

Revisión	Fecha	Descripción
0	2023-06-09	Acuerdo específico 7 CNO – Uniandes: Desarrollo de los protocolos asignados al CNO por las Resoluciones CREG 101-006 y 101-007 de 2023 ¹ .
1	2023-07-12 y 13	El SURER dio concepto favorable al protocolo en las reuniones 488 y 489.
2	2025-05-08	Actualización del procedimiento de cálculo del MCP cuando se actualicen las series medidas, de acuerdo con el Concepto CREG S2024011310 del 14/12/2024.

¹ Autores: María Alejandra Vargas Torres, Camilo Andrés Sedano Quiroz, M.Sc. Nelson Andrés Salazar Peña, M.Sc. Oscar David Salamanca Gómez, M.Sc. Andrés Leonardo González Mancera, PhD. Universidad de los Andes

1. Objetivo

El presente protocolo define la metodología para la reconstrucción de las series de datos de irradiancia global horizontal y temperatura ambiente para plantas solares fotovoltaicas conforme con lo establecido en Numeral 4 del Artículo 3 de la Resolución CREG 101 007 de 2023.

2. Ámbito de aplicación

Plantas de generación solar fotovoltaica que van a participar en algún mecanismo de asignación de obligaciones del cargo por confiabilidad de que trata la Resolución CREG 071 de 2006 (o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan), a plantas solares fotovoltaicas que apliquen procedimientos relacionados con asignación de obligaciones del cargo por confiabilidad, y a plantas solares fotovoltaicas que tengan Obligaciones de Energía Firme (OEF) previamente asignadas a la expedición de la presente resolución.

3. Metodología de reconstrucción de las series de datos de irradiancia global horizontal y temperatura ambiente

Para la reconstrucción de las series de datos de irradiancia global horizontal (GHI, por sus siglas en inglés) y temperatura ambiente (TA), las series de datos en sitio deben cumplir con lo dispuesto en el Acuerdo CNO 1724 de 2023 o aquel que lo modifique o sustituya y el Acuerdo CNO 1725 de 2023 o aquel que lo modifique o sustituya; y las series de datos de información secundaria deben cumplir con lo establecido en el Acuerdo CNO 1728 de 2023 o aquel que lo modifique o sustituya.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo de la metodología MCP que se debe aplicar.

