



**Comisión de Regulación
de Energía y Gas**

ENERGÍA FIRME PARA EL CARGO POR CONFIABILIDAD DE PLANTAS EÓLICAS

DOCUMENTO CREG-075

7 de julio de 2011

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

Contenido

1. ANTECEDENTES	380
2. ALCANCE	380
3. ANÁLISIS	380
3.1 Características de la generación eólica.....	380
3.2 Casos Internacionales	381
3.3 Caso Colombiano	382
3.4 Propuesta	384
4. RECOMENDACIONES.....	385
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	386
Ilustración 1: Ejemplo de Planta Eólica	380
Ilustración 2: Factor de Utilización de Plantas Eólicas	381
Ilustración 3: Ubicación Planta Eólica Jepirachi.....	382
Ilustración 4: Generación mensual de la Planta Jepirachi	383
Ilustración 5: Factor de Utilización Planta Jepirachi	383
Ilustración 6: Curva de distribución de probabilidad – Planta Jepirachi	384

ENERGÍA FIRME PARA EL CARGO POR CONFIABILIDAD DE PLANTAS EÓLICAS

1. ANTECEDENTES

La Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, mediante la Resolución 071 del 3 de octubre de 2006 definió el esquema regulatorio para asegurar la confiabilidad en el suministro de energía eléctrica en Colombia a largo plazo.

En la citada norma define los procedimientos para participación de agentes generadores con plantas hidráulicas y térmicas que operen a base de: carbón, gas natural y combustibles líquidos.

Posteriormente y teniendo en cuenta que en el Cargo por Confiabilidad pueden participar cualquier tipo de tecnología que tenga energía firme, la CREG ha venido complementando los procedimientos, en la medida que se ha requerido, para otras tecnologías tal como lo hizo con el Combustible de Origen Agrícola, COA, que se publicó mediante la Resolución CREG-027 de 2008¹.

Ahora, dado el interés que se ha manifestado por plantas eólicas, la CREG encuentra conveniente definir el procedimiento para la participación en el Cargo por Confiabilidad de éste tipo de tecnologías.

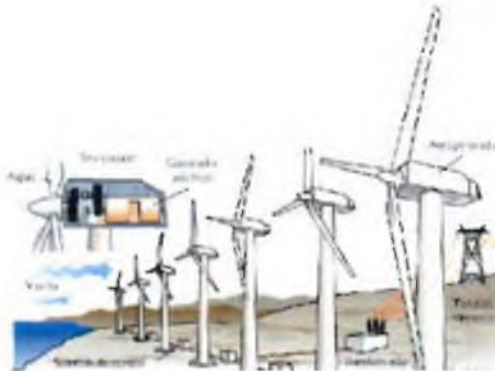
2. ALCANCE

Hacer un análisis para el establecer el procedimiento para la determinación de la energía firme y participación de plantas eólicas despachadas centralmente en el Cargo por Confiabilidad.

3. ANÁLISIS

Para el análisis, se divide en las siguientes partes: i) características de la generación eólica, ii) casos internacionales, iii) caso colombiano y iv) propuesta, el estudio de las plantas eólicas.

3.1 Características de la generación eólica



Fuente: <http://redaccion1.pensamiento.blogspot.com/>

Ilustración 1: Ejemplo de Planta Eólica

¹ Resolución para comentarios.

La generación de energía eléctrica con plantas eólicas tiene las siguientes características:

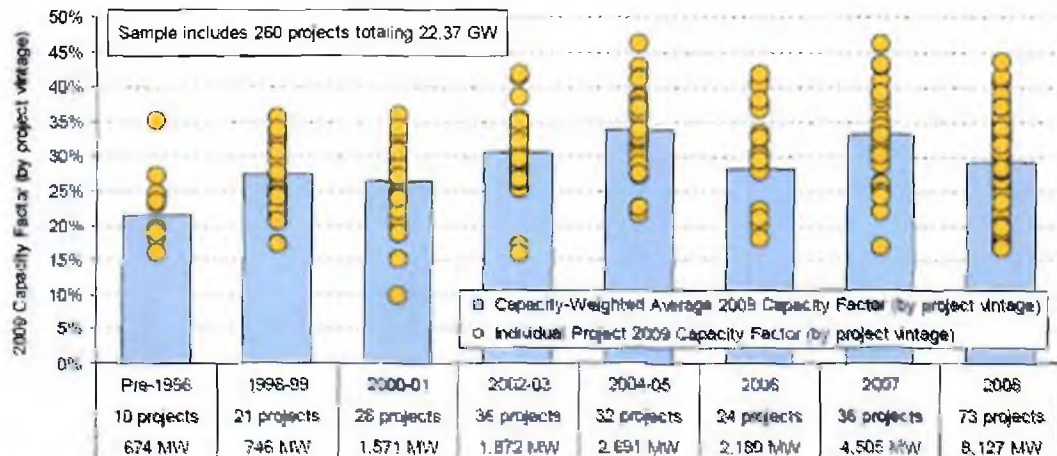
- La energía no es almacenable en cantidades representativas. Es decir, se genera y se entrega.
- Se genera con el viento que se tenga en el momento, siendo energía generada directamente proporcional a la velocidad al cubo afectado por eficiencia del modelo de la hélice, la densidad del aire y la superficie barrida por las aspas.
- La generación con viento tiene bajos costos variables, dado que el combustible tiene costo cero. Por tanto, es muy competitiva en la bolsa de energía.

