



UAZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
ZACATECAS
"Francisco García Salinas"

USCO



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS

FORMANDO
PROFESIONALES
DE LA QUÍMICAFECHAS 2017
29 al 31 de Agosto

RADIACIÓN SOLAR EN LA CIUDAD DE ZACATECAS EVALUADA EN EL PERIODO COMPRENDIDO DEL 01 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2012

Contreras Pimentel Luís Angel¹, García González Juan Manuel², Villegas Martínez
Rodrigo Cervando², García Saldívar Víctor Manuel¹

Unidad Académica de Ciencias Químicas
Maestría en Ciencias de la Tecnología Química¹
Programa Académico de Ingeniería Química²

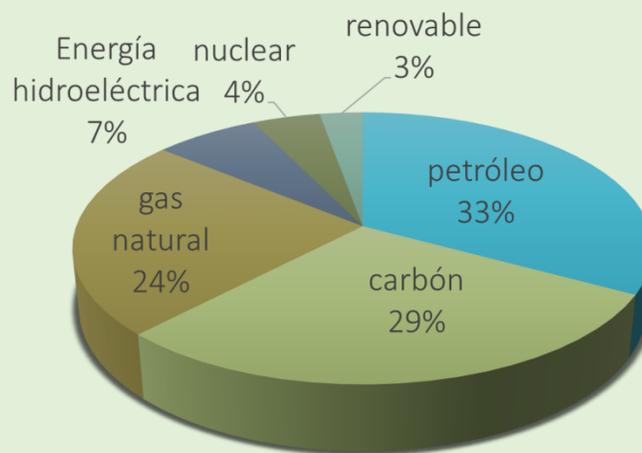
RESUMEN

El objetivo de este trabajo es continuar con la evaluación del potencial de radiación solar en la Estación Solarimétrica del edificio 6 del Campus UAZ Siglo XXI, a partir de mediciones de irradiancia global y difusa, así como, su respectiva temperatura y precipitación pluvial. Los datos son capturados en un adquirente de datos CR 1000 de Cambell Scientific, empleando dos piranómetros Kipp and Zonen, uno mide la radiación global y el otro con un aro de sombra para la radiación difusa. El análisis de los valores registrados y su interpretación, se realiza mediante cálculos y gráficos de irradiación e irradiancia promedio global y difusa (diaria), curvas de frecuencia acumulada y energía disponible. Para el periodo de evaluación, la irradiancia por día promedio anual fue de 544.99 W/m², la energía disponible es de 6.8 MJ/m², la temperatura promedio fue de 18.00 °C, con una temperatura máxima de 36.46 °C correspondiente al 31 de mayo y una temperatura mínima de 0.64 °C para el 27 de enero, la temperatura promedio máxima mensual fue de 26.04 °C para el mes de mayo y la temperatura promedio mínima mensual fue de 9.74 °C para el mes de enero. La precipitación pluvial total anual de 238 mm de H₂O.

INTRODUCCIÓN

El ser humano, en su carrera por el desarrollo tecnológico y económico se ha apoyado en los recursos que le permiten generar grandes cantidades de energía para poder llevar a cabo sus procesos. La principal materia prima energética en la actualidad son los combustibles fósiles, con el paso de los años esa dependencia se ha visto modificados gracias a la innovación y al aumento de la matriz energética, de acuerdo a BP (anteriormente British petroleum)[1], en 2015 el mix energético a nivel mundial fue compuesto de las siguientes proporciones (Figura 1).

Figura 1



Consumo de energía primaria mundial 2015 [1]

Es evidente como va disminuyendo la dependencia de las fuentes energéticas no renovables y como periódicamente van siendo sustituidas por fuentes alternas.

Los estudios de radiación solar nos ayudan a conocer y estimar las posibilidades de comportamientos de cualquier dispositivo que requiera como insumo la radiación solar [2], haciendo posible calcular la eficiencia de los mismos, así como cuantificar la energía que se podría obtener al utilizarlos.

