

CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIPLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD INDÍGENA ZENÚ.

CONSTRUCTION OF A TREATMENT MINIPLANT POTABLE WATER IN THE ZENÚ COMMUNITY

Lucia D. Lombana^{1*}, Jorge E. León², William Ruidíaz

Resumen

En este artículo se presentan las condiciones iniciales de vida de los integrantes de la comunidad indígena Zenú, entre estas condiciones están la de abastecimiento de agua para consumo, salud, bienestar y condiciones medio ambientales. Esta comunidad, se encuentra ubicada en terrenos aledaños al corregimiento de Membrillal en la Ciudad de Cartagena, en el cual no cuentan con el suministro de los servicios sanitarios básicos (Agua potable, energía eléctrica, gas, entre otros) para el desarrollo de la vida y demás actividades relacionadas con esta. De acuerdo a lo anterior, la comunidad indígena Zenú carece de las condiciones necesarios para el desarrollo de una buena calidad de vida, enfatizando en el precario sistema de abastecimiento de agua con el que cuentan, pues este ha traído consigo diferentes problemas de tipo ambiental, social, económicos y de salud, pues el líquido no se recibe con los parámetros de calidad establecidos por la norma técnica colombiana. Debido a esta problemática identificada en la comunidad indígena, se planteó una solución de tipo sanitaria, la cual consistió en la construcción y puesta en marcha de una miniplanta de tratamiento de agua cruda, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes, disminuir enfermedades, mejorar el desarrollo de las actividades económicas, prevenir conflictos internos, etc. Esta actividad se ejecutó con la ayuda de los aprendices de los programas técnicos en Abastecimiento de agua para pequeñas comunidades y técnico en Manejo ambiental pertenecientes al centro Agroempresarial y minero SENA, con la guía de instructores SENA.

Palabras Clave: *Agua potable, Comunidad indígena, Salud, Medio ambiente, bienestar.*

© 2016 Lombana *et al.* Este es un artículo Open Access distribuido la bajo la licencia CC BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, su distribución se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

¹ Instructor Programa de Saneamiento de Aguas. Centro Agroempresarial y Minero, Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Regional Bolívar. Dirección: Ternera Km. 1 vía Turbaco, Cartagena, Colombia.

² Instructor Programa de Recurso Naturales. Centro Agroempresarial y Minero, Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Regional Bolívar. Dirección: Ternera Km. 1 vía Turbaco, Cartagena, Colombia.

³ Lider SENNOVA.. Centro Agroempresarial y Minero, Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Regional Bolívar. Dirección: Ternera Km. 1 vía Turbaco, Cartagena, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lucia.lombana14@gmail.com

Abstract

This article describes the initial living conditions of the indigenous community Zenú members, between these conditions are the supply of drinking water, health, wellness and environmental conditions. This community, is located on lands near to the village of Membrillal in the city of Cartagena Colombia, where they do not have the provision of basic health services (drinking water, electricity, gas, etc.) for the development of the life and other activities related. According to the above stated, the indigenous community Zenú lacks the conditions necessary for the development of a good quality of life, emphasizing the precarious system of water supply, this has brought different problems of type environmental, social, economic and health, as the liquid does not comply with the quality parameters established by Colombian technical standard. Due to the problems identified in the indigenous community, it has raised a healthcare solution type, which involves the construction and commissioning of a treatment miniplant raw water, in order to improve the quality of life of the inhabitants, reduce disease, improve the development of economic activities, preventing internal conflicts, etc. This activity was implemented with the help of apprentices of technical programs in water supply for small communities and environmental management technician belonging to SENA Agribusiness and mining center, with the guidance of SENA instructors.

Keywords: *Drinking water, Indigenous community, health, environment, wellness.*

© 2016 Lombana *et al.* This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). Commercial use of the original work of the possible derivative works is not allowed, its distribution must be done with a license equal to that which regulates the original work.

