

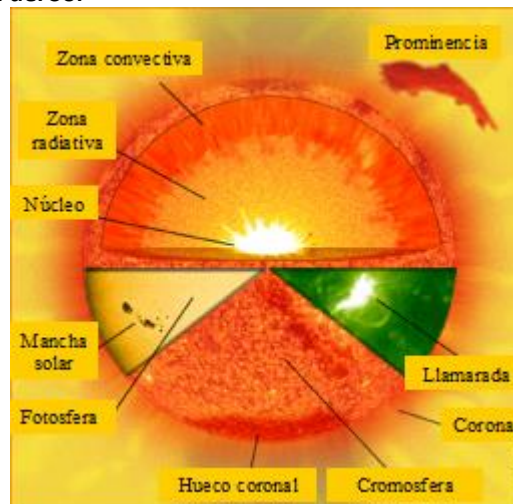
República de Colombia
Promedio Mensual de la Irradiación Global Acumulada Diaria Recibida en Superficie
(Hoja metodológica versión 1,0)

Identificación del Indicador	
Contexto nacional o internacional en la que se encuentra	<p>El indicador ha sido promovido internacionalmente por la Agencia Internacional de la Energía (International Energy Agency - IEA).</p> <p>En el contexto nacional, el indicador se encuentra enmarcado por el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 (Ley 1753 de 2015), que traza como objetivo incentivar el uso de fuentes no convencionales de energía. También la Ley 697 de 2001 que fomenta el uso racional y eficiente de la energía y promueve la utilización de energías alternativas; el Decreto 3683 de 2003, referente al inventario de fuentes de energía convencionales y no convencionales y la reciente Ley 1715 de 2014, que realiza importantes estímulos para el fomento de las energías renovables y el uso eficiente de la energía, cuya reglamentación impacta fuertemente el desarrollo de la utilización de estos recursos y en particular de la energía solar.</p>
Tema de referencia	Meteorología y Química de la Atmósfera
Código de identificación para Indicadores de Iniciativas Internacionales (ID)	Registre el número consecutivo asignado al indicador por el DANE.
Unidad de medida	Vatios – hora por metro cuadrado (Wh/m ²) por día
Periodicidad	<input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Trimestral <input checked="" type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Otra, cuál: _____
Cobertura geográfica	<input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Departamental <input type="checkbox"/> Municipal <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cuál: <u>Local y dependiente de la ubicación geográfica de la estación</u>
Cobertura temporal	1981-2021 Esta cobertura depende de la serie histórica de la estación

Descripción del Indicador	
Definición	El Promedio mensual de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie hace referencia a un promedio mensual multianual de la cantidad de irradiación global recibida en superficie que se presenta durante cada mes del año en las principales ciudades del país
Pertinencia	<p>Finalidad / Propósito</p> <p>El indicador tiene como objetivo definir el comportamiento durante el año de la irradiación global recibida en superficie en las principales ciudades y municipios del país, con el propósito de contribuir al conocimiento de la disponibilidad de la energía solar en el territorio nacional, con lo cual se facilita la identificación de regiones estratégicas, con potenciales del recurso, para la solución de necesidades energéticas de la población.</p> <p>Es especialmente útil para el caso de las zonas apartadas de las redes de transporte y distribución de energía, ya que facilita información necesaria en el dimensionamiento de sistemas y soluciones tecnológicas solares, para el abastecimiento de energía eléctrica (en iluminación, comunicaciones, refrigeración, bombeo de agua) o el suministro de calor (en el calentamiento de agua o aire, el secado de productos agrícolas, climatización), entre otras aplicaciones.</p>
Metas / Estándares	Ninguno. Ningún documento define un estándar o meta relacionada con el Promedio mensual de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie
Marco conceptual	<p>La irradiación solar ha sido reconocida desde la antigüedad como una fuente energética importante y hoy en día ofrece un gran potencial en una variada gama de aplicaciones en el contexto de las energías renovables limpia, y para poder hacer uso de ella, se requiere de su medición (Guzmán et al.,2013). La irradiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio. Su acción está relacionada con la característica del Sol y de su relación con la Tierra.</p> <p>El Sol es la principal fuente primaria de luz y calor para la Tierra y es la estrella más próxima al planeta, a una distancia promedio de 150 millones de kilómetros (km), desde donde ejerce una fuerte atracción gravitatoria, sobre la Tierra y los planetas del sistema solar. El Sol se formó hace 4.500 millones de años y contiene más del 99% de toda la materia del Sistema Solar: 71% de Hidrógeno, un 27% de Helio y un 2% de otros elementos.</p> <p>Debido a que el Sol es gas y plasma, su rotación cambia con la latitud: un periodo de 24 días en el ecuador y cerca de 36 días en los polos. La diferencia en la velocidad rotacional, conjuntamente con el movimiento de los gases altamente ionizados, generan sus campos magnéticos. El Sol se encuentra formado por seis regiones (Figura 1):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El núcleo, que contiene un 40% de la masa del Sol en menos del 2% del volumen total, donde genera el 90% de su energía, en un proceso de fusión termonuclear en el cual el hidrógeno se transforma en helio. Su temperatura se estima en 15 millones de grados Kelvin (°K). ▪ La zona radiativa o zona que circunda al núcleo, que contiene un gas tan denso que los fotones o radiación electromagnética provenientes del núcleo, duran cientos de miles de años atravesando esta zona para poder llegar a la superficie del Sol. Las temperaturas en esta región alcanzan los 130.000 °K.