El objetivo de este trabajo es continuar con la evaluación del potencial de radiación solar al obtener y almacenar en la base de datos de la Estación Solarimétrica del edificio 6 del Campus UAZ Siglo XXI, durante el periodo comprendido del 1 de enero al 31 de diciembre del 2012, mediante mediciones de irradiancia global y difusa, así como, su respectiva temperatura y precipitación pluvial.

METODOLOGÍA

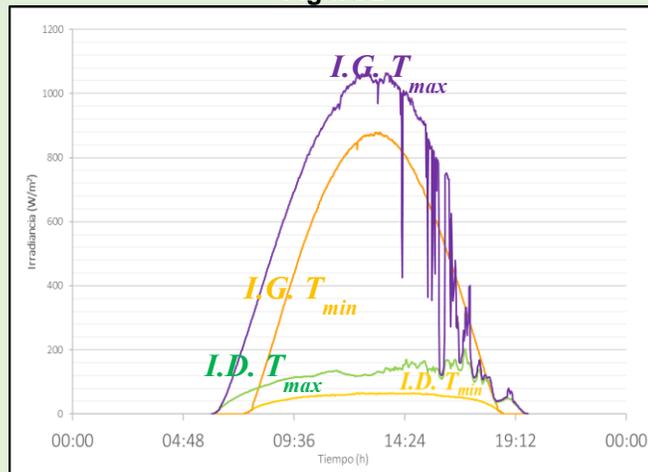
La recopilación de los datos es realizada en la Estación Solarimétrica del edificio 6 del Campus UAZ Siglo XXI para el periodo que comprendido del 1 de enero al 31 de diciembre del 2012. Los datos se almacenan en un adquisidor de datos CR 1000 de Cambell Scientific. Para las mediciones de la radiación global y difusa se emplean dos piranómetros Kipp and Zonen. Para la temperatura y la humedad se usa un termohigrómetro modelo HMP60 de la marca Vaisala INTERCAP. En cuanto a la precipitación pluvial las mediciones se realizan con un pluviómetro modelo TE525MM-L de marca Campbell Scientific Inc. Los equipos hacen mediciones cada 10 segundos, promediando las mediciones y reportándose un dato cada minuto durante todo el periodo de evaluación, en cuanto a la precipitación pluvial solo se registraba cuando esta se

presentaba. El análisis de los valores registrados y su interpretación, se realiza mediante cálculos y gráficos de irradiación e irradiancia promedio global y difusa (diaria), curvas de frecuencia acumulada y energía disponible [3,4].

RESULTADOS

En la Figura 2, se compara la irradiancia global de los días de mayor y menor temperatura registrada al medio día solar. Para el día de mayor temperatura se alcanza un valor de irradiancia de 1050 W/m^2 y para el día con menor temperatura de 870.79 W/m^2 . Las caídas abruptas que se aprecian en la Figura 2 en las dos curvas son debido a la presencia de nubosidad.

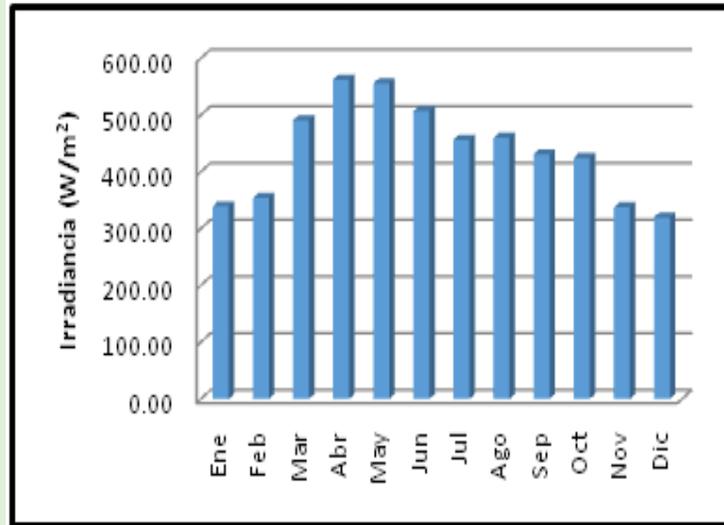
Figura 2



Comparación de Irradiancia Global y Difusa para los días que presentaron la temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$ 31/05) y temperatura mínima ($T_{\text{mín}}$ 27/01) del año 2012.

