

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DESALINIZACIÓN DE AGUA
MEDIANTE ENERGÍA SOLAR EN LA GUAJIRA 2023**

**Chiquillo-Cuenta Daniel David¹, Carvajalino-Flórez Paula Cecilia²
Guerra-Mendoza Maryoury³**

Resumen.

El presente artículo explica la importancia de implementar nuevas tecnologías a la hora de realizar el proceso de desalinización para el agua de mar, por lo que se propone cambiar el método tradicional (ósmosis inversa) por uno más sustentable y ecológico, esto con el fin de ahorrar recursos económicos; pero, también dar solución a una problemática como lo es la falta del suministro de agua de uso doméstico y agrícola en el departamento de La Guajira. Este nuevo mecanismo permitirá no solo desalinizar grandes cantidades de agua para abastecer a cientos de familias en este departamento, sino que también será un referente entre las nuevas tecnologías limpias para satisfacer es tipo de necesidades en otras regiones del país.

Palabras clave: Energía solar, agua de uso doméstico, desalinización, población vulnerable.

¹ Estudiante de Ingeniería Ambiental en la Fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar, Colombia dchiquillo@estudiantes.areandina.edu.co.

² Estudiante de Ingeniería Ambiental en la Fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar, Colombia pcarvajalino@estudiantes.areandina.edu.co.

³ Docente Fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar. Especialista en Gestión Ambiental, líder del semillero INGENNIO. mguerra21@areandina.edu.co.

CvLAC: <https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/EnRecursoHumano/query.do>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2947-9639>

Introducción.

A lo largo de la historia, la humanidad ha pasado por diferentes cambios evolutivos, incluso se ha enfrentado a muchas adversidades que le han dejado marcas imborrables, pero también es cierto que ha luchado y ha salido de cada una de ellas, sin embargo, lo que se avecina será algo mucho más complejo y difícil, algo que pondrá en jaque a todos los gobiernos del mundo, y eso será la falta de agua apta para el consumo humano, pero ¿cómo? ¿Por qué? ¿Acaso se acabará el agua en la tierra? Pues la respuesta es muy sencilla, según Mora, V. C. (2010). El 97.5% del agua del planeta se encuentra distribuida entre los océanos y mares, y el 2.5% restante, representa agua dulce, la cual es comúnmente considerada como fuente de abastecimiento para el consumo humano, debido a sus condiciones iniciales y menos costos de tratamiento.

Otro factor asociado a la preocupación a futuro sobre la satisfacción de agua para el consumo humano, es precisamente la ubicación del agua dulce en la tierra. Se conoce que el 69% se ubica en los polos y en las áreas más elevadas de las zonas montañosas, este porcentaje de agua se encuentra en estado sólido, lo que dificulta su aprovechamiento. Por su parte, un 30% se distribuye entre la humedad propia del suelo y en aguas subterráneas como los acuíferos. El 1% restante, hace parte de los cuerpos de agua superficiales como arroyos, ríos, lagos, lagunas, entre otros.

El agua, es un recurso natural renovable, considerándose inagotable y la mayoría de agua dulce está concentrada en los polos, los cuales se están derritiendo por el cambio climático, otra parte se encuentra como escorrentías superficiales actualmente afectada por la disminución de su caudal, esto debido al mal uso del hombre como por ejemplo la creación de hidro eléctricas, la minería ilegal y otro sin fin de problemas que han ocasionado que hoy muchas fuentes hídricas padezcan escases de la preciada sustancia, sin embargo esto tampoco amedranata a la población mundial, ya que se cree que los acuíferos pueden satisfacer dichas necesidades, pero lo que no se ha tenido en cuenta, es que ellos también han sufrido la mano indiscriminada del hombre y ya se han quedado secos, entonces ahora si hay un problema, a pesar de que el agua es un recurso inagotable, la determinada apta para el consumo humano, puede agotarse, por la contaminación y la transición de estado de agua dulce a salada, y es

acá donde el mundo se preguntara y ¿Ahora qué?, bueno para los países desarrollados esto no es un problema ya que cuentan con los recursos necesarios para convertir el agua salada a dulce, de hecho hoy algunos países lo hacen mediante procesos químicos y tecnológicos, ¿Pero tienen todos los países del mundo los recursos y la tecnología para enfrentar una crisis de esta magnitud?, al observar los métodos que existen para desalinizar el agua de los océanos, están:

Ósmosis inversa, Destilación solar, Electrodialisis, Nano filtración, Formación de hidratos gaseosos, cada uno de estos métodos son sumamente costosos, exento la destilación solar, que es en el que se basara este proyecto. El proceso se hace de una manera natural, lo cual nos ahorrara energía, dinero, entre otras cosas. Como también nos dará una solución a la problemática de salud pública en territorios como La Guajira, que es un departamento muy vulnerable de este país (Colombia). Este proyecto tiene como fin presentar una propuesta viable en todos los campos y elaborar un prototipo para demostrar que este método podría ser la solución a la crisis que se avecina.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la implementación de un sistema de desalinización de agua de mar mediante el aprovechamiento de la energía solar para el mejoramiento del recurso en comunidades de La Guajira.

Objetivos específicos

- Implementar un sistema de desalinización para el suministro de agua con fines de uso doméstico.
- Identificar las condiciones técnicas, ambientales y sociales para la implementación de un sistema de desalinización mediante energía solar en las comunidades de La Guajira.
- Justificar la implementación del sistema usado.

Metodología

El enfoque de este trabajo fue experimental, debido a que se utilizó la implementación de un prototipo como herramienta para constatar los datos resultantes, y plantear un análisis de viabilidad de ejecución del sistema. Por otra parte, se planteó la solución a la crisis por la falta de agua para el uso doméstico. La metodología de esta investigación se desarrolló de la siguiente manera:

1. Recopilación de información.
2. Implantación del prototipo.
3. Análisis de viabilidad.

Recopilación de información

Para esto, se realizó previamente una revisión bibliográfica tomando como insumos revistas científicas, libros e información emitida por expertos en la temática de diseño y fabricación de desalinizadores solares sencillos, funcionales y asequibles mediante la implementación de materiales de fácil acceso. Cuando se utiliza un desalinizador de agua solar, se tienen en cuenta las condiciones climáticas de La Guajira. Es importante asegurarse de que el prototipo cumpla con los objetivos planteados. Con esto, se busca que el sistema consista en aprovechar la energía del sol para desalinizar el agua de mar y pueda ser utilizada como recurso doméstico, para suplir labores como, cocinar, lavar o bañarse.

Implantación de prototipo

Elección de materiales y partes del destilador solar

Al revisar las bibliografías y revistas científicas, se decidieron los materiales para la elaboración del prototipo, teniendo en cuenta las condiciones técnicas y experimentales para un funcionamiento óptimo. Considerando lo anterior, se determinó la utilidad de los materiales con mayor disponibilidad en la zona de interés.

Elaboración del prototipo

Para la elaboración del prototipo, se tuvo en cuenta la revisión bibliográfica realizada inicialmente, buscando tener los datos técnicos y experimentales más óptimos y adaptables a lo que se quería lograr y al área de estudio, por lo cual se determinó el diseño final para su construcción, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas de La Guajira y realizando una tabla de comparación entre propuestas de diseño de varios autores, en donde se priorizo a aquellos prototipos cuyas condiciones cumplieran las necesidades de la población.

Análisis de viabilidad

Análisis ambiental

Para establecer las condiciones óptimas de este proyecto, se tuvo en cuenta la Resolución 2115 del estado colombiano, por medio de la cual se indican las condiciones mínimas, propiedades, elementos principales del control y vigilancia de la calidad del agua apta para consumo humano.

Funcionamiento

Para esto, el equipo de trabajo tomó una muestra razonable de agua de mar en las playas de La Guajira. Para la toma de muestra se utilizó un recipiente de plástico que poseía una capacidad de 1 Lt, lo que permitió obtener un promedio aproximado del 30% de lo planteado, a través del ciclo biogeoquímico del agua, replicado en el prototipo. Este fenómeno físico-químico sucede cuando los rayos del sol penetran la caja de vidrio en donde fue depositada la muestra, dicha caja cuenta con una geo membrana en la parte inferior, que ayuda a captar la energía solar mucho más rápido, con el fin de lograr un efecto invernadero que permita condensar y evaporar la muestra del recipiente, en donde por medio de este proceso que se da de manera natural se separan los cloruros de la muestra.

Tabla 1. Insumos para la elaboración del prototipo.

Materiales	Cantidad
Vidrios	7
Chaza metálica	1
Recipientes plásticos	2
Base de aluminio	1

Geo membrana de polietileno	¼
Silicona para vidrio	1

Fuente: Los autores. (2023).

