

ENERGÍA EÓLICA + HIDRÓGENO



UNA POLÍTICA ESTRATÉGICA

PARA EL CRECIMIENTO SUSTENTABLE

Y LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DE ARGENTINA

Notas sobre los Autores:

CECILIA NOEMI GIRALT

- Abogada y Master en Administración de Negocios.
- Investigadora del Programa sobre “Relaciones Internacionales, Globalización, Integración y Política Exterior” del Centro de Estudios Avanzados (CEA) de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Tiene amplia experiencia en la industria aeronáutica, habiendo ocupado los cargos de Jefe del Servicio Jurídico en el Área Material Córdoba y Gerente de Contratos en Lockheed Martin Aircraft Argentina S.A.
- Ex adcripta de Derecho Societario en la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional de Córdoba, Ex docente de Derecho Público y Privado del Instituto Universitario Aeronáutico, docente de Técnicas de Negociación del Colegio Universitario IES.
- Asimismo ha participado en grupos de Gerenciamiento de Riesgos para Proyectos, dictando el curso de Administración de Riesgos de Proyecto en modalidad in-company y numerosas capacitaciones en Negociación y Contratos.

Contacto: ceciliagiralt@gmail.com

CRISTIAN GABRIEL ALVA

- Ingeniero Mecánico Aeronáutico, especializado en Administración de Proyectos.
- Ha desarrollado su carrera en industrias metalúrgicas, autopartistas y aeronáuticas, abocado a desarrollos técnicos, implementación de proyectos industriales y logística de industrias pesadas.

Contacto: cristian_alva@yahoo.com.ar

ENERGÍA EÓLICA + HIDRÓGENO

UNA POLÍTICA ESTRATÉGICA PARA EL CRECIMIENTO SUSTENTABLE Y LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DE ARGENTINA

El presente trabajo ha sido realizado con el objetivo de dar una visión del gran potencial eólico que alberga Argentina.

Deseamos mostrar un aspecto de esta realidad y acercar alguna reflexión para crear una mayor conciencia de lo que implica esta oportunidad, la cual se muestra aún más promisoría en el actual contexto internacional en que se encuentran los recursos energéticos del planeta.

La escasez de los recursos naturales y el abastecimiento de energía en base a las fuentes tradicionales, son los dos grandes temas que enfrentará la humanidad en los próximos 20 años.

Si bien el petróleo posibilitó el incremento de la producción y del comercio a nivel mundial, también es cierto que, esto fue llevando a una mayor dependencia del “oro negro” en cualquier circuito económico y productivo.

Pero este recurso no renovable se está agotando. La prueba actual es que en el siglo XX se consumió la mitad del petróleo de existencias comprobadas, y el resto comenzará a escasear dentro de las próximas décadas del siglo XXI. Esto, sumado al gran crecimiento económico e industrial por el que está atravesando la humanidad, produce y producirá en un futuro cercano, una fuerte expansión en la demanda de combustibles fósiles, acelerando el proceso de agotamiento de las reservas. Es en este delicado punto donde el recurso se transforma en una cuestión estratégica en las agendas de los Estados.

En este contexto nos urge realizar un análisis del presente y futuro de la Argentina en relación a sus recursos energéticos disponibles, y cuales son las alternativas con que cuenta en el mediano y largo plazo a las puertas del Cenit del Petróleo.

Y en esta línea de análisis nos detendremos, toda vez que la Argentina cuenta con uno de los recursos energéticos renovables más importantes del mundo, el viento.

En el marco de un escenario energético muy crítico para el país, creemos oportuno mostrar este potencial, la factibilidad de su aprovechamiento para la generación de energía eléctrica, la posibilidad de afianzar el desarrollo de una industria local de fabricación de aerogeneradores de gran potencia, y la inserción de la energía eólica en el proceso de producción de Hidrógeno, considerado éste como el principal vector energético del futuro.

Se avecina un nuevo orden internacional en el que se está mutando de la “economía del Petróleo” a la “economía del Hidrógeno”, y en ese nuevo orden la Argentina puede ser protagonista gracias a su gran potencial eólico, el cual, sumado a la producción de Hidrógeno, pueden convertirse en las herramientas estratégicas para lograr su autonomía energética y su crecimiento sustentable en este milenio.

LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

Los recursos energéticos son aquellos recursos naturales que el hombre utiliza como fuente de energía a través de algún proceso de transformación. En general estos recursos se clasifican en: recursos energéticos renovables y recursos energéticos no renovables.

Los recursos renovables son aquellos que en sus procesos de transformación no contaminan el medio ambiente. Se trata de fuentes de energía de flujo continuo, que como resultado de un proceso de transformación pueden ser convertidas en otros tipos de energía. Dentro de estos recursos tenemos el sol, que deviene en energía solar, el viento que lo hace en energía eólica, el agua que deviene en energía hidráulica y mareomotriz, el conjunto de las materias biológicamente renovables que devienen en biomasa, y el calor de la tierra que deviene en energía geotérmica.

Los recursos energéticos no renovables, también denominados combustibles fósiles (petróleo, carbón mineral y gas natural) son una reserva de energía, resultado de millones de años de descomposición y almacenamiento de vegetales y animales, que se transformaron lentamente mediante procesos físico-químicos, en diversos compuestos orgánicos sólidos (carbón), líquidos (petróleo) y gaseoso (gas natural).

Estos combustibles fósiles, son finitos, puesto que necesitan de millones de años para formarse y son únicos en la naturaleza, pues no existen otros elementos que se hayan formado de esa misma manera ni que, por tanto, acumulen una cantidad de energía tan grande y tan fácil e inmediata de aprovechar, por simple combustión.

Con el inicio de la Revolución Industrial el hombre comenzó a servirse de dichos combustibles. La energía obtenida de estas fuentes fósiles contribuyó para la explotación de otros recursos naturales, posibilitando la explosión demográfica y un modo de vida basado en un elevado consumo energético, del que sólo disfruta un tercio de la población mundial.

SITUACIÓN INTERNACIONAL DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS NO RENOVABLES

Los combustibles fósiles continúan siendo la fuente energética básica, pues no sólo aportan el 60% de la energía que se consume en el mundo¹, sino que también contribuyen al aprovechamiento de las demás fuentes energética conocidas.

Si la Tierra fuese infinita y sus recursos ilimitados, la población y el consumo energético podrían seguir aumentando indefinidamente, sin que la humanidad ni su estructura económica y productiva corriera ningún tipo de riesgo.

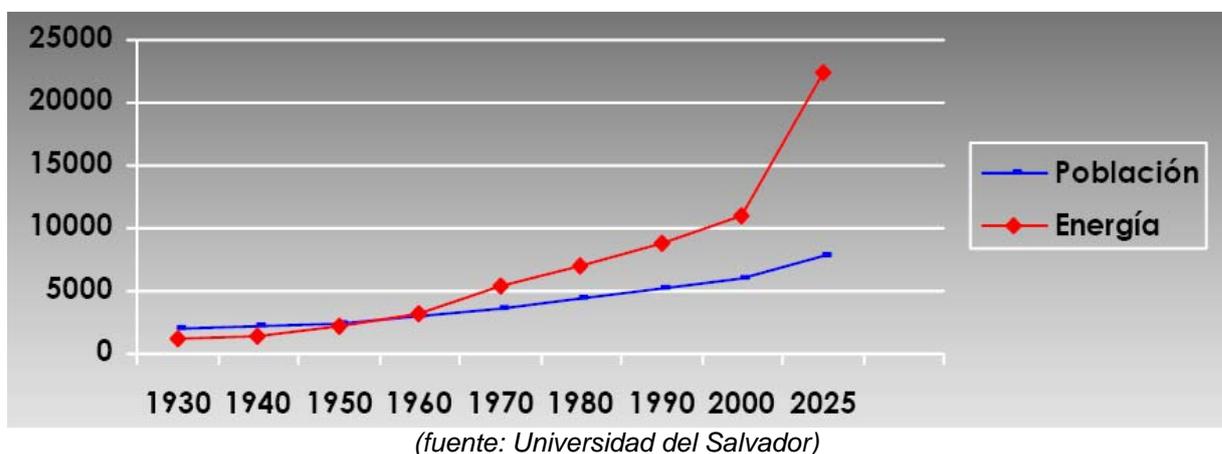
¹ Freda, José F.: Agotamiento de las reservas de hidrocarburos en Argentina – Universidad del Salvador.