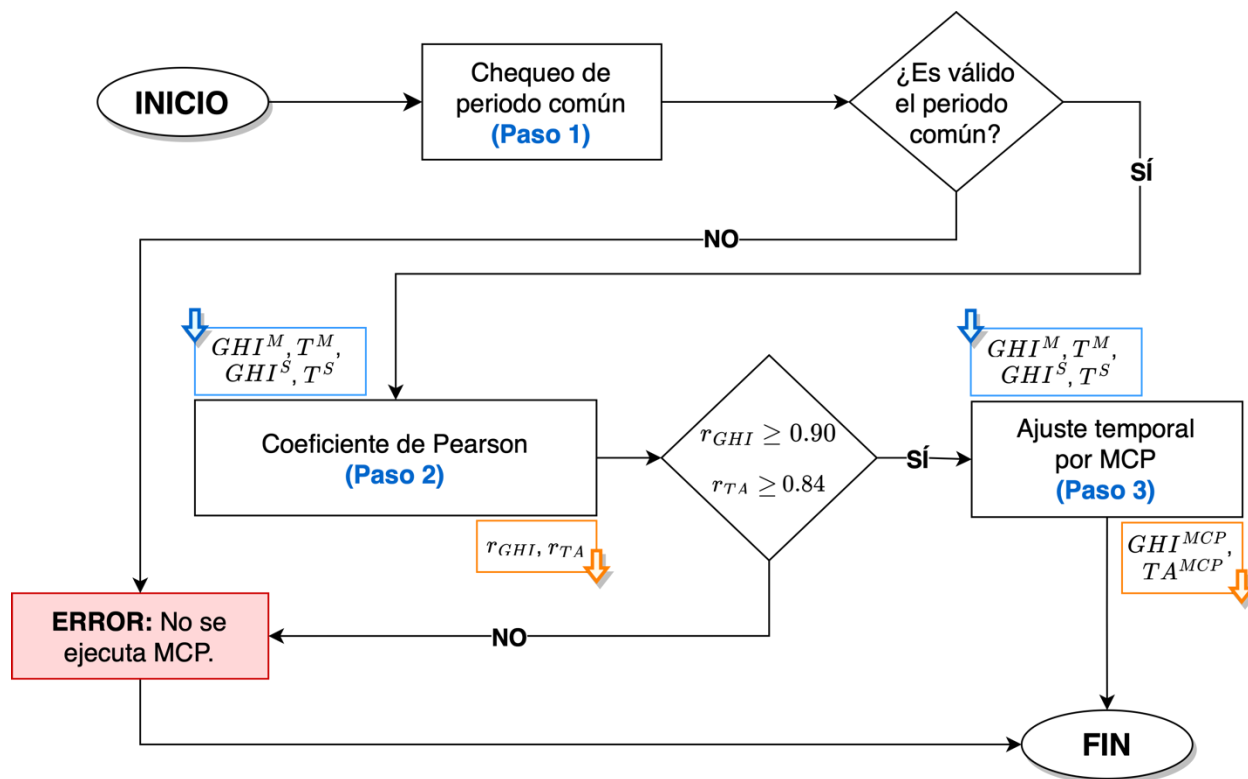


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología MCP. Los superíndices M y S corresponden a las series de datos de medición en sitio y fuente secundaria, respectivamente.

3.1. Corroboración de aplicabilidad

3.1.1. Chequeo de periodo común

El punto de partida para la metodología de reconstrucción histórica de las series de datos de GHI y TA son:

1. Información de referencia de largo plazo (≥ 10 años); la cual corresponde a la serie de datos de la fuente secundaria (S). **Dicha fuente secundaria debe ser la suministrada por la entidad reconocida y no puede ser modificada ni ajustada previo a la aplicación de este protocolo.**
2. Información medida adecuadamente en la ubicación objetivo por al menos 1 año (12 meses) continuo; la cual corresponde a la serie de datos de medición en sitio (M).

A partir de las series de datos de medición en sitio (M) y fuente secundaria (S), se debe verificar que:

1. Contar con la información de la serie de datos de la fuente secundaria (S) para el mismo período de registro de la serie de datos de medición en sitio (M), (período común).
2. El periodo común de ambas series es mínimo de 1 año (12 meses).

Si alguna de las condiciones previas no se cumple, no se continúa con la metodología MCP.

3.1.2. Coeficiente de Pearson

El nivel de correlación es cuantificado con el coeficiente de correlación de Pearson (r) a partir de las series de datos de medición en sitio y fuente secundaria durante el periodo común (mínimo un año en resolución horaria).

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Donde el subíndice i corresponde a cada valor en la serie de datos, x corresponde a la información de la serie de datos de medición en sitio y y corresponde a la información de la serie de datos de la fuente secundaria.

El límite inferior aceptado del parámetro r es 0.9 para series de datos de irradiancia global horizontal (i.e., $r_{GHI} \geq 0.9$) y 0.84 para series de datos de temperatura ambiente (i.e., $r_{TA} \geq 0.84$), de acuerdo con lo establecido en el Numeral 3 del Artículo 3 de la Resolución CREG 101 007 de 2023. De esta manera se garantiza que la fuente secundaria captura las condiciones meteorológicas en tierra.

3.2. Procedimiento de reconstrucción histórica con metodología MCP

El modelo relación de varianzas para la aplicación de la metodología MCP utiliza una relación entre la varianza de ambas series de datos (i.e., fuente secundaria y medición en sitio) con lo que es posible realizar un ajuste lineal que mantiene la varianza de la serie de datos de medición en sitio. Adicionalmente, es necesario corregir las horas en las que la GHI no está presente, ajustando los datos a cero.

Una vez se establece el ajuste lineal por el modelo de relación de varianzas es posible reconstruir la serie de datos de medición en sitio para el periodo de largo plazo requerido (i.e., ≥ 10 años).