Resultados

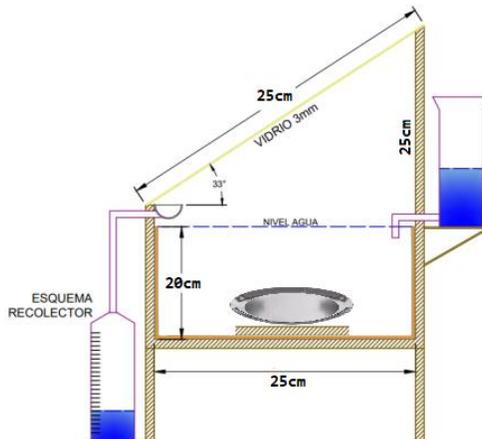
Se determinó que los materiales más pertinentes para la elaboración del desalinizador dependían de dos ámbitos muy importantes: uno, el uso que cada uno va a tener en el prototipo, y dos, la capacidad económica con la que se cuente y el factor tecnológico que se le quiera imprimir al prototipo. Por tal razón, según la recopilación de información previamente investigada, se determinó que los materiales más efectivos para la elaboración del prototipo son los mencionados en la **Tabla 1**.

Con esto se pudo evidenciar que es la alternativa tecnológica más adecuada, sin embargo, hay que tener en cuenta estos factores sin impactar de manera negativa el diseño mínimo que debe cumplir el desalinizador, atendiendo también a que se debe proyectar el recurso económico necesario para el uso y mantenimiento. En la misma idea, las fuentes bibliográficas investigadas indican que al momento de establecer el diseño, se debe tener en cuenta que el fondo y laterales del prototipo deben elaborarse en vidrio, buscando evitar riesgos de contaminación del agua por acumulaciones en materiales con otro tipo de características como porosidades; así mismo, se permite mayor facilidad al momento de realizar limpiezas en el sistema.

Medidas de prototipo

Las medidas del prototipo se hicieron bajo una necesidad de optimización para agilizar el proceso, por lo que su base se realizó de 100 cm² divididos en lados equitativos de 25 cm, con una altura de su lado inferior derecho de 25 cm de alto con una pendiente de 5 cm, y su parte frontal tiene 20 cm Figura 1.

Figura 1. Dimensiones del prototipo.



Fuente: Los autores. (2023).

Luego de realizada la estructura general, en la parte más baja del sistema, se agregó un elemento recolector y conductor (canal), el cual permite recoger el agua después del proceso. De esta manera se tendrá una mejor fluidez en el sistema. Posterior a la condensación y recolección del fluido, este se transporta al tanque recolector ubicado al final del prototipo.

Análisis de viabilidad

Se realizó un ensayo previo, en donde se recogieron muestras del agua en la entrada y también en la salida. Con respecto al agua obtenida, esta se retiró de manera puntual utilizando una jeringa para cada una de las gotas alojadas en la superficie de la caja de vidrio, llevando de esta manera la mínima necesaria para los parámetros establecidos. Las muestras resultantes se conservaron para ser analizadas respectivamente teniendo en cuenta las recomendaciones de almacenamiento que cumplieran con los parámetros mínimos de conservación, buscando no modificar sus características físicas y químicas antes de realizar el estudio requerido.

A continuación, se presentan en la **Tabla 2** los resultados obtenidos del muestreo, analizando cada uno de los parámetros a la entrada y salida.

Tabla 2. Resultados de muestra de laboratorio.

Parámetro	Unidad Medida	Entrada	Salida	%Remoción / Excedente
<i>E. coli</i>	A/P	42,40 ± 16,94	0,00 ± 0,00	100
Color	----	37,38 ± 19,66	15,88 ± 9,17	42,47
Turbiedad	FTU	5,38 ± 1,41	2,75 ± 2,66	51,16
Nitratos	Ppm	0,69 ± 0,43	0,40 ± 0,32	58,18
pH	----	7,35 ± 0,42	8,27 ± 0,66	----
Conductividad	25 °c	70,58 ± 7,35	123,35 ± 2,90	174,78

Fuente: Los autores. (2023).

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio discriminados en la **Tabla 2**, se evidenció que todos los parámetros en el agua obtenida al final del sistema, se encuentran en el rango permisible para agua de uso doméstico.

