

Determinación de la radiación global incidente en la cd. de Chihuahua, Chih. por método indirecto

Amparo M. Rodríguez

Catedrática de la Facultad de Ingeniería

La declinación de las reservas de hidrocarburos, así como los problemas de contaminación causados principalmente por la combustión de estos compuestos, han acelerado la aplicación y la búsqueda de alternativas energéticas a nivel mundial, en el año 2015 se registraron 8.1 millones de personas trabajando en energías renovables, y entre los años 2014 y 2015 estos crecieron en un 5 por ciento. A su vez, la inversión mundial en energías renovables creció de 239 billones de dólares en 2010, a 286 billones de dólares en 2015, siendo importante mencionar que al duplicar la cuota mundial de las energías renovables podrían salvarse 4 millones de vidas al año, según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés)

De acuerdo con el Inventario Nacional de Energías Renovables, México genera: 83.04% de energía con fuentes convencionales; 16.96% con fuentes renovables. De las fuentes renovables genera 14.71 % con solar (CFE, 2016)

El uso de energías alternas se ha incrementado en los últimos años debido en gran parte a

la preocupación por conseguir nuevas fuentes de energía por el rápido consumo de las reservas de combustibles fósiles, aunado a esto está la preocupación de los gobiernos por reducir las emisiones contaminantes que dañan nuestro planeta y deterioran nuestras condiciones de vida. Es por esto que observando las condiciones climáticas de nuestra localidad y la gran cantidad de insolación que se recibe es factible generar energía eléctrica por medio de paneles solares, lo cual sería muy redituable para nuestra entidad, además de contribuir al ecosistema, puesto que se trata de energías renovables. (Herrera D. Cesar A. et al. 2012)

RADIACIÓN SOLAR Y TERRESTRE

La interacción de la radiación solar con la atmósfera y con la superficie de la Tierra da lugar a cambios en el estado del tiempo; es necesario considerar la posición de la Tierra y sus movimientos respecto al sol; la energía que el sol envía, y la forma en que se distribuye al llegar a la Tierra. Los movimientos de traslación y rotación son los primeros que deben tomarse en cuenta, ya que ambos explican los cambios de elevación

del sol, así como las variaciones estacionales en latitudes, duración del día, y entrada y salida de la radiación. (Estrada, 2008)

La radiación se trasmite a la Tierra en forma de ondas electromagnéticas que son filtradas a su paso por la ionosfera, siendo esta la principal fuente de energía en el planeta, que determina sus características climatológicas. La radiación solar es constante: en la parte más alejada de la atmósfera alcanza un valor de 1.89 a 2.05 Ly/min. Este valor se denomina constante solar o Langley, donde un Langley equivale a una cal/cm².

BALANCE DE CALOR EN LA SUPERFICIE TERRESTRE Y EN LA ATMÓSFERA

Solo una parte de la radiación solar se recibe por la Tierra, la parte restante se refleja, absorbe o dispersa por la atmósfera y superficie terrestre como se muestra en la Figura 1. Cuando la radiación choca con un cuerpo es absorbida o reflejada, a la relación entre la porción reflejada y la radiación incidente se le da el nombre de albedo (α).

La radiación solar calienta la superficie terrestre con mayor o menor efectividad en función de la altura del Sol sobre el horizonte. Cuando un haz de radiación solar, con una sección de 1 m², alcanza

