

GENERACIÓN EÓLICA: ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DE SU DESARROLLO EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Dr. Ing. HORACIO RAÚL DI PRÁTULA, Ing. ALBERTO C. RUSSIN

Resumen

El trabajo analiza el contraste del desarrollo de la energía eólica en el mundo considerando en su enfoque la posibilidad de una sustentabilidad y rentabilidad de los proyectos en la República Argentina, que dotada de amplios territorios con factores de utilización importantes (>34%) aún no ha usufructuado las ventajas naturales que posee. Los aspectos técnicos que involucran la elección de los equipos, el análisis de vientos y la elección del terreno.

La contaminación evitada (gases efecto invernadero: GEI) que nos permitiría aprovechar el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) (condición que a los países que figuran en el Anexo I del protocolo de Kyoto les permite invertir en proyectos de reducción de emisiones o de fijación de carbono en PED -países no-Anexo I – no contaminantes-, mediante la compra de CERs -Certificates of Emissions Reduction- generados por dichos proyectos) podría ser una solución al aspecto de la sustentabilidad y rentabilidad de los proyectos.

El análisis efectuado se basa en valores de mercado y se ejemplifica con casos puntuales, oscilando desde la condición de análisis “pesimista” (sin considerar los CERs) hasta la “optimista” (considerando los CERs). Simultáneamente, analiza las características medioambientales que destacan este tipo de generación “limpia” y sus posibilidades futuras en nuestro país.

Palabras claves: fuentes renovables - generación eólica - sustentabilidad - rentabilidad - contaminación

Abstract

This paper analyzes the wind energy development contrast in the world considering the possibility of sustainability and profitability of the projects in Argentina which, having large territories with important utilization factors (> 34%), has not profited from its natural advantages. The technical aspects that involve the choice of equipment, the wind analysis and the election of the land are also considered.

Averted pollution (greenhouse gases) would enable us to take advantage of clean development mechanism, which allows the countries included in Annex 1 of Kyoto Protocol to invest in projects of emission reduction or of carbon fixing in non contaminating countries, by means of the purchase of CERs (Certificates of Emissions Reduction), generated by those projects which could be a solution to the possibilities considered above.

The analysis is based on market values and is exemplified by specific cases, going from a “pessimistic” view (without considering CERs) to an “optimistic” view (considering CERs). At the same time it considers environmental features which highlight this kind of clean energy generation and its future possibilities in our country.

Key Words: renewable resources – wind generation – sustainability – profitability – pollution

* * *

Introducción

El crecimiento de la generación eólica en el mundo se debe fundamentalmente a una decisión de los gobiernos que reconocen sus beneficios (reducir los cambios climáticos; crear nuevos empleos; diversificar las fuentes de energía eliminando la importación de combustibles fósiles; disminuir el efecto de la volatilidad del precio de los combustibles fósiles, y, por su carácter de renovable, ser inextinguible y abundante)¹⁶⁴.

La declaración política de Bonn exime de mayores comentarios la causal de esta política mundial:

“Los Ministros y Representantes Gubernamentales de 154 países reunidos en Bonn, Alemania, del 1 al 4 de junio de 2004, en la Conferencia Internacional sobre Energías Renovables reconocen que

¹⁶⁴ GWEC – “Global wind energy outlook 2008”.

las energías renovables, combinadas con una mayor eficiencia energética, pueden contribuir significativamente al desarrollo sostenible, a proveer acceso a la energía especialmente para los pobres, a mitigar las emisiones de gases de efecto de invernadero y a reducir la perjudicial contaminación del aire, creando así nuevas oportunidades económicas y aumentando la seguridad energética a través de la cooperación y la colaboración”¹⁶⁵.

En los países de Europa, Estados Unidos y Asia, se ha registrado un crecimiento importante en la potencia instalada de energía eólica. Durante el año 2008 (imágenes 1-2) la potencia eólica ha crecido un 35.57 % (un 6.51 % más que la potencia instalada que usa gas).

