

Evaluación del Recurso Eólico en Venezuela: Parte I

Francisco M. Gonzalez-Longatt*, Rubén Teran, Juan Méndez, Arturo Hernández, Frednides Guillen
 Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada, Dep. Ing. Eléctrica, Maracay,
 Venezuela, flongatt@ieec.org, rteran@thor.uc.edu.ve

*Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas,
 Venezuela, flongatt@elercisc.ing.ucv.ve

Resumen—Este artículo es un primer paso en la evaluación del recurso del viento en Venezuela, y muestra los principales resultados de esta investigación. Dos conjuntos de datos fueron analizados, uno que es obtenido directamente de mediciones en tierra de la velocidad del viento, y este fue usado para encontrar el potencial eólico local. Algunas tablas y mapas fueron desarrollados, para algunas escalas de tiempo: anual, estacional, mensual, diaria y horario. Cuatro zonas fueron encontradas que poseen suficiente potencial eólico para ser explotado con propósito comercial en la producción de electricidad, y esta investigación recomienda la medición en tierra de los vientos localmente para esta y algunas otras áreas que potencialmente resultan candidatas a ser evaluadas.

Índice de Términos— Velocidad Promedio, energía del viento, recurso eólico, velocidad del viento.

I. INTRODUCCIÓN

VENEZUELA es un país tropical en las costas del Caribe en Sur América. Venezuela limita al Sur con Brasil, Guyana al este y Colombia al oeste. El norte de Venezuela es una línea costera que incluye límites con las Islas de Araya, Antillas Holandesas, Trinidad y Tobago. Con 916.050 km², Venezuela es el hogar de una amplia variedad de terrenos, tal como al noreste extensiones de las montañas de los Andes, con el punto más alto del país en el Pico Bolívar a 4.981 m. El centro del país está caracterizado por unas extensas zonas planas llamadas Llanos, y al sur del país se encuentra la región de Guayana con sus conocidos Tepui.

Recientemente el Gobierno de Venezuela ha comenzado una más agresiva política e incentivos para el uso de las Fuentes de energía renovables. Un importante hecho es la incorporación de Venezuela al Protocolo de Kyoto y su ratificación el 8 de Diciembre de 2004. Durante los últimos dos años, un especial interés en la energía eólica ha sido importante para el gobierno de Venezuela. El Plan de Negocios 2005-2012 de la más importante empresa petrolera, Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA), incluye algunos proyectos energéticos con recursos eólicos, energía solar y celdas de combustible en aplicación de transporte.

Proyectos para la instalación de cinco granjas de viento en los archipiélagos de Los Roques y Los Monjes, y en las Islas de La Tortuga, La Orchila y la Blanquilla [1].

Estas granjas, serán agregadas a las dos proyectos de granjas de viento mayores a ser desarrollados en La Guajira y La Península de Paraguaná [2]. Algunos estudios

preliminares indican la posibilidad de la instalación de granjas de viento de hasta 100 MW, en la Península de Paraguaná [3]. Aunque, un atlas del viento o una completa evaluación de los recursos eólicos en Venezuela es necesario.



Fig. 1. Granjas de Viento a ser Instaladas en la Península de Paraguaná [3].

Este artículo muestra un primer paso en el desarrollo de una completa evaluación de los recursos eólicos en Venezuela. Una amplia variedad de tipos de datos, y técnicas de análisis pueden ser utilizados para efectuar la determinación del recurso eólico regional y finalmente producir un atlas del recurso eólico. En este artículo se han empleado dos conjuntos de datos.

Un conjunto de datos es proveído por el NASA *Earth Science Enterprise Satellite Program* (ESE) [4], y un segundo conjunto de datos es obtenido a partir de mediciones desde el terreno con datos proveídos por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana.

II. COLECCIÓN DE DATOS Y TRATAMIENTO

Este artículo es un primer paso para producir un atlas que estime el recurso eólico en Venezuela. La idea principal es indicar las áreas generales donde un alto recurso eólico pueda existir, para en segunda etapa posterior a esta investigación, proceder a un diagnóstico más exhaustivo. Esta información es importante para los desarrolladores de la industria eléctrica y los usuarios potenciales de esta forma de energía, ya que les permite elegir un área general cuyo potencial energético ha resultado en la evaluación preliminar adecuadamente alto y emprender entonces una campaña de medición de recurso del viento localmente.