Pero el proceso de extracción de materia orgánica del subsuelo puede llegar a su fin, no por voluntad del hombre, sino porque dichos recursos ya sean inexistentes.

En este punto, la pregunta que se precipita es si los combustibles fósiles han llegado a su fin. Y al respecto muchas teorías existen, y sobre todo especulaciones sobre lo que va a pasar cuando esto ocurra.

Lo importante, y mientras este debate continúa, es comprender que mientras la humanidad sigue creciendo en población, las necesidades energéticas también², lo cual implica que el suministro de combustibles fósiles se incrementará.

Fig.1.- Demanda energética mundial por fuentes de energía primaria 2004-2030



EL CASO DEL PETRÓLEO

El petróleo por su fácil obtención, versatilidad y gran cantidad de energía que proporciona por unidad de volumen, se convirtió desde el inicio de su extracción comercial masiva (principios del siglo XX), en el combustible fósil que más contribuyó al desarrollo de la industria, la agricultura, medios de transporte, etc..

Hoy nuestra sociedad, modo de vida actual y nuestra economía está basada en el uso intensivo del petróleo, con lo que podríamos decir que la economía mundial es la “economía del petróleo”, ya que el petróleo y el gas aportan el 60% de la energía primaria de la matriz energética de consumo del mundo.

² De Dicco, Ricardo: Diagnósticos y Perspectivas del Abastecimiento Mundial y Nacional de Hidrocarburos – Universidad del Salvador.

Se estima que con el actual modelo de producción y distribución por cada caloría de alimento que llega al consumidor final se requiere una media de unas ocho calorías de combustible fósil, básicamente de petróleo. Lo que lleva a concluir que si una sociedad esta basada en la economía del petróleo, cualquier variación en este recurso, en su precio, su disponibilidad o existencia provocará un impacto importante en la economía global.

¿EL PETRÓLEO COMO RECURSO ENERGÉTICO ESTÁ EN CRISIS?

Muchos son los indicadores que respaldan una próxima crisis energética global a causa del agotamiento y el alto consumo de combustibles fósiles, particularmente del petróleo.

En enero de 2005 la Royal Dutch Shell reconocía que las reservas probadas de petróleo y gas de la compañía eran inferiores en un 20% a lo que decían sus libros.³ Poco después, esa misma petrolera volvía a reducir en dos ocasiones la cifra de reservas, lo que supuso elevar en más del 25% el recorte total.

Casi simultáneamente, otra compañía de petróleo y gas, El Paso, admitía que sus reservas habían sido sobre estimadas en un 40%.⁴ Paralelamente, la industria asistía, al debate entre los dirigentes de Saudi Aramco y Matthew Simmons, presidente de un banco de inversiones energéticas de Estados Unidos y ex asesor del presidente George Bush, que, en un informe presentado en el Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales de Washington, señalaba la posibilidad de que los grandes campos de Arabia Saudí hubieran alcanzado ya su capacidad máxima de producción y hubieran entrado en fase de declive.⁵

Estos informes, entre otros tantos registrados en la prensa, han puesto en duda la real situación de las reservas globales del crudo. No en vano, muchos geólogos han venido advirtiendo que las estimaciones sobre las reservas globales de petróleo podrían estar peligrosamente exageradas, por motivos políticos y económicos.

Ante esta situación y la imparable escalada de la demanda (que según el Departamento de Energía de EE UU se incrementará en un 57% de 2001 a 2025)⁶ son muchos los que plantean que no quedará más alternativa que incrementar el gasto en exploración y producción, lo que nos acerca a un escenario anunciado desde hace tiempo: **el fin de la era del petróleo barato.**

³ Marzo, Mariano: “El fin de la era del petróleo barato” – Dudas sobre las reservas globales del crudo.

⁴ Ibidem.

⁵ Ibidem.

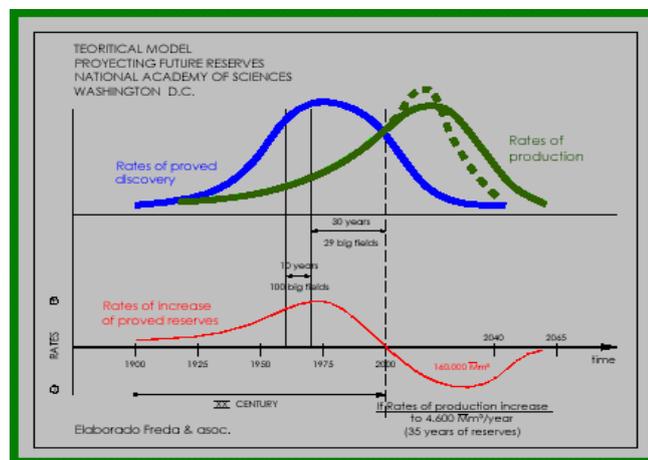
⁶ Ibidem.

Pero la cuestión no es tan simple; si bien la industria petrolera siempre esgrimió la teoría de que nuevos descubrimientos cubrirían los consumos y que esa situación permitiría un flujo interminable del crudo, hoy la realidad muestra que las Leyes naturales, también se cumplen

Lo cierto es que si bien el petróleo no se agotará totalmente, se dejará de producir cuando la energía que debamos emplear para extraerlo sea mayor a la que se pueda obtener del hidrocarburo.

Esto fue demostrado por el geofísico de la Universidad de Chicago, M. King Hubbert, en 1950 cuando correlacionó las curvas históricas de la producción y declinación de varios campos petroleros de USA y su comportamiento ante la introducción de nuevas tecnologías. Hubbert, elaboró así un modelo matemático que demostró que la evolución que tenía la explotación de un pozo petrolífero sigue una curva en forma de campana la cual se denominó “Curva de Hubbert” (Fig. 2).

Fig. 2.- Modelo Teórico proyectando futuras reservas de petróleo



Fuente: Freda & Asociados, Consultores Energéticos (2004).

Esta curva explica que todo pozo petrolífero tiene un período de vida útil, y por tanto la producción mundial también. Cuando se inicia la explotación de cualquier pozo, la producción aumenta rápidamente liberando el líquido contenido a presión y generando con poco esfuerzo cantidades cada vez mayores. A medida que pasa el tiempo la producción pierde fuerza alcanzando su máximo (cenit) a partir del cual se reduce (declive) hasta agotarse.

Esto se describe gráficamente mediante una curva en forma de campana, que nos muestra que cuando se ha alcanzado el “cenit del petróleo” o punto de máxima producción,

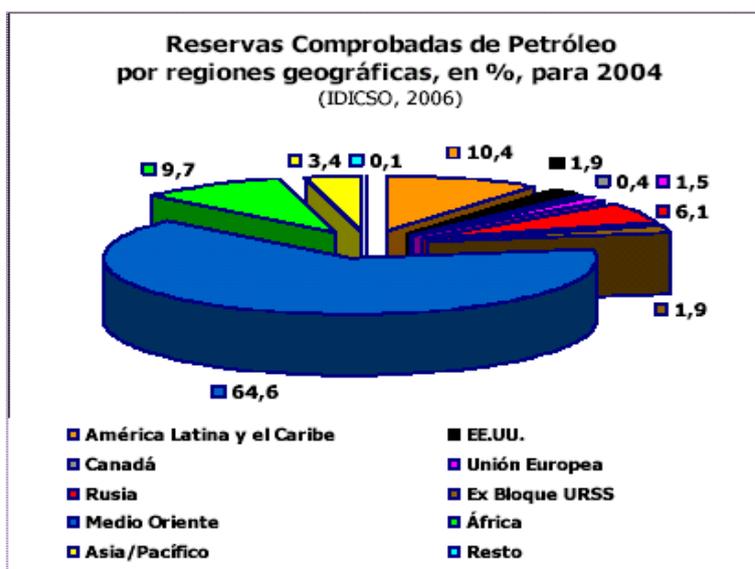
significa que se ha extraído la mitad del petróleo existente al inicio de la explotación. Una vez pasado el “cenit”, se produce el descenso, en cuyo momento, la curva comienza a adquirir forma de campana, poco a poco al principio, hasta caer rápidamente, en cuyo punto ya contiene muchos residuos y no compensa su extracción.⁷

La aplicación de este modelo en el comportamiento de las reservas mundiales, contempló entre otras variables, la caída de los descubrimientos en cantidad y calidad. En la década del '60 se descubrieron 100 grandes yacimientos de petróleo, mientras que en los últimos 33 años, sólo 30, pese al abrumador desarrollo tecnológico. Se estima que el 67% de los yacimientos de petróleo del mundo ya han sido descubiertos y sólo quedarían un 3% por descubrir.⁸

El gas natural sigue las mismas restricciones del petróleo. Las estimaciones dicen que al actual ritmo de consumo mundial el mundo tendría suministro por 60 años, pero al no tener hoy sustituto del petróleo, su vida se acortaría a 45 años.

