

Factibilidad técnica económica de colectores solares para temperatura media-baja disponibles en México

NAJERA-TREJO, Mario†*, MARTÍN-DOMÍNGUEZ, Ignacio, ESCOBEDO-BRETADO, Jorge y PINEDO-DÍAZ, Jesús*

Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. - Departamento de Ingeniería sustentable. CIMAV 110. Ejido Arroyo Seco 34147 Durango, Dgo. México.

'Instituto Tecnológico de Durango, Departamento Metal-Mecánica. Felipe Pescador 1830, Nueva Viscaya, 34080, Durango, Dgo. México.

Recibido 15 de Julio, 2017; Aceptado 7 de Septiembre, 2017

Resumen

Para desarrollar un proyecto de calor solar para procesos industriales es necesario contar con múltiples herramientas, conocimiento e información. (Muster-Slawitsch, Schmitt, Krummenacher, Helmke, Hess & Brunner). Por tal motivo, el objetivo de este trabajo es encontrar la factibilidad técnica económica de distintos tipos y marcas de colectores solares para temperatura media-baja, que se encuentran comercialmente disponibles en México. En su desarrollo se realiza una búsqueda de proveedores de equipo solar térmico en México que tengan algún tipo de validación técnica. Adicionalmente recabar los costos que permitan crear una base de datos completa. Basados en la información climatológica de meteonorm y los datos técnicos recabados, se desarrolla un simulador utilizando Simulación Studio de TRNSYS. Utilizando este simulador se realiza un análisis de variación paramétrica que involucre los valores económicos para finalmente obtener la factibilidad en el uso de los distintos colectores solares. Se presentan los resultados cuantitativos por zonas geográficas del país.

Calor solar, Colectores termo solares, factibilidad económica, simulación, TRNSYS

Abstract

Para desarrollar un proyecto de calor solar para procesos industriales es necesario contar con múltiples herramientas, conocimiento e información. (Muster-Slawitsch, Schmitt, Krummenacher, Helmke, Hess & Brunner). Por tal motivo, el objetivo de este trabajo es encontrar la factibilidad técnica económica de distintos tipos y marcas de colectores solares para temperatura media-baja, que se encuentran comercialmente disponibles en México. En su desarrollo se realiza una búsqueda de proveedores de equipo solar térmico en México que tengan algún tipo de validación técnica. Adicionalmente recabar los costos que permitan crear una base de datos completa. Basados en la información climatológica de meteonorm y los datos técnicos recabados, se desarrolla un simulador utilizando Simulación Studio de TRNSYS. Utilizando este simulador se realiza un análisis de variación paramétrica que involucre los valores económicos para finalmente obtener la factibilidad en el uso de los distintos colectores solares. Se presentan los resultados cuantitativos por zonas geográficas del país.

SHIP, Solar collectors, economic feasibility, simulation, TRNSYS

Citación: NAJERA-TREJO, Mario, MARTÍN-DOMÍNGUEZ, Ignacio, ESCOBEDO-BRETADO, Jorge y PINEDO-DÍAZ, Jesús. Factibilidad técnica económica de colectores solares para temperatura media-baja disponibles en México. Revista de Ingeniería Tecnológica 2017. 1-3:58-63

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mario.najera@cimav.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

De acuerdo con el balance nacional de energía (SENER, 2015), la industria utiliza más del 30% del total de la energía del país. Por otra parte, estudios realizados por la agencia de energía considera que cerca del 60% del consumo de energía a nivel industrial ocurre en procesos térmicos a temperaturas por debajo de los 250°C (IEA 2017).

México se localiza geográficamente entre los 14° y 33° de latitud septentrional; esta localización resulta ideal para el aprovechamiento de la energía solar, pues la irradiación global media diaria en el territorio nacional, es de alrededor de 5.5 kWh/m²/d, siendo uno de los países con mayor potencial en el aprovechamiento de la energía solar en el mundo (Semarnat- Ine. 2009).