En la Figura 3, se presenta la irradiancia promedio mensual en el año 2012. El mes que presenta el valor con mayor irradiancia global promedio es el mes de abril, seguido por el mes de mayo, a su vez el mes que presenta una menor irradiancia global promedio es el mes de diciembre, esto se puede asociar a que los días solares del mes de diciembre son más cortos.

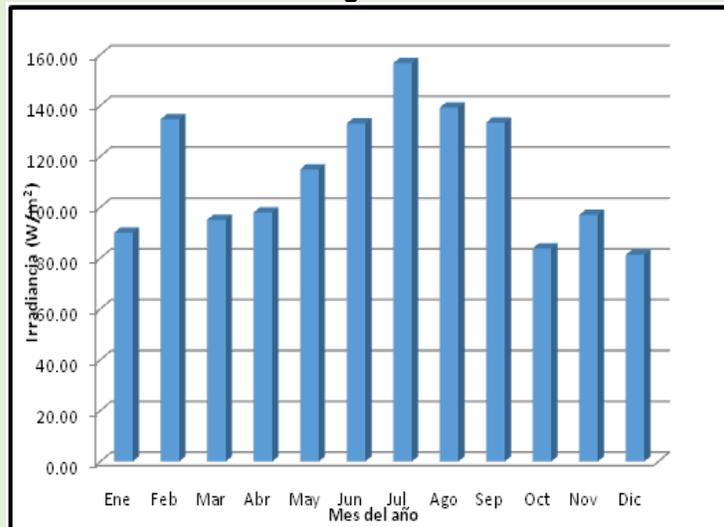
Figura 3



Promedio mensual de Irradiación Global en el año 2012.

En la Figura 4, se observa que el mes cuyo valor de irradiación difusa más altos es el mes de julio, esto se puede atribuir si bien los días solares de julio son los más largos del año, la presencia de bastantes nublados disminuye la irradiación directa, en cambio el mes de octubre presenta menor irradiación difusa promedio postulándolo, así como de los meses con menos nublados.

Figura 4



Promedio mensual de Irradiación Difusa en el año 2012.

En la Figura 5 se presenta la precipitación pluvial en el año 2012. El valor mayor reportado es el que se obtiene en el mes de agosto con 72.4 mmH₂O, a su vez ese mismo



FORMANDO
PROFESIONALES
DE LA QUÍMICA

"UN PILAR DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA EN ZACATECAS"

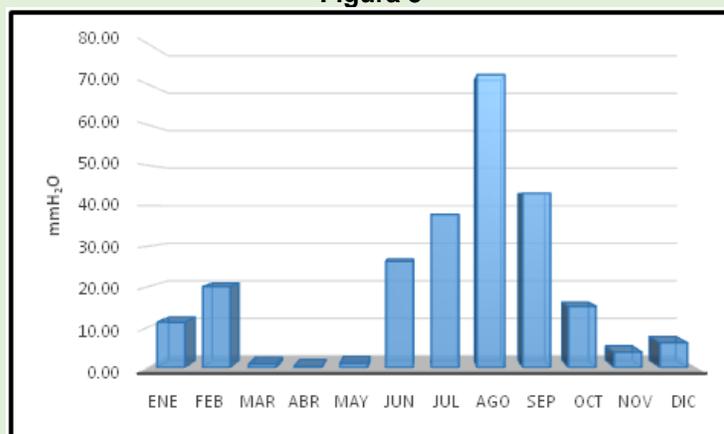


JORNADAS DE CIENCIAS
QUÍMICAS

FECHAS 2017
29 al 31 de Agosto

mes representa el 30% de la precipitación total en el periodo de lluvias. Se considera que los meses de marzo, abril y mayo la precipitación fue nula debido a su nivel tan bajo de precipitación reportado.

