



TESIS DE GRADO  
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA INSTALACIÓN  
DE UN PARQUE EÓLICO EN ARGENTINA

Autor

Hernán del Collado

45154

Director de Tesis

Ing. Félix Jonas

2009

# RESUMEN

La energía eólica es una de las soluciones que Argentina puede llevar adelante, para combatir al calentamiento global. La materia prima de este tipo de energía es gratuita, y existen distintos puntos en el país que ofrecen óptimas condiciones de viento como para instalar un parque eólico. Esta clase de proyectos requiere una inversión inicial fuerte, y gozan de distintos beneficios y regulaciones, tanto provinciales como nacionales, que permiten hacerlo mas viable.

En este trabajo se estudia la viabilidad de instalar un parque eólico en Argentina, en busca de, abastecer parte de la demanda eléctrica de una zona a determinar, con una tecnología de generación de energía limpia y no contaminante; generando puestos de trabajo a través del desarrollo de esta tecnología; aportando a la reducción de gases de efecto invernadero, según lo dispone el Protocolo de Kyoto; reemplazando la utilización de combustibles fósiles por fuentes de energía limpia, con la posibilidad de ubicar el parque eólico en una zona propicia para generar la alternativa a futuro de conexión al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Palabras claves : Energía eólica. Vientos. Aerogeneradores. Potencia. Incentivos. Ubicación. Cambio climático. Parque eólico. Calentamiento global.

## **ABSTRACT**

Wind Energy is one of the solutions that Argentina can provide for, in order to battle global warming. The raw material for this type of energy is free, and there are different spots in the country where conditions to install a wind farm are optimal. This kind of project requires a strong initial investment and has a variety of benefits and regulations, both national and provincial, which make it more viable.

This report studies the viability of installing a wind farm in Argentina in order to supply part of the electricity demand of a particular area, with a technology that generates green and non-polluting energy. Besides, through the development of this technology, the project will create multiple jobs and contribute to greenhouse gases reduction, as it is established in Kyoto Protocol.

Consequently, this will replace the use of fossil fuel with sources of green energy, making it possible to locate the wind farm in a suitable area to have the future alternative to connect it with the Interconnection Argentine System (SADI).

Keywords: Wind energy. Wind. Wind turbines. Power. Incentives. Location. Climate change. Wind farm. Global warming.

# INDICE

## 1. ENERGÍA EÓLICA: ORIGEN Y USOS

|                                                                        |          |
|------------------------------------------------------------------------|----------|
| <i>1.1. Introducción .....</i>                                         | <i>1</i> |
| <i>1.2. Reseña Histórica.....</i>                                      | <i>2</i> |
| <i>1.3. Transformación de la Energía Eólica.....</i>                   | <i>3</i> |
| <i>1.4. Las Máquinas Eólicas.....</i>                                  | <i>4</i> |
| <i>1.5. Aprovechamiento de Energía Eólica .....</i>                    | <i>6</i> |
| <i>1.6. La Energía Eólica en la Argentina .....</i>                    | <i>6</i> |
| <i>1.7. Protocolo de Kyoto - Mecanismos de Desarrollo Limpio .....</i> | <i>8</i> |
| <i>1.8. Legislación.....</i>                                           | <i>8</i> |

## 2. ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DE MERCADO

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>2.1. CONTEXTO INTERNACIONAL .....</i>                                       | <i>10</i> |
| <i>2.1.1. Destacados .....</i>                                                 | <i>10</i> |
| <i>2.1.2. Situación General .....</i>                                          | <i>11</i> |
| <i>2.1.3. El imperativo climático: la urgencia de nuestra realidad .....</i>   | <i>12</i> |
| <i>2.1.4. El reto de Copenhague .....</i>                                      | <i>14</i> |
| <i>2.1.5. Los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto .....</i>      | <i>17</i> |
| <i>2.1.6. Mercados eólicos líderes en el año 2008 .....</i>                    | <i>18</i> |
| <i>2.1.7. Diversificación continua .....</i>                                   | <i>19</i> |
| <i>2.1.8. Tasa de crecimiento en aumento .....</i>                             | <i>19</i> |
| <i>2.1.9. El marco legal de la energía eólica: experiencias exitosas .....</i> | <i>21</i> |
| <i>2.1.10. Energía eólica como respuesta a la crisis global .....</i>          | <i>21</i> |
| <i>2.1.11. Generación de empleos .....</i>                                     | <i>22</i> |
| <i>2.1.12. Perspectivas mundiales .....</i>                                    | <i>23</i> |
| <i>2.1.13. América Latina .....</i>                                            | <i>25</i> |
| <i>2.2. CONTEXTO NACIONAL .....</i>                                            | <i>27</i> |
| <i>2.2.1. Situación general .....</i>                                          | <i>27</i> |
| <i>2.2.2. Proyectos en danza .....</i>                                         | <i>29</i> |
| <i>2.2.3. Un recurso que abunda en la Argentina .....</i>                      | <i>31</i> |
| <i>2.2.4. Generación de empleo .....</i>                                       | <i>33</i> |
| <i>2.2.5. Potencial de mercado .....</i>                                       | <i>33</i> |
| <i>2.2.6. Generación eólica existente .....</i>                                | <i>35</i> |

**3. INGENIERÍA**

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 3.1. <i>Objetivos</i> .....                           | 36 |
| 3.2. <i>Planeamiento</i> .....                        | 36 |
| 3.3. <i>Ubicación</i> .....                           | 37 |
| 3.4. <i>Análisis de Locación</i> .....                | 38 |
| 3.5. <i>Análisis de Demanda y Oferta</i> .....        | 45 |
| 3.6. <i>Desarrollo del Proyecto</i> .....             | 49 |
| 3.7. <i>Construcción de los aerogeneradores</i> ..... | 51 |

**4. ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO**

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. <i>Cálculo de la inversión</i> .....                      | 55 |
| 4.2. <i>Financiación</i> .....                                 | 56 |
| 4.3. <i>Costos Fijos y Variables</i> .....                     | 56 |
| 4.4. INGRESOS. MARCO LEGAL - INCENTIVOS .....                  | 58 |
| a) <i>Ley Nacional 25.019, 26/10/1998</i> .....                | 58 |
| b) <i>Ley n° 4.389 - Provincia de Chubut, 07/07/1998</i> ..... | 58 |
| c) <i>Ley Nacional 26.190, 06/12/2006</i> .....                | 59 |
| d) <i>Feed in Tariff (FIT)</i> .....                           | 60 |
| e) <i>Bonos de Carbono</i> .....                               | 61 |
| 4.5. VIABILIDAD DEL PROYECTO .....                             | 62 |

**5. UNA SOLUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1. <i>Efectos esperados del calentamiento global</i> .....         | 66 |
| 5.2. <i>Consecuencias de los cambios climáticos</i> .....            | 67 |
| 5.3. <i>Inconvenientes globales en el futuro</i> .....               | 67 |
| 5.4. EO, UNA PROPUESTA DE ENERGÍA LIMPIA .....                       | 68 |
| 5.4.1. <i>Desventajas que presenta la EO</i> .....                   | 70 |
| 5.5. LA SITUACIÓN NACIONAL .....                                     | 71 |
| 5.5.1. <i>Ventajas de la utilización de EO en la Argentina</i> ..... | 74 |
| 5.5.2. <i>Genren - Una luz de esperanza</i> .....                    | 75 |
| 5.6. CONCLUSIONES .....                                              | 76 |

**6. BIBLIOGRAFÍA .....78**



# 1. ENERGIA EOLICA: ORIGEN Y USOS

## 1.1. Introducción

La energía es fundamental para el desarrollo y para proporcionar muchos servicios esenciales que mejoren la condición humana. Sin embargo, el uso de la energía produce invariablemente una ruptura del equilibrio ambiental, provocando una reacción de la naturaleza que puede resultar de consecuencias adversas para el propio hombre.

Desde que se manifestó mundialmente la necesidad de desarrollar una política ambiental, se comenzó a considerar el desarrollo y la utilización de fuentes de energías renovables.

En apenas dos décadas, las fuentes de energías renovables han evolucionado desde una mera expresión de deseo a convertirse en una realidad de la que todos formamos parte, dado que promueven una mejora en nuestra calidad de vida y en la de las generaciones venideras. El bienestar y la solidaridad entre las generaciones presentes y futuras sólo se lograrán impulsando el desarrollo sostenible en todos los ámbitos.

No obstante, los combustibles fósiles siguen siendo fundamentales para la economía de las naciones industrializadas modernas. En efecto, la producción y el consumo de estos combustibles continúa creciendo; siendo el calentamiento global una de las peores amenazas que debemos enfrentar debido al uso de los combustibles fósiles: gas, petróleo y carbón.

El Protocolo de Kyoto es el único mecanismo internacional para hacer frente al problema mundial que supone el cambio climático. Durante la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de 2002, celebrada en Johannesburgo y respaldada por varios países, entre ellos Argentina, Brasil y Chile, se estableció que el cambio climático es una realidad que afecta a todo el planeta. Debemos minimizar los impactos de este problema global y el primer paso es cumplir con el Protocolo de Kyoto.

Para diciembre del 2009 está programada la próxima reunión denominada COP15, organizada por las Naciones Unidas (ONU) para tratar el tema del cambio climático. Este encuentro que contará con diplomáticos de 170 naciones, se considera que será la reunión más importante de la historia en temas ambientales, así se dejó notar en el World Business Summit on climate change, en Copenhague. Gobiernos y empresas de Europa, Estados Unidos, China y países en desarrollo definirán a que se comprometerán para disminuir la emisión de gases contaminantes. El objetivo es evitar que la temperatura mundial aumente dos grados, algo que traería más sequías, inundaciones y

dispersión de enfermedades, al tiempo que volvería a algunas zonas del planeta inhabitables.

Lamentablemente, las inversiones en energías renovables son insignificantes en comparación con las inversiones anuales realizadas en el desarrollo de nuevas reservas de combustibles fósiles, algo absolutamente incompatible con la protección del clima global.

Las energías renovables constituyen una de las mejores alternativas como respuesta al estancamiento y la inacción, siendo una poderosa fuente de energía global, accesible y viable, capaz de sustituir a los combustibles fósiles y otras fuentes contaminantes.

Las energías renovables son una herramienta poderosa para el desarrollo sustentable. Su evolución debe ser adoptada como una prioridad energética a nivel nacional.

La energía eólica hace referencia a aquellas tecnologías y aplicaciones en que se aprovecha la energía cinética del viento, convirtiéndola a energía eléctrica o mecánica.

Se pueden distinguir dos tipos de aplicaciones: las instalaciones para la producción de electricidad y las instalaciones de bombeo de agua.

Entre las instalaciones de producción de electricidad se pueden distinguir instalaciones aisladas, no conectadas a la red eléctrica e instalaciones conectadas, normalmente, denominadas parques eólicos. Las instalaciones no conectadas a la red, normalmente cubren aplicaciones de pequeña potencia, principalmente de electrificación rural. Las aplicaciones conectadas a la red eléctrica, por otra parte, son las que permiten obtener un aprovechamiento energético mayor, son además las que presentan las mejores expectativas de crecimiento de mercado.

## 1.2. Reseña Histórica

Las primeras máquinas equipadas con generadores eléctricos, hacen su aparición hacia 1900. Durante la primera mitad del siglo, a pesar de que no hubo una activa utilización de la energía eólica, se produjeron gran variedad de diseños cuyos principios fundamentales son válidos hasta el presente.

Desde la década del 30' y hasta comienzos de la del 50' se popularizaron máquinas de pequeño porte (hasta unos 3 KW) en el medio rural, donde todavía no existía un sistema de electrificación por redes que cubriera amplias zonas.



También se constituyeron equipos de gran tamaño. Por ejemplo, durante la segunda guerra mundial funcionó en EE.UU. una turbina de 1.250 KW de potencia. Desde 1958 hasta 1966 se constituyeron y operaron en Francia, EE.UU. y Dinamarca, varias máquinas de potencia superior a 1.000 KW. Sin embargo, todas estas experiencias terminaron en verdaderos fracasos porque se enfrentaron con problemas tecnológicos que en ese entonces resultaban prácticamente insolubles, hecho que provocó que quienes debían tomar decisiones políticas sobre su utilización no creyeran en cuanto al futuro de esta tecnología como oferta energética válida. Por otra parte, el precio excesivamente bajo de los combustibles hacía muy difícil, si no imposible, la competencia de cualquier tipo de equipo conversor de energía eólica contra un generador térmico.

La crisis energética de los años 70, que ocasionó un abrupto encarecimiento del petróleo, y por consecuencia de sus derivados, provocó que aquellos países que tenían una importante dependencia de la importación de esos productos para la satisfacción de sus necesidades energéticas, buscaran soluciones alternativas a los grandes desequilibrios económicos que esta situación les creaba. Es así como se empezó a pensar seriamente en lo que dió en llamarse ahorro o conservación de energía, y al mismo tiempo, se comenzó a replantear el tema de la utilización de las energías no convencionales, apareciendo entonces la energía eólica, desde el punto de vista económico, como una fuente más competitiva para la producción de electricidad. Esta situación incentivó la realización de nuevos estudios que llevaron a una importante mejora de las tecnologías de aprovechamiento, logrando equipos conversores de energía eléctrica cada vez más confiables y potentes. Hoy en día es destacable la explotación que efectúan países como Estados Unidos, Dinamarca, Alemania, Holanda, España, India y China entre muchos otros.

A modo de referencia, se indican las potencias instaladas a fines de 2006 por los principales países productores de energía eólica en el mundo: Alemania 20.622 MW; España 11.630 MW; Estados Unidos 11.603 MW; India 6.270 MW; China 2.599 MW y Dinamarca 3.136 MW. El total mundial alcanzaba a 74.153 MW (Fuente WWEA).

### 1.3. Transformación de la Energía Eólica

La energía contenida en el viento puede ser transformada, según sea la necesidad, en energía eléctrica, mecánica o térmica. Las posibilidades de uso que ofrece la energía eléctrica son bien conocidas. En cuanto a la mecánica, en el caso que nos ocupa, se utiliza el bombeo de agua o molienda de distintos productos. La energía térmica se consigue a partir de la energía mecánica.

Para efectuar esa transformación se utilizan distintos tipos de equipamientos. En términos generales no se requieren grandes velocidades de viento para producir energía, más bien al contrario, cuando el viento es demasiado intenso se hace necesario detener los equipos para evitar deterioro. En la mayoría de los casos, un equipo comienza a generar energía con una velocidad del viento de 4 metros por segundo (m/s), equivalente a unos 15 Km/h. Entrega su potencia máxima cuando la velocidad es del orden de los 12 a 15 m/s (40 a 55 Km/h) y es necesario sacarla de servicio cuando alcanza 25 m/s (90 Km/h).

#### 1.4. Las Máquinas Eólicas

Existen dos tipos principales de máquinas que aprovechan la energía contenida en el viento: los molinos, que se utilizan fundamentalmente para bombeo mecánico de agua, y los aerogeneradores de electricidad.

- Molinos

Es muy común en el campo su utilización para extraer agua del subsuelo. El equipo utilizado se denomina molino multipala en razón de estar compuesto por un número elevado (12 a 16) de palas. La razón de este sistema radica en que con muy baja velocidad de viento (apenas una brisa) está en condiciones de trabajar. Al girar acciona mecánicamente una bomba que extrae el agua necesaria.

El diseño de este tipo de molino es de origen norteamericano, introducido en Argentina a mediados del siglo pasado y hoy de fabricación nacional. También es muy utilizado en Australia, Sudáfrica, Holanda y Dinamarca.

- Aerogeneradores

Estos equipos están especialmente diseñados para producir electricidad. En la actualidad se fabrican máquinas comerciales de muy variados tamaños, desde muy bajas potencias (100 a 150 W) hasta 700 y 800 KW y ya están superando la etapa experimental modelos de hasta 1.500 KW de potencia. A diferencia de los molinos, estos equipos se caracterizan por tener pocas palas porque de esta manera alcanzan a desarrollar una mayor eficiencia de transformación de la energía primaria contenida en el viento. Si bien existen algunos de una sola pala, los de dos o tres son lo más utilizados.

Sintéticamente un aerogenerador está conformado por dos elementos principales: un rotor compuesto por un eje y la o las palas que es accionado por

el viento, y un generador que se mueve por arrastre del rotor. Los rotores de los aerogeneradores de potencia mediana en adelante (más de 20 KW) no desarrollan gran número de revoluciones, considerándose como normal el orden de 60 a 70 revoluciones por minuto. Teniendo en cuenta que los generadores normalmente trabajan a unas 1.500 r.p.m., para adecuar las distintas velocidades de trabajo de estos dos elementos se intercala una caja multiplicadora.

En las máquinas pequeñas el generador suele ser un alternador conectado directamente al eje de rotación. Se puede diferenciar a los aerogeneradores en dos grandes grupos según sea la posición del eje de rotación: de eje vertical y de eje horizontal. Ambas tecnologías tienen aspectos favorables y desfavorables.

Los aerogeneradores de eje vertical tienen la ventaja de no necesitar orientarse respecto a la dirección de donde sopla el viento, porque cualquiera sea ella, acciona en la misma forma sobre su rotor. Además, los equipos de generación y control se ubican al pie de la estructura simplificando de esta manera el acceso a los mismos y abaratando por consiguiente el mantenimiento. También ofrecen una robustez y resistencia destacable para ser utilizados en zonas de vientos arranchados y de direcciones cambiarias. Como principal elemento desfavorable se puede mencionar que la eficiencia de conversión energética es algo menor que la de los del otro tipo.

En los aerogeneradores de eje horizontal, el plan de rotación debe conservarse perpendicular a la dirección del viento para poder captar la máxima energía. En consecuencia, para adecuarse a las variaciones de dirección, debe instalarse algún mecanismo que oriente la posición del rotor. En equipos pequeños y medianos (hasta unos 10 ó 15 KW) el sistema de orientación es sencillo y mecánico, representado por un timón de cola que reacciona en forma automática.

En equipos de mayor tamaño y muy especialmente en los grandes (de más de 100 KW), la orientación del equipo se controla electrónicamente a través de un sistema computarizado. El generador, así como la caja de multiplicación, están ubicados en el cuerpo del equipo, que se encuentra en la parte superior de la torre. Éste trae aparejado por un lado la necesidad de un importante cableado para conducir la corriente generada y las señales enviadas al sistema de control, y por otro, el inconveniente que cuando se produce alguna avería o se efectúa un control de rutina, es necesario subir a la torre.

Como se ve, las diferencias a favor o en contra de cualquiera de las dos tecnologías no alcanzan a ser de suficiente envergadura como para descalificar a ninguna de ellas. De todos modos, es importante acotar que más del 80% de los fabricantes se inclinan por el sistema de eje horizontal.

## 1.5. Aprovechamiento de Energía Eólica

El uso de toda fuente energética presenta tanto ventajas como desventajas, por lo que es importante, antes de emprender una utilización, efectuar un balance entre los pro y los contra de una u otra posible a utilizar. La energía eólica, por supuesto, no puede escapar a esta premisa. Como principales ventajas se pueden mencionar:

- Es inagotable
- No es contaminante
- Es de libre acceso (gratuita)
- Se puede aprovechar en la medida de las necesidades del momento

En cambio las mayores desventajas indican:

- Se encuentra dispersa
- Es intermitente y aleatoria (no continua)

La condición que se puede considerar normal en la mayor parte del planeta es que las características del viento no resulten suficientemente adecuadas para su utilización como fuente energética importante, salvo para aprovechamientos de pequeña potencia. No obstante, existen regiones donde las condiciones de ocurrencia del recurso energético son tales que resultan sumamente ventajosas para su aprovechamiento.

Desde el punto de vista económico, aún cuando la inversión inicial necesaria para la instalación de los sistemas de captación eólica es mayor que la requerida para un sistema diesel, los equipamientos eólicos tienen bajos costos de mantenimiento, “combustible” gratis y una vida útil prolongada (20 años o más), lo que les permite competir cada vez más eficazmente con otras fuentes energéticas.

## 1.6. La Energía Eólica en la Argentina

Argentina es un país con larga tradición eólica. Se estima que la llanura pampeana cuenta aún hoy con la mayor concentración de molinos de campo de todo el mundo, con más de 400.000 ejemplares en existencia. Si bien las primeras máquinas de viento equipadas para generar electricidad aparecieron a comienzos del siglo pasado, la novedad de su tecnología y sus mayores costos relativos resultaron barreras insalvables para su difusión en una época dominada por los combustibles fósiles. Fue el principio del fin de la era del petróleo barato en 1973 lo que marcó el renacer del viento como fuente energética viable. Actualmente el alto grado de desarrollo alcanzado por los

aerogeneradores modernos permite al viento aportar un porcentaje relevante de la generación eléctrica en muchos países. El primer parque eólico comercial argentino se instaló en Comodoro Rivadavia, provincia de Chubut, en 1994 (500 KW).

Nuestro país, pionero en Latinoamérica, dispone actualmente de 13 parques eólicos localizados en 6 provincias que suman una potencia instalada de 29,7 MW, registrando un interesante factor de capacidad medio cercano al 30%, aun cuando los parques funcionando en la Patagonia alcanzan regularmente factores de utilización muy superiores, con valores tan altos como 40% o más. Varios de estos emprendimientos han crecido al amparo de los beneficios fiscales concedidos por el “Régimen Nacional de la Energía Eólica y Solar” introducido por la Ley 25.019/98. El más representativo es seguramente el parque eólico Antonio Morán de la Sociedad Cooperativa Popular de Comodoro Rivadavia, que con 24 aerogeneradores en servicio es uno de los más grandes de Sudamérica.

Las perspectivas del país en materia de energía eólica son francamente alentadoras. Se estima que el potencial eólico patagónico al sur del paralelo 42 encierra una energía decenas de veces mayor al contenido en toda la producción anual argentina de petróleo. Mas aún, no solo el extremo sur argentino posee condiciones favorables para la instalación de granjas eólicas, existen asimismo numerosas regiones aptas en las provincias de Río Negro y Neuquén, en varias zonas serranas y costeras de la provincia de Buenos Aires, y en muchos otros sitios puntuales de todo el país.

En este sentido, el Plan Nacional de Energía Eólica encomendado por el Ministerio de Planificación Federal al Centro Regional de Energía Eólica del Chubut (CREE), sienta las bases para el primer desarrollo nacional de envergadura en esta materia. El plan no sólo comprende la confección del mapa eólico nacional (ideado para identificar los sitios de emplazamiento óptimos) sino que también prevé la instalación de parques con una potencia sumada del orden de los 300 MW en un lapso cercano a tres años. La primera etapa del Plan es la concreción del proyecto Vientos de la Patagonia I, que supone la construcción de un parque de 50 a 60 MW en cercanías de la ciudad de Comodoro Rivadavia, provincia de Chubut. En sucesivas etapas se contempla instalar parques similares en las provincias de Santa Cruz, Buenos Aires, Río Negro, Neuquén, La Rioja y San Juan.

Naturalmente la concreción de esta ambiciosa iniciativa plantea numerosos desafíos tecnológicos, logísticos e industriales, pero indudablemente el país dispone de todos los recursos técnicos y humanos necesarios para afrontarlos.

A largo plazo, la suma de proyectos públicos y privados identificados ronda aproximadamente los 2.000 MW<sup>1</sup>.

### 1.7. Protocolo de Kyoto - Mecanismos de Desarrollo Limpio

El Protocolo de Kyoto establece para los 183 países en total que lo han firmado y ratificado, reducir el total de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso, comprendido entre el año 2008 y el 2012. Éste fue el primer acuerdo macro importante sobre el tema, y cabe destacar que no se contó con el apoyo de los Estados Unidos.

Para cumplir con el mismo se establecieron además de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero en cada país, y del comercio de emisiones, otros mecanismos como la Aplicación Conjunta (AC) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Tras la ratificación por parte de Rusia en septiembre de 2004 el Protocolo de Kyoto se convierte en ley internacional.

Este mecanismo ofrece a los gobiernos y a las empresas privadas de los países industrializados la posibilidad de transferir tecnologías limpias a países en desarrollo, mediante inversiones en proyectos de reducción de emisiones o sumideros, recibiendo de esta forma certificados de emisión que servirán como suplemento a sus reducciones internas.

Un proyecto en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL o CDM en inglés) es un proyecto de reducción de emisiones o secuestro de carbono que se lleva a cabo en un país en desarrollo, como ser la Argentina. Los proyectos MDL generan CERs o Bonos de Carbono, que pueden ser comercializados en el mercado de carbono. Un CER equivale a una Tn de CO<sub>2</sub> reducida.

Los beneficios de los MDL pueden hacer más atractivo un proyecto desde el punto de vista económico-financiero, a tal punto que en la mayoría de los casos, solo puede ser viable si cuenta con ellos.