- Zona convectiva, que es una región muy dinámica, donde circula el plasma: los gases ascienden muy calientes, se enfrían y descienden. Esta circulación es el principal mecanismo de transferencia de energía a la superficie solar.
- La Fotosfera, que es la superficie visible del Sol que rodea la zona convectiva y posee un espesor de aproximadamente 300 km, es gaseosa y de baja densidad. La mayor parte de la radiación solar que llega a la Tierra proviene de esta capa y su temperatura es cercana a los 5.800 °K. En esta zona se observan áreas oscuras llamadas manchas solares, rizos magnéticos y llamaradas o erupciones solares, que son las explosiones más poderosas del sistema solar. Al respecto, se ha asociado la disminución de la actividad solar con cambios en clima terrestre tendientes al enfriamiento.
- La Cromosfera, que está justo sobre la fotosfera, es una fina región de gas que se observa con un color rojizo-anaranjado, de unos 10.000 km de espesor. Es esencialmente transparente a la radiación emitida desde la fotosfera.
- La Corona, es la tenue atmósfera exterior compuesta de un halo, el cual, sólo se ve durante los eclipses totales de Sol.

Figura 1. Estructura del Sol



Fuente: SOHO (2016)

El poder del Sol se expresa también en forma de eyecciones de masa coronal (CME, por su sigla en inglés), también conocida como *tormenta solar*. Son nubes de plasma hechas de radiación y viento solar que se desprende en el periodo de máxima actividad solar. Esta nube es muy peligrosa, ya que si llega a la Tierra y su campo magnético está orientado al sur, puede dañar los circuitos eléctricos, los transformadores, los sistemas de comunicación y reducir el campo magnético de la Tierra temporalmente.

La relación entre el clima y la actividad solar es fuerte, y la variabilidad solar es tomada como la principal fuente natural de la variabilidad del climática en la Tierra, debido a la relación entre el ciclo de 11 años de las manchas solares y el comportamiento de algunos parámetros climáticos, como la cantidad de ozono estratosférico y la temperatura de la Tierra y su atmósfera.

La Tierra en su movimiento alrededor del Sol describe una órbita elíptica, con uno de sus extremos un poco más cerca del Sol que el otro y en la cual la distancia promedio Tierra - Sol es de aproximadamente 150×10^6 km, cuyo valor es conocido como *Unidad*



Astronómica (U.A.). Esta información es relevante para el indicador, porque un Sol distante significa menos radiación solar para la Tierra: la radiación del Sol en promedio sobre la Tierra durante el *afelio* (cuando la Tierra se encuentra más lejana del Sol) es aproximadamente un 7% menos intensa de lo que es durante el *perihelio* (cuando la Tierra se encuentra más cerca del Sol). Otra relación importante de la Tierra frente al Sol se presenta por la inclinación de su eje de rotación, con respecto al plano de translación alrededor del Sol en aproximadamente 23,45°, que define los patrones climáticos de las estaciones y la perpendicularidad de la radiación solar sobre la superficie planetaria.

