

Consejo Nacional de Operación CNO

Bogotá, agosto 21 de 2015

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG)
No. RADICACION: E-2015-008569 24/Ago/2015-16:23:31
MEDIO: CORREOS No. FOLIOS: 1 ANEXOS: ARCHIVO
CREG
ORIGEN CONSEJO NACIONAL DE OPERACION -CNO-
DESTINO Jorge Pinto

Doctor
JORGE PINTO NOLLA
Director Ejecutivo
COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS – CREG
Av. 116 No. 7-15 Edificio Cusezar Int. 2 Oficina 901
Bogotá D.C.

CREG 24 AUG 2015 9:38

Asunto: Presentación de avance y solicitud de ampliación del plazo designado al CNO para dar cumplimiento a lo dictado en la resolución CREG 061 de 2015

Respetado Doctor Pinto.

Como parte de las tareas asignadas al Consejo Nacional de Operación, según lo previsto en el numeral iii del artículo 5 de la Resolución CREG 061 de 2015, relacionada con la metodología de cálculo de la ENFICC para las centrales eólicas, presentamos a continuación algunos comentarios y sugerencias a dicha metodología y ponemos a su consideración la solicitud formal de ampliación del plazo previsto para la entrega del protocolo de verificación y medición de parámetros solicitado al CNO, el cual vence el 31 de agosto de 2015.

Teniendo en cuenta los ejercicios realizados por la Comisión de Trabajo de Eólicas que conformó el CNO, consideramos prudente verificar y analizar los aspectos que se resumen a continuación, con el fin de desarrollar una metodología robusta para el cálculo de la ENFICC. En este sentido, solicitamos un plazo adicional de 2 meses, para que podamos seguir trabajando en la simulación de la metodología propuesta por la CREG y podamos realizar el protocolo en detalle.

Así mismo, ponemos a consideración de la Comisión, la creación de un grupo de trabajo conjunto que incluya a los asesores de la CREG, la Comisión de Trabajo de Eólicas del CNO y profesionales del IDEAM, para analizar y contribuir en el desarrollo y aplicación de la metodología para el cálculo de la ENFICC de las plantas eólicas.

A continuación se presentan los principales hallazgos y comentarios sobre el avance realizado por el CNO:

1. La totalidad de la curva de potencia Vs. velocidad del viento de un aerogenerador o planta eólica, mencionada el numeral 2, artículo 1, no se puede representar fielmente por un polinomio cúbico. Esto fue comentado por uno de los agentes en la etapa de consultas de la resolución y contestado por la CREG en el documento 040 del 8 de Mayo de 2015. La curva de potencia Vs. velocidad del viento se podría representar de manera más precisa mediante interpolaciones lineales entre puntos de los datos tabulados garantizados que se pueden obtener tanto para un aerogenerador como para una planta eólica, mejorando la confiabilidad del resultado. Adicionalmente se solicita que se aclare si la curva de potencia Vs. velocidad del viento mencionada en dicho numeral representa a cada aerogenerador o representa la planta eólica.

2. En el párrafo 3 del artículo 1 se prevé: *“En caso de no contar con las suficientes medidas de velocidades de viento en el sitio de la planta, el agente deberá presentar un dictamen para desarrollar una estimación de las series históricas de las velocidades de viento, partiendo de mediciones en el sitio de la planta y de las series de velocidades de viento históricas conocidas de otros puntos para cada diez minutos certificadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales de Colombia, IDEAM. Las series de velocidad de viento estimadas deberán tener características estadísticas equivalentes, con un nivel de confianza superior al 95%, respecto a las mediciones de velocidades de viento en el sitio de la planta”.*

Al respecto se tienen los siguientes comentarios:

a) En el comunicado IDEAM 2015000003581 del 31 de julio de 2015, cuya copia se adjunta, dirigido al Consejo Nacional de Operación, el IDEAM confirma que puede “verificar” las series de vientos; sin embargo el comunicado no menciona la posibilidad de “certificar” series, creando la duda sobre el objeto y alcance de cada posibilidad. Adicionalmente la entidad aclara que actualmente no posee las capacidades logísticas para cumplir con la función de verificar series.