La reconstrucción temporal de la serie de datos de GHI se realiza mediante la Ecuación 2.

$$GHI_i^{MCP} = \left(\overline{GHI}^M - \frac{\sigma_{GHI}^M}{\sigma_{GHI}^S} \cdot \overline{GHI}^S \right) + \left(\frac{\sigma_{GHI}^M}{\sigma_{GHI}^S} \cdot GHI_i^S \right) \quad (2)$$

Donde:

- $\overline{GHI}^M$: Variable que almacena el promedio de la irradiancia global horizontal de la serie de datos de medición en sitio.
- σ_{GHI}^M : Variable que almacena la desviación estándar muestral de la irradiancia global horizontal de la serie de datos de medición en sitio.
- $\overline{GHI}^S$: Variable que almacena el promedio de la irradiancia global horizontal de la serie de datos de la fuente secundaria únicamente para el periodo común.
- σ_{GHI}^S : Variable que almacena la desviación estándar muestral de la irradiancia global horizontal de la serie de datos de la fuente secundaria únicamente para el periodo común.
- GHI_i^S : Irradiancia global horizontal de la serie de datos de la fuente secundaria para la estampa temporal i .

La reconstrucción temporal de la serie de datos de TA se realiza mediante la Ecuación 3.

$$TA_i^{MCP} = \left(\overline{TA}^M - \frac{\sigma_{TA}^M}{\sigma_{TA}^S} \cdot \overline{TA}^S \right) + \left(\frac{\sigma_{TA}^M}{\sigma_{TA}^S} \cdot TA_i^S \right) \quad (3)$$

Donde:

- $\overline{TA}^M$: Variable que almacena el promedio de la temperatura ambiente de la serie de datos de medición en sitio.
- σ_{TA}^M : Variable que almacena la desviación estándar muestral de la temperatura ambiente de la serie de datos de medición en sitio.
- $\overline{TA}^S$: Variable que almacena el promedio de la temperatura ambiente de la serie de datos de la fuente secundaria únicamente para el periodo común.

- σ_{TA}^S : Variable que almacena la desviación estándar muestral de la temperatura ambiente de la serie de datos de la fuente secundaria únicamente para el periodo común.
- TA_i^S : Temperatura ambiente de la serie de datos de la fuente secundaria para la estampa temporal i .

La desviación estándar muestral se calcula con la Ecuación 4, siendo x la serie de datos, $\bar{x}$ el promedio de la serie de datos y n la cantidad de datos que componen dicha serie.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (4)$$

3.3. Aplicación del procedimiento de reconstrucción temporal histórica de los datos

La reconstrucción temporal histórica de las series de datos de GHI y TA deberá aplicarse para el cálculo de las series de ENFICC por primera vez y para su actualización con datos medidos en el sitio del proyecto, de acuerdo con lo definido en los artículos 3 y 4 de la Resolución CREG 101 007 de 2023, y las aclaraciones dadas en el concepto CREG S2024011310 del 14 de diciembre de 2024.

3.3.1. Reconstrucción de las series meteorológicas históricas por primera vez

Para la reconstrucción de las series históricas de GHI y TA para el cálculo de la ENFICC por primera vez, deberá aplicarse el procedimiento definido en el numeral 3.2 del presente anexo, verificando los criterios de aplicabilidad definidos en el numeral 3.1 del presente anexo. Se debe garantizar que de los datos medidos en sitio se cuente por lo menos con 1 año continuo. En caso de contar con información adicional al año de medición continua esta también podrá ser utilizada.

3.3.2. Actualización de las series meteorológicas históricas con datos medidos en el sitio de la planta

Toda vez que se realicen actualizaciones de las series históricas de GHI y TA con información medida en el sitio de la planta, se deberá aplicar el procedimiento de

reconstrucción de las series descrito en el numeral 3.2 del presente anexo, verificando los criterios de aplicabilidad definidos en el numeral 3.1

En este caso, se deberá usar la información de ambas series para el período de registro en el que se tengan datos medidos en el sitio de la planta, hasta el 30 de noviembre del año anterior al año en que se está haciendo la actualización.