Características de la radiación solar

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por siglas en inglés) define la irradiación solar como la potencia solar que incide sobre la superficie terrestre. Depende de la orientación de la superficie, que en ciertos casos es especial: desde la radiación solar directa perpendicular a la superficie, hasta radiación solar directa paralela al suelo. Por pleno sol se entiende la irradiación con una intensidad de aproximadamente 1.000 W/m² (Verbruggen, Moomaw y Nyboer, 2011).

La radiación solar es entonces la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas y que se genera por las reacciones del hidrógeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y es emitida por la superficie solar. La radiación electromagnética, son ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, por lo que pueden atravesar el espacio y llegar a la Tierra, sin embargo, su energía, poder de penetración y otras características, están en función de su longitud de onda y frecuencia. La energía solar es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima en el planeta.

El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta. Después de pasar por la atmósfera, donde sufre un proceso de debilitamiento por la difusión, reflexión en las nubes y de absorción por las moléculas de gases y por partículas en suspensión, la radiación solar alcanza la superficie terrestre que la refleja o la absorbe. Cuando se refleja, significa que una cantidad de dicha radiación solar es devuelta en dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga, con lo cual se transmite calor a la atmósfera; cuando se absorbe, significa que la radiación solar es interiorizada en la superficie terrestre.

Los procesos de atenuación que sufre la irradiación solar en su trayectoria hacia la tierra son:

- **Dispersión:** la radiación solar viaja en línea recta, pero los gases y partículas en la atmósfera pueden desviar esta energía, lo que se llama dispersión. La dispersión ocurre cuando un fotón (unidad de energía) afecta a un obstáculo sin ser absorbido, cambiando solamente la dirección del recorrido de ese fotón. El proceso de la dispersión explica, a modo de ejemplo, cómo una habitación sin luz solar está iluminada, dado que le llega luz difusa o radiación difusa.
- **Reflexión (albedo):** La capacidad de reflexión o fracción de la radiación reflejada por la superficie de la tierra o cualquier otra superficie se denomina Albedo. El albedo planetario es en promedio de un 30%. Esta energía se pierde y no interviene en el calentamiento de la atmósfera. El albedo es variable de un lugar a otro y de un instante a otro, depende de la cobertura nubosa, naturaleza de la superficie, inclinación de los rayos solares, partículas en el aire, etc. En general, las superficies oscuras y quebradas reflejan menos que las claras y lisas.





- **Absorción por moléculas de gases y partículas en suspensión:** La atmósfera es un fluido constituido por diferentes tipos de gases y partículas en suspensión, que se comportan de manera diferente, al momento de absorber energía para diferentes longitudes de onda y en algunos casos son transparentes para ciertos rangos del espectro. La atmósfera principalmente tiene bajo poder de absorción o es transparente en la parte visible del espectro, pero tiene un significativo poder de absorción de radiación ultravioleta o radiación procedente del Sol y el principal responsable de este fenómeno es el O₃. La absorción de energía por un gas tiene lugar cuando la frecuencia de la radiación electromagnética es similar a la frecuencia vibracional molecular del gas. La energía absorbida por un gas se transforma en movimiento molecular interno que produce un aumento de temperatura (IDEAM, 2014)

Radiación incidente sobre la superficie terrestre

La cantidad de energía solar que fluye hacia la Tierra y desde esta hacia la atmósfera por años es tan alta, como el equivalente a cerca de 160 veces la energía de las reservas mundiales de energía fósil o a más de 15.000 veces la energía anual usada de los combustibles fósiles y nucleares y de las plantas hidráulicas.

Una aproximación de la cantidad de energía incidente en la Tierra y de cómo se transforma en la atmósfera y la superficie terrestre se puede establecer de la siguiente manera: de la radiación total incidente, 173.000 Teravatios, el 30% es reflejado al espacio exterior. El 70% restante calienta la superficie terrestre: 47% a la atmósfera y los océanos, y el 23% se absorbe en la evaporación de agua. Eso significa que muy poca energía es usada para generar el viento y las olas o para ser absorbida por las plantas en la fotosíntesis porque prácticamente toda la energía es irradiada al espacio exterior en forma de radiación infrarroja.

La disponibilidad de energía procedente del Sol depende de la localización geográfica de un punto en la Tierra (latitud, longitud, elevación), además de factores astronómicos como la época del año y la duración del día. Todos estos factores pueden ser determinados con menor o mayor grado de exactitud para estimar la cantidad de energía solar disponible. Sin embargo, el factor que afecta mayormente su disponibilidad efectiva son las nubes y otras condiciones meteorológicas (como la presencia de aerosoles), factores que varían según el lugar y el momento del día.

