



Optimización del secado de salmueras utilizando aire precalentado por medio de un colector solar

Rodrigo Poblete ¹
Osvaldo Painemal¹
Cristobal Silva¹

RESUMEN EXTENDIDO

Abstract

The present study evaluated the performance of a solar collector that warms air entering into a solar dryer used to dry brine as a technological alternative to waste management for this process. The solar collector performed twice as well when its cover was made of two glass pieces instead of just one. The use of insulation also improved performance.

Keywords:

Solar collector; Air heater; Brine disposal

Introducción

La desalinización del agua de mar se ha ido implementando en forma creciente en Chile como respuesta a la escasez de agua. Esta tecnología produce volúmenes importantes de salmuera como residuo, los que requieren la implementación de estrategias de manejo que presenten alternativas a su vertido directo al mar, evitando el consiguiente impacto ambiental. En una investigación anterior se evaluaron los factores incidentes en el secado de salmueras generadas en el proceso. Se observó la temperatura del aire que ingresa al sistema puede incidir en la eficiencia del proceso de secado (Poblete et al., 2016). Debido a esto se estudió la optimización del calentamiento de aire. Existe muy poca literatura científica relacionada con la investigación del secado de salmueras como estrategia de manejo de residuos y menos aun mediante el uso de energía solar.

Objetivos

Estudiar la optimización del calentamiento de aire por uso de doble vidrio y de materiales aislantes térmicos en colector.

Metodología

El secado de las salmueras se desarrolla dentro de un destilador solar, el cual recibe radiación solar que a traviesa el techo y paredes transparentes, que está por un suelo que funciona como loza radiante, por la que circula un fluido calentado solarmente por un colector solar. El aire caliente ingresa por la pared frontal del destilador y sale por la pared frontal por un extractor de pared.

Se diseñó un colector solar construido de madera revistada con film fenólico. La cubierta superior del colector es de 1 ó 2 láminas de vidrio. En la cámara interna del colector se instalaron verticalmente 3 láminas de vidrio para generar un flujo turbulento forzado. El rendimiento térmico del proceso es medido por:

$$h_t = \frac{m \cdot C_p \cdot \Delta T}{I \cdot A_I} \quad (1)$$

¹Escuela de Prevención de Riesgos y Medioambiente, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. rpobletech@ucn.cl



Donde m es el flujo másico del aire, C_p es su capacidad calorífica, ΔT es la diferencia de temperatura, I es la radiación solar incidente y A_i es la superficie iluminada. El flujo másico fue medido en función de la densidad del aire y de su velocidad. La densidad es función de la temperatura del aire (Enibe, 2013):

$$\rho = 2.357 - 3,7894 \cdot 10^{-3} \cdot T \text{ (K)} \quad (2)$$

La radiación solar fue medida con un radiómetro Kipp and Zonen. Se midió la ΔT entre la entrada y la salida del aire en el colector, para lo cual se emplearon termistores 109-L34.



Fig. 1. Fotografía del colector solar calentador de aire.

Resultados y discusión

Las configuraciones que entregan mayor rendimiento son aquellas que utilizan aislamiento térmico, especialmente con esponja (Tabla 1). Esto es debido a que la utilización de aislantes térmicos aumentan el rendimiento de un colector al reducir las pérdidas térmicas (Saxena et al., 2015). La razón que explica que se tengan mejores resultados al emplear esponja está relacionada con su menor conductividad térmica.



Tabla 1. Diferencias de temperatura, radiación solar y rendimiento de los experimentos ejecutados.

Configuración	ΔT prom (°C)	Radiación solar prom (Wm^{-2})	Rendimiento (%) prom	Conductividad térmica ($Wm^{-1}k^{-1}$)
1 Vidrio, sin aislante	17,1	464,6	1,3	-
2 Vidrios, sin aislante	18,7	555,2	1,4	-
2 Vidrios, Esponja como aislante	24,6	304,9	4,1	0,026
2 Vidrios Poliestinero, como aislante	29,5	420,4	3,8	0,036
2 Vidrios, lana mineral como aislante	25,2	330,4	2,9	0,040

El experimento que utilizó dos vidrios como superficies transparentes obtiene un rendimiento más elevado que el que emplea 1 vidrio, ya que con ello se consigue reducir las pérdidas térmicas por convección y radiación (Sumar et al., 2015).

