



**Comisión de Regulación
de Energía y Gas**

**ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES
CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022**

**AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO
DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES
FOTOVOLTAICAS**

**DOCUMENTO CREG- 101 003
03 DE FEBRERO DE 2023**

**CIRCULACIÓN:
MIEMBROS DE LA COMISIÓN
DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS**

Tabla de Contenido

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | ANTECEDENTES E INFORMACIÓN GENERAL | 4 |
| 1.1 | REGULACIÓN ACTUAL PLANTAS EÓLICAS | 4 |
| 1.2 | ÁRBOL DE PROBLEMAS Y CAUSAS PLANTAS EÓLICAS | 7 |
| 1.3 | REGULACIÓN ACTUAL PLANTAS SOLARES | 10 |
| 1.4 | ÁRBOL DE PROBLEMAS Y CAUSAS PLANTAS SOLARES..... | 14 |
| 1.5 | DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVO: PLANTAS EÓLICAS..... | 15 |
| 1.6 | DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVO: PLANTAS SOLARES | 16 |
| 2. | PROPUESTAS EN COMENTARIOS | 16 |
| 3. | COMUNICACIONES RECIBIDAS DE COMENTARIOS | 19 |
| 4. | ANÁLISIS DE COMENTARIOS | 20 |
| 4.1 | ÁMBITO DE APLICACIÓN..... | 21 |
| 4.1 | AJUSTE DE OEF | 21 |
| 4.1 | DEFINICIONES..... | 23 |
| 4.1 | GRANULARIDAD PARA EL CUMPLIMIENTO DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON..... | 24 |
| 4.1 | VALOR DEL FACTOR DE CORRELACIÓN DE PEARSON..... | 25 |
| 4.1 | DECLARACIÓN DE SERIES DE DATOS RECIENTE | 25 |
| 4.1 | DICTAMEN TÉCNICO SE LAS SERIES DE DATOS Y AUDITORIA DE PARÁMETROS..... | 26 |
| 4.2 | AUDITORIA DE PARÁMETROS: ESPECIFICACIONES PARA EL AUDITOR Y SOBRE LA CONTRATACIÓN | 29 |
| 4.3 | INDISPONIBILIDAD HISTÓRICA FORZADA (IHF) | 30 |
| 4.4 | COMPLEMENTARIEDAD..... | 31 |
| 4.5 | INFORMACIÓN POR ETAPAS: INFORMACIÓN DE SERIES DE DATOS LUEGO DE ASIGNACIÓN DE OEF Y ANTES DE ENTRAR EN OPERACIÓN COMERCIAL | 33 |
| 4.6 | INFORMACIÓN POR ETAPAS: INFORMACIÓN DE PLANTAS CON OEF ASIGNADAS PREVIAMENTE | 34 |
| 4.7 | INFORMACIÓN POR ETAPAS: OTRAS SOLICITUDES..... | 35 |
| 4.8 | ENFICC SIN DATOS EN SITIO Y VALOR DE FACTOR DE AJUSTE EN ENERGÍA | 35 |
| 4.9 | DESARROLLO DE MODELAMIENTO ENERGÉTICO | 39 |
| 4.10 | MODELAMIENTO ENERGÉTICO: PLAZOS, PERIODICIDAD DE REVISIÓN, SALIDAS DEL MODELO Y DIFERENCIACIÓN DE ONSHORE Y OFFSHORE | 41 |
| 4.11 | MODELAMIENTO ENERGÉTICO: COMENTARIOS ADICIONALES SOBRE PLANTAS SOLARES | 42 |
| 4.12 | MODELAMIENTO ENERGÉTICO: DEGRADACIÓN DE PANELES SOLARES | 43 |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 2 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.13 | ENFICC INCREMENTAL | 44 |
| 4.14 | ENFICC AUTOGENERADORES A GRAN ESCALA | 45 |
| 4.15 | ENFICC DE PLANTAS NO DESPACHADAS CENTRALMENTE (PNDC) | 45 |
| 4.16 | MEDICIONES EN SITIO Y RELACIÓN CON LA RESOLUCIÓN CREG 075 DE 2021 | 45 |
| 4.17 | FORMATOS DE DECLARACIÓN DE PARÁMETROS: IDENTIFICACIÓN DE DATOS EN SITIO | 46 |
| 4.18 | DEFINICIÓN DE UNA LISTA MÍNIMA DE AUDITORES | 46 |
| 4.19 | TRANSICIÓN | 47 |
| 5. | PROPUESTA FINAL | 48 |
| 6. | CONCLUSIONES | 51 |
| 7. | CUESTIONARIOS DE ABOGACÍA DE LA COMPETENCIA – SIC | 52 |
| 7.1 | DEFINICIÓN DE METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE ENERGÍA FIRME PARA EL CARGO POR CONFIABILIDAD DE PLANTAS EÓLICAS | 52 |
| 7.1 | DEFINICIÓN DE METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE ENERGÍA FIRME PARA EL CARGO POR CONFIABILIDAD DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS..... | 55 |
| 8. | ANEXO: DOCUMENTO DE RESPUESTA A COMENTARIOS | 59 |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 3 |

ANÁLISIS DE COMENTARIOS A PROYECTOS DE RESOLUCIÓN CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022

AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

1. ANTECEDENTES E INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Regulación actual plantas eólicas

La metodología para el cálculo de la Energía Firme del Cargo por Confiabilidad (ENFICC) de plantas de generación eólicas se definió en la Resolución CREG 167 de 2017. A continuación, se resumen los principales aspectos de esta metodología.

(1) Procedimiento de cálculo si no se tienen datos en sitio

El proceso de cálculo sin datos en sitio es con el uso de la siguiente formula:

$$\text{ENFICC (kWh / día)} = 24 \times 1000 \times 0,060 \times \text{CEN}$$

Donde CEN es la capacidad efectiva neta y el factor de 6% se obtuvo del análisis indicado en el Documento CREG 075 de 2011, con base en la energía generada mensualmente por la planta de Jepirachi.

(2) Procedimiento de cálculo si se tienen datos en sitio

Se requiere al menos un año de datos de mediciones en sitio y completar una serie de al menos 10 años de datos. El proceso de cálculo con datos en sitio cuenta con un modelamiento energético y estimación de una función de conversión que fue encargado al Consejo Nacional de Operación (C.N.O.) bajo los siguientes lineamientos:

- a. Para el cálculo se deben tener medidas en sitio de velocidad de viento, dirección de viento y temperatura diezminutales para un período mínimo de 12 meses continuos. También la información de la ubicación de cada aerogenerador.
- b. Se debe considerar la información de otras plantas ubicadas en un radio menor o igual a 5 km en la dirección predominante del viento, orografía de terreno, rugosidad del terreno, altura del buje, densidad del aire, curva de potencia del aerogenerador, coeficientes de empuje, pérdidas por estela, pérdidas eléctricas y la información de disponibilidad de la planta o parque.
- c. Se deben definir las variables (adicionales) a considerar y la calidad y tratamiento de las mediciones necesarias para el modelamiento energético haciendo uso de

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 4 |

modelos numéricos o software especializado que cumpla estándares de la industria eólica.

- d. La función de conversión tiene como entrada las velocidades de viento promedio mensual.
- e. Se establece una regla para calcular la velocidad del viento promedio a la altura del buje de los aerogeneradores, que evalúa cual es el mínimo de los siguientes dos cálculos:
 - Referir a la altura del buje cada medida y luego obtener el promedio a la altura del buje
 - Realizar el promedio a la altura en que fue tomada la medida y luego referir el promedio a la altura del buje.
- f. Tener en cuenta cualquier otra información que el C.N.O. considere relevante para la definición del modelamiento energético.

Para el uso de la metodología de cálculo de ENFICC, el agente puede utilizar fuentes secundarias para extrapolar los datos diezminutales de un año medición en sitio hasta alcanzar un mínimo de diez años de datos. Para realizar dicho calculo se debe tener un factor de correlación de Pearson de 0,866 entre los datos tomados en sitio y los de la fuente secundaria utilizada para el resto del período de datos. Las fuentes secundarias que pueden ser usadas deben ser definidas por el C.N.O.

En cumplimiento de lo anterior, el Acuerdo 1319 expedido por el C.N.O. comprende los siguientes aspectos:

- Guía de buenas prácticas y requerimientos mínimos de medición (zona de instalación, selección de instrumentos de medición, instalación, calibración, operación y mantenimiento, entre otros).
- Modelación energética y función de conversión (procesamiento de datos por torre, asignación de datos a cada turbina, modelo de turbina, cálculo de pérdidas eléctricas y modelo, cálculo de pérdidas por estela, calculo energía, entre otros).
- Modelos de extrapolación de datos (Ley logarítmica y Ley de potencias).
- Metodología de reconstrucción de series de velocidad y dirección de viento: método *Measure-Correlate-Predict* (MCP).

Finalmente, con los resultados del modelamiento energético de su planta, el agente construye una función de conversión de energía para la planta, que permite obtener la producción de energía neta mensual (expresada en kWh/día promedio) a partir de velocidades de viento promedio mensual, para el horizonte de diez años de tiempo (o más si tiene los datos).

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 5 |

El mínimo valor de energía encontrado utilizando la función de conversión de energía a partir de los datos mensuales en kWh/día es la ENFICC de la planta.

(3) Otras disposiciones

- a. En las reglas actuales se tiene previsto una revisión de la ENFICC con base en la producción real de la planta.

Después de la entrada en operación de la planta, el CND hará verificación de la función de conversión contra la energía generada, cada tres (3) años. Para lo anterior si la energía generada tiene cambios en mayor valor al indicado en el Artículo 41 de la Resolución CREG 071 de 2006, se aplica nuevamente declaración de parámetros y ENFICC.

En el caso de la energía generada se deberán retirar de la serie de datos los periodos en donde se presentaron eventos causados por terceros y que se definirán en la metodología de verificación. El CND está encargado de desarrollar la metodología de cálculo para realizar la revisión de la energía generada contra la ENFICC.

- b. En cuanto a los mecanismos de verificación de parámetros de cálculo se tiene lo siguiente:
 - CEN y IHF: mismo procedimiento usado para plantas hidráulicas, pero con los protocolos que indique el C.N.O.
 - En la declaración de ENFICC existe un auditor que verifica el cumplimiento del Acuerdo del C.N.O., modelamiento energético y función de conversión.

Se tiene previsto que cuando el error en el cálculo de la energía es mayor a 2% entre auditor y agente, y el valor del auditor sea inferior, se contrata otra auditoria y se usa la mediana estadística del resultado de las dos auditorias y el del agente.

La auditoría debe entregar un informe y las pruebas y normas que se siguieron (normas nacionales o internacionales). Antes de la entrega del informe se puede discutir el resultado de la auditoría con el agente.

El valor de Indisponibilidad Histórica Forzada (IHF) se estableció con base en fuentes de literatura académica internacional¹, así:

¹ *Survey of Failures in Wind Power Systems With Focus on Swedish Wind Power Plants During 1997–2005, J. Ribrant;L. Bertling 2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting*

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 6 |

Año 1: 0,1
Año 2: mínimo entre {0,06 y el índice histórico},
Año 3 en adelante: se usa el índice histórico.

Ahora bien, dado su carácter de metodología inicial y la evolución tecnológica en la generación con este tipo de plantas, estaba previsto que la Comisión hiciese una revisión de la misma transcurrido un tiempo de su aplicación. Así mismo, durante el período de aplicación de la citada norma, se han allegado a la Comisión consultas y propuestas por parte de agentes y terceros interesados para realizar ajustes a la metodología.

Adicionalmente, en el año 2020 la Comisión contrató un estudio de consultoría, con el objeto de evaluar la metodología de la Resolución CREG 167 de 2017, incluyendo los Acuerdos técnicos expedidos por el Consejo Nacional de Operación (C.N.O.) para su aplicación, el cual recomendó algunos cambios para mejorar cálculo de la energía firme de las plantas eólicas. El informe del estudio de consultoría se publicó en la Circular CREG 103 de 2022, y sus recomendaciones principales se pueden resumir así:

- Revisar la utilidad de mantener la fórmula alterna para calcular la ENFICC, en caso de que no haya datos de mediciones, y alternativamente establecer que toda planta siempre debe contar con mediciones en sitio. En caso de mantener este criterio para cálculo sin mediciones, se propone actualizar el factor de 6% aplicado a las plantas.
- Revisar la consistencia en la incorporación del parámetro IHF en el modelamiento energético.
- Revisar la aproximación lineal que se realiza para establecer la función de conversión utilizada para el cálculo de los valores mensuales de energía.
- En relación con la ventana temporal de cálculo, los análisis efectuados por el consultor recomiendan mantener la ventana mensual para establecer la ENFICC de estas plantas.

1.2 Árbol de problemas y causas plantas eólicas

A partir de los comentarios recibidos de agentes y terceros, la evaluación del estudio de consultoría del año 2020 arriba citado, y los análisis al interior de la Comisión, se identificaron los siguientes aspectos de revisión y mejora de la metodología actual:

Necesidades de revisión plantas eólicas

- a. En general, para la metodología de ENFICC de plantas eólicas ya se preveía una revisión integral después de los primeros años de aplicación. Se tienen aspectos

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 7 |

previamente identificados a través de comentarios recibidos y el estudio de consultoría contratado.

- b. La fórmula utilizada para el caso de cálculo sin datos en sitio responde a las condiciones de operación de una planta con tecnología antigua, que no representa necesariamente las características de planeación de otras plantas.
- c. En el diseño de la metodología que usa datos en sitio, el modelamiento para plantas eólicas costa afuera no fue determinada de forma precisa, dado que en su momento no se tenían o no se previeron plantas de ese tipo que estuvieran cerca de participar en una subasta del cargo por confiabilidad.
- d. En el modelamiento energético se indicó al C.N.O. tener en cuenta la disponibilidad de las plantas, pero no su indisponibilidad.
- e. El CND debe contar con una herramienta de evaluación y verificación de ENFICC, en ese sentido, se estableció una función de conversión que tuviera un proceso práctico y simplificado para su verificación.
- f. Los agentes solo declaran la información de vientos mensual promedio para aplicar la función de conversión, pero no la información más detallada necesaria para el modelamiento energético.
- g. Agentes han solicitado que se tenga otra alternativa de evaluación sin datos en sitio.
- h. Agentes han solicitado que el factor de correlación de Pearson debe ser reevaluado.
- i. Agentes han solicitado un análisis de complementariedad del recurso.