### 1.8. Legislación

En Argentina existe, hoy en día, una ley nacional respecto a energías renovables y sólo dos provincias, Buenos Aires y Chubut, con legislaciones propias al respecto. Sin embargo, cabe mencionar que dicha ley nacional, aun

---

<sup>1</sup> "World Wind Energy Report 2008" [en línea]. *World Wind Energy Association (WWEA)*. 12 de febrero 2009. [http://www.wwindea.org/home/index.php?option=com\\_content&task=view&id=226&Itemid=43](http://www.wwindea.org/home/index.php?option=com_content&task=view&id=226&Itemid=43) [Consulta: marzo 2009]

no se encuentra reglamentada para la publicación de este informe, por lo que la misma todavía no puede aplicarse.

Revisamos abajo los aspectos más importantes de la ley nacional que son de importancia en relación a la energía obtenida por sistemas eólicos.

La Ley 26.190 publicada en el boletín oficial el 2 de enero de 2007, declara de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables con destino a la prestación de servicio público, como así también la investigación para el desarrollo tecnológico y fabricación de equipos con esa finalidad.

Establece como objetivo del presente régimen, lograr la contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el OCHO POR CIENTO (8%) del consumo de energía eléctrica nacional en el plazo de DIEZ (10) años a partir de la puesta en vigencia del presente régimen.

Los beneficios que establece la ley son un régimen de inversión por un período de 10 años y una remuneración adicional respecto del precio de mercado de la energía según las distintas fuentes por un período de 15 años.

*“ARTICULO 14. - Fondo Fiduciario de Energías Renovables - Sustituyese el Art. 5° de la Ley 25.019, el que quedará redactado de la siguiente forma: Artículo 5°: La Secretaría de Energía de la Nación en virtud de lo dispuesto en el Art. 70 de la Ley 24.065 incrementará el gravamen dentro de los márgenes fijados por el mismo hasta 0,3 \$/MWh, destinado a conformar el FONDO FIDUCIARIO DE ENERGIAS RENOVABLES, que será administrado y asignado por el Consejo Federal de la Energía Eléctrica y se destinará a:*

*I. Remunerar en hasta UNO COMA CINCO CENTAVOS POR KILOVATIO HORA (0,015 \$/KWh) efectivamente generados por sistemas eólicos instalados y a instalarse, que vuelquen su energía en los mercados mayoristas o estén destinados a la prestación de servicios públicos.”*

## 2. ESTUDIO E INVESTIGACION DE MERCADO

### 2.1. Contexto Internacional

#### 2.1.1. Destacados

- La capacidad mundial instalada alcanzó los 121.188 MW para fines del 2008, y se estima que llegará a un total de 152.000 MW para fines del 2009



Figura 1. Capacidad total instalada a nivel mundial (MW)

- El sector eólico se ha transformado en un generador global de empleo que ya lleva creados 440.000 puestos de trabajo en todo el mundo
- El sector eólico representó en 2008 un volumen de ventas de 40 billones de euros



- Por primera vez en más de una década, Estados Unidos tomó el lugar pionero de Alemania en términos de instalaciones totales
- Todas las turbinas eólicas instaladas alrededor del mundo hasta fines del 2008 generaron 260 TWh por año, superando el 1,5% del consumo eléctrico global
- China continúa con su rol de mercado más dinámico, habiendo duplicado en 2008 su capacidad instalada por tercera vez consecutiva; posee actualmente más de 12 GW de potencia eólica instalada
- América del Norte y Asia “se ponen al día” en términos de nuevas instalaciones en relación a Europa, que muestra un leve estancamiento
- Basado en un acelerado desarrollo y políticas mejoradas, es posible alcanzar una capacidad global de más de 1.500.000 MW para el 2020

### 2.1.2. Situación General

La energía eólica ha continuado su camino mundial de éxito como la fuente de energía con el mayor crecimiento dinámico en el año 2008. Desde 2005, las instalaciones alrededor del mundo han crecido más del doble. Han alcanzado los 121.188 MW en 2008, luego de los 59.024 MW en 2005, de los 74.151 MW en 2006, y de los 93.927 MW en 2007.



Figura 2. Nueva capacidad instalada anualmente 1998-2008 (MW)

El mercado de nuevas turbinas eólicas ha alcanzado una magnitud de 27.261 MW para el año 2008, y los valores alcanzados en el primer semestre del 2009 pronostican que para fines de dicho año se obtendrán unos 30.812 MW. A finales del año 1998, el mercado de nuevas turbinas eólicas alcanzaba los 2.187 MW, menos de un décimo de lo que representó en 2008. En comparación, ningún nuevo reactor nuclear comenzó a operar en el 2008, según informa la Agencia Internacional de Energía Atómica.

### 2.1.3. El imperativo climático: la urgencia de nuestra realidad

Se están produciendo cambios en los patrones de precipitaciones, con una tendencia a que haya mayores niveles de lluvias en las latitudes superiores del mundo y menores precipitaciones en regiones tropicales y subtropicales, así como en el área del Mediterráneo. También está aumentando la cantidad de casos de lluvias extremas, y se están generalizando. Más aún, la frecuencia e intensidad de las ondas de calor, las inundaciones y las sequías van en aumento.

Este cambio en el patrón y la intensidad de las lluvias tiene serias implicancias para varias actividades económicas, así como en la preparación de los países para manejar emergencias como inundaciones costeras de gran escala o nevazones intensas.

Algunas partes del mundo son más vulnerables que otras a estos cambios. La región ártica, en particular, se ha estado calentando a tres veces el ritmo del resto del planeta. Los arrecifes de coral, los grandes deltas (que incluyen ciudades como Shangai, Calcuta y Dhaka) y los pequeños estados formados por islas son también extremadamente vulnerables al aumento del nivel del mar.

Entre otros efectos negativos del cambio climático se encuentra la posible reducción del rendimiento de las cosechas. Por ejemplo, en algunos países africanos podría llegar a disminuir en un 50% para el año 2020. El cambio climático produciría una mayor escasez de agua, que para el año 2020 podría afectar a entre 75 y 250 millones de personas tan sólo en África.

En general, se estima que las temperaturas aumentarán para el año 2100 entre 1,1 °C y 6,4 °C. Para centrarse con mayor precisión en estos escenarios, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climatológico (PICC) ha concluido que lo más probable es que el extremo inferior de esta gama sea 1,8 °C, y 4 °C el superior. Incluso en la estimación más baja, las consecuencias del cambio climático podrían ser graves en varias partes del mundo, lo que incluiría una mayor escasez del agua, graves efectos sobre los ecosistemas, y vidas y propiedades amenazadas debido a inundaciones en zonas costeras.

Puede haber además graves consecuencias para la salud humana si no se pone control al cambio climático, particularmente mayor morbilidad y mortalidad como resultado de olas de calor, inundaciones y sequías. Más aún, cambiaría la distribución de algunas enfermedades, haciendo más vulnerables a las poblaciones humanas.

Puesto que el efecto del cambio climático es global, hace falta que el planeta como un todo adopte medidas específicas de adaptación. Sin embargo, ya es claro que la capacidad de adaptación de algunas comunidades se verá superada rápidamente si no se reduce la intensidad del cambio climático.

Para ayudar a estas comunidades vulnerables, es esencial que el mundo idee un plan de acción para limitar la emisión de gases que incrementan el efecto invernadero (GEI). El PICC ha evaluado varios escenarios, y uno que limitaría el aumento futuro de las temperaturas a entre 2 y 2,4 °C requeriría que las emisiones llegaran a su punto máximo no más allá del año 2015, y que se redujeran a partir de entonces. El ritmo de reducción determinaría en qué medida sería posible evitar los peores efectos del cambio climático.

El PICC también ha concluido que un esfuerzo así de estricto para reducir el cambio climático no significaría más de un 3% del PGB global (Producto Geográfico Mundial en inglés) en el año 2030. Lo que es más, hacerlo conlleva enormes beneficios: las menores emisiones de GEI estarían acompañadas de una menor polución del aire y mayor seguridad energética, más producción agrícola y mayores índices de empleo. Si estos beneficios se tomaran en cuenta como un todo, ese coste del 3% del PGB para el año 2030 sería significativamente menor, quizás hasta negativo. El mundo podría optimizar su producto económico y su bienestar al buscar una manera de reducir el cambio climático.

Por tanto, la necesidad de una acción internacional surge de dos importantes observaciones resultantes del trabajo del PICC. Primero, si no mitigamos las emisiones de GHG (Gases de efecto invernadero en inglés), será difícil revertir los efectos negativos del cambio climático, lo que implicará más dificultades y posiblemente un riesgo de supervivencia para la humanidad y otras especies.

Segundo, los beneficios de reducir las emisiones de GEI son tan abrumadores que esto, combinado con las perspectivas del daño resultante de la inacción, hace imperativo que el mundo diseñe una respuesta y un plan de acción internacionales. Considerando el reto al que nos enfrentamos, cuya magnitud y naturaleza ha sido claramente descrita por el PICC, la Conferencia de Copenhague, que se ha de realizar a fines del 2009, debe producir un acuerdo multilateral que lo aborde de manera adecuada.

## 2.1.4. El reto de Copenhague

*“(...) El mundo afronta el año 2009 consciente de la importancia de alcanzar un acuerdo global sobre el marco que gobernará la lucha internacional contra el cambio climático”<sup>2</sup>.*

Esto fue reconocido ya en el año 2007 con la adopción del Plan de Acción de Bali con el que la comunidad internacional se comprometía de forma unánime a luchar conjuntamente contra el cambio climático. Ese espíritu guió también el análisis y estudio de las primeras propuestas al respecto en el año 2008. Este año 2009, es el año en el que tendrán lugar las verdaderas negociaciones, con la 15ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas para Cambio Climático en diciembre, en Copenhague, como hito final donde se decidirá el éxito del proceso.

El Cambio Climático es la amenaza más importante jamás conocida para la biodiversidad en la Tierra, sus recursos naturales, la agricultura y el acceso a los alimentos, la erradicación de la pobreza y la disponibilidad de agua. La humanidad necesita alcanzar un gran acuerdo basado en la equidad, la integridad medioambiental y la apertura a todos los diferentes medios de los que disponemos para alcanzar el objetivo: detener el calentamiento global y asegurar las capacidades necesarias para resistir los escenarios climáticos más probables en el futuro cercano.

Teniendo en cuenta estos tres principios, se espera que las naciones y gobiernos hagan el mejor uso posible de las diferentes herramientas que tenemos. Entre los principales retos se encuentran detener la deforestación, cooperar en materia de acceso a agua y alimentos, proteger la tierra de la degradación y deforestación, elaborar políticas de cobertura de riesgos y de protección de las sociedades y pueblos más vulnerables, y construir una confianza común en nuestras capacidades para hacerlo. El Cambio Climático afecta ya a diferentes regiones, amenazando el acceso a agua potable y a la energía a precios razonables, poniendo en peligro por lo tanto, la consecución de los “Objetivos de Desarrollo del Milenio”.

Pero también hay elementos atractivos unidos a las herramientas que necesitamos implementar: es un gran incentivo a la innovación, a reducir la generación de residuos, a invertir en nuevas formas de energía y producción industrial limpias, y a reformar un modelo económico que no puede durar mucho. Esta es la razón por la que este gran problema medioambiental se ha convertido en un elemento catalizador de las transformaciones de nuestros modelos de producción y consumo, en particular de los patrones energéticos vigentes desde la revolución industrial.

---

<sup>2</sup> [Rodríguez Zapatero, José Luis. Presidente del Gobierno de España, *Diario La Nación, Sección Política*, mayo 2009]

El Cambio Climático requiere una acción urgente que no puede ser retrasada por la actual situación económica. Es necesario alcanzar un acuerdo global y exhaustivo en Copenhague sobre el régimen climático global para el período post 2012 (año en el que finaliza el plazo de Kyoto), basado en la ciencia, y que invierta en mitigación, adaptación, transferencia tecnológica y en un nuevo y mucho más consistente modelo de financiación para el desarrollo; y todo ello enmarcado en una visión compartida sobre cómo conseguir una transición a un patrón de desarrollo bajo en carbono, y respetuoso con el medio ambiente. El acuerdo es un buen elemento para impulsar las inversiones del sector privado en el futuro y sobre todo, es un hito en la acción necesaria para salvar el valor más relevante para el ser humano: mantener el mundo en las condiciones que han permitido a nuestra especie vivir y crecer en este planeta. Copenhague no es la solución pero es una condición previa donde necesitamos tener éxito.

Será vital ponerse de acuerdo en la distribución de los esfuerzos para mitigar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera hasta valores seguros, y también asegurar los flujos de recursos adicionales y predecibles que faciliten el establecimiento de medidas en países en desarrollo, no sólo para reducir emisiones sino también para adaptarse a los impactos del Cambio Climático.

Las instituciones y fondos existentes deberán ser reforzados, maximizando su coordinación y el uso eficiente de los recursos, y ayudando a la especialización institucional y a la introducción transversal de los criterios de resistencia al escenario climático más probable y de la solución menos intensiva en carbono dentro de los canales normales de financiación del desarrollo. La cooperación en la observación del clima y sus impactos, y las políticas de adaptación serán cruciales. Deberá ponerse especial énfasis en la ingeniería en materia energética y del agua, para garantizar el acceso a las mismas en un escenario climático distinto en todo el mundo. Finalmente, el apoyo internacional a las políticas nacionales para evitar la deforestación parece ser uno de los elementos más significativos para preservar nuestro clima y nuestra biodiversidad.

Será indispensable reforzar la coherencia de los marcos regulatorios nacionales para incentivar los cambios necesarios en el tan corto período en el que deben tener lugar. Los mercados de carbono y los mecanismos basados en proyectos jugarán un papel clave. No menos importante será el uso que se haga de otros elementos que tratarán de facilitar estos objetivos como por ejemplo la cooperación para reforzar la capacidad de integración de nuevas tecnologías, donde el papel de la nueva Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) puede ser de gran ayuda. Y finalmente, no podemos olvidar la necesidad de impulsar las políticas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i); promocionando también en este campo la cooperación

internacional, particularmente en los campos de observación y monitorización, reforzando los sistemas de información para que la contabilidad del carbono sea consistente y de confianza.

El reto es muy complejo, pero resolverlo es una responsabilidad ineludible de todos nosotros. Como dijo Albert Einstein, *“No podremos resolver los problemas que tenemos hoy pensando de la misma manera que pensábamos cuando los provocamos”*. Por lo tanto, necesitaremos grandes dosis de audacia y esfuerzos, para poder combinar todos los elementos implicados en las cantidades adecuadas que nos permitan alcanzar el éxito.

**Objetivos gubernamentales de la COP15.** El objetivo es llegar a un acuerdo global vinculante sobre el clima en la Conferencia sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas en Copenhague. El acuerdo entrará en vigor después de 2012. La ambición del gobierno es que el acuerdo incluya el máximo de países posible y que contribuya a la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) antropógenos que tienen un efecto negativo en nuestro sistema climático. Por lo tanto, el gobierno se esforzará en conseguir un acuerdo que combine el respeto por el medio ambiente, el bienestar y la garantía a largo plazo del suministro de energía de la mejor forma posible.

Hoy en día, el Protocolo de Kyoto regula la parte generada de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>. El 2009 es la última oportunidad para que las naciones del mundo lleguen a un nuevo acuerdo que entre en vigor antes de que finalice el Protocolo de Kyoto.

Es necesario llegar a un acuerdo global sobre cambio climático para poder limitar los efectos antropógenos negativos sobre el sistema climático para las generaciones futuras.

Los cambios climáticos globales no son un fenómeno nuevo. Se han producido edades de hielo y períodos templados. La perforación profunda en la capa de hielo muestra las fluctuaciones de temperatura y emisiones de GEI en los últimos 650.000 años. Los gases de efecto invernadero en la atmósfera no han sido el factor decisivo en las oscilaciones de temperatura, pero han contribuido a intensificarlas.

Por sí mismos, los cambios climáticos no son un fenómeno nuevo. La novedad es que las emisiones antropógenas han contribuido a un aumento masivo de los GEI en la atmósfera y el calentamiento global se está produciendo a un ritmo mucho más rápido.

### 2.1.5. Los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto

Los mecanismos de flexibilidad forman parte de los principios primordiales del Protocolo de Kyoto y se han debatido extensamente, pero en la COP7 de Marruecos se acordó su forma actual. Los mecanismos se denominan de flexibilidad porque suplementan las reducciones propias de los países y las empresas en CO<sub>2</sub>. Es irrelevante para el clima dónde se producen estas reducciones y esta circunstancia es la que explotan los mecanismos de flexibilidad. Con estos mecanismos, las empresas y los países pueden reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> allí donde sea más económico, por ejemplo en un país en desarrollo. Esto implica la transferencia de recursos tecnológicos, financieros y técnicas a los países en desarrollo. El Protocolo de Kyoto dispone de tres mecanismos de flexibilidad:

**Comercio de emisiones internacional.** Todos los países para los que el Protocolo de Kyoto ha establecido objetivos de emisión máxima de GEI pueden intercambiar estos permisos de emisiones entre ellos. Si un país tiene un excedente de estas “cuotas de CO<sub>2</sub>” porque ha pasado a una forma de energía más limpia, puede venderlas a uno de los otros países.

**Mecanismos para un Desarrollo Limpio y Aplicación Conjunta.** Los Mecanismos para un Desarrollo Limpio (MDL) y la Aplicación Conjunta (AC) son mecanismos con el propósito de reducir la emisión de GEI en proyectos concretos y al mismo tiempo promover iniciativas climáticas y de desarrollo sostenible en países en desarrollo. Los proyectos generan créditos de CO<sub>2</sub> que se corresponden con la reducción de GEI conseguida por el proyecto. El país que acoge la AC o el MDL puede vender los créditos obtenidos a empresas o países industrializados, que pueden utilizarlos para suplementar iniciativas internas o domésticas.

Un crédito se corresponde a una tonelada de emisiones de CO<sub>2</sub>. Los créditos de MDL son reducciones de proyectos concretos en países sin obligaciones de reducción en el Protocolo de Kyoto. Estos proyectos se llevan a cabo en países en desarrollo. Los créditos de AC son reducciones de proyectos concretos en países que tienen obligaciones de reducción de GEI en el Protocolo de Kyoto. Estos proyectos se llevan a cabo principalmente en Europa del Este y Rusia.

Hasta el verano de 2008, se habían aprobado más de 1.100 MDL. En total, representan una reducción en las emisiones de GEI de unos 220 millones de toneladas del equivalente en CO<sub>2</sub> al año. El secretariado de CMCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) espera que se inicien proyectos MDL que cubran un total de 2.700 millones de CO<sub>2</sub> en el período de 2008 a 2012. Ha habido menos actividad en las AC, con 22 proyectos aprobados hasta octubre del 2008.

### 2.1.6. Mercados eólicos líderes en el año 2009

Estados Unidos y China están actualmente liderando. EE.UU. ha alcanzado el primer puesto en el mundo, antes perteneciente a Alemania, y China se encuentra ampliamente delante de India, liderando de esta manera en el continente Asiático. EE.UU. y China representaron el 55,4% de las ventas de turbinas eólicas en 2008 y los ocho mercados líderes constituyeron casi el 80% del mercado de nuevas turbinas eólicas, un año atrás sólo cinco mercados representaron el 80% de las ventas globales.

El mercado pionero dinamarqués cayó al puesto número 9 en términos de capacidad total en el 2008, mientras que cuatro años atrás se mantenía en el puesto número cuatro, ocupado por varios años. Sin embargo, con un 20% de energía eólica sobre el suministro total de electricidad, Dinamarca es aún un país líder en energía eólica en el mundo.

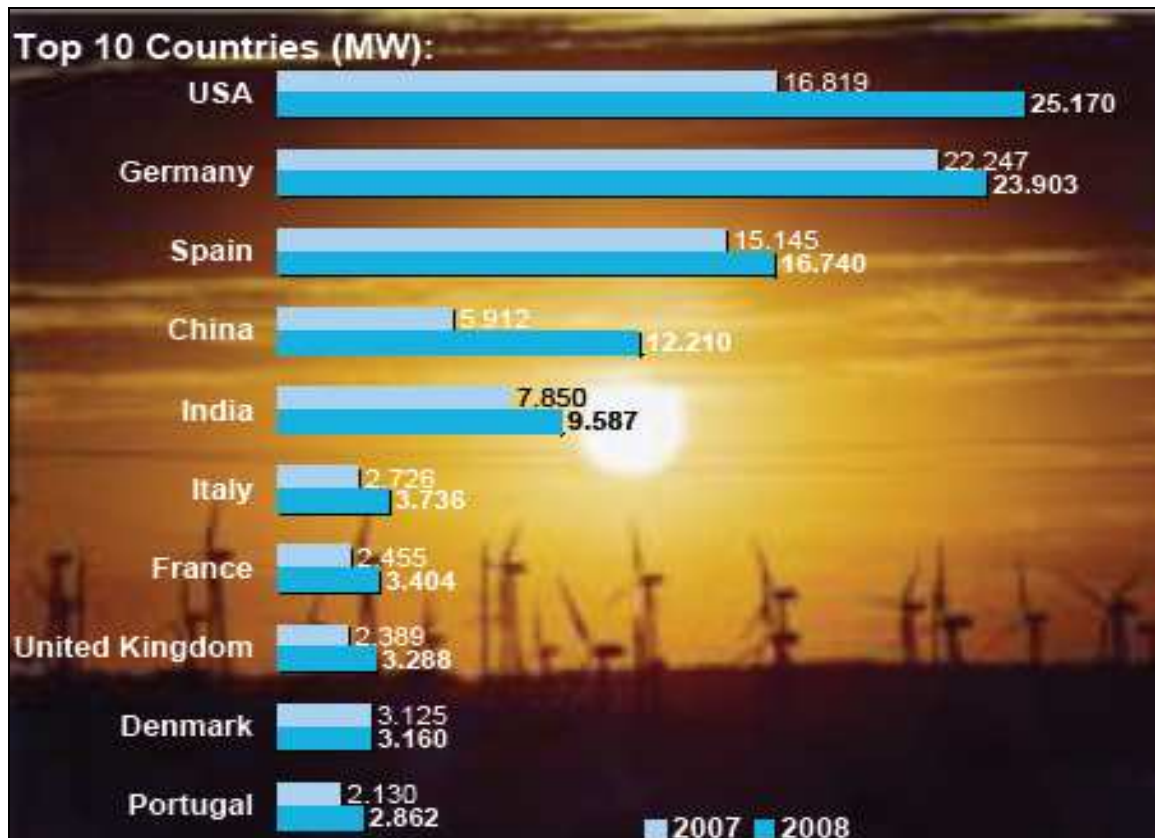


Figura 3. Principales mercados del viento 2007-2008



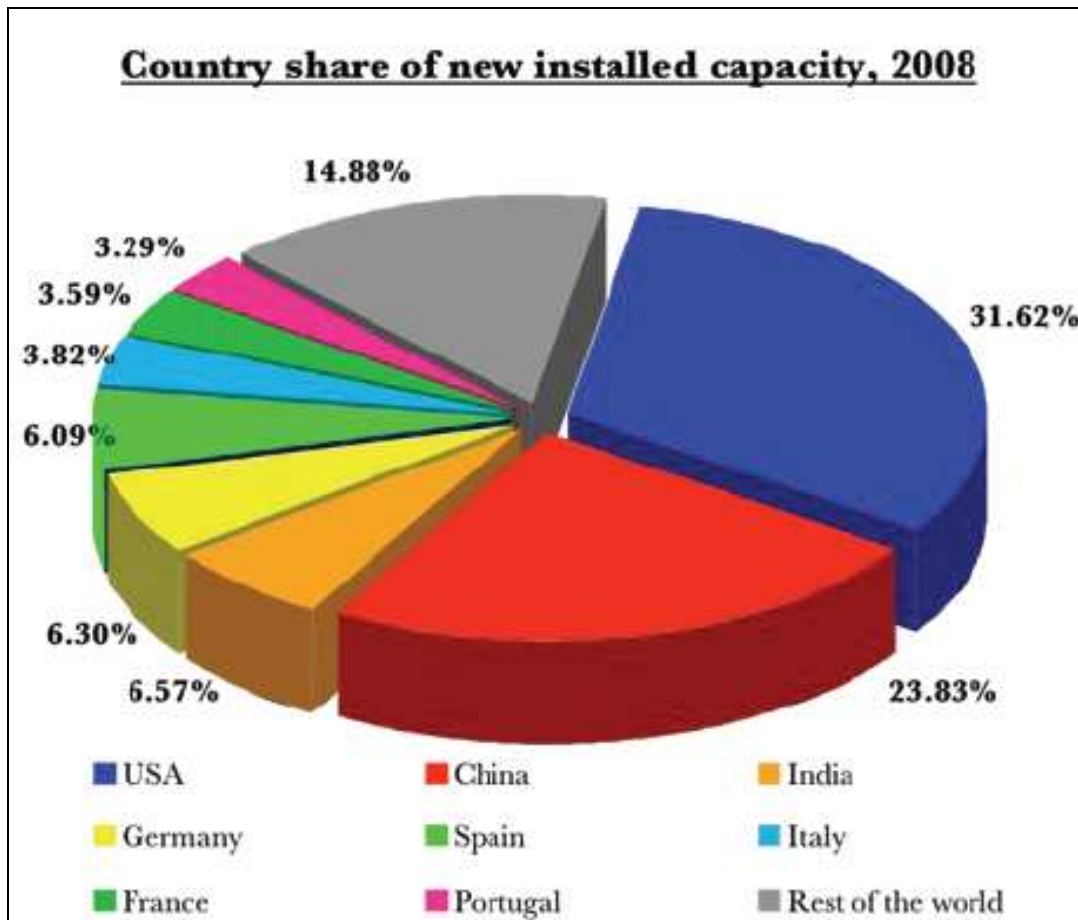


Figura 4. Porcentajes del mercado a partir de su capacidad instalada en 2008

### 2.1.7. Diversificación continua

Este desarrollo va de la mano de un proceso de diversificación general que se puede observar en los 16 mercados que actualmente poseen instalaciones por más de 1.000 MW, comparados con los 13 países de hace un año y medio. Además, 32 países poseen más de 100 MW instalados, comparados con 24 países, hace un poco más de tres años.