La evaluación preliminar de la energía del viento que se realiza en este artículo es una síntesis y actualización de una evaluación específica del recurso del viento, la cual es realizada a partir de dos fuentes específicas de información: (1) NASA *Earth Science Enterprise* (ESE)[4], y mediciones realizadas directamente en instalaciones en tierra cuyos datos son obtenidos por el aporte del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana.

A. Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana

Las necesidades de información meteorológica para garantizar principalmente seguridad en las operaciones aéreas, motivó la creación del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, el 10 de Octubre de 1947. Esta institución militar provee información y alertas climatológicas en soporte a las actividades de la Fuerza Armada y otras organizaciones que requieren de esta información. Para coleccionar, resumir, procesar y hacer pronósticos el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea, posee una red de estaciones climatológicas en ubicaciones tanto rural como metropolitana, principalmente en aeropuertos y bases militares (ver la Tabla I y la Fig. 2)

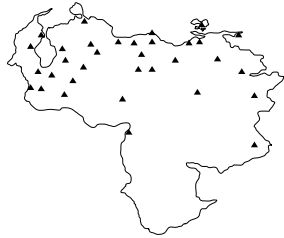


Fig. 2. Ubicación en Venezuela de la red de Estaciones Meteorológicas de la Fuerza Aérea Venezolana.

Estas estaciones están dotadas con dispositivos para coleccionar datos de: temperatura, velocidad del viento, dirección del viento, humedad, precipitación, presión atmosférica, insolación y otras variables climáticas de interés.

TABLA I
UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES CLIMATICAS DE LA FAV

Estación	Estado	Longitud, Latitud
Acarigua	Portuguesa	09° 33'N, 69° 14'O
Barcelona	Anzoátegui	10° 07'N, 64° 41'O
Barinas	Barinas	08° 37'N, 70° 13'O
Barquisimeto	Lara	10° 07'N, 69° 32'O
Calabozo	Guárico	8° 92'N, -67° 42'O
Carrizal	Guárico	10° 2'N, 64° 27'O
Cdad. Bolívar	Bolívar	08° 09'N, 63° 33'O
Colon	Táchira	08° 07'N, 71° 02'O
Colonia Tovar	Aragua	10° 15'N, 67° 40'O
Coro	Falcón	11° 25'N, 69° 41'O
Cumaná	Sucre	10° 27'N, 64° 11'O
Guanare	Portuguesa	09° 01'N, 69° 44'O
Guasdalito	Apure	07° 14'N, 70° 48'O
Güiria	Sucre	10° 67'N, 63° 33'O
La Aguada	Mérida	8° 63'N, 69° 83'O
La Cañada	Zulia	10° 35'N, 71° 44'O
La Carlota	Dtto. Federal	10° 30' N, 66° 56' O
La Montaña	Mérida	08° 40'N, 71° 11'O
Loma Redonda	Mérida	08° 41'N 071° 12'O
Maiquetía	Dtto. Federal	9° 65'N, 69° 89'O
Maracaibo	Zulia	10°34'N, 71° 44'O
Maracay	Aragua	10° 15'N, 67° 39'O
Maturín	Monagas	9° 45'N, 63° 11'O
Mene Grande	Zulia	10°33'N, 71° 43'O
Mérida	Mérida	8° 36'N, 71° 11'O
Palmichal	Carabobo	10° 09'N, 67° 55'O
Pico Espejo	Mérida	8° 33'N, 71° 00' O
Porlamar	Nva. Esparta	10° 55'N, 63° 59'O
Pto. Ayacucho	Amazonas	5° 36'N, 67° 30'O

San Antonio	Táchira	7° 51'N, 72° 27'O
San Fernando	Apure	7° 54'N, 67° 25'O
San Juan	Guárico	9° 55'N, 67° 20'O
Santa Elena	Bolívar	4° 52' N, 60° 39' O
Santo Domingo	Táchira	7° 35'N, 72° 04'O
Temblador	Monagas	09° 55'N, 64° 11'O
Tumeremo	Bolívar	7°30'N, 61°45'O
Valencia	Carabobo	10° 10'N, 67° 56'O
Valle De La Pascua	Guárico	9° 13'N, 66° 01'O