ANNUAL INSTALLED CAPACITY BY REGION 2003-2008

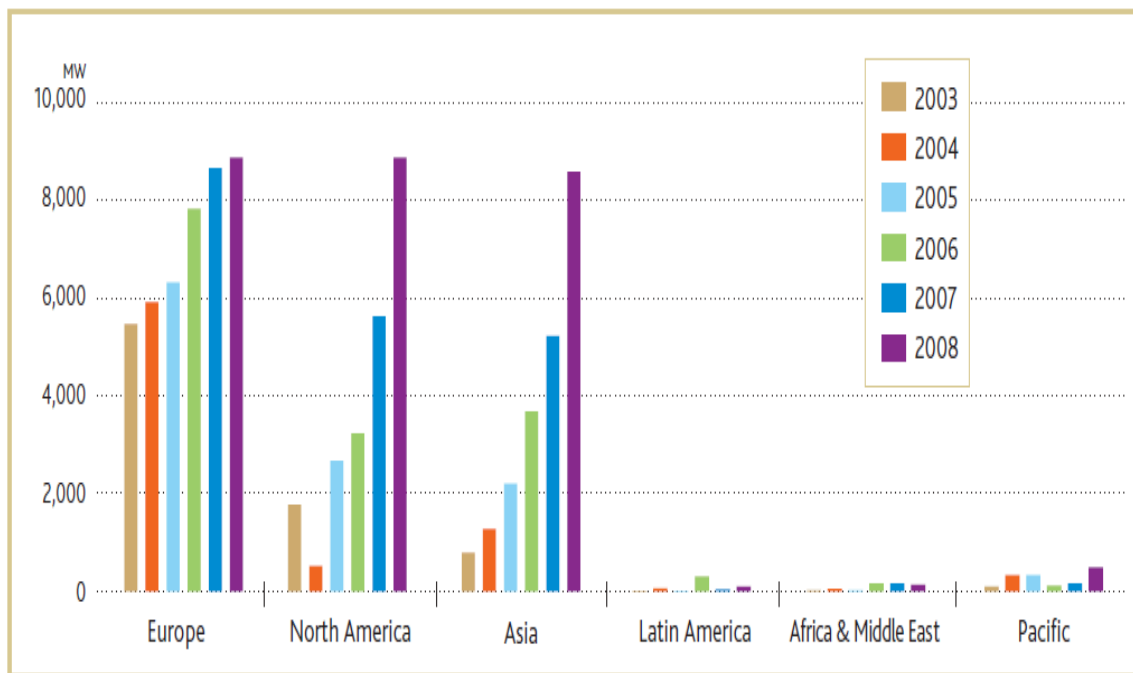


Imagen 1. Capacidad anual instalada por región¹⁶⁶

¹⁶⁵ Internacional Conference for Renewable Energies. Political Declaration. Bonn, 4 de junio de 2004, p1.

¹⁶⁶ GWEC - Global Wind 2008 Report.

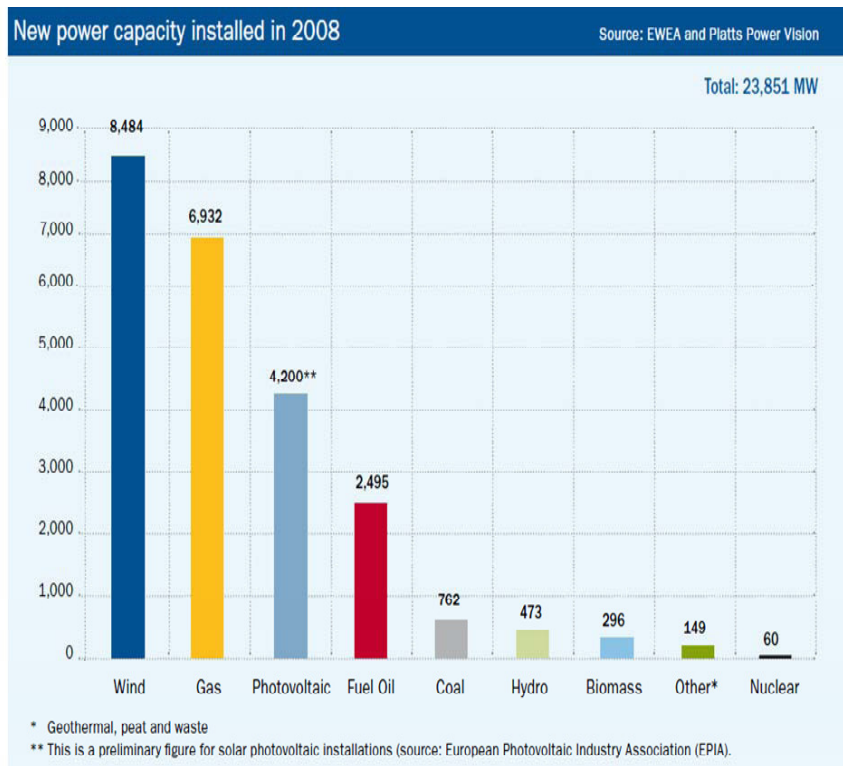


Imagen 2. Capacidad instalada en 2008 de diferentes fuentes de energía¹⁶⁷

El crecimiento regional (Latinoamérica + Caribe) se observa en la Imagen 3. Tabla I:

	Final 2007	Nuevo 2008	Total Final 2008
Brasil	247	94	341
México	87	0	87
Costa Rica	70	0	70
Caribe	55	0	55
Argentina	29	2	31
Otros	45	0	45
Total	533	95	629

Imagen 3. Tabla I: distribución de potencia eólica instalada para la región latinoamericana y caribe (Mw)¹⁶⁸

La Tabla II resume datos estadísticos sobre potencia, energía, contaminación evitada y movimiento económico, que producirá la generación eólica hacia el año 2020¹⁶⁹.

¹⁶⁷ EWEA –Wind map 2008.

¹⁶⁸ GWEC – “Global wind energy outlook 2008”.

¹⁶⁹ Global wind energy outlook, 2008.

Total MW installed	1,254,030
Annual MW installed	158,728
TWh generated to meet 12% global demand	3,054
Co ₂ reduction (annual million tonnes)	1,832
Co ₂ reduction (cumulative million tonnes)	10,771
Total investment per annum	€80 billion
Total job years	2.3 million
Installation costs in 2020	€512/kW
Electricity generation costs in 2020	€2.45cents/kWh

Imagen 4. Tabla II: Datos estadísticos proyectados al año 2020¹⁷⁰

Para lograr este desarrollo, tanto en Europa como en Brasil, las leyes específicas del tema contienen tres premisas básicas: “Meta por ley, compra y precios garantizados”.

En la década 1990-2000, favorecida por la paridad cambiaria, comenzó el desarrollo de la energía eólica en la Argentina, instalándose un total de 26 Mw en parques eólicos.

La inversión para el desarrollo de este tipo de energía partió de las Cooperativas Eléctricas. Los estudios (viento, conexión eléctrica, etc.) se realizaban para cada emprendimiento en particular. Un análisis actual de aquellos emprendimientos mostraría que los instalados en la Provincia de Buenos Aires carecían de un aliciente por el esfuerzo realizado. En la actualidad, la ley 26190 ha sido reglamentada (Decreto 562/2009 del PEN) y parece revertirse la tendencia que rigiera hasta el año 2008. Estos aspectos serán tratados más adelante.