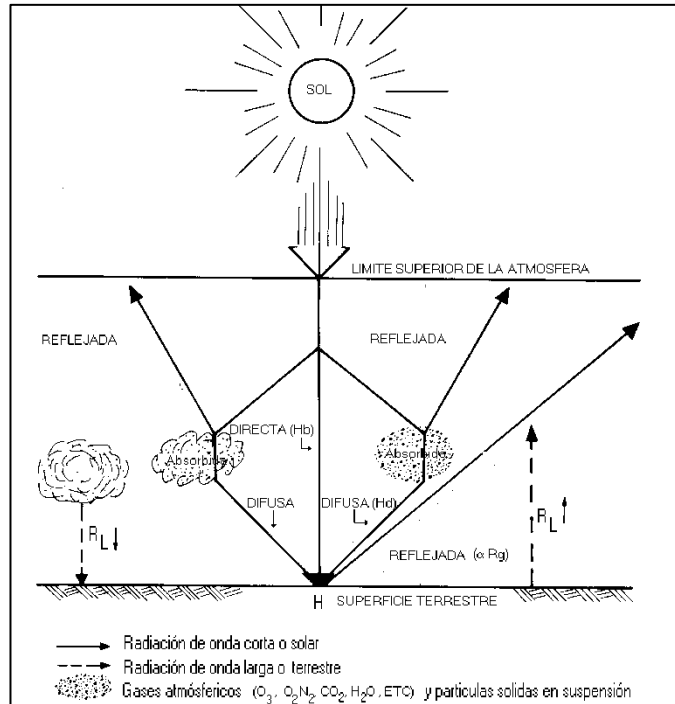
Los parámetros fundamentales que inciden en la cantidad de radiación disponible en la superficie terrestre son:

- La transparencia de la atmósfera, caracterizada por su “coeficiente de extinción” o por su “transmisividad”.
- La nubosidad.
- El día del año y su duración astronómica.
- La elevación del Sol en el horizonte.
- La “heliofanía”, definida como el tiempo en horas durante el cual el Sol tiene un brillo solar efectivo.

La radiación que finalmente llega a la superficie de la tierra se clasifica en *radiación directa, difusa y global*.



Figura 2. Atenuación de la radiación solar por la atmósfera terrestre.



Fuente. IDEAM (2015)

- **Radiación directa (H_b).** Es la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra en forma de rayos provenientes del Sol sin haber sufrido difusión, ni reflexión alguna. Esta radiación llega a la superficie de la Tierra, sin cambios de dirección. Sobre la superficie de la tierra, el flujo de la radiación directa depende de los siguientes factores: la constante solar, la altura del Sol sobre el horizonte y la transparencia atmosférica en presencia de gases absorbentes, nubes y niebla.
- **Radiación difusa (H_d):** Es la componente de la radiación solar que al encontrar pequeñas partículas en suspensión en la atmósfera en su camino hacia la tierra e interactuar con las nubes, es difundida en todas las direcciones. También es definida como la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie horizontal desde todos los lugares de la atmósfera diferente de la radiación solar directa. Cuando no hay nubes, la radiación difusa se produce por medio del proceso de difusión a través de partículas atmosféricas. La radiación solar difusa diaria es la cantidad de radiación difusa entre las seis de la mañana y las seis de la tarde y sus valores oscilan entre 300 y 5.500 Wh/m² al día. Sobre la superficie de la tierra la radiación difusa depende de: i) la altura del Sol sobre el horizonte (a mayor altura, mayor radiación difusa); ii) cantidad de partículas en la atmósfera (mayor cantidad de partículas, mayor radiación difusa); iii) nubosidad (la radiación difusa aumenta con la presencia de capas de nubes blancas relativamente delgadas); iv) Altura sobre el nivel del mar (a mayor altura, el aporte de la radiación difusa es menor).
- **Radiación global (H):** La radiación global es toda la radiación que llega a la tierra y que se mide sobre una superficie horizontal en un ángulo de 180 grados, resultado de la componente vertical de la radiación directa más la radiación difusa. El aporte de cada componente a la radiación global, varía con la altura del Sol, la transparencia de la atmósfera y la nubosidad. Su evaluación se efectúa por el flujo de esta energía por unidad de área y de tiempo sobre la superficie horizontal expuesta al Sol y sin

ningún tipo de sombra. La radiación solar global diaria es el total de la energía solar en el día y sus valores típicos están dentro del rango de 1 a 35 MJ/m² (megajoules por metro cuadrado), es decir entre 300 Wh/m² al día y 9500 Wh/m² al día (UPM, 2010).