B. NASA Earth Science Enterprise (ESE)

El propósito de la NASA Earth Science Enterprise (ESE) es comprender el sistema terrestre total y los efectos de los cambios naturalmente inducidos y aquellos provocados por el hombre y su impacto en el cambio del ambiente global. [5]. La Oficina de Ciencia de la Tierra comprende un conjunto de datos integrados, con información desde satélite hasta mediciones in situ; sistemas de información para el proceso de adquisición, archivo y distribución de conjuntos de datos globales; y los proyectos de investigación y análisis para convertir los datos en nuevo conocimiento del sistema terrestre. Los conjuntos de datos de NASA Earth Science Surface meteorology and Solar Energy (SSE) [4] contienen parámetros para la evaluación y diseño de sistemas de energía renovable. Además contiene capacidad de trazado *on-line* de trazados para una rápida evaluación de proyectos potenciales de energía renovable para cualquier región del mundo. El conjunto de datos aportados por el SSE está formulado por satélite de la NASA y derivados-de-re-análisis de datos meteorológicos para el periodo de diez años desde Julio de 1983 hasta Junio de 1993. Los datos obtenidos de éste sistema de información es proveído para una cuadrícula cuyas celdas son de 1° de latitud y 1° de longitud sobre todo el globo terráqueo. Mediciones promedio diarias, mensuales de 1195 sitios de medición en tierra del World Radiation Data Centre están también disponibles.

C. Consideraciones de Escala de Tiempo

Varias escalas de tiempo son usadas en la evaluación del recurso eólico: anual, estacional, mensual, diario y horario. Los valores medios anuales están basados en el promedio de observaciones horarias de la velocidad del viento en el periodo registrado. Sin embargo, datos de un calendario completo (cubriendo desde 1 de enero hasta el 31 de diciembre) es usado para calcular las medias individuales anualmente. En el caso particular de Venezuela, no existen cuatro estaciones climáticas. Sin embargo, dos pseudos-estaciones son evidentes, una estación lluviosa (mayo a octubre) y otra de Verano o estación seca (noviembre a abril). Estas dos estaciones son definidas por dos periodos de seis meses cada uno. La frase estacional se refiere al cambio de los valores medios mensuales sobre el periodo de dos estaciones. Los valores promedios mensuales están basados en tantos datos horarios como sea disponibles para aquel mes de cada año del periodo registrado. Los ciclos de variación diarios o diurnos en la variación en la medio horaria de la velocidad o potencia del viento referido al tiempo local estándar en una reloj de 24 horas. La media noche es tanto 00 como 24.

III. RESULTADOS

Esta sección presenta un sumario de la evaluación preliminar de la energía eólica existente en Venezuela.

El primer enfoque es un análisis global usando los parámetros meteorológicos calculados desde mediciones en tierra que han sido usados para determinar la viabilidad de proyectos de fuentes renovables de energía [4].

En contraste a las mediciones en tierra, el conjunto de datos del SSE es un continuo y consistente conjunto de datos climáticos globales por un período de 10 años que son interpolados en una rejilla de 1° de latitud y 1° de longitud cubriendo el globo entero (64.800 regiones). Aunque los datos dentro de una celda particular dentro de la rejilla no es necesariamente representativo para un microclima, o punto, dentro de la celda, los datos son considerados que son un promedio dentro del área entera de la celda [6].

El conocimiento del régimen de viento es crucial para la implementación de cualquier tipo de sistema que emplee el recurso eólico. El principal parámetro descriptivo de un régimen de viento es la velocidad media anual. Por esta razón, doce mapas fueron trazados (Figura 3 y 4), uno para cada mes, en ellos es representado la velocidad promedio del viento en m/s para terrenos similares a un aeropuerto (10m), con datos desde Julio de 1983 hasta Junio de 1993.

