

ESTUDIO COMPARATIVO DE DESTILADORES SOLARES CON PRECALENTADORES DE AGUA - CONTINUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

J. Carletto¹, O. Masini², J. Demichelis³, P. Gimeno⁴, V. Rodrigo⁵
Laboratorio de Energías Alternativas – Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Avda. 25 de Mayo 384 - 7530 - Villa Mercedes - San Luis - Argentina
Tel - Fax: 054 2657 531000 - e-mail: javiercarletto@gmail.com

RESUMEN: Se presenta en este trabajo la continuación del estudio comparativo de tres prototipos de destiladores solares cuyos primeros resultados fueron presentados en el 2013. Los tres destiladores son de iguales dimensiones, y se diferencian en la implementación de un precalentador, trabajando con un destilador tradicional, un segundo destilador con un precalentador del 50% de la superficie vidriada, y uno con un precalentador del 100% de la superficie vidriada. Se continuó realizando mediciones de rendimiento de cada uno de ellos, pudiéndose ver en el presente trabajo, los resultados obtenidos, correspondientes a los meses de agosto a diciembre del año 2013, observando una diferencia en el rendimiento de cada disposición. Se presenta el nuevo análisis de datos, y la comparativa general con los datos anteriormente publicados.

Palabras Claves: agua destilada, energía solar, intercambio.

INTRODUCCIÓN

El esquema constructivo de los destiladores solares de batea prácticamente no ha cambiado. Una batea, con superficie de color negro, contiene el agua salobre. Su parte superior está cubierta con un techo a dos aguas de un material de alta transmitancia a la radiación solar y alta conductividad térmica. El techo desagua en canaletas situadas a ambos lados de la bandeja. Los rayos solares atraviesan la cubierta y son absorbidos por el fondo, de color negro, de la batea, que contiene de 2 a 5 cm del agua cruda a destilar. A medida que se calienta el agua su presión de vapor sube, el vapor de agua condensa en la cara inferior del techo formándose una película uniforme de líquido que corre hacia las canaletas, que conducen el agua destilada a un tanque de almacenamiento. El destilador funciona como una trampa de calor, ya que el techo es transparente a la luz solar incidente, pero opaco a la radiación infrarroja emitida por el agua caliente. El techo hermetiza el equipo, e impide que se escape el vapor y que el viento enfríe el agua salada. (Esteban et. al. 2000)

La calidad del agua destilada que producen estos equipos, es totalmente equivalente a la obtenida en los destiladores convencionales, la conductividad específica, parámetro que nos permite determinar la calidad, está comprendida entre 3 y 4 $\mu\text{s}/\text{cm}$. (Fasulo et al., 1987).

Una nueva alternativa de construcción fue presentada por Masini en ASADES 2013 en la cual se ha alterado constructivamente parte de la superficie vidriada a modo de lograr una cámara de agua “a destilar” entre dos vidrios, lo que produce un precalentamiento del agua que ingresa al destilador, y un enfriamiento de la superficie de condensación. (Masini et al., 2014)

En el análisis de rendimiento de estos equipos en los meses de marzo a julio, se observa que el aumento de la radiación solar, como era de esperar, produce un aumento en el rendimiento de los destiladores, el equipo con un intercambiador del 50% de la superficie vidriada es el que produce los mejores rendimientos, y el equipo con el 100% de superficie de intercambio, produce el menor rendimiento. (Masini et al., 2014)

Este trabajo, completa el estudio para los meses de agosto a diciembre, con lo que se intenta tener un panorama completo del funcionamiento de los destiladores, y se ratifican las correlaciones entre la líneas de tendencias de los funcionamientos de los destiladores y las líneas de tendencias de radiación solar, observadas en los primeros meses de análisis.

¹ Investigador CyT UNSL

² Investigador CyT UNSL

³ Investigador FICA UNSL

⁴ Investigador CyT UNSL

⁵ Investigador CyT UNSL

PROTOTIPOS UTILIZADOS

La construcción de los equipos ya fue presentada en detalle por Masini en el 2013.

