

Tecnologías basadas en recursos naturales para el desarrollo de comunidades descentralizadas de la costa caribe

Technologies based on natural resources for the development of decentralized communities of the Caribbean coast

Recibo: 17.07.2018 Aceptado: 17.07.2018

Para Citar:

Palacin, J., & Montenegro, J. (2018). Tecnologías basadas en recursos naturales para el desarrollo de comunidades descentralizadas de la costa caribe. *Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, Ed. Esp. 52-66. doi:<http://doi.org/10.23850/23899573.1616>

José José Palacin Salcedo

MSc en Biología; Instructor Análisis Muestras Químicas en Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; Grupo de Investigación Centro Nacional Colombo Alemán, CNCA; josepalacin@misena.edu.co

Jhon Eduard Montenegro Fresneda

Ing. Mecánico. Profesional de apoyo a proyectos de I+D+i en alianza con empresas en Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; Grupo de Investigación Centro Nacional Colombo Alemán, CNCA; jemontenegro@sena.edu.com

Resumen

Ante la grave crisis del agua a nivel mundial, se hace necesario una gestión sustentable del recurso hídrico. Ello quiere decir que los recursos hídricos son limitados y que no se pueden mantener sin la conservación de los ecosistemas acuáticos en buen estado, de manera que se haga una gestión eficaz basada en el ahorro, el reusó y la no contaminación del agua, todo ello en una planificación sostenible del territorio y una gestión integrada de las cuencas hidrográficas. Es por ello, que el uso de tecnologías basadas en recurso naturales tanto para el abastecimiento de agua potable como para el saneamiento, se convierte en una de las soluciones a la grave crisis del agua, concebido todo el proceso desde la evaluación de las condiciones de la región donde se aplicará, es decir, desde un alcance económico, social, legal y medioambiental. Este tipo tecnologías influyen en el desarrollo de la comunidad estimulando los procesos de participación, aumentando los conocimientos técnicos de sus miembros y creando el sentimiento de empoderamiento de la tecnología, dando lugar a un mayor interés en su mantenimiento (Pérez-Foguet, Carrillo & Magrinyà, 2003). Por lo que el uso de tecnologías basadas en recursos naturales solo será útil en la medida en que la comunidad se apropie de ella y sea capaz de operarla, mantenerla y sostenerla a través del tiempo con un mínimo apoyo institucional externo. El presente trabajo reporta información sobre la implementación de un sistema de desalinización por destilación simple con el propósito de mitigar la carencia de agua para necesidades básicas en una comunidad costera ubicada en el Tajamar Oriental de Bocas de Ceniza, que tiene dificultad con el acceso al agua potable.

Palabras clave: desalinizador, generador eólico, gestión sostenible, tecnología.

Abstract

Faced with the serious global water crisis, it is necessary to implement a sustainable management of water resources. It's means that water resources are scarce and they cannot be sustained without the conservation of aquatic ecosystem in good condition, so that an efficient manage based on saving, reuse and non-contamination of water have to be done, all this in a sustainable landscape planning and an integrated river basin management. Consequently, the use of natural resource-based technologies (TBRN) for supply drinking water and for sanitation, becomes in a solution to the water crisis, conceived the whole process from the evaluation of the conditions of the region where it will be applied, that is, from an economic, social, legal and environmental scope. This kind of technology influences the development of the community encouraging participation processes, improving technical knowledge of their members and creating a feeling of empowerment of technology, resulting in a higher interest in his maintenance ((Pérez-Foguet, Carrillo & Magrinyà, 2003). Therefore, the use of TBRN just will be useful if the community appropriates of this knowledge and assume an active role to be able to operate it, to maintain and sustain it through time with minimal external institutional support. This paper reports on the implementation of a simple distillation desalination system with the purpose of mitigating the lack of water for basic needs in a coastal community located in the Tajamar Oriental of Bocas de Ceniza, which has difficulty with access to water potable.