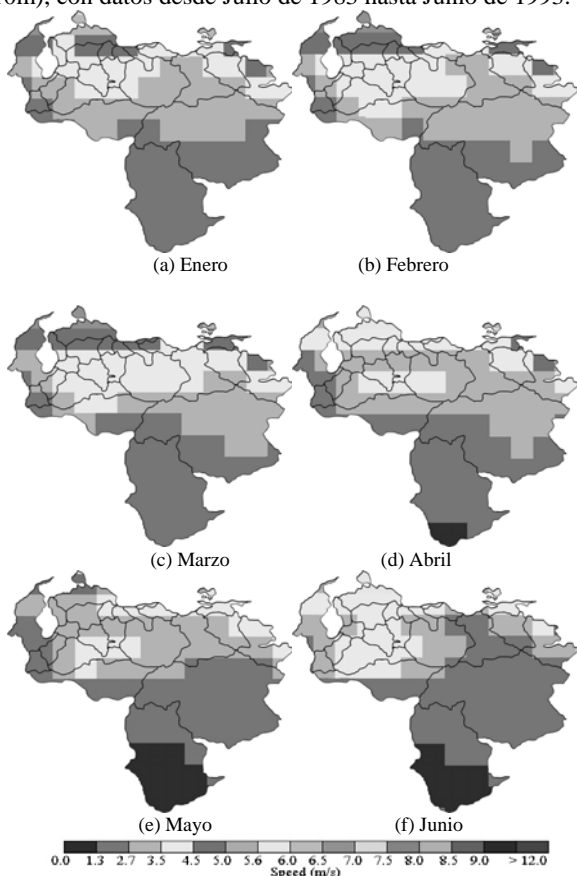


Fig. 3. Mapa de Velocidad Promedio Mensual del Viento a 10 m (m/s) en Venezuela para enero a junio [6]

Enero y Julio son los meses con promedio de velocidad del viento mas alto (ligeramente mayor a 3m/s, vientos clase 3 @10 m), sin embargo, hay importantes diferencias en la velocidad promedio mensual entre las medidas en los estados del norte y los del sur del país. El estado Falcón, Zulia y la región de Nueva Esparta (particularmente la Isla

de Margarita), junto con todos los estados costeros ubicados en el norte de Venezuela exhiben las más altas velocidades promedio del viento (por encima de 5m/s, vientos clase 3 o 4 durante nueve meses, @ 10 m, ver la Figura 5).

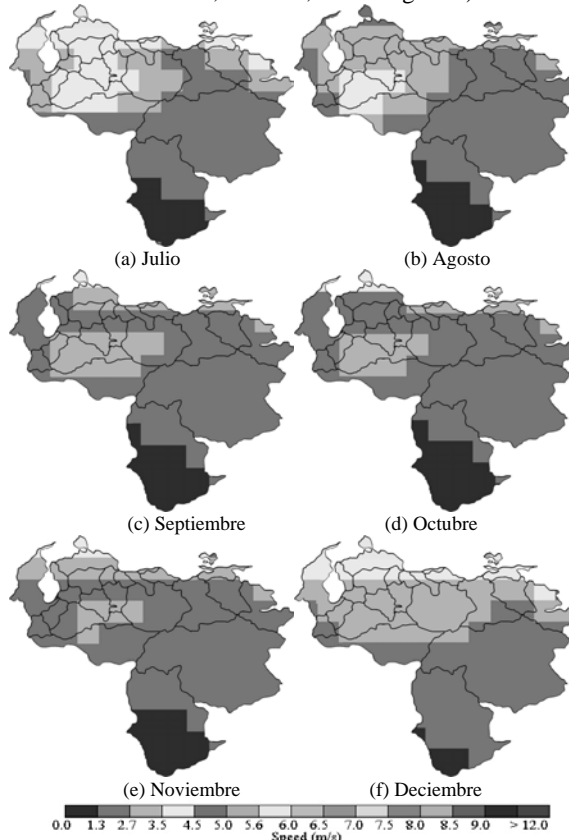


Fig. 4. Mapa de Velocidad Promedio Mensual del Viento a 10 m (m/s) en Venezuela para julio a diciembre [6].

Por otra parte, los estados ubicados al sur de Venezuela, a mas de 800 km de la costa, tal como el estado Bolívar o Amazonas, poseen las más bajas velocidades promedio del viento (entre 0 a 2.7m/s @10m, ver la Figura 6) durante todo el año. La altura del anemómetro por encima de la superficie del terreno principalmente una referencia a 10 m (33-pies) o 50-m (164-pies), como base para representar el recurso del viento. La ley de potencia fue empleada para ajustar las mediciones promedios de término largo de la velocidad del viento o la densidad de potencia al nivel de referencia. Algunos sitios particulares en Venezuela exhiben una velocidad de vientos promedio por encima de 6m/s (a 50m), considerados en la escala cualitativa como vientos moderados –ver Tabla II.

