



EL VIENTO EN LAS SIERRAS DE "EL ALTO – ANCASTI"
LA BEBIDA - DPTO. ANCASTI – CATAMARCA - ARGENTINA

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

UBICACION GEOGRAFICA



La Bebida

Latitud Sur: 27° 56' 11"

Longitud Oeste: 65° 56' 46"

Altitud s/nm: 1970 m

Régimen pluviométrico promedio anual: 487 mm

Temperatura media anual: 15 °C

Densidad del aire: 1,05

No se registran datos de presión atmosférica.

El viento: importancia

Las fuentes de energía naturales, como el agua, el viento y el sol, están siendo seriamente evaluadas por científicos y dirigentes mundiales como recursos sustitutos de los combustibles fósiles y de otras formas, tal como las centrales nucleares, que constituyen un riesgo permanente para la vida. Las consecuencias negativas que conlleva el sustentar la economía del mundo en los combustibles fósiles son tan evidentes, que un porcentaje cada vez mayor de la sociedad está tomando conciencia de la necesidad de mejorar la seguridad energética y ayudar a mitigar el cambio climático y reducir el número de muertes causadas por la contaminación atmosférica.

Estas cuestiones y el hecho del agotamiento lógico de los recursos energéticos no renovables, ha llevado a que los países industrializados enfoquen sus políticas de desarrollo en un uso más predominante de la electricidad. Por tal motivo cada día se suman más incentivos para impulsar la investigación y el desarrollo de tecnologías que aprovechen las fuentes naturales para ser transformadas en energía eléctrica. Los desarrollos tecnológicos actuales en materia de turbinas eólicas han favorecido sustancialmente el aprovechamiento del viento, a tal punto que países como Estados Unidos de América, Dinamarca, España y Alemania, entre los casos más destacados, han promovido fuertemente la producción eléctrica instalando parques o granjas eólicas con máquinas conectadas a las redes eléctricas. Se estima que un número cercano a los 31.000 aerogeneradores operan conectados a redes eléctricas y se prevé un mayor crecimiento para los próximos años.

Entre las ventajas que presenta esta tecnología limpia, se destaca su versatilidad en cuanto a la configuración posible para múltiples usos, ya sea para obtener energía mecánica o energía eléctrica. En las zonas rurales, se puede obtener electricidad para bajos y medios consumos a partir de instalaciones autónomas, aisladas o remotas, con potencias que van de 0,15 hasta 10 kW. En regiones aisladas, donde las redes tradicionales no llegan, se dan las condiciones para instalar pequeñas redes alimentadas por sistemas híbridos Diesel-Eólicos.

El uso de grandes turbinas acopladas a las redes eléctricas, es lo que se impone en el mundo desarrollado y está penetrando en los países periféricos. Desde comienzos de la década del 80 la utilización del viento para generación de energía eléctrica que alimenta las redes interconectadas experimentó un salto cualitativo y cuantitativo sustancial. En la Argentina, experiencias de este tipo se están llevando a cabo en el sur patagónico, donde el viento es un recurso abundante.

En Catamarca, el recurso eólico no presenta grandes perspectivas, pero no se debe descartar esta tecnología sin antes no tener relevado el recurso disponible, especialmente en las regiones montañosas. En efecto, se sabe que la velocidad del viento crece con la altura y Catamarca presenta más del 75 % de su territorio con relieve montañoso. En estas condiciones, el viento, cuya velocidad no es constante por naturaleza, se "encajona" marcando corredores que transforman un espacio poco apto en una fuente potencialmente importante. Ello obliga a estudiar las características del viento "in situ", midiendo la velocidad y dirección para conocer su evolución temporal y poder así estimar la energía útil que una máquina eólica es capaz de entregar en un período determinado.

Localización Geográfica:

El cordón montañoso de El Alto – Ancasti es junto con el Ambato-Manchao, uno de los dos cordones principales que limitan el Valle Central de la provincia. Tiene dirección predominante norte-sur, con una pendiente abrupta en su ladera occidental, enfrentada a la Región Centro y una pendiente suave en su orientación este. La sierra de Ancasti propiamente dicha se extiende con rumbo submeridional en el sureste de la provincia de Catamarca, entre los paralelos de 28° y 29° 45' de latitud sur y es atravesada por el meridiano de 65° 30' de longitud oeste. Integra al ambiente geológico de las Sierras Pampeanas Septentrionales y está constituida de modo dominante por rocas metamórficas e ígneas correspondientes al Paleozoico inferior (Navarro 1994).