Keywords: desalinator, wind generator, sustainable management, technology.

Introducción

Para una gestión integral y sostenible del agua, es fundamental disponer de tecnologías adecuadas tanto para la captación como para el tratamiento, sin olvidar una fuente alternativa de reusó del agua ya utilizada (Figura 1).

Las tecnologías basadas en recursos naturales, hoy por hoy resultan ser una opción económicamente viable principalmente, para comunidades descentralizadas como, por ejemplo,

las comunidades que habitan la costa caribe, debido a que estos sistemas resultan ser de bajo costo y fácil operación. En ese sentido, el uso de sistemas desalinizadores resulta ser una alternativa para obtener agua potable en las partes donde es escasa y que de cierta manera el recurso hídrico no es aprovechable para su captación y uso. La desalinización es un proceso fisicoquímico que permite la remoción de minerales del agua volviéndola más pura, apta para el consumo humano (Medina, 2000).



Figura 1. Características generales y ventajas de las tecnologías apropiadas para la gestión integral y sostenible del agua.

Fuente: Elaboración propia

Existen diversas tecnologías desarrolladas actualmente para desalinizar el agua de mar y aunque tienen características distintas de acuerdo al tipo de energía, diseño y

producción que requiere cada una, todas tienen el mismo objetivo, reducir la concentración de sales disueltas del agua de mar, esto permite distinguir entre los procesos

que separan el agua de las sales y los que realmente efectúa la separación de las sales de la solución como se describe en la tabla (Dévora, González & Ponce, 2012) (Tabla 1).

La disponibilidad de agua no implica que su calidad permita el uso, puesto que la contaminación natural y antropogénica han provocado que sea

necesario tratarla antes de destinarla a consumo humano, agrícola e industrial. La calidad del agua varía acorde a la región y por el tipo de subsuelo de los contaminantes (Tabla 2). Sin embargo, las aguas obtenidas de los procesos de desalinización pueden ser utilizadas para riego agrícola, turismo y consumo humano.

Tabla 1.
Clasificación de los procesos de desalinización

Tipo de separación	Energía empleada	Proceso	Sistemas
Separación agua de sales	Vapor	Evaporación	Destilación solar
			Destilación súbita simple
			Destilación en tubos sumergidos
			Destilación súbita multietapa
			Destilación multiefecto de tubos horizontales
			Destilación multiefecto de tubos verticales
			Comprensión mecánica de vapor
			Termo comprensión de vapor
Separación de sales del agua	Frio	Cristalización	Formación de hidratos
			Congelación
	Presión	Membrana	Ósmosis inversa
	Carga eléctrica	Membrana selectiva	Electrodialisis
	Atracción química	Resina	Intercambio iónico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.

Salinidad de varios tipos de agua

Agua	SDT Sales disueltas totales (mg L-1)
Ultrapura	0.03
Pura	0.30
Desionizada	3.00
Potable	< 1,000.00
Salobre	1,000.00-10,000.00
Salina	10,000.00-30,000.00
Marina	30,000.00-50,000.00

Fuente: Elaboración propia

Existen diversos factores que hacen de la desalinización de agua del mar una aplicación atractiva debido a que los métodos utilizados pueden ser operados por energías renovables. Por un lado, está el hecho de que muchas zonas con escasez de agua desalinizada, poseen un buen potencial de energías, especialmente de la Eólica o de la Solar.

Así, existen muchas localizaciones en las que el viento es un factor climatológico frecuente, como es el caso de un elevado número de islas mediterráneas, a la vez que existe una apreciable escasez de agua potable, lo que obliga a realizar su suministro mediante buques cisternas. Cabe resaltar que el costo de esta agua puede estar entre 80 – 100 USD por m3.