TABLA II. RECURSO EÓLICO EN ALGUNOS LUGARES DE VENEZUELA [6]

Nombre de la Localidad	Latitud/ longitud	Velocidad Promedio del Viento m/s @ 50 m
Cabure	11° 08' N / 69° 38' O	6.18
Capatarida	11° 11' N / 70° 37' O	6.16
Coro	11° 25' N / 69° 41' O	6.18
La Asunción	11° 02' N / 63° 53' O	6.31
La Vela	11° 27' N / 69° 34' O	6.18
Pueblo Nuevo	11° 58' N / 69° 55' O	6.18
Puerto Cumarebo	11° 29' N / 69° 21' O	6.18
Punto Fijo	11° 42' N / 70° 13' O	6.16
San Juan de los Cayos	11°10' N / 68° 25' O	6.23
San Luis	11° 07' N / 69° 42' O	6.18
Paraguaiipoa	11° 21' N / 71° 57' O	6.18

La dirección del viento es otra importante componente de la evaluación del recurso del viento. En Venezuela la dirección del viento es mayormente constante durante todo

el año, medido en el sentido horario, desde el Norte, 80° grados es la dirección desde donde viene el viento típicamente, el análisis estadístico indica que la desviación estándar ronda ±20°, esto es especialmente dominante en los estados del norte. Sin embargo, en los estados del sur la dirección del viento posee una dirección más cambiante durante los meses del año, pero el análisis estadístico indica que principalmente provienen de la dirección 80° a 100°.

Una de las características del viento es que la velocidad en cualquier momento no puede ser estimado basado en su velocidad en un momento anterior; lo que indica, que el viento sigue básicamente un parámetro aleatorio de un momento al próximo. Sin embargo, mediciones sobre un período de tiempo muy largo, permite que la tendencia de vientos muestre una distribución de frecuencia generalmente predecible. La distribución de Weibull ha sido vista que representa en una muy buena forma la distribución observada en las velocidades del viento. Una vista general de la distribución de Weibull permite describir la variación de las velocidades de viento en Venezuela, la velocidad promedio del viento resulta por encima de 3 m/s, con una probabilidad considerada alta (60%) a 3m/s. Nuevamente las ubicaciones al norte de Venezuela (estados costeros) posee un mejor perfil de vientos, y más altas probabilidades de vientos de velocidad alta (hasta 5m/s en promedio) en los estados del norte sobre los ubicados al sur del país [6].

En el caso particular, del estado Falcón, Zulia y la Isla de Margarita, por encima del 60% de probabilidad ocurre con velocidades promedios de viento entre 3-10m/s (ver Fig. 7).

Además una apropiada evaluación del recurso del viento requiere las mediciones de la temperatura del aire y la presión atmosférica; variable que fueron consideradas para determinar la energía contenida en el viento y los equipos apropiados a ser considerado [6].

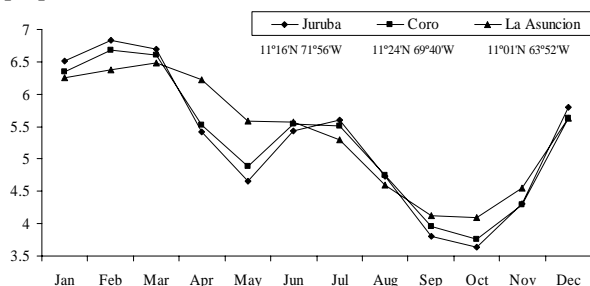


Fig. 5. Promedio Mensual de la Velocidad del Viento m/s a 10m, para tres lugares al Norte de Venezuela

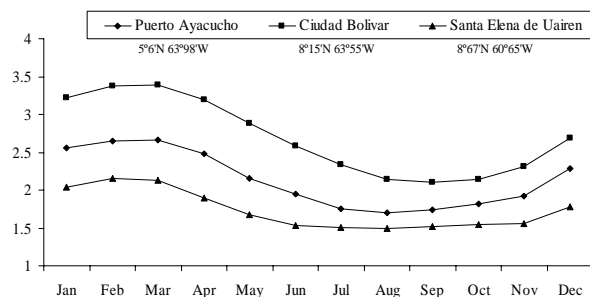


Fig. 6. Promedio Mensual de la Velocidad del Viento m/s a 10m, para tres lugares al Sur de Venezuela

Una evaluación detallada de cada estado de Venezuela fue realizada considerando las principales variables meteorológicas [6]. Por razones de espacio, los resultados detallados de cada estado no son mostrados aquí. Sin

embargo, los análisis detallados apuntan al menos a tres sitios candidatos con vientos clase 4, y los cuales han sido escogidos para una mas detallada presentación: Juruba (Zulia), Coro (Falcón), y La Asuncion (Isla de Margarita), ver Figuras 8, 9 y 9 respectivamente.