Recibido para publicación: 30 de Septiembre, 2016 - **Aceptado para publicación:** 15 de Diciembre, 2016

Introducción

La comunidad indígena Zenú es un asentamiento de personas de descendencia indígena, ubicada al suroccidente de la Ciudad de Cartagena, en terrenos del corregimiento de Membrillal, más específicamente en la Finca San Isidro del mismo corregimiento. Estos predios donde se encuentra ubicada la comunidad indígena, no son de su propiedad, pues a lo largo del tiempo se han visto afectados por el conflicto armado colombiano, viéndose en la necesidad de moverse de un lado a otro evitando ser víctimas de este conflicto. La comunidad indígena Zenú, lleva alrededor de 3 años asentada en la finca San Isidro y aún no han legalizado los terrenos como propiedad de la comunidad y es por tal razón que se encuentran en diálogos con la alcaldía de Cartagena para solucionar dicha problemática.

Adicional a lo anterior la comunidad indígena Zenú, es una población vulnerable desde varios puntos de vista, entre estos; el punto de vista ambiental, social, económico, salud y bienestar. Esto debido a que la comunidad no solo posee la problemática de la falta de terrenos propios, sino que posee problemas de tipo sanitario, como

por ejemplo la ausencia de los servicios públicos básicos para el desarrollo de una buena calidad de vida, lo que se convierte en un detonante de otros problemas, como afecciones en la salud y bienestar integral.

La ausencia de abastecimiento de agua potable para los pobladores, lo cual se consolida como una problemática de tipo sanitario, pues trae consigo diferentes problemáticas adicionales que afectan la calidad de vida de las personas en la comunidad. Estas problemáticas son; afecciones a la salud por ingesta de agua no apta para consumo humano y uso doméstico de la misma, inversión del tiempo en la búsqueda del preciado líquido, disminución de las actividades económicas de la población, problemas sociales entre los pobladores y problemáticas sanitarias y/o ambientales.

Debido a esto, los grupos de aprendices del programa técnico operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades y técnico en manejo ambiental del Centro Agroempresarial y minero – SENA, con la guía de sus instructores, decidieron planear y desarrollar un proyecto de solución a dicha problemática. El cual consistió en la construcción

y operación de una miniplanta potabilizadora de agua, cuya función es abastecer a la comunidad del cabildo indígena Zenú, que hoy en día toman el agua no potable para consumo de toda la población, este suministro no cumple con los estándares de calidad y normas ambientales vigentes en Colombia.

A continuación se describen algunas características socioemográficas y culturales de la comunidad indígena Zenú:

Comunidad indígena Zenú de membrillal

Cultura- La comunidad indígena Zenú en Membrillal, tiene una cultura arraigada a las costumbres tradicionales, como la creación de caña de flecha para el sombrero vueltaio, creación de pulseras, entre otras actividades. En cuanto a la música, es la tradicional de pito atravesado, danzas y fiestas tradicionales. Adicional a esto, entre las reglas de convivencia encontramos los castigos por atropello o maltrato a las mujeres y/o niños y niñas, mal comportamiento de los pobladores, entre otros.

La comunidad Zenú, a través de grupos focales el deseo de mantener sus costumbres y que estas sean reconocidas por su riqueza cultural, que está compuesta por su comida, la forma como se pintan, se visten y sobre todo por sus artesanías anteriormente mencionadas. Expresaron también que la vida en el cabildo indígena es muy sana y que cuando alguno de miembros se va por el camino errado, están todos unidos para orientarlo.

Economía de la comunidad- Poseen diversas actividades económicas, como de gallinas ponedoras y pollos de engorde, cultivos de ají, habichuela, berenjena, tomate, maíz, yuca entre otros. Estas actividades la comunidad inicialmente las utiliza para el sustento de las familias y luego de suplir la necesidad es que se comercializan. Cabe mencionar que las mujeres trabajan duro con la siembra y también deben vigilar por la formación de los hijos.



Figura-1: Fotografía de cultivos en la comunidad indígena Zenú.

Población- La comunidad indígena Zenú, cuenta con una población aproximada de 466 habitantes, los cuales viven en condiciones sociales adecuadas a las actividades que realiza la comunidad, como: los patios productivos, cria de pollos de engorde y gallina ponedora, proyectos artesanales, siembra de plantas tradicionales para uso de la comunidad, siembra de hortalizas etc.

Durante la fase de estudio de la comunidad, se realizó un censo con el fin de caracterizar la población que compone la comunidad indígena Zenú. De acuerdo a este censo, se obtuvo que la gran mayoría de la población está compuesta por niños menores de 12 años, como se indica en la Figura 2, lo que convierte a la población en una comunidad mucho más vulnerable a sufrir enfermedades por ausencia del servicio de agua potable y demás condiciones medio ambientales y sanitarias que poseen.