En el gráfico siguiente, podemos observar la distribución geográfica de las reservas mundiales de petróleo al 2004.

Fig. 3.- Distribución geográfica de las reservas mundiales de petróleo al 2004



(fuente: IDICSO – Universidad del Salvador)

¿ESTAMOS YA ANTE EL CENIT DEL PETRÓLEO?

⁷ Bernales Campos, Nelson: Petróleo en crisis.

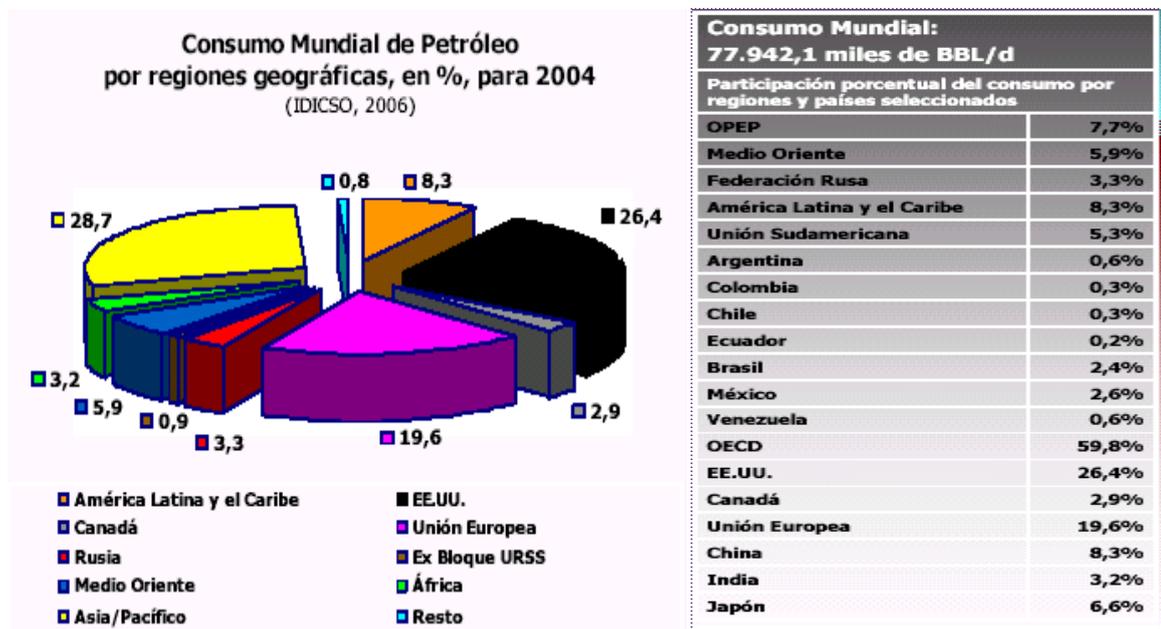
⁸ Freda, José F.: Agotamiento de las reseras de hidrocarburos en Argentina.

Los expertos no logran definir con exactitud la fecha del “cenit” de la producción mundial, y no es fácil ya que la producción varía cada año. Sin embargo ellos también argumentan que se sabrá que hemos sobrepasado el cenit hasta unos 3 o 4 años después de haberlo superado. Los geólogos son coincidentes en que esto ocurrirá en la presente década, y marcan fechas entre el 2004 y el 2016.

Tampoco se pueden conocer con exactitud las reservas de algunos de los principales países productores, pues en los años 80, las aumentaron sin base científica para poder acceder a mayores cuotas anuales de producción.

Conocer la fecha exacta del cenit, no es lo que más preocupa; lo alarmante es que según los expertos, los cálculos de Hubbert se van cumpliendo y ya estamos en los años en que la producción mundial no se va a poder incrementar, disminuyendo en los próximos años.

Fig.4.- Consumo mundial de petróleo por regiones geográficas



(fuente: IDICSO – Universidad del Salvador)

Esto sumado al aumento de la demanda debido al gran crecimiento económico e industrial de China e India, cuyas poblaciones suman 2.300 millones, produce y producirá en un futuro cercano, una fuerte expansión en la demanda de combustibles fósiles, acelerando el proceso de agotamiento de las reservas.

De lo expuesto, podríamos concluir que la campana de Hubbert proyectada a escala

mundial señala, según fuentes oficiales de EE.UU., que el pico de extracción de petróleo se alcanzaría alrededor del año 2016, para declinar drásticamente, dejando de satisfacer necesidades energéticas masivas entre 2030 y 2040.⁹

Es decir, a partir del año 2030 las reservas petroleras del planeta no podrán satisfacer el consumo mundial de energía como lo es ahora. Los descubrimientos de grandes yacimientos de petróleo y gas natural fueron realizados durante el período 1950-1980.¹⁰

Conforme ello, sin que se den otros descubrimiento de gran envergadura, podríamos decir que, al nivel de extracción petrolera y gasífera del año 2004, el horizonte de vida de las reservas mundiales alcanzaría para sólo 44 años (2048) y las de gas natural para 65 años (2069), respectivamente. Aunque ambos horizontes podrían disminuir drásticamente con tasas de crecimiento anual del 2,5% en la extracción.

Fig.5.- Horizonte de vida de las reservas de hidrocarburos

Coefficiente Reservas Comprobadas/Extracción de Hidrocarburos, año 2004	
Horizonte de vida Mundial de los Hidrocarburos:	
Petróleo:	44 años
Gas Natural:	65 años
Carbón Mineral:	191 años
Participación en la Matriz Energética Mundial:	
TOTAL:	100.0%
Petróleo:	36,8%
Gas Natural:	23,7%
Carbón Mineral:	27,2%
Energía Nuclear:	6,1%
Hidroenergía:	6,2%
OECD - Horizonte de vida de los Hidrocarburos:	
Petróleo:	10,9 años
Gas Natural:	13,7 años
Carbón Mineral:	217,0 años
EE.UU. - Horizonte de vida de los Hidrocarburos:	
Petróleo:	11,1 años
Gas Natural:	9,8 años
Carbón Mineral:	256,0 años
Unión Europea - Horizonte de vida de los Hidrocarburos:	
Petróleo:	6,5 años
Gas Natural:	12,8 años
Carbón Mineral:	299,0 años
América Latina - Horizonte de vida de los Hidrocarburos:	
Petróleo:	30,4 años
Gas Natural:	45,2 años
Carbón Mineral:	354,0 años (Sudamérica)
Fuente: IDICSO-USAL (2006).	
Autores: Ricardo De Dicco y José Francisco Freda Informe: AREP027 Fecha: Abril de 2006	

Lo cierto es que la tasa de crecimiento del consumo de hidrocarburos en el mundo, supera la de producción. Esto determina que la matriz energética en la que se basa el crecimiento de muchos países no sea sustentable en el mediano plazo.

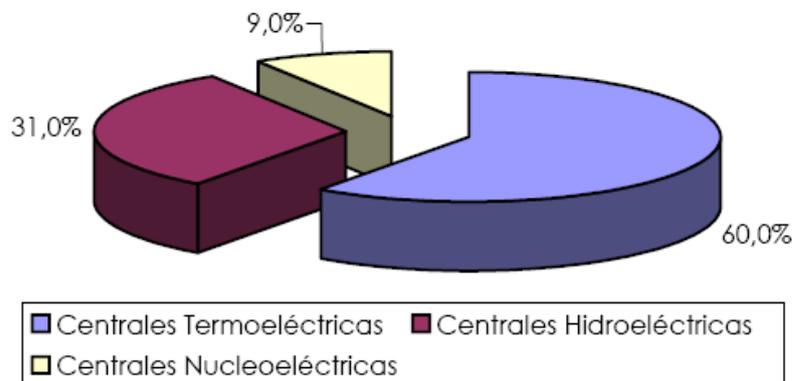
⁹ De Dicco y Freda: Informe AREP027, abril 2006

¹⁰ Ibidem.