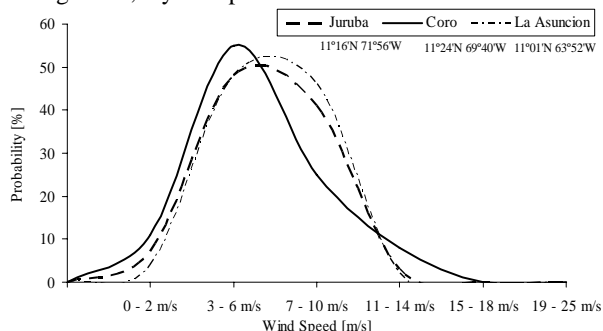


Fig. 7. Distribución de Weibull de la Velocidad del Viento m/s a 10m, para tres lugares al norte de Venezuela

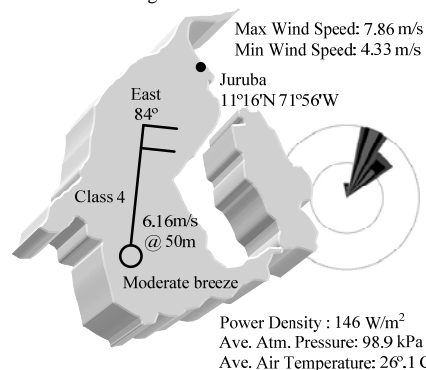


Fig. 8. Sumario de las principales variables meteorológicas para evaluación del recuso eólico en Juruba, Zulia.

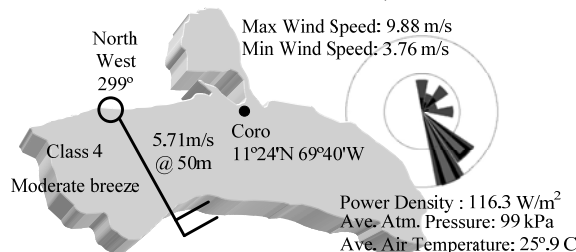


Fig. 9. Sumario de las principales variables meteorológicas para evaluación del recuso eólico en Coro, Falcón.

TABLA III. CLASES DE DENSIDAD DE POTENCIA DEL VIENTO A 10M Y 50M^(a)

Clase de Densidad de Potencia	10 m (33 ft)		50 m (164 ft)	
	Densidad de Potencia del Viento (W/m ²)	Velocidad ^(b) m/s (mph)	Densidad de Potencia del Viento (W/m ²)	Velocidad ^(b) m/s (mph)
1	<100	<4.4 (9.8)	<200	<5.6 (12.5)
2	100 - 150	4.4 (9.8) / 5.1 (11.5)	200 - 300	5.6 (12.5) / 6.4 (14.3)
3	150 - 200	5.1 (11.5) / 5.6 (12.5)	300 - 400	6.4 (14.3) / 7.0 (15.7)
4	200 - 250	5.6 (12.5) / 6.0 (13.4)	400 - 500	7.0 (15.7) / 7.5 (16.8)
5	250 - 300	6.0 (13.4) / 6.4 (14.3)	500 - 600	7.5 (16.8) / 8.0 (17.9)
6	300 - 400	6.4 (14.3) / 7.0 (15.7)	600 - 800	8.0 (17.9) / 8.8 (19.7)
7	>400	>7.0 (15.7)	>800	>8.8 (19.7)

(a) La explotación vertical de la velocidad del viento esta basada en la ley de 1/7 de la potencia

(b) La velocidad media del viento es basada en la distribución equivalente de velocidades de Rayleigh para la densidad de potencia. La velocidad del viento es para las condiciones estándar a nivel del mar. Para mantener la

misma densidad de potencia, la velocidad incrementa 3%/1000 m (5%/5000 ft) de elevación.