Un total de 76 países están actualmente utilizando el mercado eólico de manera comercial. Pakistán y Mongolia, son dos países asiáticos que hace menos de un año se agregaron a la lista, los cuales por primera vez han instalado grandes turbinas eólicas conectadas a la red eléctrica.

### 2.1.8. Tasa de crecimiento en aumento

Un indicador importante de la vitalidad del mercado eólico es el crecimiento de la tasa en relación con la capacidad instalada del año anterior. La tasa de crecimiento ha aumentado a ritmo constante desde el año 2004, alcanzando el 23,8% en el 2005, luego el 25,6% en el año 2006, el 26,6% en el 2007 y el 29% en el 2008. Los valores del primer semestre del año 2009, ya pronostican un crecimiento mayor al 30% para fines de dicho año. Sin embargo, el aumento en la media de la tasa de crecimiento se debe principalmente a que los dos mercados más grandes mostraron un aumento de la tasa de crecimiento por sobre la media en el 2008: EE.UU. 50% y China 107%. Bulgaria, aunque comenzando de un nivel bajo, ha mostrado el mayor crecimiento de tasa en 2008 con un 177%. Australia, Polonia, Turquía e Irlanda, también han mostrado un crecimiento dinámico por sobre la media.



Figura 5. Crecimiento del mercado anualmente

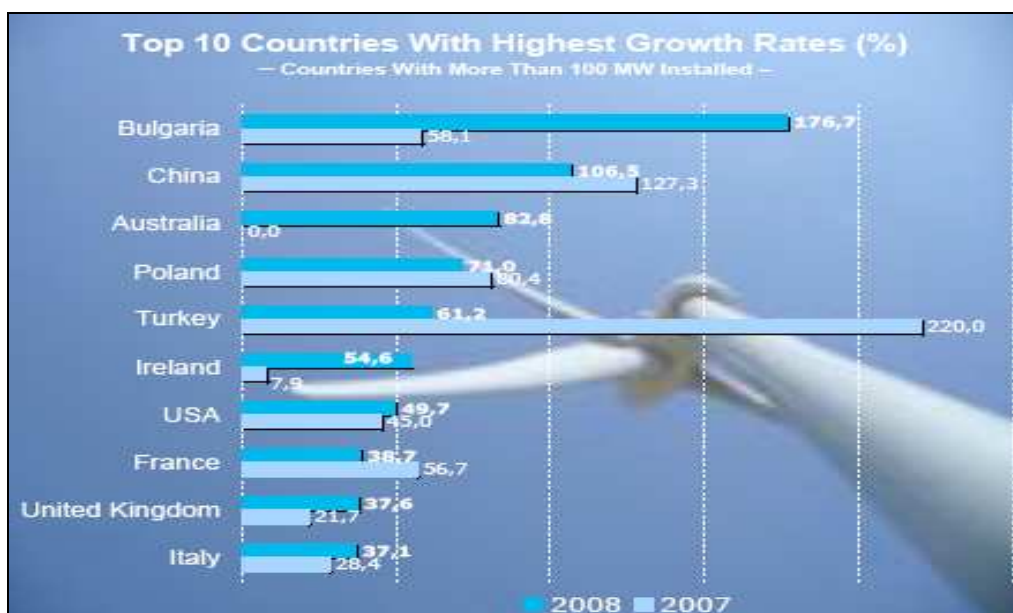


Figura 6. Principales países con el mayor crecimiento del mercado

### 2.1.9. El marco legal de la energía eólica: experiencias exitosas

En los últimos años, varios países incursionaron exitosamente en la energía eólica a partir de la implementación de sistemas de incentivos regulatorios y económicos, para favorecer el uso de los recursos renovables y reducir la brecha entre los costos de producción de las distintas fuentes. El objetivo fue estimular la inversión y el desarrollo de esta nueva industria. Los regímenes de promoción a las energías alternativas en el mundo aplicables a la energía eólica se dividen en tres grandes categorías: Feed in tariff (FIT); cuotas obligatorias / incentivos directos; y tax credits. El FIT garantiza al generador una prima o “sobreprecio” por encima del precio de mercado que permita cubrir los costos de los proyectos y proveer al inversor una rentabilidad razonable. Generalmente se instrumenta mediante la constitución de un fondo de apoyo especial al que aportan todos los consumidores mediante cargos específicos. Se aplica, por ejemplo, en Alemania y España. También en Australia, China y Brasil, entre otros.

La segunda categoría (cuotas obligatorias o incentivos directos) se basa en la imposición, con carácter obligatorio, de un porcentaje mínimo de energía renovable en las ventas o producción. El incumplimiento de la cuota mínima implica el pago de una penalidad onerosa. En la práctica se implementa mediante la entrega de un certificado o bono verde a las generadoras de electricidad en base a fuentes renovables por cada MWh de electricidad producido. Es el sistema activo en al menos 20 estados de los Estados Unidos, en Suecia, y en el Reino Unido.

La tercera opción (tax credits) se basa en el otorgamiento de créditos fiscales transferibles por un porcentaje de la inversión inicial y/o por cada unidad de

energía generada. Es el sistema utilizado por el Gobierno de Estados Unidos, entre otros países. En EE.UU. el sistema ha resultado muy exitoso posibilitando un fuerte crecimiento de la industria eólica y solar en los últimos 5 años. Actualmente los proyectos eólicos en ese país reciben un crédito de 20 dólares por cada MWh producido. Los generadores eólicos combinan la venta de energía al mercado con estos beneficios más la venta de bonos verdes para viabilizar los proyectos.

#### 2.1.10. Energía eólica como respuesta a la crisis global

Bajo la luz de la triple crisis global que la humanidad está enfrentando actualmente (la crisis energética, la crisis financiera y la crisis medioambiental), se vuelve cada vez más obvio que la energía eólica ofrece soluciones a todos estos grandes desafíos, ofreciendo un suministro de energía nacional, confiable, accesible y limpia.

En este momento es difícil predecir los impactos que la crisis de crédito (credit crunch) va a tener en el corto plazo sobre las inversiones en energía eólica. Sin embargo, pequeños proyectos enmarcados en una política estable con tarifas a la producción de energía (feed in tariffs) bien diseñadas, no se ven tan afectados por la crisis de crédito como las inversiones de alto riesgo, como por ejemplo, los parques eólicos marinos (off shore) o los países que no ofrecen suficiente estabilidad legal o un marco político inestable.

Es claro que a mediano y largo plazo las inversiones en energía eólica se van a ver fortalecidas debido a su bajo riesgo de inversión, así como también por sus beneficios sociales y económicos. Invertir en una turbina eólica en estos días significa que los costos de generación eléctrica son fijos durante la vida útil del molino. La energía eólica no supone gastos en combustible y sus costos de funcionamiento y mantenimiento son generalmente bien predecibles y marginales en relación a la inversión total.

#### 2.1.11. Generación de empleos

Una ventaja fundamental de la energía eólica es que reemplaza los gastos en energía nuclear y petróleo por mano de obra. La utilización de la energía eólica crea muchos más puestos de trabajo que las fuentes de energía centralizada y no renovable.

El sector eólico se ha transformado en un generador mundial de empleo: tan sólo en tres años el sector eólico mundial ha casi duplicado la cantidad de puestos de trabajo de 235.000 en el final del 2005 a 440.000 para fines del año 2008. Estos 440.000 empleados en el sector eólico alrededor del mundo, la

mayoría de ellos altamente calificados, están contribuyendo a la generación de 260 TWh de electricidad. Se estima que para fines del año 2009, la cantidad de empleados aumentará en más de un 20%.

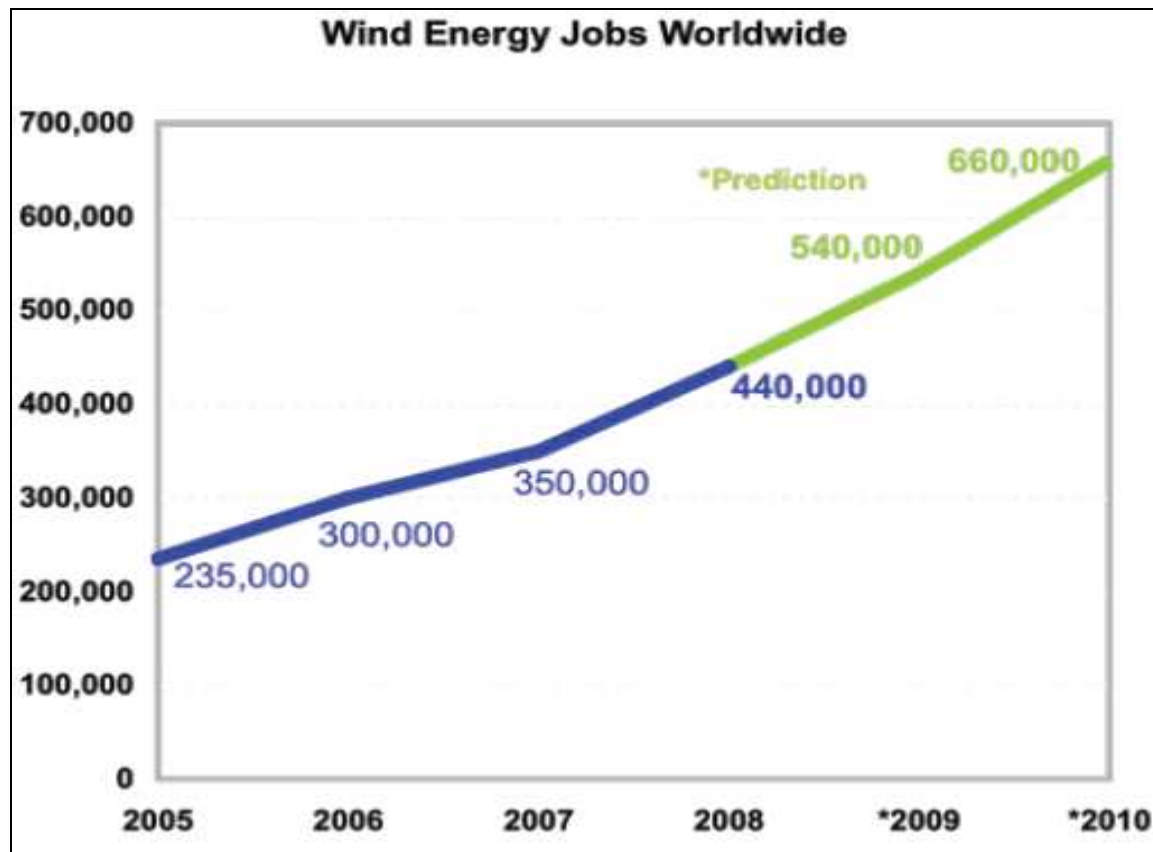


Figura 7. Energía eólica en todo el mundo (cantidad de empleos)

### 2.1.12. Perspectivas mundiales

Basado en la experiencia y en la tasa de crecimiento de los últimos años, la Asociación Mundial de Energía Eólica espera que la energía eólica continúe su desarrollo dinámico en los próximos años. A pesar de que los impactos a corto plazo de la actual crisis financiera son difíciles de predecir, se puede esperar que en el mediano plazo la energía eólica atraiga más inversores debido a su bajo riesgo y a la necesidad de fuentes de energía limpia y confiable. Cada vez más gobiernos entienden los múltiples beneficios que otorga la energía eólica y están estableciendo políticas favorables al respecto, incluyendo aquellos que están estimulando inversiones descentralizadas de productores independientes de energía (pequeñas y medianas empresas, y proyectos de base comunitaria) los cuales conducirán hacia un sistema de energía mas sustentable en el futuro.

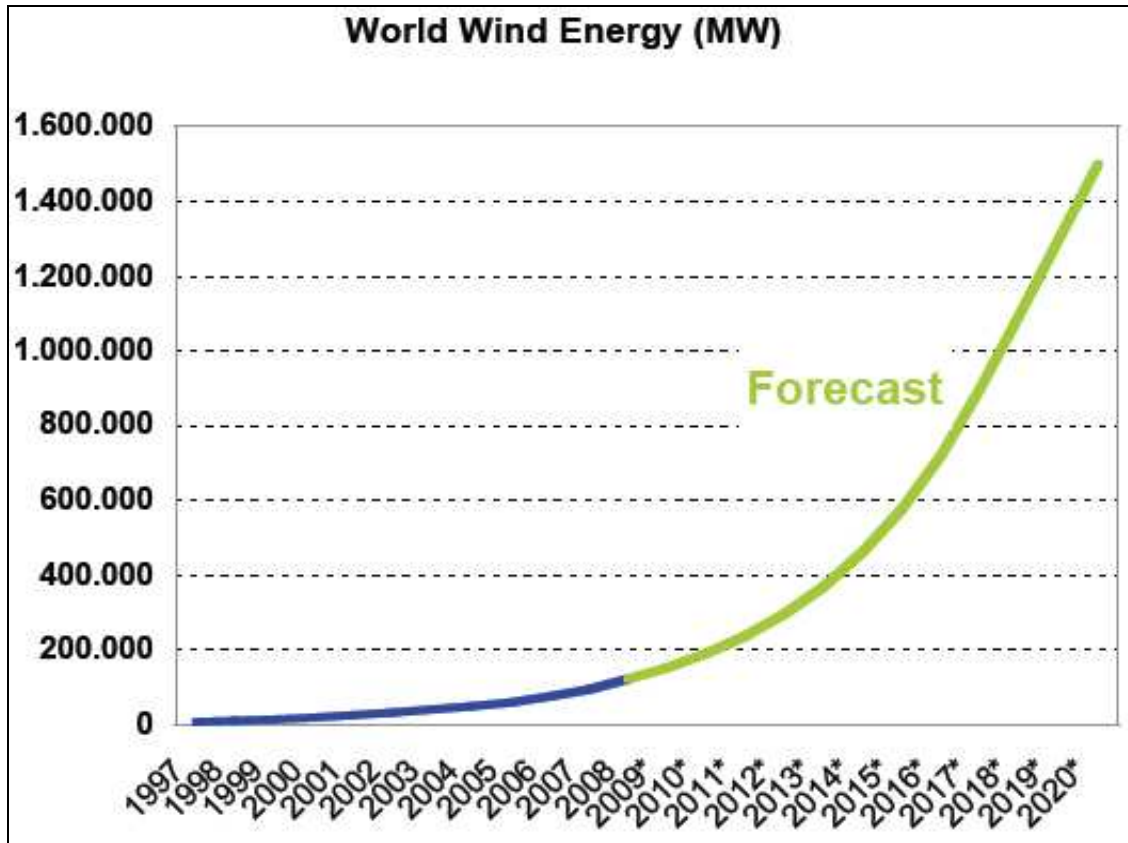


Figura 8. Energía eólica en todo el mundo (MW)

Calculando cuidadosamente y teniendo en cuenta algunos factores inestables, la energía eólica será capaz de contribuir en el año 2020, al menos, con el 12% del consumo global de electricidad. Para el año 2020, se puede esperar que por lo menos sean instalados 1.500.000 MW alrededor del mundo.

Un estudio publicado por el “Energy Watch Group” (Grupo que investiga la sustentabilidad de energías renovables a nivel global) a fines del 2008, revela que para el año 2025 es muy probable que se alcancen los 7.500.000 MW instalados alrededor del mundo, produciendo un total de 16.400 TWh. Las energías renovables conjuntamente excederían el 50% del suministro global de energía. Como resultado, la energía eólica junto con la solar, abarcarían el 50% del mercado de nuevas instalaciones generadoras de energía alrededor del mundo para el año 2019. La generación mundial de energía no renovable podría llegar a su techo en el año 2018, mientras que para el año 2037 podría dejar completamente de producirse.

Además, la creación de la Agencia Internacional de Energía Renovable, fundada en enero de 2009, va a ser una especie de catalizador y va a acelerar el despliegue de las energías renovables. Para tal fin, proveerá de conocimiento a sus actuales 76 países miembros y hará “lobby” en los procesos internacionales de toma de decisión, como son las negociaciones de

cambio climático de las Naciones Unidas (COP15) planeada para diciembre del 2009.

### 2.1.13. América Latina

Muchos mercados latinoamericanos han mostrado estancamiento aún en el año 2008 y la capacidad instalada total (667 MW) de la región representa sólo el 0,5% de la capacidad global. Sólo Brasil y Uruguay han instalado grandes parques eólicos en el año 2008. Este lento desarrollo eólico es especialmente peligroso para las perspectivas económicas y sociales de la región, teniendo en cuenta que en algunos países la población ya está sufriendo la escasez y hasta la falta absoluta de servicios energéticos modernos. Sin embargo, en algunos países como Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica o México se han ido desarrollando varios proyectos, mejorando de esta manera el pronóstico para el año 2009.

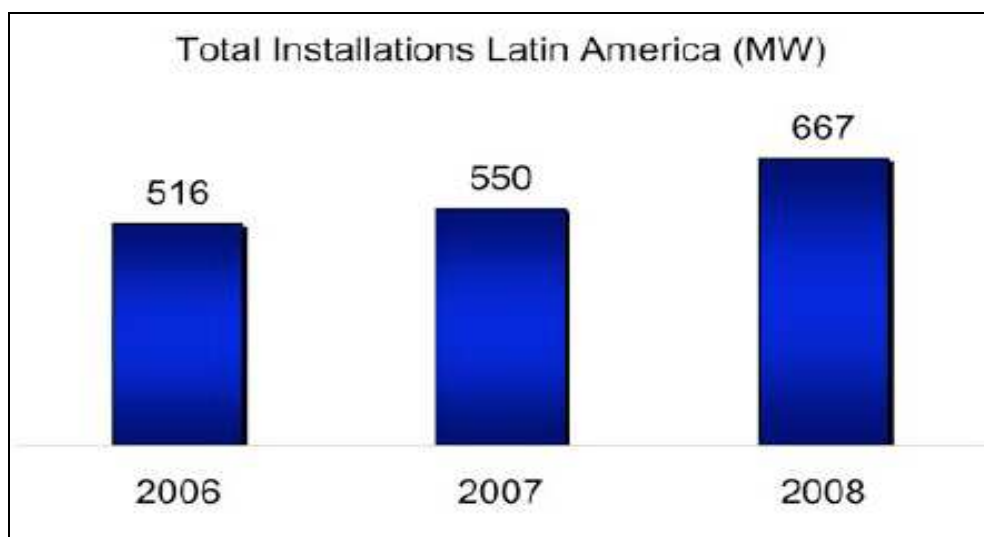


Figura 9. Total de capacidad instalada en Latinoamérica (MW)



| Posición 2008 | País        | Capacidad Total Instalada 2008 | Capacidad Adicional 2008 | Tasa de Crecimiento 2008 | Posición 2007 | Capacidad Total Instalada 2007 | Capacidad Total Instalada 2006 | Capacidad Total Instalada 2005 |
|---------------|-------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|               |             | [MW]                           | [MW]                     | [%]                      |               | [MW]                           | [MW]                           | [MW]                           |
| 1             | EEUU        | 25170,0                        | 8351,2                   | 49,7                     | 2             | 16818,8                        | 11603,0                        | 9149,0                         |
| 2             | Alemania    | 23902,8                        | 1655,4                   | 7,4                      | 1             | 22247,4                        | 20622,0                        | 18427,5                        |
| 3             | España      | 16740,3                        | 1595,2                   | 10,5                     | 3             | 15145,1                        | 11630,0                        | 10027,9                        |
| 4             | China       | 12210,0                        | 6298,0                   | 106,5                    | 5             | 5912,0                         | 2599,0                         | 1266,0                         |
| 5             | India       | 9587,0                         | 1737,0                   | 22,1                     | 4             | 7850,0                         | 6270,0                         | 4430,0                         |
| 6             | Italia      | 3736,0                         | 1009,9                   | 37,0                     | 7             | 2726,1                         | 2123,4                         | 1718,3                         |
| 7             | Francia     | 3404,0                         | 949,0                    | 38,7                     | 8             | 2455,0                         | 1567,0                         | 757,2                          |
| 8             | Reino Unido | 3287,9                         | 898,9                    | 37,6                     | 9             | 2389,0                         | 1962,9                         | 1353,0                         |
| 9             | Dinamarca   | 3160,0                         | 35,0                     | 1,1                      | 6             | 3125,0                         | 3136,0                         | 3128,0                         |
| 10            | Portugal    | 2862,0                         | 732,0                    | 34,4                     | 10            | 2130,0                         | 1716,0                         | 1022,0                         |
| 24            | Brasil      | 338,5                          | 91,5                     | 37,0                     | 25            | 247,1                          | 236,9                          | 28,6                           |
| 41            | Argentina   | 29,8                           | 0,0                      | 0,0                      | 40            | 29,8                           | 27,8                           | 26,8                           |
| 46            | Uruguay     | 20,5                           | 19,9                     | 3308,3                   | 68            | 0,6                            | 0,2                            | 0,2                            |
| 47            | Chile       | 20,1                           | 0,0                      | 0,0                      | 46            | 20,1                           | 2,0                            | 2,0                            |

Tabla 1. Países según su capacidad instalada y posición 2005-2008

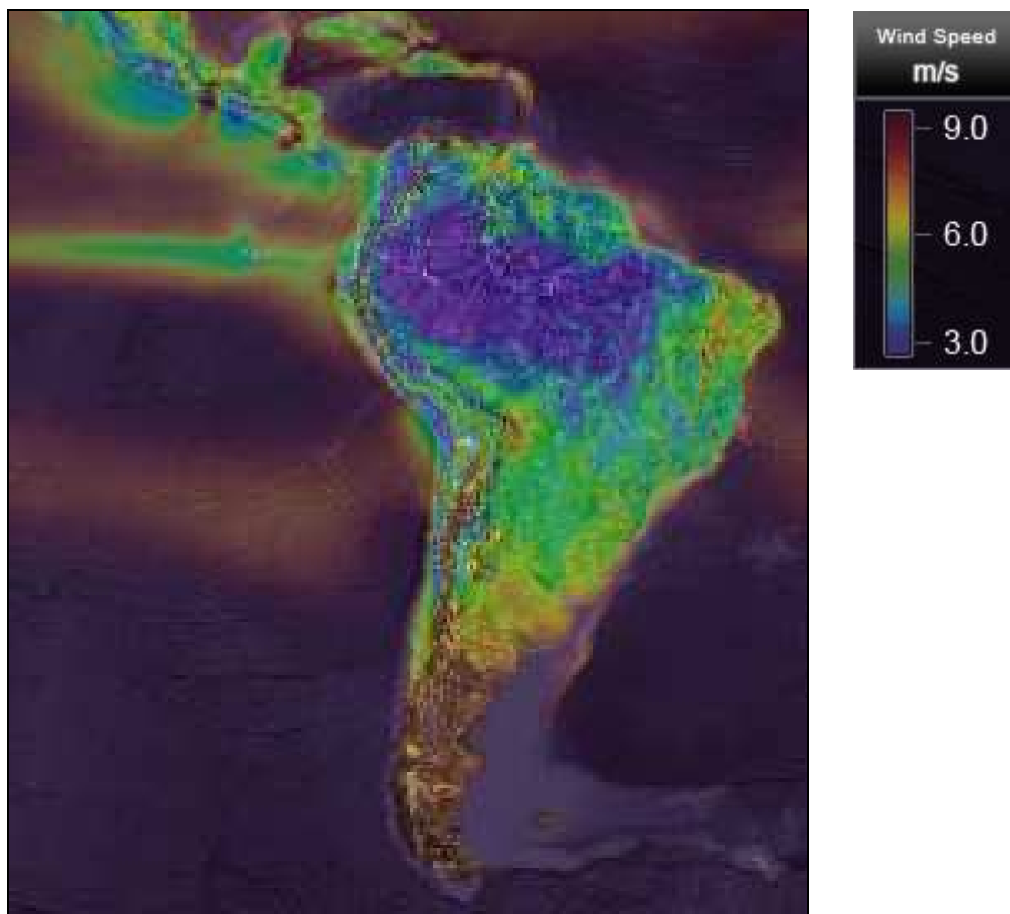


Figura 10. Potencial Eólico Latinoamericano



| Table 2. Renewable Energy Promotion Policies |                |                              |                                       |                                 |                                                     |                                        |                                           |              |                                        |                            |
|----------------------------------------------|----------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|----------------------------|
| Country                                      | Feed-in tariff | Renewable portfolio standard | Capital subsidies, grants, or rebates | Investment or other tax credits | Sales tax, energy tax, excise tax, or VAT reduction | Tradable renewable energy certificates | Energy production payments or tax credits | Net metering | Public investment, loans, or financing | Public competitive bidding |
| Argentina                                    | ✓              |                              | ✓                                     | ✓                               | ✓                                                   |                                        | ✓                                         |              |                                        |                            |
| Brazil                                       | ✓              |                              |                                       |                                 |                                                     |                                        |                                           |              | ✓                                      | ✓                          |
| Chile                                        |                | ✓                            | ✓                                     |                                 |                                                     |                                        |                                           |              |                                        |                            |
| Costa Rica                                   | ✓              |                              |                                       |                                 |                                                     |                                        |                                           |              |                                        |                            |
| Ecuador                                      | ✓              |                              |                                       | ✓                               |                                                     |                                        |                                           |              |                                        |                            |
| Guatemala                                    |                |                              |                                       | ✓                               | ✓                                                   |                                        |                                           |              |                                        |                            |
| Honduras                                     |                |                              |                                       | ✓                               | ✓                                                   |                                        |                                           |              |                                        |                            |
| Mexico                                       |                |                              |                                       | ✓                               |                                                     |                                        |                                           | ✓            |                                        |                            |
| Nicaragua                                    | ✓              |                              |                                       | ✓                               | ✓                                                   |                                        |                                           |              |                                        |                            |
| Panama                                       |                |                              |                                       |                                 |                                                     |                                        | ✓                                         |              |                                        |                            |

Tabla 2. Pólizas y promociones vinculadas a la energía renovable

## 2.2. Contexto Nacional

### 2.2.1. Situación general

A la luz del impulso que ha tomado la industria eólica en los últimos años y la urgente necesidad de la Argentina de diversificar su matriz energética, dependiente en un 90% de los hidrocarburos, el país se ve obligado a tomar riendas en el asunto en forma urgente. La Argentina necesita a la brevedad transparentar el sector energético, el desarrollo de las energías renovables, con énfasis en la eólica; reducir la dependencia de los combustibles fósiles, desnuclearizar al país y terminar con el desarrollo de las megas represas. A todo esto se le suma la disminución de la actividad exploratoria y la caída de las reservas, al punto que se prevén importaciones de hidrocarburos para los próximos años.

