

F. Vázquez et al. "Control Multivariable: Aplicación al control de un aerogenerador. X Simposio CEA de Ingeniería de Control. Universidad de Córdoba España, 2012.

E. González et al. "Modelado y Análisis de interacción de un Generador Eólico para Control Multivariable. Universidad Autónoma de Zacatecas. Congreso Anual 2009.

J. Mejía et al. "Propuesta metodológica para el diseño de las aspas de turbinas de viento de Eje Horizontal". Instituto de Energía. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, 2005.

R. Medina. "Cálculo y diseño de la Pala (Heecamani) de un Aerogenerador". Sección de estudios de posgrado e investigación. Instituto Politécnico Nacional. México D.F., 2011.

Diseño de un desalinizador solar para las zonas costeras en el estado de Tabasco

Técnicas ambientales para la sustentabilidad

Arias-Santos N.N. *; Aguilar-May B. y Jiménez Flores L.*****

Instituto Tecnológico Superior de Villa La Venta

[nnas_050484@hotmail.com](mailto:nas_050484@hotmail.com)

Resumen

En el sur de Tabasco, la escasez de agua está tomando una importancia relevante, esta deriva principalmente a la contaminación por agua salada que presenta el agua de los pozos cerca de las zonas costeras, así como aquellas zonas rurales en donde es más presencial dicha escasez. En el presente trabajo, se exponen los resultados preliminares, de dos prototipos de desalinizador, implementando la generación de una tecnología sustentable, que permita el desarrollo de un estudio en las principales zonas que disponen de recursos de agua salada, realizando el proceso por evaporación con energía solar; tomando en consideración los materiales, las incidencias de los rayos solares y las zonas de mejor captación de estos. Se han probado hasta el momento, obteniendo valores económicos y ecológicamente compatibles con la zona. En el prototipo preliminar A está hecho a base de cristal blanco y el prototipo preliminar B está hecho de cristal ahumado, ambos con una base refractante de aluminio, se obtuvieron resultados de eficiencia de ambos desalinizadores, siendo favorables en las mediciones de los parámetros físicoquímicos, tales como oxígeno disuelto (OD), pH, sólidos suspendidos, temperatura y conductividad. Obteniendo valores de conductividad de 7.1 μS , pH 7.2, sólidos suspendidos mínimos y oxígeno disuelto de 3.56 mg/l.

Palabras clave: Desalinizador de agua de mar, evaporación, energía solar, eficiencia.

Abstract

In southern Tabasco, water shortages are taking on major importance, this derives mainly saltwater contamination posed by water from wells near coastal areas and those rural areas where it is more face this shortage. In this paper a preliminary results of two prototype maker, implementing sustainable generation technology, that allows the development of a major study sites that have salt water resources, making the evaporation process solar energy materials considering the impact of sunlight and better catchment areas of these. Have been tested so far, achieving economic and ecological values compatible with the area. In this preliminary prototype A crystal made of white and preliminary prototype B is made of smoked glass, both with a base aluminum refractive results were obtained both desalination efficiency , remain favorable in measurements of physicochemical parameters , such as dissolved oxygen (DO), pH , suspended solids, temperature and conductivity

Key words: Desalination of sea water, evaporation, solar energy efficiency.

Introducción

La escasez de agua es una de los elementos más importantes mencionados en los últimos años, si los recursos existentes comienzan a escasear por que la población aumenta, tendremos que “sembrar” sistemas para reutilizar el agua, reservas para almacenar agua de lluvia, desalinizadoras solares, y “cosechar” el agua potable que necesitamos a diario [1].

Dentro de los diversos estudios realizados en las diferentes tecnologías para la desalinización de las aguas saladas, se recopilan diferentes tecnologías que soportan la viabilidad de las alternativas para dicho proceso, a sabiendas que estas tiene su ventajas y desventajas frente a las condiciones climáticas, costos, residuos, etc. [2].

Con el crecimiento poblacional, el incremento de la demanda industrial, y la contaminación, los recursos naturales se ven afectados, y por ende, el agua requerida para las necesidades humanas se convierte en un problema básico y vital, por lo que presenta la urgencia de desarrollar tecnologías capaces de aprovechar los recursos hídricos disponibles, considerando obtener agua de calidad a bajo costos y con el menor uso de energía fósil, lo que representaría un bajo impacto ambiental. Dados los altos índices de contaminación de ríos, embalses y aguas subterráneas, se presenta una opción importante: la desalinización del agua de mar para obtener agua consumible.