Las características anteriores hacen que la generación eólica sea asimilable al caso de las plantas filo de agua.

3.2 Casos Internacionales

En los últimos años el desarrollo de plantas eólicas alrededor del mundo ha adquirido un gran auge, sobre todo en los países que tienen una matriz energética con un alto componente de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

De acuerdo con la información de la referencia 3, en la ilustración 2 se tiene un resumen de los factores de utilización anuales de las plantas que se han instalado en los Estados Unidos.



Source: Berkeley Lab

Ilustración 2: Factor de Utilización de Plantas Eólicas

De acuerdo con lo anterior, se encuentra que el factor de utilización anual de este tipo de plantas está entre el 20% - 35% de la capacidad.

3.3 Caso Colombiano

En el caso colombiano podemos destacar dos situaciones: i) la información para el desarrollo de este tipo de proyectos es escasa y ii) solamente se tiene una planta eólica que es la que puede aportar información útil para el análisis que nos ocupa en presente documento.

En ese sentido en el presente numeral se va a analizar la información de la planta Jepírachi de propiedad de la empresa EPM que viene operando desde el año 2004.

Tal como se muestra en la ilustración 3, la planta Jepírachi se está ubicada en el departamento de la Guajira, zona norte del país, que es uno de los sitios de mayor potencial para el desarrollo de proyectos eólicos de acuerdo con los estudios preliminares que tienen entidades como la Unidad de Planeación Minero-Energética.

Para el desarrollo de la Planta Jepírachi² se iniciaron estudio desde 1998 para finalmente culminar su entrada en operación plena en abril de 2004. La planta está compuesta por 15 aerogeneradores de 1.3 MW cada uno, tiene una protección por mínima velocidad de 2.5 m/s, protección por máxima velocidad de 25 m/s y velocidad de viento de potencia nominal de 15 m/s.



Ilustración 3: Ubicación Planta Eólica Jepírachi

De acuerdo con la información que se tiene en los sistemas de información del operador del mercado, en la ilustración 4 se presenta la generación mensual y en la ilustración 5 se presenta el factor de utilización anual como un porcentaje de la Capacidad Efectiva Neta, CEN, declarada.