Problemáticas identificadas plantas eólicas

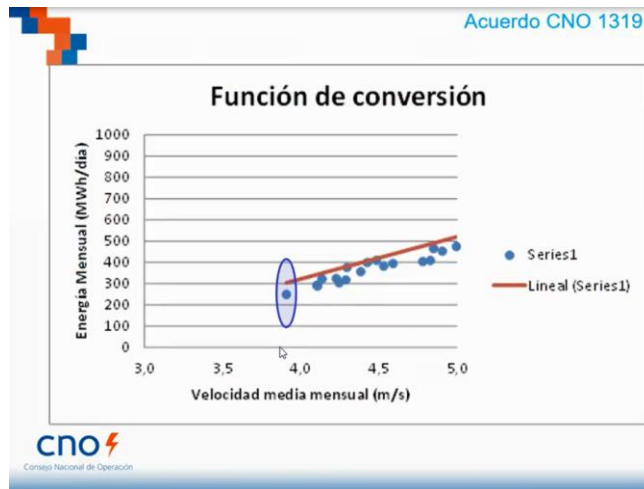
- a. La fórmula utilizada para el caso de cálculo sin datos en sitio no es representativa para valorar la energía firme de plantas en planeación sin dicha información.
- b. El modelamiento energético no incorpora el valor de IHF u otra medida de indisponibilidad. El no utilizar el IHF puede sobrevalorar el cálculo de la energía obtenible en un período de tiempo.
- c. Un coeficiente de correlación de Pearson muy estricto para el ajuste de datos secundarios puede restringir la posibilidad de cálculo de ENFICC para algunas plantas.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 8 |

- d. El Acuerdo C.N.O. incluye parámetros para el cálculo de la ENFICC de plantas eólicas costa afuera, pero de manera aproximada, por lo que podría no valorar con precisión la energía de estos proyectos,
- e. La función de conversión puede sobrevalorar o subvalorar la energía calculada, dependiendo de la regresión lineal de los datos mensuales y agregados de energía en función de velocidades promedio. Finalmente, el menor valor de energía corresponde al valor de la función con el menor valor de velocidad promedio de viento, lo cual podría sobrevalorar la energía, como se observa en el ejemplo de la siguiente gráfica.

En esta gráfica, el eje x corresponde a velocidades promedio mensuales y el eje y corresponde a energía agregada mensual horaria. Los puntos corresponden a la energía generada y agregada por el modelo de conversión. Dichos puntos se ajustan vía regresión a una función lineal y esta es la función de conversión que se muestra.



Fuente: C.N.O.

Así las cosas, se puede observar que en su punto de menor energía la recta está por encima del valor que entrega el modelamiento energético, lo cual representa una sobrevaloración de la energía. Lo anterior también puede suceder en el sentido contrario.

- f. No existe un tratamiento de datos atípicos en el Acuerdo del C.N.O., esto para ser filtrados antes de obtener resultados en el modelamiento energético y obtener un mejor resultado en el cálculo de la energía.
- g. En comunicaciones allegadas a la Comisión, se ha sugerido la posibilidad de analizar las variaciones temporales del recurso eólico entre distintas ventanas de

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 9 |

tiempo, para estudiar objetivamente si se mantiene la ventana de cálculo actual (mensual) o se es necesario realizar ajustes.

- h. No se cuenta con los datos suficientes para el análisis expost de los cálculos de energía con el fin de evaluar los ajustes que deben tenerse en la metodología en el tiempo.
- i. No existe un mecanismo regulatorio de auto-ajuste de la metodología de cálculo en el tiempo, esto para incluir cambios tecnológicos o de la experiencia a través del tiempo.

1.3 Regulación actual plantas solares

La metodología de cálculo de la Energía Firme del Cargo por Confiabilidad (ENFICC) de plantas solares fotovoltaicas se definió en la Resolución CREG 201 de 2017.

Como antecedente principal a dicha resolución, se tiene una consultoría especializada realizada por la firma FONROCHE con el objeto de que diseñará la metodología de cálculo de ENFICC de plantas solares fotovoltaicas. Metodología que se publicó a comentarios a través del documento anexo de la Circular CREG 083 de 2015.

A continuación, se resumen los principales aspectos de la metodología de que trata la Resolución CREG 201 de 2017.

(1) Ecuación de cálculo (basada en estudio FONROCHE)

En primer lugar, para la aplicación de la metodología se debe contar con mínimo diez años de datos, de los cuales un año deben ser medidos en el sitio de la planta y el resto de años extrapolados con un método que debe ser definido mediante Acuerdo C.N.O.

La resolución temporal del registro histórico exigido en esta metodología es de nivel horario, y se requieren las siguientes variables: irradiación global horizontal y temperatura ambiente. La metodología no tiene una opción de cálculo sin datos en sitio.

Así las cosas, para el cálculo de la ENFICC, la ecuación que aplica es la siguiente:

$$EN_{m,t} [kWh / mes] = \frac{1}{I_{STC}} \times K_c \times K_{inc} \times V_{m,t} (TA_{m,t}) \times GHI_{m,t} \times (1 - IHF) \times CEN \times Fcu$$

Donde:

$EN_{m,t}$ Energía generada en el mes m del año t , en kWh/mes

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 10 |

| | |
|---------------------|---|
| I_{STC} | Irradiancia en condiciones constantes. $I_{STC}=1\text{kW/m}^2$ |
| K_c | Constante por pérdidas de un sistema solar fotovoltaico. $K_c = 0,9139$ |
| K_{inc} | Constante de inclinación a elegir de acuerdo con el tipo de tecnología de estructura de soporte. |
| $V_{m,t}(TA_{m,t})$ | Valor por pérdidas debidas a temperatura ambiente según el tipo de modulo fotovoltaico utilizado para el mes m del año t . |
| $TA_{m,t}$ | Promedio de temperatura ambiente para cada mes m del año t , en °C |
| $GHI_{m,t}$ | Irradiación global horizontal agregada en el mes m del año t . [kWh-mes/m ²]. |
| IHF | Indisponibilidad Histórica Forzada. Para el IHF con información reciente, se utiliza la tabla de factores definidos en el numeral 3.4.1 del anexo 3 de la Resolución CREG 071 de 2006 para plantas Solares Fotovoltaicas. |
| CEN | Capacidad efectiva neta de la Planta Solar Fotovoltaica [MW]. |
| Fcu | Factor de conversión de unidades de MW a kW para la CEN. $Fcu=1000$. |

El cálculo de la ENFICC consiste en encontrar el valor de $EN_{m,t}$ para cada mes de todos los datos históricos de 10 o más años de datos que se tengan. Seguidamente cada valor de EN es dividido por el número de días de cada mes para obtener su representación o valor en equivalente diario en unidades de kWh/día. Finalmente, el valor de la ENFICC corresponde al mínimo valor encontrado para todos los meses de toda la serie de datos del cálculo anterior.

(2) Modelo de calculo

Para el cálculo del proceso anterior, la CREG estableció y publicó una Macro de Excel que permitiera realizar el cálculo de forma práctica y sin complejidad. Esto tanto para el uso del agente como para la verificación que realiza el CND de forma posterior.

(3) Cambios en los valores de las constantes de la fórmula

Por otro lado y refiriéndonos a los valores de las constantes K_{inc} y $V_{m,t}(TA_{m,t})$ de la formula citada, los mismos dependen del tipo de estructura y el material constructivo de los paneles (Silicio o Capa Fina) y están fijos en la resolución. Además, K_c también esta fijo, pero no depende de alguna configuración en especial.

No obstante, se previó en las reglas que el C.N.O. debía actualizar las citadas constantes una vez una planta entrara en operación. Sin embargo, esto no ha sido aplicado en la actualidad.

(4) Protocolos para las series de datos

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 11 |

Para la serie histórica de irradiación solar horizontal y temperatura ambiente, el C.N.O., diseñó un protocolo para su verificación y medición; esto mediante el Acuerdo 1042. En general el Acuerdo contiene:

- Para la medición: Selección de instrumentos de medición, selección zona instalación, instalación, calibración y verificación.
- Metodología de ajuste y corrección para estimación de series de largo plazo (1 año de datos en sitio para reconstruir 10 años).

Se usa Método MCP y el factor de correlación de Pearson entre las series en sitio y la fuente secundaria debe ser mayor o igual a 0,9 para irradiación (GHI) y mayor o igual a 0,84 para temperatura (TA).

Similar a los protocolos que aplican a plantas eólicas, el C.N.O. establece que en un año no deben faltar más de un 5% de datos.

- Incluye proceso de verificación de series de temperatura ambiente (TA) e irradiación global horizontal (GHI).

(5) Otras disposiciones

c. En cuanto a los mecanismos de verificación de parámetros se tiene lo siguiente:

- Para los parámetros CEN y IHF: mismo procedimiento usado para plantas hidráulica, pero con los protocolos que indique el C.N.O.
- En la declaración de ENFICC existe un auditor que verifica el cumplimiento del Acuerdo del C.N.O. para las mediciones en sitio y la extrapolación de las series a 10 años. Este también verifica el cumplimiento de las constantes Kinc y de la ecuación correspondiente a las pérdidas por temperatura ambiente.

La auditoría debe entregar un informe y las pruebas y normas que se siguieron (normas nacionales o internacionales). Antes de la entrega del informe se puede discutir el resultado de este con el agente.

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 12 |

- El valor de Indisponibilidad Histórica Forzada (IHF) se estableció con base en fuentes de literatura académica internacional²³⁴⁵, así:

Año 1: 0,1

Año 2: mínimo entre {0,06 y el índice histórico},

Año 3 en adelante se usa el índice histórico.

Ahora bien, dado su carácter de metodología inicial y la evolución tecnológica en la generación con este tipo de plantas, estaba previsto que la Comisión hiciese una revisión de la misma transcurrido un tiempo de su aplicación. Así mismo, durante el período de aplicación de la citada norma, se han allegado a la Comisión diversas propuestas por parte de agentes y terceros interesados para realizar ajustes a la metodología.

Adicionalmente, por medio del mismo citado estudio de consultoría del año 2020, se evaluó la metodología de la Resolución CREG 201 de 2017, incluyendo los Acuerdos técnicos expedidos por el Consejo Nacional de Operación (C.N.O.). Dicho estudio recomendó algunos cambios para mejorar cálculo de la energía firme de las plantas solares. El informe del estudio de consultoría se publicó en la Circular CREG 103 de 2020, y sus recomendaciones principales se pueden resumir así:

- Se recomienda uniformizar este cálculo al de las centrales eólicas, usando modelamiento energético, las que permitirán incorporar los avances tecnológicos.
- Respecto al modelamiento energético, y dado que los avances tecnológicos no sólo se dan en el campo de los paneles solares propiamente, sino que también en la función inversora de Corriente Continua a Corriente Alterna, se propone un modelamiento diferenciado, de acuerdo con la figura a continuación:

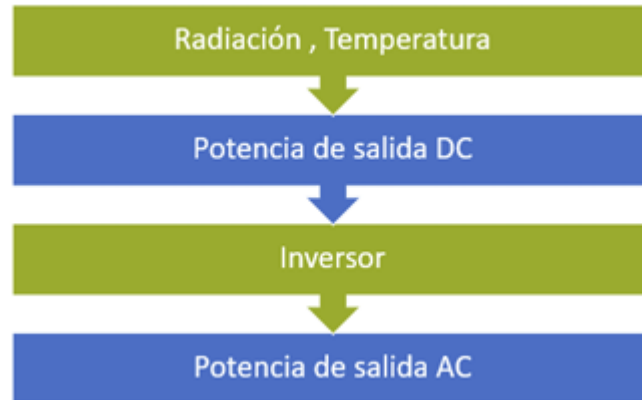
² K. Hunt, A. B. (2015). Availability of utility-scale photovoltaic power plants. 2015 IEEE 42nd Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), 1-3. doi:10.1109/PVSC.2015.7355976

³ H. S. Huang, J. C. (2011). Performance and Availability Analyses of PV Generation Systems in Taiwan. International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering, vol. 5(nº 6), 731-735.

⁴ T. Ozeki, T. Y. (2010.). An analysis of reliability in the early stages of photovoltaic systems in Japan. Wiley InterScience: Progress in photovoltaics: Research and Applications, vol. 18(nº 5), 363-370.

⁵ Nasse, U. J. (2003). Performance analysis and reliability of grid-connected PV systems in IEA countries. Proceedings of 3rd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion - IEEE, vol. 3, 2148–2151,

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 13 |



- En relación con la ventana temporal, los análisis efectuados por el consultor muestran que la ventana mensual usada actualmente es la más adecuada para este tipo de centrales.

1.4 Árbol de problemas y causas plantas solares

A partir de los comentarios recibidos de agentes y terceros, la evaluación del estudio de consultoría del año 2020 arriba citado, y los análisis al interior de la Comisión, se identificaron los siguientes aspectos de revisión y mejora de la metodología actual:

Necesidades de revisión plantas solares

- En general, para la metodología de ENFICC de plantas solares ya se preveía una revisión integral después de los primeros años de aplicación. Se tienen aspectos previamente identificados a través de comentarios recibidos y el estudio de consultoría contratado.
- La fórmula utilizada para el caso de cálculo se basa en una expresión fija la cual no es flexible o no se ajusta a las características de cada planta de forma individual.
- El CND debe contar con una herramienta de evaluación y verificación de ENFICC. Para tal fin, se estableció un modelo en Macro de Excel que tuviera un proceso práctico para su verificación.
- Agentes han solicitado un análisis de complementariedad del recurso.
- Agentes han solicitado que se tenga otra alternativa de cálculo sin depender de datos en sitio.