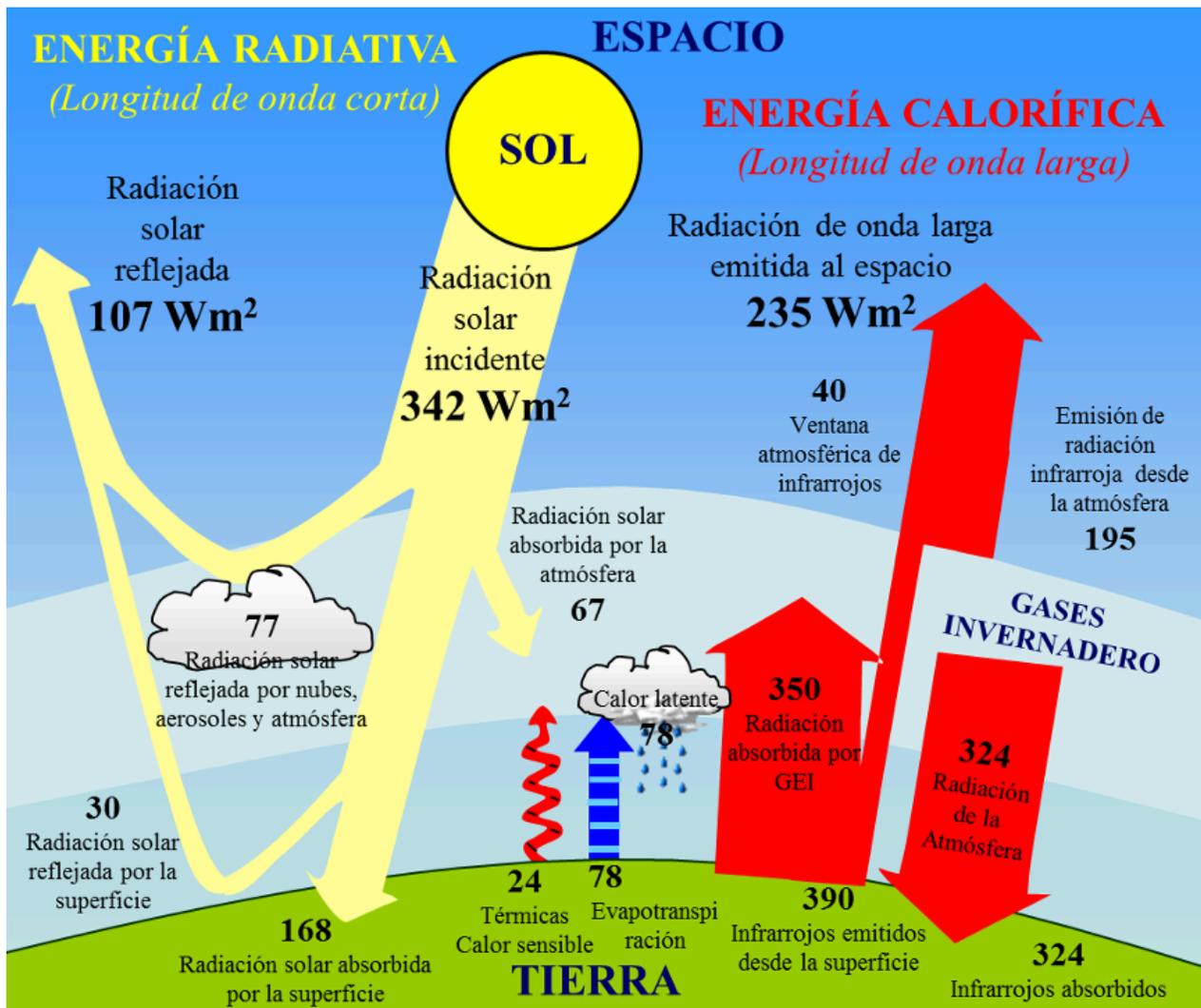


Figura 1. Radiaciones típicas a nivel del mar. (http://fjferreer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/5_balance_de_radiacin_neta.html).

el suelo durante el Solsticio de Verano a una latitud de 40° N, ésta se reparte sobre un área de 1.04 m², mientras que durante el Solsticio de Invierno lo hace sobre un área de 2.24 m² (Fig. 2). Durante el invierno,

1 m² de superficie terrestre recibe menos de la mitad de la energía que recibe durante el verano, razón por la cual el ambiente resulta más frío.

MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN

Es importante mencionar que la cantidad de radiación solar que incide sobre la superficie de la Tierra consta fundamentalmente de tres sumandos: radiación solar directa, radiación difusa procedente de la atmósfera y contrarradiación.

Para un mismo lugar, se le conoce como radiación global a la suma de la radiación directa y la radiación difusa, procedente del Sol, varía con la estación del año, con la inclinación y orientación de la superficie receptora y con la hora del día, por influir todos estos factores en el ángulo de incidencia del rayo solar (Custodio E, Llamas M. 1983)

Cabe señalar que al variar el lugar, es la latitud el factor más importante sobre la radiación solar

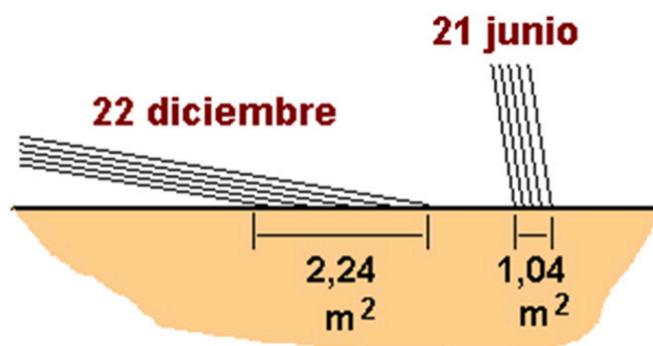


Figura 2. Inclinación de los rayos solares. (http://fjferreer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/5_balance_de_radiacin_neta.html).

recibida, esta suma determina las características de disponibilidad de la radiación solar global en una localidad específica, esta medición se puede realizar de manera directa utilizando para ello instrumentos para la determinación (Tabla 1.)

