

ESTUDIO DEL RÉGIMEN DE VIENTOS EN LA LOCALIDAD DE GOBERNADOR GREGORES.

RESUMEN

Se estudia el comportamiento del recurso eólico en la zona próxima a la localidad de Gobernador Gregores, provincia de Santa Cruz, determinando sus características en cuanto a direcciones e intensidades predominantes, para evaluar su potencial aprovechamiento para la generación de energía eléctrica. Se trabaja con datos horarios medidos por el Servicio Meteorológico Nacional durante el periodo 1970-2009. Se obtienen la distribución de frecuencias y rosa de vientos y se confeccionan gráficos de la potencia extraíble por rango de valores de velocidad del viento. Se observa que la dirección O predomina marcadamente durante todo el año, con un promedio de 9,02 m/s. Las ráfagas máximas diarias suelen presentarse en horas del mediodía. La densidad de potencia obtenida, asociada a las características antes citadas de direccionalidad y estacionalidad, indica la posibilidad de obtención de muy buenos rendimientos para el aprovechamiento eléctrico del recurso.

Palabras clave: Gobernador Gregores, Régimen de Vientos, Rosa de los Vientos, Distribuciones.

INTRODUCCIÓN

El recurso eólico

En la región patagónica se han realizado algunos estudios exploratorios, a saber, en la localidad de Puerto San Julián (Oliva y Lescano, 2008), así como también un mapeo eólico de las provincias del Chubut (Mattio, 2006), La Pampa y Neuquén (Warchomicka y otros, 2005), sumado al SIG Eólico Nacional (Mattio, 2006), basado en modelizaciones a partir de imágenes satelitales, encarado por el Centro Regional de Energía Eólica (CREE) y el Ministerio de Planificación Nacional. También se realizaron algunos relevamientos de la región, pero con pocas estaciones y periodos de tiempo muy acotados (Barros, 1986).

Actualmente se busca aprovechar los recursos renovables para la generación de energía eléctrica, entre los cuales el viento es uno de los más estudiados y con mayor ritmo de crecimiento a nivel mundial en cuanto a potencia de generación instalada. Pero el viento, al considerarlo como recurso energético y desde el punto de vista de su disponibilidad como suministro, es una fuente con sustanciales variaciones temporales, a pequeña y gran escala de tiempo, y espaciales, tanto en superficie como en altura, contando además con una componente aleatoria que afecta en gran parte a su variación total.

Las características locales del viento influyen de manera significativa en varios aspectos fundamentales relacionados con los sistemas de aprovechamiento de la energía eólica (Manwell y otros, 2002):

- en la selección del emplazamiento más favorable para la instalación de los sistemas eólicos.
- en la estimación o previsión de la producción energética y del funcionamiento global del sistema eólico, dado que la energía eólica disponible por unidad de área expuesta al viento es proporcional al cubo de la velocidad, por lo que pequeñas variaciones en la velocidad del viento conllevan sensibles variaciones en la energía suministrada, y por ende impacta en la rentabilidad del proyecto.
- en el diseño estructural del sistema, donde se tienen en cuenta las condiciones medias representativas y extremas de viento.
- en la operación y regulación del sistema eólico, donde intervienen aspectos como la predicción del viento para planificar el funcionamiento en tiempo real, así como características del viento que influyen en la estrategia de operación (arranque, parada, orientación) y factores que afectan al mantenimiento o vida útil del sistema (variabilidad en la dirección, ráfagas, superación de la velocidad de operación del aerogenerador).

Por los aspectos relatados, la evaluación y caracterización del régimen de vientos en un potencial emplazamiento de aerogeneradores es una instancia previa excluyente para la implementación de un proyecto de aprovechamiento eólico (Fernández García, 1996)

Gobernador Gregores

Los vientos intensos son una característica distintiva del clima patagónico en general y de la provincia de Santa Cruz en particular, lo cual *a priori* torna a esta región potencialmente muy propicia para emprendimientos de generación eólica.

Desde el año 2006 se encuentra disponible el denominado SIG (Sistema de Información Geográfica) Eólico (Mattio, 2006), preparado por el Centro Regional de Energía Eólica de Chubut, en convenio con el Ministerio de Planificación Federal. Dicho sistema permite obtener en base a datos satelitales de dominio público y a modelos informáticos de simulación un promedio anual de vientos en lugares de todo el país. Pero si bien el SIG-Eólico resulta de gran utilidad para la obtención orientativa de promedios anuales en los puntos de análisis, en el caso de la provincia de Santa Cruz se realizó el mapa con poca validación de mediciones en superficie, como si se hizo por ejemplo para el modelo más detallado de Chubut. Por esta razón, y por tratarse Gobernador Gregores de una localidad estratégica, en el centro de la provincia, con una proyección de crecimiento socioeconómico importante y su consecuente incremento de demanda de energía eléctrica, además de la proximidad a la traza del Sistema Interconectado Nacional, con grandes espacios llanos y despejados en sus alrededores que facilitarían la instalación de grupos de aerogeneradores, se la eligió para realizar la presente caracterización de su régimen de vientos, utilizando las mediciones de cuatro décadas provistas por el SMN.

La localidad de Gobernador Gregores ($48^{\circ}46'0''S$, $70^{\circ}15'0''O$) está enclavada sobre las márgenes del río Chico, en la meseta central de la provincia de Santa Cruz, con una altitud promedio de 360 msnm. Su suelo es típico de la estepa patagónica, formado por arcillas cristalinas y alto contenido de áridos, predominando la vegetación arbustiva baja y espinosa, que adopta una asimetría en sus ramas o follaje que sugiere una dirección predominante de vientos intensos. Estos contribuyen también a la aridez imperante al favorecer la rápida evaporación. El clima es frío y seco, con un promedio de 14° en verano y 0° en invierno, con extremos térmicos registrados de $-22,4^{\circ}C$ y $33,7^{\circ}C$. Las precipitaciones son de 212 mm anuales.

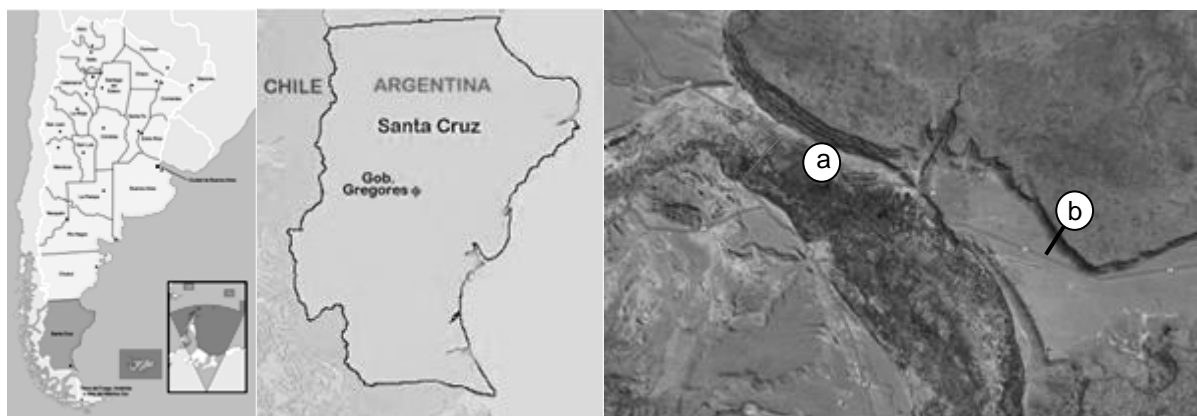


Figura 1. Situación geográfica de la localidad de Gobernador Gregores (a) y de la estación del SMN (b).

METODOLOGÍA

Datos

Se utilizaron datos provenientes de mediciones horarias de la estación meteorológica de Gobernador Gregores, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional, registradas de manera ininterrumpida en el periodo Enero de 1970- Febrero de 2009, con un volumen de 174.718 muestras. El emplazamiento de esta estación se encuentra en el aeródromo próximo a la localidad ($48^{\circ}46'57''S$, $70^{\circ}09'46''O$, 358 msnm), a 6 km al Este de la misma, sin rugosidad significativa del terreno y alejada de construcciones que puedan perturbar el viento medido.

Los datos se obtuvieron a diez metros de altura, y midiendo los últimos diez minutos de cada hora, lo cual no responde a los patrones utilizados habitualmente para realizar mapeos eólicos (Faiella y Gessino, 2002). Pero el periodo de tiempo abarcado por los registros de manera ininterrumpida durante casi cuatro décadas proporcionan un volumen de información muy importante, que no sólo corroboran los resultados obtenidos con estaciones automáticas con frecuencias de muestreo muy superiores, sino que brindan información sobre la tendencia de cambio en los ciclos de vientos en el transcurso del tiempo.

Análisis

Si bien el viento se trata de una magnitud vectorial, por lo general la velocidad (la magnitud del vector) y la dirección (orientación del vector) se tratan frecuentemente como variables independientes. Por esa razón, para la caracterización del recurso se realizaron dos tipos de distribuciones: de direcciones y de intensidades.

Distribución de direcciones

La distribución de direcciones es de suma importancia para localizar las turbinas eólicas, indicando la variabilidad direccional del régimen de vientos al que debe responder el sistema de orientación de la máquina. La representación más utilizada para analizar la distribución de direcciones en un determinado sitio es la de la Rosa de los Vientos, que consiste en un diagrama

radial que muestra los puntos cardinales, sobre los que se representan la frecuencia porcentual del viento y la distribución de velocidades medias para cada intervalo direccional durante determinados periodos de tiempo.

Se realizó una Rosa de Vientos de la distribución total en el transcurso de cuarenta años, y las correspondientes a los meses de Enero, Abril, Julio y Octubre, representativas de cada una de las estaciones del año. También se realizó una Rosa de Vientos relacionada con las intensidades medias para cada dirección, y luego otra con cada una de estas intensidades medias elevadas al cubo, debido a que la como la potencia extraíble de un aerogenerador es proporcional al cubo de la velocidad del viento, esta gráfica es más representativa sobre cuál es la dirección con mayor rendimiento energético.

Distribución de intensidades

El conocimiento de la distribución de velocidades de viento permite determinar el potencial energético eólico disponible, además de su constancia temporal. Su estudio se basa en la velocidad media registrada en superficie en forma horaria, medida a diez metros de altura, según norma internacional establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como estándar para la medición y seguimiento del viento.

Para realizar este análisis se confeccionó en primer lugar un histograma con la distribución porcentual general de velocidades. La variación del viento en el emplazamiento estudiado se describe utilizando la Distribución de Weibull. Luego se elaboraron otros gráficos complementarios, tales como frecuencias medias mensuales, porcentaje mensual de horas con calma, velocidades medias a anuales, velocidades medias horarias y distribución horaria de ráfagas máximas diarias

RESULTADOS

Distribución de direcciones

De los datos analizados para el periodo 1970-2009, se obtuvo la distribución porcentual de direcciones que se muestra en la tabla I, y que se representa gráficamente en la figura 2. También se realizaron gráficas de Rosa de Vientos para cuatro meses representativos de las estaciones (Enero, Abril, Julio y Octubre), representados en las figuras 3 a-b y 4 a-b.

Dirección	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
%	3,98%	1,42%	1,47%	2,42%	2,05%	0,50%	0,56%	1,71%
Dirección	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO
%	5,82%	4,20%	4,74%	13,23%	28,69%	16,20%	7,69%	5,32%

Tabla 1 – Distribución Anual de Direcciones.

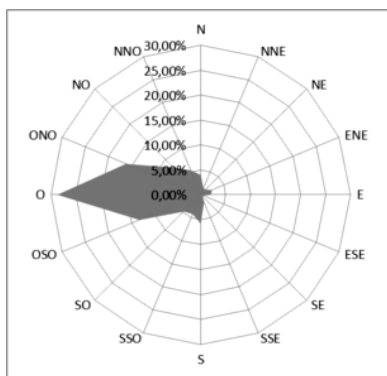


Figura 1- Rosa de Vientos anual de la localidad de Gobernador Gregores.

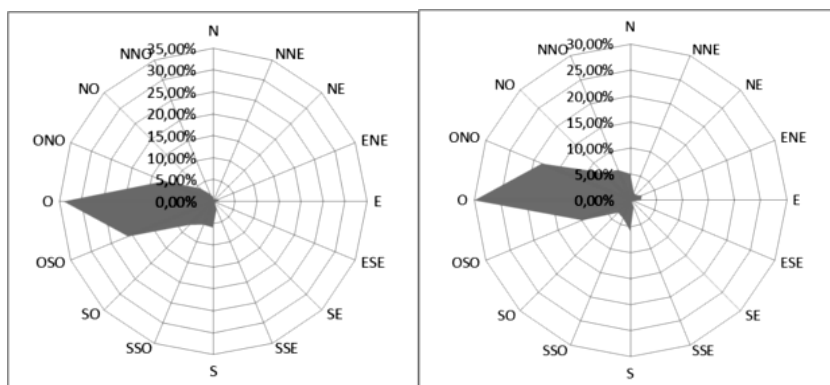


Figura 3 – Rosa de Vientos de frecuencia de (a) Enero (b) Abril.

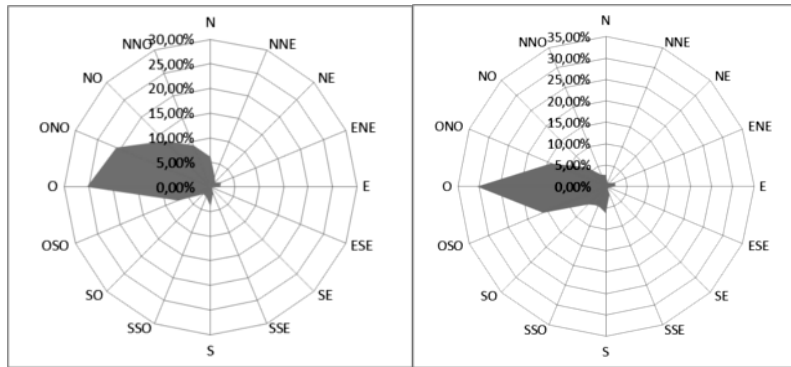


Figura 4 - Rosa de Vientos de frecuencia (a) Julio (b) Octubre

Se realizó también una variante de la Rosa de Vientos representando las intensidades promedio características de cada punto cardinal (figura 5a) y su variante cúbica (figura 5b).

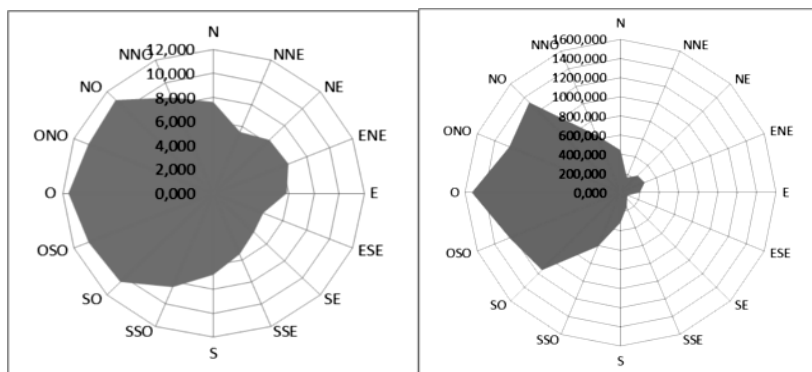


Figura 5 - Rosa de Vientos de intensidades:(a) Velocidades media por direcciones [m/s] (b) Velocidades cúbicas [m³/s³].

Distribución de intensidades

Se realizó el histograma de frecuencia de las distintas velocidades de vientos, así como su distribución Weibull ajustada (figura 6). Se determinaron también la distribución promedio mensual de vientos (figura 7), el porcentaje mensual de horas con calmas y las velocidades promedio anuales (figura 8). Respecto a estas últimas, el promedio histórico anual de viento resultó ser de 9,02 m/s.

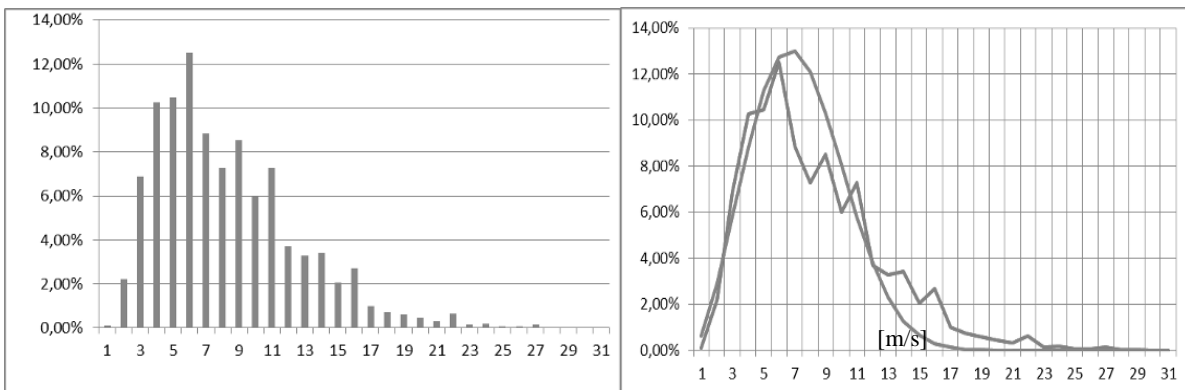


Figura 6 – Distribución de Intensidades de Viento [m/s] y distribución de Weibull ajustada [m/s]

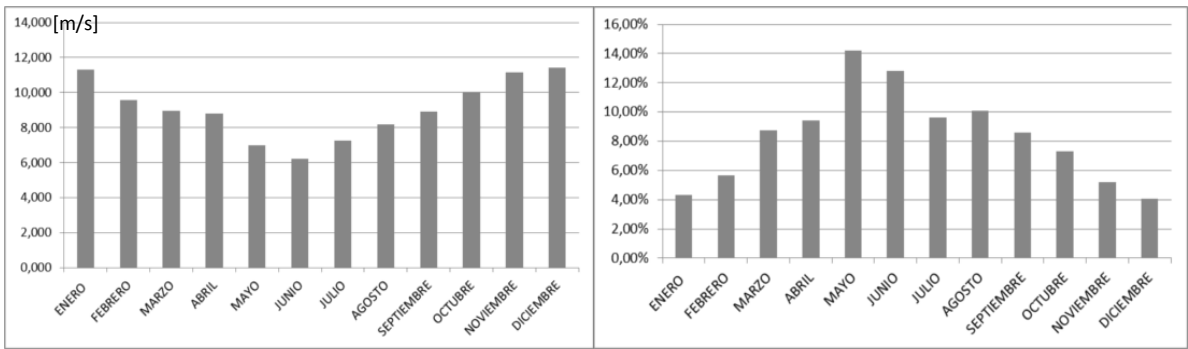


Figura 7 – Distribución promedio mensual de vientos [m/s] y porcentaje mensual de horas con calmas

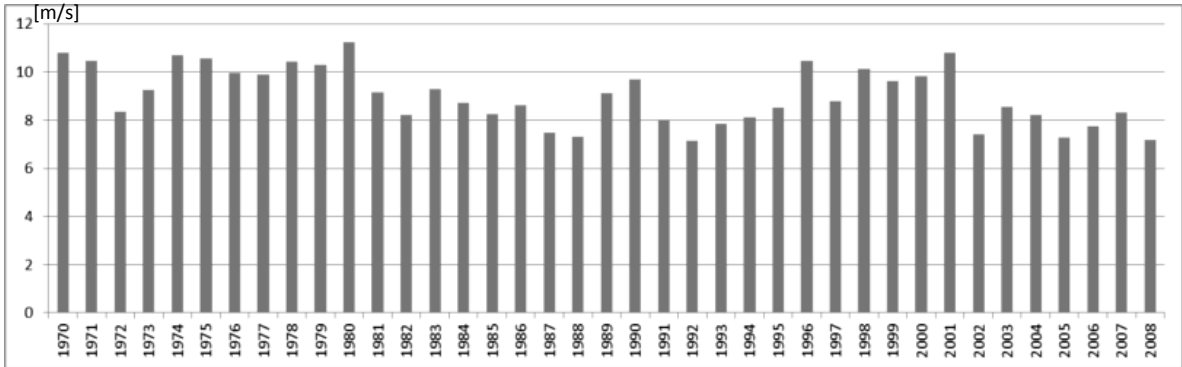


Figura 8 - Velocidades medias anuales 1970-2009 [m/s]

Finalmente, se realizó el análisis horario, calculando cuál es la intensidad media para cada hora del día (figura 9), y en qué hora del día se presentan las ráfagas máximas (figura 10). Tal como es estándar en las mediciones meteorológicas, las horas están expresadas en formato UTC.

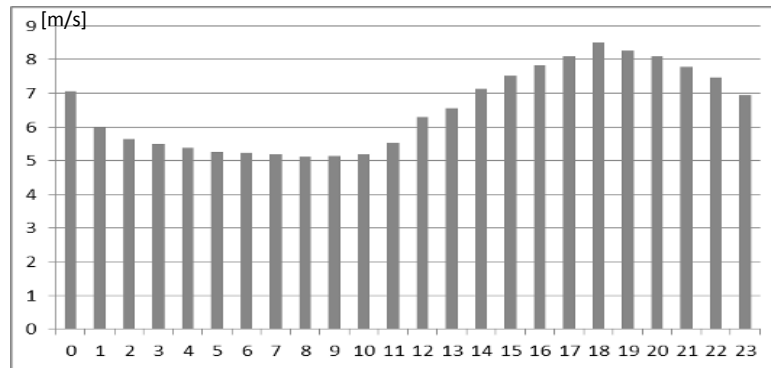


Figura 9 - Velocidades medias horarias [UTC].

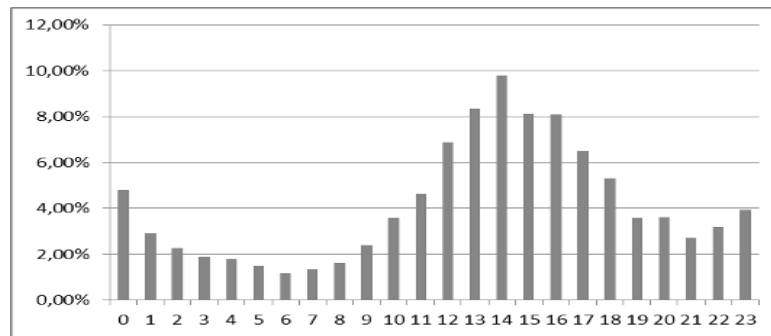


Figura 10- Distribución horaria de las ráfagas máximas diarias [UTC].

CONCLUSIONES

La dirección prevaleciente durante todo el año es del Oeste, con un 28,69% de prevalencia, y sumando a ésta las direcciones OSO-ONO, se concentra el 58,12% de las muestras, lo cual indica una dirección claramente preferencial desde ese cuadrante. No se observa una variación estacional marcada. En cuanto al potencial energético, de la figura 5 se desprende claramente que la de mayor energía potencial es la O, y aunque tanto SO como NO le siguen como direcciones en que el viento presenta mayor intensidad, su frecuencia de incidencia conjunta es de sólo el 12,43%. Estos datos señalan que la orientación preferencial para cualquier futuro emprendimiento eólico debe ser en dirección O.