LOS RECURSOS ENERGÉTICOS EN ARGENTINA

Argentina es un país hidrocarburo-dependiente. El suministro eléctrico depende en un 60% de centrales térmicas, abastecidas mayormente con gas natural.

Fig.6- Matriz de suministro de energía en Argentina.



(fuente: IDICSO – Universidad del Salvador)

Si analizamos la matriz de suministro de energía eléctrica, las centrales termoeléctricas (abastecidas prácticamente con gas natural, y en menor proporción con fuel-oil y gas-oil, derivados del petróleo) representan el 60% de la generación de energía eléctrica, mientras que las centrales hidroeléctricas y nucleoeléctricas lo hacen con 31% y 9%, respectivamente.¹¹

Fig.7.- Argentina. Estimación de reservas.

Argentina. Estimación del remanente de reservas comprobadas, extracción y horizonte de vida de hidrocarburos al 31/Dic/2005 (en millones de metros cúbicos y años)					
PETRÓLEO			GAS NATURAL		
Extracción (en MM de m ³)	Reservas (en MM de m ³)	Relación R/E (años)	Extracción (en MM de m ³)	Reservas (en MM de m ³)	Relación R/E (años)
38,6	330,4	8,6	51.453	482.764	9,4
Fuente: elaboración propia en base a datos de la Secretaría de Energía de la Nación (2006b).					

(fuente: IDICSO – Universidad del Salvador)

Las reservas certificadas de petróleo y gas natural, al nivel de extracción de 2005, alcanzan para sólo 8,6 y 9,4 años, respectivamente (Fig.7).

En suma, cualquier faltante en disponibilidad de petróleo o gas natural provocará una crisis energética ya que ese faltante no puede ser sustituido por otra fuente de energía primaria. Esto ha sido consecuencia de escasas inversiones de capital de riesgo en exploración durante el período 1999-2005 y las políticas nacionales en materia de exportación del crudo.

Como conclusión de ello vemos que el petróleo y el gas natural, proveen a la Argentina el 90% del total de la energía que consume, mientras que el resto de las fuentes de energía primaria (carbón mineral, hidroenergía, energía nuclear y otras), sólo cubren el 10% restante.

Es decir, Argentina es un país muy vulnerable, al tener una matriz energética extremadamente desbalanceada e hidrocarburo-dependiente. Debido a lo mencionado es que resulta necesario realizar un replanteo en torno a la actual estructura de la Matriz Energética Nacional, y considerar a las energías renovables como una alternativa válida y posible para la diversificación energética.

¹¹ Freda, José F.: Agotamiento de las reservas de hidrocarburos en Argentina.

SITUACIÓN ENERGÉTICA NACIONAL

Desde principios del 2004, se hizo evidente que la situación energética nacional se encontraba en estado de alerta, y para algunos analistas, en una situación de crisis. Parte de los factores que provocaron esta situación los hemos analizado supra.

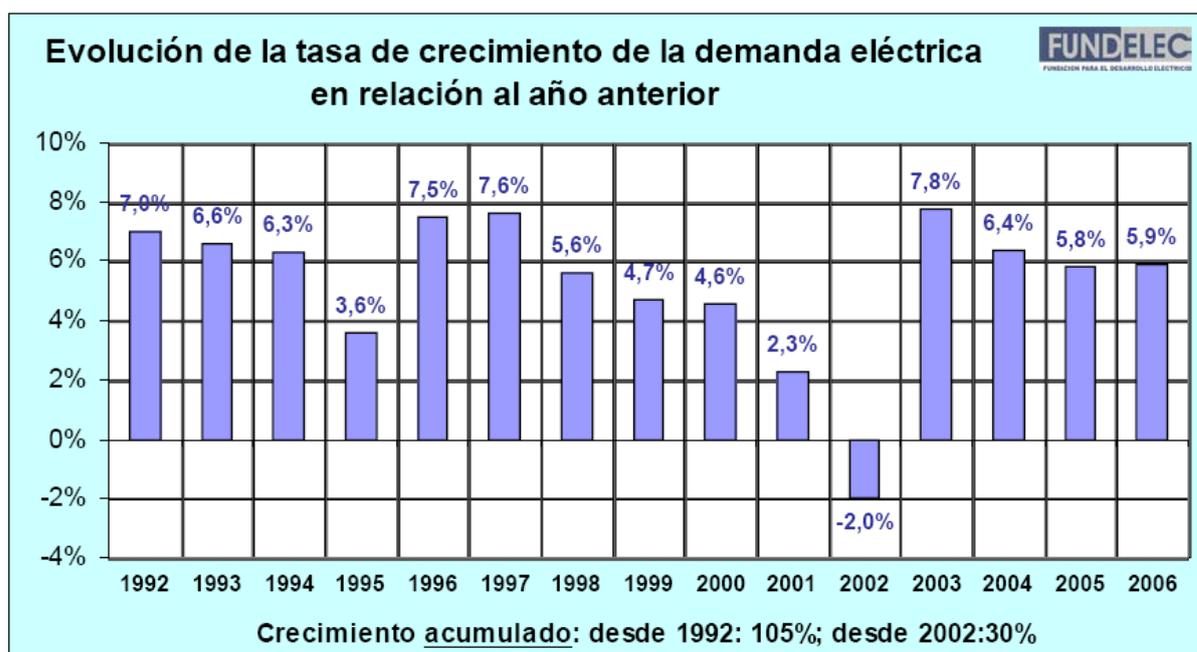
Ante esta crisis el gobierno nacional adoptó acciones coyunturales para contener sus efectos en el corto plazo. Dichas acciones se relacionaron con la importación de combustibles y/o energía de países como Bolivia, Brasil y Venezuela, el recorte de la exportación de gas a Chile y energía eléctrica a Uruguay, el corte del suministro de gas a grandes empresas en distintas regiones de Argentina y otras medidas que no alcanzaron a dar respuesta a esta situación.

Estas acciones se desarrollaron en un clima de gran tensión política, e impactaron perjudicialmente en la actividad industrial local y en las relaciones con los vecinos países de Chile, Bolivia, Brasil y Uruguay.

En el cuadro que se muestra a continuación, podemos analizar cual ha sido la evolución de la tasa de crecimiento de la demanda eléctrica en el período 1992-2006.

En el mismo se observa un importante crecimiento de la demanda desde el año 2003, año en que el PBI del país creció un 8,7% y la demanda de energía eléctrica un 7,8%.

Fig.8.- Tasa de Crecimiento de la Demanda Eléctrica 1992-2005



(fuente: El Crecimiento del Transporte Eléctrico Argentino – FUNDELEC – Enero 2007)

Además del crecimiento de la demanda de energía, la demanda de potencia también ha manifestado un continuo crecimiento, alcanzando records históricos de demanda en reiteradas ocasiones. Estos picos de demanda de potencia llevaron a alcanzar el límite práctico de generación eléctrica del país, con lo cual Argentina se encuentra en la muy difícil situación de no poder generar la energía necesaria, no ya solo para su crecimiento, sino para el normal funcionamiento de la sociedad. Esta consecuencia se hizo notar en muchos sectores industriales, los cuales sufrieron cortes de energía para favorecer al consumo eléctrico domiciliario.

En este escenario, el debate actual debería estar centrado no sólo en cómo administrar esta crisis, sino también cuales serán, para el mediano y largo plazo, las alternativas que el país articulará para no condicionar su futuro.

Dentro del contexto del mediano a largo plazo, la energía eólica se presenta como una alternativa válida para constituirse en una importante fuente de energía eléctrica en Argentina.

Esto se fundamenta en el gran potencial natural eólico que tiene nuestro país, la factibilidad de instalar una industria de fabricación de aerogeneradores aprovechando capacidades productivas y de servicio ya existentes, y en la capacidad de asociar la energía eólica a la generación de hidrógeno como vector energético.