² Información tomada de www.epm.com.co

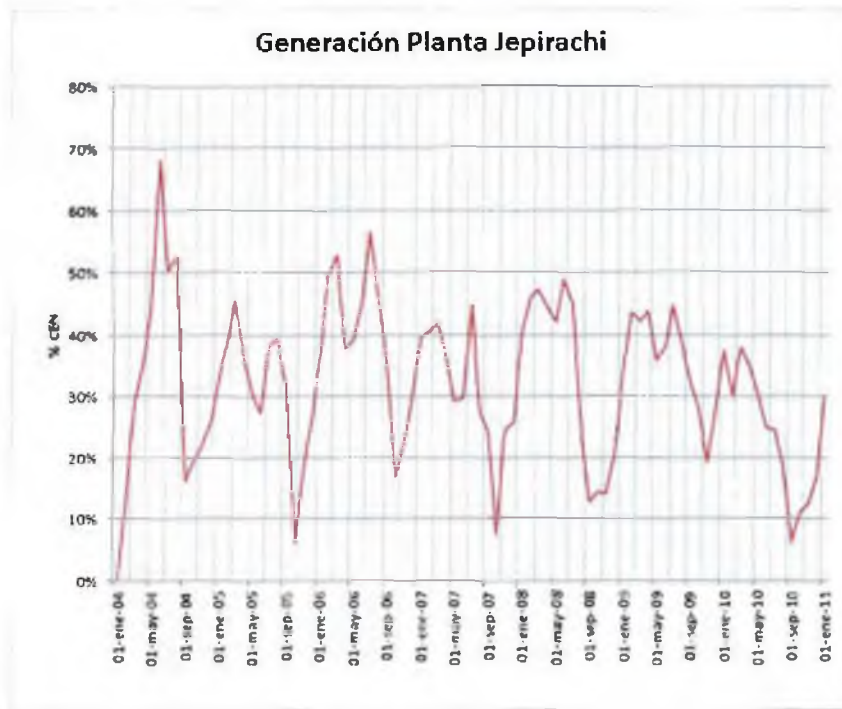


Ilustración 4: Generación mensual de la Planta Jepirachi

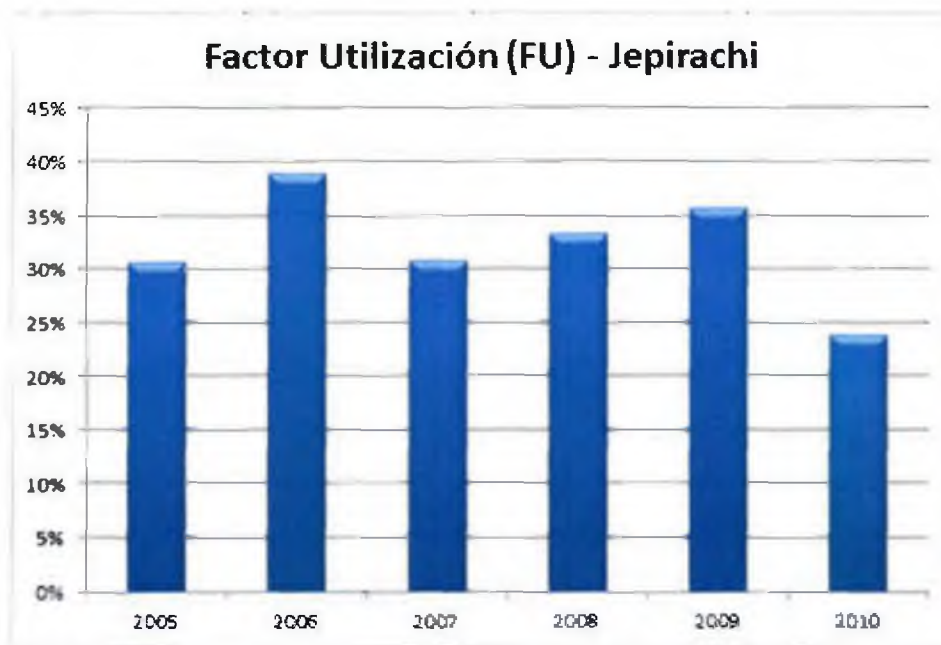


Ilustración 5: Factor de Utilización Planta Jepirachi

De acuerdo con la información anterior, encontramos lo siguiente:

- La generación mensual tiene un amplio espectro de variación, por lo que el dato anual no es un referente apropiado para tratar de establecer la energía que puede garantizar la planta continuamente a lo largo del año.
- Los factores de utilización de la Planta Jepírachi están en el rango que se tiene plantas a nivel internacional.

Para tratar de establecer la energía que puede garantizar a lo largo del año la planta en estudio, construimos la curva de distribución de probabilidad, la cual se tiene en la ilustración 6.