Problemáticas identificadas plantas solares

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 14 |

- a. La fórmula fija utilizada no representa las características específicas de cada planta solar fotovoltaica en el SIN que puede participar en el cargo por confiabilidad, introduciendo un nivel de incertidumbre sobre la energía calculada.
- b. No existe un mecanismo de modelamiento energético con el cual se puedan identificar y reconocer las particularidades constructivas de cada planta.
- c. No existe claridad sobre la forma de actualizar las constantes que aparecen como fijas en la fórmula de la metodología, esto luego de que la planta entre en operación.
- d. Respecto a la fórmula de cálculo de la metodología actual, se ha señalado por parte de agentes y el C.N.O. que no debería incluirse la capacidad efectiva neta en la misma, pues podría sobrevalorar las pérdidas.
- e. No existe claridad en el uso del factor de degradación con los años.
- f. El lineamiento de no considerar las horas donde no hay irradiación para el cálculo de la energía debe revisarse, esto para que este en línea con otras propuestas de la Comisión. Esto se reconsidera dentro de los cambios, como se presenta más adelante.
- g. No existe un tratamiento de datos atípicos en el Acuerdo del C.N.O., esto para ser filtrados antes de obtener resultados con la aplicación de la metodología y obtener un mejor resultado en el cálculo de la energía.
- h. En comunicaciones allegadas a la Comisión, se ha sugerido la posibilidad de analizar las variaciones temporales del recurso fotovoltaico entre distintas ventanas de tiempo para estudiar objetivamente si se mantiene la ventana de cálculo actual (mensual) o si es necesario realizar ajustes.
- i. No existe un mecanismo regulatorio de autoajuste de la metodología de cálculo en el tiempo, esto para incluir cambios tecnológicos o de la experiencia de su aplicación.

1.5 Definición del problema y objetivo: plantas eólicas

Definición del problema

La metodología de cálculo actual de ENFICC presenta varios aspectos de mejora para tener un cálculo más representativo de valoración de la energía firme de plantas eólicas costa adentro y costa afuera, conforme a sus condiciones y características constructivas y de uso del recurso energético.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 15 |

Objetivo

El objetivo de la acción regulatoria es definir los cambios y ajustes en la metodología actual de cálculo de ENFICC de plantas eólicas, para garantizar una mejor evaluación de la energía firme obtenible de este tipo de recursos, para su uso en el mecanismo del Cargo por Confiabilidad.

1.6 Definición del problema y objetivo: plantas solares

Definición del problema

La metodología de cálculo actual de ENFICC no permite tener un cálculo representativo de valoración de energía firme de plantas solares fotovoltaicas que refleje más cercanamente la condiciones y características constructivas propias y de uso del recurso energético.

Objetivo

El objetivo de la medida regulatoria es definir los cambios y ajustes en la metodología actual de cálculo de ENFICC de plantas solares fotovoltaicas, para garantizar una mejor evaluación de la energía firme obtenible de este tipo de recursos, para su uso en el mecanismo del Cargo por Confiabilidad.

2. PROPUESTAS EN COMENTARIOS

En los documentos soporte CREG 701 006 de 2022⁶ y 701 007 de 2022⁷ que se publicaron con los proyectos de Resolución CREG 701 008 de 2022⁸ y CREG 701 009 de 2022⁹ se presentó: resumen de la regulación actual que aplica; las causas, problemas y necesidades identificadas para la revisión de la regulación; definición del problema; objetivos; alternativas consideradas y sus impactos, entre otros.

6

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/\\$FILE/D-701%20006-2022%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20E%20C3%93LICAS.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/$FILE/D-701%20006-2022%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20E%20C3%93LICAS.pdf)

7

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/\\$FILE/D-701%20007-22%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20SOLARES.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/$FILE/D-701%20007-22%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20SOLARES.pdf)

8

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/\\$FILE/Creg701%20008.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/$FILE/Creg701%20008.pdf)

9

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/\\$FILE/Creg701%20009.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/$FILE/Creg701%20009.pdf)

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 16 |

En conclusión, se presentó la siguiente propuesta para comentarios de forma esquemática dividida en tema y regla que aplicaría:

| TEMA | Resolución Consulta CREG 701 008 de 2022 plantas eólicas | Resolución Consulta CREG 701 009 de 2022 plantas solares |
|--------------------------------|---|---|
| Serie de datos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 10 años 1 año de datos en sitio diezminutal 9 años Método extrapolación Serie Vientos - Factor Pearson 0,85 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamiento de datos inválidos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 10 años 1 año de datos en sitio horario 9 años Método extrapolación Serie temp. Ambiente - Factor Pearson 0,87 Serie irradiación - Factor Pearson 0,9 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamiento de datos inválidos |
| Modelamiento Energético | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Metodología: Acuerdo C.N.O. ▪ Revisión C.N.O.: al menos cada 5 años ▪ Desarrollo: CND ▪ Datos de Entrada <p><i>Algunos datos: serie de datos, ubicación del parque, orografía de terreno, rugosidad del terreno, densidad del aire, altura de buje, curva de potencia del aerogenerador, pérdidas, IHF, OFFSHORE, ONSHORE</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Datos de Salida Energía kWh – horaria | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Metodología: Acuerdo C.N.O. ▪ Revisión C.N.O.: al menos cada 5 años ▪ Desarrollo: CND ▪ Datos de Entrada <p><i>Algunos datos: serie de datos, eficiencia paneles, tipo tecnología, tipo estructura, numero inversores y sus características técnicas, pérdidas, IHF, Tiempo de operación paneles, franja 7 am – 5 pm.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Datos de Salida Energía kWh – horaria |

| TEMA | Resolución Consulta CREG 701 008 plantas eólicas | Resolución Consulta CREG 701 009 plantas solares |
|-----------------------------|--|--|
| Calculo ENFICC y EDA | <p>A partir de modelamiento energético se obtiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para cada mes E_{ma} = Energía mensual agregada (a partir del registro horario) • $E_m = E_{ma} / \#días\ mes \{kWh/día\}$ • $ENFICC = \text{Mínimo} \{ \min \{E_m\ de\ diez\ años\}, 24 \times CEN \times (1-IHF) \times 1000 \} kWh/día$ | |
| Con datos en sitio | <ul style="list-style-type: none"> ▪ También se tiene el calculo de la EDA: energia disponible adicional | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 17 |

| TEMA | Resolución Consulta CREG 701 008 plantas eólicas | Resolución Consulta CREG 701 009 plantas solares |
|---|--|---|
| <p>Calculo ENFICC y EDA</p> <p>Sin datos en sitio</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplican la misma metodología de plantas con datos en sitio ▪ Usan todos los datos de satélite o fuentes secundarias ▪ La ENFICC se afecta con un valor de 0,6 ▪ La EDA es cero | |
| <p>Plazo C.N.O y CND para las tareas asignadas</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ C.N.O.: acuerdos para definición de modelación 3 meses. Periodo de consulta terceros 5 días hábiles. ▪ CND: desarrollo y publicación del modelo 2 meses a partir de que el C.N.O termine | |
| TEMA | Resolución Consulta CREG 701 008 plantas eólicas | Resolución Consulta CREG 701 009 plantas solares |
| <p>Declaración de parámetros</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se declaran conforme sistema unificado de información del CxC (SUICC), Resolución CREG 101 024 de 2022. ▪ Se debe contar con dictamen técnico de los datos. Existe lista para seleccionar el dictaminador. | |
| <p>Auditoria de parámetros</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se mantiene misma regla de la Res. CREG 071/2006: cuando la CREG lo decida (aplica generalmente a todas las plantas que tienen OEF para el año que se va auditar) ▪ Se verifican IHF, CEN, y los parámetros definidos en el modelamiento energético. ▪ El auditor verifica que se cumplan con los lineamientos de las series de datos y con los Acuerdos del C.N.O. ▪ El auditor es seleccionado de una lista del C.N.O. ▪ El auditor entrega un informe. Las conclusiones del auditor se comparten con el agente antes de su versión final. | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 18 |

- **Información por etapas y**
 - **Información de plantas existentes con OEF**
- Etapa previo a declaración de ENFICC
 - ✓ Todos los parámetros y datos usados para el modelamiento energético
 - Etapa entre la asignación de OEF y hasta la puesta en operación
 - ✓ Envío de la información de medición en sitio al CND, con periodicidad mensual.
 - ✓ Si participo con datos en sitio, la inicia a enviar en el mes siguiente de que el ASIC le haya certificado la OEF
 - ✓ Si participo sin datos en sitio, la inicia a enviar en el mes 7 siguiente de que el ASIC le haya certificado la OEF
 - ✓ El CND determina la forma de envío.
 - Información de plantas con OEF
 - ✓ Enviar la información con que participaron por OEF del modelamiento energético y que no esta disponible (eólicas).
 - ✓ Enviar el reporte de variables luego de tres meses de vigencia de la Resolución (esta aplica sin esperar los Acuerdos C.N.O.)

3. COMUNICACIONES RECIBIDAS DE COMENTARIOS

Se recibieron las siguientes comunicaciones para la metodología de ENFICC de plantas eólicas:

| RADICADO | REMITENTE |
|-------------|--|
| E2022008582 | Wilson Uribe |
| E2022008644 | ANDEG |
| E2022008698 | ISAGEN |
| E2022008707 | Atlántica Colombia SAS ESP |
| E2022008708 | Termobarranquilla S.A. E.S.P. |
| E2022008914 | |
| E2022009321 | |
| E2022008715 | ACOLGEN |
| E2022008716 | Empresas Públicas De Medellín, S.A. E.S.P. |
| E2022008720 | SER COLOMBIA |
| E2022014668 | |
| E2022008721 | ANDESCO |
| E2022008722 | Celsia SA ESP |
| E2022008726 | XM SA ESP |
| E2022008725 | |
| E2022008728 | Enel Colombia S.A. E.S.P. |
| E2022008741 | CEDENAR S.A. E.S.P. |
| E2022008863 | C.N.O. Eléctrico |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 19 |

Se recibieron las siguientes comunicaciones para la metodología de ENFICC de plantas solares:

| RADICADO | REMITENTE |
|---|---|
| E2022008701 | ISAGEN |
| E2022008708 E2022008914 E2022009321 | Termobarranquilla S.A. E.S.P. |
| E2022008709 | Atlántica Colombia SAS ESP |
| E2022008710 | Ecopetrol |
| E2022008717 | Empresas Públicas De Medellín S.A. E.S.P. |
| E2022008719 | ACOLGEN |
| E2022008720 E2022014668 | SER COLOMBIA |
| E2022008721 | ANDESCO |
| E2022008722 | Celsia S.A. E.S.P. |
| E2022008726 E2022008725 | XM S.A. E.S.P. |
| E2022008729 | Enel Colombia S.A. E.S.P. |
| E2022008732 | Humberto Rodríguez |
| E2022008733 | SPECTRUM RENOVAVEIS SAS ESP |
| E2022008737 E2022008738 E2022008742 | EDF RENEWABLES COLOMBIA S.A.S. |
| E2022008739 | CEDENAR S.A. E.S.P. |
| E2022008740 | NorthInd Power Inc |
| E2022008863 | C.N.O. Eléctrico |
| E2022012855 E2022012854 | Solar Pack. |

4. ANÁLISIS DE COMENTARIOS

A continuación, se presenta el análisis para los comentarios que se consideran principales, incluyendo la respuesta y, si se cambia la propuesta, se indica cómo será la aplicación.

En todo caso, adjunto a este documento se incluye la respuesta a todos los comentarios recibidos en un documento en Excel que contiene dos secciones, una para plantas solares y otra para plantas eólicas.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 20 |

4.1 **Ámbito De Aplicación**

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Que se extienda el ámbito de aplicación a plantas que no participan en el Cargo por Confiabilidad (CxC), esto pues los que no participan en CxC no están incluidos en el balance de energía y existe riesgo de sobre instalación.
- b) Ampliar el ámbito de aplicación a otras resoluciones, por ejemplo: mecanismo de tomadores del Cargo por Confiabilidad, Resolución CREG 132 de 2019, o incluso la Resolución CREG 101 024 de 2022.

Análisis:

El primer comentario esta más asociado al balance de energía del CxC y no a la metodología de cálculo de ENFICC.

En todo caso, el CxC exige declaraciones de parámetros con dictamen técnico (lo cual se modificará como se presentará más adelante), auditorias, garantías y demás requerimientos que son para plantas con asignaciones de energía firme. Las plantas que no participan en el CxC no se les puede exigir que apliquen lo mismo, pues no son sujeto de entregar energía ante eventos críticos.

Si la necesidad es de información, ya se solicita información a plantas conforme la Resolución CREG 075 de 2021 (Circular CREG 058 de 2022) y el Código de Red, Resoluciones CREG 060 de 2019 y 148 de 2021, donde las plantas ya incluyen los modelos eléctricos e información del recurso cuando se encuentran en operación e incluso, entregan modelos eléctricos antes de entrar en operación.

En cuanto al segundo comentario, se acepta y se complementa la redacción.

4.1 **Ajuste de OEF**

Sobre este punto se recibe de forma general la siguiente pregunta:

- a) ¿qué sucede si con la nueva metodología se obtiene una ENFICC menor a una planta con OEF previas?

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 21 |

Análisis:

En los documentos soporte CREG 701 006 de 2022¹⁰ y 701 007 de 2022¹¹ se dice que la nueva metodología no modifica OEF previas así:

(...) Las modificaciones propuestas a la metodología de cálculo de ENFICC de plantas (...) (...) aplicarían para las asignaciones que se realicen desde la entrada en vigencia de la resolución en adelante. (...)

(...) Vale la pena señalar que lo anterior no modifica las obligaciones de energía firme previamente asignadas. Ahora bien, respecto a cualquier cambio en la ENFICC que resulte de los procesos de verificación anual, estos serán tratado de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG 127 de 2020. (...) subrayado fuera de texto

Así las cosas, si la planta entra en operación le aplica la Resolución CREG 127 de 2020 para modificaciones en ENFICC.

Ahora bien, posteriormente, se expidió la Resolución CREG 101 024 de 2022, la cual incluye un mecanismo de ajuste de OEF.

