

# GENERACION EOLO-ELÉCTRICA EN ARGENTINA: POTENCIALIDADES, BARRERAS E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA

M. Recalde

Universidad del Sur (UNS)- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

12 de Octubre 1138 –CP 8000 – Bahía Blanca

Tel. 0291-4595138 int 2705 – Fax 02914505139 e-mail: mrecalde@uns.edu.ar

## RESUMEN

Mientras que la industria eólica mundial presenta tasas de crecimiento promedio que llegan al 25% anual, Argentina no ha logrado plegarse a esta tendencia. En este contexto, el objetivo de este trabajo es determinar los principales factores que retrasaron el desarrollo eólico, así como los posibles instrumentos de política energética para promover esta tecnología. El estudio se ha llevado a cabo mediante un análisis de la estructura del parque eólico nacional, y las principales barreras a la entrada de la generación eólica, y los principales instrumentos de política aplicados a nivel internacional. Las principales conclusiones destacan que el alto potencial eólico nacional no ha podido ser aprovechado a principalmente a raíz de problemas económico financieros y que, por ello las políticas energéticas deberán centrarse en dar solución a estos aspectos.

**Palabras clave:** estructura del mercado y potencial eólico, políticas energéticas.

## I. Introducción

La capacidad eólica instalada a nivel mundial a diciembre de 2007 accedía 93.849 MW, con un crecimiento anual promedio de 25,6% en 2006 y 26,6 % en 2007. En Argentina, que ocupa el puesto 40 en el ranking mundial, la capacidad eólica instalada al año 2008 es de 29,8 MW (de un total de 25.508 MW) y la energía eólica total generada es de 78,8 Gw; representando solamente el 5% de las energías renovables, las cuales su vez representan menos del 2% de la energía generada en el sistema eléctrico. No obstante, según la Asociación Argentina de Energía Eólica (AAEE) y NOWA, dado su potencial eólico distribuido a lo largo del territorio nacional, Argentina se encuentra en condiciones de entrar al Sistema Interconectado Nacional (SIN) con 2.100 MW eólicos, 200 de ellos en forma inmediata, sin desestabilizar el sistema.

Cabe entonces preguntarse, ¿cuáles son los motivos por los cuales Argentina no ha logrado insertarse en la tendencia mundial favorable a la generación eólica? ¿Cuáles son los principales impedimentos que enfrentan los proyectos de generación eólica en el país? ¿Cuáles son las potencialidades reales de este tipo tecnología?

## II. Capacidad Eólica Instalada

Según datos de la SE, el 90% del total de la capacidad eólica corresponde a cooperativas (25,3 MW), mientras 2,4 MW instalados en la ciudad de Pico Truncado son de propiedad municipal, y solo 2 MW corresponden a proyectos de iniciativa privada. Esta composición del parque eólico podría estar poniendo en evidencia la falta de incentivos para la instalación de proyectos de generación eólica que ha existido hasta el momento en el país, ya que no se observa prácticamente participación privada<sup>1</sup>.

Un aspecto interesante es que la generación eólica no ha logrado aún formar parte del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)<sup>2</sup>. Del total de la capacidad instalada el 99,75% corresponden al sistema INOMEM<sup>3</sup>, mientras que el 0,25% restante corresponden a generación aislada. De esta forma, se presentan problemas que repercuten sobre los aspectos económicos y financieros de sus propietarios, los cuales se detallan más adelante. Por otro lado, del total de los emprendimientos, cinco de las 10 granjas eólicas destinan la electricidad generada en forma exclusiva a la red local, cuatro la destinan a la red local y vuelcan los excedentes a las redes regionales (EDES y EDEA), y solo una de ellas, la de Comodoro Rivadavia la cual es la de mayor capacidad de todas, vuelca su energía a la red troncal. Nuevamente, este factor pone en evidencia algunos de los problemas que la generación eólica enfrenta en el país. A pesar de los elevados vientos promedio<sup>4</sup> que se presentan en las zonas en las cuales se encuentran emplazados los proyectos solo uno de ellos logra distribuir su producción por medio de la red troncal, debiendo el resto destinarla a abastecimiento propio de su distribuidora y vendiendo el sobrante a las redes locales.