Marco teórico

Los procesos de desalinización son muy diversos (Tabla 1); encontrándose desde la osmosis inversa, electrodiálisis, destilación multi-efecto, evaporación multi-etapa, destilación con celdas solares e intercambiadores de calor, entre otros [2]. Sin embargo, el consumo energético, los costos e impactos ambientales que cada proceso desalinizador genera son muy variados (Tabla 2).

Tecnología	Capacidad instalada (m³ d⁻¹)	Distribución porcentual
Evaporación Multi-etapas Flash (MSF)	10 020 672	44.2%
Osmosis Inversa (OI)	8 986 209	39.6%

Electrodialisis (ED)	1 262 929	5.6%
Destilación Multi-Efecto (MED)	912 387	4.1%
Compresión de Vapor (CV)	971 792	4.3%
Destilación Solar	501 043	2.2%
Congelación	210	0.0%
Total	22 674 242	

Fuente: Veza, 2002

Tabla 1. Capacidad instalada de las distintas tecnologías utilizadas en la desalinización.

Tomando como referencia el trabajo realizado en Venezuela en el Proyecto LOCTI, año 2007, desarrollado para solucionar los problemas de comunidades aisladas, empezando con las comunidades de pescadores que trabajan cerca del Cayo Dos Mosquises en el Parque Nacional de los Roques, donde se construyó un prototipo que pudiera destilar 25 L (6,6 galones) de agua potable al día [3]

INDICADORES	Consumo de energía fósil	Costos unitarios	Tendencia mundiales	Fuentes de energía
Procesos				
Osmosis inversa	De 2 a 2.8 Kwh m ⁻³	0.60 USD m ⁻³	Crecimiento	Eléctrica
Electrodialisis	De 16 a 19 Kwh m ⁻³	58 USD m ⁻³	Estático	Eléctrica
Destilación Multi-efecto MED	De 3.4 a 4 Kwh m ⁻³	1.5 USD m ⁻³	Decreciente	Eléctrica Calorífica
Evaporación Multi-etapas Flash MSF	De 5 a 8Kwh m ⁻³	1.10 USD m ⁻³	Decreciente	Eléctrica Calorífica
Destilación* por energía solar	- - -	28 USD m ⁻³	Estático- Creciente	Energía solar

*Se opera a bajas escalas de producción y en climas favorecedores. Fuente: Lechuga, 2007

Tabla 2. Indicadores relevantes en diferentes procesos para la desalinización de agua de mar. Así como el realizado en Chile donde se diseñó, modeló y simuló un Desalinizador solar de múltiples efectos que trabaje a alta temperatura, orientado a satisfacer las necesidades de agua de comunidades de pescadores artesanales aisladas en el norte de Chile. Dicho equipo funciona con una bandeja de doble fondo y cinco bandejas principales (cinco efectos), que actúan como evaporador y condensador a la vez. La energía es suministrada a través de un colector solar conectado a un intercambiador de calor ubicado en la bandeja de doble fondo [4].

Materiales y métodos

Desalinización a través de energía solar directa

El destilador solar que se diseña para la implementación de los prototipos es un sistema basado completamente en la utilización de la luz solar directa, con apoyo de materiales refractantes que le permitan realizar mediante la evaporación la separación de las sales. Parte de este proceso es la condensación de agua contenida dentro del recipiente, con lo que se obtiene agua dulce, representando así en pequeña escala el fenómeno natural de lluvia.

Diseño general de ambos prototipo

El diseño establecido es de acuerdo a lo requerido en las diversas posiciones del sol, y procurando la eficiencia de este en mayor ajuste a las necesidades del abastecimiento, así como de seguridad.

Ambos están hechos de cristal, contando con una zona de recepción del agua de 9 L de agua salada, una canaleta de recolección, una salida, base de aluminio refractante y un techo inclinado que ayude a la rápida recolección de lo condensado.