En otro sentido, considerando una realidad social que merece una solución inmediata, hay que destacar que existe una gran parte del país que hoy no tiene acceso a la energía eléctrica por estar lejos de las redes de distribución ("país no conectado"), y que cuentan con un buen potencial eólico. Los habitantes de estas regiones, que se cuentan por cientos, podrían acceder a la energía eléctrica utilizando aerogeneradores de menor potencia o sistemas de generación híbrida, aprovechando el régimen de vientos de la región.

Por lo expuesto, podríamos decir que esta crisis energética se presenta como una gran oportunidad para el país, no sólo para cambiar su matriz energética actual, sino también para fortalecer la incipiente industria local de fabricación de aerogeneradores que pueda abastecer el mercado interno y regional.

LA ENERGÍA EÓLICA EN EL MUNDO

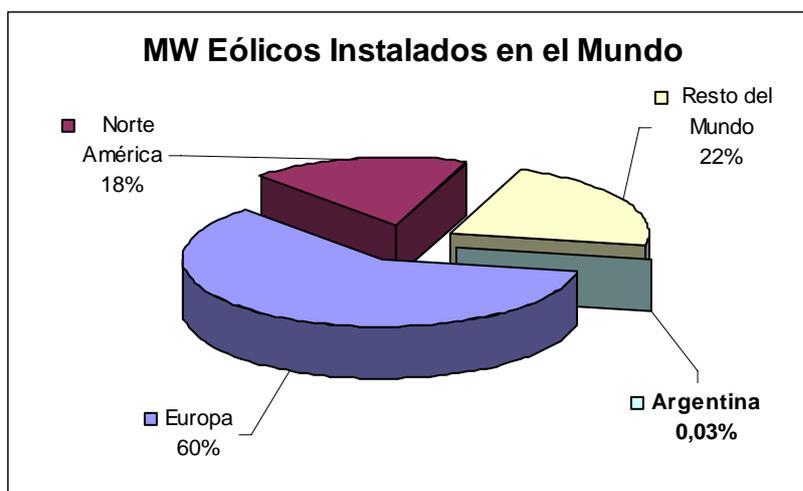
A lo largo de la última década se ha evidenciado un crecimiento rápido y sostenido del aprovechamiento del viento como fuente de energía. Los países más desarrollados, y principalmente aquellos que poseen reservas limitadas o directamente no poseen reservas

propias de petróleo o gas, han impulsado fuertemente el desarrollo de la tecnología asociada a la energía eólica y han instalado grandes parques eólicos para suministrar energía eléctrica a sus respectivas redes de distribución.

A Diciembre del 2007, la capacidad de generación instalada de los parques eólicos en el mundo era la indicada en la figura siguiente:

Fig.9.- MW Eólicos Instalados en el Mundo a Diciembre de 2007

Región	MW Eólicos Instalados en el 2007	MW Eólicos Instalados a Dic-07
Europa	8.554	56.535
Norte América	5.200	16.800
Resto del Mundo	5.942	20.486
Argentina	2	28
Total	19.696	93.849



(fuente: World Wind Energy Association – Press release 21-Feb-08)

En el ámbito mundial, se calcula que la potencia instalada está creciendo a razón de 30% anual, con un crecimiento sostenido para la próxima década, siendo esta una tasa de crecimiento única para una industria pesada, tasa de crecimiento ésta, solo comparable con la telefonía celular e Internet. Las altas tasas de crecimiento que muestran los países líderes (Alemania, España, Estados Unidos, etc.) evidencian la importancia estratégica del recurso para todos estos países. Algunas estimaciones proyectan que para el año 2010 habría una potencia de 170.000 MW eólicos instalados.¹²

¹² World Wind Energy Association – Press release 21-Febrero de 2008

Como se puede notar, la participación de Argentina en el parque eólico mundial es ínfima, a pesar de contar con uno de los mayores potenciales eólicos del mundo.

ENERGÍA EÓLICA EN ARGENTINA

En la última década hubo un impulso muy fuerte en la generación de energía eólica en Argentina, instalándose los primeros aerogeneradores en el año 1994, principalmente en la costa patagónica y de la provincia de Buenos Aires. Una síntesis de la ubicación y potencia de cada parque se puede apreciar en la Figura 10.

La potencia eólica instalada en Argentina está muy lejos de ser la óptima. A Diciembre de 2007 la potencia instalada era de 27,8 MW, representando el 0.07% de la potencia eléctrica instalada en el país.

Hasta la crisis económica nacional del 2001, los proyectos de instalación de parques eólicos eran cada vez más numerosos, contemplando inclusive la instalación en la Patagonia de fábricas completas de aerogeneradores por parte de empresas extranjeras. Este interés tenía una razón fundamental: Argentina tiene uno de los mayores potenciales eólicos del mundo, con un factor de capacidad que llega en algunas zonas de la Patagonia hasta el 50% (el factor de capacidad típico de un parque eólico europeo es del orden del 30%). En el año 2002, por la crisis económica y la salida de la convertibilidad, se paralizaron proyectos de instalación de parques eólicos por 3.000 MW en las provincias de Buenos Aires, Río Negro, Neuquén, Chubut y Santa Cruz, liderados por inversores extranjeros y con financiamiento internacional.

Fig. 10.- Parques Eólicos Instalados en Argentina a Diciembre de 2007

Localidad	MW Eólicos Instalados
PICO TRUNCADO	1,2
COMODORO RIVADAVIA	18,3
TANDIL	0,8
PUNTA ALTA	2,2
CUTRAL-CO	0,4
RADA TILLY	0,4
DARREGUEIRA	0,8
BURATOVICH	1,2
CLAROMECO	0,8
GENERAL ACHA	1,8
Total	27,8

(fuente: Cámara Argentina de Generadores Eólicos - Mayo-08)

Los tres factores más importantes que provocaron esta paralización fueron: a) la salida de la convertibilidad (todos los aerogeneradores eran importados), b) el bajo valor de la tarifa eléctrica debido al congelamiento del precio del gas en boca de pozo, y c) la pérdida de confianza internacional en la economía Argentina.

Para que se produzca una reactivación en los proyectos de instalación de parques eólicos, pensamos que deben darse ciertas condiciones económicas, políticas y técnico-legales que permitan dar un marco regulatorio apropiado para el despegue de esta generación eléctrica. Dentro de esas condiciones analizaremos:

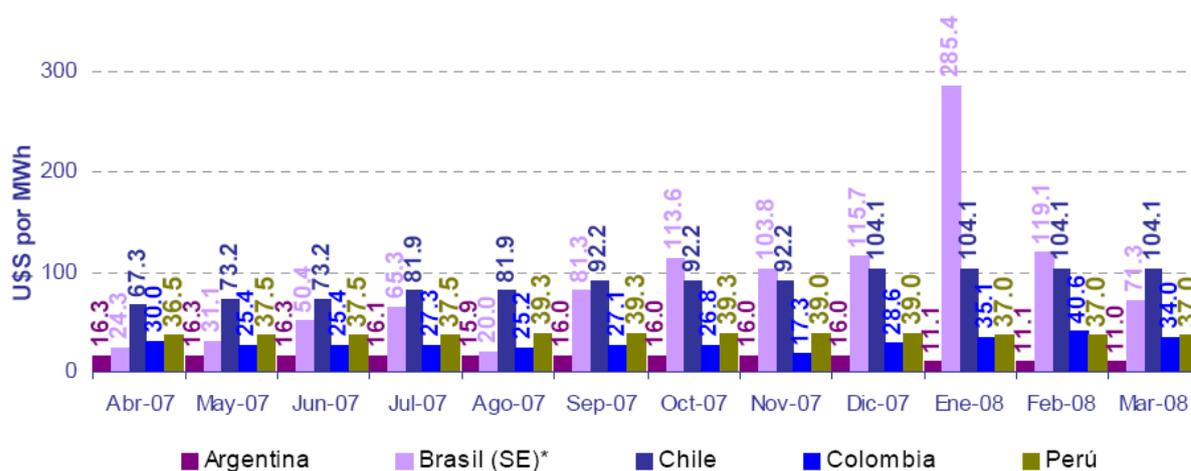
- (a) Actualización de la tarifa eléctrica, para hacer rentable una inversión en generación eléctrica.
- (b) Culminación de la conexión entre el Sistema Interconectado Nacional y Sistema Interconectado Patagónico.
- (c) Disponibilidad de aerogeneradores más económicos de fabricación nacional.
- (d) Una política estratégica que incluya a la energía eólica dentro de la Matriz Energética Nacional.

