesario llevar a cabo una solución para este problema por medio de la siguiente idea de proyecto.

Por tal razón lo ideal es implementar la tecnología de filtración en múltiples etapas FIME, sistema en el cual no son utilizados los químicos, ni aparatos mecánicos y puede ser fácilmente administrada, operada y mantenida por las organizaciones comunitarias con bajos niveles de escolaridad; lo que la hace relevante para el presente, el futuro y conveniente para su propósito y visión ecológica.

El agua dulce es un recurso limitado. La proporción utilizable de este recurso es menor al 1% del total y 0.01% de todo el agua sobre la tierra (UNEP). Según la OMS, cada año mueren casi tres millones y medio de seres humanos, y en su mayoría niños con enfermedades diarreicas agudas.

Los factores que agudizan el problema de desabastecimiento de aguas son: el crecimiento imparable de la población y el efecto invernadero que acelera la desertificación de muchas zonas alrededor del planeta, afectando tanto el ciclo hídrico como al cambio climático y reduciendo la media de precipitaciones esperadas en regiones ya desiertas o semi-desiertas. Por esta razón se establecen técnicas y estrategias que ayudarán el proceso de la purificación de agua para el consumo humano, una de estas técnicas es el uso de filtros lentos de arena que son sistemas sencillos y efectivos, donde el agua pasa a través de lechos de capas de grava arena de diferentes tamaños las cuales retienen las impurezas y patógenos que contienen.

Figura 1. Contaminación del agua



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar la tecnología de filtración en múltiples etapas FIME a escala piloto para el tratamiento del agua de consumo mediante un filtro lento en arena en la escuela la Cacica del Municipio de Zapatoca Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar el grado de contaminación del agua mediante un análisis físico-químico y microbiológico de las muestras obtenidas de la quebrada el Guayabo.
- Diseñar, construir el filtro lento de arena.
- Comparar los resultados obtenidos con las normas que rigen la potabilización de agua en Colombia.
- Determinar el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA).
- Comparar el grado de contaminación antes y después de la filtración, comprobando la eficiencia de la FIME.
- Operar y evaluar el funcionamiento del sistema FIME.
- Elaborar un manual de operación y mantenimiento del FIME implementado.
- Promover este proyecto en la comunidad de Zapatoca y en lugares donde no cuenten con el suministro de agua potable, y tengan una fuente de agua aprovechable para consumo humano.

3. ORIGEN DEL TEMA

“Colombia tiene el privilegio de ser uno de los países más ricos del mundo en tener este recurso hídrico. Basta examinar algunas cifras comparativas en el ámbito mundial como latinoamericano para evidenciarlo. El rendimiento medio anual de escurrimiento en Colombia es casi seis veces mayor que el rendimiento promedio de la parte continental del globo (10 litros/s/km²) y es tres veces mayor que el rendimiento promedio para América latina (21 litros/s/km²). La precipitación rendimiento promedio para en Colombia es dos veces superior a la de América Latina (1600 mm/año) y tres veces el promedio mundial (900 mm/año).”¹ Sin embargo son preocupantes las necesidades que se presentan en nuestra geografía nacional, en nuestro caso, en el municipio de Zapatoca, la mayoría de las veredas sufren sequías en tiempos de verano, como es el caso de las regiones ubicadas al norte y oriente (veredas San Isidro, Carrizal, El Coscar, Cuchilla de San Pablo y El Batán), en el sur, en el corregimiento de La Fuente, donde el Instituto Nacional de Adecuación de Tierras, INAT, está construyendo un Distrito de Riego debido al déficit del recurso hídrico. Incluso en la Vereda la Cacica, la cual limita por el norte con el casco urbano del municipio hay deficiencias de este recurso, a pesar que allí se encuentra la bocatoma del acueducto.

El municipio de Zapatoca posee un recurso hídrico limitado y vulnerable en épocas de verano. Para el estudio hidrológico, la zona se dividió en tres cuencas:

- Cuenca del Río Suárez.
- Cuenca del Río Sogamoso.
 - Cuenca del Río Chucuri.

Estas fuentes hídricas sirven de límites naturales del municipio de Zapatoca, cuenta además con las quebradas de Uchuva, Zapatoca, La Ramera, La Laja, La de los Medios, La Pao, El Poleo, La Laja, La Higuerón, Nuevo Mundo. Otro recurso hídrico importante es la Laguna del Sapo, ubicada en la parte alta de la vereda Carrizal, al occidente del casco urbano del municipio.

3.1 Cuenca del río Suárez y Sogamoso

Esta cuenca está ubicada en la zona oriental y central del municipio de Zapatoca. Está conformada en la zona oriental por afluentes que nacen en la Cuchilla de Lagunitas y la Cuchilla de San Isidro. En la zona central por afluentes cuyo nacimiento es en la Cuchilla de San Javier.

En la región oriental, la cuenca tiene forma semicircular, su relieve es complejo, sus suelos son derivados de materiales diversos, tienen muy baja evolución, bien

¹ Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia, Rodrigo Marín Ramírez, 1992

drenados, de baja fertilidad, severamente erosionados y localmente pedregosos o rocosos. Son tierras dedicadas a la ganadería y carpicultura por su naturaleza árida y vegetación xerofítica y rastrojos. Las cuencas de estos ríos poseen una extensión de 19840 hectáreas, bordeando de sur a norte al municipio por su límite oriental.

El río Suárez corre de sur a norte el municipio sirviendo de límite con el municipio de los Santos, se une con el río Chica mocha en el extremo nororiental de la vereda El Batán, para formar el río Sogamoso, límite natural con el municipio de Girón. Sus principales afluentes son las quebradas La Cosca leña, El Coscar, La Hondura, El Jáchal y Pao.

En la región central, con características de tierras de cordilleras de relieve escarpado, pendientes mayores al 50%, poseen suelos formados a partir de materiales heterogéneos, poco evolucionados, generalmente superficiales, bien drenados, de fertilidad baja o moderada, localmente rocosa o pedregosa. Esta región es apta para cultivos permanentes o semipermanentes en sistema multiestrata y también para la ganadería.

Las corrientes de agua que nacen en la Cuchilla de San Javier, corren de occidente a oriente hasta encontrarse con la quebrada Zapatoca, que las recoge y conduce pasando por el costado occidental del casco urbano del municipio de Zapatoca, hacia el nororiente hasta llegar al Río Sogamoso en límites con los municipios de Betulia y Girón.

Los afluentes de la quebrada Zapatoca son, por la margen izquierda: las quebradas La Zarza, El Poleo, **EL GUAYABO**, (cuenca estudiada) La Lajita y por la margen derecha, las quebradas la Uchuva, El Palo, El Zanjón. La Cueva, Mensulí, Las Lajas, La Cueva, que nacen en la Cuchilla de Lagunitas y San Isidro.

3.2 CUENCA DEL RÍO CHUCURI

Ubicada en la zona occidental y noroccidental del municipio, está conformada por afluentes que en la parte oriental, nacen en la Cuchilla de San Javier, la Cuchilla del ramo, el Filo de Santa Lucía, Loma Redonda y la serranía de los Yariguíes. Entre estos afluentes se tienen: Quebrada La Ramera, la de los Medios, Hacia la margen izquierda del río Chucuri, recibe las quebradas que nacen en el Filo de San Pablo como son: quebrada La Laja, La Guamera, La Honda, La Carbonera, Cola de Pato. Son tierras de relieve escarpado, con pendientes mayores al 50%, con suelos formados a partir de materiales heterogéneos, bien drenados, fertilidad baja a moderada, aptas para cultivos permanentes o semipermanentes. Debido a su pendiente, deben permanecer como bosque productor y protector hacia la vereda San Javier y Bellavista y como bosque protector en la vereda Mata de Cacao. Posee una extensión de 6036 Hectáreas.

3.3 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

- **Disponibilidad media**, es aplicable a cuencas con un caudal entre 0.24 y 0.35 litros por segundo y por hectárea. Esta disponibilidad permite cubrir mayores necesidades de consumo humano y domésticas, así como el riego del 80% de la hectárea. Es decir para un nivel de productividad media.

Disponibilidad de Agua (Litros / segundo - hectárea)	Categoría
0.05 a 0.09	Muy Baja
0.10 a 0.23	Baja
0.24 a 0.39	Media
0.40 y más	Alta

Tabla 1. Disponibilidad de Agua. Fuente: CDMB

Zonas con precipitación anual entre 1,000 y 1,800 metros de altitud entre 850 y 1,800 m.s.n.m., y temperatura entre 17 y 24 °C. Esta zona está localizada en el corredor de la subregión central y que territorialmente se enmarca en las veredas La Cacica, (vereda estudiada), Piedras Blancas, Montenegro, La Guayana, Las Flores, Las Puentes, Santa Rosa, Santa Rita, Carrizal.

Se encuentran remanentes del bosque nativo, en su mayoría muy intervenido por el hombre. Asimismo, existe bosque secundario en la cuchilla de Lagunitas, Cuchilla del Ramo. Esta zona es la caracterizada por el cultivo del café, hortalizas, frutales, pastos y el desarrollo de ganadería extensiva.

4. PROBLEMA

El consumo de agua no potable por parte de los habitantes de la Vereda la Cacica del Municipio de Zapatoca Santander, en especial los niños que asisten a la escuela de dicha vereda en la que se enfocará el proyecto, es la razón primordial para escoger este tema de investigación del proyecto.

El nivel de contaminación de la quebrada el GUAYABO que ramifica de la quebrada el Poleo, acarrea riesgos considerables para su consumo, es tan grave esta situación que los diecisiete niños que asisten diariamente a la escuela, se están abasteciendo de esta agua para sus desayunos y almuerzos. El riesgo que aplica en el último análisis realizado por la gestora ambiental del municipio presenta alto grado de coniformes fecales, desperdicios orgánicos e inorgánicos, residuos sólidos y agroquímicos utilizados en las fincas aledañas.

La calidad y cantidad de agua suministrada que tampoco es más de tres pulgadas en tiempo de verano no permite gozar de una vida sana, todo lo contrario se está jugando irresponsablemente con la salud no solo de los niños sino de mucha gente del sector que viendo claramente el riesgo no se atreven a denunciarlo y si juegan con la vida de sus hijos y familiares.

Lo anterior se debe a la falta de gestión por parte de los afectados y al mal manejo que se está haciendo en fincas del sector, quienes sin razón de ser, están contaminando desde el nacimiento de la quebrada gracias a la disposición de residuos provenientes de pozos sépticos y galpones sin un control tecnificado para prevenir estas cargas contaminantes para el recurso hídrico.

La no asignación de recursos para la implementación de una tecnología viable que contribuya al abastecimiento de agua apta para el consumo humano por parte de la administración municipal y la aprobación de la construcción de más galpones sin recibir a cambio ninguna contraprestación que por decirlo cure el impacto ambiental a que esto lleva, es verdaderamente triste para el municipio, un municipio que está reconocido a nivel nacional como el clima de ceda pero que por culpa de estas grandes empresas que han llegado en los últimos 10 años se está viendo afectado en cualquier punto de vista ambiental (contaminación de los recursos hídricos, fauna flora, aire).

Las aguas de la quebrada el Guayabo se encuentran alteradas por la presencia de residuos sólidos y desmonte arrojado de forma irresponsable por los pobladores de las comunidades sin previo tratamiento que aminore el impacto de contaminación y la zona agrícola que también contamina con fertilizantes químicos, plaguicidas, etc., los cuales son arrastrados por las lluvias y aguas de

regadío, que finalmente llega al caudal provocando un alto grado de contaminación de las aguas y sus zonas de influencia.

Entre la problemática ambiental presentada se detecta la presencia de enfermedades que afectan notablemente a toda la población.