Evaluación de la radiación global en Colombia

La radiación solar se mide en forma directa utilizando instrumentos que reciben el nombre de **radiómetros** (Tabla 1) y en forma indirecta mediante modelos matemáticos de estimación que correlacionan la radiación global con el brillo solar.

Los radiómetros solares como los piranómetros y los pirheliómetros, pueden servir para medir la radiación solar incidente global (directa + difusa), la directa, la difusa, la neta y el brillo solar.

Tabla 1. Instrumentos meteorológicos para la medida de la radiación

Tipo de Instrumento	Parámetro de Medida
Piranómetro	i) Radiación Global, ii) Radiación directa, iii) Radiación difusa iv) Radiación solar reflejada. Usado como patrón nacional
Piranómetro Espectral	Radiación Global en intervalos espectrales de banda ancha
Pirheliómetro Absoluto	Radiación Directa (usado como patrón nacional)
Pirheliómetro de incidencia normal	Radiación Directa (usado como patrón secundario)
Pirheliómetro (con filtros)	Radiación Directa en bandas espectrales anchas
Actinógrafo	Radiación Global
Pirgeómetro	Radiación Difusa
Radiómetro neto ó piranómetro diferencial	Radiación Neta
Heliógrafo	Brillo Solar

Fuente. IDEAM (2015)

Para la evaluación de la irradiación global en Colombia se cuenta con una red de medición. El IDEAM es la entidad oficial encargada, a nivel nacional, de hacer el seguimiento a la radiación y cuenta con la red más grande de estaciones y de mayor cobertura. Sin embargo, en el país hay otras entidades que cuentan con redes más pequeñas y de carácter regional como gremios agrícolas (Cenicafe, Cenicaña, Fedearroz, entre otros), autoridades ambientales y centros de investigación, entre otras.

Particularmente, la red de estaciones del IDEAM, se compone de sensores en estaciones convencionales (principalmente actinógrafos y algunos piranómetros) y en estaciones meteorológicas automáticas satelitales (EMAS) (piranómetros). Los actinógrafos generan información de radiación global acumulada diaria, mientras que los piranómetros tienen una frecuencia de lectura en minutos y agregan la información a nivel horario en la herramienta de almacenamiento de datos llamado HYDRAS3.

La evaluación de la radiación solar se puede hacer a través del brillo solar (número de horas de sol). Esta última variable se mide con un equipo denominado heliógrafo, cuyo manejo es sencillo, confiable y hace parte de las estaciones climáticas que se encuentran ampliamente distribuidas en el mundo. En efecto, Angstrom en 1924 encontró una relación lineal entre la radiación solar global y el brillo solar, y propuso una ecuación para el cálculo de la radiación. Posteriormente, Prescott le introdujo una modificación y desde entonces ha sido utilizada con éxito en distintos lugares del mundo (Guzmán et al., 2013; UPM, 2010).

El IDEAM, en su condición de Autoridad meteorológica nacional, es la entidad encargada de generar conocimiento y obtener y garantizar el acceso a la información meteorológica