A través de los últimos años se ha buscado incentivar a los distintos sectores del país para el aprovechamiento de este abundante recurso (Valle-Pereña, Ortega-Navarro, 2012). El sector residencial, tiene cubierta la parte de calentamiento de agua sanitaria y en mucho menor porcentaje calefacción por medio de tecnología solar. La tecnología de calentamiento solar residencial en su gran mayoría es manufacturada en China y ha inundado el mercado nacional con una gran cantidad de productos de diversas capacidades y calidades. El sector industrial en particular, requiere principalmente confiabilidad en sus equipos para el continuo funcionamiento de sus procesos. Es por esto que una instalación de calor solar para procesos industriales requiere tecnología certificada para su dimensionamiento. TRNSYS es un paquete de cómputo utilizado en la simulación dinámica de sistemas principalmente térmicos y que tiene como finalidad la obtención de datos que ayuden a optimizar la eficiencia tanto térmica como económica de diferentes sistemas.

Para el desarrollo de proyectos mediante simulación numérica computarizada es necesario conocer las características técnicas de los equipos que se van a considerar. Por tal motivo es indispensable contar con una librería de distintas fichas técnicas de los equipos como bombas, tanques, intercambiadores de calor, controladores, colectores solares y además conocer su costo actual y tendencia futura.

Este artículo presenta los resultados de un estudio realizado para conocer el mercado nacional referente a la tecnología de captación solar actual. La información adquirida en este estudio servirá como base para contemplar distintas marcas de colectores solares de Placa plana y Tubos evacuados en proyectos de calor solar de procesos industriales de media-baja temperatura. Con estos datos, se tendrá la capacidad de realizar corridas paramétricas mediante simulación dinámica con distintos equipos de captación solar, considerando su costo. Así poder dimensionar un sistema técnica y económicamente factible basado en el periodo de retorno de inversión más corto o en el mayor rendimiento del tiempo de vida del proyecto según sea requerido el análisis.

Metodología a desarrollar

Se realizó una búsqueda extensiva en el mercado de equipos de captación solar, en particular de tecnología de placa plana y de tubos evacuados para aplicación industrial. La búsqueda se realizó a través de los reportes de certificación como “Solar rating & certification corporation”, “DIN CERTCO” y “Solar keymark Certificate”, para encontrar equipos con distribución a nivel nacional que tuvieran alguna certificación (Fischer, Heidemann, Müller-Steinhagen, Perers, Bergquist, & Hellström, 2004).

Esta búsqueda demostró que existe un mercado muy limitado en la distribución y venta de equipos certificados. Como resultado, se encontraron 7 diferentes marcas de colectores, de los cuales 5 corresponden a colectores de placa plana y 3 a tubos evacuados. Una vez identificados los equipos, se recabaron todos los datos técnicos y económicos necesarios para incorporarlos al software de simulación dinámica TRNSYS como se muestra en la Figura 1.



Figura 1 Modelado en Software TRNSYS para la simulación de los colectores

Después se realizó una simulación variando cada uno de los distintos tipos de colectores, utilizando el archivo TMY-2 correspondiente a los datos climatológicos generados por el software METEONORM para las ciudades de Chihuahua, Durango y Monterrey.

Las simulaciones de los colectores de placa plana se realizaron utilizando colectores de eficiencia cuadrática con ángulos modificadores de 2do orden correspondiente (Rojas, Beermann, Klein, & Reindl, 2008). Para los colectores de tubos evacuados se utilizó el Type 71 (Klein, Beckman, Mitchell, & Duffie, 2014).

La asociación de cada uno de los datos técnicos de los diferentes colectores en la simulación, fue realizada por medio de ecuaciones con “strings”.

Además de estos datos técnicos incorporados como parámetros a los Types, fue necesario generar un archivo (.dat) para cada uno de los colectores de tubos evacuados. Esto con el fin de incorporar la información de los Ángulos modificadores de incidencia “IAM”. Este archivo contiene una matriz generada por la multiplicación de todos los valores de los IAM transversales y longitudinales.