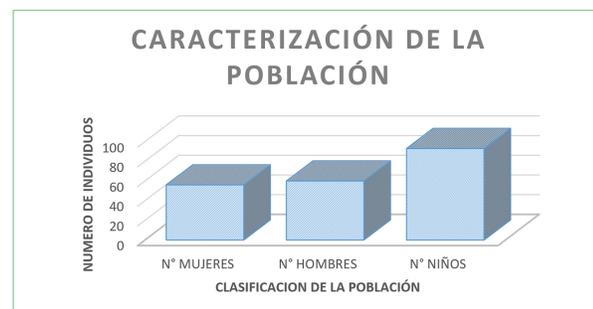


Figura-2: Caracterización Sociodemográficas de la población indígena Zenú.

Condiciones actuales del entorno, servicios públicos, salud y bienestar

Condiciones del entorno- Debido a que la comunidad indígena Zenú, se encuentra ubicada en la vereda San Isidro, la cual está alejada del corregimiento de Membrillal y a su vez de la ciudad de Cartagena, se creó

una condición que trae consigo diferentes dificultades, una de ellas es la ausencia de servicios públicos básicos como; abastecimiento de agua potable, energía eléctrica, gas natural, entre otros.

En cuanto al entorno de la población, se puede decir que está compuesto por vegetación de la zona tipo arbustiva, árboles frutales (Mango, ciruela, naranja, papaya, guanábana, guama, plátano, caña, auyama, ajonjolí, caña de flecha) entre otros, los cuales dan lugar al hábitat de diferentes especies de fauna (Iguana, Guacharaca, Paloma, Pavo, Reptiles, Insectos) propia de la zona.

Este entorno ambiental de tipo ecosistema de bosque tropical, es de vital importancia pues podría verse afectado por la construcción de la miniplanta de tratamiento, lo cual tiene que considerarse desde el inicio hasta el cierre de la construcción e implementación.

Servicios públicos: Como se ha mencionado anteriormente, los terrenos donde se encuentran ubicados los pobladores de la comunidad indígena Zenú, no cuenta con ninguno de los servicios sanitarios básicos, entre los cuales se pueden encontrar: energía eléctrica, gas natural, alcantarillado y agua potable.

Actualmente en los predios de la finca San Isidro en el corregimiento de Membrillal, donde están establecida la comunidad indígena, pasa una tubería de agua cruda perteneciente a la empresa prestadora del servicio de agua potable Aguas de Cartagena - Acuacar S.A. Esta tubería suministra el agua a la comunidad, pero es cruda y por tanto no cumple con los estándares de calidad según la normativa colombiana para el consumo humano. Esta agua cruda es la que toma la población para su consumo, uso doméstico, uso agrícola y artesanal, lo que ha traído consigo un gran número de inconvenientes de salud pública.

Salud y bienestar: Debido a la carencia de agua potable en la comunidad indígena en estudio, los pobladores se han visto en la necesidad de buscar métodos artesanales y sencillos con los cuales puedan remover los sólidos

que trae el agua cruda conducida por la tubería, pero de igual forma el agua no queda apta para el consumo humano, pues los métodos utilizados por la población no eliminan los agentes infecciosos que pueda traer el agua cruda.

El método utilizado por la población consiste inicialmente en agregar alumbre al agua con el fin de remover los sólidos disueltos y suspendidos en el líquido, luego dar tiempo para que estos sólidos puedan sedimentarse y así poder separarlos del agua y finalmente hervir el agua para mejorar su calidad y así tratar de eliminar posibles patógenos.

Debido a que estos métodos utilizados por la comunidad no son 100% adecuados, ni eficientes para el tratamiento del agua cruda, se ha presentado enfermedades de tipo gastrointestinal por la ingesta de la misma, problemas de piel por el uso de esta para higiene personal y actividades domésticas.

Las enfermedades relacionadas con el uso del agua incluyen aquellas causadas por microorganismos (Virus y Bacterias) y sustancias químicas presentes en el agua; enfermedades como el parasitismo intestinal, el dengue, cuyos vectores están relacionados con almacenamiento del agua; la diarrea por virus, bacterias; entre otras.

Problemática de tierras: Cabe mencionar que actualmente la población de la comunidad indígena Zenú, se encuentra atravesando por momentos difíciles debido a la problemática que tienen con el uso de las tierras donde están ubicados, puesto que no son propias de la comunidad y existe una reclamación por parte del dueño de los predios. Esto ha llevado a la comunidad a expresar su preocupación con los dirigentes de la ciudad en busca de solución al problema, pues ellos necesitan un lugar permanente donde residir para así poder adelantar todas sus actividades económicas, sociales, culturales, etc.

En la Figura 3, se muestra una fotografía de reuniones con la comunidad en la cual se les dio a conocer las condiciones y las características de la problemática sanitaria que poseen y las posibles soluciones planteadas.



Figura-3: Fotografía de reuniones con la comunidad.

Metodología

La solución a la problemática de abastecimiento de agua a la comunidad indígena Zenú, fue la construcción y operación de una Miniplanta de potabilización de agua. Esta miniplanta de tratamiento estaría conformada por cada uno de los procesos necesarios para poder llevar a cabo el tratamiento de potabilización al agua cruda con la que cuenta actualmente los pobladores de la comunidad.

Estos procesos son; coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Cada uno de estos procesos se llevará a cabo en montajes con tanques, tuberías, accesorios hidráulicos entre otros, lo cual permitirá obtener al final del proceso un agua potable apta para el consumo humano.

A continuación, se describe el proceso de potabilización del agua.

Proceso de coagulación: La coagulación se consigue mediante una difusión rápida de las sustancias coagulantes en el agua objeto del tratamiento, empleando medios de agitación rápida. Tras la neutralización de las partículas coloidales, es decir una vez conseguida la desestabilización coloidal, las partículas formadas están en disposición de aglomerarse, esta aglomeración de las partículas descargadas, ayudadas ahora por una agitación lenta, es el objetivo de la floculación. La floculación está relacionada con los fenómenos de transporte de las partículas dentro del líquido, que son los que ocasionan el contacto de las partículas coaguladas.

Proceso de floculación: En los floculadores que pueden ser mecánicos o hidráulicos, se produce la mezcla entre el producto químico y el coloide que produce la turbiedad, formando los flocs. Por efecto del sulfato de aluminio, las partículas en suspensión que aún contiene el agua se aglomeran formando coágulos o blocs de mayor tamaño peso que sedimentan con mayor facilidad.

Proceso de sedimentación: La sedimentación se realiza en decantadores o piletas de capacidad variable, según la Planta Potabilizadora. Allí se produce la decantación de los flocs, que precipitan al fondo del decantador formando barro. Los decantadores o sedimentadores en su tramo final poseen vertederos en los cuales se capta la capa superior del agua, que contiene menor turbiedad. Por medio de estos vertederos el agua pasa a la zona de filtración.

Proceso filtración: Un filtro está compuesto por un manto sostén: arena, grava y piedra. La filtración se realiza ingresando el agua sedimentada o decantada por encima del filtro. Por gravedad el agua pasa a través de la arena la cual retiene las impurezas o turbiedad residual que queda en la etapa de decantación.

Proceso de desinfección: Una vez que el agua fue filtrada, pasa a la reserva, donde se desinfecta según distintos métodos. El más usado es el agregado de cloro (Hipoclorito de sodio). El cloro tiene la característica química de ser un oxidante, libera oxígeno matando los agentes patógenos, por lo general bacterias anaeróbicas. Entre los métodos de desinfección utilizados comúnmente están; desinfección con hipoclorito de sodio, desinfección con hipoclorito de calcio (pastillas), desinfección con ozono y desinfección con luz ultravioleta.

Durante todo el proceso de potabilización se realizan controles analíticos de calidad. La suma de las etapas para potabilizar el agua se realiza en aproximadamente 4 horas.

Resultados

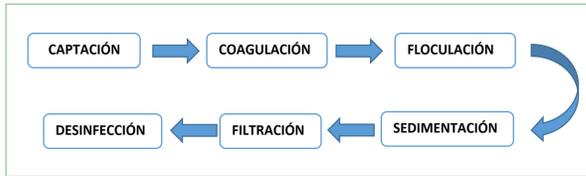


Figura-4: Esquema general de potabilización del agua cruda.

Lo anteriormente planteado acerca del proceso de potabilización del agua, está basado en los parámetros de calidad indicados en la norma técnica colombiana; REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO NTC-RAS 2000, titulo C Sistemas de potabilización, Capitulo C.2 que trata sobre “Aspectos de calidad del agua y su tratabilidad”, en el cual se indican parámetro de calidad que debe cumplir el cuerpo de captación del agua y parámetros de calidad del agua tratada.

Para el desarrollo del proyecto en cuestión en la Vereda San Isidro en el corregimiento de Membrillal, fue necesario un gran contenido de materiales, equipos y herramientas que se mencionan a continuación.

Los materiales necesarios para la construcción de la miniplanta fueron; tanques de almacenamiento de agua de 1000 Lt de capacidad, tubería para agua potable de 1”, 2”, 3” y 4” de diámetros, accesorios hidráulicos como; llaves de paso, codos de 90°, codos de 45°, Tee, adaptadores, reducciones, uniones entre otros. Por otro lado se utilizaron químicos para llevar a cabo los procesos de tratamiento del agua cruda, como; Carbón Activado, Arena Sílice, Sulfato de aluminio líquido y Hipoclorito de Sodio Líquido.

Adicional a esto se realizó un diseño experimental de la planta de tratamiento piloto, con el objeto de analizar cada uno de los procesos que se llevarían a cabo en la miniplanta de potabilización.



Figura-5: Sitio de construcción de la miniplanta de tratamiento de agua.



Figura-6: Construcción de la planta de tratamiento de agua cruda.

En las figuras 5 y 6. Se muestra evidencia de los resultados obtenidos en la construcción de la planta de potabilización del agua en la comunidad indígena Zenú.

De acuerdo a las condiciones iniciales del agua cruda en la comunidad indígena Zenú, fue necesario realizar pruebas de jarra, para determinar las dosis óptima de Sulfato de aluminio para la remoción de los sólidos y la dosis de Hipoclorito de Sodio para la desinfección del agua. Los resultados obtenidos fueron los mostrados en la siguiente Tabla 1.

Como resultado la dosis óptima la establece la cantidad de floc que se formó en las jarras durante el ensayo, en este caso la mayor cantidad de floc se presentó en la jarra N° 5. Por tanto las dosis óptimas de acuerdo a las características del agua son:

- » Sulfato de aluminio (liquido): 0.25 mg por litro de agua.
- » Hipoclorito de sodio (liquido): 2 mg por litro de agua.

Tabla 1: Resultados pruebas de jarra a muestras de agua.

Parámetros de Jarra	1	2	3	4	5	6
Velocidad de agitación mezcla rápida	120	120	120	120	120	120
Tiempo de agitación mezcla rápida (min)	1	1	1	1	1	1
Velocidad de agitación mezcla lenta (min)	60	60	60	60	60	60
Tiempo de agitación mezcla lenta (min)	20	20	20	20	20	20
Tiempo de sedimentación	20	20	20	20	20	20
pH	8.2	8.5	7.88	7.61	7.45	7.15
Temperatura (°C)	16	16	16	16	16	16
Turbiedad (UNT)	11.2	8.05	4.57	6.66	8.68	5.50
Color(UC)	2.19	1.93	1.47	1.98	1.62	1.46
Rapidez de sedimentación	6	5	4	3	1	2
Tamaño de flóculos	6	5	4	3	1	2

Cabe mencionar que el proceso de funcionamiento de la planta de tratamiento está en marcha y aun no se han realizado ensayos finales de calidad del agua obtenida en la miniplanta de tratamiento. Una vez se encuentre en condiciones para suplir la necesidad de la población, se realizarán los ensayos pertinentes.

Como resultados esperados se tienen los siguientes:

1. Implementación y puesta en marcha de la miniplanta de tratamiento de agua potable en la comunidad indígena.
2. Mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de la comunidad, pues contarán con un agua con más calidad para su consumo.
3. Consumo de agua con mejor calidad según los estándares en Colombia.
4. Disminución de enfermedades de origen hídrico.
5. Mejoras en la economía de la comunidad, pues se

invierte menos tiempo en la búsqueda del agua potable.

6. Obtención de conocimientos por parte de los aprendices SENA implicados en el proyecto.

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos, el problema de suministro de agua potable en la comunidad indígena Zenú quedará minimizado en un gran porcentaje, pues la comunidad contará con la implementación de la miniplanta de tratamiento de agua potable con la cual podrán suplir la necesidad básica de agua para consumo humano e higiene personal.

Los datos obtenidos en las pruebas de jarra, indican que las condiciones en las que estaban consumiendo el agua los habitantes de la comunidad indígena eran precarias, pues es un agua que contiene gran cantidad de sólidos disueltos y suspendidos, lo cual llevó a unidades de turbiedad alta en las muestras de agua entre los 6.5 y 11.2 UNT, donde la norma indica que debe ser menor o igual a 5 UNT. Además de esto, las muestras presentaron valores de pH superiores al rango permitido, como se puede analizar en la Tabla 1 en la muestra N° 2 que presenta un pH de 8,5 valores bastante altos en el rango aceptado para agua.

De acuerdo a las pruebas de calidad después del tratamiento, se debe esperar que el proyecto se encuentre en su total construcción y puesta en marcha para llevarlas a cabo, y así identificar las mejoras en la calidad del agua obtenida con la implementación del proyecto de construcción de una miniplanta de agua potable.

Finalmente, fue necesario hacer tratamiento del agua antes de su consumo por parte de las personas que habitan la comunidad indígena, con el objeto de evitar enfermedades en la población, mejorar su calidad de vida y su bienestar. Adicional a esto, cabe resaltar que en el desarrollo de las actividades existieron varias limitaciones, debido a las condiciones de vida en el cabildo, el acceso al lugar y la carencia de muchos servicios necesarios para el desarrollo del proyecto.

Conclusiones

Se puede concluir que la implementación de la miniplanta de tratamiento de agua cruda en la comunidad indígena Zenú, ofrece muchos beneficios de tipo ambiental, sanitario y de calidad. Estos beneficios son:

1. Obtención de una miniplanta de tratamiento de agua propia de la comunidad que permite el mejoramiento de la calidad del agua que se consumía antes de implementar la planta de potabilización del agua.
2. Mejoramiento de la calidad de vida de la población, pues mejora el consumo de alimentos, disminuyen las enfermedades, se da uso adecuado al agua para higiene personal y consumo doméstico mejorando de esta manera el aspecto sanitario y ambiental.
3. Debido a que se optimizan los tiempos en el tratamiento y transporte del agua potable en la comunidad, se ven beneficiadas las actividades económicas y del mismo modo se han adicionado actividades diferentes que contribuyen al sector económico.
4. A través de la implementación de la Miniplanta de tratamiento de agua potable, los aprendices SENA de los programas técnico en operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades y técnico en manejo ambiental, pudieron poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en su etapa lectiva relacionadas con el proceso de potabilización del agua y el factor ambiental y sanitaria que enmarca esta actividad.

Para finalizar se puede decir que en Colombia, las comunidades indígenas han sufrido debido a los desplazamientos forzados ocasionados por el conflicto interno del país, lo que ha generado otro tipo de problemas de tipo ambiental, social, cultural, económico y sanitario, como los de la comunidad indígena Zenú; falta de terrenos propios para el desarrollo de las actividades de la comunidad, ausencia de servicios sanitarios básicos (Agua potable, Energía eléctrica, gas natural etc.), enfermedades gastrointestinales y de piel por consumo y uso de aguas no aptas para el consumo humano, problemas de higiene en la comunidad, proliferación de vectores

generadores de enfermedades, disminución de las actividades económicas, etc.

Adicional a esto se recomienda hacer mantenimiento de la Miniplanta de tratamiento de agua cruda instalada, con el fin de garantizar su uso y beneficios a lo largo del tiempo y que los procesos se den con calidad.

Financiación

El proyecto de construcción de la miniplanta de tratamiento de agua potable, fue financiado con recursos de formación para el futuro - Organización de estados Iberoamericanos (OEI), quien fue la organización patrocinadora de los programas Tn en abastecimiento de agua y To en Manejo Ambiental en convenio con el Centro de aprendizaje SENA.

Esta organización, brindo todos los recursos económicos para la posible ejecución del proyecto de construcción de una miniplanta de agua potable en el cabildo indígena de Membrillal. Adicional a esto hizo seguimiento en el desarrollo de las actividades por parte de los aprendices de los programas mencionados anteriormente.

Bibliografía

Art-Col Ltda., Guía práctica para el dimensionamiento y fabricación de una planta de tratamiento (P.T.A.P), Artefactos de Colombia Ltda., Guías 1 – 6.

República de Colombia, 10 de marzo de 1998, DECRETO 475 DE 1998, por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable, república de Colombia, Santa Fe de Bogotá, D. C.

República de Colombia ministerio de desarrollo económico, Noviembre de 2000, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000, Sección II, Título B, dirección de agua potable y saneamiento básico, Bogotá D.C.

Arcos Pulido M, Ávila de Navia S, Estupiñán Torres S, 2005, Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Anlly Tatiana Flórez Ospina, periódico el universal, 2016, Indígenas zenúes luchan por un hogar en Cartagena, URL <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/local/indigenas-zenues-luchan-por-un-hogar-en-cartagena-87226>.

El universal, Periódico el universal, 2016, Alcaldía legítima derechos de Cabildo Zenú de Membrillal, URL <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/local/alcaldia-legitima-derechos-de-cabildo-zenú-de-membrillal-128843>.

Gisella López Alvear, periódico en universal, 2016, Cabildo indígena sigue esperando por un terreno para su resguardo, URL <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/cabildo-indigena-sigue-esperando-por-un-terreno-para-su-resguardo-231449>.

Chavarro Rodríguez Daniel A., Diseño de una planta de tratamiento de agua potable de 2 lts/s para una población de 750 habitantes, Universidad Militar Nueva Granada, Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales.

Comisión Nacional del Agua, 2007, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines de la Montaña, C.P 14210, Tlalpan, México, D.F. Págs. 8-12.

Aguas de Cartagena, Acucar, <https://www.acucar.com/>.

Iveth Soraca, Sandra Castro Mendoza etc., Dimensionamiento y montaje de una planta piloto para tratamiento de agua potable para el Institución Educativa Técnica acuícola Nuestra Señora de Montecarlo en el municipio de Cicuco – Bolívar., Servicio Nacional de aprendizaje SENA – Centro Agroempresarial y minero, Cartagena Colombia.

República de Colombia, 9 de Mayo de 2007, DECRETO 1575 de 2007, Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, república de Colombia, Santa fe de Bogotá.

Cabildo regional indígena Zenú de Membrillal, 2016 <http://cabildoregionalindigenazenúdemembrillal.es.tl/CABILDO-REGIONAL-INDIGENA-Zenú-DE-MEMBRILLAL.htm>.

William Antonio Lozano-Rivas, Guillermo Lozano Bravo, 2009, Potabilización del Agua – principios de diseño, control de procesos y laboratorio, Universidad piloto de Colombia, Bogotá, Págs. 316 – 346.

Jiménez Cisneros Blanca Elena, Valiente Riveros, Elsa L, 2010, calidad del agua un enfoque multidisciplinario, universidad nacional autónoma de México, ciudad de México, págs. 25 – 50.

Osorio Uribe Ángela M., Diseño de un dosificador de cloro, universidad católica popular del Risaralda, Pereira, págs. 60 -97.

Ayala Mejía M., González Rangel M., Reyes Sánchez D., Desarrollo de un pre sedimentador con matrices en botellas pet de 2,5 y 1.5 litros y tejas plásticas, 2011, Revista Innovando en la U. No. 4. Año 3, págs. 1 – 8.

Caracol Cartagena, caracol Radio, 2016, Llevan atención en salud a etnia Zenú asentada en Cartagena, URL http://caracol.com.co/emisora/2016/09/05/cartagena/1473092723_603544.htm

ICBF comunicaciones, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2016, Debemos reproducir la semilla del ICBF en toda la comunidad”: Cabildo Indígena zenú, URL http://www.icbf.gov.co/UltimasNoticias/faces/detalleNoticia.xhtml?noti=23726#.WFKrD_197IU

Organización Mundial de la Salud, 2008, Guías para la calidad del agua potable, tercera edición, http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es.