Con el fin de alinear la presente propuesta con la Resolución CREG 101 024 de 2022, la nueva metodología de ENFICC no modificará OEF's para aquellas plantas que la tenían asignada antes de la expedición de la Resolución CREG 101 024 de 2022, respetando las reglas de dicha regulación, las cuales no son ámbito de modificación aquí.

Así se cumple con lo señalado en el documento soporte y se alinea con la citada resolución, que se expidió de forma contemporánea a la consulta, puesto que:

- a) Las presentes Resoluciones tendrán un mecanismo de transición cuya duración será de 8 meses aproximadamente, dependiendo de que los modelos energéticos estén funcionando.
- b) Por lo anterior, se aplicarán transitoriamente las metodologías anteriores (como se explicará más adelante). En ese sentido, si se deja como fecha de aplicación de

10

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/\\$FILE/D-701%20006-2022%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20E%20C3%93LICAS.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/$FILE/D-701%20006-2022%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20E%20C3%93LICAS.pdf)

11

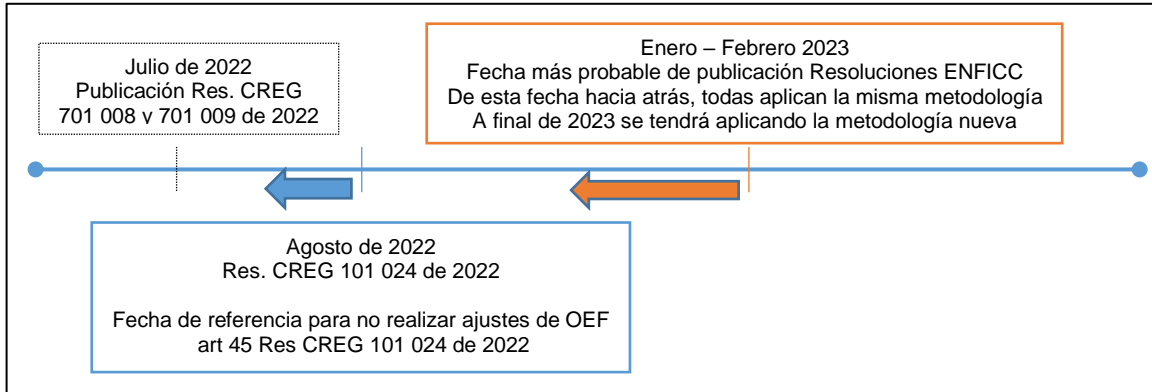
[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/\\$FILE/D-701%20007-22%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20SOLARES.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/$FILE/D-701%20007-22%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20SOLARES.pdf)

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 22 |

ajustes de OEF la vigencia de la Resolución CREG 101 024 de 2022 o la vigencia de las presentes normas, se obtendría el mismo resultado: no ajustar OEF previas.

Es decir, la idea es no impactar la regla de ajuste de la OEF de que trata la Resolución CREG 101 024 de 2022, teniendo en cuenta lo publicado en los documentos soporte CREG 701 006 de 2022 y 701 007 de 2022:



En todo caso, la propuesta no inhibe que, si se lleva a cabo una subasta en el año 2023, luego les sean ajustadas las OEF, puesto que dicha fecha de asignación de OEF's será posterior a la Res. CREG 101 024 de 2022. Y en ese sentido, esta regulación no busca modificar dichas reglas, dado que esas reglas tienen el objetivo de cuantificar la energía firme disponible en el sistema y que sean ajustadas las obligaciones de forma sistemática.

4.1 Definiciones

Sobre este punto se recibe de forma general el siguiente comentario:

- a) Definir las siguientes expresiones: sitio de la planta, sitio del proyecto y área del proyecto

Análisis:

Dado que el C.N.O. es el encargado de diseñar los acuerdos con los requerimientos de medición in situ y calidad de las medidas, así como de definir las fuentes de información secundarias a usar, el cambio que se incluirá en las Resoluciones es que el C.N.O. incluya en el acuerdo las definiciones de "Sitio de la planta" y "Área del Proyecto".

Lo anterior puesto que dichas definiciones deben analizarse como producto de las mejores prácticas para la campaña de medición, según la disponibilidad de las fuentes secundarias y conforme a los métodos de reconstrucción o extrapolación de series de datos.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 23 |

Además, para plantas eólicas se permitirá que los datos de temperatura ambiente sean de fuente secundaria, dado que lo mas relevante en el calculo de ENFICC de plantas eólicas son los datos asociados al recurso principal (velocidad del viento y velocidad).

4.1 Granularidad para el cumplimiento del coeficiente de correlación de Pearson

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Que la CREG habilite al C.N.O. la posibilidad de discutir alternativas para proyectos que, utilizando series del recurso con resolución horaria, no den cumplimiento a los criterios de desempeño establecidos (establecer resoluciones mayor a la diezminutal: 2 horas, tres horas), los cuales están asociados al factor de correlación de Pearson.
- b) Considerar reconstrucción de series con granularidad de cada 3 horas, 12 horas, diaria u otra que permita obtener el coeficiente de Pearson solicitado.
- c) No permitir extrapolaciones, es un riesgo para el sistema

Análisis:

Si bien para las plantas eólicas se pide medición diezminutal y para las plantas solares medición horaria, para ambos casos se mide el factor de correlación de Pearson con resolución horaria.

Los métodos de extrapolación consultados¹², así como el Acuerdo C.N.O. existentes, reconstruyen sin problema de forma horaria la serie de datos necesaria.

En cuanto a los métodos de extrapolación, estos solicitan datos granulares y entre más granular mejor para garantizar un mejor pronóstico de energía.

Estamos de acuerdo que entre menos granularidad se cumple de forma más fácil con el factor de correlación de Pearson, pero esto es inversamente proporcional al pronóstico de la energía y por ende al cálculo de la ENFICC.

Así las cosas, la resolución de los datos para la determinación del factor de correlación de Pearson se escogió horaria porque se consideró adecuada para un cálculo de energía firme, lo cual es diferente a un cálculo de energía media. Además, dicha situación no se modifica respecto de la metodología anterior, es decir, se mantiene la regla.

¹² Carta, José et al. (2013). A review of measure-correlate-predict (MCP) methods used to Estimate long-term wind characteristics at a target site. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ELSEVIER, 362-400. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.004>

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 24 |

4.1 Valor del factor de correlación de Pearson

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Que se replantee el uso del coeficiente de Pearson ya que este solo es cierto para la regresión lineal simple, la medida estadística entre los datos a determinar es el coeficiente de determinación.
- b) Que el valor del coeficiente de correlación de Pearson (r) y los requisitos de las series estimadas con respecto a las series medidas sean definidos por el C.N.O.
- c) Se debe tener un análisis más riguroso, se debe tener este análisis en los Acuerdos del C.N.O.

Análisis:

De la literatura se encuentra que el coeficiente de correlación de Pearson es el comúnmente utilizado para la reconstrucción de series¹³. Por lo tanto, no se encuentra un sustento fuerte en utilizar otro coeficiente.

Además, en la Resolución CREG 167 de 2017 el factor de correlación era más alto que el establecido en la presente propuesta y las que participaron en la subasta pasada tuvieron un coeficiente más alto que el regulado propuesto. Así mismo, los coeficientes de correlación de Pearson para plantas solares quedarán iguales a los del Acuerdo C.N.O. vigente.

Por lo tanto, no se está realizando un cambio que sobrepasa la exigencia de lo actual, al contrario, se esta dejando simétrico, es decir, fijado por regulación y, para plantas eólicas se está reduciendo el valor que aplicaba anteriormente.

4.1 Declaración de series de datos reciente

Sobre este punto se recibe de forma general el siguiente comentario:

- a) Que se declaren series de información reciente o de algún periodo cercano a la declaración de ENFICC

Análisis:

¹³ Carta, José et al. (2013). A review of measure-correlate-predict (MCP) methods used to Estimate long-term wind characteristics at a target site. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ELSEVIER, 362-400. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.004>

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 25 |

Entendemos que el comentario está orientado a que no es claro en el momento de una declaración de parámetros, por ejemplo, en la Resolución CREG 127 de 2020, para qué periodo de tiempo debe ser la declaración de series de datos del recurso. Esto, pues las plantas podrían siempre declarar la misma información, ya que la Resolución no lo indica.

En ese sentido, estamos de acuerdo. El cambio que se regulará es que el C.N.O. debe definir mediante Acuerdo una metodología que indique hasta que fecha final se deben declarar las series de datos con el objetivo de que la información corresponda a la más reciente disponible y que esté de acuerdo con el mecanismo al que se esté aplicando del cargo por confiabilidad. El C.N.O. deberá tener en cuenta que cuando se convoque a una subasta el periodo de tiempo declarado debe coincidir con los periodos de asignación de obligaciones de energía firme del cargo por confiabilidad.

Así mismo, en el análisis se encuentra conveniente y, dado que actualmente se solicita información en sitio cuando las plantas se encuentren en operación (Resoluciones CREG 060 de 2019 y 148 de 2021), que dicha información inicie a reemplazar en el tiempo la información reconstruida a partir de fuentes secundarias, es decir, que con el tiempo se usen más datos en sitio. Esto, para tener una regla semejante con las plantas hidráulicas.

Lo anterior, también se deberá tener en cuenta en los Acuerdos del C.N.O. que tengan relación con las series de datos.

4.1 Dictamen técnico se las series de datos y auditoria de parámetros

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Se está duplicando el dictamen técnico con la auditoria de parámetros.
- b) Que el auditor realice la tarea del dictaminador. Que el auditor y el dictaminador sean el mismo.
- c) Que el Surer (Surer: Subcomité de Recursos Energéticos Renovables), emita un concepto que certifica la validez técnica de la información medida por el agente, posterior a la Asignación de OEF.
- d) ¿el dictamen técnico aplica cada vez que se declaran parámetros? y en operación: ¿cada vez que se aplica la Res. CREG 127/2020?
- e) Aclarar que la verificación que hace el auditor es independiente a la presentada por el agente en su declaración de parámetros, o en caso contrario, indicar en qué casos, la verificación que debe hacer el auditor puede ser subsanada con la efectuada por el dictaminador.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 26 |

- f) En un proceso de auditoria ¿el auditor debe tener en cuenta el dictamen técnico?
- g) Aclarar la diferencia entre el dictaminador y el auditor.
- h) Se propone que el dictamen técnico de verificación de las series sea definido en la primera instancia para el cálculo de la ENFICC. Las verificaciones posteriores de parámetros se proponen a través de las auditorías definidos en la Resolución CREG 071 de 2006.
- i) Debido a que pueden existir diferentes dictaminadores, con diferentes técnicas y/o criterios, recomendamos que se establezca el contenido mínimo que debe tener el dictamen técnico.

Análisis:

Con la propuesta que se consultó, el dictamen técnico aplicaba cada vez que se declaraban parámetros. Esto sucedía incluso con la regulación actual.

Por su parte, aclaramos que la auditoria de parámetros que se convoca con el artículo 39 de la Resolución CREG 071 de 2006 es independiente al dictamen técnico, y aplica para todos los parámetros declarados cada vez que la CREG lo decida. Esto no cambia en las reglas que se enunciaran en esta sección, ni tampoco aplicaba diferente en las consultas realizadas.

En todo caso, se acepta que la auditoria está replicando el trabajo del dictaminador para la revisión de las series declaradas.

Por su parte, en reunión con C.N.O. y CND del día 16 de diciembre de 2022, se encuentra una problemática más profunda. Pues entendemos que presuntamente algunos dictaminadores desean realizar todo el proceso para la obtención de los parámetros declarados, es decir, son juez y parte, con el agravante de que presuntamente podrían no ser cumplidos algunos lineamientos de la regulación o de los acuerdos del C.N.O., como, por ejemplo, si los datos son o no medidos en sitio. De otra reunión con un desarrollador de proyectos, presuntamente también se encuentra esta misma problemática.

Adicionalmente, se encuentra que es difícil encontrar o diseñar una lista de dictaminadores, pues estos presuntamente no aceptan la tarea de revisión únicamente, y desean realizar el trabajo completo.

Por todo lo anterior, la propuesta de ajuste es la siguiente:

- 1. Se elimina dictamen técnico al momento de declaración de parámetros.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 27 |

2. No obstante, similar al caso de plantas térmicas (Art. 4 Resolución CREG 181 de 2010 y artículo 4 de la Resolución CREG 88 de 2018), se realizará una auditoria posterior de la declaración de parámetros únicamente sobre las series de datos declaradas (series de GHI, TA, velocidad del viento, dirección del viento, etc.), para lo cual:

- i. Después de la asignación de OEF, el CND contratará el auditor que verificará, para todas las plantas solares y eólicas que quedaron asignados con OEF, únicamente los parámetros de las series de datos. El auditor debe revisar que se hayan declarado las series de datos siguiendo los lineamientos de la regulación y Acuerdos Vigentes.

Para la realización y contratación de la auditoria de las series de datos, el CND aplicará el artículo 39 de la Resolución CREG 071 de 2006, con los mismos efectos y lineamientos de dicho artículo, es decir, si no se cumplen los lineamientos regulatorios y se encuentran discrepancias en las series de datos, se podría perder la asignación de OEF. Para lo anterior, los otros parámetros no serán revisados, a excepción que la CREG convoque a una auditoria de todos los parámetros declarados.

- ii. En los términos de contratación de la auditoria, el CND debe especificar que se creará una lista de chequeo sobre los aspectos regulatorios y de los Acuerdos del C.N.O. que deben ser puntualmente cumplidos. Así, en el informe final de auditoria debe incluirse como anexo la lista de verificación donde se demuestre el cumplimiento de los puntos definidos.

Encontramos que el CND es el referente para crear la lista anterior, pues no tiene conflictos de interés, siempre ha contratado el auditor y es el que verifica la ENFICC, es decir, por transparencia del proceso.

- iii. Solo se auditan las series de datos que no cuenten con una auditoria previa. Así, el auditor no tendrá que replicar trabajo de auditorías anteriores y el representante de la planta deberá entregar los informes que se hayan realizado anteriormente. Si existen series de datos que no tengan auditoria, estas si son auditadas.