El estudio del viento se realizó a partir de datos de velocidad registrados en el paraje “La Bebida”, ubicada sobre la cima de las Sierras de Ancasti, a una altura de 1487 metros sobre el nivel del mar y localizada geográficamente a 28° 32' 27" de Latitud Sur y 65° 36' 42" de Longitud Oeste. Pertenece al Departamento Ancasti y se trata de un área despoblada, con suaves ondulaciones y pastizales bajos, que siempre a sido considerada como posible fuente de aprovechamiento eólico, aunque no existen registros ni trabajos que confirmen el supuesto. La temperatura media anual es de 15 °C.

Este trabajo analiza las características del viento en La Bebida, a partir de los registros de velocidad y dirección obtenidos desde Octubre de 2005 hasta Septiembre inclusive del 2007. Se analiza su potencialidad como fuente de energía renovable y su influencia en las prácticas de quema para limpieza y rebrote temprano del pastizal natural, tomando en consideración las velocidades y calmas clasificadas y la frecuencia de ocurrencia de vientos según las direcciones típicas de la rosa de los vientos.

Valores de Velocidad media mensual, estacional y anual:

Como se observa en el Cuadro Nº 1, a la altura de 10 m sobre nivel de piso, el 84 % de los valores de velocidad registrados supera los 5 ms⁻¹. Por debajo de 5 ms⁻¹ (entre 1 ms⁻¹ y 4 ms⁻¹ inclusive) se registra solo un 16 % de los valores. Particularmente, las mayores frecuencias se dan en el rango comprendido entre los 5 ms⁻¹ y 7 ms⁻¹ (50%). La velocidad media del período es de 5,95 ms⁻¹, discriminadas mensual y estacionalmente.

A partir de la ecuación de la Ley de Potencial, se calculó la velocidad media a 30 metros de altura, tomando como exponente de rugosidad del terreno un valor $\alpha = 1/10$, según se determinó experimentalmente en un trabajo anterior (Gómez, U. y otros), para condiciones similares, en la cima de las Sierras de El Alto-Ancasti. La velocidad media del período se incrementó a 6,64 ms⁻¹ (Cuadro Nº 1).

Entre Septiembre y Marzo se registran los mayores valores de velocidad media, fenómeno que se repite en todo el valle central de Catamarca, siendo Diciembre el mes más ventoso. En este mes, el 91 % de los registros mostraron una velocidad superior a 5 ms⁻¹. Igualmente existe una importante regularidad a través de todo el período medido, lo cual favorece la posibilidad de una generación y uso equilibrado de la energía a lo largo de todo el año.

Localidad: LA BEBIDA – DPTO. ANCASTI – CATAMARCA									
MESES / ESTACION	Vm (ms ⁻¹)						Desv. Est. (ms ⁻¹)		
	2005		2006		2007		2005	2006	2007
	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	10 m	10 m
ENERO	-	-	5,68	6,34	6,41	7,15	-	2,37	2,30
FEBRERO	-	-	6,09	6,80	5,71	6,37	-	2,32	2,23
MARZO	-	-	6,29	7,02	6,30	7,03	-	2,56	2,47
VERANO	-	-	6,02	6,72	6,15	6,87	-	2,41	2,35
ABRIL	-	-	5,85	6,53	5,71	6,37	-	2,40	2,45
MAYO	-	-	5,41	6,04	5,17	5,77	-	2,27	2,13
JUNIO	-	-	5,24	5,85	5,96	6,65	-	2,49	2,30
OTOÑO	-	-	5,50	6,14	5,61	6,26	-	2,38	2,29
JULIO	-	-	5,10	5,69	5,82	6,50	-	2,10	2,30
AGOSTO	-	-	4,98	5,56	5,89	6,57	-	1,83	2,42
SEPTIEMBRE	-	-	5,70	6,37	6,32	7,05	-	2,52	2,40
INVIERNO	-	-	5,25	5,86	6,00	6,70	-	2,17	2,36
OCTUBRE	6,54	7,30	6,18	6,90	-	-	2,91	2,47	-
NOVIEMBRE	5,81	6,49	6,56	7,32	-	-	2,51	2,96	-
DICIEMBRE	7,22	8,06	6,82	7,61	-	-	2,68	2,92	-
PRIMAVERA	7,50	8,37	6,52	7,27	-	-	2,74	2,77	-
ANUAL	-	-	5,82	6,50	-	-	-	2,48	-

CUADRO N° 1: Velocidad media mensual, estacional y anual, registrada a 10 m sobre el nivel de piso. Velocidad media teórica a 30 m sobre el nivel de piso, calculada en base a la ecuación de la Ley de Potencial.