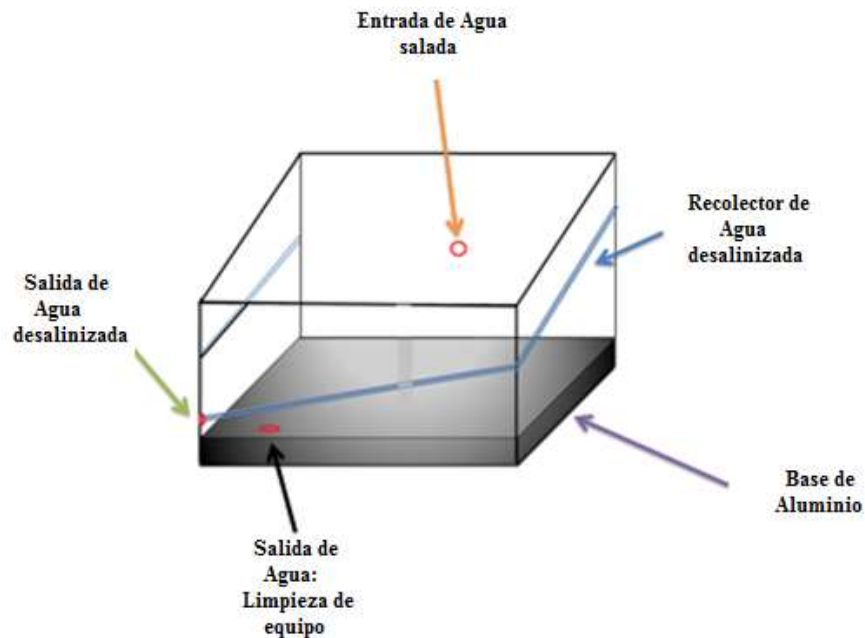


Figura 1. Diseño general del desalinizador

Funcionamiento de los desalinizadores solares directos

El agua se colocó en la parte de recepción del líquido, en la parte superior se instaló la tapa inclinada en un Angulo de 40°, que permite la fácil recolección del agua hacia las canaletas, se selló completamente de manera que se evitó la pérdida de calor por fuga. Alcanzando temperaturas de hasta 70 °C, permitiendo la evaporación del agua salada. El vapor obtenido se condensa al entrar en contacto con la cara interior de la cubierta y forma pequeñas gotas de agua destilada que se deslizan.

Dentro de las características que definen al primer prototipo A, son los materiales a base de cristal blanco transparente de los cuales se hizo, contando con una base cubierta de aluminio, en una dimensiones generales de 70 cm de largo, 40 cm de ancho, con una altura de 45 cm y un declive de 20 cm, con un cristal de 6 mm de espesor. El segundo prototipo B cuenta con las mismas medidas, pero está hecho a base de un cristal ahumado oscuro, ambos colocados en un área completamente despejada en la que los rayos solares puedan penetrar en cualquier ángulo en el que el prototipo se encontrase.

Ambos prototipos se les realizaron análisis de Conductividad, pH, Temperatura, OD y Sólidos Suspendidos para conocer sus rangos y hacer una comparación en funcionalidad.

Resultados

Dentro de los resultados obtenidos en los análisis realizados en laboratorio se obtuvieron:

Prototipo	Ingresado/recuperado
Cristal transparente	6 L/ 3L
Cristal ahumando	6 L/ 2.2 L

Tabla 3. Recuperado en litros de agua salada

Dentro de los litros recuperados se observa la eficacia por litro de prototipo claro ante el ahumado, esto denotándose claramente por una diferencia de 800 mL, se contempla que por la absorción de la luz se genera una pérdida de influencia en el paso de la luz para llegar a la placa de aluminio refractante del fondo de los prototipos. (Tabla 3).

La mediciones realizadas en el prototipo A, para demostrar la eficacia del diseño se realizó en el a base de cristal claro. Obteniéndose resultados favorable en comparativa con agua potable obtenida del servicio municipal de La Villa La Venta, Tab. (Tabla 4).

