

Densidad de Potencia del Viento en Los Taques- Estado Falcón, Venezuela

<i>Programa</i>	Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida
<i>Acrónimo del proyecto</i>	EOLO-02
<i>Tipo (nivel de distribución)</i>	Público con reservas
<i>Fecha de Entrega</i>	13 Junio, 2009
<i>Reporte Numero</i>	EOLO-02-3
<i>Estatus y Versión</i>	Definitivo, 6.00
<i>Número de Páginas</i>	13
<i>Supervisor</i>	Francisco M. González-Longatt
<i>Autor(es)</i>	Carlos M. Méndez Delgado

Tabla de Contenido

Contenido	Pág.
Tabla de Contenido	2
Índice de Figuras	3
Índice de Tablas	4
Introducción	5
Datos	6
Metodología	7
Resultados	9
Conclusiones	12
Referencias Documentales	13

Índice de Figuras

Contenido	Pág.
Figura 1. Densidad de potencia disponible en el viento del año 2008.....	11

www.fglongatt.org.ve

Índice de Tablas

Contenido	Pág.
Tabla 1. Presión atmosférica y Temperatura promedio mensual y anual en Los Taques	9
Tabla 2. Presión atmosférica y Temperatura promedio mensual y anual en Los Taques en otras unidades	9
Tabla 3. Densidad del Aire mes a mes del año 2008.	10
Tabla 4. Densidad de potencia disponible en el viento mes a mes del año 2008.....	10

Introducción

En presente reporte de investigación muestra el cálculo de la densidad de potencia disponible en el viento para el caso de la ciudad de Los Taques, ubicado en el Estado Falcón, Venezuela.

Para éste cálculo se consideraron los parámetros medidos en la torre de control del aeropuerto “Josefa Camejo” a unos 10 km de la población de los Taques en Venezuela. A partir de los registros obtenidos (disponibles en el reporte FGLONGATT/R-2009-12), se procedió cálculo de la densidad del aire promedio mensual durante el año 2008. Finalmente se procedió al cálculo de la densidad de potencia (Watt/m^2) promedio mensual, disponible en el viento para la localización de Los Taques en el Estado Falcón, Venezuela.

Datos

En el presente reporte muestra el cálculo de la densidad de potencia (Watt/m^2) disponible en el viento en la población de los Taques en el Estado Falcón, Venezuela. La población de los Taques se encuentra ubicada la parte oeste de la Península de Paraguaná, específicamente en $11^{\circ}46'1.72''$ Latitud N y $70^{\circ}10'29.90''$ Longitud W.

Se ha tomado como fuente de información los datos y registros mostrados en el reporte de investigación I "Análisis Estadístico de la Velocidad y Dirección del Viento en Los Taques-Estado Falcón, Venezuela" (FGLONGATT-R-2009-13). Se trata de mediciones registradas en la torre de control del Aeropuerto Internacional Josefa Camejo, a unos 9.8 km, al Este de la población de Los Taques. A partir de los instrumentos instalados en el aeropuerto "Josefa Camejo", se obtuvieron los registros de los siguientes parámetros: dirección del viento, velocidad de viento, temperatura ambiental y presión atmosférica.

Metodología

Para estimar el potencial del recurso eólico disponible en los alrededores de la población de Los Taques, Venezuela se tomaron en cuenta tres pasos:

- Obtención de los datos.
- Cálculo de la densidad del aire en la zona.
- Cálculo de la densidad de potencia disponible en el viento.

1. *Obtención de los datos:* Este paso es el más importante de los tres, ya que, sin registros reales de las variables asociados al recurso eólico no se puede estimar la potencialidad en la zona, debido a esto debe realizarse de forma correcta para evitar obtener valores errados. Los valores a medir son: Temperatura, Presión Atmosférica, Velocidad y Dirección del Viento.

2. *Cálculo de la densidad del aire en la zona:* Este paso depende de la unidad con la cual se realizó la medición de los parámetros ambientales obtenidos en el paso anterior, debido a que en la ecuación (1) cada parámetro se encuentra en una unidad específica para lograr obtener a la densidad ρ en Kg/m^3 .

$$\rho = \frac{P}{RT} \quad (1)$$

donde:

- ρ : Densidad del viento (kg/m^3).
- P : Presión del aire (N/m^2).
- R : Constante específica de gas del aire ($287 J/Kg.K$).
- T : Temperatura del aire en grados Kelvin ($^{\circ}K$).