La Bebida - Dpto. Ancasti – Catamarca Período Oct/05-Sept/07

El Gráfico N° 1 muestra como se distribuye la velocidad media del viento según las horas del día, para cada una de las estaciones del año. Como se observa, hay una marcada uniformidad entre las estaciones. El viento comienza a soplar alrededor de las 14 hs y va aumentando su velocidad hasta las 22 – 23 hs, para luego empezar a disminuir nuevamente. Entre las 9 hs y las 13 hs se registran los menores valores de velocidad del viento.

El Gráfico N° 2 muestra la curva de las velocidades clasificadas para el período medido. Como se observa, las velocidades superiores a 5 ms⁻¹ suman una cantidad importante de horas, lo cual indica la buena posibilidad de aprovechamiento energético.

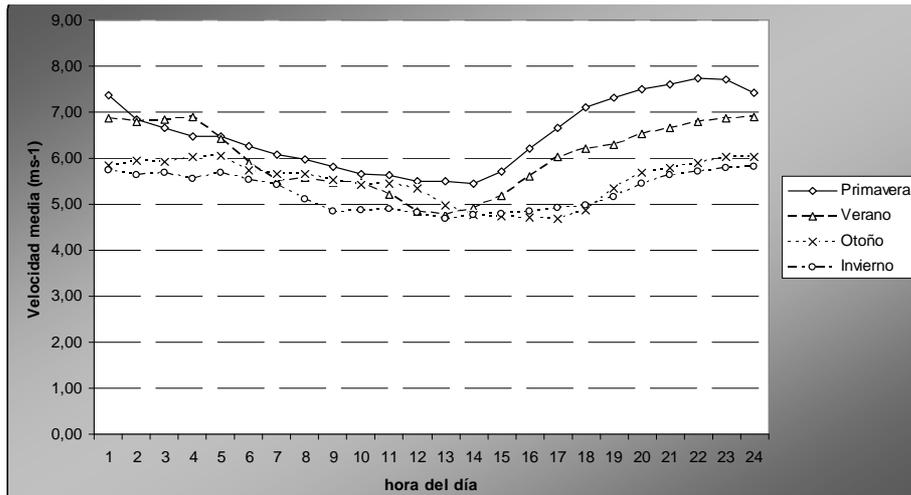


Gráfico N° 1: Distribución de la velocidad media del viento según las horas del día y según las estaciones del año.

La Bebida - Dpto. Ancasti – Catamarca

Período Oct/05-Sept/07

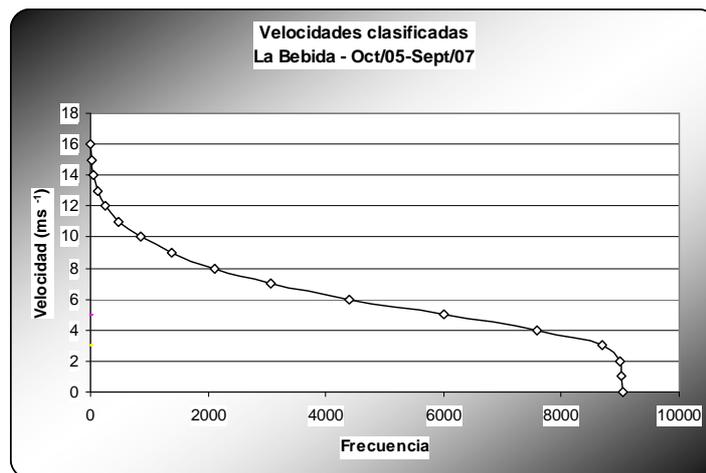


Gráfico N° 2: Curva de velocidades clasificadas por rangos de 1 ms⁻¹ para el período de medición.

La Bebida - Dpto. Ancasti – Catamarca

Período Oct/05-Sept/07

El Gráfico N° 3 muestra las curvas anuales correspondientes a los períodos de calma, para un límite inferior de velocidad de 3 ms⁻¹ y de 5 ms⁻¹. Cuando la velocidad se hace inferior al valor mínimo de arranque de una turbina, se considera que existe un "período de calma", dentro del cual no se puede generar energía o bombear agua en el caso de los molinos americanos. Teniendo presente la cantidad de períodos de calmas se diseñan los sistemas de acumulación energética. Como observamos, hay muy pocos períodos al año en donde la velocidad se mantiene por debajo de los 3 ms⁻¹ por más de 3 horas. Esto muestra las oportunidades de las eólicas lentas. Igualmente, podemos considerar normal para las características del

viento en la región, la cantidad de períodos (aproximadamente 3800) en donde la velocidad baja de los 5 ms^{-1} durante 4 horas. Esto también hace interesante la posibilidad de uso de las turbinas rápidas.