Como es conocido la evaluación del recurso eólico es un elemento crítico en la estimación del desempeño de la turbina de viento en un sitio dado. La clase de la densidad de potencia es un buen indicadores para el uso adecuado del recurso eólico [6].

Áreas designadas con clase 3 o superior son adecuados para las mayoría de las aplicación de turbinas de viento a escala comercial, mientras que áreas de clase 2 son marginales para aplicaciones de explotación comercial, pero son adecuadas para paliación rural. Las áreas de clase 1 son generalmente no adecuadas, aunque algunas pocas localizaciones (por ejemplo, cimas expuestas no mostradas sobre los mapas) con adecuado recurso para aplicaciones de turbinas de viento puedes existir en áreas clase 1. El grado de certeza con la cual la clase de energía eólica puede ser especificada depende de tres factores: la abundancia y calidad de datos de viento; la complejidad del terreno; y la variabilidad geográfica del recurso [6].

Una más detallada evaluación del recurso eólico es presentada para la isla de margarita. (Fig. 10).

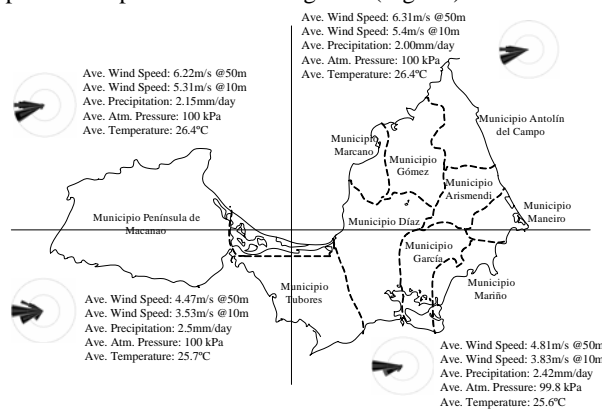


Fig. 10. Sumario de las principales variables meteorológicas para el recurso eólico en la Isla de Margarita.

Cuatro zonas están claramente definidas para las variables climáticas ambientales en la Isla de Margarita, dos al norte con velocidades promedios de los vientos durante todo el año por encima de 6m/s a 50m, vientos clase 3 de la densidad de potencia, adecuado para la mayoría de las aplicaciones a escala comercial de generación eólica de electricidad, y una rosa de vientos que evidencia una buena distribución del viento, además de que la distribución de Weibull que indica una alta probabilidad de vientos con velocidades entre 3 y 12 m/s.

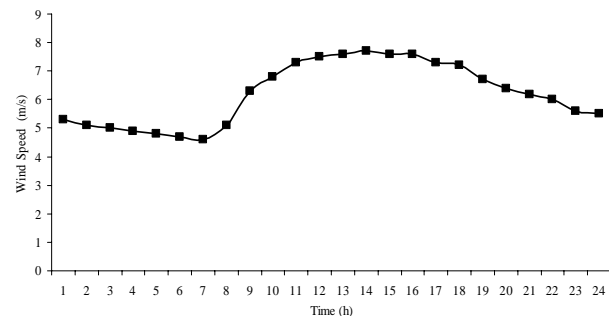


Fig. 11. Promedio horario de la velocidad del viento a 10m sobre la superficie del terreno similar a un aeropuerto en m/s, para la Isla de Margarita

Usando mediciones de la velocidad del viento en tierra, se ha trazado la velocidad promedio horaria (Fig. 11). Entre las

11 y 18 horas, le velocidad promedio del viento se encuentra por encima de 7m/s con un promedio máximo de 7.7 m/s, y un mínimo de 4.9 m/s después de la hora 1.

Un simple análisis considerando la variabilidad horaria de la velocidad del viento, la presión atmosférica, y temperatura, permite determinar que la densidad de energía ronda los 3.9 kWh/m² durante un día promedio típico en la Isla de Margarita, por encima de 1.3 MWh/m² durante un año típico. Como consecuencia, de este enfoque, el norte de la Isla de Margarita posee un recurso eólico adecuado para la explotación de la energía del viento a escala comercial.

IV. CONCLUSIONES

Este artículo resulta novedoso por varios aspectos, pero el resultado más importante, es que se han diagnosticado tres lugares bien definidos en Venezuela con suficiente recurso eólico para desarrollar estudios preliminares para la instalación de granjas de viento. Producto de esta investigación se ha demostrado la viabilidad de recurso eólico y se recomienda abiertamente acometer medición local en tierra de la velocidad del viento al menos con una frecuencia de 5 minutos durante un año en esas áreas.