Son tres prototipos de destilador solar fabricado con materiales livianos, económicos y de fácil utilización y de tamaño pequeño (30 cm * 40 cm), aproximadamente 0,12 m² de área de calentamiento.

El dispositivo consta de dos partes separables, por un lado la batea propiamente dicha, y por otro la cubierta que contiene el condensador vidriado, los canales colectores de agua destilada y laterales de apoyo y cierre con la batea.

Una doble cubierta de vidrio por donde circula agua cruda forma una fina película de agua, que se precalienta antes de entrar a la batea. Adicionalmente, al refrigerar la parte superior de la superficie de condensación podría dar mayor condensación y por ende, mayor rendimiento.

Los equipos están independizados en la alimentación de agua con válvula de corte y flotante y una regulación indirecta para poder lograr que el agua de alimentación circule primero por el intercambiador y posteriormente ingrese a la batea. En pruebas anteriores se lo hizo por vaso comunicante y cierre hidráulico, y no dio resultados satisfactorios, debido a que no se podía mantener la continuidad de ingreso de agua, por acumulación de aire en el intercambiador, problemas ya descriptos por Masini, et. al 2012.

Los tres equipos se diferencian básicamente en el tamaño del intercambiador, en tal sentido, el Equipo 1 no posee intercambiador, siendo un destilador convencional. El equipo 2, posee un intercambiador de la mitad del vidrio superior y el Equipo 3, tiene la totalidad de la superficie vidriada como intercambiador. Los 3 equipos fueron descriptos por Masini et. Al 2012, y se repiten los esquemas a continuación:

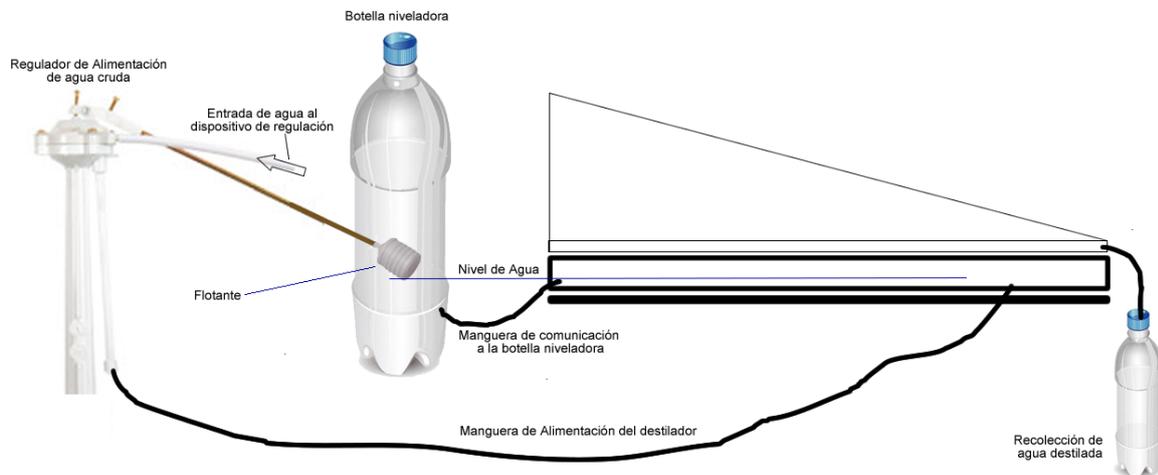


Figura 2: Esquema de funcionamiento equipo 1

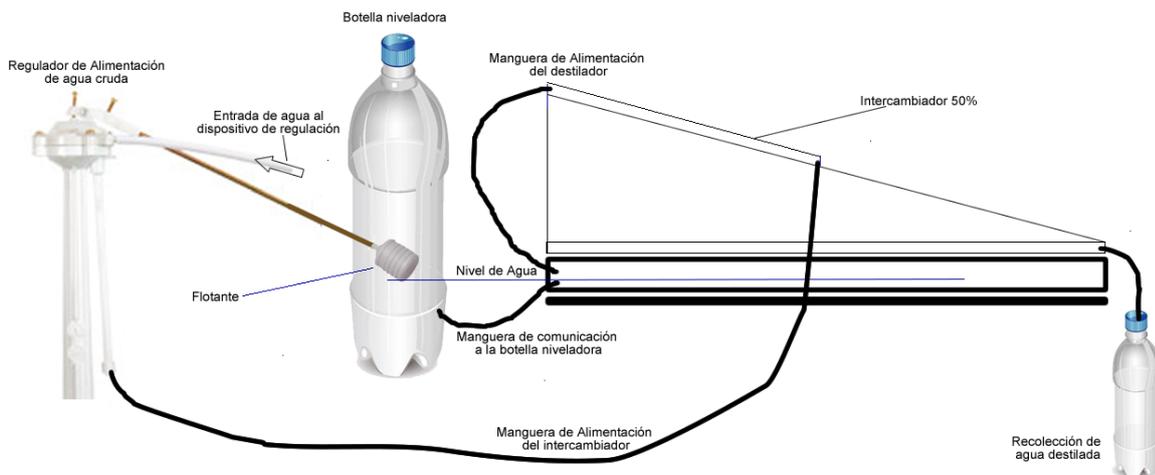


Figura 3: Esquema de funcionamiento equipo 2

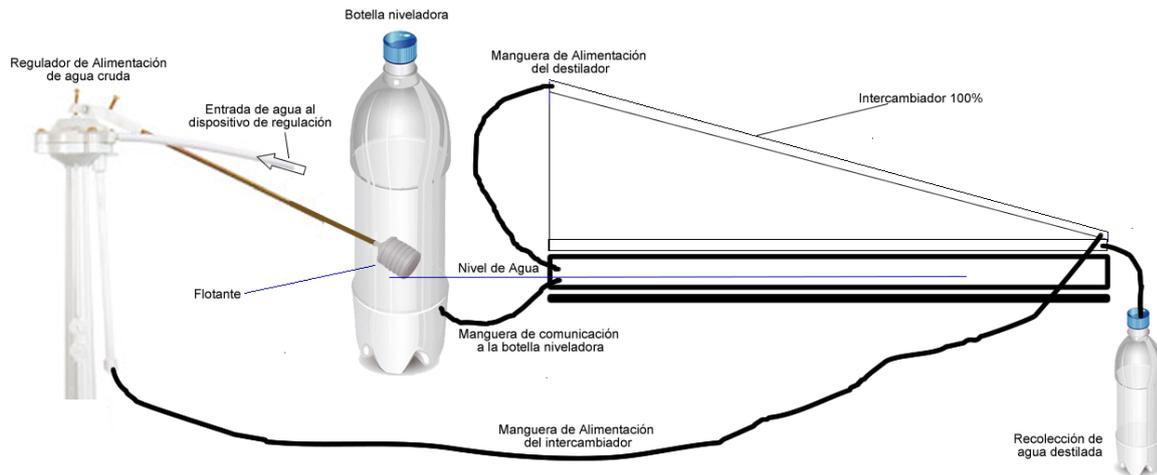


Figura 3: Esquema de funcionamiento equipo 3

METODOLOGÍA DE LA EXPERIENCIA

Las experiencias se continuaron realizando de la misma manera, se controló la cantidad de agua destilada obtenida diariamente y se registraron los valores de rendimiento de los tres equipos. Adicionalmente se tomaron valores de temperatura ambiente media y radiación solar media del Laboratorio de Energías Alternativas (LEA) de la facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis. Se procedió a realizar los cálculos de rendimientos, temperaturas y radiaciones promedios y a la realización las gráficas para el análisis de resultados.

Aunque se solucionaron varios inconvenientes encontrados en las pruebas del primer semestre, se experimentan fuga de vapores, por cierre deficiente entre la cubierta vidriada y las canaletas colectoras lo que podía generar además la contaminación del producto, pérdidas entre la canaleta colectoras y el tubo de derivación al colector de agua destilada, inconvenientes en los sistemas de niveles etc, que se fueron resolviendo para poder continuar con las experiencias.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se han realizado varios análisis de los primeros resultados obtenidos.