La Argentina no ha logrado todavía el despegue en materia eólica, a pesar de contar con recursos extraordinarios. Otros países de la región, como es el caso de Chile o Brasil, han tomado la delantera y están empezando a captar inversiones de una industria que avanza exitosamente en Europa, Estados Unidos y desde hace unos pocos años en otros países emergentes, especialmente China e India.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) podría financiar parte de la construcción de tres centrales eólicas en las provincias de Buenos Aires, Chubut y Santa Cruz. Si prospera el proyecto, en etapa de preparación, el organismo multilateral desembolsaría 80 millones de dólares, de los 550

millones de dólares totales presupuestados, según informó el BID en un comunicado.

La puesta en marcha de centrales eólicas en las provincias de Buenos Aires, Chubut y Santa Cruz, de 30 MW, 60 MW y 120 MW de potencia respectivamente, permitiría incorporar 210 megavatios eólicos de potencia al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Argentina sólo tiene 31 MW instalados en distintas partes del país, cifra que contrasta con los 16.754 MW de España, que tiene unos recursos eólicos muy inferiores. El potencial de desarrollo es inmenso, siempre que se adopten las políticas adecuadas.

La decisión del Gobierno argentino de avanzar con la instalación de parques que aseguren, de aquí a tres años, una producción de 300 megavatios (MW), abre la puerta a movimientos comerciales y de creación de empleo por más de 600 millones de dólares. Si su territorio estuviera plagado de molinos, el país podría generar energía eólica por hasta 2.000 GW, es decir, un potencial eólico de dos millones de megavatios, suficiente para abastecer de electricidad eólica a toda Sudamérica. Pero los pocos emprendimientos de este tipo que existen aportan 31 MW, una ínfima parte del potencial, lo reveló un estudio de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER), que reclamó al Gobierno una política que estimule nuevas inversiones en ese sector.

La Argentina cuenta, a partir de la Ley 26.190/06, con un plan para el desarrollo de energías renovables. Su objetivo es que en 2016 ese tipo de energías lleguen a cubrir 8% de la demanda total, o el equivalente a 2.500 MW. Para esto, según la previsión oficial, se necesitarán instalaciones eólicas que demandarán inversiones por entre US\$ 2.200 y 2.700 millones.

La CADER recordó que, sin embargo, pasados tres años todavía no se avanzó en la reglamentación de esa ley; y señaló que, en ese contexto, "el marco legal vigente lamentablemente no genera las condiciones" para el desembarco de las inversiones necesarias.

Desde 1994, en el país se han instalado 45 parques eólicos de baja potencia, principalmente de la mano de cooperativas eléctricas. La última incorporación ha sido una turbina de 2 MW instalada por la minera Barrick en su mina Veladero, de San Juan.

Y en danza hay una serie de proyectos impulsados por el propio Estado en la región patagónica, que incorporarían 300 MW de potencia. Adicionalmente hay iniciativas privadas para generar 25 MW en La Rioja (IMPISA), otros 100 MW en dos parques en Comodoro Rivadavia (Pampa de Malaspina y Transpa) y unos 50 MW en Bahía Blanca (ABO Wind); lejos del producto potencial. Atentas al horizonte propicio que exhibe el sector, compañías como IMPISA, del

Grupo Pescarmona, y la Patagónica NRG, lideran los principales proyectos promovidos por el Estado. Ambas compañías tienen a su cargo la instalación de equipamiento en Comodoro Rivadavia, Chubut, para la concreción del programa Vientos de la Patagonia I (V.P.I.), una iniciativa que le asegurará a la provincia 60 MW de energía renovable.

Pescarmona ya instaló su primer prototipo de aerogenerador y NRG hará lo propio. El rendimiento de esta capacidad inicial instalada será evaluado y, una vez ajustado a certificaciones internacionales, desde la provincia se liberará la autorización directa que habilita la instalación de un parque de 60 MW en territorio chubutense.

Esta propuesta viene a sumarse a lo instalado en Comodoro Rivadavia, que ya produce 17 MW de origen eólico. El primer parque comenzó a funcionar en 1994 y hoy cuenta con 26 máquinas en funcionamiento, las cuales se instalaron por etapas. El nuevo parque retoma los incentivos para el desarrollo de energía eólica que fueron abandonados hace casi una década.

### 2.2.2. Proyectos en danza

A corto y mediano plazo, el futuro de la energía eólica en Argentina muestra:

- V.P.I. con 60 MW a dos años (2008-2009), en la Pcia. del Chubut
- V.P.II. con 60 MW a partir de 2010, en la Pcia. de Sta. Cruz
- Vientos del Buen Aire con 100 MW, en la Pcia. de Buenos Aires
- Vientos de Arauco con 60 MW, en la Pcia. de La Rioja
- Vientos del Neuquén con 30 MW, en la Pcia. de Neuquén
- Otras Provincias con 60 MW, en la Pcia. de Neuquén y Río Negro

Y en el sector privado se destacan también a corto y mediano plazo:

- ENERGÍA PLUS, proyecto INGENTIS, con 100 MW en eólica y 400 MW en ciclo combinado gas-vapor. (2010)
- G.E.S.A. con 50 MW en Rada Tilly, Pcia. del Chubut. (2010)
- MALASPINA, con 50 MW en zona Malaspina, Pcia. del Chubut. (2009)
- BAHÍA BLANCA, con 100 MW en la Pcia. de Buenos Aires
- PUERTO MADRYN, con 50 MW en Pto. Madryn, Pcia. del Chubut
- Granjas Eólicas Integradas Patagónicas S.A. "70 MW distribuidas en las cooperativas eléctricas de Chubut, con Aeros Usados Españoles

- MAYOR BURATOVICH, 50 MW en la Pcia. de Buenos Aires. AWO WIND
- ARAUCO, con 300 MW en zona Puerta de Arauco, Pcia. de la Rioja

Vientos de la Patagonia I no hace más que cumplir con los preceptos de la ley 26.190 promulgada en 2007 (no reglamentada para la emisión de este informe), la cual establece que el 8% de la matriz energética de la Argentina en 2015 debe ser provista por alternativas renovables. Para acercarnos a ese margen se está trabajando para lograr una producción de 300 MW en alrededor de tres años. Sesenta de esos MW corresponderán a Vientos de la Patagonia I, mientras que otros 60 MW provendrán del futuro Vientos de la Patagonia II (Santa Cruz), 100 MW de Vientos del Buen Aire (en la provincia de Buenos Aires), y el resto de parques que se instalarán en La Rioja, Neuquén y Río Negro. Los próximos Vientos de la Patagonia II y Vientos del Buen Aire también serán desarrollados por Pescarmona y NRG. Aunque todo dependerá de las certificaciones y buenos resultados que arroje la primera experiencia en Comodoro Rivadavia.

Más allá de los protagonistas, la oportunidad de negocios resulta altamente atractiva: la instalación de un parque eólico de 60 MW contempla la instalación de cerca de 40 aerogeneradores, lo cual demanda una inversión cercana a 120 millones de dólares.

La decisión oficial de llegar a 300 MW en 2012 garantiza a los proveedores posibilidades de negocios por 600 millones de dólares a medio plazo.

Cada plan es visto como una oportunidad para generar nuevos puestos de trabajo, además de asegurar energía limpia y renovable. Si bien propuestas como Vientos de la Patagonia I vienen frenadas desde el 2006, Argentina cuenta con capacidad tecnológica para recuperar el auge que alguna vez hubo en los años 90'. Una muestra de la decisión por retomar la senda perdida parte de los lineamientos fijados por Chubut para Vientos de la Patagonia I. Así, el proyecto fija que el 60% de los componentes de los aerogeneradores a instalar sean de fabricación nacional. Ya para Vientos de la Patagonia II y Vientos del Buen Aire se contemplará que los equipos sean desarrollados 100% en el país. IMPSA y NRG podrían cumplir con este requisito, y lo mismo se cree de INVAP, que tiene un proyecto para desarrollar un equipo capaz de producir 1,5 MW.

En la actualidad, la Argentina cuenta con una capacidad de generación instalada de 31 MW. Cutral-Có, Punta Alta, Tandil, Darregueira, Mayor Buratovich, San Juan y Comodoro Rivadavia son algunos de los puntos que ya cuentan con aerogeneradores instalados y en funcionamiento.

En la mayoría de los casos, los proyectos fueron impulsados por las cooperativas eléctricas de cada lugar. Pero también existen otras iniciativas privadas con posibilidades de desarrollo que permitirían alcanzar el 8% de cuota de energía renovable fijado para dentro de 6 años.

Está el proyecto Malaspina en Chubut, por ejemplo, que contemplaría la instalación de 40 molinos eólicos y una producción de 80 MW, o Ingentis, también en la misma provincia, que garantizaría otros 100 MW si es concretado. Otra propuesta privada de relevancia es el parque eólico Arauco, en La Rioja, cuya licitación para el desarrollo de la segunda etapa del proyecto acaba de quedar en manos de Pescarmona. A través de IMPSA el grupo instalará 12 aerogeneradores de 2,1 MW en un parque que, financiado por el Banco Nación y la provincia de La Rioja, demandará una inversión total de 230 millones de dólares.

La Patagonia y ciertas zonas de la llanura pampeana son ideales para generar una energía limpia, con pocos puntos en contra. Sin embargo, aún falta decisión política para encarar el reemplazo de los hidrocarburos; basta un ejemplo: el viento que sopla en Comodoro Rivadavia es el doble del que alimenta los aerogeneradores de Alemania, el país más avanzado en esta tecnología (sobrepasa los 20.000 MW eólicos instalados, cerca del total de la demanda energética argentina, que apenas tiene 31 MW eólicos).

### 2.2.3. Un recurso que abunda en la Argentina

Cerca del 70% del territorio argentino tiene vientos cuya velocidad media anual, medida a 50 metros de altura sobre el nivel del suelo, supera los 6 m/s. Particularmente, zonas en la Patagonia media y sur cuentan con velocidades que superan los 9 m/s y hasta 12 m/s.

Los primeros modelos, utilizando curvas de potencia de tecnología comercial actual, arrojan resultados sorprendentes. Zonas patagónicas muestran un factor de capacidad (FC) mayor a 45%. Pero no sólo en estos lugares los vientos son aprovechables; áreas serranas en distintas provincias y a lo largo de la costa de la provincia de Buenos Aires, cerca de los centros de consumo, arrojan resultados del orden del 35%. A modo de comparación, en Europa, donde la industria está ampliamente desarrollada, el FC ronda el 25%.

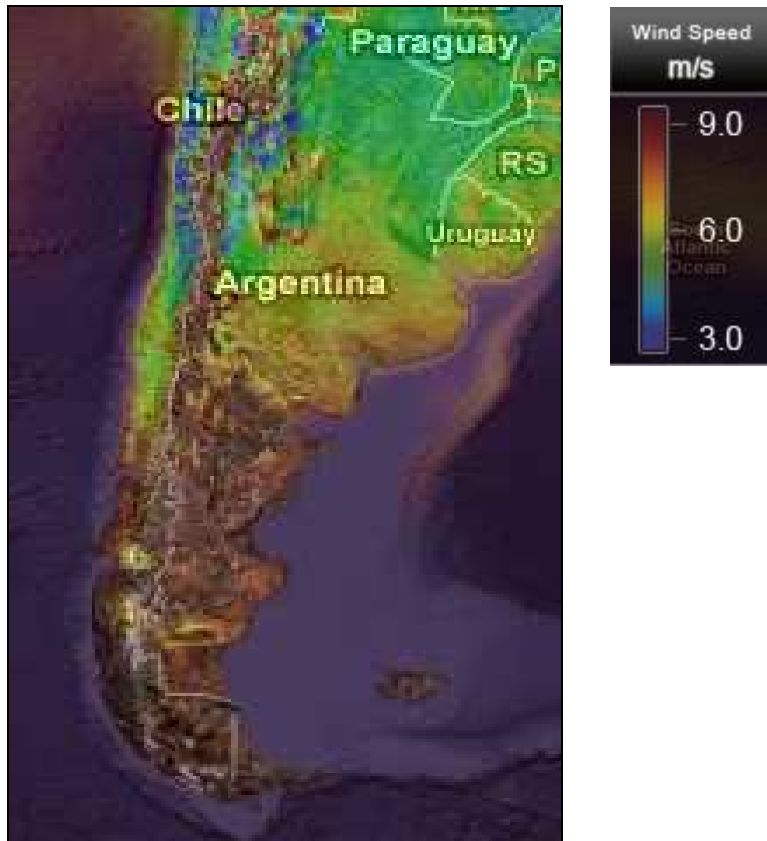


Figura 11. Potencial Eólico Argentino

**El factor de capacidad.** El FC determina el viento aprovechable. Un  $FC = 45\%$  indica que la energía entregada por un aerogenerador será el 45% de la energía que esa misma máquina podría entregar el 100% de tiempo, durante todo el año, en condición de potencia nominal.

Las velocidades promedio varían notablemente a lo largo del año. Se observa mayor recurso en época estival que en los períodos invernales. También es considerable, la variación a lo largo del día, entre la mañana y la noche. Predominan las máximas velocidades en torno a las 18 horas para todos los días del año.

Considerando que en el largo y mediano plazo, se espera que aumente la dependencia del sistema argentino a la generación con combustibles líquidos importados, la inversión en generación eólica en sitios de  $FC = 45\%$  sería conveniente para la Argentina con precios de petróleo por encima de los 40 dólares el barril, sólo considerando los costos variables.

## 2.2.4. Generación de empleo

Los beneficios de la energía eólica son entre otros, la generación de empleo y el aporte al desarrollo de las economías regionales. La mayoría de los emprendimientos eólicos se encuentran emplazados fuera de las grandes metrópolis. El desarrollo descentralizado adquiere aun más relevancia en la Argentina porque se daría principalmente fuera de las áreas agrícola-ganaderas, en regiones más áridas de la Patagonia y de la zona central.

## 2.2.5. Potencial de mercado

Con vientos que redundan en factores de capacidad por encima del 35% en buena parte del territorio argentino, el potencial teórico de generación eólica es muy elevado. Algunos estudios indican que podrían instalarse 2.000 GW, valor equivalente a dos veces la capacidad de generación total de Estados Unidos.

Con una capacidad proyectada a 2016 de poco menos de 30 GW, es técnicamente viable la instalación de hasta 6 GW de energía eólica (un 20% del total).

A fines de 2008, se estimaba que la inversión de capital para un parque eólico con tecnología moderna, utilizando aerogeneradores en el rango 1 a 3 MW, era de 1,8 a 2,2 millones de dólares por MW, incluidos costos de montaje y obras anexas. Tomando ese dato como escenario base, y de acuerdo con datos de la Secretaria de Energía, que asume que el 50% de la nueva potencia renovable a instalar será eólica, la inversión en el sector sería entre 2.200 y 2.700 millones de dólares a 2025. Se estima que para ese entonces la generación eólica cubrirá una demanda de energía equivalente de cerca de un millón de hogares.

Según las proyecciones de la Secretaria de Energía, hacia el año 2016 se instalarían 2.500 MW de generación con fuentes renovables. Dicha cantidad responde a la necesidad de cumplir con las metas establecidas en la Ley 26.190/06: cubrir un 8% del consumo con energías renovables. Para 2025 sería necesario sumar unos 1.000 MW a lo ya instalado.

**Una ley que necesita ser reglamentada:** El marco regulatorio argentino se basa en la Ley Nacional 26.190/2006, no reglamentada por el Poder Ejecutivo a la publicación de este informe, que declara de interés nacional la generación de energía eléctrica dedicada al servicio público a través de recursos renovables. La misma define un sistema de FIT con una prima de 15 pesos argentinos por cada MWh garantizada por el Fondo Fiduciario de Energías Renovables (a ser creado específicamente para ese fin). El objetivo es lograr una contribución de las fuentes renovables que alcance un 8% de la demanda

en un plazo de 10 años a partir de la puesta en vigencia del régimen. También provee ciertos incentivos fiscales, como amortización acelerada o exención del pago del IVA.

El informe de la Cámara indica, sin embargo, que la efectividad de esta ley, cuando se reglamente, sería limitada ya que “(...) *lamentablemente no se establecen penalidades al incumplimiento de los volúmenes mínimos y la prima preestablecida resultaría insuficiente para cubrir la brecha entre el precio spot y el costo medio total de generación eólica*”<sup>3</sup>. Adicionalmente, la ley tampoco considera la implementación de mecanismos que “nivelen la cancha” en cuanto a los beneficios ambientales de las diferentes tecnologías de generación.

Dicho informe destaca la existencia de otros instrumentos legales que, aunque no promocionan directamente las energías renovables, podrían incentivar el uso de estas tecnologías: las resoluciones 128/06 (energía Plus), 220/07 y 269/08 (autogeneración distribuida).

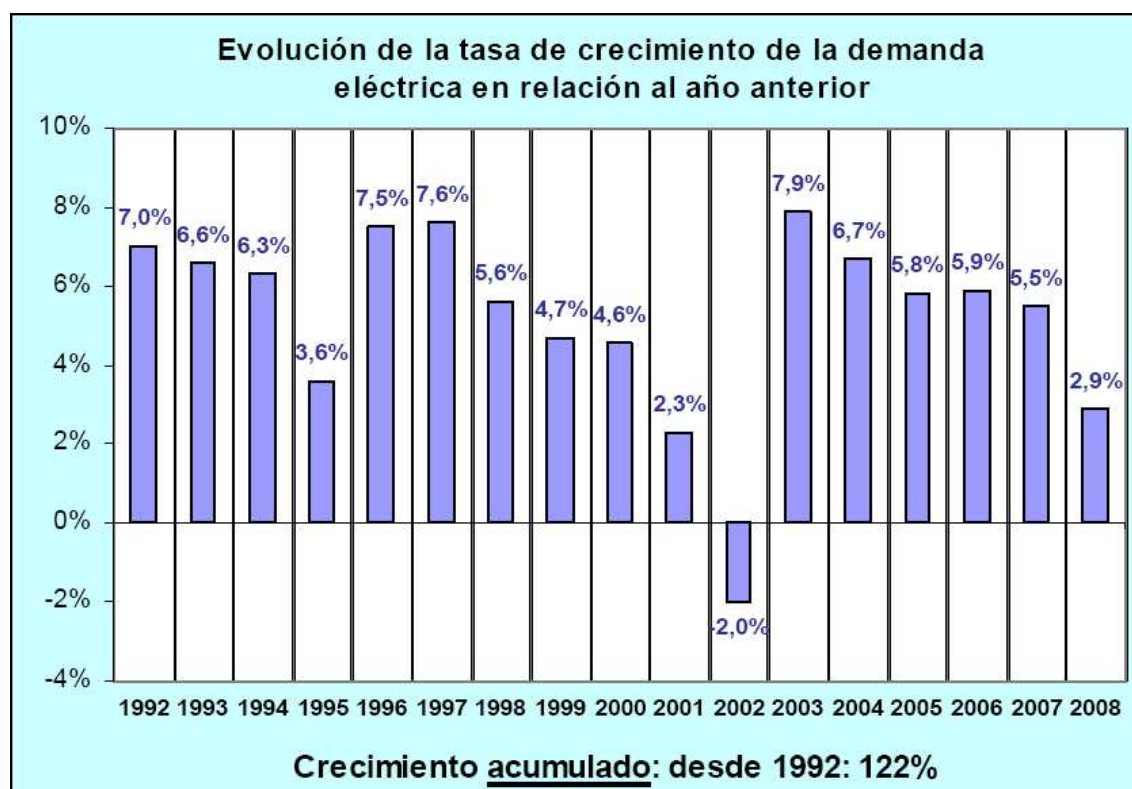


Figura 12. Crecimiento acumulado de la demanda eléctrica en el tiempo

<sup>3</sup> “La Energía Eólica aguarda vientos favorables”. *Revista Tecnoil*, Edición N° 311 (julio 2009): Páginas 52-58.



## 2.2.6. Generación eólica existente

En la actualidad, la Argentina cuenta sólo con 31 MW, instalados principalmente por cooperativas eléctricas entre los años 1994 y 2002. La última incorporación fue efectuada por la empresa Barrick en la mina de Veladero, en la provincia de San Juan. El parque Moran, cerca de Comodoro Rivadavia, con 16,6 MW, es el de mayor tamaño entre las granjas eólicas.

Actualmente, el programa oficial de la industria eólica en la Argentina se centra en el Plan Estratégico Nacional de energía eólica, mediante el cual el Gobierno impulsa la instalación de 300 MW. La primera acción, en el marco de este plan, incluyó la elaboración de un mapa de vientos a cargo del Centro Regional de Energía Eólica (CREE).

**Reemplazar gasto por inversión:** Argentina gastó durante 2008 cerca de 1.800 millones de dólares en combustibles líquidos importados, y energía eléctrica comprada a países vecinos. Ese dinero fue destinado a la generación y compra de 7.700 GWh, arrojando un costo promedio de 230 dólares por MWh. *“Si se hubiesen destinado, por ejemplo, el 15% de dicho gasto a la compra de energía eólica en contratos de largo plazo que viabilicen proyectos, se podrían haber instalado 700 MW eólicos atrayendo inversiones por un valor cercano a 1.500 millones de dólares. Una política de Estado en este sentido reemplazaría gasto por inversión y además podría redundar en un significativo ahorro para el sistema”<sup>4</sup>.*

---

<sup>4</sup> “Mundo verde, Inversión a largo plazo”. *Diario Clarín, Suplemento Todo Energías* (agosto 2009): Páginas 5-7.