En el caso de que las mediciones no se realicen en las unidades mostradas anteriormente se debe realizar la conversión pertinente para obtener el valor y la unidad adecuada. Por otro lado, si no se posee la medición de la presión del aire se puede proceder a calcular el valor de la densidad en función de la altura y la temperatura del lugar en estudio.

$$\rho = \frac{P_0}{RT} e^{\left(\frac{-g \cdot z}{R \cdot T}\right)} \quad (2)$$

donde:

- ρ : Densidad del viento en (kg/m^3).
- P_0 : Presión atmosférica estándar a nivel del mar ($101.325 Pa$).
- g : Constante gravitacional ($9.8 m/s^2$).
- z : Metros sobre el nivel del mar (msnm).

3. *Cálculo de la densidad de potencia disponible en el viento:* Este último procedimiento es el cálculo con el cual se puede determinar la potencialidad eólica del viento en vatios (W) en un área determinada en metros cuadrados (m^2), la forma para obtener este valor se realiza mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$WPD = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \rho V_i^3 \quad (3)$$

donde:

WPD : Densidad de potencia del viento en (W/m^2).

n : Número de registros en el intervalo utilizado para el promedio.

ρ : Densidad del viento (W/m^2) en una hora particular de observación.

V_i^3 : Cubo de la velocidad del viento (m/s) a la misma hora de observación.

Resultados

A fin de estimar la densidad del aire se procede a realizar ciertas conversiones de unidades. Por ello a partir de "Análisis Estadístico de la Velocidad y Dirección del Viento en Los Taques-Estado Falcón, Venezuela" (FGLONGATT-R-2009-13).

En la Tabla 1 se muestran los valores de la temperatura y presión atmosférica en valores de promedios mensuales y anuales en la población de Los Taques. Se procedió a llevar la temperatura a grados Kelvin y la presión a N/m^2 .

Tabla 1. Presión atmosférica y Temperatura promedio mensual y anual en Los Taques

Mes	Presión en mbar	Temperatura en °C
Enero	101.2806	26.3
Febrero	101.2769	26.7
Marzo	101.2437	26.1
Abril	101.1018	27.4
Mayo	101.1255	27.7
Junio	100.6515	26.2
Julio	101.1100	27.2
Agosto	100.9820	28.2
Septiembre	100.2335	28.9
Octubre	100.9659	29.6
Noviembre	100.8304	27.6
Diciembre	101.3614	26.8
Promedio Anual	101.0136	27.39

Los valores de los parámetros mostrados en la Tabla 2 con transformados en unidades y los resultados se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Presión atmosférica y Temperatura promedio mensual y anual en Los Taques en otras unidades

Mes	Temperatura en °K	Presión en N/m^2
Enero	299.30	101280.60
Febrero	299.70	101276.90
Marzo	299.10	101243.70
Abril	300.40	101101.80
Mayo	300.70	101125.50
Junio	299.20	100651.50
Julio	300.20	101110.00
Agosto	301.20	100982.00
Septiembre	301.90	100233.50
Octubre	302.60	100966.00
Noviembre	300.60	100830.40
Diciembre	299.80	101361.40
Prom Anual	300.39	101013.61

Una vez que todos los parámetros están en las unidades adecuadas se procede al cálculo de la densidad del aire de cada mes aplicando la ecuación (1), obteniendo los valores mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Densidad del Aire mes a mes del año 2008.

Mes	Densidad del aire en Kg/m ³
Enero	1.18
Febrero	1.18
Marzo	1.18
Abril	1.17
Mayo	1.17
Junio	1.17
Julio	1.17
Agosto	1.17
Septiembre	1.16
Octubre	1.16
Noviembre	1.17
Diciembre	1.18
Prom Anual	1.17

Al examinar los valores obtenidos de la densidad del aire por mes en la población de Los Taques se observa que los mismos tienen un promedio de 1.17 kg/m³, con una variación de ±0.01 kg/m³, es decir, se encuentran en una banda muy pequeña de variación en todo el año. Esto obedece a que los valores de temperatura ambiental y la presión atmosférica poseen variaciones muy pequeñas.

Ahora se procede al cálculo de densidad de potencia (W/m²) disponibles en el viento en la zona de Los Taques. Aplicando la ecuación (3) para los correspondientes valores promedios mensuales se obtienen los valores de la densidad de potencia mostrados en la Tabla 4 y graficados en la Figura 1.