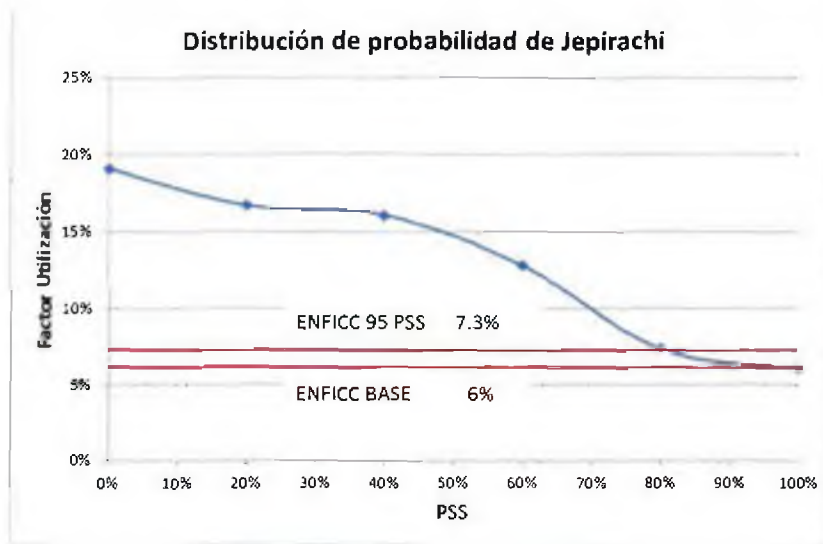


Ilustración 6: Curva de distribución de probabilidad – Planta Jepirachi

De anterior ilustración se encuentra que la energía que es capaz de garantizar continuamente (100% PSS) durante un año corresponde al 6% CEN equivalente en energía y la que es capaz de garantizar con un 95% de probabilidad es del 7.3% CEN equivalente en energía.

3.4 Propuesta

Teniendo en cuenta los análisis de los numerales 3.1 a 3.3, se propone un esquema progresivo para la participación de Plantas Eólicas en donde en un primer paso se reconoce el problema de la limitación de información y en un segundo paso con la información que se va construyendo se ajusten los cálculos.

La propuesta parte de los principios del Cargo por Confiabilidad (la energía se estima para la planta operando aisladamente y la energía firme es la energía que es capaz de entregar continuamente durante un año) y tiene los siguientes tópicos:

- Plantas Eólicas sin información de vientos

Para este tipo de plantas se propone utilizar los resultados de la planta eólica que se tiene en funcionamientos de tal forma que la energía firme base sea el 6% CEN y la energía firme del 95% PSS sea 7.3% CEN. Este caso se propone para planta que tiene una historia de información corto, menor a 10 años.

- Plantas Eólicas con información de vientos

En este rango se consideran las plantas que tienen 10 o más años de información de promedios mensuales de vientos.

Para estimar la energía firme se propone aplicar la siguiente metodología:

- Estimar la energía para cada mes de registros históricos de viento con la siguiente ecuación:

$$E = \min(24*1000*k*v^3, 24*1000*CEN*(1-IHF))$$

Donde:

- E: Energía (kwh/día)
k: Factor de conversión medio de plantas eólicas, considerando el número de aerogeneradores $\left[\frac{MW}{m^3/s^3} \right]$
v: Velocidad promedio mes del viento (m/s)
IHF: Indisponibilidad Histórica Forzada
CEN: Capacidad Efectiva Neta (MW)

- Construir la curva de distribución de probabilidad, ordenando los resultados de menor a mayor. El menor valor corresponderá al 100% de probabilidad de ser superado (PSS) y el mayor valor corresponderá al 0% de PSS.
- Calcular la ENFICC para la planta.

ENFICC BASE

Corresponde a aquella generación que es capaz de entregar la planta en la condición del 100% PSS.

ENFICC 95% PSS

Corresponde a aquella generación que es capaz de entregar la planta en la condición del 95% PSS de la curva de distribución de probabilidades. El valor que se asigne corresponderá a la energía calculada para el periodo más próximo a la condición del 95% PSS.

Para la estimación del factor que convierte velocidad del viento en energía, el CNO podría expedir el protocolo respectivo.

Todos los otros parámetros que se requieren para la participación de plantas eólicas en el Cargo por Confiabilidad, se propone que se asimilen plantas hidráulicas, dada la similitud que presentan.

4. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los análisis del numeral 3 del presente documento, se recomienda incorporar a las metodologías de la Resolución CREG-071 de 2006 para estimación de energía firme para plantas hidráulicas y térmicas, se adicione la metodología propuesta para plantas eólicas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bastianon R, "*Energía del Viento y Diseño de Turbinas Eólicas*". Buenos Aires, Septiembre de 1994.
- [2] Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, Resolución 071 del 3 octubre de 2006 "*Por la cual se adopta la metodología para la remuneración del Cargo por Confiabilidad en el Mercado Mayorista de Energía*".
- [3] Department of Energy U.S., "*2009 Wind Technologies Market Report*", August 2010.
- [4] Unidad de Planeación Minero-Energética e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, "*Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia*", 2006.
- [5] World Bank, "*Wind Energy in Colombia*", Washington, D.C., July 2010.
- [6] www.epm.com.co, "*Infraestructura Generación en Operación*".
- [7] www.ocw.unican.es, "*Cálculo de la Energía Generada en una Instalación Eólica*".
- [8] www.xm.com.co, generación mensual neón.