## 3. INGENIERIA

### 3.1. Objetivos

Los objetivos del proyecto son determinar la viabilidad de inversión de un parque eólico en Argentina que abastezca parte de la demanda de la zona donde se ubique, con la alternativa a futuro de poder ampliar su potencia instalada para aportar también energía a la matriz eléctrica nacional adhiriéndose al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Estos objetivos se estiman lograrlos cumpliendo las siguientes metas:

- Abastecer parte de la demanda eléctrica de la zona a determinar con una tecnología de generación de energía limpia y no contaminante
- Generar puestos de trabajo a través del desarrollo del parque eólico
- Aportar a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en la Argentina según lo dispone el Protocolo de Kyoto (Ver pág. 8), reemplazando la utilización de combustibles fósiles por fuentes de energía limpia (viento)
- Ubicar el parque eólico en una zona propicia para generar la alternativa a futuro de conexión al (SADI)

### 3.2. Planeamiento

El planeamiento de este proyecto de inversión particular difiere de lo que se podría llamar convencional por el siguiente motivo:

Normalmente, un proyecto de estas características, se origina a partir de un relevamiento de la oferta y la demanda existente en un mercado determinado. Con esta información se observa si es posible introducirse en dicho mercado, es decir, se determina la oportunidad de realizar el proyecto en sí, para luego hacer otros análisis como ser la locación, la ingeniería del proyecto y el análisis económico-financiero.

Sin embargo, debido a los objetivos propuestos anteriormente, el análisis de oferta y demanda en este proyecto toma un papel más secundario en el sentido que el mismo no determina la oportunidad del proyecto, sino que marcará más bien, la envergadura del mismo, así como también la posibilidad de realizarlo en la zona elegida para su ubicación.

Debido a lo mencionado anteriormente, el planeamiento de este proyecto eólico recae básicamente en cuatro aspectos fundamentales:

- Determinación de la locación o ubicación del parque
- Análisis de la oferta y demanda en la zona seleccionada
- Composición del parque
- Definición del cronograma de sucesos o pasos para el desarrollo del proyecto en sí

### 3.3. Ubicación

En primera instancia se define la ubicación del parque. Esto es fundamental pues el éxito del proyecto y su viabilidad dependen en gran parte de la locación del mismo.

Se deben tomar en cuenta varios intereses, algunos generales para cualquier proyecto industrial y otros de exclusivo interés para el desarrollo de un proyecto eólico.

Básicamente se deben tener en cuenta los aspectos involucrados en el desarrollo y posterior utilización del parque.

En primer lugar hay que considerar, para el caso particular de este proyecto, tal como se mencionó dentro de los objetivos, la alternativa a futuro de conexión a la red eléctrica de distribución y transporte nacional, es decir el SADI (Sistema Argentino de Interconexión). Cabe destacar que se elevará el costo de dicha alternativa, si la locación esta apartada de la red, o mejor dicho apartada de un punto propicio de la red para realizar la conexión.

También, y llegando a un aspecto clave para el éxito del proyecto, deberán considerarse las condiciones físicas del sitio en términos de velocidad del viento y frecuencia del mismo. Si la velocidad del viento es adecuada, quizás no lo sea su frecuencia y viceversa. Esto está directamente ligado a la capacidad que tendrá el parque de generar la energía esperada y deseada, y por ende, incidirá directamente en los costes del proyecto.

Otro aspecto menos relevante, pero que también es para destacar, es la mano de obra necesaria, primero para la construcción e instalación, y en segunda instancia, para el trabajo diario en el parque una vez que comiencen las operaciones. Asimismo, los materiales y maquinaria necesarios para la obra civil y obviamente la logística para alcanzar materiales, maquinaria y personal al lugar elegido. Todo esto, al igual que en la cercanía al SADI, se traduce en costos, los cuales serán más elevados si la locación es remota o de difícil acceso.

Adicionalmente, se deben considerar los beneficios o restricciones de las legislaciones nacionales y/o provinciales respecto al desarrollo del proyecto en

sí, ya que esto puede acarrear costes no considerados si se elige un sitio donde alguna ley perjudique el negocio; o bien, puede hacer que el proyecto sea más atractivo si la misma otorga beneficios. En Argentina existen actualmente dos provincias con legislación concerniente a energías renovables, Buenos Aires y Chubut, además de la ley existente a nivel nacional como se ha mencionado anteriormente.

Resumiendo, estas leyes mencionadas hacen de Buenos Aires y Chubut, las provincias mas atractivas para este negocio, no sólo por los beneficios otorgados en las respectivas leyes, sino también por tener ambas un excelente potencial eólico.

Haciendo una comparación entre dichas provincias, Chubut se destaca por su menor densidad de población por Km<sup>2</sup>, un mayor potencial eólico, tanto zonal como por velocidad y frecuencia del viento (factor de capacidad), y además es la única provincia Argentina que cuenta con un mapeo eólico terminado, otorgando así mayor información eólica del territorio y obviamente mucho más precisa. Por otro lado, Buenos Aires cuenta con mayor cantidad de puntos propicios para la conexión al SADI y además cuenta con mayor cantidad de industrias pudiendo así recortar costos de logística y de la obra civil.

Considerando más favorables e importantes a las características macro que ofrece la provincia de Chubut respecto de la provincia de Buenos Aires para este proyecto, como ser un mayor potencial eólico junto con sus mapas de vientos completos, se toma la decisión de realizar el proyecto en algún sitio ubicado dentro del territorio de dicha provincia. Al elegir la provincia de Chubut, se hará hincapié en optimizar las debilidades que tiene esta provincia frente a la de Buenos Aires en lo que respecta a la cercanía al SADI y a la logística de maquinarias y mano de obra para la construcción y puesta en marcha del proyecto.

### 3.4. Análisis de Locación

En primera instancia y como se mencionó anteriormente, teniendo en cuenta la alternativa de conexión al SADI, si se opta por ubicar el parque eólico demasiado alejado de un punto propicio para la conexión a la red, se recaerá en costes elevados debido al tendido de líneas de alta tensión necesarios para transportar la energía generada. Debido a esto es muy conveniente ubicar el parque, siempre y cuando la capacidad de transporte sea suficiente, en las cercanías de alguna de las centrales eléctricas ya existentes, sean estas de generación hidráulica o térmica, para mantener latente esa alternativa.

Esta elección acarrea dos beneficios implícitos, el primero y más obvio por lo considerado anteriormente, el punto de conexión a la red eléctrica. Es claro que

no puede realizarse la conexión a mitad del tendido ya existente entre dos nodos apartados. El segundo beneficio es que al ubicar el parque en las cercanías de otra central eléctrica, éstas pueden optar por complementar su producción generando energía a base de combustible gratis (el viento) cuando las condiciones medio ambientales sean favorables y/o convenientes, y de esta manera ahorrar el combustible de centrales térmicas o dar tiempo a elevar la cota de centrales hidroeléctricas para cubrir picos de demanda o aumentar la capacidad de reserva energética.

De esta manera, observando el esquema geográfico del SADI en la provincia de Chubut (Figura 13), y siguiendo el análisis expuesto, resulta claro que los lugares más propicios para ubicar el parque son en las cercanías de los siguientes lugares: Puerto Madryn, Comodoro Rivadavia, Ameghino, Futaleufú, o cualquiera de las estaciones transformadoras existentes en la provincia.

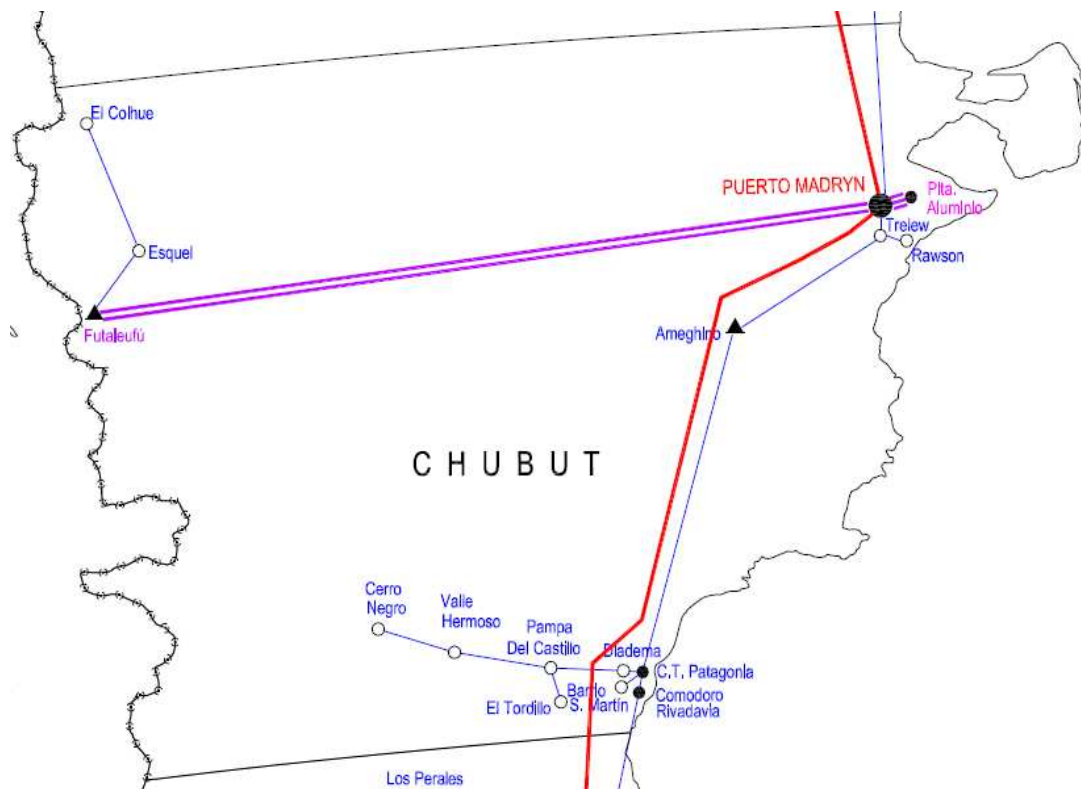


Figura 13. Esquema Geográfico SADI de Chubut

| REFERENCIAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Centrales y Estaciones Transformadoras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Líneas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  E.T. 500 kV<br> Estación Transformadora<br> Central Térmica Vapor o TG<br> Central Hidráulica<br> Central Nuclear<br> Nudos<br> Conversoras |  Líneas de 500 kV<br> Líneas de 330 kV y 345 kV<br> Líneas de 220 kV<br> Líneas de 154 kV<br> Líneas de 150 kV<br> Líneas de 138 kV<br> Líneas de 132 kV<br> Líneas de 110 kV<br> Líneas de 66 kV |

Ahora bien, entre estas posibles locaciones, por lo comentado anteriormente, será más conveniente ubicar el parque cerca de las ciudades, siempre y cuando las características medio ambientales de la zona lo permitan, para facilitar el traslado de maquinaria y mano de obra para la construcción e instalación, así como también la movilidad del personal capacitado para operar el parque una vez finalizada la puesta en marcha.

De esta manera, se focaliza el análisis para ubicar el parque, en las cercanías de Puerto Madryn o Comodoro Rivadavia.

Para decidir entre estas dos alternativas es necesario ahondar en otro tipo de enfoque (microlocalización), comenzando por considerar las características físicas de cada una de las locaciones, y determinar así, cuál de ellas presenta las mejores condiciones para el aprovechamiento del viento.

En la Figura 14 se observa el potencial eólico de la provincia de Chubut donde se puede verificar que las condiciones de viento son mejores en las cercanías de Comodoro Rivadavia.

De todas formas utilizando el mapa eólico de la provincia se verificará este supuesto en base a datos obtenidos en cada una de las zonas de análisis.



Figura 14. Potencial eólico de la provincia de Chubut

Utilizando el mapa eólico de la provincia y luego de analizar cada una de las zonas, se puede decir que el factor de capacidad en las cercanías de Puerto Madryn varía en el rango de 35% a 39%, mientras que el factor de capacidad de la zona en los alrededores de Comodoro Rivadavia se encuentra dentro del rango del 50% al 58,5%.

Siguiendo con la investigación, se observan dos puntos aleatorios en cada una de las zonas de análisis obtenidos del mapa eólico.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> (N.A) El análisis se hizo en base a una turbina "Vestas V63" con las siguientes características - Potencia Nominal: 1,5 MW y Altura de Rotor: 60 m.



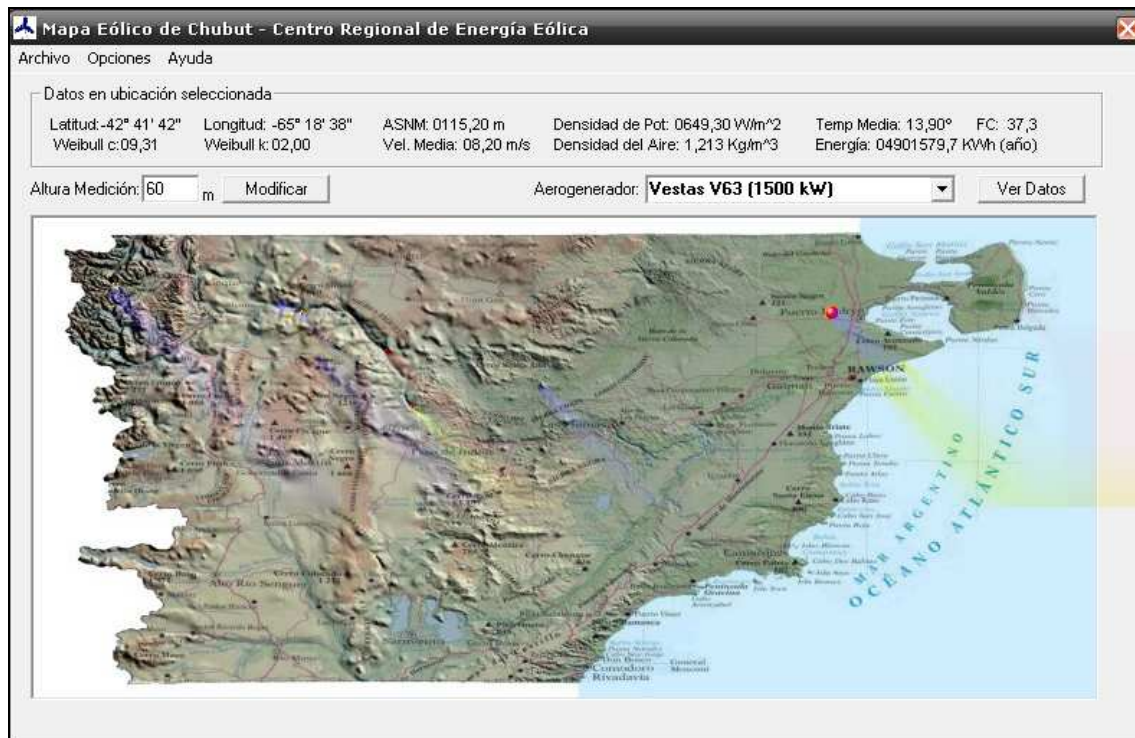


Figura 15. Ejemplo de Zona Puerto Madryn



Figura 16. Ejemplo de Zona Comodoro Rivadavia



En vistas a la información entregada por el mapa eólico, se decide ubicar finalmente el parque en las cercanías de Comodoro.

A continuación se puede observar el potencial eólico de la zona seleccionada:



Figura 17. Potencial eólico en Comodoro Rivadavia

| <u>Ubicación</u>      | <u>Verano</u> | <u>Otoño</u> | <u>Invierno</u> | <u>Primavera</u> | <u>Promedio</u> |
|-----------------------|---------------|--------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Esquel                | 7,6           | 8,0          | 8,8             | 8,1              | 8,1             |
| <b>Puerto Madryn</b>  | <b>5,2</b>    | <b>3,1</b>   | <b>3,5</b>      | <b>5,3</b>       | <b>4,3</b>      |
| Trelew                | 7,5           | 5,3          | 6,1             | 7,5              | 6,6             |
| Camarones             | 8,0           | 6,7          | 7,1             | 8,7              | 7,6             |
| <b>Cro. Rivadavia</b> | <b>9,4</b>    | <b>8,3</b>   | <b>9,3</b>      | <b>10,0</b>      | <b>9,3</b>      |

Tabla 3. Velocidad Media (m/seg.)

Comodoro Rivadavia es la ciudad más populosa de la Provincia del Chubut y la cabecera del Departamento Escalante. Está ubicada al centro este de la Patagonia en el centro de la zona hidrocarburífera del golfo San Jorge, que fue el motor del crecimiento de esta ciudad. Junto con Neuquén, es la ciudad más

importante de la Patagonia argentina. Comodoro Rivadavia es un concentrador comercial, de transporte regional y un importante punto de exportación. Por medio de sus puertos salen al mundo petróleo, productos industriales y agrícolas regionales.

La ciudad de Comodoro Rivadavia presenta un núcleo central denominado “Barrio Centro o Área Central”, al Sur del Cerro Chenque, que aglutina gran cantidad de barrios, donde se concentra la mayor parte de la población. Según datos del censo del 2001, esta área tuvo 103.795 pobladores de un total de 137.061, lo que equivalió a un 75,72%. Existen discrepancias en las proyecciones poblacionales de distintas instituciones para el aglomerado. Una de ellas está elaborada por la Dirección General de Estadística y Censos provincial (D.G.E.Y.C); en su última estimación para el 30 de diciembre de 2008, calculó una población de 184.835 habitantes para Comodoro Rivadavia.

Comodoro tiene el ejido<sup>6</sup> urbano más grande de la Patagonia y probablemente el más singular del país donde se alternan lomas, depresiones, cañadones, accidentes costeros, cerros y lagunas. Posee una dimensión de 548,2 kilómetros cuadrados, equivalente a casi 126 mil canchas de fútbol. Las zonas urbanas, incluyendo calles y rutas, suman 2.572 hectáreas. El suelo de la ciudad está condicionado por las instalaciones petroleras y perforaciones, eje económico de la Cuenca del Golfo San Jorge. La zona norte, donde la mayoría de los barrios nacieron como campamentos petroleros, es la más comprometida debido a que allí se concentran muchas operaciones hidrocarburíferas y a través de la Resolución 5/96 los pozos petroleros deben estar ubicados a por lo menos 100 metros del ejido urbano. Actualmente en Comodoro, donde existe una alta demanda de terrenos para construir, el Código de Planeamiento tiene un plano de zonificación en el que se establece dónde se puede construir en altura. Los espacios donde pueden realizarse infraestructuras más elevadas son el Centro y los frentes de las principales avenidas. El concepto se basa en que la construcción no genere problemas de sombra o estacionamiento.

A principios de su existencia el pueblo se dedicaba a bajas actividades portuarias y a la ganadería ovina. Tras el descubrimiento del oro negro, la baja internacional del precio de la lana y la desertificación por sobre pastoreo, la realidad económica cambiaría por completo abocándose exclusivamente al oro negro; no diversificándose, proceso que se agravó, con el pasar de los años y se fue profundizando en la década del 90'. Hoy en día la actividad comercial e

---

<sup>6</sup> (N.A) Porción de tierra no cautiva y de uso público; también es considerada, en algunos casos, como bien de propiedad del Estado o de los municipios. Forma institucionalizada de posesión de la tierra que consiste en que el gobierno da en propiedad un terreno a un grupo de personas para que lo trabajen y obtengan los beneficios de su explotación.

industrial de la ciudad es la de mayor envergadura en la región patagónica, lo que en parte se logró con una mediana diversificación económica, desarrollándose el turismo, la pesca, emprendimientos locales, etcétera. Comodoro es Capital Nacional del Petróleo por ser el primer lugar donde se descubre petróleo en el territorio nacional en 1907. Los yacimientos de explotación petrolera están ubicados en los alrededores de la cuenca del Golfo San Jorge y abastecen un importante porcentaje del consumo nacional. Comodoro Rivadavia posee una de las cuencas petrolíferas más importantes de Sudamérica con una producción diaria de 1.000.000 de barriles de petróleo y 6.000.000 de m<sup>3</sup> de gas. El área petrolera cuenta con un personal de 7.000 trabajadores.

**Energías renovables.** Comodoro Rivadavia es una de las productoras de energías más importantes del país, que apostó al desarrollo de energías limpias y renovables para la protección del medio ambiente. Posee el mayor parque Sudamericano y uno de los más importantes de Latinoamérica. Además, la ciudad posee una industria mecano-metalúrgica de alta calidad procedente de su tradición petrolera. En los últimos años se amplió el parque eólico y comenzaron las producciones de biodiesel con algas.

**Zona franca.** Posee tres anexos bien definidos para la eficiente provisión de sus servicios: uno de 3 Ha. en el Puerto de Comodoro Rivadavia, otro de 33 Ha. en el Aeropuerto General Mosconi y un tercer anexo industrial de 55 Ha. en las proximidades del Parque Industrial. La mayor parte de las industrias radicadas se dedican a la actividad petrolera y pesquera aunque se destacan también la presencia de frigoríficos, industrias mecanometalúrgicas y de materiales de construcción. Cuenta con servicios aduaneros, de transporte, informático en red y de emergencias médicas y, entre las amplias prestaciones que brinda, se pueden destacar además el almacenaje, fraccionamiento, re envasado y distribución de mercaderías, asesoramiento logístico y seguridad las 24 horas del día.

Para finalizar, cabe destacar que Comodoro Rivadavia posee dentro de su superficie, distintos cerros disponibles, con la cantidad suficiente de hectáreas, como para poder instalar allí los molinos de viento.

### 3.5. Análisis de Demanda y Oferta

En un esfuerzo por simplificar los grandes objetivos perseguidos por las nuevas reglas de juego, se pueden nombrar: la introducción de la competencia directa en la producción (donde el despacho se basa en los costos y son los generadores más eficientes los que producen); competencia en la producción para los grandes usuarios (quienes pueden contratar libremente sus compras

de energía); competencia en las ampliaciones del sistema de transporte (que deben ser solventadas por los beneficiarios y adjudicadas por concurso); y simulación de competencia en los segmentos regulados (procurando precios [tarifas] comparables a los que se obtendrían si el mercado operara bajo un régimen de competencia).

De lo antes expuesto es posible observar que la producción de energía eléctrica opera en condiciones de competencia y, para que el mercado pueda desarrollarse plenamente, la Ley N°24.065 ha previsto la entrada de nuevos participantes sin condicionamientos en el caso de los operadores térmicos, mientras que la generación hidroeléctrica está sujeta a concesión por las razones arriba expresadas.

Las características técnicas de la industria eléctrica imponen, sin embargo, ciertas restricciones a la introducción absoluta de la competencia en todo el sistema. Por ejemplo, la necesidad de igualar oferta con demanda en forma instantánea y la imposibilidad de almacenar el fluido eléctrico llevan a que se deba operar con un despacho centralizado que determine: dónde, quién y cuánto se generará al mismo tiempo. Se ha creado para esto una entidad responsable del mercado mayorista: la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMMESA) que es la responsable del Organismo Encargado del Despacho (OED).

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) abastece el 93% de la demanda del sistema eléctrico argentino, mientras que el sistema patagónico, no vinculado al primero, cubre el 6% de la demanda, y el 1% de los requerimientos de energía restante es abastecido por pequeños sistemas aislados, alejados de los grandes centros de consumo. El MEM está asociado al SADI con casi 8.000 Km. de líneas de 500 KV que cubren casi toda la extensión del país, a excepción de las provincias patagónicas.

Hasta hace unos pocos meses, el parque eólico más grande de la Argentina llamado Antonio Morán y ubicado en la Provincia de Chubut, sólo distribuía la energía generada a la cooperativa de la región. Pero gracias a la resolución 1064/2008 de la Secretaría de Energía de la Nación<sup>7</sup>, el parque eólico Antonio Morán ingresa como agente generador en el mercado eléctrico mayorista nacional. Esta es la primera fuente de energía renovable que se suma a la matriz energética nacional general y es todo un orgullo para los miembros de la cooperativa. De esta manera, la energía eólica generada por la cooperativa se incorporó en las líneas de transporte de todo el mercado eléctrico argentino junto con los agentes generadores ya existentes, energía hidráulica, térmica y nuclear, para formar parte de la matriz energética del país hasta la fecha. El

---

<sup>7</sup> (N.A) Cooperativa que brinda servicios para satisfacer las necesidades de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia.

parque Antonio Morán está situado en Comodoro Rivadavia, en la provincia de Chubut y cuenta con 26 molinos de viento, 10 de los cuales producen 22,9 millones de KWh por año y otros 16 que suman 38 millones de KWh al año. A cargo de la Sociedad Cooperativa Popular Limitada (SCPL), de Comodoro Rivadavia, hasta hace poco tiempo la energía eólica generada sólo se distribuía en áreas de concesión de la cooperativa, es decir, en las ciudades de Comodoro Rivadavia y Rada Tilly. La energía producida por los molinos se inyectaba en el sistema convencional y, de este modo, su aporte permitía otorgar electricidad a un promedio de 20.000 hogares de estas dos localidades.