Finalmente, con alguna excepción todos los proyectos son pequeñas granjas eólicas con parques de pequeña potencia, construidas con aerogeneradores importados. Las cooperativas son mayoritariamente entes distribuidores. Dada la falta de competitividad para vender la energía al MEM, estas distribuidoras destinan la energía generada principalmente para a sus propios nodos o redes, reduciendo así la cantidad de electricidad que le compran al MEM. Esta opción resulta más atractiva en términos relativos<sup>5</sup>, ya que les genera un ahorro monetario: la suma del precio de la electricidad en el MEM, más los costos de transporte<sup>6</sup>. Así, las cooperativas que poseen aerogeneradores han debido optar en el último tiempo por continuar

<sup>1</sup> Los agentes privados que operan en el Sistema Eléctrico Nacional, parecen haber preferido la instalación de centrales térmicas, al menos con posterioridad a la reforma eléctrica implementada a inicios de la década de los noventa

<sup>2</sup> La casi inexistencia de redes de interconexión que permitan a esta fuente ingresar al MEM constituyen una barrera tecnológica adicional a las mencionadas más adelante.

<sup>3</sup> Con INOMEM se refiere a la generación que se encuentra conectada al SIN (Sistema Interconectado Nacional) pero que no es despachada en forma centralizada por CMMESA.

<sup>4</sup> Las menciones respecto a la velocidad media del viento en cada región o graja eólica que se mencionan en este trabajo corresponden a la informaciones provistas en centros de información tales como CREE, AAEO, etc. Las mismas en general proveen la información de la velocidad del viento a una altura correspondiente a la altura en la cual se encuentra el generador, la cual depende del modelo en particular del molino y l turbina, pero que suelen ser cercanas a los 10 metros de altura.

<sup>5</sup> Ing. Hugo Brendstrup, Invap Ingeniería, octubre de 2006.

<sup>6</sup> En la actualidad, con precios de la electricidad congelados en el MEM a aproximadamente 30 U\$S/MW.h, dicho ahorro supera los 45 dólares por unidad, lo que podría incrementarse con las renegociaciones tarifarias recientes y aumentos en los precios del petróleo y sus

vendiendo internamente su producción, e incluso llegar a la desconexión de algunos generadores pues la ecuación económica no era favorable. La Cooperativa Eléctrica de Mayor Buratovich, por ejemplo no genera electricidad desde el año 2006.

### III. Potencial Eólico Nacional

Según AAEE y NOWA (2008) Argentina es uno de los países con mayor potencial eólico en el mundo, el cual se concentra particularmente en el sur del país, zona patagónica, y en la costa atlántica. Esto se constituye en una ventaja comparativa, dada la existencia de vientos con velocidades medias elevadas, superiores en general a los 21 Km/h (6 m/s) en prácticamente toda la costa atlántica y gran parte del sudoeste bonaerense, convirtiéndolo en un lugar altamente propicio para la instalación de molinos de viento. De acuerdo a la American Wind Energy Association (AWEA), la instalación rentable de pequeñas máquinas conectadas a la red requiere vientos medios de 5 m/s, y las granjas eólicas requieren velocidades de 6 m/s.