En este sentido, veamos cuales fueron algunas de las acciones desarrolladas en estos últimos años.

(a) Actualización de la Tarifa Eléctrica

Si bien desde el año 2003 se empezaron a renegociar las tarifas tanto de la electricidad como de gas, el precio de la energía eléctrica en el mercado mayorista argentino es significativamente más bajo que otros países de la región, como se puede observar en la figura 11. Cabe notar que Brasil y Chile son los países que en este momento lideran la región en materia de desarrollo eólico.

Fig. 11.- Precio medio de la energía eléctrica en la región



(fuente: Montamat & Asociados – Informe Abril 2008)

(b) Conexión entre Sistemas Interconectados Patagónico y Nacional

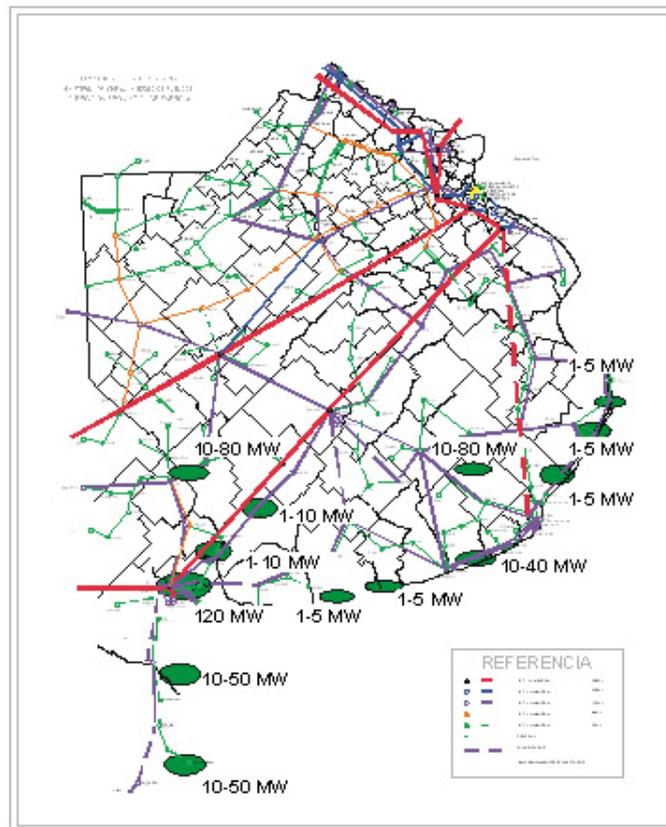
La Secretaría de Energía de la Nación, a través del Consejo Federal de Energía Eléctrica, está llevando a cabo el Plan Federal de Transporte de Energía Eléctrica. Dicho plan incluye dos tramos que consideramos estratégicos para el aprovechamiento de la energía eólica en nuestro país, como son los tramos Pico Truncado-Puerto Madryn y Puerto Madryn-Choele Choele, constituyendo este último tramo la unión entre el Sistema Interconectado Nacional y el Interconectado Patagónico.

La importancia de esta unión, concretada en el mes de Abril del 2008, radica en que posibilita el transporte de energía eléctrica desde el sistema patagónico al sistema interconectado nacional, pudiendo este último ser abastecido entonces por parques eólicos

de gran tamaño situados en la región de mejor régimen de vientos del país. La energía producida por estos parques podría tanto destinarse al mercado nacional como al de exportación a países limítrofes.

Al margen de esta unión entre sistemas, es importante destacar que existe un importante potencial eólico aprovechable en la provincia de Buenos Aires, conectable directamente al sistema interconectado nacional, cuyo régimen de vientos es equivalente a Alemania (país que tiene el liderazgo en la instalación de parques, con 22.247 MW de potencia eólica instalada). En la figura 12 se puede observar la ubicación de algunos de los parques eólicos proyectados en esa región.

Fig.12.- Parques Eólicos proyectados en la Provincia de Buenos Aires



(fuente: Dirección Provincial de Energía de la Provincia de Buenos Aires – 2003)

(c) Disponibilidad de aerogeneradores más económicos de fabricación nacional

Es una opinión común a todos los relacionados con la energía eólica en Argentina, que no es posible pensar en un desarrollo de proyectos de parques eólicos de gran envergadura basados en la importación de aerogeneradores. La severa devaluación del peso frente al

dólar y al euro directamente triplicaron y quintuplicaron la inversión inicial del proyecto respecto de lo planeado antes del año 2003, y si quisieran realizarse obligarían a contraer créditos internacionales en moneda extranjera para financiar un proyecto que cobraría su producción en pesos, alargando considerablemente el período de amortización.

Dada esta situación, empresas de la talla de IMPSA y la estatal INVAP, iniciaron investigaciones para el desarrollo y la producción local de aerogeneradores con costos nacionales, con la intención de permitir al generador de esta energía realizar las inversiones necesarias para desarrollar su proyecto y amortizar su inversión en un tiempo razonable.

Con la fabricación local de estos equipos, se contribuiría a facilitar la generación eléctrica con energías renovables, crear un número importante de empleos genuinos y desarrollar en el país la tecnología necesaria para la sustitución de las importaciones que se venían haciendo en los emprendimientos eólicos, discontinuados después de la salida de la convertibilidad.

El nivel de desarrollo alcanzado es ya tal, que por ejemplo IMPSA (del grupo Pescarmona) inauguró en Mayo de 2008 su planta de fabricación de aerogeneradores en Mendoza, donde proyecta fabricar equipos de 2,2MW de potencia y 70 mts de altura. Asimismo, ha comenzado la construcción de una segunda planta en Brasil.

Estas iniciativas nacionales están destinadas a la exportación, dado que las actuales condiciones del mercado eléctrico argentino y la ausencia de un marco regulatorio apropiado no hacen factible la instalación de un parque eólico de alta potencia.

(d) *Una política estratégica que incluya a la energía eólica dentro de la Matriz Energética Nacional*

Existen al día de hoy diversos proyectos de Ley en este sentido, pero el recientemente sancionado “*Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinadas a la Producción de Energía Eléctrica*” (Ley 26.190, conocida como “Ley Salvatori”), promovido por el Senador neuquino Pedro Salvatori, es quizás el que menciona una meta concreta en materia de energías renovables.

Esta Ley tiene aspectos muy positivos en su letra, tal como el enunciado en su artículo 2 de alcanzar una contribución de las fuentes de energía renovables del ocho por ciento (8%) del consumo de energía eléctrica nacional en un plazo de 10 años.

Por otro lado, promueve la elaboración de programas concretos para el desarrollo de las energías renovables a través de la Secretaría de Energía de la Nación, y prevé un régimen para las inversiones destinadas a la generación de energía eléctrica a partir de recursos

renovables y una serie de beneficios fiscales para los beneficiarios directos de la Ley, es decir los generadores de energía.

Si bien la Ley es superadora respecto de otros proyectos presentados relacionados a energías renovables, muchas de las intenciones allí vertidas no han podido a la fecha ser implementadas.

Asimismo es de destacar que están vigentes la Ley Nacional N° 25.019 “Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar”, la Ley N° 4389 sobre Energía Eólica de la Provincia de Chubut y la Ley N° 12.603 sobre “Generación y Producción de Energía a través de Fuentes de Energía Renovables” de la Provincia de Buenos Aires. Tanto la Ley Nacional como las Leyes Provinciales mencionadas, crean una contribución económica que se percibe como una compensación tarifaria a la generación de la energía eólica, la cual resulta hoy totalmente insuficiente como estímulo para la instalación de parques eólicos.

Sin embargo, estas leyes no se han desarrollado dentro de una política estratégica que las acompañe y la reglamente apropiadamente. Incluir a la energía eólica dentro de la matriz energética del país requiere de un plan estratégico energético nacional instrumentado con mecanismos apropiados tanto técnicos como legales.