A continuación se muestran las especificaciones de los aerogeneradores utilizados en dicho parque:

| Características de los aerogeneradores Gamesa G47 |                             |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| Potencia nominal                                  | 700 KW                      |
| Producción anual (16x700 KW)                      | 38.000.000 KWh              |
| Diámetro rotor                                    | 47 m.                       |
| Velocidad de rotación                             | Variable 22,8 - 30,9 r.p.m. |
| Viento de arranque                                | 14,4 Km./H                  |
| Viento de parada                                  | 90 Km./H                    |

| Características de los aerogeneradores Micon 750 KW |                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|
| Potencia nominal                                    | 750 KW                  |
| Producción anual (10x750 KW)                        | 22.400.000 KWh          |
| Diámetro rotor                                      | 44 m.                   |
| Velocidad de rotación                               | Variable 18 - 27 r.p.m. |
| Viento de arranque                                  | 13 Km./H                |
| Viento de parada                                    | 90 Km./H                |

Tabla 4. Parque eólico Antonio Moran: 26 aerogeneradores – 17,7 MW

El otro parque eólico que se encuentra en Comodoro Rivadavia es el Rada Tilly y sus características son las siguientes:

- Potencia Nominal: 400 KW

- Generadores: 1 de 400 KW (MICON 750-400/100 KW)
- Propietario: COAGUA (Coop. de Servicios de Rada Tilly)
- Viento promedio: 10,8 m/s.
- Distribución: Venta a la Cooperativa de Comodoro Rivadavia (red local)

Como se puede ver en Comodoro Rivadavia se encuentran actualmente funcionando dos parques, uno abasteciendo a la matriz energética nacional general, y el otro, al sistema patagónico. Uno de los objetivos de este proyecto es abastecer parte de la demanda eléctrica de la zona del Departamento de Escalante (sistema convencional) con una tecnología de generación de energía limpia y no contaminante, con la alternativa a futuro de poder aportar también energía a la matriz eléctrica nacional adhiriéndose al Sistema Argentino de Interconexión (SADI), tal como se hizo en el parque Antonio Morán.

El análisis de la demanda del Departamento de Escalante se hará tomando como referencia los valores del consumo del año 2008 que figuran en la Dirección General de Estadísticas y Censos mostrados a continuación:

| <b>Consumo 2008 del Departamento de Escalante (Chubut) - KWh</b> |               |                |                  |                   |                |              |
|------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|
| <b>Total</b>                                                     | <b>Resid.</b> | <b>Comerc.</b> | <b>Alumbrado</b> | <b>Industrial</b> | <b>Oficial</b> | <b>Otros</b> |
| 390.722.572                                                      | 128.594.739   | 44.386.853     | 20.798.290       | 190.626.893       | 6.298.447      | 17.350       |
|                                                                  | 32,9%         | 11,4%          | 5,3%             | 48,8%             | 1,6%           | 0,004%       |

Tabla 5. Consumo 2008 del Departamento de Escalante (Chubut) - KWh

Con el nuevo parque propuesto se busca cubrir una parte de la demanda del lugar (20%) utilizando energías renovables.

|                                                             |                  |
|-------------------------------------------------------------|------------------|
| Consumo Total de Escalante año 2008 (MWh/año)               | 390.722,57       |
| Incertidumbre Eólica para distribución de energía confiable | 0,20             |
| <b>Demanda Total a Cubrir (MWh/año)</b>                     | <b>78.144,51</b> |

Tabla 6. Porción de la demanda a cubrir - KWh

### 3.6. Desarrollo del Proyecto

El parque eólico constará de 12 turbinas del tipo **Vestas V63**, con una potencia nominal de 1.500 KW cada una, y con una disponibilidad del 97,5%. Ésta última relacionada con las paradas de máquina y la seguridad de su funcionamiento.

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| Numero de turbinas               | 12               |
| kW por unidad por hora           | 1.500            |
| Potencia Instalada (kW/hr)       | 18.000           |
| Disponibilidad de Turbina        | 0,975            |
| Factor de Capacidad              | 52,5%            |
| Energía Neta Producida (MWh/año) | <b>80.712,45</b> |

Tabla 7. Composición del parque

Este tipo de aerogeneradores, en la zona seleccionada, con una altura de buje de 60 metros, brinda un factor de capacidad de 52,5% en promedio. El total de MWh que produciría este parque, bajo estas condiciones, sería de 80.712,45 anuales durante 20 años.

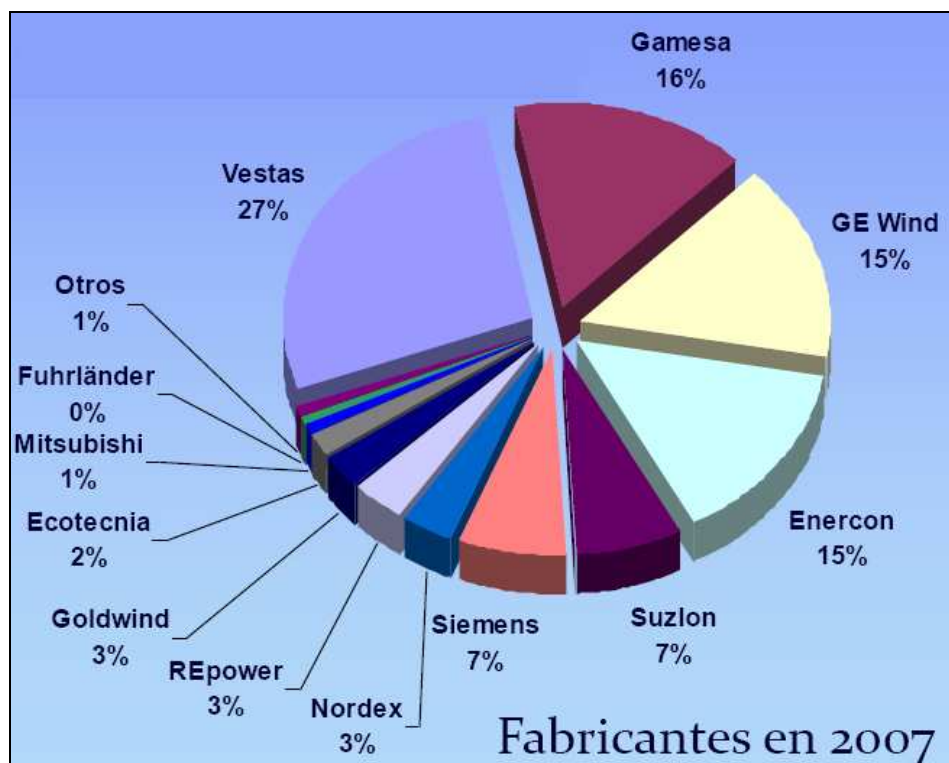


Figura 18. Porcentajes del mercado de fabricantes de aerogeneradores 2007

Estas turbinas fueron elegidas basándonos en las siguientes razones:

- La compatibilidad con la red
- La experiencia de Vestas en este tipo de proyectos
- El liderazgo de la empresa en lo que respecta a energía moderna
- Su confiabilidad y trayectoria a lo largo de su carrera
- La localización de la sede Vestas de Latinoamérica & Caribe, en Argentina

El proyecto del Parque Eólico será del tipo “Llave en mano” donde el proveedor suministrará las maquinarias, los accesorios, las instalaciones y la mano de obra para la puesta en marcha de los equipos.

Como es posible ver, el proveedor es un aliado estratégico fundamental en la construcción del parque, cuyas tareas son muy variadas, desde la identificación de emplazamientos en campo, pasando por los períodos de medición de viento, la fabricación de las torres, la obtención de los permisos y licencias necesarios para la construcción y la puesta en marcha de las instalaciones. Vestas es una empresa danesa que ha instalado más de 39.000 aerogeneradores en todo el mundo, y cuenta con más de 25 años de experiencia a nivel mundial y con profesionales de la energía moderna en el ámbito local. Cabe destacar que luego de la puesta en marcha, la realización del mantenimiento necesario durante la vida útil del aerogenerador y el seguimiento de las operaciones del parque también son llevadas a cabo por Vestas.

El predio seleccionado no sólo deberá ser capaz de emplazar a los 12 aerogeneradores, sino que además, se situará en algún cerro o montaña elevada a una altura considerable (400 m. aprox.) con una determinada rugosidad (a mayor rugosidad más lento irá el viento) y cantidad de obstáculos (árboles, edificios, etc.). En parques eólicos, los aerogeneradores suelen espaciarse entre 150 y 300 metros los unos de los otros o con otros obstáculos, en función del impacto ambiental y de las turbulencias generadas por el movimiento de las palas.

Otro punto a considerar es el tema del paisaje y el impacto visual, ya que se debe respetar tanto a los residentes locales como a los turistas, siendo todos estos parte del lugar. Sin embargo, hay quienes piensan que por utilizarse una fuente de energía renovable, los aerogeneradores están considerados favorablemente como entorno paisajístico, constituyéndose en una atracción turística de principal nivel para la ciudad.



### 3.7. Construcción de los aerogeneradores

Las torres de los molinos pueden ser fabricadas por el fabricante de turbinas, sin embargo, cabe la posibilidad de que sean construidas en el propio astillero de Comodoro Rivadavia y el resto de los componentes de los aerogeneradores contruidos por las empresas fabricantes. De esta manera, la energía eólica no sólo se hará realidad a través de la producción directa sino que además se convertirá en una importante fuente de empleo para los obreros industriales de la zona.

Se debe considerar que la torre del molino está compuesta de varias planchas de acero. Cada plancha es rolada en una subsección cónica para la torre de un aerogenerador. La plancha debe curvarse adecuadamente ya que la forma cónica es diferente en ambos extremos. Las torres son ensambladas a partir de estas subsecciones cónicas más pequeñas, que son cortadas y laminadas con la forma correcta y posteriormente unidas por soldadura. La torre del molino contiene el nacelle y el rotor; ésta puede ser de acero o celosía.



Figura 19. Aerogenerador Vestas

Una vez superada esta instancia se debe avanzar en la preparación del terreno para posteriormente ejecutar la fundación en hormigón armado. El traslado de los equipos al sitio es una particularidad más de la tecnología eólica, significándole asimismo, a la gente del lugar remembranzas a los traslados de equipamiento petrolero con sus largas caravanas desplazando material pesado utilizado en las perforaciones.

Dispuestas las partes del molino sobre el terreno se inicia el ensamble armando el rotor conformado por tres aspas, posteriormente; y con la utilización de una muy pesada grúa, se iza la torre que se elabora en dos tramos.

Seguidamente, es izado el nacelle, una “caja” de unos 4 metros de longitud, 2,50 metros de ancho y 2 metros de altura que en sus 23 toneladas conlleva al generador, la caja multiplicadora, accesorios cables, etc. Esta caja, también llamada góndola, posee en su interior los elementos principales que hacen funcionar al molino y tiene a su izquierda el rotor del aerogenerador, las palas y el buje.

El momento culminante es el de la colocación del rotor con el que se da término al armado de la estructura del molino. Toda esta operación no demanda más de un día y una vez ejecutada vienen las etapas de conexión de partes mecánicas y eléctricas para luego dejar paso a la puesta en funcionamiento por la acción del viento.

| Etapas de creación de valor |                         |                     |          |             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------|----------|-------------|-------------------------|
| Etapas                      | Desarrollo              |                     |          | Instalación |                         |
| Duración                    | 3 años                  |                     |          | 6 meses     |                         |
| Acciones                    | Búsqueda emplazamientos | Medición del viento | Permisos | Obra Civil  | Montaje Aerogeneradores |
| Duración                    | 4 meses                 | 20 meses            | 1 año    | 3 meses     | 3 meses                 |

Tabla 8. Cronograma tentativo de desarrollo e instalación del proyecto

Para el caso particular de este proyecto, tal como se mencionó anteriormente, se utilizarán las turbinas Vestas V63 de 1500 KW de potencia nominal, y cuyas especificaciones técnicas principales se relevan en la siguiente Tabla:

| Características de los aerogeneradores Vestas V63 1500 KW |                |
|-----------------------------------------------------------|----------------|
| Potencia nominal                                          | 1500 KW        |
| Producción anual (12x1500 KW)                             | 80.712.450 KWH |
| Diámetro rotor                                            | 63 m.          |
| Altura de buje                                            | 60 m.          |
| Velocidad de rotación                                     | 21 rpm.        |
| Viento de arranque                                        | 4,5 m/seg      |
| Viento nominal                                            | 15 m/seg       |
| Viento de parada                                          | 25 m/seg       |
| Tipo de regulacion                                        | Pitch          |

Tabla 9. Características de la turbina Vestas V63 – 1500 KW

Estos aerogeneradores poseen un sistema de regulación de la potencia denominado Pitch Control que regula el paso (ángulo de incidencia del viento) de la pala en función de la velocidad del viento.

Para comprender mejor las distintas partes que posee un aerogenerador, se muestra en la Figura 20 un desglose de cada uno de sus componentes.

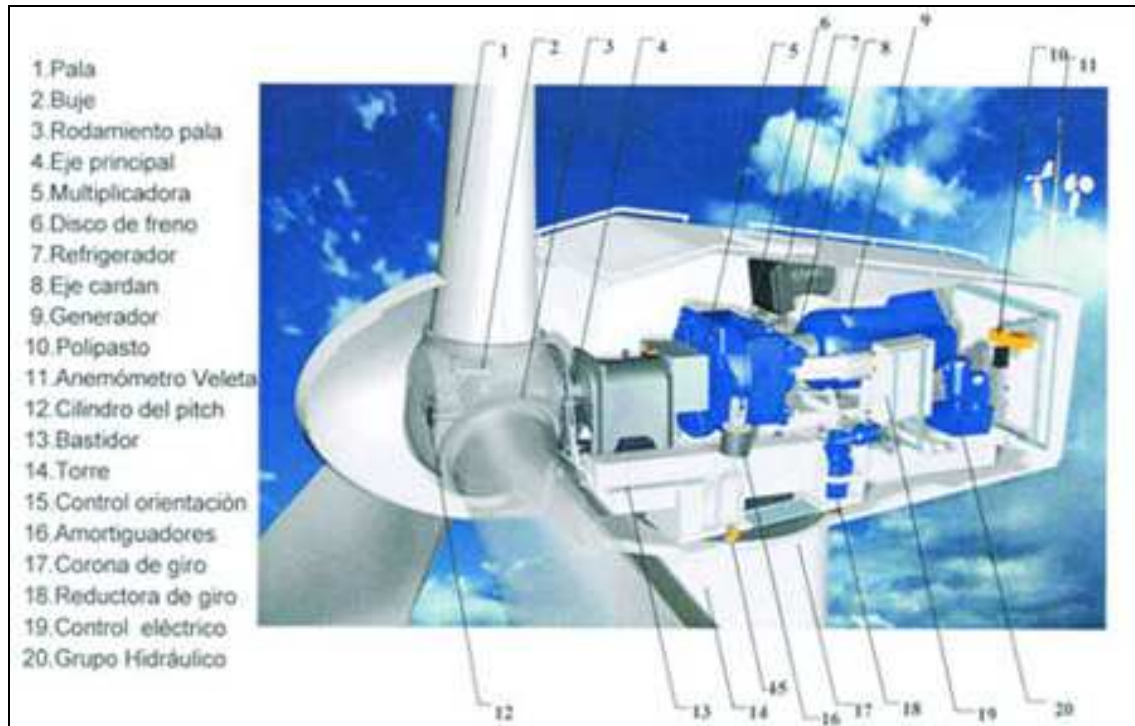


Figura 20. Despiece del molino por dentro

Básicamente su funcionamiento se basa en que, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento, proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica (Figura 21).

Las palas del rotor son las que captan el viento y transmiten su potencia hacia el buje; su diseño es muy parecido al ala de un avión. El buje del rotor está acoplado al eje de baja velocidad del molino. El eje de baja velocidad de la turbina conecta al buje del rotor al multiplicador. El eje posee conductos del sistema hidráulico para permitir el funcionamiento de los frenos aerodinámicos.

El multiplicador tiene a su izquierda el eje de baja velocidad, y a su derecha el eje de alta velocidad, el cual gira 50 veces más rápido que el eje de baja velocidad. Esta caja multiplicadora es el elemento del aerogenerador que multiplica las revoluciones de giro del conjunto buje-aspas y divide en la misma

proporción la fuerza de dicho eje. La velocidad de giro del conjunto eje-palas (el elemento que vemos moverse desde el exterior del aerogenerador) suele oscilar entre las 15 y las 25 r.p.m. en función del viento y de la forma constructiva del aerogenerador. Pero debido a las frecuencias eléctricas de las redes nacionales e internacionales (50 Hz en Europa y parte del mundo y 60 Hz en Estados Unidos y parte del mundo) esta velocidad de giro es insuficiente teniendo que elevarse a un régimen de giro de entorno a 1200 - 1800 r.p.m. en función del tipo de generador y frecuencia.

En cuanto a los generadores, cabe destacar que existen diferentes tipos dependiendo del diseño del aerogenerador. Pueden ser síncronos o asíncronos, jaula de ardilla o doblemente alimentados, con excitación o con imanes permanentes.

El anemómetro es un aparato meteorológico que se usa para la predicción del tiempo y, específicamente, para medir la velocidad del viento (no siempre es exacto a menos que sea un anemómetro digital).

Los aerogeneradores comienzan a funcionar con 16 Km/h y se detienen a los 90 Km/h de velocidad constante. Pueden seguir funcionando con mayor velocidad de viento pero se detienen por razones de seguridad.

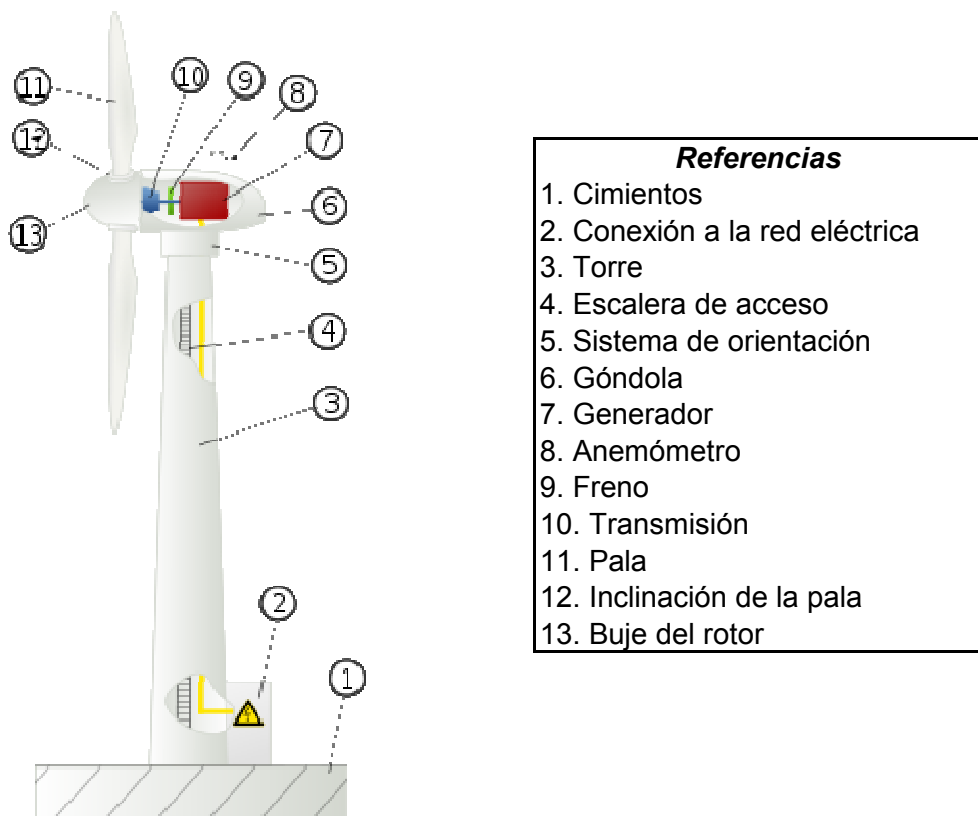


Figura 21. Despiece del molino por fuera

## 4. ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO

### 4.1. Cálculo de la inversión

El costo total por kilowatt instalado varía entre los 900 y 12.000 \$/KW. El costo de operación y mantenimiento se estima del 2% del costo de la inversión total. La vida útil de los equipos fija la duración del proyecto, la cual es de 20 años.

Actualmente los costos para llevar adelante un parque eólico, desde la preparación del suelo y la medición de vientos, pasando por la colocación de las torres, hasta la instalación y puesta en marcha del mismo, oscilan entre 1,8 y 2,2 millones de USD por MW. Para el caso particular de este proyecto, en el que se usan 12 turbinas Vestas V63 de 1.500 KW (18.000 KW), junto con las óptimas condiciones de viento, acompañadas por un gran factor de capacidad que se obtiene en la zona (52% aprox.), se consideran unos 1.800 USD/KW. Por lo tanto, el costo para desarrollar este proyecto es de 124.092.000 \$ (con una tasa de cambio para el dólar a septiembre del 2009 de aprox. 3,83<sup>8</sup>). Cabe destacar que un supuesto que se toma para simplificar el análisis a lo largo de los años, debido a la inestabilidad del 2009 provocada por la crisis económica mundial del 2008 y considerando los distintos escenarios que proponen los especialistas económicos, es que las tasas de cambio tanto del dólar como del euro sean constantes en el tiempo, considerando como fijos los valores de cambio de 3,83 para el dólar y 5,65 para el euro.

Retomando el análisis sobre la composición del costo total para colocar un parque de energía eólica, se muestra a continuación un desglose de cada una de las partes que conforman dicho costo:

---

<sup>8</sup> "Cotización de la moneda" [en línea]. *Dólar hoy*. Segundo semestre 2009. <http://www.dolarhoy.com> [Consulta: agosto 2009]

| Concepto                           | Porcentaje del costo |
|------------------------------------|----------------------|
| Turbinas (FOB)                     | 49%                  |
| Construcción                       | 22%                  |
| Torre                              | 10%                  |
| Intereses durante la construcción  | 4%                   |
| Conexión a la subestación          | 4%                   |
| Actividades desarrolladas          | 4%                   |
| Cuotas legales y de financiamiento | 3%                   |
| Diseño e Ingeniería                | 2%                   |
| Transportación terrestre           | 2%                   |

Tabla 10. Desglose de costos para parque eólico

## 4.2. Financiación

La financiación del proyecto eólico presentado se considera sobre el 70% del capital de inversión inicial total necesario, pues el 30% restante debe ser aportado por los inversionistas involucrados en el proyecto. Estos porcentajes utilizados son los más comunes dentro del mercado de préstamos por parte de bancos en el ámbito local.

Por lo tanto, solamente el 70% del capital utilizado en forma inicial para el proyecto se verá afectado por una tasa de interés, ya que es justamente este capital, el único solicitado a préstamo ante alguna entidad bancaria.

El valor considerado para la tasa de interés, será fijo, anual. El préstamo y su interés, deberá ser saldado en su totalidad en un período de 12 años, comenzándose a pagar la deuda luego del segundo año de recibido el capital.

De esta manera, se cuenta con dicho capital, al segundo año de planeamiento del proyecto y no se comienza a saldar hasta el segundo año de operaciones del parque eólico.

El interés anual utilizado se obtiene de un promedio, según la tendencia de las tasas de interés otorgadas para préstamos por el Banco Nación (BCRA) en los últimos años, y es del 8% anual sobre el capital prestado.