Existen distintos indicadores que permiten analizar tanto el potencial como el grado de desarrollo de la generación eólica desde un punto de vista técnico y económico. De los distintos indicadores, el *factor de capacidad* (FC), la potencia media sobre la potencia nominal del aerogenerador, suele ser uno de los más relevantes. Noord et al. (2004) plantean una forma aproximada de medir el potencial eólico de una región, mediante la definición de 4 bandas diferentes en función de los vientos promedios y factores de capacidad<sup>7</sup>. Sobre la base de este estudio, se obtendrían resultados muy alentadores en lo que se refiere a la inferencia del potencial realista de diversas regiones de Argentina. En la Provincia de Buenos Aires, por ejemplo, existen vientos de velocidades medias anuales cercanas e incluso superiores a 6 m/s, lo que implicaría factores de carga cercanos a 24. Por su parte, en la provincia de Santa Cruz, hay vientos preponderantes que llegan a los 9 m/s, lo que implica factores de carga muy superiores a 34.

### IV. Barreras a la entrada de la Energía Eólica

La *barrera económica-industrial* ha jugado un rol importante. En primer lugar, la casi inexistencia de emprendimientos industriales que provean la tecnología de base y de apoyo que las granjas eólicas requieren. Si bien en la actualidad se están desarrollando algunos prototipos de molinos, no hay aún fabricantes nacionales en la fase de producción en serie. En segundo lugar, no se han desarrollado a la fecha proyectos de tecnología que permitan sortear el impedimento de falta de capacidad en firme de la generación eólica implicando esto grados de penetración muy bajos<sup>8</sup>. En tercer lugar, existe un claro problema de incentivos a la inversión privada, relacionados con los altos costos de Inversión y Operación relativos a las fuentes convencionales. De acuerdo a cálculos realizados por Altomonte et al. (2003), la inversión promedio, medida en dólares por Watt, requerida para una central térmica de tecnología de ciclo combinado oscila entre 0,4 y 0,8, mientras que para la tecnología eólica dicho requerimiento es entre 0,8 y 2,0. Respecto a los costos promedios de generación estos se encuentran en 5,5 centavos de dólar por kWh en el caso eólico, mientras que para los ciclos combinados es de 3,5<sup>9</sup>. Por otro lado, dada la falta de incentivos a la inversión privada, las inversiones deberían provenir del sector público, el cual no parece encontrarse en la actualidad en una situación de solvencia tal que le permita afrontar dicha responsabilidad.

En segundo lugar, se encuentran las *barreras legislativas*. En aquellos casos en que predomina como forma de organización la modalidad de mercado abierto, solo es posible utilizar *instrumentos indirectos*, incentivando a los agentes a realizar las acciones consistentes con sus objetivos de política, mediante resoluciones, decretos, normas, leyes, acciones, etc. Por este motivo es necesario desarrollar legislaciones claras, que otorguen los incentivos económicos necesarios para hacer atractivas las inversiones privadas acorde a las estrategias planificadas<sup>10</sup>. En Argentina, la legislación en esta materia es aún muy reciente, lo que constituye una importante desventaja para la actividad.

En tercer lugar, es preciso mencionar brevemente las *barreras culturales*, las cuales se deben a la falta de toma de conciencia en torno a los beneficios de la generación eólica. Esta situación difiere mucho de la que se observa en países europeos en los cuales la población, por propia voluntad, opta por la compra de *energía verde*, a precios mayores que la electricidad proveniente de fuentes contaminantes.

Finalmente, todas estas barreras constituyen una manifestación del peso que en el país han tenido las *barreras institucionales y/o políticas*: la deficiencia en la cuantificación de las externalidades positivas y los altos beneficios sociales de la generación eólica, entre otras cosas. Tal como lo remarcan AAEO y NOWA, esta falta de voluntad política en el desarrollo de tecnologías de generación eólica se manifiesta en el tardío desarrollo de un marco institucional que incentive la puesta en marcha de granjas eólicas<sup>11</sup>.

### V. Instrumentos de Promoción Eólica

---

derivados. Por el contrario, si estas cooperativas vendieran su producción al MEM, con la legislación vigente, y dado que no se les paga la potencia en firme (pues en la actualidad estos proyectos no pueden asegurar potencia al sistema) recibirían en el MEM un precio aproximado de 24/25 U\$S/MWh a lo que se le debe sumar los 5 U\$S/MWh adicionales por incentivos de acuerdo a la ley nacional 26.190 (se debería sumar también los incentivos provinciales que en el caso de Santa Cruz alcanzan los 2,5 U\$S/MWh). Esto estaría llevando a un precio pagado por la energía eólica generada aproximadamente 30/32,5 U\$S/MWh, lo que no resulta atractivo en relación a los precios del MEM.

<sup>7</sup> Las bandas son las siguientes: Banda 1, vientos superiores a los 7 m/s y FC de 34; Banda 2, vientos entre 6-7 m/s, FC de 24; Banda 3, vientos entre 5-6 m/s, FC de 16; Banda 4, vientos inferiores a los 5 m/s, tiene un FC igual a 10.

<sup>8</sup> Dadas algunas características propias de la energía eólica, existe cierto temor en torno a la inestabilidad que ésta puede aportar a la red (tanto por el tipo de generadores asincrónicos que utiliza como por la inestabilidad de los vientos).

<sup>9</sup> Estos valores corresponden a estimaciones realizadas con anterioridad a las importantes subas de precios de la energía observadas en los últimos cinco años. Más aún, se corresponden con **valores de tecnologías importadas**, lo cual agrava aún más la ecuación económica de los posibles agentes generadores.

<sup>10</sup> Recalde (2007).

<sup>11</sup> A partir de la desregulación de su sistema energético a finales de la década de los ochenta en Argentina, como la gran mayoría de los países de la región, se orientó hacia un sistema de Mercado Abierto, con ausencia casi total de la política del Estado dejando en manos del mercado toda la regulación del sistema.

Uno de los principales problemas a solucionar es la falta de incentivos a la inversión privada: otorgar la confiabilidad requerida por los inversores y mejorar la ecuación económica. Respecto al primer aspecto, es necesario establecer mecanismos para *que la generación eólica pueda ingresar al MEM* con capacidad en firme (y cobrar en su tarifa la potencia en firme), por ejemplo mediante el establecimiento de Consorcios Hidroeólicos que venden la potencia firme al MEM. Respecto al segundo, será necesario el desarrollo de *contratos certeros de largo plazo*, que empleen *feed in tariff*. Por otro lado, desarrollar *metodologías de financiamiento* para los inversores interesados en ingresar al negocio eoloelectrico, probablemente con pequeños emprendimientos de generación aislada o granjas eólicas de capacidad media para abastecer mercados locales mediante la red local. Una alternativa es establecer un mecanismo de tasas preferenciales para este tipo de proyectos. Gomeslsky (2003) propone algunos instrumentos por medio de los cuales se promueve la inversión privada: mecanismos regulatorios claros, disminuir el riesgo de mercado mediante contratos de compra de energía a largo plazo, establecer el nexo entre bancos nacionales e internacionales de fomento de desarrollo, canalizar recursos y establecer líneas de crédito desde el sistema internacional al sistema nacional, y proveer garantías para facilitar el acceso al financiamiento bancario. Finalmente, será fundamental será otorgar *incentivos a la I&D en tecnologías de base y apoyo* nacionales, estableciendo a la generación con energía eólica como área prioritaria de las Secretarías de Ciencia y Tecnología, y de otros organismos dedicados a la promoción y financiamiento de la investigación, a fines de poder integrar la tecnología desarrollada en el país a la importación, imprescindible inicialmente, de tecnología de punta desde el exterior.

## VI. Consideraciones Finales

Argentina es un país con un diverso potencial eólico, tanto para micro proyectos de generación aislada con el fin de abastecer regiones a las cuales no llega con la red central de distribución; instalaciones mayores de gran capacidad aprovechando las regiones con factores de capacidad medios; y también para grandes instalaciones en aquellas regiones con los más altos factores de capacidad, aprovechando la integración con la tecnología de almacenamiento de hidrógeno y la potencial exportación por medio de las baterías de hidrógeno<sup>12</sup>.