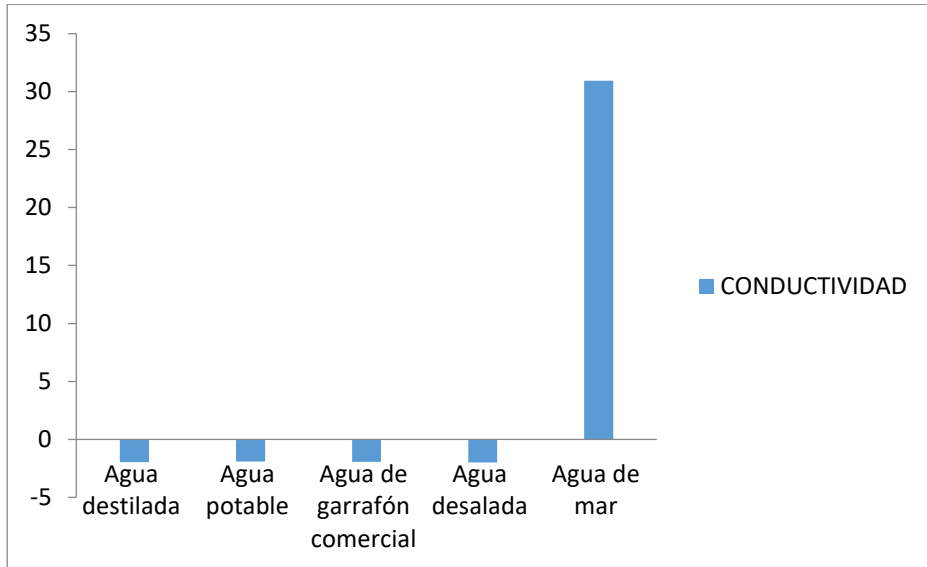
PARAMETROS	AGUA POTABLE	AGUA DESALINIZADA
OXIGENO DISUELTO	3.29 ml/L	3.56ml/L
PH	7.2	7.2
SOLIDOS SUSPENDIDOS	0.1	0.1
TEMPERATURA	26.5°C	26°C
CONDUCTIVIDAD	0.21mS	0.71mS

Tabla 4.- Comparación del agua potable y agua desalinizada

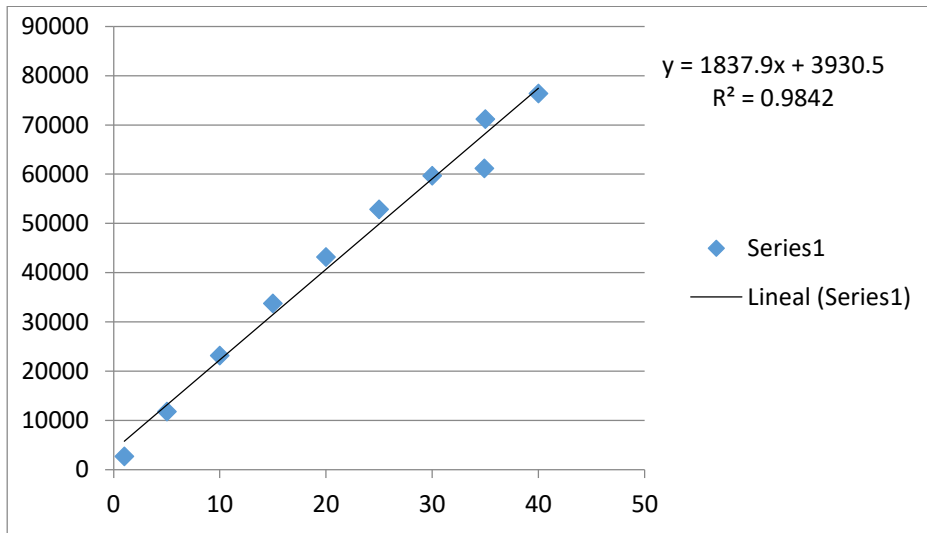
Para el parámetro de salinidad presente en las muestras colectadas, se optó por la medición de la conductividad eléctrica, no teniendo al alcance el equipo específico para determinarla. (Tabla 5).

MUESTRA DE AGUA	CONDUCTIVIDAD
AGUA DESTILADA	-1.98336742
AGUA POTABLE	-1.9037033
AGUA DE GARRAFON COMERCIAL	-1.94030574
AGUA DESALADA	-1.98675853
AGUA DE MAR	30.9480568

Tabla 5.- Salinidad obtenida en varias muestras



Grafica 1.- Comparativa de conductividad de los diferentes tipos de agua



Grafica 2.- Curva de calibración de la salinidad del agua desalinizada

Verificando la eficacia del prototipo A se emplea a la par el prototipo B con nueva muestra y respectiva limpieza del prototipo A. obteniéndose resultados medibles fisicoquímicos comparables entre sí. (Tabla 6)

PARAMETROS	AGUA DE MAR	AGUA DEL DESALINIZADOR DE CRISTAL CLARO	AGUA DEL DESALINIZADOR DEL CRISTAL AHUMADO OSCURO
PH	8.13	6.5	6
T°	26.5°C	26.6°C	27.6°C
CONDUC	58.4mS	0.21ms	0.90mS
O D	6.78 ml/L	5.68 ml/L	5.43 ml/L