El mapeo eólico de la Provincia de Buenos Aires nos muestra que la misma presenta excelentes posibilidades de instalación de energía eólica en la zona sur y costera¹⁷¹.

La imagen 5 muestra aproximadamente vientos y zonas según el SIG eólico de la República Argentina¹⁷².

¹⁷⁰ Fuente: GWEC Wind Force 12 “A blueprint to achieve 12% of the world's electricity from wind power by 2020”, p.2.

¹⁷¹ Viabilidad de los Aprovechamientos de Energía Eólica en el Sur de la Provincia de Buenos Aires Vinculados a la Red de Distribución.

¹⁷² SIG eólico: Sistema de Información Geográfico - <http://www.sigeolico.com.ar/frameset.php>

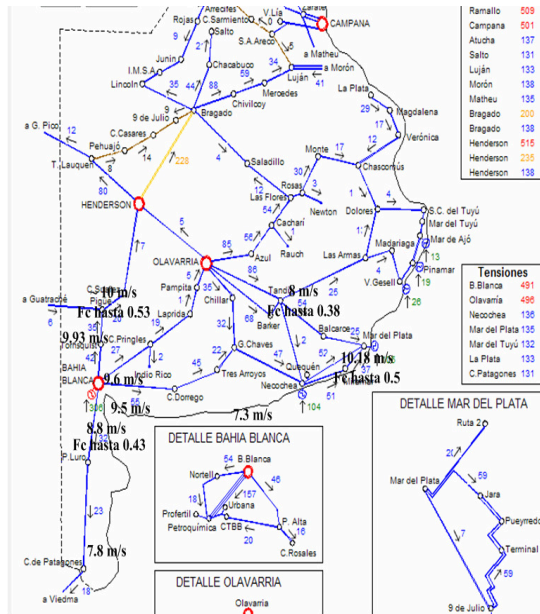


Imagen 5. Valores de viento medio y F_c^{173} en zona sur de la Provincia de Bs.As.

La siguiente Tabla lista la potencia y ubicación de los parques eólicos existentes¹⁷⁴:

Localización	Cantidad	Potencia
		Mw
<i>C. Rivadavia</i>	26	17.7
<i>Punta Alta</i>	4	2.2
<i>Rada Tilly</i>	1	0.4
<i>Buratovich</i>	2	1.2
<i>Pico Truncado</i>	4	2.4
<i>Cutral-Có</i>	1	0.4
<i>Tandil</i>	2	0.8
<i>Darreguerira</i>	1	0.75
<i>Claromecó</i>	1	0.75
<i>Gral. Acha</i>	2	1.8

Imagen 6. Tabla III: Localización y potencia de los parques eólicos en la República Argentina

La matriz energética de la República Argentina mostraba un aporte del 0.1% de energía eólica en el año 2004, mientras que la evolución de la participación de los diferentes combustibles en la generación eléctrica del país exhibía un importante aporte de los combustibles fósiles.

En las Tablas IV y V se exhiben los porcentajes correspondientes (Imágenes 7 y 8)¹⁷⁵.

¹⁷³ F_c = Energía anual producida/Energía anual a potencia nominal del turbogenerador (valor buscado = 0.35).

¹⁷⁴ CADEGE.

Tipo	Fuel oil	Gas oil	Gas natural	Carbón	Eólica
%	3.3	0.6	53.1	1	0.1
Tipo	Hidro	Nuclear	Solar		
%	33.3	8.6	0.08		

Imagen 7. Tabla IV: Aporte de cada combustible en la generación total de la República Argentina - año 2004

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Consumo de combustible	%	%	%	%	%	%	%
Gas Natural	97.9	97.8	88.2	84.9	82.6	77.8	76.1
Fuel Oil	0.3	1.5	8.9	11.1	13.5	14.4	15.9
Gas Oil	0.2	0.2	0.9	0.6	1.1	5.4	5
Carbón	1.5	0.5	2.1	3.4	2.8	2.5	3

Imagen 8. Tabla V.: Evolución de la participación de cada combustible en la generación total de energía eléctrica

El análisis de la tabla muestra que los combustibles fósiles tienen una incidencia enorme sobre la generación de energía. Cuando el gas natural muestra una disminución, comienza a aumentar el fuel oil, gas oil o carbón. Las energías renovables no contribuyen a la matriz energética actual en nuestro país. Revertirlo es una cuestión política ya que las condiciones geográficas y técnicas favorecerían su desarrollo.

Respecto a la energía eólica, los estudios de viento realizados en varias provincias, incluida la Provincia de Bs. As y las del Sur, muestran una buena perspectiva en el desarrollo de la generación eólica, ya que presentan un coeficiente de utilización promedio superior a 0.34 en el sur con grandes extensiones que posibilitan la colocación de importantes parques eólicos.

Dado que la República Argentina se comprometió en Bonn a incluir en su matriz energética un 8% de energía renovable, la energía eólica se presenta como la de mayores perspectivas de cubrir dicho compromiso en poco tiempo.

De acuerdo a las estadísticas de la Secretaría de energía, si se desarrollara la energía eólica en los próximos 4 años (año 2010) para cubrir el 8% de la energía consumida en nuestro país se requerirían (considerando un coeficiente de 0.34 de utilización) aproximadamente unos 3.000 Mw de potencia instalada. De los datos estadísticos extraídos de la referencia citada en “*Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios Secretaria de Energía Dirección Nacional de Prospectiva República*” puede graficarse la energía generada, importada y sus tendencias hasta el año 2010.