Además de los factores medio ambientales ya mencionados, existen otros factores que aumentan

el atractivo del uso de las energías renovables para la desalinización de agua de mar. Uno de estos factores es la simultaneidad estacional entre la demanda de agua potable y la disponibilidad de dichas energías. En numerosas localidades costeras y centros turísticos, la demanda de agua potable crece significativamente en verano, motivado por el gran aumento que experimenta la población debido al turismo. Y es precisamente en verano cuando la disponibilidad de la radiación solar es máxima.

Todos estos factores han motivado que numerosas instituciones y organismos oficiales hayan desarrollado, o estén desarrollando, proyectos destinados a mejorar y hacer más competitivos los sistemas de desalinización de agua de mar que funcionan con alguna de aquellas energías renovables, que presentan unas características adecuadas para este tipo de proceso.

De acuerdo con el anterior contexto, el Centro Nacional Colombo Alemán de la ciudad de Barranquilla y su área de investigación se dio a la tarea de aportar una estrategia técnica para mitigar estas necesidades y generar desarrollo tecnológico amigable con el medio ambiente aprovechando, los recursos naturales que provee la zona de estudio para generar la potencia eléctrica necesaria para activar un sistema de desalinización por evaporación simple como una alternativa económicamente sustentable para comunidades descentralizadas de la costa caribe.

Las Tecnologías Basadas en Recursos Naturales - TBRN son todos aquellos desarrollos tecnológicos que se construyen teniendo en cuenta las fuentes renovables de energía como base de funcionamiento del sistema, las principales fuentes de energía para desarrollar estas tecnologías son: La energía proveniente del sol, el viento, las mareas y la biomasa.

Las TBRN como la presentada en este trabajo constituyen una herramienta adecuada para contribuir a que países en escala de desarrollo puedan alcanzar los Objetivos del Desarrollo del Milenio - ODM en cuanto a cultura y sostenibilidad ambiental. Además, ello repercutiría positivamente en la calidad de vida, por la evidente mejora que supondría en los diferentes indicadores, como

pueden ser la salud pública. Para poder alcanzar estos objetivos, una de las claves consiste en adoptar un nuevo y necesario enfoque interdisciplinar en el que, más allá de asegurar un uso razonable, social, equitativo y eficiente del agua como recurso, se garantice una gestión sostenible de los ríos y ecosistemas acuáticos, desde la coherencia y complejidad que representan las cuencas hidrográficas como unidad de gestión natural de las aguas continentales (Arrojo, 2001).

La implementación de esta estrategia puede significar un factor muy importante para el desarrollo de la comunidad ESTUR. Esta comunidad se encuentra conformada por familias de pescadores habitantes de Puerto Mocho, asentamiento ubicado entre el corredor industrial de la vía 40 de Barranquilla y camino a Bocas de Ceniza, zona costera Tajamar Occidental. La principal fuente de ingresos económicos para el sostenimiento de las familias, se encuentra en la comercialización de frutos del mar en la ciudad de Barranquilla y, recientemente, en la atención de turistas que visitan el sector de Bocas de Ceniza.

Sin embargo, esta comunidad se ha visto afectada por la falta de acceso a agua potable lo que implica un detrimento económico para los habitantes de esta comunidad

debido a que gran parte de sus ingresos, son destinados a la compra de agua potable para su consumo, ya que el agua proveniente del río Magdalena llega a la desembocadura contaminada por los vertimientos y residuos a lo largo de su extensión, y los cuerpos de agua que rodean la costa no son aptos para consumo humano por sus altos niveles de sal.

Por otra parte, los niños de la zona deben desplazarse diariamente siete kilómetros para recibir educación, situación que, sumada a las altas temperaturas de la región, genera la necesidad del preciado líquido para hidratarse.

De acuerdo con el anterior contexto, se planteó la implementación de un sistema alternativo para el abastecimiento de agua que consistió en el uso eficiente de los cuerpos de agua que rodean el asentamiento donde reside la comunidad ESTUR, a través de un sistema de Desalinización Eólico Solar - DES para la captación y desalinización de agua del mar, proporcionando una fuente de agua potable para el uso de la comunidad.