	<p>y ambiental del país. A tal fin, opera la red nacional de estaciones meteorológicas y realiza la medición y recolección de dicha información.</p> <p>Aspectos relevantes para el aprovechamiento de la energía solar</p> <p>En el mundo, el auge por el aprovechamiento de la radiación solar como fuente energética ha venido en aumento. Se utiliza en campos tales como la arquitectura y el planeamiento urbano, agricultura y horticultura, iluminación natural, térmica solar (calefacción, ventilación, calentamiento de agua), tratamiento de aguas, generación de electricidad, entre otros, los cuales pueden también contribuir en la mitigación de la problemática del cambio climático al disminuir la emisión de gases de efecto de invernadero (Guzmán et al., 2013; IDEAM, 2014).</p> <p>En Colombia, se puede citar como antecedentes, el uso de la energía solar para el calentamiento de agua en la urbanización bogotana <i>Ciudad Tunal</i>, que en 1993 implementó dicha tecnología. También se reporta por 1996 la existencia de 48.500 módulos solares fotovoltaicos que generaban una potencia de 2.054 kWp. Actualmente se estima que se generan al menos 10 MWp instalados en módulos solares fotovoltaicos.</p> <p>En ese sentido, se ha impulsado un amplio número de normas y políticas que buscan regular el aprovechamiento de la energía solar, enmarcado como un tema de fuentes no convencionales de energía, en el que el conocimiento sobre la irradiación solar es fundamental para definir los equipos adecuados.</p>
<p>Fórmula de cálculo</p>	<p>El Promedio mensual de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie se calcula mediante la siguiente ecuación:</p> $P_{IGij} = \frac{\sum P_{MIGij}}{N} \quad (1)$ <p>Donde:</p> <p>P_{IGij} Promedio mensual multianual de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie para el mes i, en la estación j</p> <p>P_{MIGij} Promedio mensual de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie, para el mes i, en la estación j, durante el periodo analizado</p> <p>N Número total de valores mensuales de irradiación global acumulada diaria recibida en superficie, para el mes i, en la estación j</p> <p>Y donde:</p> $P_{MIGj} = \frac{\sum IG_{ij}}{N_d} \quad (2)$ <p>P_{MIGij} Promedio mensual de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie, para el mes i, en la estación j, durante el periodo analizado</p> <p>IG_{ij} Irradiación global acumulada diaria para el mes i, en la estación j</p> <p>N_i Número total de días con información para el mes i</p>

<p>Metodología de cálculo</p>	<p>El procedimiento de cálculo del indicador es el siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fuente de información La información es capturada por los sensores de las estaciones meteorológicas automáticas satelitales (EMAS), que hacen parte de la Red nacional de medición de la radiación global administrada por el IDEAM y enviada a los softwares receptores de datos, como HYDRAS 3 y Polaris, los cuales almacenan esta información para posteriormente ser descargada. 2. Depuración de los datos Con base en un diagnóstico a nivel nacional de los sensores de irradiación global que hacen parte de las EMAS, se llevan a cabo programas de calibración y mantenimiento de los sensores y se valida la información generada. A la información capturada se le aplica la constante de calibración obtenida en cada sensor y se realiza una validación final. 3. Construcción de promedios A los sensores de la EMAS se le corren macros para calcular: los Promedios horarios mensuales multianuales de la radiación global y los Promedios mensuales multianuales de la radiación global acumulada diaria recibida en superficie. 4. Presentación de los resultados del indicador Con base en la información generada principalmente por las EMAS (y en pocos casos de las estaciones convencionales) de la Red nacional de medición de la radiación global, se elaboran mapas nacionales del indicador que se encuentran publicados en el <i>Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia</i> (IDEAM, 2015). Además, en el año 2018 el IDEAM presenta la versión en PDF del Atlas de Radiación Solar, con mayor análisis e información actualizada, con respecto al atlas del 2015 (en su versión virtual). Esto no sólo representa una gran satisfacción para el IDEAM, sino que evidencia el sentido de compromiso, pertenencia y entrega de nuestra institución y cada uno de sus colaboradores al país, ya que estos productos contienen un conjunto de productos gráficos y cartográficos, con los cuales se busca representar la distribución espacio-temporal de la radiación solar en Colombia. El sistema de referencia oficial que se utiliza para tal fin es Magna Sirgas, el sistema de coordenadas es geográfico. Los mapas se acompañan de una tabla de valores con la siguiente información: a) Estación, b) Municipio; c) Departamento; d) Latitud; e) Longitud; f) Elevación; g) Entidad, h) Promedio mensual multianual de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie; i) Promedio multianual; j) Cobertura temporal.
<p>Interpretación</p>	<p>El indicador debe ser un número positivo que, a nivel mundial, puede fluctuar entre 300 Wh/m² al día y 9.500 Wh/m² al día. En Colombia el dato del indicador puede oscilar en un rango diario, entre 500 y 8.500 Wh/m² al día, y en el rango mensual (promedio) entre 2.000 y 7.500 Wh/m² al día, dependiendo de la localización geográfica de la estación (latitud, longitud, elevación) y de factores astronómicos como la época del año, la duración del día y la posible influencia de la orografía. Como se observa, la unidad energética se debe acompañar de una unidad de tiempo, es decir que en este caso los Wh/m² al día, están expresando el acumulado diario de los valores de la irradiación global recibida en superficie.</p>