Tabla 1. Instrumentos para medir la radiación solar
(Estrada 2006)

Instrumento	Longitud de onda	Función
Piranómetro	Onda corta	Mide la radiación global
Pirheliómetro	Todas las longitudes de onda	Mide la intensidad directa de radiación solar
Pirogeómetro	Onda larga	Con la cara hacia arriba, mide la radiación atmosférica Con la cara hacia abajo, mide la radiación terrestre y la radiación terrestre reflejada
Pirradiómetro	Todas las longitudes de onda	Cara hacia arriba, mide la radiación hemisférica de onda larga Hacia abajo, mide la radiación solar reflejada por la tierra

Ahora bien, existen diversos métodos indirectos para calcular la radiación global incidente los cuales se basan en datos meteorológicos y parámetros climatológicos y físicos: Reddy, Angström, Glover y Mac Cullok y otros.

METODOLOGIA

Para la obtención de los resultados mediante el método indirecto de Glover y Mac Cullok (1958) válido para latitudes entre 0° y 60°, se solicitó al Departamento de Climatología y Meteorología de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) datos meteorológicos del parámetro horas de insolación. La información disponible en Estación Observatorio (Latitud 28.67°) fueron datos con un registro histórico de 30 años (1983-2013).

Sin embargo el registro de horas de insolación fue menor se consideró un registro de 15 años no consecutivo debido a la falta de información del parámetro (horas de insolación). Una vez obtenida la información de la estación, se procedió a calcular la radiación global

Método indirecto de Glover y Mac Cullok (1958) válido para latitudes entre 0° y 60°.

La fórmula se basa en la insolación (horas brillo sol) y en la latitud, esta última constituye un índice de energía importante en un lugar específico.

$$R_i = R_A (0.29 \cos \bar{\lambda} + 0.52 n/N)$$

R_i = radiación global incidente sobre una superficie horizontal a nivel del suelo, en cal/cm².día

$\bar{\lambda}$ = latitud del lugar

n = número de horas de insolación medidas con el heliógrafo

N = número máximo de horas de insolación según latitud y fecha

RESULTADOS

Este método considera de manera importante a los parámetros: horas de insolación y latitud. La tabla 2 presenta los valores de radiación global incidente por Glover y Mac Cullok, en esta se puede observar que los valores mayores de radiación

global incidente se presentan en los meses de mayo y junio observándose los valores menores en los meses de enero y diciembre

Tabla 2. Radiación global incidente media mensual (cal/cm²/día) y (kWh/m²/día) de un registro de 15 años, calculado mediante el método Glover y Mac Cullok

MES	Ri (cal/cm2/día)	Ri (kWh/m2/día)
ENERO	305.05	3.55
FEBRERO	412.63	4.80
MARZO	513.97	5.98
ABRIL	565.67	6.58
MAYO	607.89	7.07
JUNIO	605.12	7.04
JULIO	546.67	6.36
AGOSTO	541.04	6.29
SEPTIEMBRE	471.99	5.49
OCTUBRE	437.6	5.09
NOVIEMBRE	313.01	3.64
DICIEMBRE	296.84	3.45

Almanza R., Estrada-Cajigal V y Barrientos A. (1992) realizaron una actualización de los mapas de irradiación (Radiación global

Sección EPISTEME

incidente media mensual) utilizando métodos indirectos y datos meteorológicos recopilados de 1941 a 1980 en 54 localidades de la República Mexicana.

Se observa que en la región noroeste cubriendo los estados de Sonora y Chihuahua, se recibe la mayor irradiación global durante todo el año, con un mínimo entre 310.44 y 334.32 cal/cm²/día en los meses de Diciembre y Enero y un máximo de más de 710.40 cal/cm²/día en los meses de Mayo y Junio.

Cabe señalar que los resultados de Radiación global incidente media mensual obtenidos en la Cd. de Chihuahua mediante el método indirecto se aproximan en un 95% al mínimo y en un 85% al máximo obtenido por estos investigadores.

CONCLUSIONES

La Cd. Chihuahua es una de las regiones de mayor radiación en México

Se considera como una zona apropiada para la instalación de sistemas que requieren de una alta incidencia de radiación solar

REFERENCIAS

Almanza R., Estrada-Cajigal V. y Barrientos A. (1992) Actualización de los mapas de irradiación global solar en la República Mexicana. México, D.F. Instituto de Ingeniería, Series del Instituto de Ingeniería, UNAM, 543

CFE (2018) Comisión Federal de Electricidad

CONAGUA (2015) Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN)

Custodio, E. y M.R. Llamas (2001), Hidrología Subterránea, Ediciones Omega, 2ª edición, Barcelona España

Estrada Gutiérrez, G.I.G, (2008) Conceptos básicos de hidrología. Textos Universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México

Herrera Delgado César A. (2012) Memorias del Primer Congreso Cambio Climático del Estado de Chihuahua, Gobierno del Estado de Chihuahua, Centro de Investigación en Materiales Avanzados

(http://fjferreer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/5_balance_de_radiacin_neta.html) 2015

Solartronic, S.A. de C.V. (2003) Irradiaciones global, directa y difusa, en superficies horizontales e inclinadas, así como irradiación directa normal, para la República Mexicana

<http://www.solartronic.com/download/radiacion.pdf> 2018