Las tres localizaciones adecuadas para proyectos eólicos son: La Guajira Venezolana en el Estado Zulia, La Península de Paraganá en el estado Falcón, y la Isla de Margarita en el estado Nueva Esparta. En éste artículo se ha demostrado con un enfoque simple, que lugares al norte de la Isla de Margarita posee recursos adecuados para el uso de la energía eólica en aplicación comercial de generación de electricidad. Una colección de datos, tablas, mapas son productos de ésta investigación, y se recomienda una posterior investigación para impulsar la conformación de una amplia red de estaciones meteorológicas remotas con capacidad e medición de datos y transferencia de datos.

El tipo de datos de viento idealmente deben estar disponibles incluyen: velocidad promedio del viento, distribución de frecuencia, factor de escala de altitud (índice de robustez), distribución de velocidades para un período de tiempo, turbulencia, extremos, topografía circundante. Un posterior trabajo desarrollará e incluirá estos datos.

REFERENCIAS

- [1] "Energía alternativa viene en camino". Artículo de prensa. Diario El Universal, Domingo 30 de Octubre de 2005. Cuerpo 2: Disponible en : http://www.eluniversal.com/2005/10/30/eco_art_30201A.shtml
- [2] Victor Castillejo. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General Sectorial de Energía. Guía Práctica para el Cálculo de Aerogeneradores. Caracas. 1985.
- [3] Fernández I. (2005). "Proyecto Jurijurebo. Península de Paraguana". Encuentro sobre Oportunidades de Negocios para Empresas Latinoamericanas de la Industria de la Construcción "Construir sin Fronteras". 20 y 21 de Abril de 2005, Caracas Venezuela.
- [4] NASA Surface meteorology and Solar Energy. Website: <http://eosweb.larc.nasa.gov/>
- [5] NASA Earth Observatory. Website: <http://eob.gsfc.nasa.gov/>
- [6] F. Gonzalez-Longatt, J. Mendez, R. Villasana, C. Peraza. "Wind Energy Resource Evaluation on Venezuela: Part I". Nodic Wind Power Conference, 22-23 May, Espoo, Finland, 2006.

BIOGRAFIAS



Francisco Gonzalez-Longatt. Obtuvo el título de ingeniero electricista del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada, Venezuela (1994). Master en Administración de Empresas de Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela (1999). Es profesor a dedicación exclusiva, categoría asistente, en pre-grado y postgrado, fue Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada. Investigó durante un año, sobre la enseñanza de las ciencias técnicas en el Doctorado en Ciencias de la Educación, de la Universidad Pedagógica El Libertador. Actualmente es Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Central de Venezuela, trabajando en el impacto de la generación distribuida en la estabilidad dinámica de sistemas de potencia. Autor de textos de ecuación superior, más de una decena de artículos en revistas y congresos a nivel internacional. Es miembro del Institute of Electrical Engineers (IEE), y miembro de varias sociedades entre ellas la Power Engineering Society del IEEE. Su área de interés es las fuentes alternas de energía y su integración en los sistemas eléctricos de potencia.



Rubén Teran. Obtuvo el título de ingeniero electricista de la Universidad de Carabobo, Venezuela (2001). Cursando actualmente la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo, Venezuela. Es profesor a tiempo completo, categoría instructor, en pregrado. Es miembro de la Industrial Facilities Society del Institute IEEE

Juan Méndez. Obtuvo el título de ingeniero electricista del Instituto Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (2006). Su área de interés es las fuentes alternas de energías y aspectos económicos de la integración es estas fuentes a los sistemas eléctricos de potencia.



Arturo R. Hernández Plaza. Obtuvo el título de ingeniero electricista del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (1993). Magíster Scieniarum en Gerencia de Personal de la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (2003). Cursando actualmente la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo. Es profesor a dedicación exclusiva, categoría asistente, en pregrado, Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada. Es miembro de la Industrial Facilities Society del Institute IEEE.



Frenides Guillen. Obtuvo el título de ingeniero electricista del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (2001). Cursando actualmente la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo. Es profesor a dedicación exclusiva, categoría instructor, en pregrado, adscrito al Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada.