



## POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO ENERGETICO DEL VIENTO EN EL CAÑON DE PACLIN

Documento técnico aportado por la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCa) y la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología de la Pcia. de Catamarca (MECCYT).

Ing. Juan Ramón SEQUI  
Ing. Rafael René HERRERA  
Ing. Domingo Ulises GOMEZ  
Ing. Pedro David FORESI

### El viento: una alternativa energética limpia

Las graves consecuencias que sufre el planeta producto de la contaminación ambiental y los peligros derivados del “efecto invernadero”, a puesto a la ciencia en alerta, especialmente en el desarrollo de tecnologías energéticas que controlen el uso indiscriminado de los combustibles fósiles y en la búsqueda de fuentes alternativas menos contaminantes.

Las sociedades basadas en el consumo indiscriminado como forma para mantener los estándares de crecimiento económico habituales, empezaron a sentir no solo las crisis energéticas producto de la drástica reducción de las reservas fósiles, sino también a padecer los continuos y cada vez más acuciantes reclamos de la sociedad mundial, preocupada por la viabilidad del planeta.

Cada vez es más común escuchar respecto de la necesidad de recurrir a las fuentes naturales de energía, por su renovación permanente en el tiempo y las ventajas no contaminantes de su aprovechamiento. Fuentes renovables como la energía eólica y la solar, están siendo fuertemente promocionadas en muchos países, principalmente europeos, tales como España, Alemania y Holanda. La energía hidroeléctrica, que fue una de las principales fuentes de generación eléctrica, también renovable, está siendo cuestionada por las manifiestas alteraciones del ecosistema por los embalses de agua.- Mucho se habla del reemplazo de los combustibles fósiles por energía atómica, pero conociendo las gravísimas consecuencias de los escapes radiactivos y de los desechos altamente tóxicos de las usinas, existe un marcado rechazo por parte de la sociedad.

Mark Z. Jacobson, profesor de ingeniería civil y medioambiental en la Universidad de Stanford lo resumió diciendo: *“La mejor forma de mejorar la seguridad energética, mitigar el cambio climático y reducir el número de muertes causadas por la contaminación atmosférica, está en el viento, el sol y el agua, y no creciendo en las praderas o brillando dentro de centrales nucleares”*. Con ello, pone también

➤ El viento: una alternativa energética limpia

➤ Localización Geográfica:

➤ Valores de Velocidad media mensual, estacional y anual:

➤ Distribución de la frecuencia de ocurrencias según las direcciones de la Rosa de los Vientos:

- Velocidad media según dirección
- Ocurrencias según dirección

un manto de duda sobre los biocombustibles, los cuales no dejan de ser contaminantes, además de ocupar bastos espacios necesarios para la producción de alimentos o para oxigenar el planeta.

En el sur patagónico argentino, los fuertes vientos, casi continuos, aseguran una producción energética importante, renovable, limpia, que contribuye a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que suele considerarse un tipo de energía verde, que puede fácilmente ser incorporada al sistema eléctrico nacional.- Por esa razón, existen en la actualidad varios emprendimientos, que generan energía a partir de las denominadas "turbinas eólicas".- Los avances de la ciencia y los nuevos desarrollos tecnológicos en la oferta de turbinas eólicas, ha llevado a que el viento, en esta región, haya dejado de ser una potencial alternativa de abastecimiento para convertirse en una realidad concreta.

Conociendo la velocidad del viento en un instante dado, es sencillo determinar la potencia útil de una turbina eólica. Sin embargo, el principal inconveniente del viento, a la hora de decidir su utilización, es su intermitencia. Estas variaciones son producto de los movimientos de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia otras de baja presión, variando su velocidad en función del gradiente de presión.

Los cambio de velocidad y dirección producen variaciones en la disponibilidad de potencia, obligando a contar con acumuladores de energía que satisfagan las necesidades cuando los vientos son escasos o nulos.

Las mediciones de velocidad y dirección de viento que se realizan con fines climatológicos no reflejan el grado de detalle que requieren los proyectos eólicos. En estos casos su utilizan métodos estadísticos más específicos que permiten, a partir de las características de un lugar y midiendo la velocidad y dirección del viento, determinar la distribución de velocidades horarias diaria, mensual, estacional y anual, y estimar la energía útil para cada período.

La provincia de Catamarca presenta una orografía compleja, con un 75 % de su territorio montañoso.- En estos casos, la disponibilidad de viento es bastante aleatoria, pudiendo haber vientos importantes en las partes elevadas de dichos cordones montañosos, como los determinados en las Sierras de Humaya - Dpto. Ambato (SEQUI, J. y otros; 2006) y en las localidades de La Bebida y La Aguadita, en el Departamento Ancasti, situadas ambas en las Sierras de El Alto – Ancasti (SEQUI, J. y otros; 2008), o bien tratarse de vientos moderados, con pocas posibilidades, como los registrados en gran parte del valle central. Sin embargo, esta orografía determina corredores de viento que pueden cambiar notablemente la velocidad y dirección, tal como ocurre en la localidad de Colpes, dentro del valle central de la Subcuenca del Río Los Puestos, en el Departamento Ambato (SEQUI, J. y otros; 2003).

Desde siempre se consideró que el denominado "Cañón de Paclín", en el Dpto. Paclín, era un importante corredor de viento, razón por la cual ameritaba conocer las características que presenta y determinar su potencialidad energética. Este trabajo expresa los resultados obtenidos en tales mediciones durante el año 2007.

#### **Localización Geográfica:**

El denominado Cañón de Paclín se encuentra ubicado en la región noreste de la provincia de Catamarca, en el Departamento Paclín. Su nombre proviene de la voz Cacana "Pakilingasta" (gasta: pueblo / pakilin: costa partida en dos), por lo que los lingüistas reconocen como significado de "Paclín": pueblo partido en dos.

Esta denominación es producto de que el citado cañón corre aproximadamente en dirección norte-sur entre las sierras de Gracian y Guayamba. Tiene una superficie de 985 km<sup>2</sup> y se ubica a 881m de altura sobre el nivel del mar.

El estudio se realizó a partir de los datos de velocidad y dirección del viento registrado durante el año 2007 y 2008, pero en el presente trabajo solo se consignan las estadísticas correspondientes al 2007.

Como se mencionó anteriormente, el hecho de tratarse de un cañón ubicado entre el relieve montañoso de las sierras de Gracian y Guayamba, se producen microclimas y estrechamientos que resuelven de manera particular la velocidad y dirección del viento, diferenciándolo, para el mismo período, de otras localizaciones de relieves mas abiertos del mismo valle central. Según la altura sobre el nivel del mar y la orientación de las laderas, varía la temperatura y la precipitación, lo cual modifica los valores de presión de las masas de aire, generando vientos transversales a los corrientes que atraviesan el territorio. Ello produce desviaciones en la dirección y cambios de velocidad.

### **Valores de Velocidad media mensual, estacional y anual:**

Se registraron los valores de velocidad y dirección del viento, instalando una estación de registro y almacenamiento marca BAPT, modelo EVD-1B, con micropro-cesador de 8 bits, 32 Kbytes de memoria RAM y 8 Kbytes en EPROM para firmware. El sensor de velocidad es un modelo SV-1, de tres copelas troncocónicas, de 50 mm de diámetro, con vértice semiesférico y  $\pm 0.2$  m/s o 2 % de exactitud. Puede medir en un rango de 0 a 60 m/s, con un umbral de funcionamiento menor a 0,4 m/s y un radio de giro de 97 mm. El sensor de dirección de viento es un modelo SD-1, que registra según las 16 direcciones establecidas en la rosa de los vientos. Este tipo de equipo y los programas estadísticos anexos, permiten estudiar las características del viento, precisando aquellas variables útiles para decidir su aprovechamiento energético y seleccionar el tipo de aerogenerador más conveniente.

Los sensores de velocidad se ubicaron a 10 m de altura desde el nivel de piso, siguiendo las normas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). En razón de que, por lo general, las máquinas eólicas de mediana y gran potencia se montan con sus rotores a una altura de 30 a 40 m, se utilizó la ecuación de la Ley de Potencial para extrapolar los valores registrados a 10 m.

Los valores de velocidad media mensual, estacional y anual, registrada a 10 m y 30 m de altura sobre el nivel del piso se muestran en el cuadro N° 1.

Como se puede ver la velocidad media anual fue cercana a  $5 \text{ ms}^{-1}$  (4,47), lo cual significa que existe un interesante potencial para generar energía a partir del viento disponible.

Las turbinas eólicas rápidas que se fabrican en la actualidad, conocidas como aerogeneradores de mediana y alta potencia arrancan con velocidades de  $5 \text{ ms}^{-1}$  (18 km.h<sup>-1</sup>). Las máquinas eólicas llamadas lentas, como son los molinos americanos y pequeños generadores para bajos consumos de potencia, arrancan con velocidades de 2,5 a  $3 \text{ ms}^{-1}$  (9 a 10,8 km.h<sup>-1</sup>).

Marzo y abril, fueron los meses menos ventosos, pero teniendo presente una altura de 30 m o mayor, los valores siguen siendo interesantes. Debemos resaltar que la industria de aerogeneradores muestra un importante desarrollo en materia de diseños eficientes, razón por la cual, vientos con las características descritas pueden ser competentes a corto plazo.

Desde el punto de vista ambiental, estas condiciones que favorecen la factibilidad de producción energética, constituye a su vez un alto riesgo para el ecosistema, ya sea por procesos erosivos o por los riesgos de incendios masivos, especialmente cuando se practica la tradicional quema de renovación.

<b>Cañón de Paclín Año 2007</b>			
<b>Meses/Estación</b>	<b>Vm (ms<sup>-1</sup>) 10 m</b>	<b>Vm (ms<sup>-1</sup>) 30 m</b>	<b>D.Est. 10 m</b>
Enero	4,26	5,31	2,00
Febrero	4,85	6,05	1,88
Marzo	3,60	4,49	1,79
<b>Verano</b>	<b>4,22</b>	<b>5,26</b>	<b>1,96</b>
Abril	3,23	4,03	2,02
Mayo	4,44	5,53	2,04
Junio	5,20	6,48	1,66
<b>Otoño</b>	<b>3,8</b>	<b>4,73</b>	<b>2,14</b>
Julio	5,14	6,41	1,61
Agosto	5,33	6,65	1,70
Septiembre	5,11	6,37	1,64
<b>Invierno</b>	<b>5,2</b>	<b>6,48</b>	<b>1,65</b>
Octubre	4,19	5,22	2,13
Noviembre	5,07	6,31	1,98
Diciembre	4,71	5,86	1,97
<b>Verano</b>	<b>4,65</b>	<b>5,79</b>	<b>2,06</b>
<b>Total Período</b>	<b>4,47</b>	<b>5,57</b>	<b>2,03</b>

#### **Dirección del viento**

Según vemos en el Gráfico Nº 1, el viento sopló principalmente, durante el año, en la dirección NNO, N y NNE. Generalmente, el viento en esta región sopla del NNE, pero debido a la influencia de las serranías, se desplaza más hacia el N y NNO. En general, y particularmente durante la primavera y verano, el

viento sopla en forma continua entre el cuadrante N y NNO. Los vientos provenientes del S – SE son vientos fuertes, ocasionales y se corresponden con las tormentas típicas de primavera y verano (Gráfico N° 2).



Gráfico N° 1: Distribución de la frecuencia de ocurrencias según las direcciones de la Rosa de los Vientos.

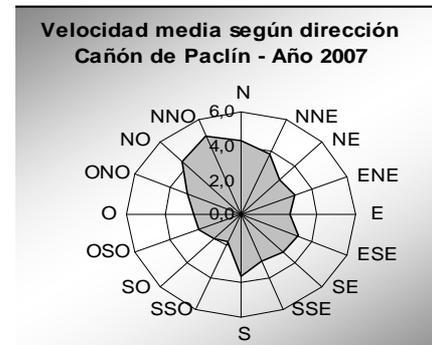


Gráfico N° 2: Velocidad media según las direcciones de la Rosa de los Vientos.

**Conclusión:** El Cañón de Paclín dispone de vientos continuos y de aceptable velocidad para ser aprovechados en la generación de energía eléctrica. Sin duda, rendirán mejor las máquinas eólicas para generación de baja y mediana potencia, pero atendiendo al constante avance de la tecnología, las eólicas rápidas no deben descartarse.

Esta cualidad como fuente de energía renovable, no contaminante y de interesante perspectiva futura, contrasta con su peligrosidad erosiva y fundamentalmente como factor preponderante en la posibilidad de incendios masivos y descontrolados.

#### Referencias bibliográficas:

- SEQUI, J. y otros; 2003; "El Potencial eólico anual y estacional en Colpes. Dpto. Ambato – Catamarca – Argentina". Revista del CIZAS - ISSN N° 1515-0453; Vol. 4, Núm. 1, pp. 35 – 44.
- SEQUI, J. y otros; 2006; Característica de la energía eólica en las Sierras de Humaya: Departamentos Ambato – Catamarca –. Revista del CIZAS - ISSN N° 1515-0453; Vol. 7, Núm. 1 y 2, pp. 07 – 22.
- SEQUI, J. y otros; 2008. Potencial eólico en las Sierras de "El Alto – Ancasti: 2° Etapa: La Bebida - Dpto. Ancasti – Catamarca. CIZAS - ISSN N° 1515-0453.
- SEQUI, J. y otros; 2008. El viento en las Sierras de "El Alto - Ancasti": La Aguadita - Dpto. Ancasti - Catamarca – Argentina. Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial; Año 3 – pp 1 – 8



Secretaría de Investigación y  
Vinculación Tecnológica

Av. Belgrano y Mtro Quiroga s/n  
Campus Universitario  
San Fernando del V. de Catamarca  
TE: 03833 – 430504 / 435955 int 101  
Email: sivitfecfa@gmail.com