A continuación, en la Figura 2, se presentan una comparación de variación de temperatura del aire antes y a la salida del colector, donde se puede apreciar que al usar doble vidrio la temperatura de salida es más elevada que al usar un solo vidrio, lo cual se debe al efecto invernadero que se produce bajo esas condiciones.

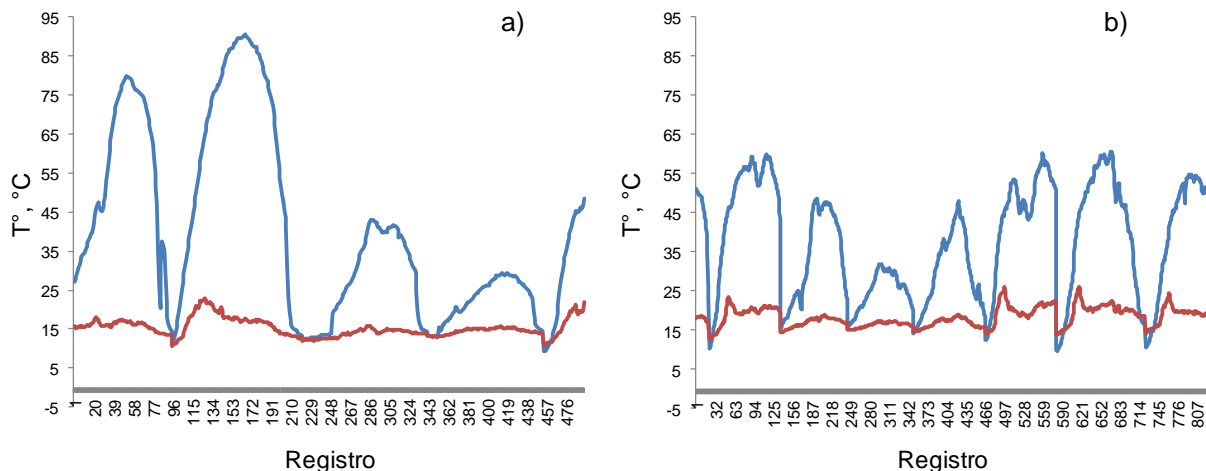


Fig. 2. T° a la entrada (línea roja) y a la salida (línea azul) del colector solar con cubierta con a) doble vidrio o b) un vidrio.

Conclusiones

La aislación térmica aumenta el rendimiento del colector.

Al utilizar una cubierta doble se consigue mayor rendimiento térmico que con una cubierta simple.

Es posible aumentar elevadamente la temperatura del aire al utilizar un colector solar optimizado, aire que puede ser empleado en deshidratar salmueras en lugar de verterlas al mar.

Una vez obtenidos estos resultados sería de interés evaluar el funcionamiento de un sistema de almacenamiento térmico que permita guardar el calor que no se utiliza durante la presencia de sol y utilizarlo en su ausencia. Por otro lado es de interés investigar la recuperación del agua presente del vapor existente en el aire de salida del deshidratador. Una vez que la salmuera se secan se obtienen sales las cuales pueden tener diversas aplicaciones, tanto en la industria alimenticia, cosmética e incluso de caminos mineros. Para evaluar estas alternativas primero es necesario analizar periódicamente la composición química de dichas sales.



Agradecimientos

Los autores del presente trabajo agradecemos al Gobierno regional de Coquimbo por el apoyo financiero a nuestra investigación, a través del proyecto FIC-R Coquimbo 2014 30137726-0 y a la Facultad de Ciencias del Mar por el soporte prestado.

Referencias.

Enibe O. 2003. Thermal analysis of a natural circulation solar air heater with phase change material energy storage. *Renewable Energy*. 28 2269-2299.

Poblete R., G. Salihoglu, N. Salihoglu. 2016. Investigation of the factors influencing the efficiency of a solar still combined with a solar collector. *Desalination and Water Treatment*. ISSN: 1944-3994 (Print) 1944-3986.

Saxena A., Varun R., El-Sebaii A. 2015. A thermodynamic review of solar air heaters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 43 863-890.

Suman S., Kaleem M., Pathak M. 2015. Performance enhancement of solar collectors-A review *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49 192-210.