

**Red Solarimétrica Mexicana**

**Método de validación de datos para las componentes Global, Directa  
Normal y Difusa**

Servicio Solarimétrico Mexicano  
Instituto de Geofísica  
Universidad Nacional Autónoma de México

## 1. Introducción

En la medición de la radiación solar pueden identificarse dos grandes grupos de errores de acuerdo a las causas que los producen:

- Errores relacionados con la construcción e incertidumbres propias de cada sensor
- Errores operacionales.

En el primer grupo la causa más reconocida es la llamada respuesta del coseno del instrumento para ángulos cenitales de incidencia grandes, es decir, los ángulos cercanos a las horas del alba y el ocaso.

Dentro del segundo grupo se menciona la falta de mantenimiento en los sensores (limpieza de domos y nivelación) sombras no deseadas sobre los sensores, desajuste del sombreador para la radiación difusa, falta de calibración etc.

El control de calidad, representa a un conjunto de procedimientos que tienen por objetivo reducir las fuentes de error a fin de detectar errores en los instrumentos y eventualmente identificar datos anómalos. En este documento se presentan los criterios que deben cumplir los valores medidos en los parámetros básicos de la radiación solar con el fin de detectar errores de medición. Dichos criterios se implementaron de acuerdo a los estándares de la Base Line Surface Network (BSRN). Esta es una red de estaciones administrada por la Organización Meteorológica Mundial, con el objetivo de servir como una red de referencia para estudios de cambio climático y para la calibración de sensores radiométricos de satélites meteorológicos.

## 2. Metodología

Se realiza la comparación de los parámetros básicos de la radiación solar medidos (Global, Directa y Difusa) con los límites superiores e inferiores, de acuerdo a los criterios internacionales establecidos para la red BRSN (<https://bsrn.awi.de/data/quality-checks/>), para la identificación de datos atípicos en la Red Solarimétrica Mexicana. Los límites se dividen en físicamente posibles y valores extremadamente raros.

Adicionalmente se verifica la congruencia de los parámetros básicos de radiación Global, Directa y Difusa. Estos parámetros están relacionados físicamente entre ellos y cada uno de ellos puede calcularse en función de los dos restantes. Si ambos parámetros si los tres parámetros están bien medidos entonces cada parámetro que se calcula debe coincidir con su correspondiente medido. Esta congruencia esta prevista en el programa de adquisición de datos provisto por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL, por sus siglas en inglés) en Colorado, USA.

Cada registro de radiación solar debe cumplir las siguientes condicionales de límites físicamente posibles y de valores extremadamente raros:

### 1. Límites físicamente posibles

- $-4 < IGH < S_a \times 1.5 \times \mu_o^{1.2} + 100$
- $-4 < IDH < S_a \times 0.95 \times \mu_o^{1.2} + 50$
- $-4 < IDN < S_a$

### 2. Valores extremadamente raros

- $-2 < IGH < S_a \times 1.2 \times \mu_o^{1.2} + 50$
- $-2 < IDH < S_a \times 0.75 \times \mu_o^{1.2} + 30$
- $-2 < IDN < S_a \times 0.95 \times \mu_o^{0.2} + 10$

Donde:

$S_a$  = Constante solar ajustada para la distancia Tierra-Sol.

$\mu_o = \cos(\theta)$

$\theta$  = Ángulo cenital solar.

IGH = Irradiancia Global Horizontal medida

IDH = Irradiancia Difusa Horizontal medida

IDN = Irradiancia Directa Normal medida

### 3. Radiación Global Medida vs. Global Calculada

Para la verificación de congruencia entre los parámetros básicos, se seleccionan solo aquellos datos con una elevación de 10 grados sobre el horizonte y aquellos que tengan un error relativo  $\leq 10\%$ ,  $\leq 5\%$  y  $\leq 2\%$  entre la componente Horizontal Global Medida y la Componente Global Calculada. Esta última puede calcularse a partir de la Irradiancia difusa y la Irradiancia Directa Normal y Difusa de acuerdo a la siguiente expresión:

$$IGH_C = IDN \times \cos(\theta) + IDH$$

Donde:

$IGH_C$  = Irradiancia Global Horizontal calculada

Como ejemplo se realizó la validación de 200 000 datos obtenidos para la estación de Ciudad Universitaria, en el Instituto de Geofísica de la UNAM. Los resultados de la verificación de congruencia, se muestran para los datos crudos (Figura 1a), los datos filtrados con errores en la irradiancia global calculada inferiores al 10% (Figura 1b), inferiores al 5% (Figura 1c), e inferiores al 2% (Figura 1d).