Para esta problemática es necesario contar con un sistema de filtración de agua que permita tranquilamente ofrecer a la vereda un producto sano para los habitantes y este objetivo es razonable para cualquier administración municipal que desee invertir en un beneficio colectivo ambiental para toda su área rural.

Entre los requerimientos necesarios en primera estancia seria contar con la aprobación de quienes serán los beneficiados aportando parte de su terreno para la construcción de la FIME por otra parte la gestión financiera se debería generar directamente por medio de la administración municipal y la gobernación de Santander.

4.1 ANTECEDENTES

La problemática anteriormente mencionada ha venido aumentando desde hace 10 años cuando las empresas avícolas hacen su aparición en el municipio y generan el impacto ambiental en fuentes hídricas de gran caudal que son para el consumo humano pero que lamentablemente en este momento se encuentra en un nivel de contaminación no viable para su consumo. Este problema no solo se presenta en la vereda la Cacica sino también en cuatro veredas más, (Santa María, San Isidro, Carrizal y las Puentes).

Según el análisis realizado por la inspectora de saneamiento ambiental en el año 2011 el agua que están consumiendo los estudiantes de la vereda la cacica no es apta ni siquiera para el lavado de las manos por el alto nivel de contaminación que lleva.

La administración anterior había hecho un compromiso con la vereda de suministrar materiales para extraer el agua de otra fuente hídrica menos contaminada pero sencillamente quedo en papel la propuesta.

El acceso al agua segura y a un adecuado saneamiento son factores esenciales para mejorar la salud pública, reducir la pobreza y facilitar el desarrollo económico, particularmente en países donde gran parte de la población está afectada por enfermedades relacionadas con el agua. Estas enfermedades son las tres causas principales de mortalidad y morbilidad en el mundo. Por lo tanto es prioritario mejorar las conexiones de abastecimiento de agua de las comunidades y las viviendas.

Este proyecto se debe concluir satisfactoriamente logrando que la comunidad de Zapatoca se interese por hacer una inversión realmente necesaria y factible para sus propiedades y para la sociedad en general ya que siendo ellos los beneficiados prevendrán oportunamente enfermedades, que si no son controladas a tiempo pueden causar mucho daño.

Los principales contaminantes de este río son:

- El sistema de desagüe de las viviendas que desembocan en el mismo río en un 88% y el 12% de la población que utiliza pozo negro o ciego.
- Desperdicios orgánicos e inorgánicos que desecha la población en un 100%.
Teniendo como consecuencia la proliferación de coniformes fecales y totales en porcentajes elevados.

Es por esto que hace falta un estudio de los niveles de contaminación del agua que consumen se está consumiendo e implementar un método que nos permita mejorar su calidad eliminando las bacterias que son la principal causa de las enfermedades, por tal motivo nos hacemos la siguiente pregunta. ¿La filtración lenta de arena será un método efectivo para bajar los niveles de contaminación en el caudal de la quebrada el GUAYABO y así obtener agua apta para el consumo humano? El uso de la filtración en el tratamiento del agua no es reciente, conociendo que la primera instalación de filtración en arena fue construida en el en Inglaterra, dichas instalaciones filtraban agua sometida a los procesos de coagulación, floculación y sedimentación. Hasta 1950 muy poco se había avanzado en el proceso de filtración considerándose dos condiciones:

- Que la carga hidráulica disponible se utilizará totalmente.
- Que la concentración de los sólidos en el agua filtrada alcanzará un valor predeterminado.

La operación ideal era aquella en que las dos condiciones ocurrieran simultáneamente. Estos tipos de filtro también son usados en zonas rurales de diversas partes del mundo.

4.2 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA

La población de escasos recursos económicos sufre frecuentemente enfermedades vinculadas a la falta de agua limpia y de servicios de saneamiento, entre ellas el EDA (enfermedades diarreicas agudas) y enfermedades cutáneas que juntas son responsables especialmente de la mortandad en niños y ancianos en un 26% a nivel mundial. El agua puede transmitir enfermedades entéricas (intestinales), debido al contacto con desechos humanos o de animales, es la

fuerce principal de atójenos entéricos: excrementos y otros desechos eliminados por humanos enfermos y sus animales huéspedes.²

Las enfermedades más importantes causadas por agua contaminada son producidas por:

- ✓ Bacterias: Shigella, Salmonella y Escherichia, citrobacter, enterobacter, aerogenas, etc.
- ✓ Virus: aquellos relacionados con la Hepatitis y la Gastroenteritis.
- ✓ Fuente o actividad contaminante orgánico: Desechos humanos, excremento, urea Desechos alimenticios azucares, almidones, alcoholes, grasas, aceites, etc. basura papel, cáscaras, hojas de té, café molido misceláneos Jabones, detergentes, shampoos, agricultura, pesticidas.
- ✓ Actividades industriales: son los importantes y más variados farmacéutica y petrolera, gama enorme de diferentes contaminantes, cada uno en una concentración pequeña.
- ✓ Otras industriales: Procesadora de papel, Faenadora de aves, manufacturas de alimentos, producen generalmente concentraciones muy elevadas de un único tipo de contaminantes: celulosa, cangre, azucares, protozoos (giardia Lambia, entamoeba, histolytica).

²Organización Mundial de la Salud (OMS)

5.FORMULACIÓN

Mediante este proyecto se pretende investigar sobre la Tecnología FIME y dar a conocer sus ventajas económicas y la eficiencia que esta ofrece en la potabilización del agua. Ofrecer a los estudiantes de la vereda la Cacica del Municipio de Zapatoca Santander, una tecnología eficaz, económica, de fácil construcción y mantenimiento que les garantice una mejor calidad de vida mediante el consumo de agua potable.

Estos aljibes no tienen ningún mantenimiento ni cerramiento, por lo tanto en época de verano, el suministro de agua se afecta de manera notoria. Asimismo, estas fuentes de agua no tienen ningún tratamiento de potabilización, presentándose así, el riesgo de consumir agua contaminada, bien sea por fungicidas o por desechos animales o humanos. En lo referente al manejo de aguas negras provenientes del consumo humano y de los beneficiaderos de café, no se aplica ningún tratamiento, a excepción de alguna escuela y finca que tienen instalado su pozo séptico; estas aguas son vertidas sin ningún conocimiento llegando a las fuentes de agua, causando contaminación aguas abajo.

5.1 VENTAJAS DE LOS FILTROS LENTOS

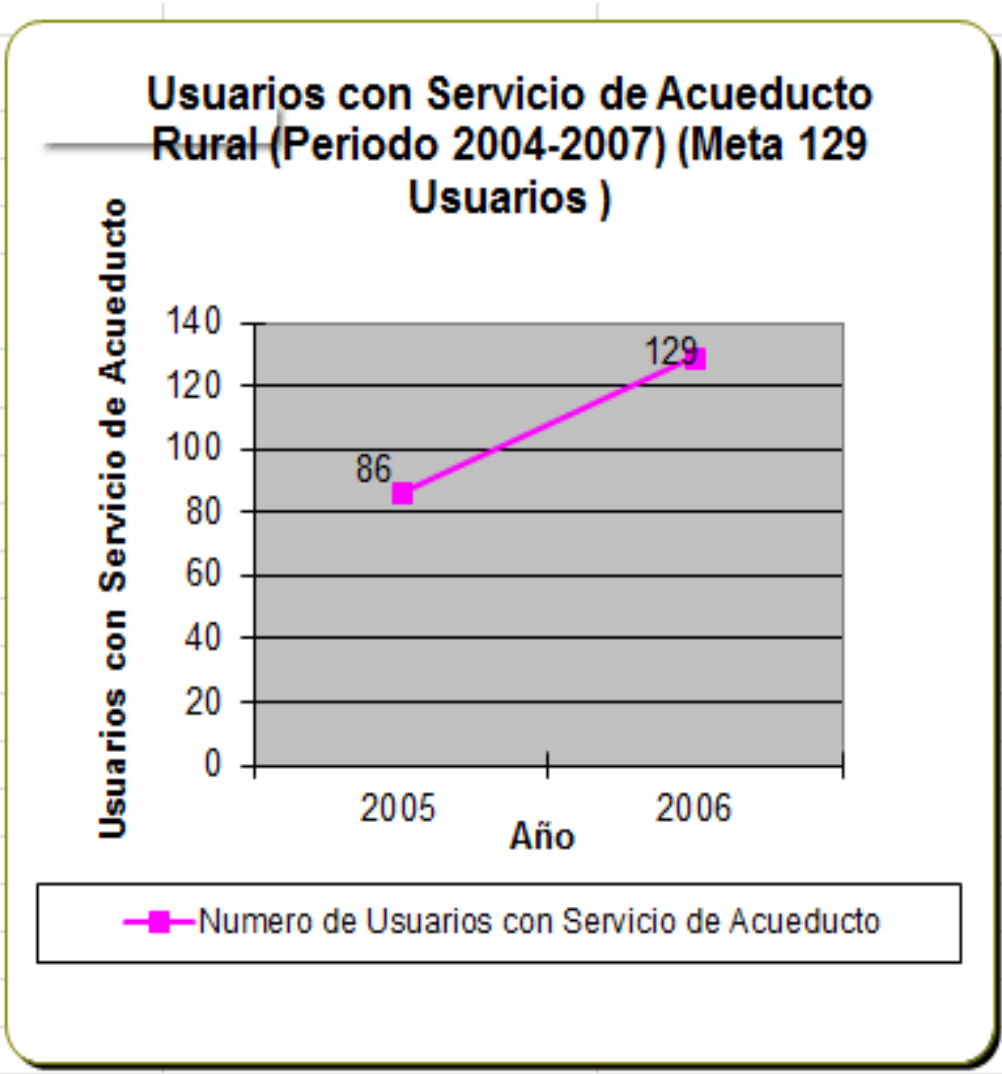
La filtración lenta en arena tiene muchas ventajas:

- Mejora simultánea en la calidad física, química y bacteriológica del agua, con un número de ventajas especiales para los países en desarrollo tales como el nuestro.
- La eficacia en la eliminación de bacterias totales es igual que en los filtros rápidos.
- No se necesitan compuestos químicos.
- La operación y mantenimiento pueden ser llevados a cabo por mano de obra semi-especializada.
- El proceso de filtración es llevado a cabo por gravedad; no hay otras partes mecánicas que precisen de energía para funcionar.
- El manejo de lodos no causa problemas; las cantidades de lodos son pequeñas tiene muy poca de materia seca.

La tecnología FIME tiene ventajas significativas, como la no utilización de químicos, equipos o materiales importados. Es un sistema que puede ser

fácilmente administrado, operado y mantenido por las organizaciones comunitarias.