Tabla 6.- Comparación del agua de mar y los desalinizadores según el color del cristal

Discusiones

En base a los resultado obtenidos, se concluye que los equipos de desalinización solar no son empleados para la producción de grandes volúmenes de agua, esto de acuerdo a dos factores que afectaron el estudio durante su realización, el primero es el tiempo de evaporación, para llevar a cabo el proceso completo se requerían días completos, así como la incidencia del sol y las estaciones del año en las cuales se realiza la desalinización; los días nublados, de lluvia o las noches no permiten su utilización.

Por lo que es una alternativa viable, si se adicionara a este una fuente de energía que ejerciera una influencia calorífica importante en la aceleración de la evaporación, tales como celdas solares o resistencias. Siendo de gran apoyo dentro de pequeños núcleos familiares con baja demanda diaria de este líquido. Otro factor son los materiales con los que se construye el desalinizador es de relevante importancia, aunque con ambos se obtuvieron resultados positivos, fue más eficiente en tiempo el del prototipo A hecho de cristal claro, así como la deshidratación de la sal fue más predominante en este. Obteniéndose cristales más uniformes.

En cuestión de costos el prototipo A es más económico y factible de conseguir en materiales, comparados con los del prototipo B. Siendo importante su mención, puesto que se propone para comunidades escasas de recursos. Como apoyo de un desarrollo sustentable y abastecimiento de agua.

Agradecimientos

A Genny Griselda Borges Lara por su colaboración y apoyo en este trabajo, y al Instituto Tecnológico Superior de Villa La Venta, por el apoyo dentro de sus instalaciones para la realización del proyecto.

Referencias

Trieb, Franz (2007) "Energía Solar Térmica de Concentración para la Desalinización de Agua Marina" German

Aerospace Center (DLR), Institute of Technical Thermodynamics
Section Systems Analysis and Technology Assessment <http://www.dlr.de/tt/aqua-csp>

Lechuga, Rodríguez, Lloveras (2007) "Análisis de los procesos de desalinización de agua de mar aplicando la inteligencia competitiva y tecnológica" ingeniería revista académica, año/vol. 11, numero 003 Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México. Pp. 5-14

.González Acuña (2011) "La innovación Energética". Instituto de Energía de la Universidad Simón Bolívar Cámara de Comercio e Industria Venezolano.

Olavarría Baeza (2009) "Planta Desalinizadora Solar-Térmica" Generación de energías alternativas, Universidad Técnica Federico Santa María.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1997). "Estado del Arte de la Desalinización del Agua".

Innovación en un panel solar de alto rendimiento

Valles Chávez A. Doctor, Lozano Valtierra E.J., Alcantar Olguin R. Ingeniero

Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

avalles@itcj.edu.mx

Resumen

Esta investigación es sobre un proceso de producción de paneles solares donde se aplicó la metodología de manufactura esbelta para reducir los desperdicios del proceso con la finalidad de reducir costos que es una parte fundamental para la mejora de nuestro proceso creando la mejora continua en cada parte de nuestro proceso. La innovación desarrollada fue un proceso de producción de paneles solares usando materiales renovables y sustentables para el medio ambiente, esto a su vez reducen los costes de producción haciéndolos más accesibles para la comunidad en general y al sector público. Como una segunda innovación fue la elaboración de un escantillón para así evitar movimientos innecesarios en el ensamble del panel solar.

La aplicación de los paneles solares se puede usar en cualquier aparato eléctrico, las pruebas que se han llevado han sido en la iluminación de áreas del instituto, así como la alimentación eléctrica en una maquina CNC.

Palabras clave: Celda Solar, Energía Sustentable, Manufactura Esbelta

Abstract

This research is about a process of production of solar panels which were applied lean manufacturing methodology to reduce waste in the process in order to reduce costs is a key part of our process improvement creating continuous improvement in every part of our process. The innovation developed was a process of solar panel production using renewable and sustainable materials to the environment, which in turn reduce production costs making them more accessible to the wider community and the public sector. As a second innovation was the creation of a fixture to avoid unnecessary movement in the assembly of the solar panels. The application of solar panels can be used in any electrical devices; the tests have been carried in the school area lighting and power on a CNC machine.

Key words: Cell Solar, Sustainable Energy, Lean Manufacturing