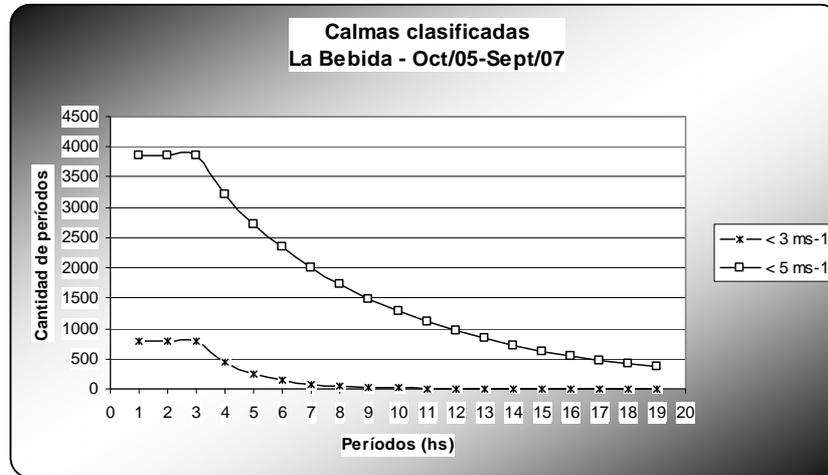


Gráfico Nº 3: Períodos de calmas, clasificados por horas de duración, donde la velocidad media horaria es inferior a 3 ms^{-1} y a 5 ms^{-1} , por ser consideradas límites para el arranque de las turbinas lentas y rápidas respectivamente.
La Bebida - Dpto. Ancasti – Catamarca Período Oct/05-Sept/07

En general podemos decir que el viento existente se sitúa en la escala 3 y 4 de Beaufort (Le Gourrieres, 1983), considerado interesante para las máquinas eólicas lentas (molinos americanos) y para los nuevos diseños de eólicas rápidas que, con la nueva tecnología desarrollada en la actualidad, pueden arrancar con velocidades algo menores a 5 ms^{-1} .

Es importante destacar la existencia de vientos continuos a lo largo de todo el año, con velocidades que alientan buenas perspectivas para producir energía eólica, pues, aún en los horarios de menor disponibilidad de viento, la velocidad del mismo siempre supera los 4,5 ms^{-1} . El avance tecnológico actual permite que se instalen parques eólicos con velocidades de viento de 6 ms^{-1} . Además, para bajos y medianos consumos, se utilizan máquinas eólicas lentas, que arrancan con velocidades de 3 ms^{-1} . En La Aguadita, un paraje situado geográficamente a 28° 40' 01" de Latitud Sur y 65° 39' 00" de Longitud Oeste (1510 msnm), sobre la misma cumbre de la sierra de El Alto – Ancasti y hacia el norte de La Bebida, se registró una velocidad media anual de 6,25 ms^{-1} a 10 m y 7,14 ms^{-1} a los 30 m sobre nivel de piso (Gómez, U. y otros, op. cit), lo cual indica que dicha cumbre guarda muy buenas perspectivas para generar energía a partir del viento.

El cuadro Nº 2 y los Gráficos Nº 4 y 5, discriminan los valores de velocidad media y cantidad de ocurrencias según las direcciones de la Rosa de los Vientos, para los registros obtenidos a 10 m de altura, para todo el período estudiado. De acuerdo con ello, los vientos mas frecuentes provienen del sector N y NNE, tal como ocurre en los registros de las Sierras de Ambato (Sequi, J. y otros). También de ese sector son los registros de mayor velocidad media, abarcando todo el arco que va desde el ONO hasta el NNE, lo cual involucra al 67 % de los datos totales de ocurrencias.

CUADRO N° 2: Valores de velocidad media (ms^{-1}) y cantidad de ocurrencias para cada una de las direcciones de la Rosa de los Vientos, registrados a los 10 m de altura, durante todo el período de estudio.

La Bebida - Dpto. Ancasti – Catamarca

Período Oct/05-Sept/07

Direcciones	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO
Veloc. Media	6,8	7,3	5,7	4,2	3,8	3,7	4,8	5,8	6,7	5,1	4,4	3,7	3,2	5,9	6,8	5,4
Ocurrencias	3696	4404	1399	141	16	4	192	449	947	1083	511	303	370	1396	1696	1304

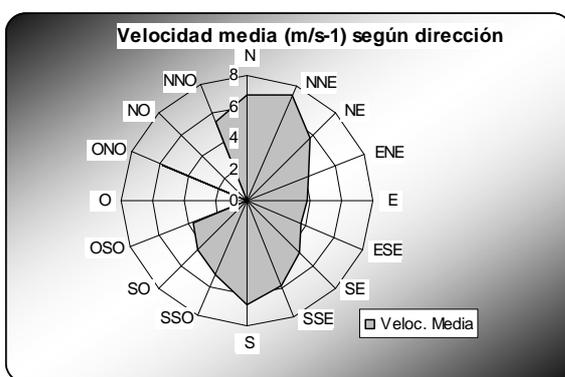


Gráfico N° 4: Valores de velocidad media (ms^{-1}) para cada una de las direcciones de la Rosa de los Vientos. La Bebida-Dpto. Ancasti-Catamarca. Período Oct/05-Sept/07

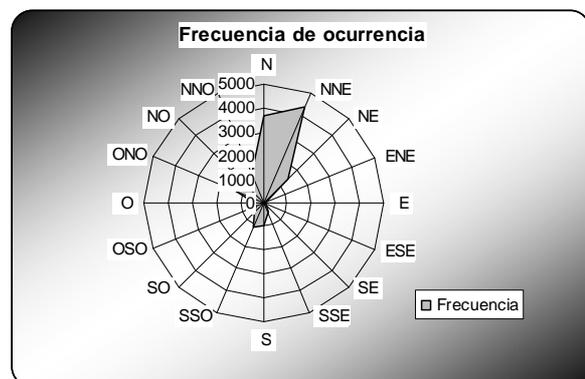


Gráfico N° 5: Cantidad de Ocurrencias para cada una de las direcciones de la Rosa de los Vientos. La Bebida-Dpto. Ancasti-Catamarca. Período Oct/05-Sept/07

CONCLUSIONES

En razón de que la velocidad del viento aumenta con la altura, en muchas regiones del mundo se está aprovechando el relieve montañoso para generar energía eólica, no solo por el logro de mayores potencias sino también porque son espacios vacíos, que no interfieren con la urbanidad, no “contaminan visualmente el paisaje y no compiten con las actividades agropecuarias. Esto se pone de manifiesto en la cumbre de las sierras de El Alto – Ancasti.

El análisis de los datos de velocidad y dirección de viento registrados en La Bebida, Dpto. Ancasti, pone de manifiesto que se cuenta con un potencial eólico muy interesante para producir energía utilizando máquinas eólicas lentas y rápidas, según las nuevas tecnologías desarrolladas a nivel mundial. Una velocidad media de $5,95 \text{ ms}^{-1}$ a una altura de 10m, que se traduce a $6,64 \text{ ms}^{-1}$ a una altura de 30m, a lo largo del año, permite el uso tanto de máquinas lentas como de máquinas rápidas (cuyo límite inferior de arranque está alrededor de los 5 ms^{-1}), para producir energía eléctrica para distintos consumos de potencia propios de las zonas rurales.

Es muy interesante la posibilidad de utilización en emprendimientos mixtos, asociados con paneles fotovoltaicos, para aprovechar la energía solar abundante de la región. La regularidad mostrada a lo largo de todo el período, con escasa variación estacional, permite pensar que con una buena tecnología de

captación y transformación puede tener, no solo una utilización individualizada, sino también un uso más comunitario para proporcionar servicios esenciales como agua potable, iluminación y conservación de alimentos.

Por otra parte, se trata de vientos moderados, con poca variabilidad en cuanto a la dirección del viento, lo que facilita la localización estratégica de las máquinas eólicas.

Una atención muy especial requiere el riesgo de incendios masivos, especialmente entre los meses de Septiembre y Enero. Se trata de vientos cálidos y secos, conocidos como “zonda”, generalmente provenientes de las direcciones NNE y NE, con velocidades que superan los 5 ms^{-1} , combinado con el material altamente combustible que presenta la región en esa época debido a los largos períodos de sequía propios de la salida del invierno, todo lo cual hace muy difícil el manejo controlado del fuego. Esta situación debe ser muy tenida en cuenta por los organismos públicos de control ambiental y los productores privados, ante la tradición generalizada de producir quemas de limpieza, especialmente en los faldeos y cumbres serranas.

Esto debería ser una importante alerta para monitorear la región y autorizar solo aquellas quemas planificadas con anticipación a agosto, utilizando una metodología de eficacia probada y bajo un estricto control de personal entrenado en manejo de fuego.



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: sivitecfca@gmail.com