Figura. 2 servicios públicos rurales



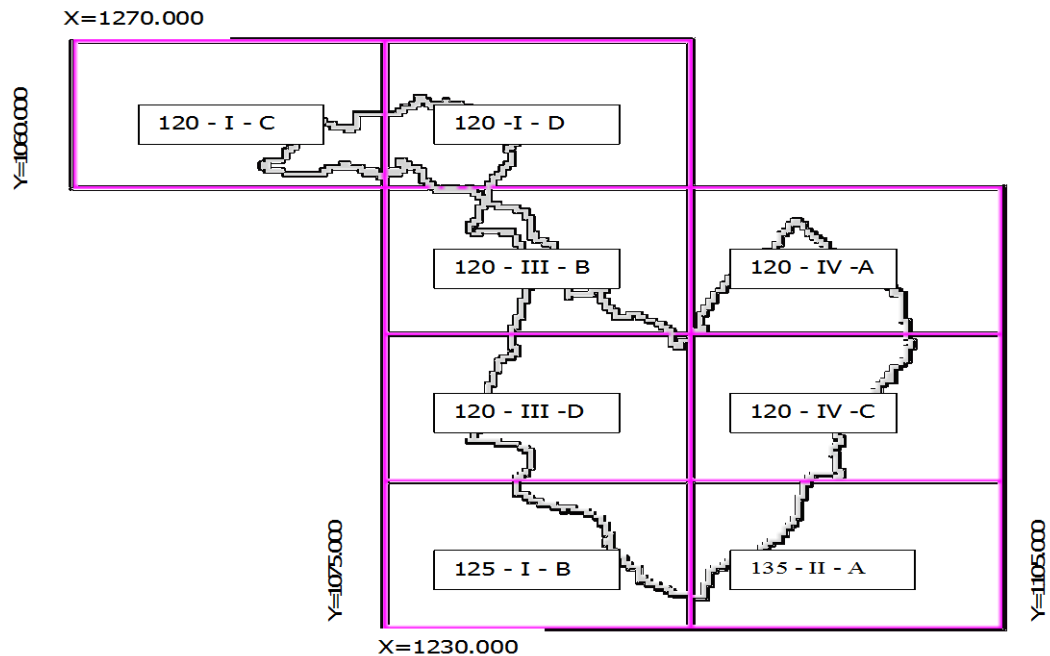
6. MARCO REFERENCIAL

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DEL ARTE	
Descripción del Producto o Servicio, el cliente, nivel de ventas y competencia.	
Descripción del Producto o Servicio	La Filtración en Múltiples Etapas (FIME) es una solución integrada para mejorar el abastecimiento de agua en comunidades rurales, y en pequeños o medianos municipios. Utiliza una combinación de filtración en grava y filtración lenta en arena (FLA) con dos o tres etapas para el tratamiento del agua la implementación y puesta en marcha del proyecto tarda aproximadamente 9 meses.
Estado del Arte	El acceso al agua segura es un factor esencial para mejorar la salud pública, y facilitar el desarrollo económico, particularmente en lugares donde gran parte de la población está afectada por enfermedades relacionadas con el agua. Debido a esto es prioritario mejorar las condiciones de potabilización y de abastecimiento de agua de las comunidades y las viviendas, para ofrecerles una mejor calidad de vida. Por tal razón lo ideal es implementar la tecnología FIME Sistema en el cual no se hace necesaria la utilización de químicos ni aparatos mecánicos lo cual facilita su implementación, operación y funcionamiento, por tanto puede ser operado y mantenido por las organizaciones comunitarias con bajos niveles de escolaridad lo que hace relevante para el presente, el futuro y conveniente para su propósito y visión ecológica.
Perfil del beneficiado	El proyecto va dirigido especialmente a las comunidades rurales las cuales no tienen acceso a sistemas de tratamiento de última tecnología por los gastos que ocasiona y por la dificultad de mantenimiento y operación de los mismos. Mediante la tecnología FIME se pretende beneficiar a la comunidad de la vereda la Cacica, personas naturales de todas las edades y principalmente estratos bajos que habitan en el área a rural del municipio de Zapatoca Santander.
Clientes Potenciales	La vereda la Cacica actualmente cuenta con 25 viviendas, y una escuela con el proyecto se beneficiarán aproximadamente 120 personas y los clientes o posibles compradores serán cada uno de los propietarios de las viviendas de la vereda en mención.

Nivel de ventas	el sistema FIME es un sistema unitario, que integra una serie de etapas para la potabilización del agua para consumo humano, el consumidor o comprador adquiere un sistema el cual necesita de mantenimiento periódico bimensualmente, el cliente adquiere un sistema el cual es utilizado para tratar el caudal que ingresa a su vivienda. el costo unitario del sistema es de \$2.676.850 (dos millones seiscientos setenta y seis mil ochocientos cincuenta pesos)
Competencia	COMPETIDORES: actualmente es deber de las administraciones municipales asegurar a sus habitantes el consumo de agua potable, es derecho y necesidad primordial de los pobladores el acceso a agua potable para consumo humano, por tal motivo los diferentes mercados municipales, asociaciones y empresas prestadoras de servicios públicos están incursionando en las comunidades rurales ofreciendo diversos métodos y sistemas de potabilización de agua, entre los posibles competidores en la zona tenemos: remplazado con la utilización de productos químicos como cloro, alumbre, sulfato e hipoclorito en diversas presentaciones, las empresas prestadoras del servicio de alcantarillado y algunos contratistas que van tras el contrato de la PETAR.
Mezcla de Mercadeo	Entre las estrategias utilizadas para dar a conocer el producto tenemos la socialización en la comunidad, explicación de costos vs beneficios del sistema, distribución de plegables y charlas técnicas relacionadas con los beneficios que trae a los pobladores de la Vereda la Cacica y a la administración municipal de Zapatoca la implementación del sistema.
Sector Económico	La economía del sector de la vereda la Cacica del municipio de Zapatoca Santander depende de la agricultura, cultivos de café, yuca y tomate principalmente, y en segundo lugar de la explotación pecuaria y avícola.

6.1 MARCO TEORICO

Figura. 3 coordenadas municipio de Zapatoca.



7.1 LOCALIZACIÓN

La vereda la Cacica está ubicada en la subregión central del el municipio de Zapatoca con 1908.7 hectáreas dispuestas a 5 kilómetros del casco urbano con un acceso por vía terrestre con carretera totalmente destapada pero en buen estado.

Es una región eminentemente agrícola, con alturas que oscilan de los 800 metros a 1800 metros, factor que explica la diversidad de cultivos presentes: Hortalizas, frutas, maíz, cítricos, plátano, café. Al igual que en la mayoría de las veredas del municipio, se abastece del agua que proviene de aljibes y de algunas corrientes de agua abundantes en invierno. La escuela la Cacica se encuentra rodeada de las fincas que conforman la vereda, sus conexiones se hacen por caminos y senderos abiertos.

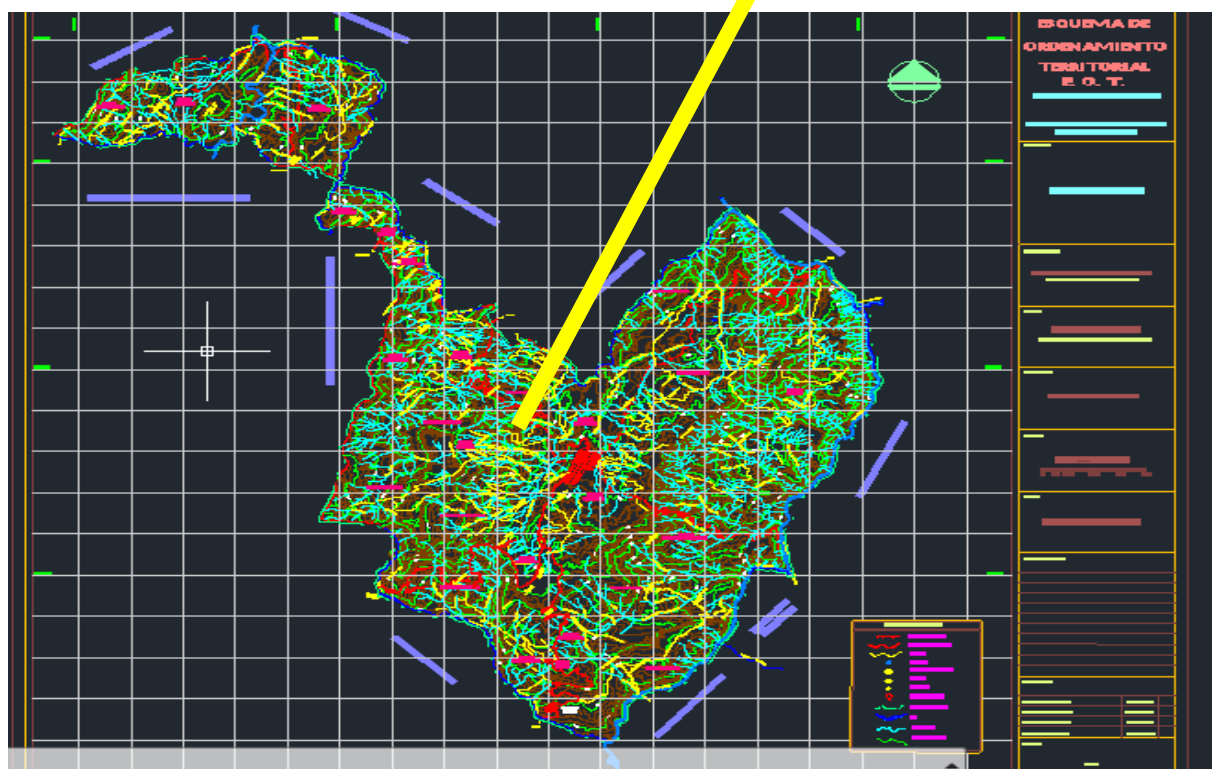
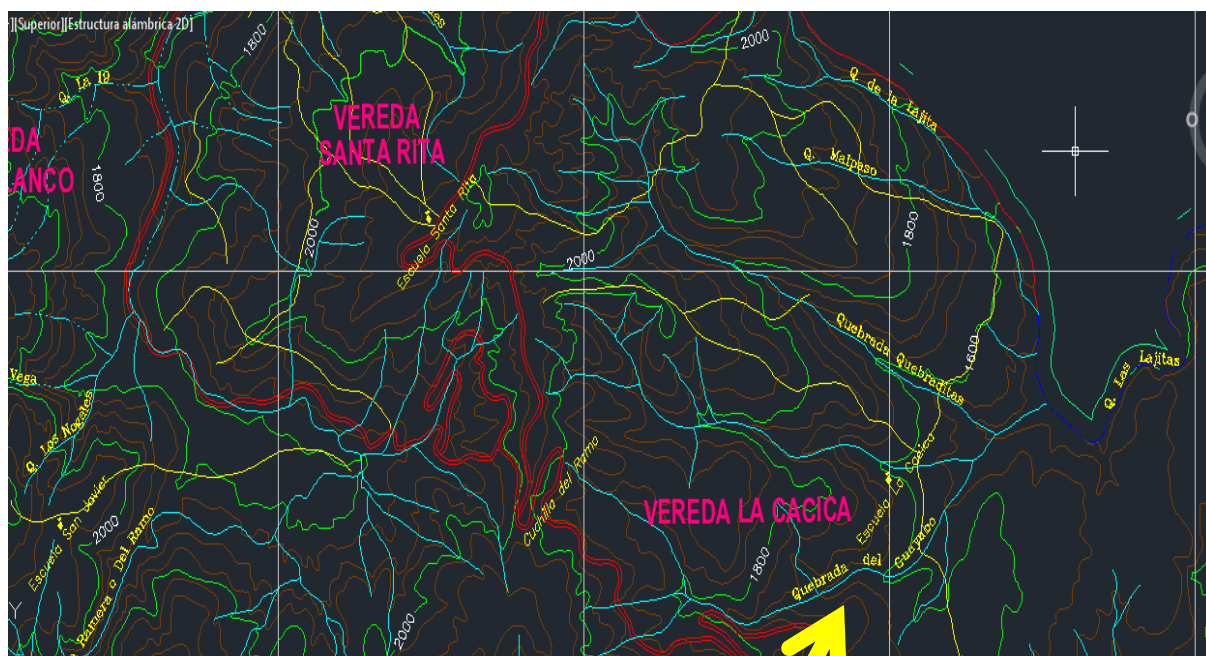


Figura 4. mapa hidrológico del municipio de Zapatoca. (Quebrada el guayabo)