¹⁷⁵ Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios Secretaria de Energía Dirección Nacional de Prospectiva República.

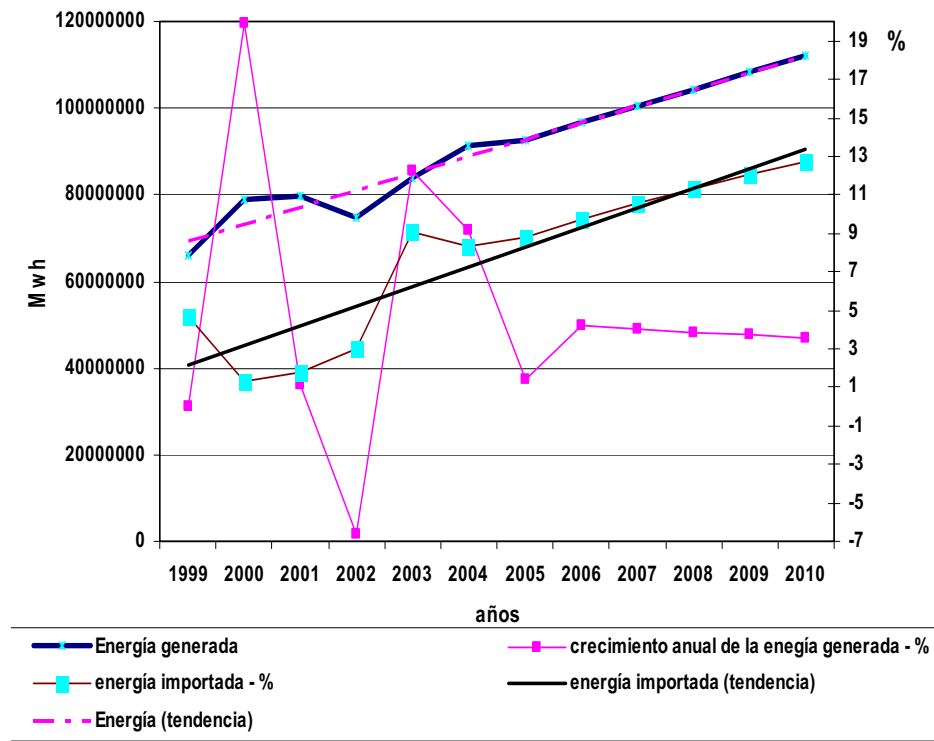


Imagen 9. Generación total de energía eléctrica y su tendencia hasta el año 2010

Podemos enfocar el análisis de las fortalezas del desarrollo de la energía eólica considerando los siguientes aspectos:

1. Produce menos contaminación que otro tipo de fuente de energía no renovable (Tabla VI). (*Su desarrollo disminuiría los efectos contaminantes de los combustibles fósiles*).
2. No requiere espacios territoriales extensos (sólo el 2% del territorio ocupado por el parque eólico).
3. El mapeo eólico de la República Argentina muestra la existencia de buenas posibilidades de desarrollo considerando los vientos existentes.
4. Podría producir generación de empleos (imagen 3) en diferentes niveles:
 - a. Profesional: Diseño y fabricación del equipo, ingeniería de obra y proyecto de instalación.
 - b. Técnico: Desarrollo de partes de los equipos, mantenimiento, etc.
 - c. Mano de obra: Montaje.
 - d. Estudios anexos: Estudio de terrenos, análisis de sistemas eléctricos, etc.

En conclusión, nadie puede dudar de las ventajas del desarrollo de la energía eólica en el país.

La reglamentación de la ley 26190 y el llamado a licitación para el desarrollo de las energías renovables dice:

“Provisión de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, el cual incluirá la provisión, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de centrales nuevas que operen con recursos eólicos, solares, geotérmicos, biomásicos, biogas, residuos sólidos urbanos, pequeños

aprovechamientos hidroeléctricos y/o biocombustibles, para ser instaladas en los sistemas vinculados a la red del SADI, por un plazo de quince (15) años”¹⁷⁶.

Esto contribuirá al desarrollo económico y laboral del país así como a abrir la posibilidad a otros tipos de combustible como el hidrógeno. Al mismo tiempo, es importante destacar que los adelantos tecnológicos en el desarrollo de los aerogeneradores han contribuido a mejorar el aprovechamiento del viento con menor inconveniente en su inserción en las redes eléctricas.

Fte. de energía	CO2	NO2	SO2	Partículas	Fte. de energía	CO	Hidrocarburos	Residuos nucleares	Total
Carbón	1,0582	0,002986	0,002971	0,001626	Carbón	267	102	0	1066100
Gas natural	0,824	0,000251	0,000336	0,001176	Gas natural	0	0	0	823800
Nuclear	0,0086	0,000034	0,000029	0,000003	Nuclear	18	1	3641	12300
Fotovoltaica	0,0059	0,000008	0,000023	0,000017	Fotovoltaica	3	2	0	5900
Biomasa	0	0,000614	0,000154	0,000512	Biomasa	11361	768	0	13400
Geotérmica	0,0568	0	0	0	Geotérmica	0	0	0	56800
Eólica	0,0074	0	0	0	Eólica	0	0	0	7400
Solar térmica	0,0036	0	0	0	Solar térmica	0	0	0	3600
Hidráulica	0,0066	0	0	0	Hidráulica	0	0	0	6600

Imagen 10. Tabla VI: Comparación Del Impacto Ambiental De Las Diferentes Formas de Producir Electricidad (Tn/KWh)¹⁷⁷

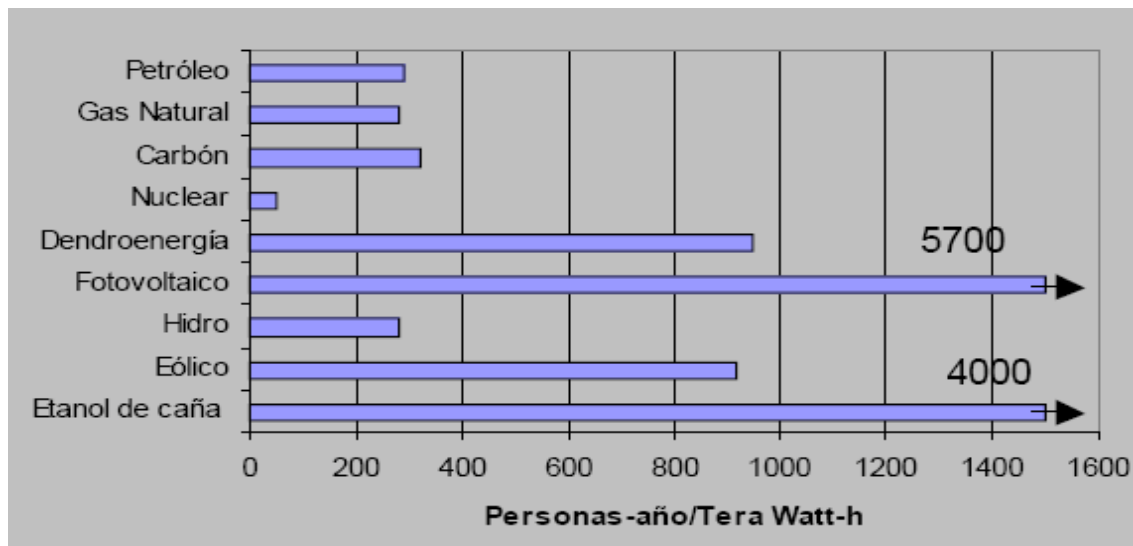


Imagen 11. Puestos de trabajo directo generados por fuente de energía¹⁷⁸

Si se cumpliera con la meta del 8% comprometido de generación mediante energías renovables, tendríamos en el año 2010:

¹⁷⁶ ENARSA Energía Argentina S.A.

¹⁷⁷ US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y AEDENAT.

¹⁷⁸ Comisión Económica para América Latina y el Caribe

- Reducción del consumo de gas natural y otros combustibles fósiles (Tabla VIII).
- 8250 nuevos empleos para el año 2010 entre profesionales y especializados, sin contar con el efecto multiplicador de los requerimientos industriales anexos (Tabla VI, para 9 Tera-W/h año de generación eólica en el año 2010).

La contaminación evitada en el año 2010 con el 8% de generación eólica sería solo en CO₂ del orden de 8.975.1 Tn (imagen 13).

Comparación matriz energética 2004 - 2010 (8% energía eólica)			
Tipo	matriz energética 2004%	% nueva matriz energética - 2010	% Diferencia
Fuel Oil	3,30	2,00	1,30
Gas Oil	0,60	0,30	0,30
Gas Natural	53,10	46,80	6,30
Carbón	1,00	1,00	0,00
Eólica	0,10	8,00	-7,90
Hidro	33,30	33,30	0,00
Nuclear	8,60	8,60	0,00
Solar	0,06	0,06	0,00
Total	100,00	100,00	

Imagen 12. Tabla VII: Comparación Matriz Energética Año 2004 Con Proyección Año 2010 Con Un 8% de Generación Eólica

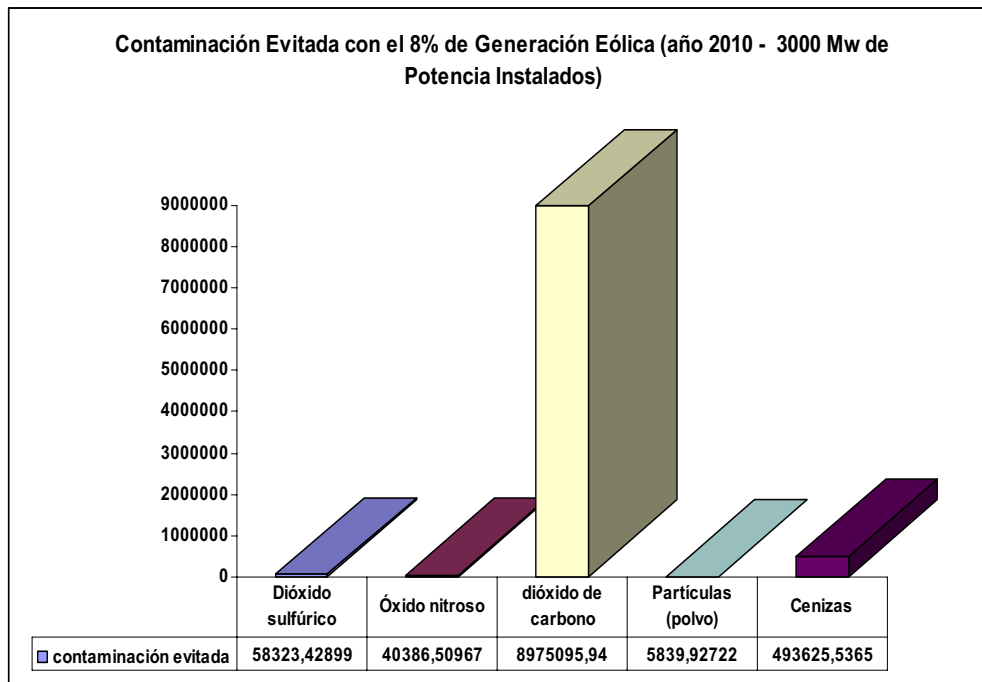


Imagen 13: Contaminación evitada en kgs. con un 8 % de energía eólica en la matriz energética del año 2010

A estos aspectos mencionados se debe sumar el cambio climático¹⁷⁹ que está ocasionando el uso indiscriminado de combustibles fósiles.

El Cambio Climático Global es la variación del entorno ambiental, con alteración los períodos de floración y fructificación de las especies vegetales, y en muchos casos estos cambios son tan drásticos que pueden llevar a la extinción de especies que no consiguen adaptarse a las nuevas condiciones. El cambio climático se produce debido al uso de combustibles fósiles y a otros procesos industriales que llevan a una acumulación de gases de efecto invernadero (GEI)¹⁸⁰ en la atmósfera (imagen 4).

Un equipo de científicos estadounidenses registró un nuevo récord de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Los últimos datos muestran que los niveles de CO₂ llegaron a 381 partículas por millón (ppm), lo que equivale a 100 ppm sobre el nivel promedio de la era pre-industrial. La investigación señala que en 2005 se registró uno de los mayores incrementos de CO₂, el gas considerado como la principal causa del calentamiento global¹⁸¹.

El tema del calentamiento global es controversial; sin embargo, en nuestra opinión el desarrollo de un sistema de producción de energía no debe basarse en un enfoque particular, sino que el análisis debe focalizarse en diferentes aspectos. El desarrollo de la energía eólica contribuirá a la creación de puestos de trabajo y es una fuente renovable de energía que contribuirá con su aporte energético a la obtención del hidrógeno en el futuro, estos aspectos son de enorme valor a la hora de evaluar su viabilidad, considerándola una fuente de energía sustentable.

Planteo y Solución del Problema

Para lograr la solución a los problemas planteados se requiere preparación profesional con especialización hacia las energías renovables y convencimiento de la población de la necesidad de desarrollo de esta forma de generación de energía. Al mismo tiempo es condición necesaria convicción política para desarrollar las energías renovables.

La solución parece estar en la aplicación de la resolución 220 de la Secretaría de Energía de la Nación¹⁸² o la presentación al llamado a licitación sobre energías renovables para fijar valores a la energía proveniente de fuentes renovables con la condición de compra segura de la producción. Tanto la resolución 220 como el llamado a licitación muestran una orientación hacia la aplicación de medidas similares a los países que han desarrollado las energías renovables.

¹⁷⁹ Cambio climático: cambio en temperatura promedio de la tierra – afectación nivel de los océanos – cambios en la precipitación pluvial – otros fenómenos que afecten la dinámica atmosférica global.

¹⁸⁰ GEI: bióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos, fluoro carbonos, hexafloruro de azufre.

¹⁸¹ Influencia del cambio climático global sobre la producción agropecuaria Argentina

¹⁸² Habilita la realización de contratos del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) con agentes generadores, autogeneradores y cogeneradores.

Análisis Económico

El análisis necesario de la tarifa para la energía eólica se determina a partir de la determinación del costo de producirla¹⁸³:

$$COE = [(Cc \times TCF) + COyM]/Ea \quad (1)$$

Donde:

- COE = Costo de producir energía (\$/kWh)
- Cc = Costo de capital con instalación (\$)
- COyM = Costo anual de OyM (\$/año)
- TCF = Tasa de cargo fijo = fracción de los costos de capital pagados cada año por financiamiento.
 - Mayor que la tasa de interés del préstamo, i
 - Mayor que 1/N, donde N = duración del financiamiento (años)
 - Ejemplo: i = 5%, N = 20 -> TCF > 0.08024
- Ea = Producción anual de energía (kWh/año) = factor de utilización (0.34)*Pot.Eólica instalada (kW)*8760 (hs/año)

Análisis de factibilidad

El precio monómico de la tarifa corresponde a un mix de energía y potencia en valor unitario de la energía y se utiliza para comparar costos y precios.

La variación del costo marginal y el precio de la energía es importante para determinar la posibilidad de las empresas de generar mayor cantidad de energía enfocado en el costo de cada nuevo kWh generado. Si hay desbalance entre costo marginal y precio, las posibilidades de rentabilidad son nulas.

El análisis de la rentabilidad se efectúa mediante el método flujo de fondos (fondos de efectivo que se liberan a través de la vida del proyecto), calculando el VAN (Valor Actual Neto) para 'n' períodos (los períodos son elegidos por el calculista y el total de períodos puede ser la vida útil del parque eólico), genera un resultado de mayor exactitud permitiendo aplicar simulaciones con diversos escenarios de cálculo:

- A. El Peor Caso/ Caso pesimista
- B. Caso más probable/ El mejor estimado
- C. El Mejor Caso/ Caso Optimista

El análisis de escenarios no toma en cuenta la probabilidad de los casos que ocurren. La interpretación es fácil cuando los resultados son robustos:

- A. Aceptar el proyecto si VAN > 0 aún en el peor caso.
- B. Rechazar el proyecto si VAN < 0 aún en el mejor caso.
- C. Si el VAN es a veces positivo o negativo, los resultados no son concluyentes.

¹⁸³ Aspectos Económicos de la Energía Eólica y el Mercado Eólico en Estados Unidos.

Por lo tanto, la forma de establecer la viabilidad económica de un parque eólico se basa en establecer si el flujo de caja es positivo y justifica la inversión (tasa de rentabilidad positiva y un TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) > costo del capital).

En los primeros períodos el VAN puede dar negativo.

Método Análisis de Sensibilidad y de Riesgo:

El análisis de la sensibilidad de las variables (reacción de las variables ante estímulos externos dependiendo del escenario de cálculo adoptado) dependerá del método adoptado. Si se analizan los costos de generación (ejemplo: tarifa no regulada), las variables son: Disponibilidad Técnica, Vida Útil, Inversión, Operación y Mantenimiento, Velocidad Media del Viento e Interés.

La técnica de escenario permite realizar un análisis del riesgo del proyecto simulando su comportamiento en diferentes entornos futuros. Esto implica la manipulación de variables críticas con el fin de determinar la viabilidad del proyecto en diferentes contextos futuros y la sensibilidad de los resultados respecto de las mismas.

Se modela el proyecto en función de diferentes variables consideradas relevantes. Los escenarios se definen por una distribución típica estocástica de las variables seleccionadas.

Para poder experimentar sobre el sistema se debe generar un modelo -que no solo sea adecuado al mismo y refleje claramente su comportamiento y las múltiples interacciones entre las variables- sino que además permita tomar decisiones.

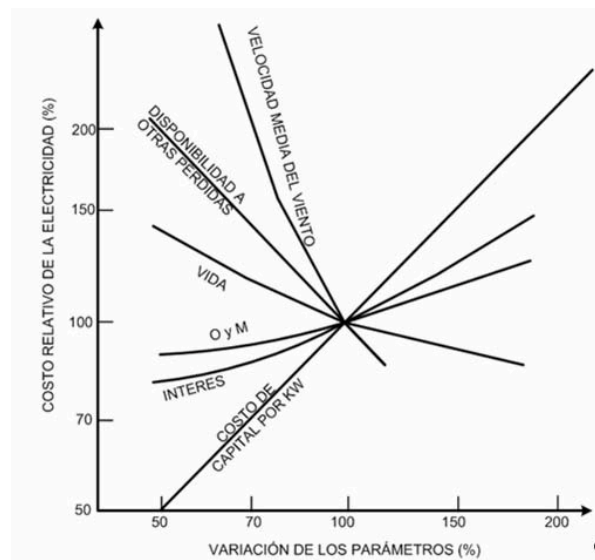


Imagen 14. Análisis de sensibilidad y riesgo

Ejemplo de Factibilidad: Parque de 50 mw en Zona de la B.N.P.B

Consideremos un parque de 50 Mw de potencia (25 equipos de 2 Mw cada uno) (módulo rentable de porte mínimo) y a un costo de inversión por equipo de [US\$/Kw] 2.500. Pactando el precio de la

energía monómica (aproximadamente) considerando licitación ó contrato con el MEM en 110 [U\$\$/Mwh], con un costo de operación y mantenimiento anual de 275.000 [U\$\$/año] (aproximadamente).

La Tabla VIII muestra las condiciones económicas de intercambio de energía con red eléctrica nacional en línea de 132 kV.

Análisis económico	Venta de Energía a U\$\$ 110/Mwh	Venta de Energía a U\$\$ 120/Mwh	Venta de Energía a U\$\$ 130/Mwh
Contrato con ENARSA o aplicación resolución 220	100%	100%	100%
TIR	13%	14%	16%
Retorno de la inversión	7.25 años	6.7 años	6.17 años

Imagen 15. Tabla VIII. Análisis Económico. Diferentes Opciones de Intercambio de Energía

Si consideramos la posibilidad de que el proyecto ingrese en el Mercado de Bonos Verdes, la rentabilidad mejoraría, ya que un proyecto de 50 Mw instalados reduciría la emisión aproximadamente en 10233 (T_{CO2}/año) considerando la actual matriz energética, lo que equivaldría a un costo de reposición medio ambiente de U\$\$ 1.375.321,75 con un ahorro de 11865 toneladas de petróleo y 13.392.144 m³ de gas (los bonos verdes cotizan aproximadamente a 10 €).

La Tabla IX muestra las mismas condiciones que las especificadas en la Tabla VIII pero incluyendo los bonos verdes¹⁸⁴.

Análisis económico	Venta de Energía a U\$\$ 110/Mwh	Venta de Energía a U\$\$ 120/Mwh	Venta de Energía a U\$\$ 130/Mwh
Contrato con ENARSA o aplicación resolución 220	100%	100%	100%
TIR	28%	28%	31%
Retorno de la inversión	3.5 años	3.5 años	3.22 años

Imagen 16. Tabla IX. Análisis Económico. Diferentes Opciones de Intercambio de Energía Incluyendo los bonos verdes.

Conclusiones

Es nuestra opinión que el desarrollo de la energía eólica, cuyos beneficios creemos probados, en un país que posee los elementos adecuados para que ocurra, usando la tecnología adecuada y efectuando los estudios pertinentes, se basa fundamentalmente en aspectos económicos.

El aspecto económico parece orientarse hacia un Mercado por contrato y con venta directa al MEM con un parque eólico de no menos de 50 Mw de potencia instalada.

¹⁸⁴ OAMDL Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio

La influencia de los bonos verdes en la ecuación económica debe tomarse con precaución, ya que no serán muchos los emprendimientos que lograrán el objetivo y, por lo tanto, no se puede basar la rentabilidad de un proyecto en este aspecto.

Los equipos a utilizar dado el avance tecnológico logrado en los últimos 10 años, se orientan a turbogeneradores de 2 MW con 80 mts. de altura y palas de 40 mts. que usan generadores sincrónicos multipolos (sin cajas de engranajes), generadores sincrónicos con imanes permanentes o máquinas de inducción con bobinado retórico.

Todos estos equipos requieren electrónica, ya sea rectificadores-onduladores u onduladores y pueden inyectar energía reactiva en la red (no presentan problemas de factor de potencia como las máquinas de inducción colocadas inicialmente en el país) y sobreponerse a huecos de tensión importantes.