	<p>Entre mas bajo sea el valor del indicador, significa que hay menos irradiación global recibida en la superficie terrestre y por ende menos disponibilidad de energía solar para ser usada como fuente energética.</p> <p>Por el contrario, entre más alto sea el indicador, significa que hay más irradiación global recibida en la superficie terrestre y ese lugar se podrá constituir en una región estratégica para el aprovechamiento de la energía solar.</p>
<p>Restricciones Limitaciones</p>	<p>Limitaciones de alcance del indicador que deban ser tenidas en cuenta para su interpretación</p> <p>La lectura del indicador puede ofrecer dificultades en su interpretación si se desconocen las unidades en los que se presenta. Para esta hoja metodológica, la unidad de medida del indicador son los Vatios – hora por metro cuadrado (Wh/m²) al día, sin embargo, es común encontrar en diferentes documentos que la unidad usada son los Kilovatios – hora por metro cuadrado (kWh/m²) al día o al año. Eso tiene consecuencias de fondo en la interpretación, de forma que, para efectos comparativos, el usuario debe identificar la unidad energética y la unidad de tiempo para hacer la conversión de respectiva.</p> <p>Limitaciones de alcance del indicador que deban ser tenidas en cuenta para su análisis</p> <p>La forma en la que se expresa el indicador no permite ver el comportamiento año a año de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie, por lo que no se pueden hacer análisis de las variaciones de los resultados entre años diferentes.</p> <p>o Los aspectos metodológicos para el cálculo del indicador entre los que se cuentan los procedimientos de validación de la información descargada de los softwares receptores de datos, se encuentran publicados en la versión en PDF del <i>Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia</i>, publicado por el IDEAM en el 2018.</p> <p>Limitaciones de alcance del indicador que deban ser tenidas en cuenta para su comparación espacial y temporal</p> <p>Si bien se pueden hacer comparaciones del indicador entre diferentes momentos (meses) y ciudades para saber cuándo la irradiación global recibida en superficie es mayor o menor, los análisis de las variaciones de un mes a otro, solo pueden hacerse para un mismo sitio dada la influencia de las condiciones de altitud y latitud.</p> <p>Esa situación hace que el indicador no sea representativo para unidades geográficas como los departamentos, e incluso para ciudades con topografía variada o no planas, ya que la diferencia de altura dentro de la misma ciudad puede arrojar resultados diferentes.</p>
<p>Facilidad de obtención</p>	<p> <input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Difícil </p> <p>¿Por qué?:</p> <p>La principal dificultad está en garantizar la confiabilidad de los datos capturados, debido a la permanente necesidad de conservar los sensores calibrados y en buen estado de mantenimiento para un óptimo funcionamiento.</p>

Responsable del Indicador

1	Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales - IDEAM
	Dependencia	Subdirección de Meteorología
	Nombre del funcionario	Henry Oswaldo Benavides Ballesteros
	Cargo	Profesional especializado encargado del tema Química de la atmósfera
	Correo electrónico	hbenavides@ideam.gov.co
	Teléfono	PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1402
	Dirección	Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 3. Subdirección de Meteorología. Bogotá D.C.

Ubicación principal para la consulta del Indicador

Nombre	IDEAM. Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Instituto de Hidrología, Columna total de ozono. Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D.C.
Física	Centro de documentación IDEAM. Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 3. Bogotá D.C.
URL	http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/clima

Fuente de las Variables

V1	Nombre de la variable	Irradiación global acumulada diaria
	Tipo	<p>Registro primario de información</p> <p><input type="checkbox"/> Censo</p> <p><input type="checkbox"/> Muestra</p> <p><input type="checkbox"/> Registro administrativo</p> <p><input type="checkbox"/> Teledetección</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estación de monitoreo</p> <p><input type="checkbox"/> Otro, cual: _____</p> <p>Registro secundario de información</p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones directas</p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones indirectas</p> <p><input type="checkbox"/> Otro, cual: _____</p>

Frecuencia de medición	<input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input checked="" type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Otra, cual: _____
Ubicación para consulta	
Nombre	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Base de datos DHIME del IDEAM.
Física	No disponible
URL	http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atlas-de-colombia Ubicación en Drive: https://drive.google.com/drive/folders/1lupz5gcz7fVv-595A3ybNVJ-5zkDA-6T?usp=sharing
Responsable	
Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales - IDEAM
Dependencia	Subdirección de Meteorología
Nombre del funcionario	Henry Oswaldo Benavides Ballesteros
Cargo	Profesional especializado encargado del tema Química de la atmósfera
Correo electrónico	hbenavides@ideam.gov.co
Teléfono	PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1402
Dirección	Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 3. Subdirección de Meteorología. Bogotá D.C.