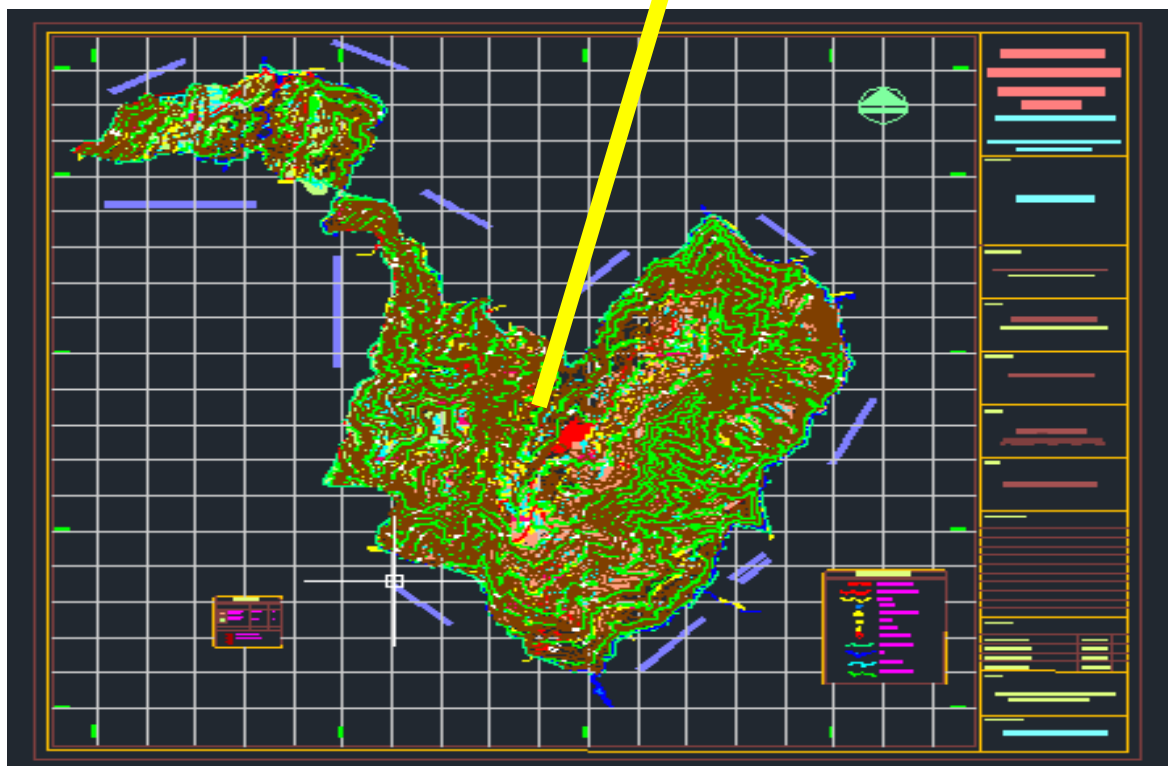
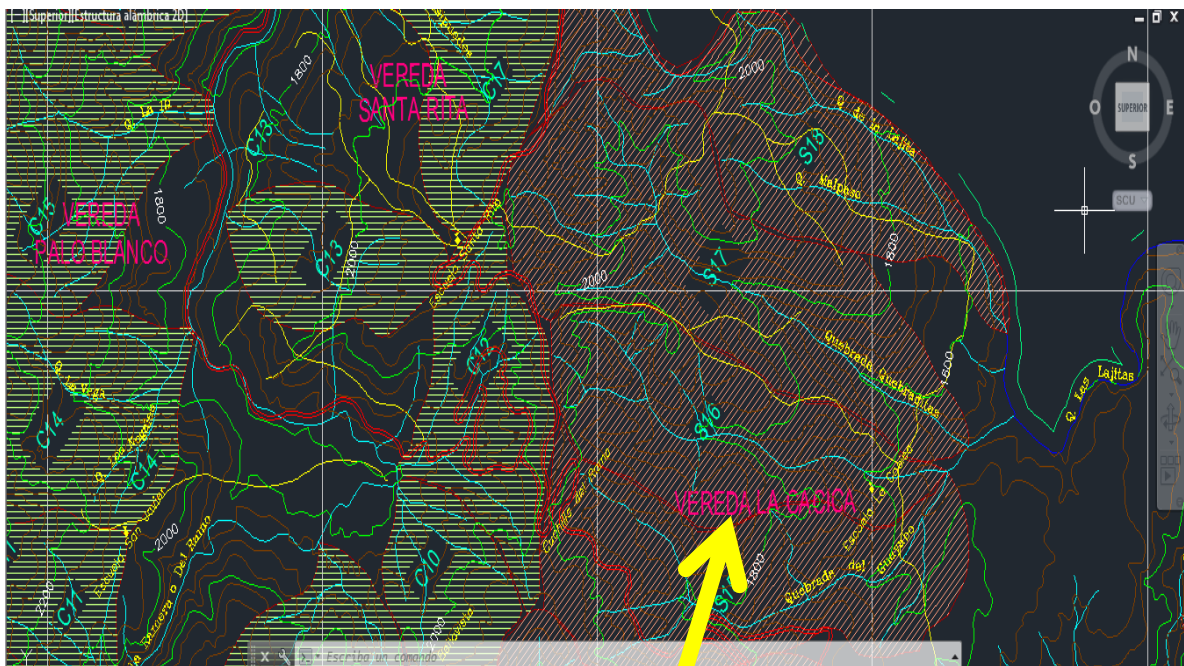


Figura 5.mapa topográfico del municipio de Zapatoca. (Vereda la Cacica)

ESPECIES DEL BOSQUE DE GALERÍA SOBRE LA QUEBRADA EL GUAYABO		
Nº	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
1	Aro	<i>ArumMaculatum</i>
2	Guamo de castilla	<i>Inga sp.</i>
3	Guadua	<i>Bambusa angustifolia</i>
4	Tachuelo	<i>Zanthoxylumsp.</i>
5	Copillo, Escobillo	<i>Xilopiasp.</i>
6	Yarumo	<i>Cecropiasp</i>
7	Caucho	<i>Ficus llanensis</i>
8	Tuno	<i>Miconiasp</i>
9	Caimo	<i>Pouteriasp</i>
10	Dormilona	<i>Mimosa somnians</i>
11	Platanillo	<i>Heliconia bihai</i>

Tabla 2.galeria de bosque vereda la Cacica.

El bosque de galería que se evidencia en la quebrada el Guayabo tiene como función mantener el equilibrio ecológico y de la biodiversidad ya que, contribuyen a la regulación climática e hídrica, conservación de suelos y depuración de la atmósfera.

La importancia de estos ecosistemas radica en que su conservación o establecimiento contribuyen a la regulación del agua de la quebrada en mención y al control de erosión, además constituyen prácticamente los únicos corredores biológicos o áreas boscosas del sector urbano del municipio de Zapatoca que ayudan a preservar tanto la fauna como la flora nativa, al constituirse en hábitat de especies amenazadas o en vía de extinción dentro del sector.

6.3 MARCO LEGAL

8.1 LEYES

- **Ley 2066 - Ley de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario** (11 de abril de 2000), define los roles institucionales del sector, crea la Superintendencia de Servicios Básicos y establece las condiciones para la otorgación de concesiones, licencias y registros.
- **Ley de Agua para la Vida.** El gobierno actualmente está elaborando una nueva propuesta de Ley (al momento existe un ante-proyecto de Ley intitulado Ley de Agua para la Vida), con los reglamentos correspondientes para establecer un marco vinculante para la gestión de los recursos hídricos y avanzar en el proceso de reconocimiento legal de los usos tradicionales y consuetudinarios de los recursos hídricos. La Ley tendrá, además, que involucrarse coherentemente en el cuadro legal diseñado en la Nueva Constitución Política del Estado atribuyendo derechos y obligaciones a todos los actores involucrados en el sector: las autoridades locales y nacionales, los prestadores del servicio, las comunidades y también los agentes de cooperación y financiamiento.

8.2 DECRETOS

- **Decreto Supremo DS 27487** (mayo de 2004), establece la Política Financiera del Sector (PFS) con el objetivo de garantizar el avance en las coberturas y la sostenibilidad mediante mecanismos de financiamiento adecuadas a las condiciones de pago de la población y bajo premisas de eficiencia económica y de gestión de las EPSA'S.
- El Decreto 475 de 1984 por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable, es un documento en el que se establece las disposiciones generales que regulan las actividades relacionadas con la calidad del agua potable para consumo humano.
- Este Decreto contempla las Normas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la calidad del agua potable, define los criterios de la calidad del agua potable; los criterios de calidad química, entre otros. Fue derogado por el art. 35 del Decreto Nacional 1575 de 2007.

8.3 LEGISLACION AMBIENTAL:

Con la expedición de la ley 09 de 1979 en sus artículos del 51 al 54 define el control y prevención de las aguas para consumo humano, determinan las regulaciones que se deben hacer respecto al recurso hídrico (tomas de agua, canales) procesos necesarios para la potabilización, regulaciones sobre almacenamiento de agua y su transporte hasta el usuario, entre otros. Define además entre sus artículos 69 al 70 las disposiciones sobre la potabilización de agua, corresponden al ministerio de salud.

La legislación ambiental adquirió su máxima expresión en la Constitución Política de 1.991, la cual introduce artículos directos que tienen que ver con la calidad de vida y ambiente sano.³

Dos años después, entra en vigencia la Ley 99 de 1.993 la cual posibilitó la creación del Ministerio y la Conformación del Sistema Nacional Ambiental, diseñándose de esta manera los lineamientos de la política Ambiental a nivel nacional y regional.

8.4 CONTEMPLACION AMBIENTAL EOT

- En el municipio existe una deficiencia de agua importante que hace del desarrollo del sector rural una tarea bien difícil⁴.
- Existe una intervención fuerte al territorio, creando una afectación seria al suelo con procesos erosivos.
- Existe la necesidad de un programa de saneamiento básico con el fin de evitar la contaminación de las aguas.
- Existen conflictos de uso de suelo, tanto en los procesos de explotación, como en la intervención de recargas de acuíferos en la mayoría de los sectores del territorio Municipal.
- Existe una tendencia a intervenir los bosques secundarios. Preocupante en atención a que los existentes corresponden en su mayoría a recarga de pequeñas corrientes de agua, pero vitales para el desarrollo de las veredas.,
- La amenaza natural más grande es el de la erosión por mal uso del suelo. Las prácticas actuales, de intervención de BN y BNS debe suspenderse como elemento de sustentabilidad del territorio.

³ Constitución política de Colombia.1991

⁴ EOT del municipio de Zapatoca

- Existen depósitos yesíferos que representan una alternativa económica al Municipio.
- El Municipio no cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas. Contaminando las Aguas de la Q. Uchuval.
- En el casco urbano existe una amenaza por inundación, debido al represamiento de una de las entregas anormales del alcantarillado, en el Barrio Las Flores.
- El Municipio debe abordar de manera inmediata una solución al Sistema de Alcantarillado para poder desarrollar las zonas de expansión.
- El Municipio debe hacer todo lo posible para detener la intervención indebida de la Serranía de Los Yariguies.

7. PROCESO TÉCNICO

Para comenzar con la descripción de los puntos que hacen parte de la evaluación técnica del proyecto “IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE FILTRACIÓN EN MULTIPLES ETAPAS FIME A ESCALA PILOTO PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE CONSUMO DE LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA LA CACICA DEL MUNICIPIO DE ZAPATOCA SANTANDER” es importante antes asegurar que el estudio técnico contenga información como: verificación de las posibilidades técnicas, definición del sistema de producción óptimo que permitan utilizar con mayor disponibilidad los productos disponibles, tamaño y ubicación óptima del proyecto, área requerida para el montaje de instalaciones y distribución de planta y por último el tipo de organización para desarrollar el proyecto.