El flujo másico de agua a través del colector es manejado por medio de una bomba que corresponde al Type 3d en la simulación. El valor de flujo másico utilizado, corresponde al indicado en la certificación de cada colector bajo las condiciones de prueba.

Para el encendido y apagado de la bomba se toma como referencia la radiación solar que incide en el colector, por lo que se determinó una función en la que la bomba funcione sólo cuando la radiación solar es igual o superior a 200 W/m^2 .

Resultados

Por motivos de confidencialidad de las marcas analizadas, se decidió asignar un nombre arbitrario a cada uno de los distintos colectores, solo se especifica entre paréntesis el tipo de colector de Placa Plana (PP) o Tubos Evacuados (TE).

Se presenta una comparación grafica de la energía útil anual obtenida por los distintos colectores solares para las ciudades de Monterrey, Durango y Chihuahua.

Se observa que dos de los colectores de tubos evacuados analizados presentan la mayor cantidad de energía útil. Sin embargo, la marca Delta se encuentra desplazada, por dos marcas de colectores de placa plana.

Como es posible observar en el Gráfico 1, las ciudades Chihuahua y Durango presentan un comportamiento similar en la energía útil a lo largo del año, quedando Monterrey un 12% promedio abajo con respecto a Chihuahua.

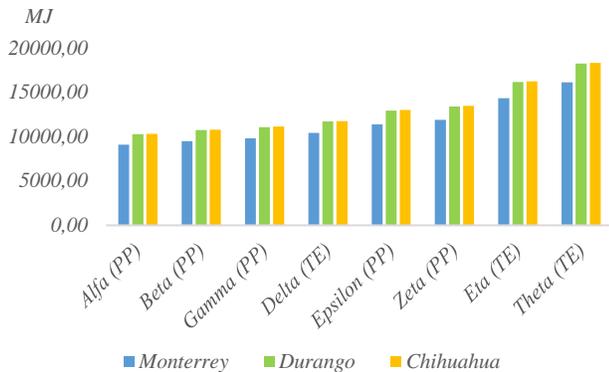


Gráfico 1 Energía Útil Anual de 8 diferentes colectores solares variando la ubicación

Existen aplicaciones en las que el área neta disponible juega un papel primordial en una instalación, por tal motivo se presenta una comparación gráfica entre los distintos colectores y su energía útil anual por unidad de área. En el Gráfico 2, se observa que los tres colectores de tubos evacuados presentan desventaja con respecto a los de placa plana al comparar su energía útil por unidad de área neta. Esto ocurre debido a que los colectores de tubos evacuados presentan una menor área de apertura y una mayor área neta.

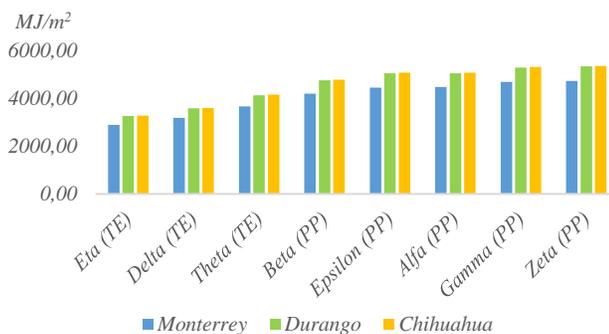


Gráfico 2 Energía útil anual por unidad de área neta de 8 diferentes colectores solares variando la ubicación

Uno de los objetivos más importantes en un proyecto de instalación de calor solar para procesos industriales, es el cálculo de la inversión inicial, que en cuyo caso, uno de los costos más significativos corresponde al de los colectores solares. Si bien es posible hacer una comparación de la energía útil entre el costo de varios colectores, esto definitivamente no determinara cual es el mejor colector. Esto será determinado principalmente por el tipo de aplicación, la ubicación, temperaturas requeridas, entre varias otras. Para poder considerar dichas variables es necesario realizar corridas paramétricas por medio de software, utilizando toda la información antes mencionada, así como la de los distintos equipos disponibles, entre ellos los distintos tipos de colectores.