Es por ello que creemos que dada la crisis energética presente, la peligrosa coyuntura actual, y los valores actuales del petróleo (supera los U\$S 140 por barril en Junio, 27 de 2008), resulta imperioso elaborar una solución alternativa a mediano y largo plazo que garantice el crecimiento sostenido de la Argentina, y no comprometa su futuro por la falta de previsión y visión política.

COMPROMISOS INTERNACIONALES DE ARGENTINA

El reemplazo paulatino en todo el mundo de fuentes generadoras de energía basada en combustibles fósiles por otras fuentes de energía renovables, tiene dos razones importantes: la primera es el problema que enfrentará el mundo en los próximos años cuando se agoten las reservas de los combustibles no renovables, y la segunda es el grave problema ambiental que el uso de estos combustibles fósiles ha provocado al planeta y cuyas consecuencias son inmediatas.

En los últimos 20 años se ha planteado en la comunidad internacional un gran debate de los problemas medioambientales que la acumulación de gases efecto invernadero (GEI) en la atmósfera están produciendo al planeta. Por dicha razón, un importante número de países suscribió en 1997 el Protocolo de Kyoto (PK), el cual creó del marco político y legal para que los países responsables de las emisiones de GEI (países industrializados) se comprometían

a reducir o mitigar sus propias emisiones en un promedio de 5,2 % con respecto a los niveles de 1990, durante el período que va desde el año 2008 al 2012.

La República Argentina no sólo ha ratificado el Protocolo de Kyoto, sino también forma parte de la Johannesburg Renewable Energy Coalition (JREC), cuyo objetivo es impulsar la adopción de metas de desarrollo global en materia de energías renovables. A este grupo también pertenecen países como Chile y Brasil.

La entrada en vigor del Protocolo de Kyoto, ha provocado que se empiecen a articular los compromisos asumidos por las partes involucradas, como asimismo los mecanismos previstos de control y de penalidades asociados por el incumplimiento de dichos compromisos. Esto no sólo está generando un compromiso mayor por parte de los Gobiernos participantes, sino también un mercado de capitales importante interesados en invertir en proyectos ambientales dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio o MDL previsto por el Protocolo de Kyoto

LA ENERGIA EÓLICA COMO CAPTADORA DE PROYECTOS MDL

La Convención sobre el Cambio Climático, posee un sinfín de actividades para atender la problemática del calentamiento global, como por ejemplo los temas de mitigación, adaptabilidad, fuentes de recursos, inventario de gases de efecto invernadero, y otros. Sin embargo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es uno de los únicos que puede ser autosostenible, porque es capaz de generar sus propios recursos.

Las reglas de funcionamiento del Mecanismo de Desarrollo Limpio se han ido desarrollando desde el año 1997, pero es desde noviembre del 2001, a través de los “Acuerdos de Marrakesh”, en que verdaderamente toma cuerpo y rumbo firme.

Al margen de la inversión que propiamente implica un proyecto MDL, existe un mercado financiero paralelo que potencia económicamente esta inversión, que es el denominado “mercado de carbono”.

Ya existen en el mundo Bolsas de valores que comercializan “bonos verdes”, en volúmenes cada vez mayores. Pero el valor de dicho papel dependerá de la calidad de la inversión de que se trate. Dentro de este universo bursátil, los bonos derivados de la energía eólica, son uno de los de mayor calidad y cotización en bolsa.

Si bien Argentina no posee un compromiso cuantificado de reducción de emisiones, debe realizar los esfuerzos necesarios para acompañar las políticas fijadas a través del Protocolo de Kyoto y puntualmente fijar políticas nacionales para incentivar el desarrollo de

uso de energías renovables, dado su activa participación en la Johannesburg Renewable Energy Coalition (JREC).

En este contexto, la energía eólica se muestra como una alternativa inmejorable para captar las inversiones que puedan canalizarse a través de proyectos MDL, considerando el potencial eólico no explotado que alberga la Argentina.

Para dar un ejemplo de lo mencionado, podemos considerar que un proyecto eólico de 50 MW de potencia instalada en Patagonia puede evitar una cantidad de emisiones de CO₂/año de aproximadamente 127.000 Tn, usando como referencia una turbina de gas, y considerando un factor de capacidad “conservador” del 35%. Esto representa un promedio de 2.540 TnCO₂/año por MW instalado en esa zona. Tomando en cuenta que al 2001 existía en Patagonia proyectos de parques eólicos por 3000 MW, esto representaría un valor de captación o no emisión de 7.620.000 TnCO₂/año.

Un estudio realizado sobre la radicación de un proyecto eólico en la Provincia de Buenos Aires de 100 MW de potencia instalada, arrojó que se podría evitar la generación de aproximadamente 172.000 TnCO₂/año, asumiendo que cada Kwh reduce 0,53 kg de CO₂, evitando una central de ciclo combinado, y considerando un factor de capacidad de casi el 30%.

Esto significaría que si los certificados se comercializaran al precio actual¹³ de u\$s 27,4 por TnCO₂, entonces un proyecto de 100 MW en la provincia de Buenos Aires podría generar u\$s 4.712.800 anuales en certificados para su comercialización, lo cual implicaría que el período de amortización de los costos de instalación de los parques se vería sensiblemente acortados.

EL HIDRÓGENO (H2), LA ENERGÍA DEL FUTURO

En los últimos años, especialmente después de que se desencadenara la guerra en Irak, el Hidrógeno se ha convertido en el eje de las políticas estratégicas referentes a energía en los países desarrollados.

Tanto en Europa como en Estados Unidos y Japón, se han definido lineamientos políticos específicos y se han lanzado planes de investigación y desarrollo multimillonarios

¹³ Ref: www.europeancarbonexchange.com, Junio de 2008

tanto desde los gobiernos como desde las empresas privadas, con miras a construir el futuro cercano en torno a una “Economía del Hidrógeno”.

El hidrógeno es un vector energético, dado que puede almacenarse hasta que sea necesaria su utilización, así como transportarse a otros destinos. Se puede emplear en equipos de combustión para generación combinada de calor y electricidad, utilizarlo en pilas de combustible para propulsión eléctrica en el transporte, o para generación de electricidad para la red domiciliaria, dejando agua como único residuo.

Es importante señalar que el hidrógeno no es un recurso natural y debe obtenerse a partir de otras materias primas (agua, biomasa, combustibles fósiles) y a través de una serie de transformaciones en las que se consume alguna fuente de energía primaria, renovable o fósil.

De todas las opciones para generar hidrógeno, Argentina tiene condiciones inmejorables para obtener hidrógeno por electrólisis del agua, utilizando energía eléctrica proveniente de fuentes renovables como la eólica. De esta manera, se consigue una mayor eficiencia energética en el proceso, el impacto ambiental es ínfimo, y los costos de producción del hidrógeno son más competitivos, constituyéndose la asociación “Energía Eólica + Hidrógeno” en un importante instrumento estratégico para el futuro del país.

Según algunos analistas¹⁴, instalando unos 6000 molinos en la Patagonia, totalizando unos 10GW de potencia nominal en tan sólo 1000 Km², se podría producir por día y exportar al mundo hidrógeno líquido con un equivalente energético de 48.000 barriles de petróleo. Es decir que se podría exportar el 3% de la demanda diaria de energía de Japón, proyecto que sería rentable una vez que precio del barril de petróleo hubiera alcanzado el nivel de 40 dólares (valor hoy ampliamente superado).

En Argentina, existen en el Congreso de la Nación, una diversidad de proyectos e iniciativas en torno al tema de hidrógeno. En Pico Truncado, provincia de Santa Cruz, ya se ha puesto en marcha la primer planta experimental de Hidrógeno en base a Energía Eólica, asimismo diversas asociaciones civiles y algunas empresas privadas están experimentando con la fabricación y utilización de celdas de combustible.

Jeremy Rifkin en su artículo “Los albores de la economía del hidrogeno” plantea que estamos en el inicio de una economía movida mediante hidrógeno que cambiará básicamente la naturaleza de nuestros mercados e instituciones sociales y políticas de la misma forma que lo hicieron el carbón y la energía de vapor al comienzo de la era industrial.

¹⁴ Enrico Spinadel: La Energía Eoloeléctrica en Argentina y en el Mundo, 2002.