Observaciones Generales

El indicador expresa los promedios mensuales multianuales de la irradiación global recibida en superficie por estación meteorológica, obtenidos a partir de mediciones diarias, cuya información se procesa progresivamente para obtener también promedios multianuales. Los promedios mensuales multianuales, como cualquier promedio, puede verse afectado por valores atípicos, más aún cuando cada estación meteorológica tiene una cobertura temporal diferente, que introduce variación a los promedios mensuales multianuales.

La información procesada permite generar mapas de la irradiación global recibida en superficie en el país que se constituye en uno de los principales productos del indicador y que se encuentran publicados, junto con otra información relevante, en el aplicativo dispuesto por el IDEAM para ese fin: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>, y en la versión en PDF del *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia*, publicado por el IDEAM en el 2018.

Bibliografía

Guzmán, O., Baldión, J. V., Simbaqueva, O., Zapata, H. J., Chacón, C. (2013). Coeficientes para estimar la radiación solar global a partir del brillo solar en la zona cafetera colombiana. Revista Cenicafé 64 (1): 60 – 76. Colombia.

IDEAM (2014). Radiación solar. Química de la atmosfera, Tiempo y Cima. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Recuperado 31 de octubre de 2016 de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

IDEAM (2015). Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Recuperado 31 de octubre de 2016 de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

IDEAM (2018). Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Versión PDF. Recuperado 6 de mayo de 2022 de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atlas-de-colombia>

SOHO (2016). The parts of the sun. SOHO Glossary for Middle School. Solar and Heliospheric Observatory. EESA. NASA. Recuperado 31 de octubre de 2016 de https://soho.nascom.nasa.gov/classroom/glossary_middle.html

Verbruggen, A., W. Moomaw, J. Nyboer. (2011). Annex I: Glossary, Acronyms, Chemical Symbols and Prefixes. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

UPM (2010). Radiación Global. Open CourseWare. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado 31 de octubre de 2016 de <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/RADIACION-GLOBAL.pdf>

Información sobre la Hoja Metodológica

Fecha	Versión	Datos del autor o de quien ajustó la hoja metodológica	Descripción de los ajustes
Octubre de 2016	1,0	<p>Nombre funcionario: Henry Oswaldo Benavides Ballesteros ¹ Luis Fernando Gomajoa Gutiérrez ²</p> <p>Cargo: Profesional Especializado ¹ Profesional IDEA UN ²</p> <p>Dependencia: Subdirección de Meteorología Subdirección de Estudios Ambientales Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental</p>	

		<p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM ¹ Universidad Nacional de Colombia ²</p> <p>Correo electrónico: hbenavides@ideam.gov.co¹ lfgomajoag@unal.edu.co²</p> <p>Teléfono: PBX (1) 3 52 71 60 Extensión 1402</p> <p>Dirección: Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 3. Subdirección de Meteorología. Bogotá D.C.</p> <p>Cítese como: Benavides, H.O.; Gomajoa L.F. (2016). <i>Hoja metodológica del indicador Promedio mensual de la irradiación global acumulada diaria recibida en superficie</i> (Versión 1,0). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 14 p.</p>	
Mayo de 2022	2,0	<p>Nombre funcionario: Henry Oswaldo Benavides Ballesteros</p> <p>Cargo: Profesional Especializado</p> <p>Dependencia: Subdirección de Meteorología</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM</p> <p>Correo electrónico: hbenavides@ideam.gov.co</p> <p>Teléfono: PBX (1) 3 52 71 60 Extensión 1402</p> <p>Dirección: Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 3. Subdirección de Meteorología. Bogotá D.C.</p>	Revisión y actualización de toda la Hoja Metodológica, excepto el marco conceptual