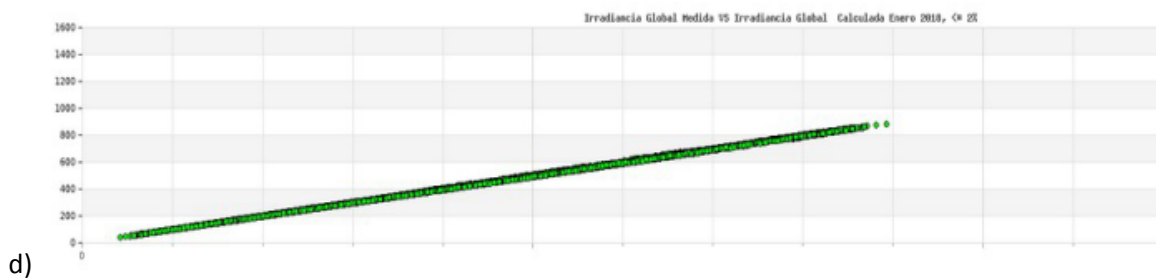
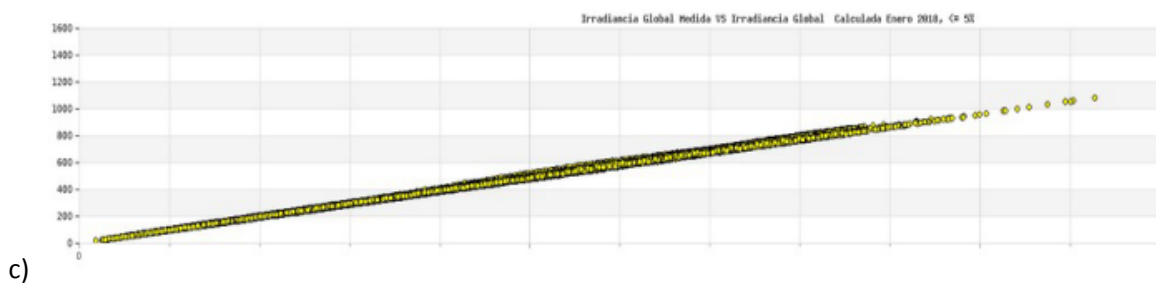
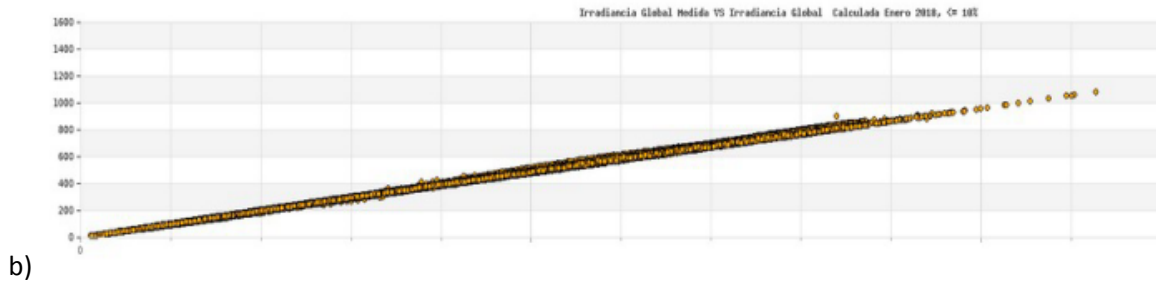
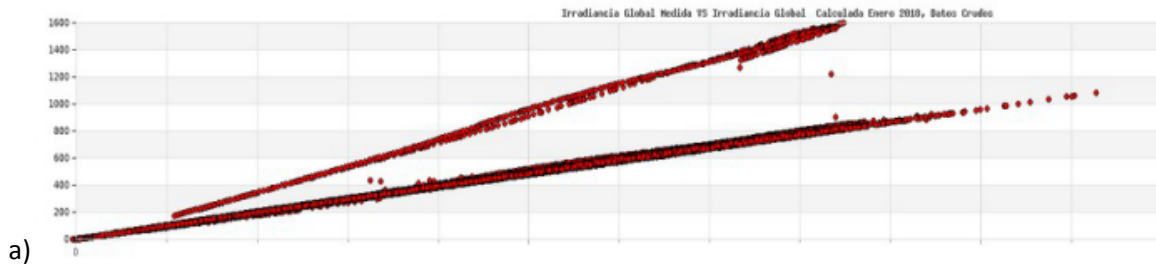


Figura 1. Irradiancia Global calculada vs Irradiancia Global medida para los casos de (a) Datos sin filtrar, (b) Datos con error inferior al 10%, (c) Datos con error inferior al 5%, (d) Datos con error inferior al 2%

En la figura 1a, los puntos de color rojo muestran una dispersión mayor respecto al comportamiento promedio del mes de enero de 2018, esta desviación es debida a un error de sombreado del sensor de radiación difusa.

Este análisis se realiza de forma regular para todas las estaciones de la Red Solarimétrica Mexicana.