## 4.3. Costos Fijos y Variables

La energía (KWh) tiene un costo asociado, el cual puede abrirse en distintos componentes. Cada una de estas partes que lo conforman, influye en el valor final de dicho costo. Para entender como componer cada uno de los valores que se utilizan para calcular el costo de la energía por KWh, se muestra a continuación el siguiente gráfico:

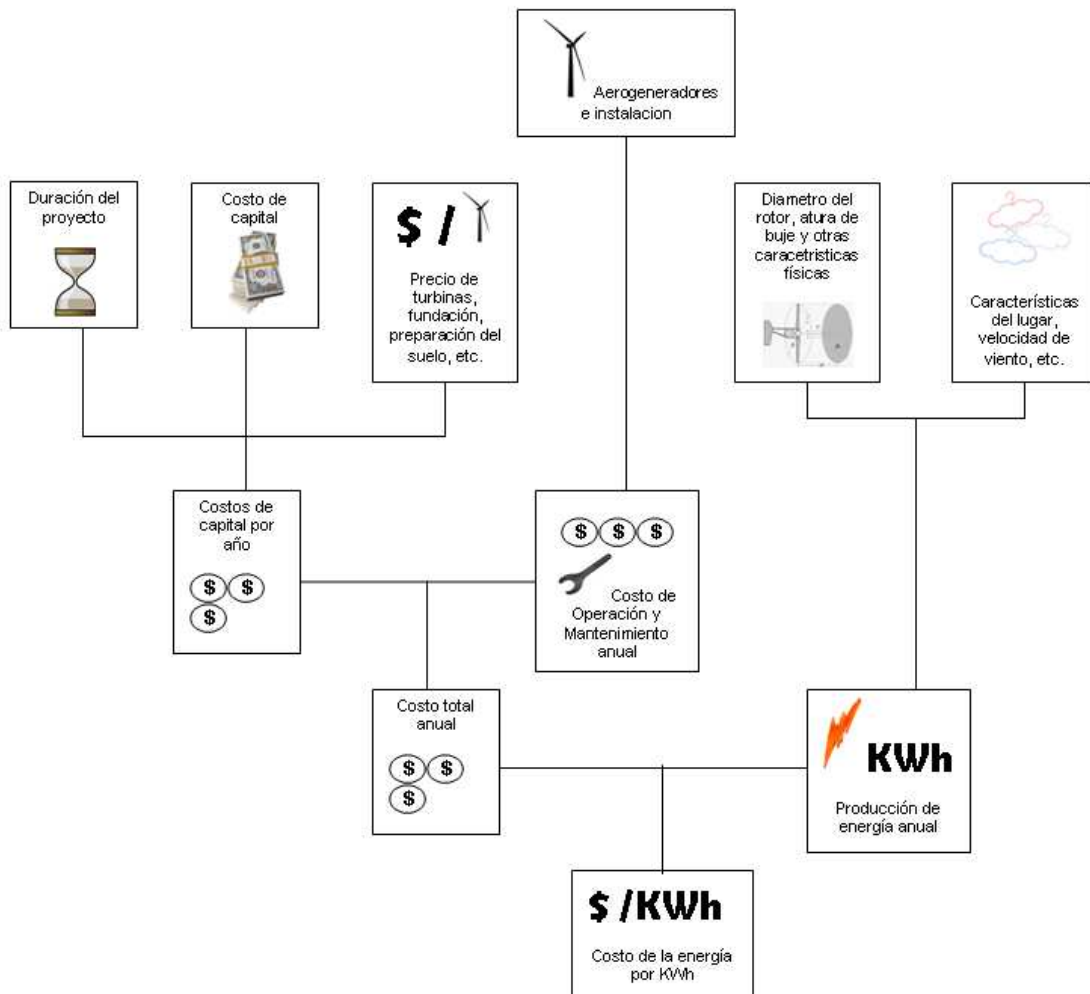


Figura 22. Diagrama tipo “árbol” del costo de la energía (KWh)

La fórmula que se desprende del análisis anterior es la siguiente:

$$CE = \frac{(Ci * Tf + COM)}{kwh\_año}$$

Donde:  
 CE= Costo de Energía \$/kWh  
 Ci= Costos iniciales de instalación  
 Tf= tasa fija (intereses pagados)  
 COM= Costos de operación y mantenimiento por año  
 KWh\_año= Producido por el sistema kWh/año.

De esta manera se obtiene un costo de la energía de 0,1593 \$/KWh, siendo el costo inicial de instalación 124.092.000 pesos (inversión total), el costo de O&M representa el 2% del costo inicial (único costo una vez comenzado el proyecto), la tasa fija del 8% y la energía neta producida de 80.712.450 KWh/año (obtenida en la composición del parque).

#### **4.4. Ingresos. Marco legal - Incentivos**

A la actualidad las dos legislaciones que impactan sobre el proyecto son la 25.019 (nacional) y la 4.389 (provincial), ya que la 26.190, que reemplaza en su Art. 14 al Art. 5 de la Ley 25.019, al momento de este informe, no se encuentra reglamentada. En principio se analiza el caso de la actualidad, con la 25.019 vigente, y luego se estudiará la variación incluyendo la ley no reglamentada (26.190).

A continuación se hace un breve detalle de cada una de estas leyes.

##### **a) Ley Nacional 25.019, 26/10/1998**

Régimen Nacional de energía eólica y solar:

- Se declara de interés nacional la generación de energía eléctrica de origen eólico y solar en todo el territorio nacional
- Se difiere el pago del IVA en inversiones de equipos eólicos/solares por 15 años. Los diferimientos adeudados serán pagados en 15 anualidades a partir del último diferimiento
- Secretaría de Energía de la Nación, en virtud de lo dispuesto en el Artículo 70 de la Ley 24.065, incrementará el gravamen dentro de los márgenes fijados por el mismo hasta 0,3 \$/MWh, que serán destinados a remunerar con **\$0,01 por KWh** efectivamente generados por sistemas eólicos que vuelquen su energía en los mercados mayoristas y/o estén destinados a la prestación de servicios públicos por un período de **15 años**, contándose al inicio de solicitud del mismo
- Estabilidad fiscal por 15 años

##### **b) Ley N° 4.389 - Provincia de Chubut, 07/07/1998**

- Se declara de interés provincial la generación, distribución y consumo de energía eólica, como así también la radicación de industrias destinadas a la fabricación de equipamiento



- Exime de todo gravamen impositivo provincial por el término de 10 años, a las actividades de producción de equipamiento mecánico, electromecánico y eléctrico
- Se remunerará con **\$0,005 el KWh** efectivamente entregado al Sistema Mayorista Patagónico y Servicios Públicos dentro de la provincia
- Estabilidad fiscal por diez años

### c) Ley Nacional 26.190, 06/12/2006

Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica.

Cabe destacar que se trata de una ley que, al momento de realizado este informe, **no está reglamentada**. Está definida como una ley complementaria (Art. 13) a la Ley 25.019. Su Art. 5 es reemplazado por el presente Art. 14.

Algunos de sus aspectos más destacados son:

- Tiene como objetivo lograr una contribución de las fuentes renovables hasta alcanzar el 8% del consumo eléctrico nacional en el plazo de diez años a partir de la puesta en vigencia de la ley
- Sustituye el Art. 5° de la ley 25.019 por el presente Art. 14, modificando la remuneración de la energía entregada al MEM y determinando la correspondiente según el tipo de tecnología utilizada: \$0,015 /KWh para energía eólica
- Se gozará de esta remuneración por un período de 15 años a partir de la fecha de instalación

El Artículo 14 instrumenta la creación de un Fondo Fiduciario (FFER) que se financia con el aporte de una carga tarifaria (Art. 70 Ley 24.065) sobre el total demandado para financiar a los productores de las energías renovables. Tanto el fondo como la remuneración establecida se irán adecuando por el Coeficiente de Adecuación Trimestral (según Ley 25.957, y que básicamente genera ajustes a partir de un índice con base en 2003), el cuál es calculado por CAMMESA (a noviembre de 2008 la prima actualizada tomó un valor de aprox. 9 USD/MWh<sup>9</sup>). Sin embargo, si se aplican los datos actuales obtenidos y en una hipotética generación, sólo a partir de energía eólica, puede ocurrir que la remuneración no alcance a cubrir los costos del proyecto.

---

<sup>9</sup> (N.A) A modo de simplificación se considera ese valor como fijo para el análisis del proyecto.

El método elegido bajo la figura legislativa del Artículo 14 de la Ley 26.190 se enmarca en la modalidad de subsidio directo, elegido por algunos países nórdicos en la década del 80'; claro que si la suma del subsidio más la tarifa percibida no cubre el costo de la inversión (o en otros términos no se iguala a cero el valor presente del proyecto para una cierta rentabilidad), es imposible pensar que esta modalidad agregará potencia al Sistema Interconectado Nacional.

Dada la situación del mercado eléctrico argentino resulta cuanto menos dudoso que la presente ley promueva la instalación de generadores de electricidad a partir de fuentes renovables, a menos que la nueva oferta se incorpore bajo la modalidad del programa denominado Energía Plus, que según la Resolución 1281/2006 de la Secretaría de Energía (S.E.) se retribuye de acuerdo a sus costos, validados por el Organismo Encargado del Despacho (OED), y un margen de utilidad definido por la Secretaría de Energía. El procedimiento específico de funcionamiento de este mecanismo será definido por CAMMESA.

Alternativamente, la Resolución 220/2007 de la S.E. habilita la realización de Contratos de Abastecimiento entre el Mercado Eléctrico Mayorista (representado por CAMMESA) y los nuevos generadores cuyas ofertas sean aprobadas por la Secretaría de Energía, quien deberá aprobar los costos de generación que retribuyen al productor. Es evidente que de existir el ánimo de introducir energías renovables, será conveniente que CAMMESA recomiende la contratación correspondiente.

En este sentido, resulta necesario destacar que CAMMESA es un actor clave en la operatoria del mercado eléctrico, y bajo esta condición establece principios que regulan cada una de las transacciones que realiza.

Esta segunda modalidad se corresponde al criterio globalmente utilizado por el cual existe en la tarifa, un reconocimiento de la totalidad de costos (feed in tariff), que en su versión más moderna se asemeja al de actualización periódica de la tarifa eléctrica, de acuerdo no sólo a la evolución de los costos, sino también a la incorporación de un factor de eficiencia, conocido como el método IPC-X (Ley 24.065, Art. 49).

#### d) Feed in Tariff (FIT)

Es el sistema adoptado en la mayoría de los países europeos, por ejemplo en Alemania y España, así como también en Brasil, China y Australia. Un sistema de FIT dispone y garantiza el pago al generador de una prima o “sobreprecio” por encima del precio de mercado (Spot) de manera tal de cubrir los costos medios de los proyectos y proveer al inversor de una rentabilidad razonable. También se puede definir como una tarifa fija (ajustable o no por inflación) que

el generador recibe por un plazo predeterminado. Generalmente se instrumenta y financia mediante la constitución de un fondo de apoyo especial al cual aportan todos los consumidores mediante cargos específicos y del cual se paga a todos los generadores. Este sistema logra compensar la diferencia de costos y viabilizar económicamente los proyectos de una manera relativamente simple y segura.

Por lo tanto, para el caso puntual de este proyecto, el mismo recibirá una remuneración fija (feed in tariff), la cual será un porcentaje (30% anual) sobre el precio anual de la energía. Dicho sobreprecio debe ser avalado por el Organismo Encargado del Despacho (OED), en función de los costos, del precio Spot del mercado relevado por CAMMESA y del margen de utilidad definido por la Secretaría de Energía.

A la hora de fijar el precio de la energía para este proyecto, se utilizarán los valores entregados por CAMMESA. El precio Spot del mercado toma distintos valores dependiendo de varios factores, como ser el día de la semana (hábil o fin de semana), los horarios del servicio (pico, diurno o valle), etc.

Para este caso en particular se considerará el escenario más demandante, es decir, un día hábil en horario pico. El parte de "Control Operativo" que entrega CAMMESA para octubre 2009 revela que dicho valor es de 120 \$/MWh, el cual se tomará como fijo a lo largo de los años del proyecto y la prima de incentivo (feed in tariff) será sobre este valor. La razón por la que se fija el valor, tiene dos motivos. El primero es para poder analizar la viabilidad del proyecto, sin tener que pronosticar los valores de la energía en el futuro, los cuales son difíciles de calcular debido a que es un proyecto de largo plazo y la situación mundial financiera refleja una gran incertidumbre. El segundo justificativo tiene que ver con controlar el riesgo de los precios e incluso convertirlo en ventaja utilizando lo que se conoce como "Cobertura de Riesgos". En este tipo de contrataciones los precios se fijan en el tiempo, o bien, se acotan entre un máximo y un mínimo. Estos contratos permiten gestionar los costes futuros del parque, y cubrir al mismo ante cualquier variación de precios durante los años en los que se lleva a cabo el proyecto. Existen distintos tipos de contrataciones para poder mitigar el riesgo del parque como ser las opciones, contratos a plazo, swaps, futuros, etc.

#### e) Bonos de Carbono

Un proyecto en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL o CDM en inglés), realizado en Argentina, es un proyecto de reducción de emisiones o secuestro de carbono. Los proyectos MDL generan CERs

(Certificados de Reducción de Emisiones) o Bonos de Carbono, que pueden ser comercializados en el mercado de carbono.

| Cotizaciones de Indicadores del Mercado de Carbono |         |         |         |         |
|----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Indicador                                          | 2009    | 2010    | 2011    | 2012    |
| CER                                                | € 12.85 | € 12.65 | € 12.64 | € 12.95 |

Tabla 11. Cotizaciones promedio de CER del 2009 y pronósticos al 2012 (Cosmo Consulting)

Estos créditos, llamados CER, y creados por los Mecanismos de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, ofrecen actualmente un incentivo de unos 12,75 euros en promedio por tonelada equivalente de dióxido de carbono no emitido. Este valor se obtuvo promediando los valores de la Tabla 11 y se tomará como fijo para los 20 años de duración del proyecto. Dicha estimación es un supuesto que simplifica la proyección del bono CER, ya que en el último año (2008) su valor fluctuó abruptamente (entre 9 y 20 euros). La cantidad de dióxido de carbono no emitido llevada a KWh producidos se realiza a través de la siguiente equivalencia:

$$1000 \text{ KWh} = 0,69 \text{ Tn CO}_2 \text{ Eq.}$$

#### 4.5. Viabilidad del proyecto

En el Año 0 del proyecto, se hace la inversión inicial de 124.092.000 \$, con 30% de aporte de capital propio y 70% de financiamiento con deuda. Dicha deuda está compuesta por un total de intereses de 83.389.824 \$ más lo que se financiará de la inversión inicial (86.864.400 \$), acumulando un total de 170.254.224 \$, que se paga en 10 cuotas de 17.025.422,40 \$ a partir del Año 2 inclusive.

El costo de O&M es del 2% de la inversión total y se paga desde el Año 1 hasta el final del proyecto.

El total de energía neta producida calculada en la composición es de 80.712,45 MWh/año. Dicho valor se utilizará para calcular los beneficios obtenidos de las leyes vigentes, el feed in tariff y los bonos CER.

Para resumir los ingresos que se obtienen a través del proyecto, se detallan a continuación cada uno de estos:

- Ingresos por Energía Producida (**feed in tariff**): Desde el comienzo del proyecto hasta su fin, se le otorga una prima al precio de mercado de la

energía, de manera de cubrir los costos del proyecto. Este valor aporta un ingreso anual de 12.591.142,20 \$ dando un total de 251.822.844 \$

- Ingresos Ley Prov. 4.389 Art. 4 (**0,005 \$/KWh**) – Chubut: Desde el comienzo del proyecto hasta el Año 10 inclusive, el proyecto contará con 5 \$/MWh, generando un ingreso anual de 403.562,25 \$ dando un total de 4.035.622,50 \$
- Ingresos por Bonos **CERs**: Generan un ingreso anual durante todo el proyecto de 4.011.882,95 \$ (con una tasa de cambio para el euro a septiembre del 2009 de aprox. 5,65<sup>10</sup>) dando un total de 80.237.659,01\$, a partir de 55.691,59 toneladas de CO2 equivalentes no emitidas por año
- Ingresos Ley Nac. 25.019 Art. 5 (**0,01 \$/KWh**): Por no estar aún reglamentada la Ley 26.190, la cual otorga en su Art. 14 hasta 15\$/MWh, los cálculos se hacen con la legislación vigente. Se generarían durante 15 años desde iniciado el proyecto un total anual de 807.124,50 \$, dando un ingreso para el proyecto entero de 12.106.867,50 \$

|                                                       |                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|
| Energía Neta Producida (MWh/año)                      | <b>80.712,45</b>         |
| Sobrecosto del precio de la energía                   | <b>30%</b>               |
| Total Ingresos por Energía Producida                  | <b>\$ 251.822.844,00</b> |
| Ingresos Ley Prov. 4.389 Art.4 (0,005\$/KWh) - Chubut | <b>\$ 4.035.622,50</b>   |
| Ingresos Ley Nac. 25.019 Art.5 (0,01\$/KWh)           | <b>\$ 12.106.867,50</b>  |
| Toneladas de CO2 Equivalentes no emitidas por año     | <b>55.691,59</b>         |
| Ingresos por Bonos CER (**)                           | <b>\$ 80.237.659,01</b>  |
| <b>INGRESOS TOTALES</b>                               | <b>\$ 348.202.993,01</b> |

Tabla 12. Ingresos totales del proyecto

Para estos ingresos y costos mencionados anteriormente, el proyecto entrega un VAN positivo de 4.864.051 junto con una TIR del 9%. El VAN, valor actual neto, es un método que consiste en actualizar el flujo de fondos de cada año al Año 0, y su valor positivo muy superior a cero indica que el proyecto es aceptable y que proporciona ese valor (4.864.051 \$) por sobre lo exigido. La

<sup>10</sup> "Cotización de la moneda" [en línea]. *Dólar hoy*. Segundo semestre 2009. <http://www.dolarhoy.com> [Consulta: agosto 2009]

TIR, tasa interna de retorno, se puede ver como la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados, y el préstamo se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo. Uno de los resultados que arroja la TIR calculada en este proyecto es el efecto palanca, el cual muestra que si se financia un proyecto con una tasa de interés (8% fijo anual) menor que la TIR (9% en nuestro proyecto), el proyecto se verá palanqueado positivamente. Esto se debe a que cada peso invertido en el proyecto rinde la TIR, pero si se financia, cuesta la tasa de interés.

La inversión inicial se comienza a recuperar totalmente a partir del Año 14 aunque hay que remarcar que como la deuda junto con los intereses se comienza a pagar recién en el Año 2, en el primer año se obtiene una ganancia que permite cubrir algunos gastos o pérdidas de los años venideros.

| Año 0       | Año 1      | Año 2      | Año 3      | Año 4      | Año 5      | Año 6      | Año 7      |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| -37.227.600 | 15.331.872 | -1.693.550 | -1.693.550 | -1.693.550 | -1.693.550 | -1.693.550 | -1.693.550 |
| Año 8       | Año 9      | Año 10     | Año 11     | Año 12     | Año 13     | Año 14     | Año 15     |
| -1.693.550  | -1.693.550 | -1.693.550 | -2.097.113 | 14.928.310 | 14.928.310 | 14.928.310 | 14.928.310 |

Tabla 13. Totales. Ingresos - Costos

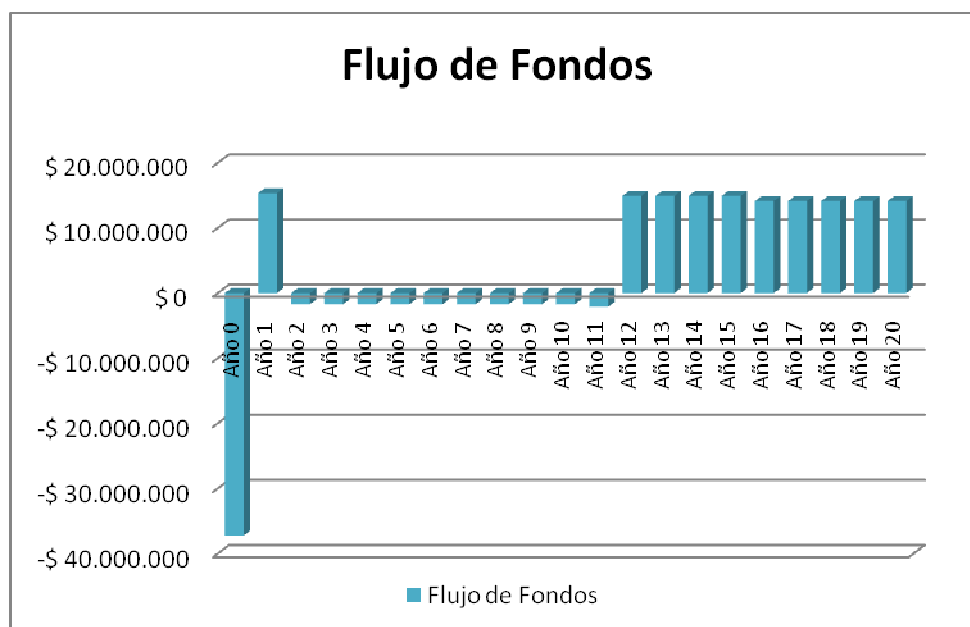


Figura 23. Flujo de fondos

Si se realizan los cálculos reemplazando al Art. 5 de la Ley 25.019 por el Art. 14 de la Ley 26.190, el VAN toma un valor de 20.517.068 con una TIR del 13%. Es lógico que se obtenga mayor rentabilidad con la nueva ley debido a que dicha tarifa (0,015 \$/KWh) se actualiza en el tiempo por el Coeficiente de Adecuación Trimestral. La misma genera, para este proyecto, un ingreso de 2.782.158,15 \$; más de tres veces el ingreso anual que brinda la ley actual.

## 5. UNA SOLUCION AL CAMBIO CLIMATICO

### 5.1. Efectos esperados del calentamiento global

La proyección de las consecuencias del calentamiento global es una de las tareas más difíciles para los investigadores climáticos de todo el mundo. Primeramente, porque los procesos naturales que provocan las precipitaciones, las tormentas, la subida del nivel del mar y otros efectos esperados del calentamiento global, dependen de muchos factores diferentes. En segundo lugar, porque resulta difícil proyectar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero en las décadas venideras, ya que vienen determinadas, en gran medida, por decisiones políticas y descubrimientos tecnológicos.

Muchos de los efectos del calentamiento global están bien documentados y las observaciones de la vida real coinciden con las proyecciones más tempranas. Entre los efectos que pueden predecirse están:

**Más sequías e inundaciones.** Cuando el clima se calienta, aumenta la evaporación terrestre y marina, causando sequías en las áreas del mundo en que este aumento de evaporación no se ve compensado con mayores precipitaciones. El vapor de agua adicional de la atmósfera debe volver a caer en forma de precipitaciones, lo que puede provocar inundaciones en otras partes del mundo.

**Menos hielo y nieve.** En estos momentos, los glaciares de todo el mundo se están desheliando con rapidez. El hielo se está fundiendo con mayor velocidad que la estimada en el último informe del IPCC (en castellano, Panel Intergubernamental de Cambio Climático). En las áreas que dependen del agua del deshielo de las montañas, esto puede provocar sequías y falta de agua potable. Según el IPCC, hasta una sexta parte de la población mundial vive en zonas que resultarán afectadas por estos problemas.

Es muy probable que el clima más caliente cause más olas de calor, más casos de lluvias torrenciales y también, un aumento en el número o la intensidad de tormentas.

**Nivel del mar.** El nivel del mar sube por dos razones, la primera se debe al deshielo de la nieve y el hielo; y la segunda es debido a la dilatación térmica del mar. La dilatación térmica es un proceso lento, pero incluso un aumento de temperatura de dos grados centígrados, con el tiempo, puede causar una subida de casi un metro en el nivel del mar.



## 5.2. Consecuencias de los cambios climáticos

Hoy en día, el volumen de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero supera ampliamente el nivel considerado natural de los últimos 650.000 años. La cantidad de CO<sub>2</sub> supera en un 40% los niveles preindustriales y el nivel de metano es más del doble.

En muchos lugares del planeta es evidente que el clima ha cambiado, en ciertos lugares hay más precipitaciones, y en otros, se han incrementado las temperaturas.

En los últimos 30 años, los investigadores han recopilado datos sobre la influencia de los cambios climáticos en los animales, sistemas climáticos y plantas. De un total de 29.000 conjuntos de datos, un poco menos de 26.000 han mostrado cambios coherentes con el calentamiento global. Esta coincidencia entre cambios observados y esperados es muy probable que se pueda atribuir a circunstancias no naturales.

Las áreas árticas, incluida Groenlandia, también han resultado muy afectadas. En esa zona, los cambios climáticos son más pronunciados que en otras áreas del planeta. Por ejemplo, un nuevo estudio de la estación Zackenberg en Groenlandia demostró que, aunque la primavera en el planeta ha avanzado un promedio de cinco días por década, en Zackenberg ha avanzado 30 días en los últimos diez años.

La temperatura en el Ártico, en el siglo pasado, ha aumentado el doble que en el resto del planeta. El calentamiento implica que el hielo y la nieve se están deshelando en una parte cada vez mayor de la superficie de la capa de hielo. Esta área ha aumentado en un 30% su tamaño en los últimos 30 años.