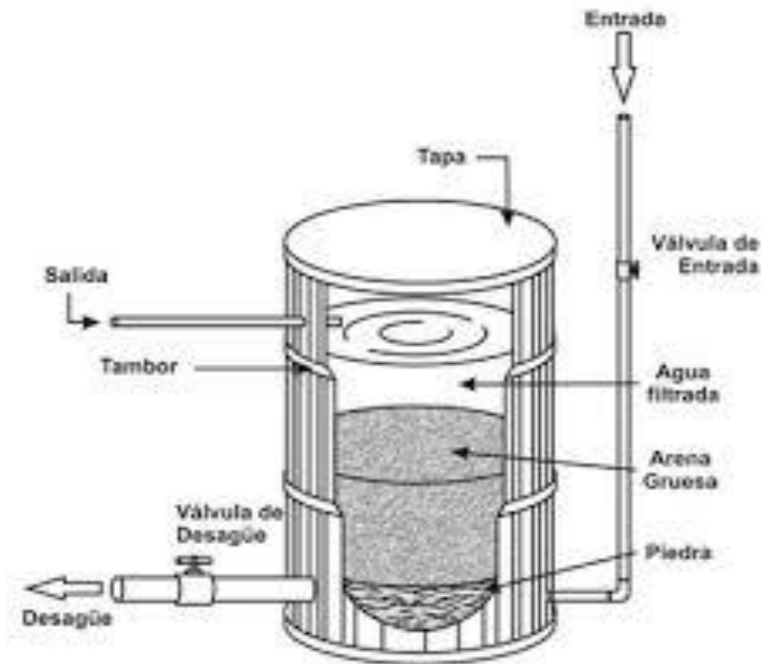
En ese orden de ideas los elementos que hace parte de la evaluación técnica del proyecto estructurado son los siguientes:

Verificación de las posibilidades técnicas→en el proyecto mencionado se efectúa la transformación de materias primas para la elaboración de un nuevo producto finalmente terminado, se contemplan en esta elaboración los posibles inconvenientes de fabricación como los relacionados con la calidad de las materia primas, el costo transporte de las mismas hasta el sitio y los permisos necesarios para la elaboración del producto final y la eficiencia del mismo.

Sistema óptimo de producción→ pueden existir tres tipos de procesos productivos con incidencia en el flujo de fondos. El proceso productivo para el desarrollo del proyecto en mención es por proyecto, ya que este se utiliza para productos de compleja elaboración con características individuales, cabe destacar que esta selección tiene consigo relación directa con el resultado económico del proyecto.

Determinación de los equipos y maquinaria→para este ítem es muy importante tener en cuenta aspectos como características físicas y técnicas de los equipos, eficiencia de funcionamiento, descripción del funcionamiento y operación de equipos, valor en el mercado, costos de producción mantenimiento, gastos de implementación de equipos, estructura necesaria, equipos complementarios y personal encargado del mantenimiento de los equipos, a continuación se hace una descripción general del sistema y su relación con los puntos mencionados anteriormente.

Figura 6. Diagrama de flujo FLA



El caudal en las unidades de FLA tiene que ser controlado para mantener una tasa de filtración adecuada, de manera que se asegure que los procesos biológicos reciban el oxígeno y los nutrientes necesarios. La tasa de filtración puede ser controlada a la entrada o a la salida del filtro. Un método usual en FLA es mantener el nivel de agua sobrenadante al máximo deseado sobre el lecho filtrante usando una válvula de control. La diferencia entre el nivel del agua sobrenadante dentro del filtro y el nivel del agua en la cámara de salida, suministra la fuerza que conduce el agua a través del filtro. En filtros con control a la salida, inicialmente, cuando el lecho de arena está limpio, el agua podría fluir a una tasa de filtración demasiado alta. Para evitar esto, la válvula de salida está casi cerrada fin de crear resistencia al flujo (pérdida de carga) que asegure la tasa de filtración apropiada. Como la superficie del filtro gradualmente se colmata por las impurezas hasta desarrollar una capa biológica llamada, Schmutzdecke, entonces la resistencia al flujo del agua aumenta, creándose una pérdida de carga adicional. Para compensar esa la pérdida de energía y el flujo efectivo de agua a través del medio filtrante, la válvula de salida gradualmente debe ser abierta para mantener el caudal del filtro a la tasa deseada.

El control a la entrada de los filtros, es un método usado actualmente en América Latina, donde el caudal se mantiene constante. El incremento gradual de la pérdida de carga en la superficie del filtro es compensado mediante un incremento en la altura del agua sobrenadante, por lo cual se incrementa la presión del agua para mantener la tasa de flujo a través del filtro.

9.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PRODUCTO O SERVICIO

La FIME puede estar conformada por dos o tres procesos de filtración, dependiendo del grado de contaminación de las fuentes de agua. Generalmente se presenta una opción integrada de tres procesos: filtros gruesos dinámicos (FGDI), filtros gruesos ascendentes o descendentes en Capas y filtros lentos de arena (FLA). Los dos primeros procesos constituyen la etapa de pre- tratamiento, que permite reducir la concentración de sólidos suspendidos. Conforme circula el agua las partículas más pequeñas son eliminadas, hasta llegar al filtro lento de arena, reconocido como una tecnología sencilla, confiable y eficiente, pues puede producir agua de baja turbiedad, libre de impurezas suspendidas y virtualmente libre de entero-bacterias, entero-virus y quistes de protozoarios. “(Diego Luis Cordoba, 2005, pág. Universidad Tecnológica Del Choco)”.

9.2 ESTADO DE DESARROLLO

El filtro grueso dinámico es el primer componente del FIME. Sirve para quitar parte de la turbiedad y los sólidos suspendidos que trae el agua. Cuando el agua llega muy sucia, el filtro grueso dinámico se tapa en la parte de encima y evita que el lodo pase a los otros componentes, protegiendo así al filtro grueso ascendente.

9.3 FUNCIONAMIENTO:

El agua llega a la cámara de entrada y de allí pasa al lecho de grava por donde se filtra de arriba hacia abajo (de manera descendente). En el fondo del filtro el agua es recogida por una tubería perforada (tubería de recolección) y luego pasa a la tubería que la lleva al filtro grueso. El agua que no se filtra pasa por encima de la grava hacia la cámara de rebose, y su paso arrastra parte del lodo que se ha acumulado sobre la superficie de la grava. Es el segundo componente del FIME, sirve para remover turbiedad y parte de los microbios que han pasado por el Filtro Grueso Dinámico.⁵

FIME es predominantemente un proceso ecológico, los mecanismos físicos que contribuyen a la remoción de partículas son:

- **Tamizado:** de partículas que son muy grandes para pasar a través de los poros de los medios filtrantes. Este mecanismo, principalmente tiene lugar en la superficie del lecho de filtrante.
- **Intercepción,** que contribuye al proceso biológico en donde se interceptan las bacterias así como otros contaminantes. Unidades inoculadas con una suspensión de protozoos ciliados es más efectiva y mejora su maduración.

⁵También llamado biofilm; es una capa formada por una matriz gelatinosa de bacteria, hongos, protozoo, rotífera y una gama de larvas de insecto acuáticas que se forma en los dos centímetros superiores de la arena y se encarga de la purificación del agua.

- **Mecanismos de transporte** (difusión, sedimentación, intercepción, inercia, y acción hidrodinámica) llevan pequeñas partículas a la superficie de la arena.
- **Adherencia**, el cual causa que las partículas más pequeñas se adhieran a los granos de arena, con el incremento de la presión por el aumento del nivel de agua se induce a un desprendiendo que transporta las partículas al fondo del filtro.

Los niveles de contaminación pueden exceder la capacidad de una unidad FIME, pero su límite es más alto que el de un sistema FLA (niveles de turbiedad entre 50 UNT y 120 UNT para cortas duraciones).

Por otra parte las cantidades moderadas de algas son usualmente benéficas, pero su rápido crecimiento causa que los filtros se obstruyan rápidamente. El decaimiento de las algas puede producir altas concentraciones de material orgánico soluble y biodegradable llevando a problemas de olores y sabores. Un bajo nivel de color es deseable en el agua, el material orgánico es responsable del color y las sustancias químicas usadas en los procesos pueden reaccionar originando subproductos en los procesos finales que pueden ser perjudiciales.

Conforme opera el filtro, se desarrolla en la superficie una capa biológica que resulta de la acumulación de material orgánico e inorgánico. En esta capa se genera la mayor pérdida de carga durante el funcionamiento del filtro, por lo cual el trabajo de limpieza consiste en el retiro o raspado de uno a dos cm. de la parte superior del medio filtrante al cabo de varias semanas o meses, dependiendo de factores tales como la turbiedad del agua y la velocidad de filtración. Después de varios raspados, se requiere el rearenamiento del filtro, actividad que consiste en la reposición de la arena retirada anteriormente del filtro una vez lavada. Esta actividad se realiza cada tres o más años.

9.4 INSUMOS:

Entre los insumos y materiales requeridos para la implementación del sistema FIME en las diferentes etapas del proceso tenemos: baldes, cronometro, papelería, transporte, mano de obra, análisis físico-químico y microbiológica de las muestras, arena, grava, tamices, tubería, llave de paso, tapón soldado, limpiador, soldadura, desinfectante de gravas y arenas, transporte de materiales, dosificador de cloro y tanques de 500 litros para almacenamiento.

9.5 CAPACIDAD PRODUCTIVA:

El sistema va dirigido a suplir las necesidades de cada uno de los habitantes de la vereda, el comprador adquiere un sistema y en la vereda son hasta ahora 8 los posibles compradores. El fabricante suplirá las necesidades de cada uno de ellos, y la efectividad del producto que se está ofreciendo.

9.6 PROVEEDORES

Entre los proveedores tenemos principalmente ferreterías y personas que laboran en la extracción de arena, laboratorios certificados y papelería principalmente.

8. RESULTADOS

Físicas	Turbiedad, Color, Olor, Sabor, Temperatura, Sólidos, Conductividad.
	PH, Dureza, Acidez, Alcalinidad, Fosfatos, Sulfatos, Fe, Mn, Cloruros, Oxígeno disuelto, Grasas y Aceites, Amoníaco, Cloro, Hg, Ag, Pb, Al, Zn, Cr, Cu, B, Cd, Ba, As, Nitratos, Nitritos, Pesticidas, etc.
Microbiológicas	Protozoarios (patógenos), Helmintos (patógenos), Coliformes Fecales, Coliformes Totales.

Tabla 3. Características del agua Fuente: LONDOÑO CARVAJAL, Adela. Línea de profundización-I, Ambiental. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

10.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE POTABILIDAD DEL AGUA.

Características físicas	
Requisitos	Valor
Color expresado en unidades de la escala Pt-Co, máximo	15
Olor y sabor	Inobjetable
Turbiedad expresada en unidades nefelométricas de turbiedad UNT, máx.	2
Sólidos totales, expresado en $\frac{mg}{dm^3}$, máx.	200

Tabla 4. Características físicas de potabilidad del agua NTC 813Fuente: NTC 813 Normas oficiales para la calidad del agua Norma Técnica Colombiana

Sustancias	Expresada como	Valor permitido (mg/L)
Arsénico	As	0,05
Aluminio	Al	0,2
Bario	Ba	1,0
Boro	B	1,0
Cadmio	Cd	0,005
Cianuro	CN	0,1
Cinc	Zn	5,0
Cloruros	Cl	250,0
Cobre	Cu	1,0
Cromo Hexavalente	Cr+6	0,05

Dureza total	CaCO3	30	150
Fenoles	Fenol		0,001
Hierro total	Fe		0,3
Magnesio	Mg		36,0
Manganeso	Mn		0,1
Mercurio	Hg		0,001
Nitratos	NO3		45,0
Nitritos	NO2		0,01
Plomo	Pb		0,01
Plata	Ag		0,05
SAB	SAB		0,5
Selenio	Se		0,01
Sulfatos	SO4		250,0
Grasas y aceites			No detectable

Tabla 4. Concentración de elementos y sustancias químicas permitidas en el agua potable

10.2 TOMA DE MUESTRAS

Se obtendrán de los tanques de almacenamiento y en puntos representativos de la red de distribución.