Referencias bibliográficas

- CADEGE (Cámara Argentina de Generadores Eólicos) – Disponible en: <http://www.cadege.org.ar/> - <http://www.cadege.org.ar/index.php?page=verNota&id=55>. Fecha de consulta 12 de octubre de 2009
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL) - <http://www.eclac.org/estadisticas/> - Fecha de consulta: 12 de octubre de 2009.
- DI PRÁTULA, Horacio R, GUILLERMO Eduardo D, ROSSI, Andrea P. “Viabilidad de los Aprovechamientos de Energía Eólica en el Sur de la Provincia de Buenos Aires Vinculados a la Red de Distribución”. En: *Congreso Latinoamericano de Distribución Eléctrica – CLADE 2008 –* Publicado en los anales del Congreso con el número 046, 2008.
- ENARSA Energía Argentina S.A. <http://www.enarsa.com.ar/licitaciones15.htm>. Fecha de consulta: 12 de octubre de 2009
- EWEA “Wind map 2008” – Disponible en: <http://www.ewea.org/> - http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/statistics/2008_wind_map.pdf - Fecha de consulta: 05 de octubre de 2009
- GWEC “Global wind energy outlook 2008” – Disponible en: <http://www.gwec.net/> - <http://www.gwec.net/index.php?id=92&L=0> - Fecha de consulta: 05 de octubre de 2009
- GWEC “Global wind 2008 Report” – Disponible en: <http://www.gwec.net/> - <http://www.gwec.net/index.php?id=153> - Fecha de consulta: 05 de octubre de 2009
- GWEC Wind Force 12 “A blueprint to achieve 12% of the world's electricity from wind power by 2020”, Junio 2005 p.2. En- <http://www.gwec.net/>
- Internacional Conference For Renewable Energies. Political Declaration. Bonn, 2004. En: http://www.renewables2004.de/pdf/Political_declaration_final.pdf
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios Secretaria de Energía Dirección Nacional de Prospectiva República– “Informe del sector eléctrico – año 2003/4”. [http://energia.mecon.arhttp://memnet2.cammesa.com/infopub.nsf/navegadores/\\$first?open](http://energia.mecon.arhttp://memnet2.cammesa.com/infopub.nsf/navegadores/$first?open) - Fecha de consulta: 12 de octubre de 2009.
- Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (OAMD L)” Disponible en: http://www2.medioambiente.gov.ar/cambio_climatico/oamd/default.htm.- Fecha de consulta: 18 de octubre de 2009

- RODRÍGUEZ LOUSTAU, Melania Profesora Adscripta Agrometeorología. Facultad de Ciencias Agrarias. U.C.A “*Influencia del cambio climático global sobre la producción agropecuaria Argentina*”. - Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los Alimentos Vol. 20 – 2002 –
- ROGERS, Anthony L. Renewable Energy Research Laboratory University of Massachussets Amherst, MA USA “Aspectos Económicos de la Energía Eólica y el Mercado Eólico en Estados Unidos”. En: Seminario sobre energía eólica desarrollado los días 9 y 10 de octubre del 2003 en Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires .Olavarría. <http://anthonyrogersphd.com/> . Fecha de consulta: 18 de octubre de 2009.
- US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y AEDENAT (los valores de emisiones consideran también las emitidas durante el periodo de construcción) <http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/empresasyambientes/energeticos.htm>. Fecha de consulta: 12 de octubre de 2009

* * *

Horacio Raúl di Prátula. Ingeniero Electricista, egresado de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional de Bahía Blanca (FRBB). Doctor en Ingeniería, egresado de la Universidad Nacional del Sur (UNS). Se desempeña como docente de grado y de postgrado. Es Profesor Asociado en la UTN – FRBB y profesor Titular en la Escuela de Oficiales de la Armada (ESOA). Ejerce la docencia de postgrado en la UTN - FRBB y en otras universidades. Es Director del GESE (Grupo de estudio sobre energía), dependiente de CyT de la UTN - FRBB desde 2004. Es investigador categoría IV (categoría otorgada por el Ministerio de Educación); actualmente participa en varios proyectos como director, co-director e investigador. Es autor de más de cincuenta publicaciones en Congresos Nacionales e Internacionales. Asimismo, es Representante Técnico de la Cooperativa Eléctrica y de Servicios Mayor Buratovich Ltda. Ha realizado proyectos, ejecución y dirección de 450 kms de línea rural y 250 SE eléctricas, una Central de arranque rápido, sistema de distribución de gas en 40 manzanas y un parque eólico. Es Consejero Departamental en el Dpto. de Ingeniería Eléctrica UTN – FRBB; Consejero Suplente en el Consejo Académico UTN – FRBB e integrante de la Comisión de Postgrado en la UTN.

Alberto Carlos Russin. Ingeniero Electricista, egresado de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Su campo de desempeño y especialización profesional se desarrolló en la Armada Argentina, en sensores de detección y equipos de Guerra electrónica usados para la Guerra Naval. Profesor Titular Ordinario y Jefe de Área Electrónica en la Unidad Académica ESOA del Instituto Universitario Naval, Base Naval Puerto Belgrano; y Profesor Titular Ordinario de materias de Electrónica en la UTN-Facultad Regional Bahía Blanca (FRBB) , Departamento de Ingeniería Eléctrica. Integrante del Grupo de Estudio sobre Energía - GESE- que funciona en la FRBB de la UTN. En este grupo participa en el estudio y desarrollo de temas relacionados con la utilización de energías alternativas, especialmente en generación de energía eléctrica a partir de la energía eólica.