En cuanto a la distribución de velocidades de vientos de superficie, se obtuvo que el promedio general anual es de 9,02 m/s. Se observa una cierta estacionalidad en estas intensidades: durante los meses invernales (Mayo, Junio y Julio) el promedio es de 7,43 m/s, mientras que en primavera-verano asciende a 10,63 m/s. Esta prevalencia veraniega se debe a que el mayor calentamiento de la superficie favorece la mezcla vertical de la atmósfera, y por ende el transporte mayores masas de aire hacia la superficie desde capas altas de la atmósfera, donde el viento siempre es mucho mayor. Respecto a las horas de calma, éstas constituyen el 8,33% del total, lo cual es bastante bajo y propicio para los aerogeneradores. A este respecto, los meses más restrictivos son los invernales (Mayo, Junio y Julio), en los que el porcentaje de horas de calma trepa hasta 14,04%.

Observando la evolución de las medias anuales, queda patente que las décadas de 1970 y de 1980 tuvieron mayores promedios de intensidad de viento, y se aprecia una tendencia a la disminución en las velocidades promedio, así como la presencia de cierta periodicidad en las variaciones, cuyas causas, además de la influencia de fenómenos globales más complejos como El Niño o La Niña, quedan pendientes de un posterior análisis.

Finalmente, en el análisis promedio horario cabe destacar que entre el mediodía y la media tarde se presentan las mayores intensidades, mientras que durante las madrugadas el viento suele declinar. Las ráfagas máximas diarias, que pueden constituir un factor importante de estrés para un aerogenerador, suelen presentarse en horas del mediodía.

La densidad de Potencia obtenida, asociada a las características antes citadas de direccionalidad y estacionalidad, indica la posibilidad de obtención de excelentes rendimientos para el aprovechamiento eléctrico del recurso eólico en esta zona.

REFERENCIAS

- Barros, V (1986). Atlas del Potencial Eólico del Sur Argentino. *CONICET. Centro Regional de Energía Eólica y Centro Nacional Patagónico*. Rawson..
- Faiella, L. y Gesino A. (2002). Gestión de variables meteorológicas y mapeo eólico. *Asociación Argentina Eólica*.
- Fernández García, F. (1996). Manual de Climatología Aplicada. Clima, medio ambiente y planificación. *Madrid. Espacios y Sociedades, Serie Mayor N° 2*.
- Manwell, J.F., McGowan, J.G., Rogers, A.L (2002).; "Wind Energy Explained", *Ed.J. Wiley & Sons*, – ISBN 0 471 49972 2
- Mattio, H.F. (2006). *SIG Eólico / Sistema de Información Geográfico-Mapa Eólico Nacional v2.3.01*. Software Developer CREE and SSCyCGestion – Area Sistemas, Ministerio de Planificación Federal, Buenos Aires, Argentina.
- Oliva, R. y Lescano J. (2008). Energía eólica para Puerto San Julián. *Fundación Agencia de Desarrollo de Puerto San Julián*.
- Warchomicka, N., Palese, C., Mattio, H., Lassig, J. (2005) Evaluación del Recurso Eólico del Departamento Confluencia de la Provincia del Neuquen"; *XXVIII Reunión de ASADES, San Martín de los Andes*.

ABSTRACT

We study the behavior of the wind resource in the area near the town of Gobernador Gregores, Santa Cruz, determining their main characteristics like prevailing directions and intensities, to evaluate its potential use for power generation. We work with time data measured by the National Weather Service during the period 1970-2009. This gives the frequency distribution and wind rose. Graphics are made removable power for different wind speeds. It is observed that the direction O predominates markedly throughout the year, with an average of 9.02 m / s. The daily maximum gusts often occur at noon. The obtained power density associated with the above characteristics and seasonal directionality indicates the possibility of obtaining very good yields for the electrical use of the resource.

Keywords: Gobernador Gregores, Winds Regime, Wind Rose, Distributions.