Materiales y métodos

Área de estudio

Este proyecto fue realizado en la comunidad de pescadores denominada ESTUR, la cual se

encuentra ubicada en el Caribe Colombiano, específicamente en el departamento del Atlántico, en el tajamar occidental de Bocas de Cenizas a 4 Km del barrio Las Flores, limitando al noroeste con el Mar Caribe y el río Magdalena, al suroeste con la Ciénaga de Mallorquín y al sur con la ciudad de Barranquilla (Figuras 2 y 3).

Cabe resaltar que esta zona del departamento se caracteriza por una corriente de vientos provenientes del Noreste que oscilan entre 15 Km/h y 25 Km/h durante gran parte del año con ráfagas que alcanzan los 40 Km/h. (Ruiz, Serna & Zapata, 2017). Este hecho fue un factor importante para la operación y construcción del sistema.

Diseño, construcción y operación del sistema

Para el diseño, construcción y operación del sistema de abastecimiento de agua en la comunidad ESTUR fue necesario en primer lugar realizar una revisión bibliográfica con el propósito de proponer un sistema de desalinización apropiado con las características ambientales de la zona de estudio. Este sistema consistió en un desalinizador de agua de mar por destilación simple accionado por resistencias eléctricas alimentadas por un generador eólico.

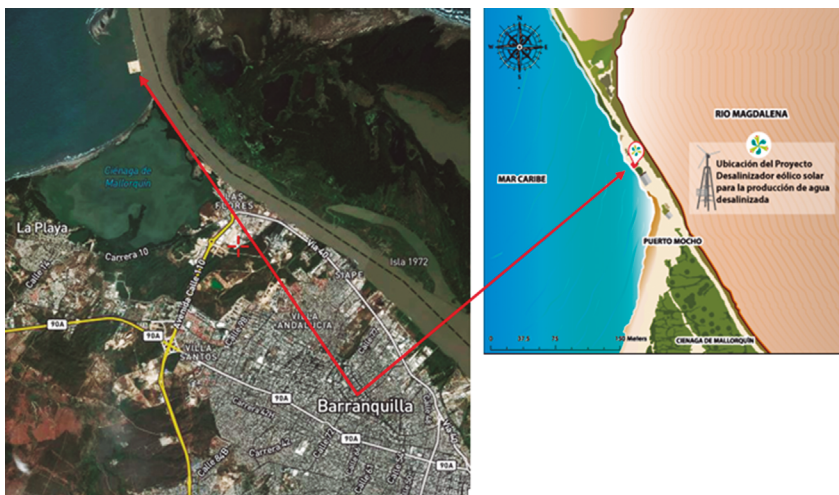


Figura 2. Ubicación general del proyecto de Desalinización por Destilación Simple

Fuente: Elaboración propia

Debido a las características topográficas del área de estudio y el bajo nivel freático, se estableció una zona para la captación del agua marina, para ello, fue necesario la construcción de un pozo profundo de 2 m situado sobre el sustrato arenoso, en la zona de playa. Este hecho fue muy importante dado que el lecho arenoso constituye una primera barrera a la entrada de sedimentos y otros elementos particulado al agua captada.

A partir de este punto, mediante tuberías de PVC se condujo el agua impulsada por medio de una bomba sumergible marca TRUPER de 500 Watts (W) hasta un tanque de evaporación con capacidad de almacenamiento de 200 L. Este

tanque contiene tres resistencias de 1500 W que son utilizadas para realizar el proceso de evaporación del agua marina que es transformada en vapor y conducida por una tubería de acero inoxidable a un serpentín del mismo material, el cual se encuentra sumergido en un contenedor plástico de 500 L a temperatura ambiental, donde se condensa y se obtiene el agua desalinizada que es llevada a un tanque de almacenamiento de 250 L.

Este sistema fue construido sobre una base de concreto de 10 m^2 , en cuya área se construyeron tres zapatas para la instalación de la torre y un pozo de captación de agua para alimentar el sistema como se muestra en la Figura 4.

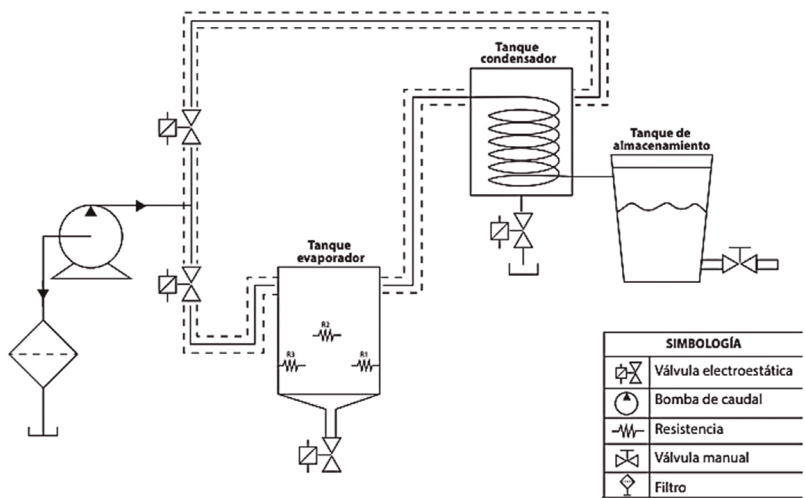


Figura 3. Esquema de desalinización implementando en la comunidad ESTUR

Fuente: Elaboración propia

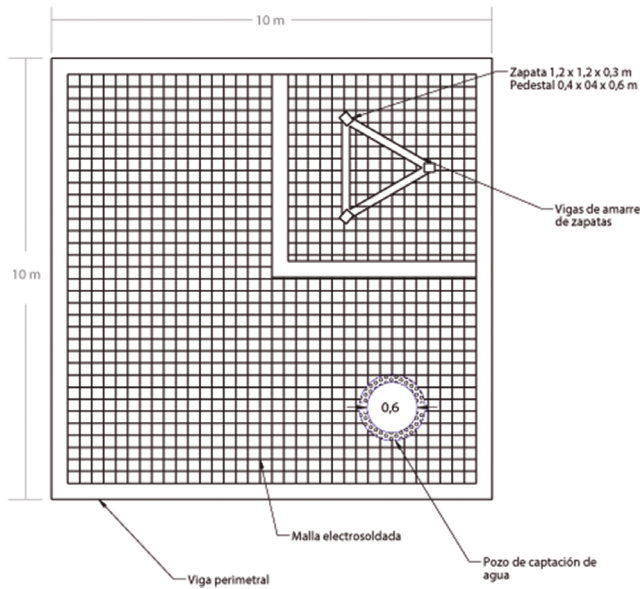


Figura 4. Dimensiones de la base de cimentación para montaje del sistema evaluado

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta base, se instaló una torre de acero galvanizado al carbono de 4" (pulgadas) de diámetro de aproximadamente una altura de 12 m, la cual fue soldada a la base de anclaje para darle una mayor estabilidad. En el ápice de la torre, se instaló una turbina eólica de 6 m de diámetro provista de tres aspas metálicas fabricadas en acero galvanizado y recubiertas con fibra de vidrio

con el propósito de protegerla de la corrosión. La turbina fue utilizada para generar una potencia de 10 Kilowatts (Kw) la cual era requerida por el sistema para la evaporación del agua. Adicionalmente se construyó un reactor y un serpentín de acero inoxidable como medio para el desarrollo del proceso termodinámico de (evaporación y condensación) del agua (ver Figura 5).



Figura 5. Sistema de desalinización instalado

Fuente: Elaboración propia

Una vez instalados todos los elementos necesarios se realizó la conexión de los diferentes componentes eléctricos y de control, los cuales se ubicaron en un cuarto de control. Un generador eólico fue necesario para la producción de 28 V en corriente continua, la cual fue utilizada para la alimentación de cuatro baterías de carga profunda marca Trojan referencia 27TMX, de 12V - 105Ah las cuales fueron conectadas en configuración serie – paralelo, estas sirven como respaldo para los tiempos en los que la velocidad del viento sea menor a la requerida por el sistema para la generación de corriente. Además, se instaló al sistema un inversor para transformar la energía a una corriente alterna de 110 V.

Una vez instalado el sistema in situ se procedió a medir el voltaje con un multímetro digital marca Fluke Modelo 323 True RMS Clamp Meter. Se midió la potencia producida por el generador conectado a la turbina y se verificó la carga de las baterías, comprobando que el voltaje fuera igual a 24 Voltios (V) de acuerdo con los requerimientos planteados. De igual forma se midió el voltaje en el inversor para corroborar la obtención de 110 V, requeridos para activar las resistencias, bombas de alimentación y el sistema de control conformado por válvulas solenoides, termóstatos y medidores de nivel,

todos los elementos se probaron y se programaron para funcionar automáticamente a través de una placa de desarrollo de Software Arduino de elaboración propia.

Con el fin de generar la apropiación de la tecnológica, fueron desarrollados Eventos de Divulgación Tecnológica (EDT), estos consistieron en capacitaciones a los habitantes de la comunidad ESTUR acerca de los procesos de operación y mantenimiento del sistema. Adicionalmente, fue elaborada una cartilla didáctica como una estrategia para la apropiación de la tecnología implementada en la gestión del recurso hídrico en la comunidad ESTUR.

Resultados y Discusión

Durante el presente proyecto se dio cumplimiento al diseño y construcción de un sistema de desalinización (de pequeña escala) alimentada por un sistema de generación eólica, cumpliendo con las expectativas y objetivos trazados para sus formuladores.

Sin embargo, a fin de validar los resultados obtenidos en el mediano y largo plazo, se hace necesaria monitorear, cuantificar y evaluar el funcionamiento y desempeño del sistema, así como sus impactos. De este modo queda para una etapa

posterior, el desarrollo de tareas de seguimiento y evaluación de impactos del proyecto.

Actualmente, el sistema cuenta con la instalación de un inversor de 2000 W el cual, opera para una resistencia de 1500 W y los demás componentes con lo cual se están produciendo 2 L/h de agua desalada. Esta cantidad pudiera ser aún más, pero se debe tener presente que el sistema se encuentra operando con una sola resistencia. Este resultado es muy importante puesto que se logró demostrar que la implementación

de tecnologías basadas en recursos naturales puede ser una alternativa económicamente viable para comunidades descentralizadas como es el caso de la comunidad ESTUR.

En cuanto a la obtención de energía se ha observado y medido durante los meses comprendidos entre febrero y mayo, que el sistema está generando la potencia necesaria para activar el sistema. Sin embargo, estos valores han fluctuado debido a la velocidad de los vientos que se han observado para este los últimos meses como se muestra en la Figura 6.

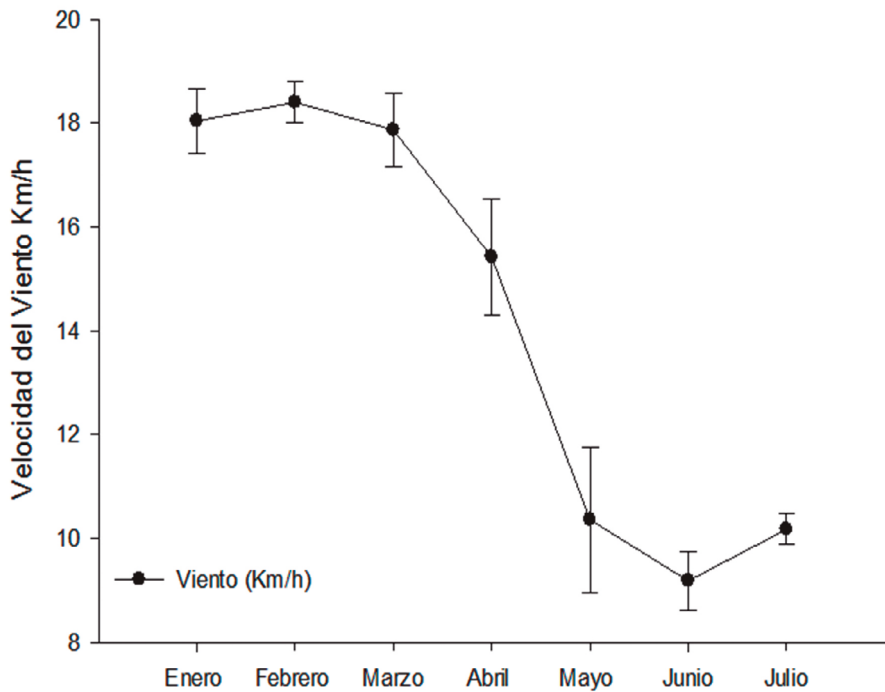


Figura 6. Velocidad del viento en Barranquilla

Fuente: www.weatherspark.com

La implementación de soluciones autosustentables en poblaciones descentralizadas es una opción que debemos continuar explorando para garantizar el bienestar de las comunidades que se encuentran aisladas de los servicios básicos, debemos aprovechar el conocimiento que ellos tienen de los recursos energéticos que disponen para diseñar soluciones acordes a toda esa información.

Durante el tiempo de desarrollo y de implementación, se ha podido verificar el viento en la zona, el cual ha sido constante y solo en épocas de lluvia, en los meses de mayo y a mediados de noviembre, el viento ha sido escaso; esta información es acorde a la suministrada por la comunidad en la etapa de diseño, la velocidad del viento en la zona de implementación ha sido mayor a la reportada por los diferentes centros meteorológicos consultados.

Conclusiones

El tratamiento de desalinización para tratar agua salobre mediante TBRN favorece la gestión del recurso hídrico en comunidades descentralizadas, cabe mencionar que se requiere de un análisis microbiológico para determinar presencia de patógenos que pudieran afectar la salud de los habitantes de la comunidad de ESTUR. Este análisis puede ser

útil, además, para indicar el tipo de pretratamiento químico o biológico necesario para garantizar una mejor calidad del agua para el consumo humano, no obstante, se ha sugerido a la comunidad la implementación de un pretratamiento por filtración de carbón activo, con el fin de reducir el impacto ecológico que se genera al implementar pretratamiento químico.

Otro aspecto importante a considerar es el tratamiento y aprovechamiento de la salmuera siendo un sub producto del proceso de desalinización que es importante aprovechar para evitar devolverlo al mar ya que podría llegar a impactar la flora y fauna acuática de la zona.

Referencias

- Arrojo, P. (2001). *El Plan Hidrológico Nacional a debate*. Bilbao: Bakeaz.
- Dévora, G., González, R. & Ponce, N. (2012). Técnicas para desalinizar agua de mar y su desarrollo en México. *Ra Ximhai*, 8(2), 57–68.
- Medina, J. (2000). *Desalinización de aguas salobres y de mar. Osmosis inversa*. España: Mundi Prensa.
- Pérez-Foguet, A., Carrillo, M. & Magrinyà, F. (2003).

*Tecnología para el
desarrollo humano: agua e
infraestructura.* Barcelona,
España: Ingeniería Sin
Fronteras.

Ruiz, J., Serna, J. & Zapata, H. (2017).
Atlas de Viento de Colombia.
Bogotá, Colombia: Imprenta
Nacional de Colombia.