En muestra para los exámenes microbiológicos es recomendable programar una revisión periódica:

Número de habitantes servidos	Número de muestras para analizar por mes
Menos de 2500	2
2501 a 10000	8
10001 a 100000	10 más 1 por cada 1000 habitantes
100001 a 500000	90 más una por cada 10000 habitantes
500001 a 1000000	140 más 2 por cada 100000 habitantes
Más de 1000000	340 más 40 por cada 1000000 habitantes

Tabla 5. Población servida para exámenes biológicos Fuente: NTC 813 Normas oficiales para la calidad del agua Norma Técnica Colombiana

Número de habitantes servidos	Intervalo máximo entre muestras consecutivas
Menos de 20000	1 mes
20001 a 50000	2 semanas
50001 a 100000	4 días
100000 a 300000	2 días
Más de 300000	1 día

Tabla 6. Numero de muestras por habitantes servidos Fuente: NTC 813 Normas oficiales para la calidad del agua Norma Técnica Colombiana.

Se asignara puntaje de riesgo a cada característica física química y microbiológica por no cumplimiento de los valores aceptables establecidos en la NTC 813.

Características físicas/químicas/Microbiológicas.	Expresadas como	Valor mínimo aceptable	Valor máximo aceptable	Puntaje de riesgo
Color Aparente		6,5	15	6
Turbiedad		0,3	2	15
Potencial de hidrogeno			9	1,5
Cloro residual libre			2	15
Alcalinidad Total			200	1
Calcio			60	1
Fosfatos			0,5	1
Manganeso			0,1	1
Molibdeno			0,07	1
Magnesio			36	1
Zinc			3	1
Dureza Total			300	1
Sulfatos			250	1
Hierro Total			0,3	1,5
Cloruros			250	1
Nitratos			10	1
Nitritos			0,1	3
Aluminio			0,2	3
Fluoruros			1	1
Carbono Orgánico Total			5	3
Coliformes Totales			0	15
Escherichia Coli			0	25
Sumatoria				100

Tabla 7. Índice de riesgo de la Calidad del agua para consumo Humano (IRCA) Fuente: NTC 813 Normas oficiales para la calidad del agua Norma Técnica Colombiana.

El valor de IRCA es cero cuando cumple entre los valores aceptables para cada una de sus características físicas, químicas y microbiológicas, si en los resultados se llega a dar un valor superior del establecido en cualquier tipo de plaguicida o algún químico de origen natural o sintético del cual no se tenga la información respectiva así como la presencia de Giardia y Criptosporidium

Clasificación IRCA	Nivel de riesgo	Notificaciones	IRCA mensual acciones
80,1-100	Inviabile sanitariamente	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, Contraloría General, Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano
35,1-80	Alto	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, SSPD.	Agua no apta para consumo humano
14,1-35	Medio	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador.	Agua no apta para consumo humano
5,1-14	Bajo	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano susceptible de mejoramiento
0-5	Sin Riesgo	Continuar control y vigilancia.	Agua apta para consumo humano continuar vigilancia

Tabla 8. Interpretación IRCA Fuente: resolución 215/2007.

$$IRCA\% = \frac{\text{s puntaje de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\text{s puntaje de riesgo a todas las características analizadas}}$$

10.3 RESULTADOS ANÁLISIS MUESTRA 1

Procedimiento:

Tipo de muestra: Puntual.
Identificación de la muestra: Tanque filtro de arena lento.
Matriz de la muestra: Agua
Muestreo realizado por:
Lugar y punto de muestreo: filtro lento de arena escuela la cacica, vereda la cacica, Municipio de Zapatoca.
Fecha del muestreo:

Tabla 9. Identificación de la muestra #1

Parámetro	Resultados de análisis	Límite permitido por la NTC 813	Puntaje de riesgo
Color (UPC)	0	15	0
Turbiedad(NTU)	0,78	2	0

Tabla 10. Resultados parámetros físicos muestra # 1 Fuente: resultados de la prueba tabla

Característica	Resultado	Límite permitido	Puntaje de riesgo
Calcio	22,04	60	0
Cloro Residual	0,4	0,3-2	0
Cloruros	3,90	0-250	0
Dureza Total	74,10	0-300	0
Fluoruros	0	0-1	0
Hierro Total	0,055	0-0,3	0
PH	6,90	6,5-9	0
Sulfatos	3,90	0-250	0
Carbonatos	28	0-200	0

Tabla 11. Resultado análisis químico muestra # 1

Parámetro	Resultado del análisis	Límite permitido NTC813	Puntaje de riesgo
Coliformes totales(UFC/100ml)	1,1	0	15
E. Coli(UFC/100ml)	0,460	0	25

Tabla 12. Resultados análisis microbiológicos muestra # 1

Determinación y análisis del índice de riesgo para la calidad del agua (IRCA).
Muestra #1

Parámetros:

Coliformes Totales=15

E. Coli= 25

Total: $15+25=40$

Puntaje de riesgo total asignado: $100-40=60$

Según la norma NTC813 en presencia de Coliformes o E. Coli se da un valor de riesgo de 100 siendo el líquido inviable para el consumo humano, se experimenta con la aplicación de filtro lento de arena arrojando los siguientes resultados.



**Autoridad Santander
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DE SANTANDER
IRCA por Muestra**

NIT:	Nombre: SERVIZAPATOCA
------	-----------------------

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

muestra no: 2	Código laboratorio: 208	Contramuestra pp: No
Fecha de toma: 01/04/2013	Fecha de recepción laboratorio: 02/04/2013	Fecha análisis laboratorio: 22/04/2013
Muestra tomada por: DIANA JANETH TOLOZA	Desinfectante:	Coagulante: _____
Análisis Solicitados: Adicional, Físicoquímico, Microbiológico	Resultados para: Vigilancia	Tipo de muestra: Tratada

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Código: 30	Nombre: LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DE SANTANDER	Teléfono: 6441473
Fax: 6418423	Dirección: CALLE 56 N 2W-68	Email: labdepsan@yahoo.es
Página WEB: www.gobernaciondesantander.gov.co		

INFORMACIÓN SOLICITANTE

Nombre: LUZ MIREYA VILLANOVA	Departamento: Santander	Municipio: Zapatoca
Dirección: CRA. 9. NRO. 10.82	Teléfono: 3124235431	Fax:
Email:	Página WEB:	

INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA

Departamento: Santander	Municipio: Zapatoca	Población: 0,00	Clase: RURAL
Lugar: ESCUELA LA CACICA	Descripción: NR	Código punto: -1	
Dirección: VEREDA LA CACICA	GPS:	Fuente: QUEBRADA EL GUAYABO	
Concertado: No	Intradomiciliario: No		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Alcalinidad Total	Volumétrico	28,00	mg CaCO ₃ /L	>=0,0000<= 200,0000	Aceptable
Calcio	Volumétrico EDTA	22,04	mg Ca/L	>=0,0000<= 60,0000	Aceptable
Cloro residual libre	Kit	0,40	mg Cl ₂ /L	>=0,3000<= 2,0000	Aceptable
Cloruros	Argentométrico	3,90	mg Cl - /L	>=0,0000<= 250,0000	Aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	1,100	UFC/100 cm ³	>=0,0000<= 0,0000	Aceptable
Color aparente	Espectrofotométrico	0,00	UPC	>=0,0000<= 15,0000	Aceptable
Dureza total	Volumétrico EDTA	74,10	mg CaCO ₃ /L	>=0,0000<= 300,0000	Aceptable
E.coli	Sustrato definido	0,460	UFC/100 cm ³	>=0,0000<= 0,0000	Aceptable



**Autoridad Santander
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DE SANTANDER
IRCA por Muestra**

Fluoruros	Electrométrico	0,00	mg F -/L	$\geq 0,0000 \leq 1,0000$	Aceptable
Hierro total	Kit	0,055	mg Fe/L	$\geq 0,0000 \leq 0,3000$	Aceptable
Magnesio	Volumétrico EDTA	6,36	mg Mg/L	$\geq 0,0000 \leq 36,0000$	Aceptable
ph	Electrométrico	6,90	Unidades de PH	$\geq 6,5000 \leq 9,0000$	Aceptable
Sulfatos	Nefelométrico	3,90	mg SO4 2-/L	$\geq 0,0000 \leq 250,0000$	Aceptable
Turbiedad	Nefelométrico	0,78	UNT	$\geq 0,0000 \leq 2,0000$	Aceptable

* Cuando se utilice la técnica de enzima sustrato y el resultado es "<1 microorganismo / 100cm3" o cuando se utilice la técnica Presencia-Ausencia y el resultado es "ausencia en 100cm3" se le asigna el valor de 0 "cero". Si se >1 o hay presencia el valor es >0

ANÁLISIS ESPECIALES

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
----------------	--------	-----------	----------	--------------------	-------------

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES**

Característica	Método	Resultado	Unidades
Conductividad	Electrométrico	51,20	u siemens/cm

**IRCA sin tomar en cuenta las características adicionales no considerados en la resolución 2115 de 2007.

OBSERVACIONES: COLIFORMES TOTALES Y FECALIS ESTAN EXPRESADOS EN UNIDADES NMP/100 ML. PH Y CLORO RESIDUAL MEDIDOS EN SITU.

NOTA: Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: SIN RIESGO. Es apta para consumo humano desde el punto de vista Microbiológico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

CARACTERÍSTICAS ANALIZADOS: 15

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA		
Características para IRCA: 14	IRCA BÁSICO: 0,00 %	IRCA ESPECIAL: 0,00 % IRCA: 0,00 %
Nivel de riesgo: SIN RIESGO		
IRCA Básico: Según Cuadro 6 Art. 13 Res. 2115 de 2007 IRCA Especial: Según Parágrafo Art. 13 Res. 2115		

Coordinador del
Laboratorio

Analista - Físicoquímico

Analista - Microbiológico

Impresión Reporte: 04/04/2014

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización escrita del laboratorio.