En el gráfico 3 es posible observar que los colectores de tubos evacuados quedan en desventaja con respecto a los colectores de placa plana. Esto se debe principalmente a que los colectores de placa plana con certificación se encuentran más disponibles en el mercado, a diferencia de los colectores de tubos evacuados que son muy escasos al solicitarlos con cualquier clase de certificación a nivel nacional.

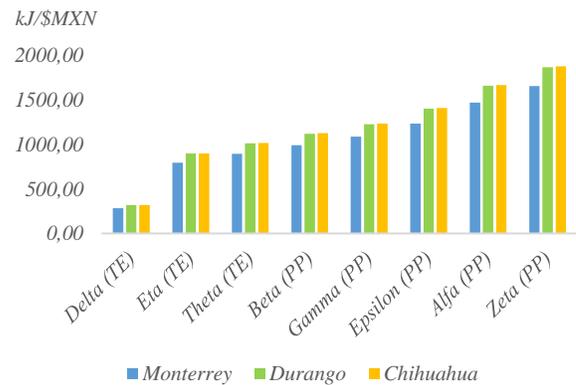


Gráfico 3 Energía útil anual entre el costo de 8 diferentes colectores solares variando la ubicación

Agradecimiento

Se agradece el apoyo económico recibido por parte del:

Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar (CeMIE-Sol),

A través del Proyecto:

P13 “Laboratorios de pruebas para baja y media temperatura, laboratorio para el diseño e integración de sistemas termo solares asistido por computadora”

Perteneciente a la Convocatoria 2013-02, del:

FONDO SECTORIAL CONACYT - SENER - SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA.

Para el desarrollo y presentación de éste trabajo.

Conclusiones

Se modelaron, simularon y analizaron el comportamiento de diferentes colectores solares por medio del software TRNSYS, con lo cual fue posible obtener un diagnóstico de su comportamiento térmico, así como también un factor de Energía/Costo que servirá como referencia para la consideración de los distintos tipos de colectores en proyectos con la industria. Fue posible obtener un panorama general, respecto a la energía útil que puede proporcionar cada uno de los diferentes colectores en un año para tres ciudades distintas. También fue posible determinar los colectores que proporciona mayor energía por unidad de área neta, ya que en algunas aplicaciones el área puede ser escasa y esta información sería de considerable importancia.

Por último se proporciona un esquema en el que se distingue que colector podría proporcionar mayor energía a un menor costo, sin embargo, existen otros factores como las temperaturas, los flujos, el almacenamiento, entre otros requeridos para determinar cuál será la tecnología más adecuada para la aplicación específica. Los resultados referidos a las marcas utilizadas para la realización de este estudio podrán ser compartidas a consideración del CIMAV.

Referencias

Muster-Slawitsch, B., Schmitt, B., Krummenacher, P., Helmke, A., Hess, S., Brunner, C. (2015). Solar Integrating Solar Heat into Industrial Processes (SHIP) Booklet on results of Task49/IV Subtask B, 10049(2014). Retrieved from <http://task49.iea-shc.org/>.

SENER. (2015) Balance Nacional de Energía

International Energy Agency (IEA). (2017). WORLD ENERGY BALANCES: AN OVERVIEW Global trends. Retrieved from <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyBalances2017Overview.pdf>

Valle-Pereña, J., & Ortega-Navarro, H. (2012). Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026. Secretaría de Energía, 1–156. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Fischer, S., Heidemann, W., Müller-Steinhagen, H., Perers, B., Bergquist, P., & Hellström, B. (2004). Collector test method under quasi-dynamic conditions according to the European Standard EN 12975-2. Solar Energy, 76(1–3), 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2003.07.021>

Rojas, D., Beermann, J., Klein, S. A., & Reindl, D. T. (2008). Thermal performance testing of flat-plate collectors. *Solar Energy*, 82(8), 746–757.

<https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.02.001>

Klein, S. A., Beckman, W. A., Mitchell, J. W., & Duffie, J. A. (2014). TRNSYS 17 Mathematical Reference. *Trnsys* 17, 4, 474.

Semarnat- Ine. (2009). México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.