En parte, esto provoca un aumento del flujo del agua de deshielo en el mar y su escurrimiento a través del hielo, haciendo que el hielo fluya mucho más rápido por la superficie de la tierra y se funda a mayor velocidad.

El deshielo de las capas de hielo contribuye a niveles más elevados en los mares y océanos y, al mismo tiempo, el aumento del flujo de agua fresca puede influir en las corrientes oceánicas y la extensión del calor en todo el planeta. Además del aumento en el deshielo de los glaciares y las capas de hielo, la cantidad de hielo de los mares y los océanos ha disminuido en las últimas décadas, lo cual tiene un impacto directo en la reflexión de los rayos solares.

## 5.3. Inconvenientes globales en el futuro

En los últimos 100 años (1906 - 2005), la temperatura terrestre ha aumentado 0,74 °C. En comparación, el calentamiento global tras la última edad de hielo

fue de 4-7 °C en un período de 5.000 años. Un calentamiento que, según el IPCC de las Naciones Unidas, fue diez veces más lento que el que sufrimos hoy en día. En los últimos 25 años, la temperatura de la Tierra ha aumentado 0,18 °C por década, más del doble que el promedio de los últimos 100 años.

En uno de los informes de Evaluación del IPCC en el 2008, "Consequences and Climate Adaptation" ("Consecuencias y adaptación climática"), se evaluaron las consecuencias futuras a las que se espera que contribuirán los cambios climáticos, siendo varias muy graves para los seres humanos, animales y plantas; a saber:

- Se prevé que a mediados de este siglo, las áreas húmedas serán aún más húmedas y las áreas secas, más secas
- Hasta una sexta parte de los habitantes del planeta tendrán problemas de falta de agua porque el suministro de agua en muchas regiones depende de los recursos acuíferos, como la nieve y el deshielo
- Entre el 20 y el 30% de las especies animales y vegetales del planeta estarán en peligro de extinción si el promedio de la temperatura global sube más de 1,5 a 2,5 °C por encima del nivel de 1990
- La mayoría de los arrecifes de coral se volverán pálidos con un calentamiento local de 1 °C y estarán en peligro de extinción si el calentamiento supera los 2 °C
- Las cosechas serán más reducidas en las áreas cercanas al ecuador y habrá más hambrunas
- Cuando el nivel del mar suba, las costas se erosionarán y una gran parte de la población mundial que habita en las zonas costeras bajas estará amenazada por inundaciones
- Millones de seres humanos resultarán afectados por una amplia variedad de enfermedades relacionadas con el clima

#### ***5.4. EO, una propuesta de energía limpia***

La energía eólica no contamina, es inagotable y frena el agotamiento de combustibles fósiles contribuyendo a evitar el cambio climático. Es una tecnología de aprovechamiento totalmente madura y puesta a punto.

Es una de las fuentes más económicas, puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de carbón (considerado tradicionalmente como el combustible más barato), las centrales

de combustible e incluso con la energía nuclear, si se consideran los costes de reparar los daños medioambientales.

El generar energía eléctrica sin que exista un proceso de combustión o una etapa de transformación térmica supone, desde el punto de vista medioambiental, un procedimiento muy favorable por ser limpio, exento de problemas de contaminación, etc. Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que beneficia la atmósfera, el suelo, el agua, la fauna, la vegetación, etc.

Evita la contaminación que conlleva el transporte de los combustibles: gas, petróleo, gasoil, carbón; reduciendo el intenso tráfico marítimo y terrestre cerca de las centrales, y suprimiendo los riesgos de accidentes durante estos transportes: limpiezas y mareas negras de petroleros, traslados de residuos nucleares, etc. No resulta necesaria la instalación de líneas de abastecimiento (canalizaciones a las refinerías o las centrales de gas).

La utilización de la energía eólica para la generación de electricidad presenta nula incidencia sobre las características fisicoquímicas del suelo o su erosionabilidad, ya que no se produce ningún contaminante que incida sobre este medio, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras.

Al contrario de lo que puede ocurrir con las energías convencionales, la energía eólica no produce ningún tipo de alteración sobre los acuíferos ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos. La generación de electricidad a partir del viento no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni destruye la capa de ozono, y tampoco crea lluvia ácida. No origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes.

Cada KW/h de electricidad generada por energía eólica en lugar de carbón, evita:

- ✓ **0,60 Kg. de CO<sub>2</sub>, dióxido de carbono**
- ✓ **1,33 gr. de SO<sub>2</sub>, dióxido de azufre**
- ✓ **1,67 gr. de NO<sub>x</sub>, óxido de nitrógeno**

La electricidad producida por un aerogenerador evita que se quemen diariamente miles de litros de petróleo y miles de kilogramos de lignito negro en las centrales térmicas. Ese mismo generador produce idéntica cantidad de energía que la obtenida por quemar diariamente 1.000 Kg. de petróleo. Al no quemarse esos Kg. de carbón, se evita la emisión de 4.109 Kg. de CO<sub>2</sub>, lográndose un efecto similar al producido por 200 árboles.

Se impide la emisión de 66 Kg. de dióxido de azufre –SO<sub>2</sub>– y de 10 Kg. de óxido de nitrógeno –NO<sub>x</sub>– principales causantes de la lluvia ácida.

La energía eólica es independiente de cualquier política o relación comercial, se obtiene en forma mecánica, y por lo tanto, es directamente utilizable. En cuanto a su transformación en electricidad, ésta se realiza con un rendimiento excelente y no a través de aparatos termodinámicos con un rendimiento de Carnot siempre pequeño.

Al finalizar la vida útil de la instalación, el desmantelamiento no deja huellas.

Crea un elevado número de puestos de trabajo en las plantas de ensamblaje y las zonas de instalación.

El parque eólico requiere poco mantenimiento y gasto, pues una vez instalado no hay nadie que tenga que mantenerlo, todo se regula por ordenador. La materia prima es gratuita.

Además, puede instalarse en espacios no aptos para otros fines, como por ejemplo; en zonas desérticas, próximas a la costa, en laderas áridas y muy empinadas para ser cultivables.

Su inclusión en un sistema ínter ligado permite, cuando las condiciones del viento son adecuadas, ahorrar combustible en las centrales térmicas y/o agua en los embalses de las centrales hidráulicas.

#### 5.4.1. Desventajas que presenta la EO

Mas allá de todos los puntos favorables que presenta esta forma de energía, hay que destacar ciertos puntos negativos, a saber:

- El aire al ser un fluido de pequeño peso específico, implica fabricar máquinas grandes y en consecuencia caras. Su altura puede igualar a la de un edificio de diez o más plantas, en tanto que la envergadura total de sus aspas alcanza la veintena de metros, lo cual encarece su producción
- Desde el punto de vista estético, la energía eólica produce un impacto visual inevitable, ya que por sus características precisa unos emplazamientos que normalmente resultan ser los que más evidencian la presencia de las máquinas (cerros, colinas, litoral). En este sentido, la implantación de la energía eólica a gran escala, puede producir una alteración clara sobre el paisaje, que deberá ser evaluada en función de la situación previa existente en cada localización
- Un impacto negativo es el ruido producido por el giro del rotor, siempre que estemos muy próximos a los molinos, pero su efecto no es más

acusado que el generado por una instalación de tipo industrial de similar entidad

- También ha de tenerse especial cuidado a la hora de seleccionar un parque si en las inmediaciones habitan aves, por el riesgo de mortandad al impactar con las palas; aunque existen soluciones al respecto como pintar en colores llamativos las palas, situar los molinos adecuadamente dejando pasillos a las aves, e incluso en casos extremos, hacer un seguimiento de las aves por radar, llegando a parar las turbinas para evitar las colisiones
- La necesidad de grandes espacios para instalar el parque eólico, resulta un gran inconveniente, ya que no siempre se disponen de grandes áreas para la instalación
- No todos los espacios son suficientemente aptos para generar energía eólica, ya que es necesario terrenos en los que naturalmente y de forma más o menos constante, existan corrientes de aire
- La variabilidad de la producción de energía según el tiempo que haga, pues el viento nunca es constante y no siempre posee la misma intensidad
- La poca producción energética en comparación con otros recursos, en relación directa con el viento. Por este motivo, la mayoría de las empresas prefieren usar fuentes de energía no renovables, pues les resulta más rentable
- Los aerogeneradores producen una cantidad mínima de interferencias en las ondas de radio y televisión

### *5.5. La situación nacional*

A la hora de definir las debilidades de la Argentina para atraer inversiones, cabe destacar principalmente dos; la falta de un marco claro que asegure el retorno de la inversión, y las demoras en las negociaciones para salir por completo del default. Por lo tanto, al no haber acordado con los acreedores del Club de París, se hace muy caro el acceso a los créditos para las empresas inversionistas.

Al comienzo, las energías renovables sólo pueden consolidarse con ayuda del Estado. Para estimular las energías limpias es necesario subsidiar a las empresas con un precio de la electricidad interesante.

Se debe consensuar, entre los fabricantes y desarrolladores de parques eólicos, y los representantes de la demanda eléctrica, planes conjuntos que

faciliten la implementación de este tipo de proyectos. Además, para facilitar la llegada de inversiones, es necesario dar garantías de precios y contratos a largo plazo por medio de una ley.

Las bajas tarifas del sector energético, que estuvieron congeladas desde 2002 hasta fines de 2008, cuando el Gobierno empezó a autorizar aumentos graduales, dificultan la llegada de inversiones debido a que los precios no son lo suficientemente altos para repagar un emprendimiento del MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio).

Sucede que si bien la venta de certificados de carbono ayuda a repagar el proyecto, por sí sola no alcanza para cubrir la inversión. Para lograr un negocio rentable es necesario que existan precios competitivos que garanticen la rentabilidad del emprendimiento, donde las tarifas eléctricas estén equiparadas con relación a los índices regionales (en Chile, sin ir más lejos, la electricidad vale el doble que en la Argentina).

Actualmente el país se encuentra ante una paradoja: los precios artificialmente bajos de la electricidad impiden que brote una industria eólica argentina, pero al mismo tiempo frenan el desembarco en el país de fabricantes extranjeros. Esto crea una “ventana de oportunidad” para que algunas firmas argentinas asuman el riesgo de volverse competidoras mundiales en este mercado inmenso. Pero este lapso no durará mucho, pues la situación que actualmente se sostiene forzosamente desde el Estado, gastando miles de millones de dólares por año en subsidios, no puede mantenerse por mucho tiempo más.

La situación actual muestra que Argentina casi no tiene parques eólicos, y sus desarrollos tecnológicos en el rubro son incipientes; esta realidad se debe principalmente a dos factores:

- Todavía el mercado eléctrico nacional paga muy poco el megavatio hora, de modo que a los generadores privados, la opción eólica no les resulta atractiva
- Los incentivos nacionales y provinciales que premian la generación eólica, no alcanzan para volver interesante este precio

Si su territorio estuviera plagado de molinos, el país podría generar energía eólica por hasta 2.000 gigavatios (GW), es decir, un potencial eólico de dos millones de megavatios, suficiente para abastecer de electricidad eólica a toda Suramérica. Pero los pocos emprendimientos de este tipo que existen aportan 31 MW al día de hoy, una ínfima parte del potencial.

La Argentina cuenta, a partir de la Ley 26.190/06, con un plan para el desarrollo de energías renovables. Su objetivo es que en el 2016 ese tipo de energías

lleguen a cubrir el 8% de la demanda total, o el equivalente a 2.500 MW. Para esto, según la previsión oficial, se necesitarán instalaciones eólicas que demandarán inversiones de entre 2.200 y 2.700 millones de dólares. La Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER) reclamó a principios del 2009 que, pasados tres años de su sanción, todavía no se habían producido avances en la reglamentación de esa ley, y que, en el contexto actual, el marco legal vigente lamentablemente no generaba las condiciones para el desembarco de las inversiones necesarias. La Patagonia y ciertas zonas de la llanura pampeana son ideales para generar una energía limpia, con pocos puntos en contra. Sin embargo, aún falta decisión política para encarar el reemplazo de los hidrocarburos.

El país tiene condiciones favorables por demás, para llevar adelante este tipo de proyectos; por ejemplo: el viento que sopla en Comodoro Rivadavia es el doble del que alimenta a los aerogeneradores de Alemania, el país más avanzado en esta tecnología (sobrepasa los 20.000 megavatios eólicos instalados, cerca del total de la demanda energética argentina, que apenas tiene 31 MW eólicos).

La Argentina sobresale por el potencial enorme de su viento, que es un recurso excepcional a nivel mundial. Este país posee estepas con baja vegetación y un corredor de vientos importante que sólo podría igualar algún parque off shore. Además de esas condiciones naturales únicas, el país cuenta con cierto grado de desarrollo técnico que debería aprovechar, entre otras razones, para no perder terreno respecto de Brasil también en este ámbito (llegado el 2009 este país tiene casi 100 veces la capacidad instalada nacional). Este es uno de los pocos países de la región que tiene la infraestructura técnica y humana para fabricar equipamiento.

La industria energética tiene posibilidades de aportar proyectos MDL en el futuro, pero para que eso suceda es necesario que existan condiciones de mercado atractivas.

La realidad marca que Argentina está muy lejos de los primeros puestos en el ranking de países, que buscan en estas tecnologías, los sustitutos del petróleo que se acaba y de los recursos naturales que se malgastan. A la cabeza van Alemania, Estados Unidos (el mayor emisor de gases contaminantes del efecto invernadero), España e India. Portugal aparece en el décimo lugar y su electricidad proviene en un 43 por ciento de fuentes de energía renovables.

### 5.5.1. Ventajas de la utilización de EO en la Argentina

La Argentina cuenta con grandes ventajas de aprovechamiento del recurso eólico, tales como:

- Velocidades medias de vientos del orden de 10 m/s en Patagonia a nivel superficial y mayores a 20 m/s a 50 metros de altura
- Factores de capacidad del orden de 0,40 a 0,45, cuando la media internacional fluctúa entre 0,23 y 0,26 (a modo de referencia, las centrales térmicas y las nucleares tienen un factor de capacidad de 0,85 a 0,90 - las centrales hidroeléctricas de 0,60 y las solares de 0,15)
- La densidad de población promedio en la Patagonia es de casi 2,2 habitantes por Km<sup>2</sup>, según el “Censo Nacional de Población” correspondiente al año 2001 publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), lo cual posibilita disponer de grandes áreas para el emplazamiento de parques eólicos, sin tener que modificar estéticas de aglomerados urbanos
- Argentina cuenta con infraestructura propicia para la fabricación de estos equipos voluminosos y pesados (astilleros, grandes metalúrgicas, etc.) y con el conocimiento científico-técnico pertinente en dos importantes empresas de capitales nacionales: INVAP Sociedad del Estado e IMPSA. Cabe destacar que ambas empresas cuentan con desarrollos muy avanzados en prototipos de turbinas de alta tecnología de 1,5 MW (INVAP S.E.) y 1 MW (IMPSA)
- Carencia de energía en la región patagónica, donde se encuentran los mejores sitios de emplazamiento de las granjas eólicas al poseer los mejores corredores de vientos del país
- Tanto los desarrollos de tecnología, el diseño de ingeniería, como la gran mayoría de materiales y la formación del recurso humano altamente calificado, son totalmente de origen nacional. Además del alto valor agregado que producirían estos desarrollos, los cuales se capitalizarían en el país, los costos de los mismos serían inferiores, según las empresas mencionadas, al promedio de costos internacionales por KW instalado



### 5.5.2. GENREN - Una luz de esperanza

Una sensación de esperanza, todavía leve y desconfiada, circula entre los defensores de las energías verdes a partir del lanzamiento del GENREN, el programa creado por el Gobierno en el 2009, para incentivar la generación con combustibles no fósiles.

La iniciativa le confiere a la estatal Enarsa, el ente regulador del mercado eléctrico, la responsabilidad de licitar la compra de 1.000 MW producidos con fuentes que están en línea con el cuidado del medio ambiente. ENARSA compra la energía eléctrica proveniente de los adjudicatarios de la licitación para entregarla a CAMMESA, la compañía administradora del mercado mayorista eléctrico, siempre dentro de los sistemas vinculados a la red interconectada nacional; operaciones que están garantizadas a precio constante en USD por el lapso de 15 años.

La fuente más destacable de todas ellas es la eólica, que aportará 500 MW. La iniciativa establece que los emprendimientos no podrán exceder los 50 MW de potencia. Se estima una inversión de 2.500 millones de USD, junto con una generación de más de 8.000 puestos de trabajo directos.

Los beneficios en juego consisten en la amortización acelerada del Impuesto a las Ganancias y la devolución anticipada del IVA por la compra de bienes de capital. A eso se agrega, el reconocimiento de un precio para la energía entregada, que cubrirá los costos operativos, y una tasa razonable de ganancia, que se definirá para cada proyecto. A fin de afrontar los gastos que demande este régimen de fomento, se creará un fondo fiduciario que estará bajo la órbita del ministro de Planificación al 2009, Julio De Vido.

Si la promesa se transforma en realidad, la Argentina pasaría a contar con un 10% de su oferta eléctrica proveniente de recursos amistosos con el medio ambiente, una tendencia que se aplica en los países más avanzados del mundo, tales como los del norte de Europa.

## 5.6. Conclusiones

Para finalizar, se realiza un resumen de las barreras existentes para el desarrollo local de energías renovables:

- ✓ Desconocimiento de los posibles usuarios acerca de las capacidades de la energía eólica. Existe una notoria escasez tanto de programas de difusión gubernamental y comercial, como de proyectos demostrativos o subsidiarios
- ✓ Elevado costo inicial que implica el desarrollo total del parque eólico
- ✓ Falta de un marco regulatorio y normativo adecuado en relación con las políticas de incentivo de alcance nacional, estatal y municipal (exenciones impositivas o subsidios)
- ✓ Conveniencia de incluir los beneficios que prevé el GENREN (mayores precios para la energía y contratos a largo plazo) en una ley de alcance nacional, para incentivar más velozmente el desarrollo del sector
- ✓ Ausencia de una legislación que obligue a los sectores públicos y privados a comprar toda energía de origen renovable disponible, con precios que permitan al generador amortizar sus inversiones en tiempos razonables, programa feed in tariff
- ✓ Falta de programas educativos tanto para la población en general, en los niveles iniciales, primario y secundario, como para la formación de técnicos dedicados al diseño, la instalación, la reparación y el mantenimiento de equipos de generación energética limpia
- ✓ Necesidad de un programa coordinado de entidades financieras, aseguradoras y bancos en conjunto con las empresas productoras de aerogeneradores
- ✓ Inexistencia de una red de comercialización que cuente con operadores capacitados y personal de servicio técnico competente y confiable a lo largo del país
- ✓ Limitado relevamiento de los recursos energéticos y datos climáticos disponibles en cada región (velocidad y frecuencia del viento)
- ✓ Escaso número de grupos de investigación y desarrollo en organismos nacionales o privados que se encuentran trabajando en el segmento

A pesar de la situación local descripta, y de las barreras existentes propias de un país emergente; este proyecto en particular, ubicado en la provincia de Chubut, con una inversión inicial de 124 millones de pesos, recuperada

totalmente en el inicio de la tercera parte del proyecto, genera alrededor de 80.000 MWh en cada uno de los 20 años de duración del mismo, utilizando 12 aerogeneradores Vestas V63 de 1.500 KW cada uno, con una vida útil estimada en 20 años de duración. El análisis realizado con los datos seleccionados, dentro del marco regulatorio en el que la Ley 26.190 no se encuentra reglamentada al momento de la elaboración de este informe, muestra que el parque eólico propuesto es totalmente viable en Comodoro Rivadavia; y rentable, bajo los supuestos considerados dentro de este informe (valores constantes en el tiempo, incentivos, beneficios, etc.).

El camino que ya se transitó en el orden local en general se debe a esfuerzos puntuales, sin una política clara al respecto. Claramente, no se trata de que el sector reclame beneficios, sino que, por el contrario; si se recibiera el apoyo suficiente, eso redundaría en muchos beneficios que los políticos no terminan de entender. El más obvio es el de generar energía renovable sin emisión de gases de efecto invernadero, a un costo competitivo, con precios de generación de energía eólica razonables, a través de un financiamiento accesible, junto con un contexto legal que colabore con tal fin.

Una vez más, será cuestión de aprovechar la oportunidad. La industria eólica crece a razón de 30% por año en todo el mundo. Argentina lo tiene todo para recuperar terreno en la región y no estar tan lejos de países como Brasil, que en un principio estaba detrás de nuestro país y hoy cuenta con una capacidad instalada muy superior.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- “3Tier - Comunicado de prensa” [en línea]. *Renewable Energy World*. 29 de octubre 2007. <http://www.renewableenergyworld.com/rea/partner/3tier> [Consulta: abril 2009]
- “El BID podría financiar tres parques eólicos en Chubut y Santa Cruz” [en línea]. *Asociación Argentina de Energía Eólica*. 31 de agosto 2009. [http://www.argentinaeolica.org.ar/portal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=357&Itemid=6](http://www.argentinaeolica.org.ar/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=357&Itemid=6) [Consulta: septiembre 2009]
- “Energía Eólica” [en línea]. *Cámara Argentina de Generadores Eólicos (CADEGE)*. Año 2009. <http://www.cadege.org.ar> [Consulta: julio 2009]
- “Energías Renovables 2008” [en línea]. *Secretaría de Energía de la Nación - Energía Eólica*. Marzo-abril 2009. <http://energia3.mecon.gov.ar/home/> [Consulta: junio 2009]
- “Estado Actual y Perspectivas de la Energía Eólica en Latinoamérica” [en línea]. *Asociación Latinoamericana de Energía Eólica (LAWEA)*. 7 de junio 2009. <http://www.lawea.org> [Consulta: junio 2009]
- Fernandez Blanco, Pablo. ¿Un mundo verde?. *Revista Petroleo, Gas & Química*, Edición N° 245 (junio 2009): Páginas 13-20.
- Guerra, Eduardo. Necesitamos un programa integral de incentivo para lograr un desarrollo sustentable de la generación eólica. *Revista Petroleo, Gas & Química*, Edición N° 246 (julio 2009): Páginas 138-142.
- “Indices” [en línea]. *Dirección General de Estadísticas y Censos*. Año 2008 y 2009. <http://www.estadistica.chubut.gov.ar> [Consulta: junio 2009]
- “Informe de Precios de la Energía” [en línea]. *Montamat & Asociados S.R.L.* 20 de enero 2009. <http://www.montamat.com.ar/ultimo-informe.html> [Consulta: mayo 2009]
- Ing. Hugo Brendstrup. “¿Por qué todavía no tenemos grandes parques eólicos en Argentina?” [en línea]. *INVAP INGENIERIA SE*. 29 de abril 2009. <http://www.invap.net/indus/eolica/situacion.html> [Consulta: agosto 2009]
- La Energía Eólica aguarda vientos favorables. *Revista Tecnoil*, Edición N° 311 (julio 2009): Páginas 52-58.

- Lapeña, Jorge. La urgente necesidad de una política de Estado para el sector energético. *Revista Petroleo, Gas & Química*, Edición N° 247 (agosto 2009): Páginas 24-32.
- “Parque eólico Antonio Moran” [en línea]. *Sociedad Cooperativa Popular Limitada*. Mayo 2009. <http://www.scpl.coop> [Consulta: julio 2009]
- “Portal Chubut” [en línea]. *Página oficial de la Prov. Chubut*. Marzo-julio 2009 <http://www.chubut.gov.ar> [Consulta: julio 2009]
- “REN 21 (Renweable Energy for 21<sup>st</sup> Century)” [en línea]. *Global Status Report*. Julio- septiembre 2009. <http://www.ren21.net/> [Consulta: septiembre 2009]
- “Reportes y página oficial” [en línea]. Fundación para el desarrollo eléctrico. Años 2005-2008. <http://www.fundelec.org.ar/informes/> [Consulta: febrero 2009]
- “SIG Eolico - Sistema de Información Geográfico” [en línea]. *Mapa Eolico Nacional*. Año 2009. <http://www.sigeolico.com.ar> [Consulta: junio 2009]
- “Síntesis del MEM de febrero 2009” [en línea]. *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*. Febrero-agosto 2009. <http://www.cnea.gov.ar/xxi/> [Consulta: agosto 2009]
- “Software del Mapa Eólico de Chubut “ [en línea]. *Centro Regional de Energía Eólica (CREE)*. Junio 2009. <http://www.eeolica.com.ar/> [Consulta: julio 2009]
- “World Wind Energy Report 2008” [en línea]. *World Wind Energy Association (WWEA)*. 12 de febrero 2009. [http://www.wwindea.org/home/index.php?option=com\\_content&task=view&id=226&Itemid=43](http://www.wwindea.org/home/index.php?option=com_content&task=view&id=226&Itemid=43) [Consulta: marzo 2009]