b) El Consejo Nacional de Operación considera que existen otras fuentes de información (por ejemplo, reanalysis o series de otros promotores) que podrían cumplir con los requisitos técnicos utilizados en la industria eólica para la estimación de series y que pueden ser verificados por las personas autorizadas para la elaboración del dictamen técnico, dadas las limitaciones de información disponibles y las dificultades de “verificación” expresadas por el IDEAM en el literal anterior.

c) Se han realizado algunos análisis estadísticos utilizando series de reanálisis generadas con resolución horaria por MERRA (MODERN ERA RETROSPECTIVE-ANALYSIS FOR RESEARCH AND APPLICATIONS) y al ser comparadas con series de velocidad de viento medidas en alguna estación

particular, se han obtenido resultados que evidencian que las correlaciones son bajas cuando son utilizadas las series horarias (mínima resolución de estos datos), pero mejoran a medida que las series son agregadas con una resolución más amplia, pasando de medidas de R^2 de 0.4 para series horarias a 0.8 para series agregadas mensualmente; de lo cual, puede inferirse que las series diezminutales no presentarían correlaciones altas. Adicionalmente se pudo comprobar que el error entre las series extrapoladas y las medidas disminuye a medida que se aumenta el nivel de agregación.

d) Es importante que la CREG precise el alcance de la exigencia respecto a las características estadísticas equivalentes y el nivel de confianza del 95%.

Se anexa la presentación del CNO a la CREG en reunión realizada el 19 de agosto de 2015.

Quedamos pendientes de cualquier aclaración o ampliación de la información que aquí se presenta.

Atentamente,



ALBERTO OLARTE AGUIRRE
Secretario Técnico

Adjunto lo anunciado

AVANCES EJECUCIÓN DEL MANDATO REGULATORIO DE LA RESOLUCIÓN CREG 061 DE 2015

“Por la cual se modifica la metodología para determinar la energía firme de plantas eólicas, definida en la Resolución CREG 148 de 2011 y se dictan otras disposiciones.”

19 de agosto de 2015

Agenda

1. Objetivo
2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015
 - 2.1 Lista Dictamen Técnico
 - 2.2 Modelo de aproximación curva de potencia
 - 2.3 Certificación series IDEAM
 - 2.4 Propuesta para utilizar series reanalysis
 - 2.5 Análisis nivel de confianza del 95%
3. Conclusiones
4. Recomendaciones

1. Objetivo

Presentar a la CREG los resultados de los avances en la ejecución del mandato regulatorio dado al CNO en la Resolución CREG 061 de 2015

2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

2.1 Lista Dictamen Técnico

En el Parágrafo 3 del Artículo 1 de la Resolución se prevé que el CNO debe definir la lista de personas naturales o jurídicas autorizadas para elaborar el dictamen técnico.

Se definió incluir en el listado aquellas firmas asociadas a MEASNET que ofrecen los servicios de "Site Assessment". Como criterio adicional se definió la posibilidad de incluir nuevas firmas que cuenten con estudios técnicos en parques eólicos con capacidades que sumen al menos 1000 MW.

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| • Deutsche WindGuard | • Windtest-Grevenbroich |
| • Barlovento | • DNV GL |
| • Wind-Consult | • Megajoule |
| • CRES | • Windtec |
| • DEWI | • Normawind |
| • DTU Wind Energy | • AWS Truepower |
| | • Natural Power |

2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

2.2 Modelo de aproximación curva de potencia

En el Literal a. del Numeral 2. del Artículo 1, se establece lo siguiente:

a. A partir de la curva de diseño de potencia contra velocidades de viento (v) de cada aerogenerador que conforme una planta de generación eólica, se realizará un ajuste a un polinomio cúbico de la forma $a \cdot v^3 + b \cdot v^2 + c \cdot v + d$, donde los parámetros a , b , c , y d resultarán de aplicar el proceso de ajuste de mínimos cuadrados. El ajuste se deberá realizar para el rango de operación de la curva de diseño, el cual es definido entre una velocidad de viento mínima y máxima.