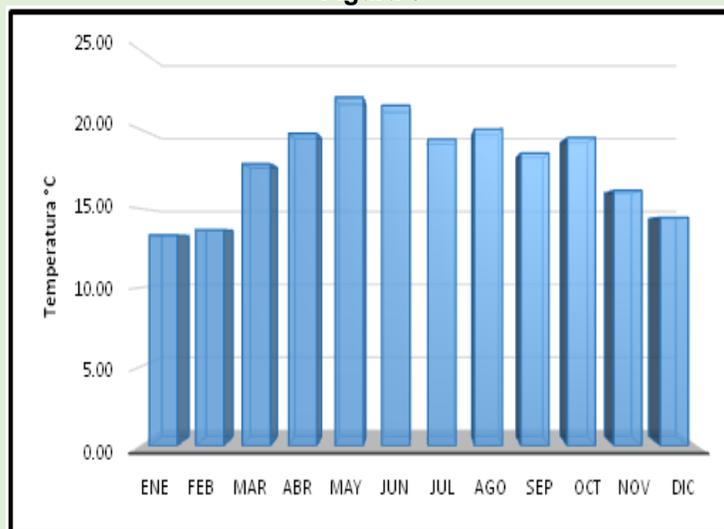
Figura 5



Precipitación Pluvial mensual del 2012.

En la Figura 6, se observan los valores de temperatura promedio, la más alta es en el mes de mayo e igual a 22 °C, a su vez el mes con la menor temperatura promedio es enero con 13.33 °C.

Figura 6



Promedio mensual de temperatura del año 2012.

Por último en la Tabla 1, se muestra de manera condensada los promedios diarios para todo el periodo evaluado, en el cual se resalta una irradiancia promedio de 544.9 W/m², el cual es técnicamente un valor de una alta irradiancia. De igual manera el valor



FORMANDO
PROFESIONALES
DE LA QUÍMICA



"UN PILAR DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA EN ZACATECAS"

JORNADAS DE CIENCIAS
QUÍMICAS
FECHAS 29 al 31 de Agosto 2017

de precipitación pluvial de 238 mm H₂O que indica que el año es de extremadamente baja precipitación.

Tabla 1. Valores del promedio diario para el periodo evaluado.

Variable	Valor	Unidad
Irradiancia promedio diaria anual	544.99	W/m ²
Energía disponible promedio diario anual para nivel de irradiancia crítico de 544.99 W/m ²	6.80	MJ/m ²
Energía diaria promedio anual	22.36	MJ/m ²
Temperatura promedio anual	17.02	°C
Temperatura máxima promedio (07/05/17)	24.04	°C
Temperatura mínima promedio (27/01/17)	9.74	°C
Precipitación pluvial total anual	238	mmH ₂ O

CONCLUSIONES

Los resultados que se obtienen de baja precipitación pluvial y altos índices de irradiancia registrada en el periodo, posicionan a Zacatecas como una excelente opción para el desarrollo de tecnologías basadas en energías alternas, tales como la solar y la eólica con fines de generación de energía eléctrica (por medio de paneles fotovoltaicos) o en la agroindustria como fuente para el deshidratado y conservación de alimentos.



UAZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
ZACATECAS
"Francisco García Salinas"

USCQ



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS

FORMANDO
PROFESIONALES
DE LA QUÍMICAX
JORNADAS DE CIENCIAS
QUÍMICASFECHAS 2017
29 al 31 de Agosto"UN PILAR DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA EN ZACATECAS"

REFERENCIAS

1. BP. (2017). BP Statistical Review of World Energy June 2016. London, UK.
2. García, O. & Pilatowsky, I. (2017). *Aplicaciones térmicas de la energía solar en los sectores residencial, servicios e industrial*. ISBN: 978-607-02-8962-0.
3. López, J. (2015). *Radiación solar en 2013 para los municipios de Zacatecas y Ojocaliente, Zacatecas* (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México.
4. González, A. (2013). *Diseño, construcción, caracterización y modelado de un sistema de almacenamiento de energía térmica para colectores solares* (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México.