Pensamos que dadas las ventajas que ofrece la energía eólica como fuente de energía limpia, el desarrollo de la tecnología del hidrógeno no puede quedar al margen. La energía eólica en Argentina debería estar asociada al hidrógeno, y apostar al desarrollo local del mismo nos ofrecerá como país un rol estratégico en materia de energía y combustibles dentro del contexto internacional.

CONCLUSIÓN

Si bien durante décadas se ha debatido sobre la importancia y las ventajas de las energías renovables en Argentina, y se han promulgado leyes en este sentido, lo cierto es que aún las mismas no han sido incluidas en forma efectiva dentro de la matriz energética nacional.

El no haber podido integrarlas de alguna manera, puede interpretarse como un fracaso en materia energética, debido a la ausencia de una política con una visión estratégica y quizás geopolítica del país en el contexto internacional.

Es por ello que estamos convencidos que la promulgación de leyes aisladas no serán eficaces, sin una adecuada fundamentación en dicha política que esté acompañada de instrumentos, programas y marcos regulatorios, que incluyan a todos los protagonistas en esta materia.

Prueba de ello son las experiencias de muchos de los países que han logrado en forma exitosa esta meta, gracias a la inclusión de las energías renovables dentro de sus políticas de Estado.

Esta necesidad se impone aún más en el contexto internacional en que se encuentran los recursos no renovables y las condiciones medioambientales del planeta.

Es nuestro compromiso como técnicos, iniciar este camino en la próxima etapa de este proyecto, formulando las bases conceptuales de una Política Energética Nacional que incluya a la Energía Eólica dentro de la matriz energética, y en consecuencia acompañar dicha política con el marco regulatorio pertinente con instrumentos y programas eficaces para esa meta.

Sabemos que el desafío es muy grande, pero toda transformación implica un desafío.

Argentina cuenta con todos los recursos para lograrlo y es por ello que vemos viable llevar adelante este objetivo, para que la Energía Eólica no sea sólo un sueño de pocos, sino una realidad de todos los argentinos.

“La era del petróleo concluirá en pocas décadas y, por lo mismo, es relativamente corto el tiempo que aún les queda a los gobiernos de los países del mundo para impulsar una transición energética hacia el desarrollo sustentable, el cual deberá basarse principalmente en la energía renovable, para evitar así las graves crisis que podrían presentarse en el futuro por la falta de disponibilidad suficiente de energía a precios accesibles, que ahora ofrecen los combustibles fósiles para el funcionamiento de la industria, el transporte y la generación eléctrica en el planeta.”

Extractado del “Libro Blanco”
Asociación Internacional de Energía Solar (ISES)

REFERENCIAS Y FUENTES CONSULTADAS

Leyes y Protocolos Internacionales, Nacionales y Provinciales:

<http://www.boletinoficial.gov.ar/Bora.Portal/>

- Ley Nacional Nº 25.019 “Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar”.
- Ley de la Provincia de Chubut Nº 4.389 sobre Energía Eólica.
- Ley de la Provincia de Buenos Aires Nº 12.603 “Generación y Producción de Energía por medio de Fuentes Renovables de Energía”.
- Ley Nacional Nº 26.190 “Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica”.
- Protocolo de Kyoto, Art. 12 sobre Mecanismo de Desarrollo Limpio (El Protocolo de Kyoto fue ratificado por la República Argentina por Ley Nº 25.438).

Organizaciones Gubernamentales Nacionales y Provinciales:

- Centro Regional de Energía Eólica – Chubut – www.eolica.com.ar
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación - www.medioambiente.gov.ar
- Secretaría de Energía de la Nación – www.energia.mecon.gov.ar
- Consejo Federal de Energía Eléctrica – www.cfee.gov.ar
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial – <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/>
- The White House - <http://www.whitehouse.gov/>
- The International Partnership for the Hydrogen Economy (IPHE) - <http://www.iphe.net/>

Organizaciones No Gubernamentales:

- Asociación Argentina de Energía Eólica – www.eolica.org.ar
- Asociación Brasileña de Energía Eólica – www.eolica.com.br
- European Wind Energy Association – www.ewea.org
- American Wind Energy Association – www.awea.org
- World Wind Energy Association – www.wwea.org
- Greenpeace – www.greenpeace.org
- European Climate Exchange - <http://www.europeanclimateexchange.com/>
- Chicago Climate Exchange - <http://www.chicagoclimateexchange.com/>
- National Hydrogen Association - <http://www.hydrogenassociation.org/>

Bibliografía y Artículos:

- **José F. Freda**, (Junio 2004) “*Agotamiento de las Reservas de Hidrocarburos en Argentina*” - Instituto de Investigación en Ciencias Sociales (INDICSO), Facultad de Ciencias Sociales, Universidad del Salvador. <http://www.salvador.edu.ar/csoc/idicso>
- **Ricardo A. De Dicco**, (Marzo 2006) “*Estudio sobre el agotamiento de las reservas Hidrocarburíferas de Argentina, período 1980-2005*” - Instituto de Investigación en Ciencias Sociales (INDICSO), Facultad de Ciencias Sociales, Universidad del Salvador. <http://www.salvador.edu.ar/csoc/idicso>
- **Ricardo De Dicco y José F. Freda** (Abril 2004) “*Informe AREPO27*”- Universidad del Salvador, Área de Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo (IDICSO-USAL). <http://www.salvador.edu.ar/csoc/idicso>
- **Marilio F. Coviello**, (Octubre 2003) “*Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía de los países de América Latina y el Caribe*” – Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) – Naciones Unidas. <http://www.eclac.org/>
- **Hugo Altomonte, Manlio Coviello, Wolfgang F. Lutz** (Octubre 2003) “*Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y Perspectivas*” - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) – Naciones Unidas. <http://www.eclac.org/>
- **Román D. Ortiz**, (Enero 2003) “*El papel de la energía en el futuro inmediato en la región andina*” - Real Instituto Elcano de estudios internacionales y estratégicos. <http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal>
- **Fernando Bullón Miró**, (Enero 2006) “*El Mundo ante el Cenit del petróleo*” - Informe sobre la cúspide de la producción Mundial del petróleo – Asociación para el estudio de los recursos energéticos (AEREN). <http://www.crisisenergetica.org/index.php>
- **Nelson Bernales Campos**, (Marzo 2006) “*Petróleo en Crisis*” - Revista Biosofía. <http://www.revistabiosofia.com/>
- **Daniel Bouille**, (Agosto 1999) “*Proyecciones y Opciones de Mitigación – Sistema Energético*” - Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente de la República Argentina – Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental.

- **Greenpeace Argentina**, (Marzo 2004) *“Energía Positiva – Desarrollo, empleo y energía limpia”*.
- **Greenpeace Argentina**, (Septiembre 2001) *“Shell Energía Eólica Ahora! - Incentivos a la energía eólica”*.
- **Paul Isbell**, (Abril 2004) *“El gas: una cuestión conflictiva en América Latina”* - Real Instituto Elcano de estudios internacionales y estratégicos. <http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal>.
- **Mariano Marzo**, (Marzo 2004) *“El fin de la era del petróleo barato- Dudas sobre las reservas globales del crudo”*. <http://www.elpais.com/articulo/reportajes>.
- **Antonio González García-Conde**, (Abril 2004) *“Hacia la Economía del Hidrógeno”* - Fundación Iberdrola. http://www.fundacioniberdrola.com/PDF/eyds_150404-garciaconde.pdf
- **The Hydrogen & Fuel Cell Letter**, (Julio 2003) <http://www.fuelcelltoday.com/>
- Revista electrónica **Petroquímica**, Diversos artículos. <http://www.e-petroquimica.com.ar/>
- **La Opinión Austral**, Diversos Artículos, <http://laopinionaustral.net/>
- Diarios **Clarín** y **La Nación**, Diversos Artículos, <http://www.clarin.com/> ; <http://www.lanacion.com.ar/>
- Revista electrónica **Portal Energético Internacional**, Diversos artículos. <http://gabinete.org.ar/>
- Revista electrónica **Energía Renovables**, Diversos artículos. <http://www.energias-renovables.com/>
- Revista electrónica **Sólo Energía**, Diversos artículos. <http://www.soloenergia.com.ar/>