10.4 RESULTADOS Y ANÁLISIS MUESTRA #2

Tipo de muestra: Puntual.
Identificación de la muestra: Tanque filtro de arena lento.
Matriz de la muestra: Agua
Muestreo realizado por:
Lugar y punto de muestreo: filtro lento de arena escuela la cacica, vereda la cacica, Municipio de Zapatoca.
Fecha del muestreo:

Tabla 13. Identificación muestra # 2

Parámetro	Resultados de análisis	Límite permitido por la NTC 813	Puntaje de riesgo
Color (UPC)	0	15	0
Turbiedad(NTU)	0,20	0-2	0

Tabla 14. Resultados parámetros físicos muestra #2

Característica	Resultado	Límite permitido	Puntaje de riesgo
Calcio	25	60	0
Cloro Residual	0,4	0,3-2	0
Cloruros	3,90	0-250	0
Dureza Total	78,06	0-300	0
Fluoruros	0	0-1	0
Hierro Total	0,055	0-0,3	0
PH	6,50	6,5-9	0
Sulfatos	3,90	0-250	0
Carbonatos	28	0-200	0

Tabla 15. Resultado análisis químico muestra # 2

Parámetro	Resultado del análisis	Límite permitido NTC813	Puntaje de riesgo
Coliformes totales(UFC/100ml)	0	0	0
E. Coli(UFC/100ml)	0	0	0

Tabla 16. Resultados análisis microbiológicos muestra #2

Determinación y análisis del índice de riesgo para la calidad del agua (IRCA).
Muestra #2

Parámetros:

Coliformes totales= 0

E. Coli= 0

Parámetros químicos= 0

Parámetros físicos= 0

Autoridad Santander
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DE SANTANDER
IRCA por Muestra

NIT:	Nombre: SERVIZAPATOCA
------	-----------------------

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

muestra no: 2	Código laboratorio: 208	Contramuestra pp: No
Fecha de toma: 07/04/2014	Fecha de recepción laboratorio: 08/04/2014	Fecha análisis laboratorio: 16/04/2014
Muestra tomada por: DIANA JANETH TOLOZA	Desinfectante:	Coagulante: ———
Análisis Solicitados: Adicional, Físicoquímico, Microbiológico	Resultados para: Vigilancia	Tipo de muestra: Tratada

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Código: 30	Nombre: LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DE SANTANDER	Teléfono: 6441473
Fax: 6418423	Dirección: CALLE 56 N 2W-68	Email: labdepsan@yahoo.es
Página WEB: www.gobernaciondesantander.gov.co		

INFORMACIÓN SOLICITANTE

Nombre: LUZ MIREYA VILLANOVA	Departamento: Santander	Municipio: Zapatoca
Dirección: CRA. 9. NRO. 10.82	Teléfono: 3124235431	Fax:
Email:	Página WEB:	

INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA

Departamento: Santander	Municipio: Zapatoca	Población: 0,00	Clase: RURAL
Lugar: ESCUELA LA CACICA		Descripción: NR	Código punto: -1
Dirección: VEREDA LA CACICA		GPS:	Fuente: QUEBRADA EL GUAYABO
Concertado: No		Intradomiciliario: No	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Alcalinidad Total	Volumétrico	28,00	mg CaCO ₃ /L	>=0,0000<= 200,0000	Aceptable
Calcio	Volumétrico EDTA	25,0	mg Ca/L	>=0,0000<= 60,0000	Aceptable
Cloro residual libre	Kit	0,40	mg Cl ₂ /L	>=0,3000<= 2,0000	Aceptable
Cloruros	Argentométrico	3,90	mg Cl - /L	>=0,0000<= 250,0000	Aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	0,00	UFC/100 cm ³	>=0,0000<= 0,0000	Aceptable
Color aparente	Espectrofotométrico	0,00	UPC	>=0,0000<= 15,0000	Aceptable
Dureza total	Volumétrico EDTA	78,6	mg CaCO ₃ /L	>=0,0000<= 300,0000	Aceptable
E. coli	Sustrato definido	0,00	UFC/100 cm ³	>=0,0000<= 0,0000	Aceptable



Autoridad Santander
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DE SANTANDER
IRCA por Muestra

Fluoruros	Electrométrico	0,00	mg F -/L	$\geq 0,0000 \leq 1,0000$	Aceptable
Hierro total	Kit	0,055	mg Fe/L	$\geq 0,0000 \leq 0,3000$	Aceptable
Magnesio	Volumétrico EDTA	6,36	mg Mg/L	$\geq 0,0000 \leq 36,0000$	Aceptable
ph	Electrométrico	6,50	Unidades de PH	$\geq 6,5000 \leq 9,0000$	Aceptable
Sulfatos	Nefelométrico	3,90	mg SO4 2-/L	$\geq 0,0000 \leq 250,0000$	Aceptable
Turbiedad	Nefelométrico	0,20	UNT	$\geq 0,0000 \leq 2,0000$	Aceptable

* Cuando se utilice la técnica de enzima sustrato y el resultado es "<1 microorganismo / 100cm³" o cuando se utilice la técnica Presencia-Ausencia y el resultado es "ausencia en 100cm³" se le asigna el valor de 0 "cero". Si se >1 o hay presencia el valor es >0

ANÁLISIS ESPECIALES

Características	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
-----------------	--------	-----------	----------	--------------------	-------------

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES**

Características	Método	Resultado	Unidades
Conductividad	Electrométrico	51,20	u siemens/cm

**IRCA sin tomar en cuenta las características adicionales no considerados en la resolución 2115 de 2007.

OBSERVACIONES: COLIFORMES TOTALES Y FECALIS ESTAN EXPRESADOS EN UNIDADES NMP/100 ML. PH Y CLORO RESIDUAL MEDIDOS EN SITU.

NOTA: Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: SIN RIESGO. Es apta para consumo humano desde el punto de vista Microbiológico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

CARACTERÍSTICAS ANALIZADOS: 15

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA		
Características para IRCA: 14	IRCA BÁSICO: 0,00 %	IRCA ESPECIAL: 0,00 % IRCA: 0,00 %
Nivel de riesgo: SIN RIESGO		
IRCA Básico: Según Cuadro 6 Art. 13 Res. 2115 de 2007 IRCA Especial: Según Parágrafo Art. 13 Res. 2115		

[Firma]
Coordinador del
Laboratorio

[Firma]
Analista - Físicoquímico

[Firma]
Analista - Microbiológico

Impresión Reporte: 04/04/2014

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización escrita del laboratorio.

9. DISEÑO FIME

11.1 CONSUMO DIARIO

El diseño del filtro se realiza en función del caudal que consume la población por cada hora del día y de esta forma saber la demanda máxima de agua y así dimensionar la capacidad del filtro de modo que no se quede corto en ningún momento del día. Actualmente se encuentran matriculados 17 alumnos en la escuela la Cacica los cuales reciben el beneficio de almuerzo y comida, además se encuentran 2 señoras encargadas de la preparación diaria de los alimentos y 2 profesoras que también son favorecidas con el servicio; por este motivo se pronostica un aumento en el número de estudiantes de 5 se pronostica, por el cual se tienen los siguientes parámetros de diseño.

Parámetros	Litros por persona	Cantidad de personas beneficiadas	Cantidad de litros
Para tomar	3	25	75
Para limpiar y preparar alimentos	3	25	75
Total			150L

Tabla 17. Agua potable necesaria por día

11.2 HIDRÁULICA DE FILTRACIÓN.

Un aspecto importante en el comportamiento hidráulico del flujo de arena es saber la altura de agua necesaria para garantizar que la velocidad de filtración se encuentre en el rango de valores necesario.

$$0,1m^3/m^2/h \leq v_f \leq 0,4m^3/m^2/h$$

Donde v_f es la velocidad a la que debe circular el agua para ser considerado filtro lento de arena, si consideramos que el medio poroso es homogéneo y que el agua se comporta como un fluido laminar podemos utilizar la ecuación de Darcy para caudal:

$$Q = -K \bar{v} h$$

Conociendo que el flujo de agua que va a pasar por el filtro viene controlado por:

- Pello de agua cruda H_1
- Pello de agua tratada H_2
- Velocidad de filtración v_f

$$(H_1 - H_2) = \frac{v_f}{k} \cdot L$$

Donde L es el grosor de la capa de arena, K permeabilidad, H1 pelo de agua cruda, H2 Pelo de agua tratada, v_f es la velocidad de filtración en el lecho de arena.

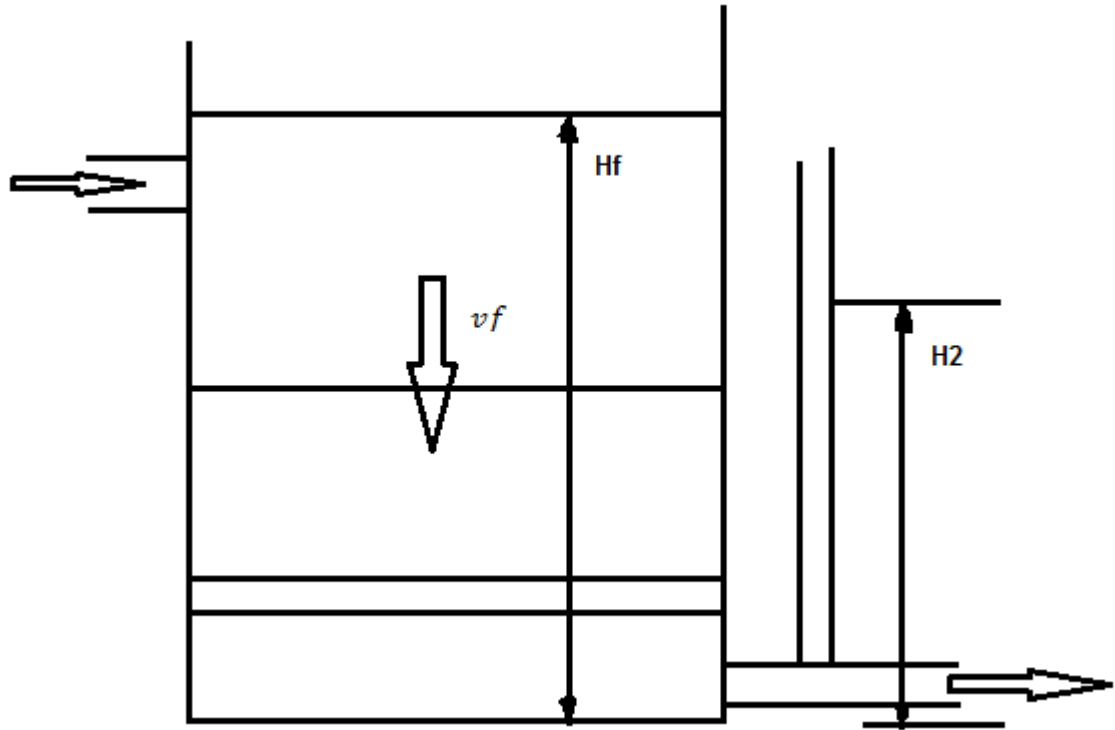


Figura 7. Diagrama técnico FLA

$H_f = 1,10\text{m}$

$H_2 = 0,55\text{m}$

$L = 0,45\text{ m}$

$K = 0,17\text{md}$

$Q = 0,153\text{m}^3/\text{día}$

$Q_{\text{necesario}} = 75\text{L/d} (1000\text{cm}^3/1\text{L})(1\text{día}/12\text{h}) = 6260\text{cm}^3/\text{hora}$ $6,25\text{ L/h} = 0,00626\text{m}^3/\text{h}$

$Q_{\text{necesario}}: 0,00626\text{m}^3/\text{h}$ $0,15024\text{m}^3/\text{día}$

Calculo del área necesaria

$$A_{\min} \geq \frac{Q}{v_f}$$

$$A_{\min} \geq \frac{0,00626}{0,2} = 0,0313\text{m}^2$$

11.3 EFICIENCIA DEL FILTRO DE ARENA

Para calcular la eficiencia del Filtro Lento de Arena, tomaremos en cuenta los datos del examen físico químico el ítem de TURBIDEZ y del análisis microbiológico antes y después de la filtración. Calculo de eficiencia del filtro en la remoción de sólidos poco sedimentables (turbidez)

$$N_{\text{turbidez}} = 0,78 - 0,20 = 0,58$$

Calculamos porcentaje: 0,78 es equivalente al 100%, 0,2 equivale= 74,35%

Calculo de la eficiencia del Filtro con los datos obtenidos del análisis microbiológico tomando en cuenta los COLIFORMES TOTALES.

$$\text{Coliformes Totales} = 1,1$$

$$\text{Coliformes Totales}_2 = 0$$

$$\text{Porcentaje \%} = 100\%$$

CAUDAL DE FILTRACIÓN:

$$Q_f = \frac{75L}{\text{hab día}} = 0,003125 \frac{m^3}{h}$$

CÁLCULO DEL ÁREA DE FILTRACIÓN:

$$A_f = \frac{0,003125}{0,2} = 0,01563 m^2$$

DIÁMETRO DE CAUDAL DE FILTRACIÓN:

$$D = \frac{\sqrt{4 * 0,01563}}{3,14} = 0,1407m = 5.55 \text{pulgadas}$$

$$D = 6 \text{pulgadas}$$

11.4 CONTROL ESTADÍSTICO

Consiste en localizar fluctuaciones en los resultados basándose en tests estadísticos de análisis de medias, de varianzas, puntos anómalos, análisis de regresión, etc. Destacan especialmente las cartas de control (Shewart o cusum) para estudiar tendencias temporales y localizar derivas.