3. La auditoría de todos los parámetros de que trata el artículo 39 de la Resolución CREG 071 de 2006 continúa aplicando. El cambio es que cuando la CREG la convoque, el auditor deberá tener en cuenta las auditorias anteriores para las series de datos que tengan una auditoria y no replicar dicho proceso.

4. Cuando se aplique la Resolución CREG 127 de 2020, no se precisará que CND de forma posterior contrate una auditoria para las series de datos, a excepción que

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 28 |

la CREG convoque a una auditoria de todos los parámetros, teniendo en cuenta el numeral anterior, es decir, que no se re auditan series de datos que ya cuenten con una auditoria.

En otras palabras, en las revisiones anuales de ENFICC de plantas en operación, posteriormente el CND no debe contratar a un auditor para verificar las series de datos, dicho trabajo se dejará al auditor cuando la CREG convoque a una auditoria.

5. Finalmente, y como aprendizaje de la última auditoria de parámetros de las plantas hidráulicas, si en el informe final del auditor se encuentran discrepancias, el auditor debe solicitar al CND que se verifique la ENFICC con los parámetros auditados e incluir los resultados en el informe final. Esto aplica tanto para la verificación posterior de las series de datos luego de la declaración de parámetros, como cuando se convoque a una auditoria de todos los parámetros por aplicación el artículo 39 de la Resolución CREG 071 de 2006.

Con los cambios anteriores, el proceso de declaración de parámetros se agiliza y para las series de datos declaradas no se tendrán que repetir procesos cuando las mismas ya cuenten con una auditoria. Adicionalmente, se adelantará el trabajo de auditorías sobre las series declaradas, que se complementará para los otros parámetros cuando la CREG convoque a auditorias para un año en particular.

Se elimina también la problemática de conseguir dictaminadores, pues es el dictamen ya no aplica. Todo queda centralizado en un solo proceso que es el de auditoría y que es contratado desde el CND.

4.2 Auditoria de parámetros: especificaciones para el auditor y sobre la contratación

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Que se mantenga la responsabilidad en la contratación de las auditorías de parámetros declarados en el CND conforme el artículo 39 de la Resolución CREG 071 de 2006.
- b) Entendemos que cuando se hace mención de: “bases, alcance, verificación y tolerancia”, lo que se desea es que el C.N.O. incluya un procedimiento para cada parámetro nuevo definido en el modelamiento energético, similar al que se encuentra definido Numeral 6.3 del Anexo 6 de la Resolución CREG 071 de 2006, en donde para cada parámetro se tienen definidos los siguientes campos: Documento base, Alcance, Actividades, Tolerancia y Margen de error.

Análisis:

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 29 |

El comentario a) se acepta, es un error de redacción. El CND es el que debe contratar la auditoria conforme el anexo 6 y el artículo 39 de la Resolución CREG 071 de 2006, es decir, simplemente se direcciona a que se aplica la auditoria conforme ese artículo, el cual encarga al CND la contratación de la auditoria.

El comentario b) se acepta, se aclara que dichos documentos son para aplicación del auditor en la verificación de parámetros, como parte del proceso del anexo 6, numeral 6.3 de la Resolución CREG 071 de 2006. Dicho anexo debe ser incluido en un Acuerdo de C.N.O. y se publicará mediante Circular CREG para la aplicación del auditor. Se realizan cambios en la redacción.

4.3 Indisponibilidad Histórica Forzada (IHF)

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

Comentarios recibidos en Eólicas:

- a) El valor de IHF es muy alto para plantas con información reciente (año 1). Que se determine en Acuerdo C.N.O.
- b) IHF es alto, que el C.N.O lo determine en acuerdo para ONSHORE y OFFSHORE.

Comentarios recibidos en Solares:

- c) Si no son 24 horas y son 10 horas para el cálculo de energía, ¿cómo se calcula el IHF? Anexo 3 Res CREG 071 2006.
- d) Valor fijo de IHF del 1.5% para el primer y segundo año; las plantas solares son modulares, lo que permite hacer mantenimiento a una parte de la planta sin indisponer toda la planta.
- e) Que C.N.O. determine dichos valores.

Comentarios recibidos en Eólicas y solares:

- f) Que el proceso de IHF y su cálculo sea para plantas de este tipo.

Análisis:

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 30 |

En el documento soporte CREG-97.1¹⁴ de 2017 se presentó que se cumple con una curva de *Bathtub* para plantas eólicas, donde se demuestra que durante el primer año de operación es donde más se presentan fallas y conforme a esto se definió el valor de 10% en la anterior metodología, el cual es inferior que el de otras tecnologías. No tenemos mejor información que la literatura y en los documentos allegados no se demuestra con estadísticas u literatura el cambio de dicho valor.

Similarmente, en el documento soporte CREG-115¹⁵ de 2017 se hizo el análisis del IHF, se referenciaron varios estudios donde se encontró que dichas plantas presentan indisponibilidades entre [90% - 99%], es decir, existe gran variabilidad en ese rango. Por tal razón, en la anterior metodología, se usó el límite inferior del intervalo sobre lo encontrado en la literatura que brinda un grado de confianza del 100%. No tenemos mejor información que la literatura y en los documentos allegados no se demuestra con estadísticas u literatura el cambio de dicho valor.

En todo caso, ya existe la posibilidad en la regulación de tener un mejor IHF, para lo cual el agente puede modificarlo con garantías (Resolución CREG 071 de 2006).

En cuanto al proceso de cálculo de IHF por tipo de planta, en la Resolución CREG 071 de 2006 se tiene un proceso de cálculo de IHF el cual es general para todas las plantas. Difieren los valores de arranque (primer y segundo año) que dependen de la tecnología, pero a partir del año 3 la metodología es la misma.

En todo caso dichos valores de arranque (años 1 y 2), son inferiores a los de plantas hidráulicas y térmicas.

Aquí no se tiene la discusión de cómo debería ser la fórmula general para calcular IHF o su metodología, esto precisaría una discusión en una nueva resolución y además diferenciar por tecnologías.

4.4 Complementariedad

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

14

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/01819ded6512c5010525820c0073dfad/\\$FILE/D-97.1-17%20METODOLOG%C3%8DA%20PARA%20DETERMINAR%20LA%20ENERG%C3%8DA%20FIRME%20DE%20PLANTAS%20E%C3%93LICAS.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/01819ded6512c5010525820c0073dfad/$FILE/D-97.1-17%20METODOLOG%C3%8DA%20PARA%20DETERMINAR%20LA%20ENERG%C3%8DA%20FIRME%20DE%20PLANTAS%20E%C3%93LICAS.pdf)

15

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/f3e1767ba2c80cf20525821000801d37/\\$FILE/D-115-17%20ANALISIS%20DE%20COMENTARIOS%20A%20LA%20RESOLUCI%C3%93N%20CREG%20111%20DE%202017.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/f3e1767ba2c80cf20525821000801d37/$FILE/D-115-17%20ANALISIS%20DE%20COMENTARIOS%20A%20LA%20RESOLUCI%C3%93N%20CREG%20111%20DE%202017.pdf)

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 31 |

- a) Incluir un análisis de complementariedad más profundo. Incluir un nuevo producto (por ejemplo: trimestral u otros).
- b) Se propone hacer una revisión más profunda de la metodología propuesta para el cálculo de la ENFICC y la EDA que reconozca la complementariedad de los recursos renovables disponibles en el país.
- c) Que se les calcule horario, la propuesta resulta forzada, la energía se requiere que se encuentre disponible en las horas en que se necesita. Al parecer la metodología busca forzar la adopción de dicho pago constante.
- d) Otorgar energía en firme en casos en que se puede entregar de manera concreta, no promediada, en cuanto pone en riesgo la confiabilidad del sistema y es posible que encarezca el valor de la misma.
- e) La viabilidad de obtener energía en firme se dificulta por los promedios a los que se deben someter e implica que la ENFICC sea horaria y se pueda comprometer por horas con respaldos, lo cual encarece la energía final. La medida regulatoria debe coordinarse con nuevos modelos de mercado intradiario e intrahorario para que se compatibilicen con asignaciones parciales.

Análisis:

Como se evidencia en los documentos soporte CREG 701 006 de 2022¹⁶ y 701 007 de 2022¹⁷, la energía firme que pueden aportar las plantas eólicas y solares a nivel horario y diario es baja y, cuando se considera la ventana mensual, implícitamente se está aceptando una energía firme más grande con base en su complementariedad que si son regulables. Estas estimaciones se hicieron con los valores entregados por los mismos agentes para plantas que participaron en una subasta pasada del CxC.

Lo anterior significa que se asume que las variaciones en la producción de energía de corto plazo de estas plantas pueden ser compensadas por otras plantas del sistema, lo cual reconoce entonces la capacidad de estas plantas de aportar energía firme no

16

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/\\$FILE/D-701%20006-2022%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20E%20C3%93LICAS.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/$FILE/D-701%20006-2022%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20E%20C3%93LICAS.pdf)

17

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/\\$FILE/D-701%20007-22%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20SOLARES.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/$FILE/D-701%20007-22%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20SOLARES.pdf)

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 32 |

continuamente sino sobre un período de tiempo, así como su complementariedad con otras fuentes.

Por su parte, incluir un análisis de complementariedad que tuviera un análisis de la energía firme sistémico y no individual, representaría un cambio a la metodología del CxC de la Resolución CREG 071 de 2006 y no es el alcance previsto en la revisión de las metodologías. Esta y otras modificaciones del CxC serán consideradas por la comisión en los análisis futuros de la metodología, por ejemplo: otros tipos de productos (trimestrales, semestrales, etc), o que sean consideradas ventanas de cálculo diferentes a la mensual, como por ejemplo por franjas horarias.

Sobre el anterior particular, el de definir entregas de obligaciones horarias y no promediadas, esto se considera un cambio de metodología, puesto que la obligación de ENFICC de que trata la Resolución CREG 071 de 2006 se mide en kWh/día y no es el alcance previsto en la revisión aun modificar dicha medida.

4.5 Información por etapas: información de series de datos luego de asignación de OEF y antes de entrar en operación comercial

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Tener la posibilidad de que el reporte de información de un proyecto en desarrollo pueda ser complementada con datos reconstruidos, bajo los Acuerdos que defina el C.N.O. para tal fin, en aquellos casos que se presenten ventanas con ausencia de información.
- b) Dicha información no es necesaria, no genera valor agregado.
- c) Que se entregue la información reconstruida.
- d) Que se entregue la información de forma mensual.

Análisis:

En el caso de aceptar las solicitudes:

- i. Nunca instalarían torres de medición durante la etapa constructiva, puesto que la franja en que dicen “ventanas con ausencia” puede ser toda la ventana.
- ii. La Comisión precisa que se tengan las mediciones en sitio para un mejor cálculo de energía firme y así tener un mejor análisis posterior de las metodologías.

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 33 |

- iii. La información también se solicita para mejorar el planeamiento operativo eléctrico y para la construcción de las series históricas del recurso en Colombia, similar al caso de plantas hidráulicas.
- iv. La información se entrega mensual, así quedo en la propuesta, no obstante, como se indicará más adelante, el C.N.O. definirá la periodicidad.

Por las razones anteriores no se modifica la propuesta, se considera importante tener medición. Así:

- i. Las plantas que participan con datos en sitio ya cuentan con los sistemas de medida. Estas deben iniciar a enviarla cuando les sea notificada la OEF.
- ii. Las plantas que no participan con datos en sitio, se dará la posibilidad de tener un cálculo de ENFICC, pero que en todo caso podrá reevaluarse cuando se tengan datos en sitio. Los datos en sitio se solicitarán 7 meses después, lo que da un plazo suficiente para el desarrollo de los sistemas de medida.
- iii. En todo caso, en operación se solicita medición en sitio conforme la regulación vigente.

4.6 Información por etapas: información de plantas con OEF asignadas previamente

Sobre este punto se recibe de forma general los siguientes dos comentarios:

- a) Que la información a entregar una vez los proyectos se encuentren en operación comercial corresponda con aquella que estos tengan disponible.
- b) Que no se entregue la información de datos en sitio puesto que muchas veces se han removido las torres de medición.

Análisis:

Una de las ideas es recolectar la información faltante de los proyectos eólicos que participaron en la última asignación de OEF, con el fin de tener herramientas para reproducir el cálculo de la ENFICC para análisis ex post.

En cuanto a la medición en sitio, entendemos que participaron con datos en sitio y son plantas que ya llevan buen tiempo en desarrollo, no encontramos la razón del por qué no tienen medidas en sitio, si las mismas se piden incluso en operación. En todo caso se da un plazo de 3 meses para el inicio de envío de datos, puesto que ya cuentan con experiencia realizando este tipo de montajes, en caso lo hayan retirado.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 34 |

Por su parte, ya existe la Resolución CREG 060 de 2019 y 148 de 2021 donde se entregan modelos de la planta en operación, lo cual es lo solicitado en el comentario a).

4.7 Información por etapas: otras solicitudes

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Sugieren eliminar todo el capítulo.
- b) Se sugiere que el C.N.O. determine la forma de reportar la información, actualmente están con el SURER desarrollando un acuerdo que aplica previo a entrada en operación.
- c) Si la CREG considera que estos requisitos deben establecerse en la resolución, se sugiere que el reporte de la información se haga de manera anual y con resolución horaria.

Análisis:

En cuanto a eliminar el capítulo, no se acepta el comentario, esta información se considera necesaria, pues las plantas les fue asignada una OEF. No se encuentra una justificación del por qué eliminarlo.

Se aceptan los otros comentarios en cuanto a que el C.N.O defina la periodicidad del reporte y el cómo se envía al CND, y que se tendrá una máxima resolución horaria de las medidas, esto es: con registros cada 10 minutos, 15 minutos, 30 minutos u otros, pero máximo cada hora.

En cuanto a cómo se mide o que debe cumplir el sistema de medida, entendemos esto ya lo define el C.N.O.

4.8 ENFICC sin datos en sitio y valor de factor de ajuste en energía

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

Comentarios recibidos en solar y eólica:

- a) No debe darse la posibilidad de tener esta opción, los datos en sitio son fundamentales.

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 35 |

- b) Muy alto el factor de ajuste. No ajustar en más de 0.9.
- c) Que se multiplique por 0.8 con base en lo referenciado en el documento soporte.
- d) Que el factor de Ajuste lo determine el C.N.O. con base en la fuente secundaria utilizada.
- e) Que se tenga un estudio para establecer dicho factor.
- f) No es claro si la ENFICC se ajustará una vez se cuente con las mediciones en sitio y si ese diferencial entre la ENFICC inicial y la recalculada con mediciones en sitio, se podrá convertir en OEF.
- g) Que se pueda actualizar la ENFICC y la EDA.
- h) Que la ENFICC con y sin factor de ajuste pueda ser amparada con instrumentos financieros, como sucede con la ENFICC de plantas hidráulicas.
- i) Que se ajuste la ENFICC cuando se tengan los datos en sitio.

Comentarios recibidos en solar:

- j) Que no se pueda calcular ENFICC sin datos en sitio, es un riesgo para el sistema.
- k) Se sugiere multiplicar por 0.9.
- l) No es claro el factor de 0,6. Multiplicar por 0,75.
- m) Los datos del documento soporte muestran que la diferencia de ENFICC entre datos en sitio y sin datos en sitio son máximo 5%.
- n) Que se dejen declarar parámetros cuando la planta ya esté en construcción

Análisis:

No se toman los comentarios, esto dado que:

- i. Ya se está brindando la posibilidad de participación sin datos en sitio para la solar, antes no lo tenían. Anteriormente en la eólica tenían como valor de referencia un 6% y ahora se brinda la posibilidad de aplicar la metodología con datos en sitio con el propio modelo de la planta y hasta con un 60% de la energía calculada.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 36 |

Se podrá considerar más adelante en el tiempo un cambio de factor cuando se tenga historia de datos en sitio para estas plantas en Colombia.

- ii. El mecanismo del factor de ajuste no puede delegarse al C.N.O., pues existe un conflicto de interés por su conformación y consideramos que debe ser impuesto de forma general a cualquier planta que no tenga mediciones en sitio por medio de la regulación.
- iii. Las Resoluciones de consulta ya indicaban que la EDA se puede recuperar cuando se tengan datos en sitio.

Adicionalmente, para la ENFICC y la EDA, el mecanismo de ajuste ya está en la Resolución CREG 127 de 2020. En la resolución se incluye que la ENFICC se ajusta conforme la regulación vigente cuando se tengan datos en sitio.

- iv. En cuanto a ajustes de ENFICC antes de entrar en operación, cuando una planta participa en el CxC asume un riesgo, y no se puede permitir ajustar la ENFICC antes de su entrada en operación ya que fue objeto de una subasta y un mecanismo de competencia.

El valor restante de ENFICC quedará para asignaciones en próximas oportunidades.

Así, cuando la planta entre en operación y si tiene ENFICC más grande la podrá vender en el mercado secundario, pero una vez le hayan realizado la verificación de ENFICC.

En cuanto a la OEF, está queda fija, pues es producto de un proceso competitivo de asignación.

- v. Para plantas eólicas en el documento soporte CREG 701 006 de 2022 se tiene de la referencia citada que *un 5% de datos inexactos de medición del viento puede llevar a una imprecisión del 10% en el pronóstico de la energía anual generada, y además que, durante la etapa de prospectiva para la valoración del potencial energético del proyecto, fase durante la cual la incertidumbre del pronóstico de energía puede llegar a ser incluso de hasta el 50%.*

Con base en lo anterior se determinó el valor de 60%, el cual es inferior en ajuste para la energía que el 50% de la referencia y que aplica un valor medio anual y no a un valor mínimo de energía en un periodo de tiempo como lo es la ENFICC. Por su parte, en ninguna de las solicitudes de modificación se realiza una propuesta con base en un grupo de experiencias internacionales que tenga buen análisis o de la literatura que tenga un sustento para modificarlo.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 37 |

- vi. Para plantas solares en el documento soporte CREG 701 007 de 2022 se señala que:

(...) En la referencia citada se señalan incertidumbres observadas asociadas a la estimación del recurso solar con fuentes secundarias entre 9% y 16%, y también se indican diferencias observadas de estimaciones con diferentes fuentes secundarias entre 10% y 20%. Dado que la producción de energía de estas plantas también depende de otras variables, como la temperatura ambiente, si se considera el error compuesto la incertidumbre en la estimación de la producción de energía de un parque solar puede alcanzar valores bastante superiores a 20%, cuando no se tienen datos de medición en sitio (...)

Con base en lo anterior se identifica que un error compuesto (TA y GHI) podría introducir errores en el cálculo de la energía de hasta un 60%.

Incluso, para respaldar lo anterior, en uno de los comentarios allegados por desarrolladores (E2022012855), nos presentan la validación de los datos de irradiación de *Solargis*¹⁸. Dicha evaluación muestra errores¹⁹ máximos horarios de 16.8% en promedio para varias zonas geográficas del dato de GHI, error medido entre datos en sitio y datos de fuentes secundaria. En zona tropical el error es de hasta 20.8% para GHI, siendo Colombia mayormente tropical.

En dichos documentos allegados, no se identifican errores de medición de temperatura para varias zonas de un estudio concreto (solo un caso de estudio con algunos datos), pero se podría intuir que este incrementaría el error en el cálculo de la energía media (la cual es usada para el desarrollo de proyectos). En todo caso, es relevante realizar la observación que la energía media es diferente a la ENFICC, la cual corresponde a la mínima energía que se podría aportar con el propio recurso y es el objetivo de esta regulación.

Por su parte, el error compuesto en cada una de las variables impacta de forma proporcional el cálculo de la energía. Esto, pues de la metodología de cálculo de la Resolución CREG 201 de 2017, la formula contenida allí se basó en un estudio de consultoría²⁰ y donde se puede observar que tanto la GHI como la TA afectan de forma proporcional y directa la energía producida.

¹⁸ GLOBAL SOLAR ATLAS 2.0, VALIDATION REPORT, November 2019. The World Bank

¹⁹ Basados en el estadístico: *Root Mean Square Deviation (RMSD)*

²⁰

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/f3e1767ba2c80cf20525821000801d37/\\$FILE/ANEXO%201.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/f3e1767ba2c80cf20525821000801d37/$FILE/ANEXO%201.pdf)

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 38 |

vii. Respecto del comentario que hace referencia a un 5%, se identifica que este se refiere al valor de datos ausentes del año obligatorio de datos en sitio, no al de diferencia de ENFICC entre datos en sitio y sin datos en sitio.

viii. En las plantas hidráulicas el mecanismo de amparar con garantía energía firme por encima de la ENFICC se está reduciendo.

Igualmente, no consideramos apropiado que se pueda amparar una energía por encima de la ENFICC de la cual no se tiene certeza. Colombia aún no tiene la experiencia suficiente para brindar esa posibilidad, la cual repercute en la demanda.

ix. Finalmente, ninguno de los comentarios y documentos allegados nos brindan información de referencias internacionales o de artículos de investigación para demostrar los cambios solicitados en el cálculo de energía y cómo se afecta con estimación de variables en sitio o fuera de sitio.

En algunos comentarios se adjuntan ejemplos puntuales, pero no se puede generalizar para todos con un solo ejemplo. Se precisa de estudios de detalle, historia de datos e historia de operación de las plantas.

4.9 Desarrollo de modelamiento energético

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) El desarrollo del modelo debe estar en cabeza de la CREG, por transparencia y neutralidad frente al cálculo de ENFICC.
- b) La Comisión podría solicitar la información técnica necesaria al C.N.O., al CND o a los agentes del mercado, y a partir de allí establecer el modelo energético más adecuado para los parques eólicos y solares.
- c) Se sugiere mantener lo contratado por el C.N.O. con la Universidad de los Andes. Actualmente se tiene un contrato para desarrollar el modelo en Python. Y que el mantenimiento de la herramienta lo pueda hacer el C.N.O.
- d) Determinar quién será el encargado de administrar y mantener actualizada la metodología de modelamiento energético del parque.

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/f3e1767ba2c80cf20525821000801d37/\\$FILE/ANEXO%202.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/f3e1767ba2c80cf20525821000801d37/$FILE/ANEXO%202.pdf)

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 39 |

- e) Se tiene contrato que se renueva por año con la universidad de los Andes. Con este contrato han sido expedidos varios acuerdos y en algunos se tienen los modelos de cálculo y aplicativos.

Con base en lo anterior, el C.N.O. pone a disposición de la Comisión el desarrollo de los modelos, que hasta el momento ha hecho la Universidad de los Andes. La Comisión podría hacerse cargo de la administración, soporte, mantenimiento y mejoramiento, respetando los deberes y derechos de licencia. Hasta ahora los desarrollos son en un lenguaje de programación de software libre.

- f) Que la responsabilidad del desarrollo y administración del aplicativo para el cálculo de la ENFICC debe ser asumida por la Comisión. Por lo tanto, podría no ser necesario contar con un acuerdo para el modelamiento energético del C.N.O.
- g) Que el modelamiento sea con una herramienta reconocida.
- h) Que se seleccione un software comercial.

Análisis:

Primero se aclara que, si se permite que se use una herramienta de la industria, el CND no tendría como verificar la ENFICC, a no ser que este adquiriera todas las licencias de las herramientas que se usen, lo cual sería no apropiado. Así las cosas, en caso de utilizar herramientas de la industria, se tendría que migrar de nuevo a una función de conversión, una ecuación fija u otro mecanismo simplificado, lo que no es idóneo para tal verificación, dado que se podría no representar la energía que entrega una planta con sus propias características.

Por otra parte, en las consultas, inicialmente se propuso una tarea compartida: CND (desarrolla modelo) y C.N.O. establece el modelamiento energético en acuerdo; lo cual se considera apropiado en los términos que se describirán a continuación.

En primer lugar, el desarrollo que ha realizado la Universidad de los Andes se considera inmenso y de gran valor, es un trabajo de 5 años desarrollando la modelación y Acuerdos, que no se puede perder. Dichos avances están publicados en la página web del C.N.O.

Dado lo anterior, se aceptará que la Comisión publique el modelo de referencia para conservar las garantías de que todas las plantas usen el mismo y bajo responsabilidad de la Comisión. No obstante, el desarrollo del Acuerdo con las especificaciones del modelamiento energético continuará a cargo del C.N.O., y el desarrollo de la aplicación y actualización, a partir de los lineamientos de la Comisión y los Acuerdos de C.N.O., lo realizará el CND, quien finalmente será uno de los usuarios principales del mismo para la verificación de ENFICC.

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 40 |

El modelo de referencia que será publicado por la Comisión es el que tiene desarrollado el C.N.O. y a partir del cual el CND realizará las actualizaciones.

Lo anterior brinda mecanismos más ágiles de modificación de la metodología, y más ágiles de mantenimiento y actualización del modelo. No se encuentra una razón sustentada del por qué no puede reposar el mantenimiento y actualización del modelo en el CND, ya que estos deberán desarrollarlo con base en los Acuerdos que diseñe el C.N.O.

4.10 Modelamiento energético: plazos, periodicidad de revisión, salidas del modelo y diferenciación de onshore y offshore

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) En caso de que el CND mantenga la responsabilidad de desarrollar el aplicativo, que el Plazo sea de 4 meses (plazo anterior 2 meses).
- b) Recomiendan establecer tiempos que permitan un buen desarrollo de los acuerdos y de comentarios a los agentes.
- c) Que se le de 1 mes al C.N.O para el Acuerdo.
- d) En la revisión periódica del modelo, no decir que al menos cada 5 años, mejor decir que máximo cada 5 años.
- e) El modelo debe tener otras salidas: Serie extrapolada a altura de buje, serie de largo plazo calibrada a través de MCP, velocidades en cada turbina.
- f) Se sugiere diferenciar el modelamiento de plantas eólicas costa afuera de las de costa adentro y sus correspondientes parámetros. De igual forma, se sugiere que el detalle de las características y parámetros a tener en cuenta en la modelación sean definidas como parte del análisis técnico que realice el C.N.O. y que se consignen en el acuerdo correspondiente.

Análisis:

Como se mencionó en este documento anteriormente y dado que el CND solicita el plazo, la responsabilidad de tener un modelo actualizado y de su mantenimiento se delegará en el CND y, aceptando la solicitud, se brindará un plazo de 4 meses para dicha actualización, contados a partir de que el C.N.O finalice los Acuerdos de modelamiento energético.

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 41 |

En cuanto al tiempo del C.N.O. para desarrollar el modelamiento energético, consideramos es suficiente, puesto que han venido trabajando en los acuerdos de forma adelantada con la Universidad de los Andes. En todo caso, el tiempo se amplía en 4 meses calendario dado que se eleva a 15 días hábiles el tiempo de consulta de los Acuerdos.

En cuanto a tener un modelo diferente de Onshore y Offshore, en los lineamientos generales del modelamiento se indica que este tiene que tener en cuenta las particularidades de Offshore, pero el C.N.O. debe analizar la mejor alternativa, la cual podría ser diferenciar dos modelos energéticos, uno para cada uno.

En cuanto a los parámetros, como se mencionó antes en este documento, el C.N.O. diseña en el Acuerdo como un anexo cuáles parámetros son los que se deben declarar, posteriormente la CREG los expide mediante Circular. En todo caso, se aclara que las series de datos también son un parámetro a declarar que se debe incluir dentro de dicho Acuerdo y los cuales ya se establece el formato de declaración en la resolución, lo que resta es definir las particularidades de estas series de datos para aplicación en una auditoria para los efectos del numeral 6.3 del Anexo 6 de la Resolución CREG 071 de 2006.

En cuanto a las salidas que se pueden obtener del modelo desarrollado por el CND, corresponde inicialmente al C.N.O. definir cuáles son las salidas conforme el modelamiento energético, pero podran aumentarse si el CND lo considera conveniente, ya que en estos finalmente se establece la responsabilidad de su actualización. En todo caso, la salida mínima obligatoria es la energía horaria.

4.11 Modelamiento energético: comentarios adicionales sobre plantas solares

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Las plantas fotovoltaicas están entregando energía algunas desde poco antes de las 6 am y poco después de las 6 pm, se debería considerar la franja de 6 am a 6 pm.
- b) Que se permita las 24 horas del día o un periodo mayor (5:40 a.m - 6:20 p.m), para mitigar problemas cíclicos del sol.
- c) Que se permita todo dato donde exista irradiación solar. La hora de salida y puesta del sol depende del lugar geográfico del país
- d) En el cálculo de ENFICC fijo tener en cuenta el número de horas de la franja horaria.

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 42 |

- e) Incluir orografía del lugar y de accidentes geográficos, se debe incluir curva IV, coeficientes de pérdida por temperatura tanto de tensión, como de máxima potencia, coeficiente de ganancia de corriente por temperatura, NOCT (y NMOT), y otros factores que se dan generalmente en las fichas técnicas de los módulos solares. También el voltaje máximo en los strings en VCD. Tipo de inversores.

Análisis:

Se acepta el comentario de aumentar la franja horaria. Consideramos adecuado migrar la propuesta a lo que aplicaba anteriormente, es decir, se usaran datos donde se tenga irradiación solar diferente de cero. De esta forma se adecua a cualquier zona en Colombia.

En cuanto al comentario d), inicialmente entendemos se refiere al límite máximo de referencia para cálculo de la ENFICC, así las cosas, se acepta el comentario y se modifica la formula $24 \times CEN \times (1-IHF) \times 1000$, así: $12 \times CEN \times (1-IHF) \times 1000$. Lo anterior bajo el entendido de que ninguna planta solar está en capacidad de entregar más allá de su Capacidad Efectiva Neta por un periodo de doce horas continuas en un día, esto, pues el recurso solar no puede lograr dicha energía. Si el comentario d) se refiere a incluir la franja horaria dentro del modelamiento energético, el C.N.O. deberá prever en dicho modelo que se tomaran los datos de irradiación diferente de cero.

Los aspectos citados en el comentario e) pueden tenerse en cuenta en los Acuerdos C.N.O., aquí se fijan solo algunos mínimos a tener en cuenta en el modelamiento. También existe oportunidad de incluir más variables en el plazo de comentarios de los Acuerdos C.N.O.

4.12 Modelamiento energético: degradación de paneles solares

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) No es claro la metodología que deberá seguir el C.N.O. a la hora de integrar, dentro de sus modelos energéticos, la degradación de los paneles solares.
- b) De acuerdo con que se incluya la degradación.
- c) De acuerdo con incluir degradación, pero no en modelamiento energético. Por fuera afectando la ENFICC. Dado que se tienen 20 años, se puede ir afectando en el tiempo de cálculo.

Análisis:

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 43 |

La idea de la degradación de los paneles solares es tener en cuenta la edad de los mismos, dado que cada año se hace una verificación de la ENFICC, estos pueden irse deteriorando y la ENFICC podría ir disminuyendo.

En todo caso, el C.N.O. deberá tener en cuenta en la energía entregada del modelamiento energético que la energía de salida coincide con el cual se declara la ENFICC para un año t , para lo cual debe tener en cuenta los años anteriores al año t en que los paneles se encuentran en funcionamiento. Si no están operando pues no se tiene afectación. En caso de aplicarse la Resolución CREG 127 de 2020, la verificación tendrá en cuenta el tiempo de operación.

Se deja a libretar del C.N.O. incluir en el acuerdo las indicaciones para el reinicio del factor de degradación, donde entendemos que se podría tener una renovación total de los módulos solares u otras acciones. Así, dentro de los parámetros a definirse para la declaración, también podrán incluir información relativa a este hecho. En caso de una auditoria de parámetros, este podrá certificar dicha situación con la declaración de parámetros o con información que entregue el agente durante una auditoria para aclaraciones.

En todo caso, en las reglas se deja de forma general que deberá tenerse en cuenta el *Tiempo de operación de los paneles solares, utilizando el factor de degradación suministrado por el fabricante de los paneles*, y para su aplicación y especificaciones debe ser analizado por medio de un Acuerdo del C.N.O.

Con esto se busca que el agente realice las acciones pertinentes para mantener su parque en buenas condiciones cuando entre en operación y no exista un deterioro en su OEF y ENFICC con el tiempo.

4.13 ENFICC incremental

Sobre este punto se recibe el siguiente comentario:

- a) Por favor confirmar que procedimiento se aplica con la ENFICC "incremental" que se tendría cuando se pueda realizar la verificación de ENFICC al contar con los datos de medición en sitio según lo dispuesto en el artículo 3. Es decir: ¿Se tendría una ENFICC no comprometida?

Análisis:

La ENFICC incremental es un tema que se aplicó a plantas que tienen historia de operación, pero la CREG ha estado reduciendo gradualmente dicha alternativa para plantas hidráulicas.

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 44 |

En todo caso le aclaramos que las plantas solares y eólicas nunca han tenido ENFICC incremental. Tienen Energía Disponible Adicional (EDA), lo cual es diferente.

Igualmente, no consideramos apropiado que se pueda amparar una energía por encima de la ENFICC de la cual no se tiene certeza. Colombia aún no tiene la experiencia suficiente para brindar esa posibilidad, la cual repercute en la demanda.

4.14 ENFICC autogeneradores a gran escala

Sobre este punto se recibe el siguiente comentario:

- a) Sugerimos complementar las propuestas contenidas en las resoluciones del asunto, de tal forma que se consideren las variables necesarias para calcular la energía firme que los autogeneradores pueden entregar al sistema, abriendo así la posibilidad de optar por el Cargo por Confiabilidad

Análisis:

La presente resolución no busca definir la metodología de dichos recursos. Esto se analizará en resolución aparte pues deben tener condiciones especiales de medición y de pronóstico de su demanda. Esto será abordado en un complemento al estudio de métricas de confiabilidad u otros estudios para este tipo de recursos.

4.15 ENFICC de plantas no despachadas centralmente (PNDC)

Sobre este punto se recibe el siguiente comentario:

- a) Ajustar la ENFICC de las PNDC solares puesto que el 35% no aplica para esta tecnología

Análisis:

La presente resolución no está analizando las metodologías de ENFICC de las plantas no despachadas centralmente, estas se analizarán en resolución aparte.

4.16 Mediciones en sitio y relación con la resolución CREG 075 de 2021

Sobre este punto se recibe el siguiente comentario:

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 45 |

- a) Afirman que la CREG está siendo coherente con que las mediciones en sitio son una barrera y la asocian a la Resolución CREG 075 de 2021.

Análisis:

Sobre este punto se entiende que los agentes podrían entender que se elimina el requisito de mediciones en sitio para aplicación de la Circular CREG 058 de 2021 que tiene relación con la Resolución CREG 075 de 2021.

Sobre el anterior particular, para el año 2002 estaba previsto no tener datos en sitio, conforme la indicación transitoria de la Circular CREG 058 de 2022.

En todo caso, se analizará la opción de modificar la Circular para permitir aplicarla con fuentes secundarias. Mientras no ocurra lo anterior, se entiende que el Cargo por Confiabilidad y la solicitud de capacidad de transporte son circunstancias diferentes. Mas aun cuando en la propuesta de metodologías de ENFICC se solicita tener medición en sitio luego de un tiempo de siete meses, cuando se participa sin datos en sitio.

4.17 Formatos de declaración de parámetros: identificación de datos en sitio

Sobre este punto se recibe el siguiente comentario:

- a) No se identifica en dichos formatos si la información fue tomada en el sitio de la planta

Análisis:

Se acepta el comentario, se especificará si son o no tomados en sitio.

4.18 Definición de una lista mínima de auditores

Sobre este punto se recibe el siguiente comentario:

- a) Que la lista autorizada por el C.N.O. tenga pluralidad de posibles contratistas, en la actualidad la lista para esto solo tiene 2 posibilidades.

Análisis:

A partir del análisis que se presentó con anterioridad en este documento y de la reunión que se sostuvo con el C.N.O. y CND, se identifica que es difícil encontrar auditores, por lo tanto, es mejor no imponer una cantidad mínima de auditores.

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 46 |

4.19 Transición

Sobre este punto se recibieron los siguientes comentarios y solicitudes de aclaración, los cuales se organizan de forma resumida:

- a) Que haya una transición para las plantas, de tal forma que el plazo para acogerse al mecanismo de tomadoras del Cargo por Confiabilidad esté armonizado con el plazo que se dará al C.N.O. y al CND para implementar la Resolución definitiva. Esto implica que el plazo sea posterior al 30 de noviembre de 2022 indicado en la Res. 101 004-2022.
- b) Que se extienda el plazo hasta febrero de 2022 de tomadores del CxC.
- c) No tener una metodología impacta en particular a proyectos de la subasta CLPE 03 de 2021, a los cuales se amplió el plazo para aplicar como Tomadores del Cargo para los periodos 2023-2024 y 2024-2025 en la resolución CREG 101 004 de 2022.
- d) Solicitamos extender el plazo al 30 de noviembre de 2023 para ingresar y obtener Obligaciones de Energía Firme como Tomadores del Cargo, a los proyectos de la subasta CLPE 03 de 2021.
- e) Tener en cuenta que se viene una subasta, se debe proporcionar una metodología.

Análisis:

El plazo para aplicar a los tomadores de cargo de los periodos 2023-2024 y 2024-2025 se vencía en noviembre de 2022. Esta resolución no busca modificar tales plazos.

En todo caso, el mecanismo de tomadores sigue vigente para periodos no asignados, en los cuales pueden participar. Para lo anterior se aplicará la metodología que se encuentre vigente.

En todo caso, se encuentra conveniente definir una transición de aplicación de las metodologías de ENFICC.

La alternativa que se encuentra es que se apliquen las metodologías anteriores transitoriamente, es decir, las Resoluciones CREG 201 de 2017 y 167 de 2017, esto mientras ocurren los siguientes tres hitos: 1) el C.N.O. termina los Acuerdos, 2) CND actualiza el modelo, y 3) la CREG publica el modelo actualizado.

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 47 |

Cuando ocurran los tres hitos anteriores, la dirección ejecutiva de la Comisión lo informará mediante circular y se iniciará a aplicar la nueva metodología, quedando derogadas las Resoluciones CREG 201 de 2017 y 167 de 2017 a partir de la expedición de dicha circular.

Un ejemplo del esquema de derogación anterior puede encontrarse en las Resoluciones CREG 101 019 de 2022 (DDV) y la Resolución CREG 240 de 2020 (CROM).

En todo caso, se identifica que la preocupación de los desarrolladores para pronta participación en mecanismos del CxC es la de contar con una campaña de medición en sitio. Por lo tanto, se flexibiliza en la aplicación de las metodologías anteriores, Resoluciones CREG 201 de 2017 y 167 de 2017, el uso de estas sin el requisito de tener datos en sitio, pero siendo la energía final calculada afectada con el factor de 0,6 definido en la presente medida regulatoria. Y para ser consistentes, la EDA será cero, mientras se realiza una verificación de ENFICC.

Para lo anterior, se crearán artículos transitorios para la aplicación, y que analizan ambas metodologías y especifican particularidades para cuando no se usan datos en sitio para evitar malinterpretaciones.

5. PROPUESTA FINAL

Teniendo en cuenta la expedición de los proyectos de Resolución CREG 701 008 de 2022 y 701 009 de 2022 y los comentarios recibidos, se propone expedir una resolución definitiva que considere los cambios anunciados en el análisis de comentarios.

De forma resumida, se presenta la propuesta final de forma esquemática por tema y decisión:

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 48 |

| TEMA | Resolución Definitiva Plantas eólicas | Resolución Definitiva Plantas solares |
|--------------------------------|--|--|
| Serie de datos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 10 años o mas datos 1 año de datos en sitio diezminutal 9 años Método extrapolación Serie Vientos - Factor Pearson 0,85 ▪ Se usaran datos en sitio cada vez que se tengan mas mediciones | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 10 años o mas datos 1 año de datos en sitio horario 9 años Método extrapolación Serie temp. Ambiente - Factor Pearson 0,84 Serie irradiación - Factor Pearson 0,9 ▪ Se usaran datos en sitio cada vez que se tengan mas mediciones |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamiento de datos inválidos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamiento de datos inválidos |
| Modelamiento Energético | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Metodología: Acuerdo C.N.O. ▪ Revisión C.N.O.: máximo cada 5 años ▪ Actualización y mantenimiento: CND ▪ Datos de Entrada <p><i>Algunos datos: serie de datos, ubicación del parque, orografía de terreno, rugosidad del terreno, densidad del aire, altura de buje, curva de potencia del aerogenerador, pérdidas, IHF, OFFSHORE, ONSHORE</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Datos de Salida <p>Energía kWh – horaria u otros que se consideren</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Metodología: Acuerdo C.N.O. ▪ Revisión C.N.O.: máximo cada 5 años ▪ Actualización y mantenimiento: CND ▪ Datos de Entrada <p><i>Algunos datos: serie de datos (cuando se tenga irradiación), eficiencia paneles, tipo tecnología, tipo estructura, numero inversores y sus características técnicas, pérdidas, IHF, Tiempo de operación paneles.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Datos de Salida <p>Energía kWh – horaria u otros que se consideren</p> |

| TEMA | Resolución Definitiva Plantas eólicas | Resolución Definitiva Plantas solares |
|--|---|--|
| Calculo ENFICC y EDA Con datos en sitio | <p>A partir de modelamiento energético se obtiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para cada mes E_{ma} = Energía mensual agregada (a partir del registro horario) • $E_m = E_{ma} / \#días\ mes \{kWh/día\}$ • ENFICC eólica = Mínimo { min {Em de diez años o mas}, $24 \times CEN \times (1-IHF) \times 1000$ } kWh/día • ENFICC solar = Mínimo { min {Em de diez años o mas}, $12 \times CEN \times (1-IHF) \times 1000$ } kWh/día ▪ También se tiene el calculo de la EDA: energia disponible adicional. | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 49 |

| TEMA | Resolución Definitiva Plantas eólicas | Resolución Definitiva Plantas solares |
|---|---|--|
| <p>Calculo ENFICC y EDA</p> <p>Sin datos en sitio</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplican la misma metodología de plantas con datos en sitio ▪ Usan todos los datos de satélite o fuentes secundarias ▪ La ENFICC se afecta con un valor de 0,6 ▪ La EDA es cero | |
| <p>Plazo C.N.O y CND para las tareas asignadas</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ C.N.O.: acuerdos para definición de modelación 4 meses. Periodo de consulta terceros 15 días hábiles. ▪ CREG publica modelo que tiene adelantado el C.N.O. ▪ CND: actualización del modelo: 4 meses a partir de que el C.N.O termine. También se encarga del mantenimiento. Nuevas actualizaciones se envían a la comisión para nuevas publicaciones. | |

| TEMA | Resolución Definitiva Plantas eólicas | Resolución Definitiva Plantas solares |
|---|---|--|
| <p>Declaración de parámetros</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se declaran conforme sistema unificado de información del CxC (SUICC), Resolución CREG 101 024 de 2022. ▪ No se debe contar con dictamen técnico de los datos en la declaración. Pero existe auditoria luego de la asignación de OEF para lo cual se aplica la Res. CREG 071 de 2006. | |
| <p>Auditoria de parámetros</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se mantiene misma regla: cuando la CREG lo decida (aplica generalmente a todas las plantas que tienen OEF para el año que se va auditar) ▪ Se verifican IHF, CEN, y los parámetros definidos en el modelamiento energético. ▪ El auditor verifica que se cumplan con los lineamientos de las series de datos y con los Acuerdos del C.N.O. Las series de datos que ya tengan auditoria no deben ser nuevamente auditados. ▪ El auditor es seleccionado de una lista del C.N.O. ▪ El auditor entrega un informe. Las conclusiones del auditor se comparten con el agente antes de su versión final. En caso de discrepancias se pide al CND el calculo de ENFICC y se incluye en el informe. | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 50 |

| TEMA | Resolución Definitiva Plantas eólicas | Resolución Definitiva Plantas solares |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Información por etapas y - Información de plantas existentes con OEF | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Etapa previo a declaración de ENFICC <ul style="list-style-type: none"> ✓ Todos los parámetros y datos usados para el modelamiento energético ▪ Etapa entre la asignación de OEF y hasta la puesta en operación <ul style="list-style-type: none"> ✓ Envío de la información de medición en sitio al CND. ✓ Si participo con datos en sitio, la inicia a enviar en el mes siguiente de que el ASIC le haya certificado la OEF ✓ Si participo sin datos en sitio, la inicia a enviar en el mes 7 siguiente de que el ASIC le haya certificado la OEF ✓ El C.N.O. determina la forma de envío. ▪ Información de plantas con OEF <ul style="list-style-type: none"> ✓ Enviar la información con que participaron por OEF del modelamiento energético y que no esta disponible. C.N.O. determina la forma de envío. ✓ Enviar el reporte de variables luego de tres meses de vigencia de la Resolución (esta aplica sin esperar los Acuerdos C.N.O.). C.N.O. determina la forma de envío | |

| TEMA | Resolución Definitiva Plantas eólicas | Resolución Definitiva Plantas solares |
|------------|--|--|
| Transición | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se aplica metodología de ENFICC anterior, mientras se tienen los Acuerdos y modelos actualizados y publicados. ▪ La CREG informa mediante circular CREG cuando se cumpla con lo anterior y a partir de ese momento se derogan las metodologías anteriores. ▪ Solo existe una orden que inicia a cumplirse a partir de la expedición de la resolución: las plantas con OEF previas deben iniciar a partir del tercer mes a enviar información de medición en sitio. | |

6. CONCLUSIONES

La Comisión considera que los cambios establecidos en las resoluciones definitivas resuelven los problemas planteados que se tiene hoy en día, los cuales fueron mencionados en los documentos soporte CREG 701 006 de 2022²¹ y 701 007 de 2022²².

21

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/\\$FILE/D-701%20006-2022%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20E%20C3%93LICAS.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/66e2d3307b5a369d052588840074ecb4/$FILE/D-701%20006-2022%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20E%20C3%93LICAS.pdf)

22

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/\\$FILE/D-701%20007-22%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20SOLARES.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e3f320f5a00a35bc0525888400782e0c/$FILE/D-701%20007-22%20AJUSTES%20A%20LA%20METODOLOG%20C3%8DA%20DE%20C%3%81LCULO%20DE%20ENFICC%20DE%20PLANTAS%20SOLARES.pdf)

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 51 |

Luego del proceso de consulta, las resoluciones definitivas consideraron la mayoría de los comentarios propuestos por considerarlos pertinentes para la retroalimentación de la obtención de la energía firme que finalmente queda diseñada por medio de una metodología de modelamiento energético, el cual se adecua a las particularidades de cada planta.

Además, dicho modelo queda automatizado en el tiempo, es decir, contiene una auto revisión periódica para sus justes y nueva aplicación, lo cual hace más eficientes cambios tecnológicos que se presenten sin necesidad de intervención regulatoria, con todas sus etapas (investigación, análisis de cambios, contratación de estudios, comité de expertos, consultas, aprobación en sesiones CREG y repetir todas las anteriores tanto para las consultas de como para la definitiva).


Solo algunos aspectos se dejan a decisión regulatoria por el grado de compromiso que se adquiere con dichas decisiones, por ejemplo: el grado de afectación del cálculo de la energía sin datos en sitio o los factores de correlación de Pearson los cuales definen el grado de calidad de las series a utilizar, todo lo anterior para garantizar una ENFICC confiable.

Finalmente, también se incluye una transición. Dicha transición flexibiliza aplicar las mismas metodologías actuales sin datos en sitio, mientras se expiden los nuevos modelos de cálculo.

7. CUESTIONARIOS DE ABOGACÍA DE LA COMPETENCIA – SIC

A continuación, se presentan los cuestionarios de abogacía de la competencia para cada una de las resoluciones CREG.

7.1 Definición de metodología de cálculo de energía firme para el cargo por confiabilidad de plantas eólicas

| | | |
|---|--|--|
|  | <p align="center">CUESTIONARIO DE ABOGACÍA DE LA COMPETENCIA - ACTOS ADMINISTRATIVOS EXPEDIDOS CON FINES REGULATORIOS</p> | |
| <p>OBJETO DEL PROYECTO DE REGULACIÓN:</p> | <p><u>Definición de metodología de cálculo de energía firme</u></p> | <p align="center">No. DE RESOLUCIÓN O</p> |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | |
|--|--|-------------------|
| <p>Proceso REGULACIÓN</p> | <p>Código: RG-FT-005</p> | <p>Versión: 1</p> |
| <p>Documento DOCUMENTO CREG</p> | <p>Fecha última revisión: 14/11/2017</p> | <p>Página: 52</p> |

| | | | | |
|----------------------------|---|---|--------------------|----------------------|
| | para el cargo por confiabilidad de plantas eólicas | ACTO: CREG 101 006 de 2023 y CREG 101 007 de 2023. | | |
| ENTIDAD QUE REMITE: | COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS | | | |
| CUESTIONARIO | | | | |
| PREGUNTA | S | N | EXPLICACIÓN | OBSERVACIONES |
| | I | O | | |
| 1. | ¿La regulación limita el número o la variedad de las empresas en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto: | | | |
| a) | Otorga derechos exclusivos a una empresa para prestar servicios o para ofrecer bienes. | | X | |
| b) | Establece licencias, permisos, autorizaciones para operar o cuotas de producción o de venta. | | X | |
| c) | Limita la capacidad de cierto tipo de empresas para ofrecer un bien o prestar un servicio. | | X | |
| d) | Eleva de manera significativa los costos de entrada o salida del mercado para las empresas. | | X | |
| e) | Crea una barrera geográfica a la libre circulación de bienes o servicios o a la inversión. | | X | |
| f) | Incrementa de manera significativa los costos: | | | |
| i) | Para nuevas empresas en relación con las empresas que ya operan en un mercado o mercados relevantes relacionados, o | | X | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 53 |

| | | | | | | |
|-----------|---|--|--|---|--|--|
| | ii) | Para unas empresas en relación con otras cuando el conjunto ya opera en uno o varios mercados relevantes relacionados. | | X | | |
| 2. | ¿La regulación limita la capacidad de las empresas para competir en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto: | | | | | |
| a) | Controla o influye sustancialmente sobre los precios de los bienes o servicios o el nivel de producción. | | | X | | |
| b) | Limita a las empresas la posibilidad de distribuir o comercializar sus productos. | | | X | | |
| c) | Limita la libertad de las empresas para promocionar sus productos. | | | X | | |
| d) | Otorga a los operadores actuales en el mercado un trato diferenciado con respecto a las empresas entrantes. | | | X | | |
| e) | Otorga trato diferenciado a unas empresas con respecto a otras. | | | X | | |
| f) | Limita la libertad de las empresas para elegir sus procesos de producción o su forma de organización industrial. | | | X | | |
| g) | Limita la innovación para ofrecer nuevos productos o productos existentes pero bajo nuevas formas. | | | X | | |
| 3. | ¿La regulación implica reducir los incentivos de las empresas para competir en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto: | | | | | |
| a) | Genera un régimen de autorregulación o correulación. | | | X | | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 54 |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|
| b) | Impone la obligación de dar publicidad sobre información sensible para una empresa que podría ser conocida por sus competidores (por ejemplo precios, nivel de ventas, costos, etc.) | | X | | |
| CONCLUSIONES | | | | | |
| El proyecto no debe ser presentado para concepto de abogacía de la competencia. De acuerdo con los análisis de la Comisión, se considera que la resolución definitiva no afecta la competencia en los procesos de cálculo de energía firme del cargo por confiabilidad ni tampoco afecta la competencia del mercado de energía mayorista en el país. Lo anterior, toda vez que la resolución tiene como objetivo establecer una metodología de cálculo de energía firme para plantas eólicas de forma centralizada y transparente. | | | | | |

7.1 Definición de metodología de cálculo de energía firme para el cargo por confiabilidad de plantas solares fotovoltaicas

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | | CUESTIONARIO DE ABOGACÍA DE LA COMPETENCIA - ACTOS ADMINISTRATIVOS EXPEDIDOS CON FINES REGULATORIOS | |
| OBJETO DEL PROYECTO DE REGULACIÓN: | Definición de metodología de calculo de energía firme para el cargo por confiabilidad de plantas solares fotovoltaicas | No. | DE RESOLUCIONES O ACTOS: CREG 101 006 de 2023 y CREG 101 007 de 2023. |
| ENTIDAD QUE REMITE: | COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS | | |
| CUESTIONARIO | | | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 55 |

| PREGUNTA | | S | N | EXPLICACIÓN | OBSERVACIONES |
|-----------|--|---|---|-------------|---------------|
| | | I | O | | |
| 1. | ¿La regulación limita el número o la variedad de las empresas en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto: | | | | |
| a) | Otorga derechos exclusivos a una empresa para prestar servicios o para ofrecer bienes. | | X | | |
| b) | Establece licencias, permisos, autorizaciones para operar o cuotas de producción o de venta. | | X | | |
| c) | Limita la capacidad de cierto tipo de empresas para ofrecer un bien o prestar un servicio. | | X | | |
| d) | Eleva de manera significativa los costos de entrada o salida del mercado para las empresas. | | X | | |
| e) | Crea una barrera geográfica a la libre circulación de bienes o servicios o a la inversión. | | X | | |
| f) | Incrementa de manera significativa los costos: | | | | |
| i) | Para nuevas empresas en relación con las empresas que ya operan en un mercado o mercados relevantes relacionados, o | | X | | |
| ii) | Para unas empresas en relación con otras cuando el conjunto ya opera en uno o varios mercados relevantes relacionados. | | X | | |
| 2. | ¿La regulación limita la capacidad de las empresas para competir en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto: | | | | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 56 |

| | | | | | |
|---------------------|---|--|---|--|--|
| a) | Controla o influye sustancialmente sobre los precios de los bienes o servicios o el nivel de producción. | | X | | |
| b) | Limita a las empresas la posibilidad de distribuir o comercializar sus productos. | | X | | |
| c) | Limita la libertad de las empresas para promocionar sus productos. | | X | | |
| d) | Otorga a los operadores actuales en el mercado un trato diferenciado con respecto a las empresas entrantes. | | X | | |
| e) | Otorga trato diferenciado a unas empresas con respecto a otras. | | X | | |
| f) | Limita la libertad de las empresas para elegir sus procesos de producción o su forma de organización industrial. | | X | | |
| g) | Limita la innovación para ofrecer nuevos productos o productos existentes pero bajo nuevas formas. | | X | | |
| 3. | ¿La regulación implica reducir los incentivos de las empresas para competir en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto: | | | | |
| a) | Genera un régimen de autorregulación o correulación. | | X | | |
| b) | Impone la obligación de dar publicidad sobre información sensible para una empresa que podría ser conocida por sus competidores (por ejemplo precios, nivel de ventas, costos, etc.) | | X | | |
| CONCLUSIONES | | | | | |

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 57 |

El proyecto no debe ser presentado para concepto de abogacía de la competencia. De acuerdo con los análisis de la Comisión, se considera que la resolución definitiva no afecta la competencia en los procesos de cálculo de energía firme del cargo por confiabilidad ni tampoco afecta la competencia del mercado de energía mayorista en el país. Lo anterior, toda vez que la resolución tiene como objetivo establecer una metodología de cálculo de energía firme para plantas solares de forma centralizada y transparente.

D-101 003 -2023 ANÁLISIS DE COMENTARIOS RESOLUCIONES CREG 701 008 DE 2022 Y 701 009 DE 2022- AJUSTES A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ENFICC DE PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS

| | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|------------|
| Proceso | REGULACIÓN | Código: RG-FT-005 | Versión: 1 |
| Documento | DOCUMENTO CREG | Fecha última revisión: 14/11/2017 | Página: 58 |

8. ANEXO: DOCUMENTO DE RESPUESTA A COMENTARIOS

ANEXO 1: DOCUMENTO DE EXCEL CON COMENTARIOS ALLEGADOS A PLANTAS SOLARES Y EOLICAS Y LAS RESPUESTAS