La siguiente tabla, muestra un resumen de los resultados promedios de rendimientos por equipo, temperatura ambiente y radiación solar de los meses de agosto a diciembre. Los valores de rendimiento están dados en ml/día promedio

Mes	Temperatura ambiente Promedio en °C	Radiación Promedio en w/sqm	Rendimiento Promedio Equipo1 en ml/día	Rendimiento Promedio Equipo 2 en ml/día	Rendimiento Promedio Equipo 3 en ml/día
Agosto	11,08	151,63	179,74	232,50	54,57
Septiembre	14,14	176,83	124,44	230,00	22,00
Octubre	18,73	244,88	184,81	251,15	85,00
Noviembre	20,63	314,95	291,50	280,25	167,50
Diciembre	19,12	259,42	210,41	267,37	126,74

Tabla 1: Comparación de temperaturas radiación y rendimiento de los equipos

El rendimiento en función de la radiación solar se puede observar en el siguiente gráfico

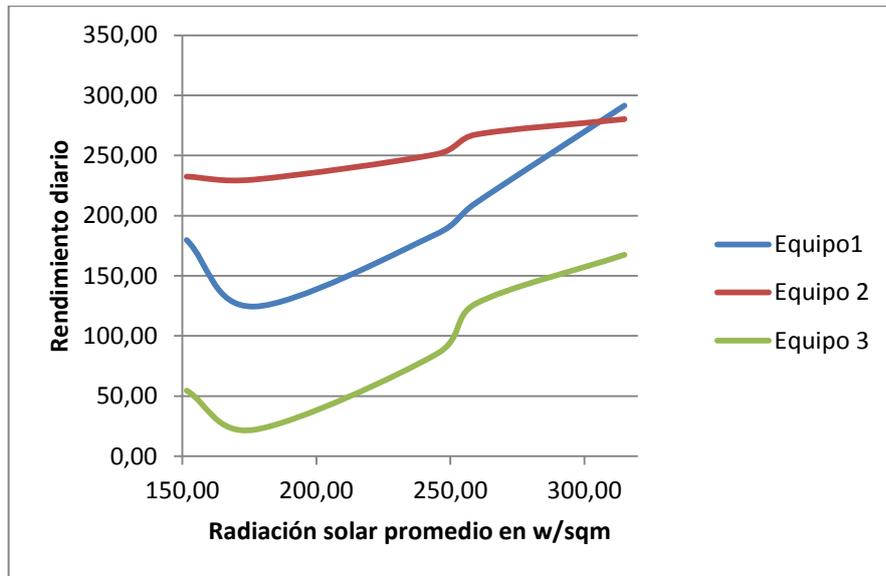


Figura 1: Rendimientos en función de la radiación solar

Al igual que en las primeras experiencias, se observa que el equipo 2 (el equipo con un intercambiador del 50% de la superficie vidriada es el que produce los mejores rendimientos, y el equipo 3, con el 100% de superficie de intercambio, produce el menor rendimiento. No obstante, si bien el comportamiento en función de la radiación es muy similar al observado en los primeros meses, superando los 300 w/sqm (promedio), el rendimiento del Equipo 1 supera al Equipo 2.

También se confirma las primeras observaciones (Masini et. Al 2013) sobre el comportamiento del equipo 3, cuya diferencia de rendimiento con los otros equipos, tiende a disminuir al aumentar la radiación

Si graficamos el rendimiento en función de la temperatura ambiente promedio, se obtienen resultados muy similares, como muestra el siguiente gráfico.