Sin embargo, entre las principales consideraciones arribadas en este trabajo se destaca que prácticamente la totalidad de los proyectos en el país son propiedad de cooperativas distribuidoras locales, o de algún ente de gobierno (municipal o provincial); y que hasta el momento la energía eólica no ha logrado ingresar al mercado eléctrico mayorista, y no muestra prácticamente ningún grado de penetración en la matriz energética nacional. La falta de incentivos a la inversión privada, como resultado de la combinación de un conjunto de barreras a la entrada, ha operado de forma tal que el desarrollo es muy incipiente. Por estos motivos, todas las oportunidades que presenta la generación eólica en Argentina deben ser acompañadas por políticas públicas de promoción, algunas de las cuales han sido desarrolladas brevemente en este trabajo.

Diversas estimaciones establecen que a los fines de acompañar el crecimiento del país en los próximos años, serán necesarios aumentos en las inversiones en el sector eléctrico. Así, si se supone una tasa de crecimiento del PBI del 6% anual, se requerirá un incremento en la capacidad de generación aproximadamente de 1.200 MW anuales. Suponiendo como objetivo que el 10% de éstos provenga de la energía eólica, ello requerirá una ampliación anual de 120 MW de capacidad, lo que representa más de cuatro veces la capacidad instalada en la actualidad por año (AAEE y NOWA, 2008). De mantenerse las condiciones históricas de falta de incentivos a los agentes privados, las inversiones deberían provenir del sector público, el cual debería contar con al menos U\$S 200.000.000 anuales para la instalación de parques eólicos. Aún con un alto superavit primario, el Estado no se encuentra en situación de destinar tal magnitud de fondos solamente a la generación eólica.

Desde un punto de vista de eficiencia, dado el alto potencial eólico nacional, sería conveniente desarrollar instrumentos de política que promocionen la penetración de esta fuente en la generación eléctrica, los cuales pueden ser directos o indirectos. Los países líderes en el desarrollo de energía eólica, por ejemplo, han utilizado mecanismos indirectos obteniendo resultados exitosos, en particular contratos con la metodología *feed in tariff*, estableciendo un precio al generador de al menos 0,09 \$/kWh, muy superiores a los actuales niveles que se paga en el país. Argentina tiene todavía un largo camino por recorrer, y mucho potencial para explotar. Desde la perspectiva aquí planteada, la política energética deberá dictar el camino a seguir.

## VII. Referencias

- AAEO, NOWA (2008). *Proyecto de Energía Eólica*. Unión Industria Argentina.
- ALTOMONTE, H. y otros (2003), *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe*. Restricciones y perspectivas, CEPAL, Santiago de Chile.
- GUZOWSKI, C., RECALDE, M. (2007). *Fuentes nuevas de energía en Argentina: análisis actual y perspectivas d política energética*. Proceedings del Segundo Congreso Nacional y Primer Congreso Iberoamericano HYFUSEN .
- YONG CHEN, Stockholm Environment Institute (2004), *Promotion of Renewable Energy Globally Based on Johannesburg Follow-up*. TemaNord 2004:531.
- RECALDE, M.(2007). *Fuentes nuevas de energía en la región: análisis actual y perspectivas de política energética*. Memorias del III Congreso CIER de la Energía-CONCIER 2007.
- LUTZ, W. (2001), *Reformas del sector energético, desafíos regulatorios y desarrollo sustentable en Europa y América Latina*, Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”.
- VINASSA, M. (2004) *Energy Regionalization in Latin America*. 19<sup>th</sup> World Energy Congress, Australia.

---

<sup>12</sup> La AAEE y NOWA (2008) insisten en, aún cuando es una alternativa lejana en el tiempo, la instalación de Gw eólicos consiste en una oportunidad futura de “exportar viento” a partir de la tecnología del hidrógeno. Obviamente, dado que este tipo de tecnología aún se encuentra en su etapa de investigación requiere de fondos e incentivos a la investigación científica y tecnológica.