Tabla 4. Densidad de potencia disponible en el viento mes a mes del año 2008.

Mes	Densidad de potencia del viento en W/m ²
Enero	203.7816027
Febrero	228.0005381
Marzo	215.9998616
Abril	395.3274466
Mayo	331.0685729
Junio	545.7249957
Julio	354.2146331
Agosto	207.4584828
Septiembre	130.2524077
Octubre	131.7680296
Noviembre	45.20881913
Diciembre	58.08635584
Prom Anual	196.3855322

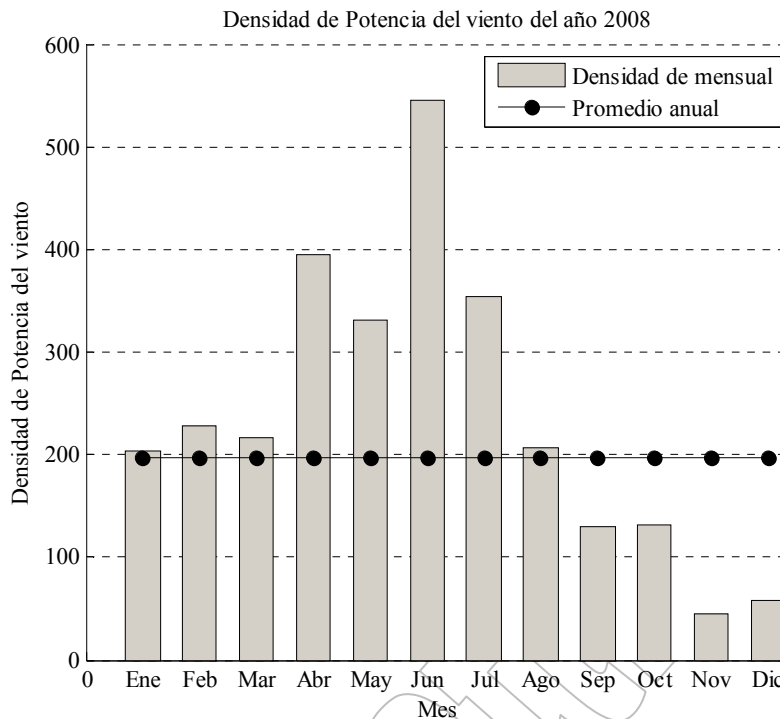


Figura 1. Densidad de potencia disponible en el viento del año 2008.

En la Figura 1 muestra los valores mensuales promedio de la densidad de potencia (Watt/m^2) disponible en la zona de Los Taques, Venezuela. El valor promedio anual de esta densidad ronda los 196.38 Watt/m^2 . Además se observa que durante los primeros ocho meses del año (enero-julio) la densidad de potencia del viento, se encuentra sobre el valor promedio, de hecho el mes con mayor densidad de potencia, alcanzando los 545.72 Watt/m^2 . Por su parte, el mes de Diciembre teniendo su mínimo valor en Noviembre con un valor de 58.086 Watt/m^2 .

Conclusiones

En el presente reporte de investigación se ha efectuado un estudio estadístico-descriptivo de la velocidad y dirección del viento en la población de Los Taques, Estado Falcón, Venezuela.

A partir de los registros de la velocidad y dirección de viento, con frecuencia horaria durante el año 2008, en el aeropuerto Josefa Camejo, se procedió a la densidad de potencia (Watt/m^2). Se ha encontrado que el valor promedio al año es de 196.39 W/m^2 siendo Junio el mes de máxima densidad de potencia disponible, a con un valor de 545.72 W/m^2 y el mes de mínima densidad resulta ser Noviembre con un valor de 58.086 W/m^2 .

Referencias Documentales

- [1] William M, Dennis D, Richard L. "Estadística Matemática con Aplicaciones", 2ª Edición. Grupo editorial Iberoamericana. México 1994.
- [2] Jay L. Devore. "Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias", 5ª Edición. Editorial Thomson Learning.
- [3] Documento en línea disponible en: <http://www.ciencia.net/VerArticulo/Presi%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica?idArticulo=dsfjuq63bycwc7ia9cfula>
- [4] Documento en línea disponible en: <http://www.atmosfera.cl/HTML/temas/INSTRUMENTACION/INSTR1.htm>