Proceso de construcción

A continuación, se describe el paso a paso del proceso de elaboración del prototipo, teniendo en cuentas las especificaciones de los autores recopiladas en las fuentes y revistas bibliográficas:

- 1) Se tomaron las medidas para la caja.
- 2) Se cortó el vidrio con las medidas requeridas.
 - a) Base = 25 x 25cm.
 - b) Vidrio n° 01 = 20 x 25cm.
 - c) Tapa = 30 x 30cm.
 - d) Canal recolector 1 dimensión = 3 x 25cm.
 - e) Canal recolector 2 dimensión = 5 x 25cm.
 - f) Canal recolector 3 dimensión = 7 x 2cm.
- 3) Se procedió al ensamblaje de la caja.

- 4) Se le implemento una chaza metálica dentro de la caja, para almacenar el agua.
- 5) Se realizaron dos perforaciones, de entrada y salida para hacer más eficiente el sistema.
- 6) Se anexaron dos recipientes circulares de 20cm de altura para el almacenamiento de las muestras.
- 7) Cada recipiente consta de un tubo PVC de 10cm de largo cortado en diagonal para agilizar la precipitación del agua.
- 8) Por último, se sella la base con geomembranas de polietileno.

Conclusión

La búsqueda determinada de información sobre prototipos desalinizadores solares, permite tener en cuenta las bases centrales a estudiar de este prototipo. Debido a esto se pudo evidenciar que el diseño implementado era accesible económicamente para el grupo investigador, siendo esto una ventaja que se convirtió en algo muy sencillo para construir. Cabe resaltar que este diseño es ecológicamente sustentable y aporta de manera positiva al medio ambiente, debido a que este evita de manera directa la contaminación por emisión de gases entre otras.

Una impronta muy significativa fue la utilización de fibra de vidrio en la elaboración del prototipo, debido a que esta acelera las condiciones técnicas necesarias para replicar el ciclo biogeoquímico del agua, el cual se asemeja en 3 de sus 5 fases: evaporación, condensación y precipitación.

Basado en todo lo anterior se pudo evidenciar que la implementación de un sistema de desalinización en las comunidades de La Guajira es necesaria y oportuna, debido a que la región cuenta con las condiciones técnica, ambientales y sociales, que este proyecto requiere. Para dar una solución práctica y definitiva a la falta de suministro de agua de uso doméstico.

Teniendo en cuenta que el departamento de La Guajira se encuentra ubicado en una península (Zona costera), presenta unas condiciones climatológicas óptimas para llevar a cabo este proyecto. De esta manera, se plantea que, con la implementación del prototipo desalinizador, habrá una mejora significativa en cuanto a las condiciones de vida de los habitantes de dicha región. Obteniendo una fuente directa de suministro de agua, cuyo objetivo principal es suplir la demanda de este recurso para uso doméstico. Por lo tanto, se buscará desarrollar esta propuesta con la finalidad de ofrecer mejores condiciones mínimas de vida a cada habitante de esta región.

Referencias

Arenas, I. R., Estrada, C. L., & Henao, N. R. (2021). DISEÑO DE DESALINIZADOR DE AGUA PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS DE ESCASEZ DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES VULNERABLES DE LA COSTA COLOMBIANA. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.

Blanco Ruiz, Y. L., & Gutiérrez Roa, A. N. (2019). Desarrollo de un prototipo desalinizador de agua de bajo costo, mediante la implementación de energía solar para el consumo humano.

Claudio, O. M. A. R. (2018). Desalinización de agua para aplicaciones de potabilización mediante el desarrollo de tecnología solar sustentable. Centro de Investigaciones en Óptica AC, Aguascalientes.

Espinoza Vera, B. R., & Looz Riascos, P. J. (2023). Desarrollo de un Prototipo de Máquina Desalinizadora de Agua de Mar Utilizando Energía Fotovoltaica (Bachelor's thesis).

Hernández, A. (2019). Estudio de prototipos desalinizadores fabricados en el laboratorio tipo flotante y clásico.

Olaya Sánchez, A. F. (2016). Análisis energético de un sistema desalinizador, prototipo simple, de agua de mar usando energía solar pasiva.

Rubiano Pérez, P. F. (2020). Diseño del prototipo de un desalinizador solar por proceso de osmosis inversa para familias Wayuu en la Guajira.

Sabogal Paz, N. (2019). Diseño de prototipo de desalinizador solar por proceso de humidificación y des humidificación.

Torres Alzate, C. A. (2017). Diseño y validación de un prototipo de desalinizador solar.