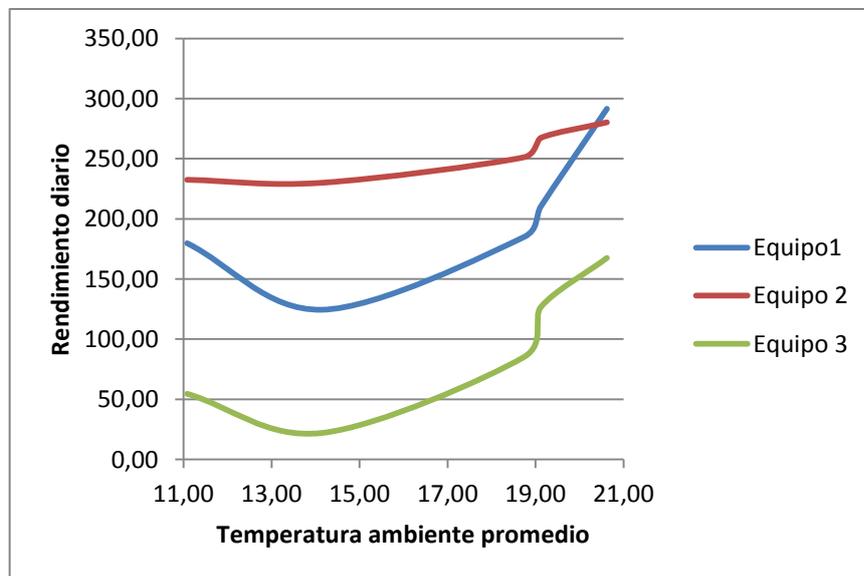


Figura 1: Rendimientos en función de la temperatura ambiente promedio

Por otra parte, nuevamente se graficaron los valores diarios de producción de agua destilada, radiación solar y temperatura, y se ratificó el comportamiento de las correlaciones entre la líneas de tendencias de los funcionamientos de los destiladores y las líneas de tendencias de radiación solar, no obstante, debido a que no se tienen información de los meses de mayor radiación donde aparenta existir un cambio de comportamiento, se prefiere seguir tomando datos, para ratificar o rectificar estas primeras impresiones y dejar estos análisis para futuros trabajos.

CONCLUSIONES

Si bien los resultados siguen siendo promisorios, brindan un panorama más anualizado, donde se ratifica lo observado en experiencia previa donde el mayor rendimiento es del equipo 2 y el menor es del equipo 3, al menos para las radiaciones y temperaturas estudiadas. Aparentemente es necesario evaluar los meses de mayor radiación y temperatura (Diciembre – febrero) donde podría invertirse el rendimiento entre el equipo 1 y 2. En esta porción del año, nuevamente resulta beneficiosa la modificación propuesta para el equipo 2, con un rendimiento que supera en promedio un 35% al equipo 1 y en casi un 300% al equipo 3 el cual probablemente por tener toda la superficie doblemente vidriada es menor la incidencia solar. El comportamiento aparenta variar frente a radiaciones más fuertes, por lo que se desea analizar el funcionamiento en los meses de diciembre a febrero. Se está trabajando en un análisis exhaustivo de los datos anualizados para poder arribar a mejores conclusiones.

REFERENCIAS

- Carletto J., Rodrigo L., Rodrigo, V. – (2007) Diseño de una planta de destilación solar de agua para la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico sociales en Villa Mercedes, San Luis, evaluación de costos - ASADES 2007
- Esteban C., Franco J. y Fasulo A. (2000) Destilador Solar Asistido Con Colector Solar Acumulador. Actas de Asades
- Fasulo A. , Cortinez V. Y Odicino L (1987). Planta de destilación solar de agua para la Facultad de Química Bioquímica y Farmacia de la UNSL. Actas de ASADES
- Fasulo, A., D.Perello y J.Follari (1997) Un Colector Solar Acumulador, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 1, 1, 101 – 104.
- Masini O., Carletto J., Gimeno P., Rodrigo V. – (2013) Diseño Y Estudio Comparativo De Destiladores Solares Con Precalentadores De Agua - Resultados Preliminares – ASADES 2013
- Masini, O. Carletto J, Rodrigo L., Rodrigo V, (2012) Diseño de un destilador solar modular de agua, de bajo costo para la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Villa Mercedes, San Luis, evaluación de rendimiento y alternativas de optimización - ASADES 2012

ABSTRACT

The continuation of the comparative study of three prototype solar stills whose first results were presented in 2013 is presented in this paper. The three stills are of equal size, and differ in the implementation of a preheater, working with a traditional distiller a second distiller with a preheater 50% of the glass surface, and one with a preheater 100% of the glazed surface.

Performed measurements were continued performance of each of them, being able to see in this paper, the results obtained for the months of August to December 2013, noting a difference in the performance of each provision. Reanalysis data, and general comparison with previously published data is presented.

Keywords: distilled water, solar energy, exchange