Tanto los Factores de Conversión a , b , c y d como el rango de operación de una planta eólica definido por una velocidad de viento mínima y máxima, serán objeto de verificación mediante un dictamen técnico contratado por el agente interesado cumpliendo lo dispuesto en el Anexo de la Resolución 061 de 2015.

¿El ajuste se debería hacer para la planta o para aerogeneradores?

2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

2.2 Modelo de aproximación curva de potencia

En el numeral 2. del Artículo 1, se establece el uso del siguiente modelo matemático para la aproximación de la curva de potencia de un aereogenerador mediante una ecuación:

$$E_M [kWh / día] = \min \left\{ \frac{\sum_{10m\Omega M} \frac{1}{6} \times (a \cdot v^3 + b \cdot v^2 + c \cdot v + d)}{\# \text{ diasmes}}, 24 \cdot 1000 \cdot CEN \cdot (1 - IHF) \right\}$$

donde:

- E_M : Energía de una planta eólica en el mes M (kWh / día)
- v : Velocidad del viento para cada diez minutos (m/s)
- IHF : Indisponibilidad Histórica Forzada
- CEN : Capacidad Efectiva Neta (MW)
- $10m\Omega M$: Todos los datos de velocidades de viento de cada diez minutos asociadas al mes M

2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

2.2 Modelo de aproximación curva de potencia - Antecedentes

En el Documento CREG 040 de 2015 se presenta la siguiente información:

El Departamento de Energía de Los Estados Unidos, DOE por sus siglas en inglés, analiza y presenta [1] la curva típica de un aerogenerador, la cual es caracterizada por tres segmentos distintos: (1) una zona en la cual la turbina no genera por bajo vientos. (2) la zona de operación efectiva y (3) una zona la cual la turbina no opera por velocidades de viento más allá de los permitidos.

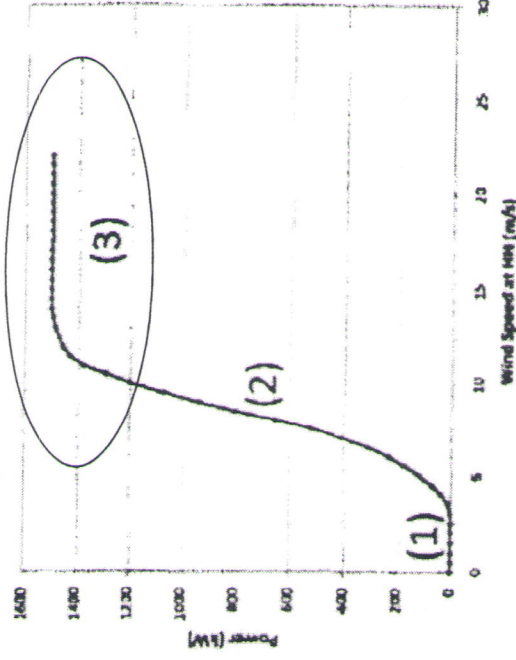


Figura 1 Curva típica de un aerogenerador

La zona (3) es la zona donde las máquinas alcanzan su máxima potencia, operando hasta la velocidad de salida de las máquinas (aprox. 25 m/s).

El modelo matemático indicado en la resolución (polinomio cúbico), no ajusta adecuadamente la totalidad de la curva de un aerogenerador/planta.

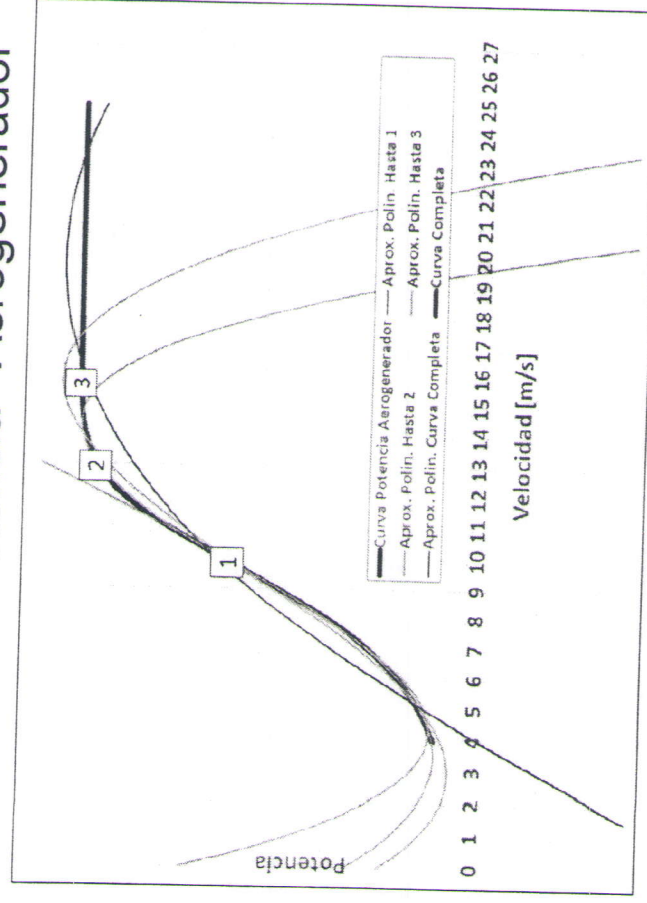
2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

2.2 Modelo de aproximación curva de potencia

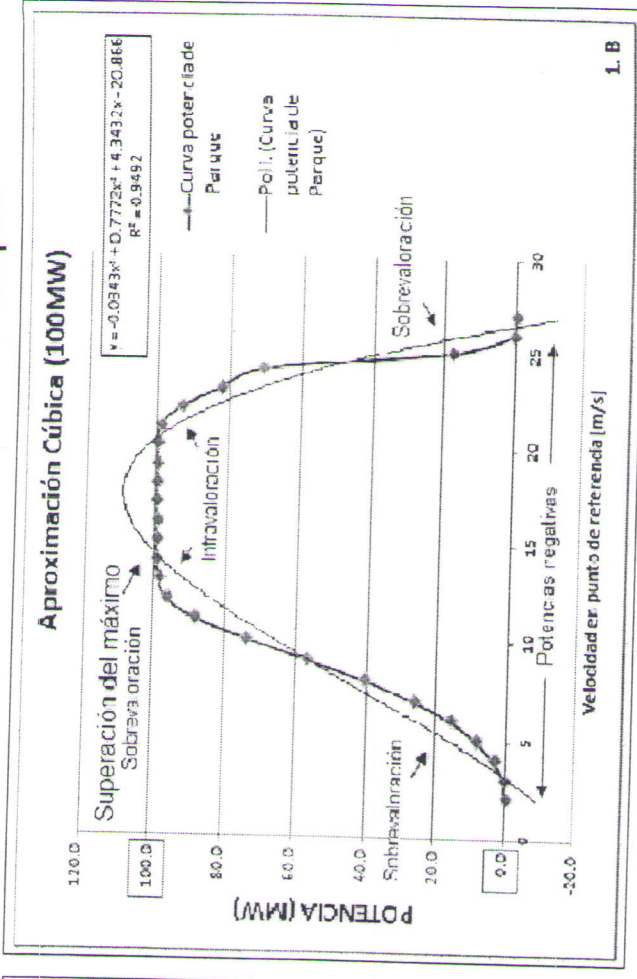
En virtud de los segmentos operativos que componen la curva de potencia de un aerogenerador/parque eólico, la aproximación obtenible presenta desviaciones significativas

Aproximación cúbica

Curva de Potencia - Aerogenerador



Curva de Potencia - Parque



2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

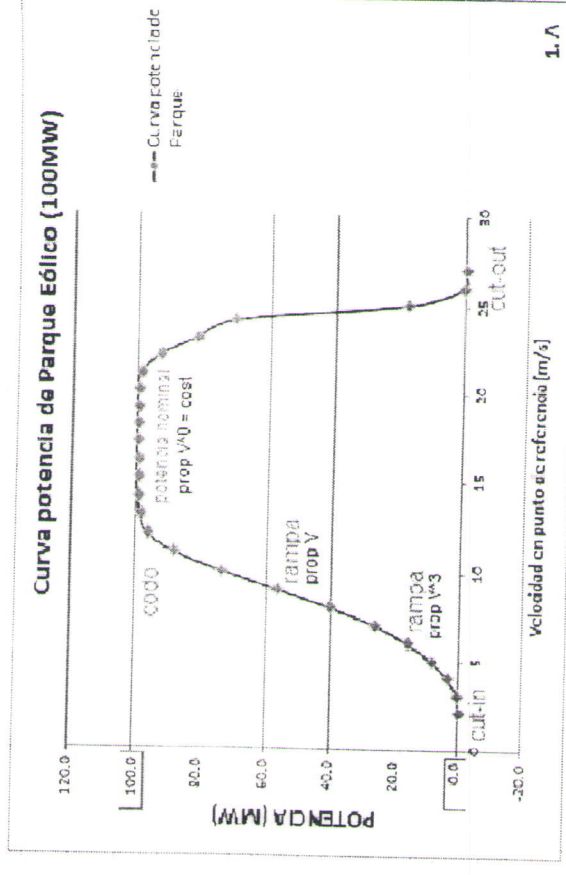
2.2 Modelo de aproximación curva de potencia

ALTERNATIVA:

Realizar interpolaciones lineales entre puntos

1. Con base en los puntos de la curva de potencia garantizados por el fabricante (caso de curva Aerogenerador)

2. Con base en los puntos de la curva de potencia de una planta, los cuales se pueden obtener mediante dictamen técnico, a través del uso de software estándar, de amplia difusión en la industria eólica, tales como WAsP o Windfarmer. (curva de potencia bruta – sin considerar pérdidas)



2. Avances ejecución mandato regulatorio

Resolución CREG 061 de 2015

2.3 Certificación series IDEAM:

Parágrafo 3. En caso de no contar con las suficientes medidas de velocidades de viento en el sitio de la planta, el agente deberá presentar un dictamen técnico para desarrollar una estimación de las series históricas de las velocidades de viento, partiendo de mediciones en el sitio de la planta y de series de velocidades de viento históricas conocidas de otros puntos de medición para cada diez minutos certificadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM. [Redacted]

- El IDEAM no dispone de suficientes estaciones climatológicas con las resoluciones temporales y espaciales requeridas

Concepto IDEAM:

[Redacted] por ser el IDEAM la autoridad oficial encargada de la información meteorológica del país, cordialmente le comunico que el Instituto puede verificar la información generada en otras entidades, sin embargo, para ello se debe tener en cuenta:

- El IDEAM no certifica series, las verifica teniendo en cuenta limitaciones operativas
- Dificultad en completar series a nivel diezminutal

1. El Instituto deber realizar un análisis a la ubicación de las estaciones y precisar si están emplazada de acuerdo con las normas estipuladas por el IDEAM y la Organización Meteorológica Mundial – OMM.

2. Por el momento el IDEAM, no cuenta con el personal necesario para llevar a cabo la verificación de esa información, por lo tanto, la entidad debe suministrar el presupuesto necesario para la contratación y la capacitación del personal.

3. Buscar la viabilidad de contratar ingenieros de sistemas que fortalezcan los aplicativos con los que cuenta el Instituto para las actividades de verificación de la información.

2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

Dadas las dificultades para aplicar la metodología indicada en la Resolución, por no contar con series de viento en La Guajira al momento del análisis, se planteó la posibilidad de utilizar otras series de viento de largo plazo que podrían cumplir con los requisitos técnicos utilizados en la industria eólica, ejemplos:

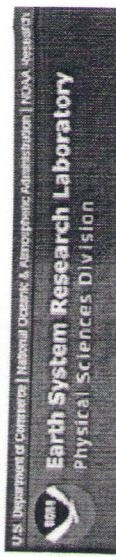
- Series de ReAnalysis
- Series de estaciones de otros promotores
- Series del IDEAM

MSRPA: MODERN ERA RETROSPECTIVE ANALYSIS FOR RESEARCH AND APPLICATIONS



<http://climate.gsfc.nasa.gov/daac/era5/index.html>

NCEP/NCAR Reanalysis 1



<http://climate.gsfc.nasa.gov/daac/era5/index.html>

ERA-Interim

ERA-Interim is a global atmospheric reanalysis from 1979, continuously updated in real time.



ECMWF periodically uses its forecast models and data assimilation systems to 'reanalyse' archived observations, creating global data sets describing the recent history of the atmosphere, land surface, and oceans. Reanalysis data are used for monitoring climate change, for research and education, and for commercial applications.

<http://www.ecmwf.int/en/forecasting/era-5-reanalysis>

2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

2.4 Propuesta para utilizar series reanalysis

- Se tomaron series con varios años de medición a nivel diezminutal en estaciones eólicas
- Se tomaron los años más próximos (sólo 1 año por serie) para obtener las ecuaciones de extrapolación con base en las series de ReAnalysis (niveles horarios, diarios, y mensuales)
- Se utilizaron los años restantes para evaluar las correlaciones y las diferencias (RMS) entre las series medidas y las series extrapoladas.

AGENTE	PERIODO CONSIDERADO PARA LA CORRELACIÓN	PERIODO CONSIDERADO PARA LA EXTRAPOLACIÓN DE DATOS	SERIE DE REANÁLISIS CONSIDERADA	R ² (real Vs. Extrapolada)			RMS (real Vs. Extrapolada) [m/s]		
				H.	D.	M.	H.	D.	M.
ISAGEN	1-ene.-2014 a 31-dic.-2014	1-ene.2009 a 31-dic.-2014	MERRA 72W 12N	0,63	0,86	0,92	1,94	1,05	0,61
	1-ene.-2014 a 31-dic.-2014	1-ene.2009 a 31-dic.-2013		0,61	0,84	0,89	2,03	1,16	0,72
EPM	01/01/2013 a 31/12/2013	01/01/2008 a 31/12/2012	MERRA 72W 12N	0,60	0,82	0,85	2,03	1,17	0,75
	01/01/2014 a 31/12/2014	01/01/2010 a 31/12/2013	MERRA 71.33W 12N	0,33	0,83	0,86	2,55	1,08	0,75
JEMEIAA	01/01/2014 a 31/12/2014	28/04/2012 a 31/12/2013	MERRA 72W 12N	0,27	0,79	0,82	2,38	0,79	0,41
	01/04/13 a 31/03/14	01/11/11 a 31/03/13	MERRA 71.33W 12N	0,68	0,84	0,86	1,62	1,01	0,65

- R² mínimo aceptable en el sector eólico para realizar extrapolaciones = 0.70

- De acuerdo a los resultados del ejercicio, esta fuente de información podría utilizarse para realizar extrapolaciones con series a nivel Diario y Mensual

2. Avances ejecución mandato regulatorio

Resolución CREG 061 de 2015

2.5 Análisis nivel de confianza del 95%

Parágrafo 3. En caso de no contar con las suficientes medidas de velocidades de viento en el sitio de la planta, el agente deberá presentar un dictamen técnico para desarrollar una estimación de las series históricas de las velocidades de viento, partiendo de mediciones en el sitio de la planta y de series de velocidades de viento históricas conocidas de otros puntos de medición para cada diez minutos certificadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM. Las series de velocidades de viento estimadas deberán tener características estadísticas equivalentes, con un nivel de confianza superior al 95%, respecto a las mediciones de velocidades de viento en el sitio de la planta.

- a) ¿Qué se entiende por características estadísticas equivalentes?
- b) ¿Cómo se espera que se pruebe el nivel de confianza superior a 95%?

3. Conclusiones

1. Se solicita aclarar si la metodología se debe aplicar a partir de la curva del aerogenerador o de la planta.
2. Un polinomio cúbico no representa de manera adecuada la curva de potencia del aerogenerador/planta para todo el rango de operación.
3. El IDEAM no dispone de suficientes estaciones climatológicas con las resoluciones temporales y espaciales requeridas para estimación de series.
4. El IDEAM no certifica series, las verifica teniendo en cuenta algunas limitaciones operativas (conforme al concepto emitido).
5. La estimación de series a nivel diezminutal presenta grandes limitaciones que dificultan su aplicación.
6. Existe información secundaria de fuentes reconocidas internacionalmente y utilizadas en la industria eólica que permitiría la estimación de series a niveles diario y mensual.
7. Existen dudas sobre cómo aplicar la exigencia respecto a las características estadísticas equivalentes y el nivel de confianza del 95%

4. Recomendaciones

1. En lugar de utilizar un polinomio cúbico para representar la curva de potencia de un aerogenerador/planta, se recomienda utilizar interpolación lineal entre los puntos tabulados que son entregados y garantizados por el fabricante/dictaminador técnico para el aerogenerador/planta.
2. Se recomienda dar la posibilidad de utilizar información secundaria para la estimación de series a largo plazo, por ejemplo:
 1. Series de Reanalysis
 2. Series de otros promotores
 3. Otras series...

Esta información y/o la estimación de series estaría sujeta a verificación/certificación por parte de un dictaminador técnico de un listado definido por el CNO

3. Se recomienda programar sesiones de trabajo durante los próximos 2 meses entre el CNO, el IDEAM y los expertos de la CREG para aclarar inquietudes, verificar la aplicabilidad de la Resolución, y realizar los ajustes metodológicos necesarios

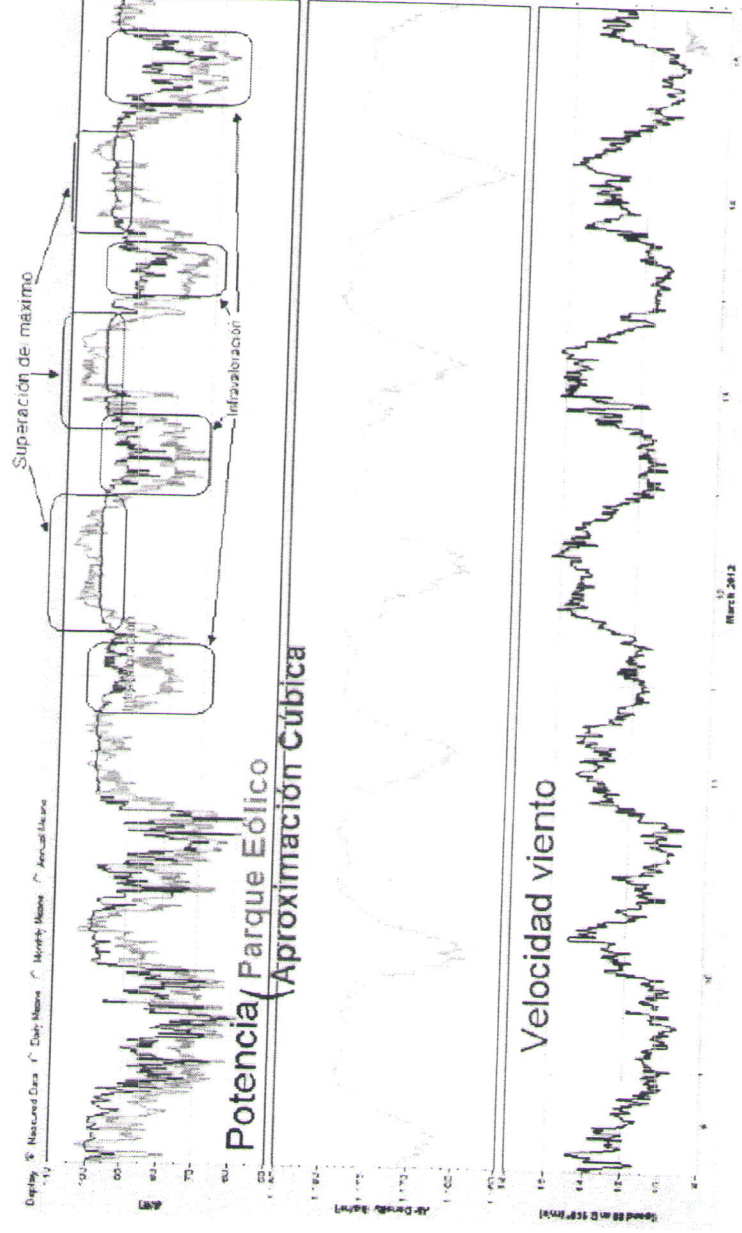
GRACIAS

2. Avances ejecución mandato regulatorio Resolución CREG 061 de 2015

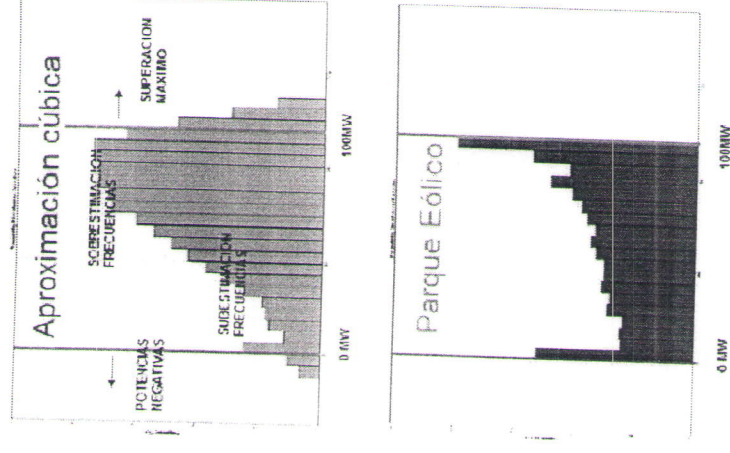
3.1 Modelo de aproximación curva de potencia - Consecuencias

Al utilizar un polinomio de 3er grado como función de conversión de velocidad a potencia se distorsiona la distribución real de potencia en todo el rango operativo de la planta, desde los mínimos hasta los máximos. En consecuencia se distorsionan también todas las estadísticas construibles a partir de la serie de potencia obtenida con este método

Conversión de velocidad a Potencia



Distorsión de Estadísticas Histograma de potencia



Al contestar por favor cite estos datos
Radicado No.: 20154000003581
Fecha: 31-07-2015

Bogotá D.C.

Doctor
Alberto Olarte Aguirre
Secretario Técnico Consejo Nacional de Operación
Sector Energético
Correo: aolarte@cno.org.co, aperez@cno.org.co
Ciudad.

Apreciado doctor Olarte

De acuerdo a lo solicitado por usted, me permito realizar los siguientes comentarios:

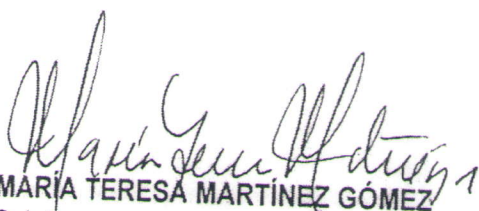
Dentro de las funciones que se le asignaron al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, se encuentran las siguientes:

- Obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, meteorología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación, en especial las que en estos aspectos, con anterioridad a la Ley 99 de 1993 venían desempeñando el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT-; el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química - INGEOMINAS-; y la Subdirección de Geografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-.
- Establecer y poner en funcionamiento las infraestructuras oceanográficas, mareográficas, meteorológicas e hidrológicas nacionales para proveer informaciones, predicciones, avisos y servicios de asesoramiento a la comunidad.
- Acopiar, almacenar, procesar, analizar y difundir datos y allegar o producir la información y los conocimientos necesarios para realizar el seguimiento de la interacción de los procesos sociales, económicos y naturales y proponer alternativas tecnológicas, sistemas y modelos de desarrollo sostenible.

Por lo anterior, por ser el IDEAM la autoridad oficial encargada de la información meteorológica del país, cordialmente le comunico que el Instituto puede verificar la información generada en otras entidades, sin embargo, para ello se debe tener en cuenta:

1. El Instituto debe realizar un análisis a la ubicación de las estaciones y precisar si están emplazada de acuerdo con las normas estipuladas por el IDEAM y la Organización Meteorológica Mundial – OMM.
2. Por el momento el IDEAM, no cuenta con el personal necesario para llevar a cabo la verificación de esa información, por lo tanto, la entidad debe suministrar el presupuesto necesario para la contratación y la capacitación del personal.
3. Buscar la viabilidad de contratar ingenieros de sistemas que fortalezcan los aplicativos con los que cuenta el Instituto para las actividades de verificación de la información.

Cordialmente,



MARIA TERESA MARTÍNEZ GÓMEZ
Subdirectora de Meteorología

Proyectó: Ruth Leonor Correa Amaya / Revisó: María Teresa Martínez Gómez