11.5 VENTAJAS

Como se describe a continuación las ventajas de este tipo de tratamiento hacen que sea especialmente indicado para zonas rurales porque:

1. No existe otro método que consiga un tratamiento del agua tan efectivo sin aplicar un tratamiento físico, químico o bacteriológico agresivo.
2. Es un sencillo diseño y bajo coste en los materiales que se puede rebajar aún más utilizando técnicas locales y personal de la propia comunidad. El acceso a la arena necesaria y a las protecciones contra el frío son los dos conceptos que se tienen que tener en cuenta para no encarecer demasiado la obra.
3. El mantenimiento es muy conveniente que sea asumido por la comunidad, ya que es una tarea que se debe hacer para que el filtro funcione correctamente.
4. No existe la posibilidad de contaminar cursos de agua cercanos, ya que no se utilizan elementos químicos.
5. Además los lodos se pueden usar como fertilizantes naturales para los cultivos.

12. ESQUEMA FINANCIERO DEL PROYECTO SOCIO- AMBIENTAL PARA LA ESCUELA LA CACICA DEL MUNICIPIO DE ZAPATOCA

FUENTES DE FINANCIACIÓN:	DESCRIPCIÓN	VALOR DEL APOORTE
Administración municipal	El señor alcalde del municipio de Zapatoca Salvador Díaz Garzón mediante la presentación de este proyecto a los honorables concejales, logra la aprobación y entrega del dinero que corresponderá a cubrir los costos que tienen que ver con la construcción, asesorías técnicas y evaluación y funcionamiento adecuado de la FIME a construir en la escuela de la vereda la Cacica teniendo en cuenta que en su plan de gobierno la salud y los temas ambientales juegan un papel de gran importancia para el municipio, y su apoyo para futuros proyectos de estas clases serán estudiados para dar la oportunidad a los nuevos profesionales.	\$2.160.550
Padres de familia, profesores, propietarios de fincas aledañas.	Estas personas realizaron un bazar para contribuir a la necesidad y problemática expuesta durante el proyecto. Su aporte tanto económico como social fue de gran ayuda para llevar a cabo este proyecto.	\$269.300
aporte personal como administradora ambiental	El aporte realizado como profesional en el área ambiental está basado en la mano de obra técnica, para los procesos antes y después de la implementación de la FIME en la vereda la Cacica, contribuyendo de igual manera con un aporte en efectivo.	\$247.000
Valor total aportado		\$2.676.850

13. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

Año	2013											
Actividades	Mayo				junio				Julio			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación de información existente.	X	X	X	X	X	X	X					
Formulación y Presentación de la propuesta (universidad Santo tomas).								X				
Presentación de la propuesta a los habitantes y profesores de la escuela la Cacica.									X			
Realización de aforos para determinación del caudal										X		
Caracterización del agua del caudal el Guayabo que abastece de agua a la Vereda la cacica del Municipio de Zapatoca Santander												X
Realización del diseño, haciendo cálculos y elaborando planos												X

Año	2013											
Actividades	Agosto				septiembre				octubre			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del filtro											X	X

Año	2013-2014											
Actividades	Noviembre				MARZO				ABRIL			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Caracterización del agua a la entrada y salida del sistema FIME.	X	X	X	X								
Determinación del tiempo de retención hidráulico					X							

Calculo de los porcentajes de remoción							X	X	X	X		
Seguimiento y control del proceso de filtración lenta en arena (FLA)												X
Resultados del proceso												X
Entrega y sustentación del proyecto	2	4	/	0	9	/	2	0	1	4	-	-

14. PRESUPUESTO

ITEM	ACTIVIDAD	UNID	CANT	VR UNIT	VI/ TOTAL
1	AFORO VOLUMETRICO				
1.1	Balde	UN	1	8.000	8.000
1.2	Alquiler cronometro	HR	3	1.000	3.000
1,3	Papelería (cuaderno)	UN	1	1.000	1.000
1.4	Transporte (viaje)	UN	1	5.000	5.000
1.5	Mano de obra	UN	2	15.000	30.000
	SUBTOTAL				47.000
2	DISEÑO FIME				
2,1	Toma de muestras de agua	UN	1	10.630	10.000
2,2	Análisis físico - químicos agua	UN	1	67.570	67.600
2,3	Análisis microbiológico agua	UN	1	21.680	21.700
2,4	Mano de obra Diseño			30.000	30.000
	SUBTOTAL				129.300
3	CONSTRUCCIÓN FIME				
3,1	Tanque en concreto para almacenamiento de agua purificada	M2	40	400.000	400.000
3,2	Arena	M3	0,6	45.000	27.000
3,3	Grava	M3	0,6	65.000	39.000
3,4	Alquiler tamices	GL		10.000	10.000
3,6	Tubería PVC de ½"	ML	60	3.000	180.000
3,7	Llaves de paso	UN	4	15.000	60.000
3,8	Tapón soldado PVC	UN	5	400	2.000
3,9	Limpiador PVC	UN	2	1.500	3.000
3,1	Soldadura PVC	UN	2	2.000	4.000
3,11	Desinfección gravas y arenas	GL		15.000	15.000

3,12	Transporte de materiales	UN	2	15.000	30.000
3,13	Dosificador de Cloro	UN	1	10.000	10.000
3,14	Tanque de 500 L	UN	2	150.000	300.000
3,14	Mano de Obra	GL		300.000	200.000
	SUBTOTAL				1.280.000
4	IMPLEMENTACIÓN FIME				
4,1	Mano de obra	GL		50.000	50.000
	SUBTOTAL				50.000
5	EVALUACIÓN FUNCIONAMIENTO FIME				
5,1	Toma de muestras de agua	UN	5	10.630	45.000
5,2	Análisis físico - químicos agua	UN	5	67.570	337.850
5,3	Análisis microbiológico agua	UN	5	21.680	108.400
	SUBTOTAL				491.250
6	MANTENIMIENTO FIME				
6,1	Equipo para mantenimiento	GL		50.000	50.000
6,1	Mano de obra	MES	3	30.000	90.000
	SUBTOTAL				140.000
7	PRESENTACIÓN PROYECTO				
7,1	Internet, impresión, empaste.	T		100.000	100.000
7,2	Diseño manual de operación y mantenimiento	GL		50.000	50.000
7,3	Viáticos	GL		50.000	50.000
	SUBTOTAL				200.000
8	ASESORIAS TECNICAS				
8,1	Ingeniero civil	UN	1	50.000	50.000

8,2	Ingeniero ambiental	UN	1	50.000	50.000
8,3	Administrador ambiental	UN	2	50.000	100.000
8,4	Capacitaciones	UN	2	30000	60.000
					260.000
	SUMA:				2.597.550
					=
					=
	IMPREVISTOS	%	5		100.000
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				2.697.550

15. CONCLUSIONES

1. El análisis fisicoquímico dio a conocer que el agua de la quebrada el guayabo presento variaciones con la aplicación del filtro lento de arena, un aumento en el nivel de calcio de 22,04 a 25 muestra 1 y 2 respectivamente manteniéndose dentro del límite establecido por la norma NTC 813; así mismo la dureza paso de 74,1 para la muestra 1 a 78 para la muestra 2 aumentando levemente su dureza debido a la presencia de calcio del parámetro anterior y manteniéndose dentro del rango establecido por la norma; de igual manera su alcalinidad pasa de 6,9 a 6,5 y su turbiedad disminuye 0,78 a 0,2 manteniéndose en el rango establecido.
2. En el análisis microbiológico se obtuvo valores de Coliformes del orden 1,1 y E. Coli con valor de 0,460 en la muestra 1 siendo un agua no recomendada para el consumo humano, En la muestra 2 ausencia de Escherichia Coli con valor de 0 y ausencia de Coliformes totales con valor de cero ratificando el filtro de arena lento como solución de Potabilización del agua de la quebrada del guayabo.
3. Al desarrollar la fórmula representativa del IRCA se determinaron valores de 100% debido a la presencia de Coliformes y E. Coli ubicando la muestra 1 en rango de estimación alto y cero en la muestra 2; ratifica y respalda la potabilidad del agua después del proceso de filtración.
4. La utilización de filtros lentos de arena en la purificación del agua para su consumo es factible, puesto que se ha comprobado mediante los análisis realizados (microbiológico) que los niveles de contaminación bajaron en un porcentaje considerable de 100% en remoción de Coliformes Totales y en un 100% en Coliformes Termo tolerantes; y cambio físico en la turbidez del 74%.

El modulo del FILTRO LENTO DE ARENA ha permitido obtener la cantidad de agua descontaminada para 27 personas con un consumo diario de 75 litros sobre un diámetro de 6 pulgadas.

16. BIBLIOGRAFIA

ACRA, El Agua surge desde abajo. Experiencias de manejo comunitario del recurso hídrico, 2007.

AUTORES VARIOS, Asamblea Constituyente: artículos aprobados y complementados en la Comisión de Recursos Hídricos y Energía, Agua Sustentable.

BELLAMY, W.D; HENDRYKS, D.W. Y LOGSDON, G.S. FILTRACION LENTA EN ARENA, la influencia de algunas variables en el proceso. Volumen 77(1985).

HENAO SARMIENTO JESUS EUGENIO. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Usta. Bogotá, Colombia, 2011.

PRIETO BOLIVAR CARLOS JAIME. El agua: sus formas, sus efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación, 2da.ed.Bogotá: Ediciones, 2004.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT), Zapatoca.

17.CIBERGRAFIA

www.crc.gov.co/files/anuncios/informe-de-gestion-2011-crc.pdf.

www.itacanet.org/.../Filtración%20en%20múltiples%20etapas%20IRC.pdf...

www.salud.gob.mx/unidades/cofepris/bv/libros/Cap02.pdf.

www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/riesgo.pdf.

http://www.wef.org/conferences/Wastewater_Technology2005.jhtml.

Anexo A.

**SEGUIMIENTO BIMENSUAL PARA EL CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DEL
FILTRO LENTO EN ARENA ESCUELA LA CACICA**

Fecha _____

Análisis físico químico y microbiológico

Parámetro	Resultados de análisis	Límite permitido por la NTC 813	Puntaje de riesgo
Color (UPC)	0	15	0
Turbiedad(NTU)	0,78	2	0

Característica	Resultado	Límite permitido	Puntaje de riesgo
Calcio	22,04	60	0
Cloro Residual	0,4	0,3-2	0
Cloruros	3,90	0-250	0
Dureza Total	74,10	0-300	0
Fluoruros	0	0-1	0
Hierro Total	0,055	0-0,3	0
PH	6,90	6,5-9	0
Sulfatos	3,90	0-250	0
Carbonatos	28	0-200	0

Parámetro	Resultado del análisis	Límite permitido NTC813	Puntaje de riesgo
Coliformes totales(UFC/100ml)	1,1	0	15
E. Coli(UFC/100ml)	0,460	0	25

INFORME:

FIRMA SUPERVISOR

Anexo B.

REGISTRO FOTOGRÁFICOS



Escuela la cacica



Quebrada el guayabo



Tanque de abastecimiento en concreto.



Recolección de materiales



Tamizado para arena



Tamizado para gravilla y grava



Preparación de grava



Aplicación de grava en el filtro



Muestra de grava dentro del filtro



Adición de arena



Arena dentro del filtro



Iniciación de llenado de agua al filtro



Agua filtrada



Montaje de FLA



Tanque de almacenamiento del agua filtrada



Bomba de entrada del agua del filtro al tanque de almacenamiento



Padres de familia profesores y alumnos de la vereda la cacica



Grupo de apoyo

