

APORTES COMPLEMENTARIOS

**ENERGÍA EÓLICA DE ALTA POTENCIA EN ARGENTINA
EL PROGRAMA RENOVAR: POLÍTICA ENERGÉTICA EN AUSENCIA DE
POLÍTICA INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICA**

Por Carlos Aggio y Vladimiro Verre

ENERGÍA EÓLICA DE ALTA POTENCIA EN ARGENTINA EL PROGRAMA RENOVAR: POLÍTICA ENERGÉTICA EN AUSENCIA DE POLÍTICA INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICA



Por POR CARLOS AGGIO

Lic. en Economía (UNS)

MPhil en Estudios de Desarrollo del Institute of Development Studies (Universidad de Sussex, UK)

Investigador CIECTI (Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación)

Profesor adjunto Economía de la Facultad de Ingeniería de la UNLZ



Por VLADIMIRO VERRE¹

Lic. en Ciencias Políticas (Pavia-Italia)

Doctor en Ciencias Sociales (Flacso-Argentina)

Investigador CIECTI (Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación)

Profesor adjunto en la Universidad Nacional de General Sarmiento

A nivel global se atraviesa una fase de transición energética basada en una mayor incidencia de la electricidad y un mayor peso de las energías renovables. Si bien todavía los recursos fósiles explican dos tercios de la electricidad generada en el mundo, las energías renovables ya produjeron un salto significativo y alcanzan el 7% del total; en este caso, la energía eólica representa el 50% de las energías renovables.

Dos factores interrelacionados justifican las expectativas que existen sobre el aceleramiento de esta transición en el futuro. En primer lugar, la voluntad política de un creciente número de países –en especial los desarrollados– que se plasma en ambiciosos compromisos por transformar sus matrices energéticas y reducir sus emisiones de CO₂ para así disminuir el calentamiento global. En segundo lugar, el establecimiento de marcos regulatorios y políticas que incentivan y acompañan los esfuerzos privados en investigación y desarrollo (I+D) para aprovechar, de modo económicamente viable el sol y el viento y dar continuidad al proceso de innovaciones en las tecnologías solar fotovoltaica y eólica. La reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI), la búsqueda de seguridad y soberanía energética y la preocupación por los riesgos asociados a la energía nuclear, continúan impulsando políticas de fomento de las energías renovables.

El desarrollo de las energías renovables en general y de la eólica en particular ha sido objeto de política pública activa. A grandes rasgos se identifican dos tipos de apoyo que son complementarios.

El primero está orientado a estimular la generación de energía eólica, cuyos costos estaban por encima de tecnologías convencionales, a través de diferentes mecanismos que hacen que la inversión sea económicamente rentable. Para eso se les asegura a los generadores un precio o una prima sobre el precio del mercado por un período determinado de tiempo (*feed-in-tariff*) o se establece, de modo compulsivo, una cuota de producción o consumo que debe provenir de energías renovables. El éxito de estas políticas que están diseñadas e implementadas en las carteras o ministerios de energía, redundan en el incremento de potencia de generación eólica disponible en el mercado y en una participación mayor de esta tecnología en la matriz energética.

De modo complementario a lo anterior, aquellos países con mayor desarrollo relativo de la actividad eólica (Dinamarca, Alemania, España, entre otros) han acompañado a la política energética con políticas industriales y de desarrollo tecnológico, estimulando la I+D+i² en el sector. En estos casos son políticas de ciencia y técnica y/o industriales que apoyan al sector productivo para llevar adelante proyectos e investigaciones con ciertos riesgos asociados. En este sentido, hay muchos países que adoptaron regímenes de incentivos mixtos, donde se combinan los instrumentos de incentivo del sector energético con los incentivos al área tecnológica e industrial para desarrollar la industria de bienes de capital que provee los equipos.

¹ El presente artículo se basa en un estudio más amplio realizado por los autores: Aggio, C., Verre, V. y Gatto, F. (2018) Innovación y marcos regulatorios en energías renovables: el caso de la energía eólica en la Argentina, CIECTI. Disponible en: <http://www.ciecti.org.ar/publicaciones/dt14-innovacion-y-marcos-regulatorios-en-energias-renovables-el-caso-de-la-energia-eolica-en-la-argentina/>

² I+D+i: Investigación + Desarrollo + innovación.

La energía eólica de alta potencia en Argentina previo al Plan RenovAR

En los últimos veinte años la demanda de electricidad en la Argentina se duplicó: de 64,7 TWh en 1995 a 132,1 TWh en 2015. A diferencia de las tendencias mundiales, tal expansión fue atendida, principalmente, por fuentes de generación térmicas (fósiles). Diversificar esta matriz y ampliar la capacidad de generación constituyen un desafío para el sector de energías renovables, que mantuvo una muy baja penetración en el sistema (0,6% de la potencia de generación total instalada en el país en 2015) a pesar de las políticas de fomento intentadas a lo largo de ese período.

Entre 1994 y 2016 se identifican dos oleadas de inversiones en la generación de energía eólica. La primera (1994-2006) se produjo bajo el primer régimen nacional de la energía eólica (y solar) introducido por la Ley 25.019/98. Las incorporaciones de potencia eólica que se produjeron en esos años fueron relativamente modestas. La evidencia indica que, entre 1994 y antes del cambio en el marco normativo del año 2006, se habían instalado 13 parques eólicos, casi 28 MW de potencia en 45 aerogeneradores (potencia media por equipo de 0,63 MW) en cinco provincias. Esta oleada de inversiones estuvo compuesta, mayormente, por proyectos pequeños, operados por cooperativas eléctricas que abastecían a una red local cautiva de usuarios clientes de la cooperativa como distribuidora local y vendiendo los excedentes a la red. Salvo la inversión realizada en el parque eólico Antonio Morán (Comodoro Rivadavia), el resto son instalaciones de 1 a 4 aerogeneradores. Por otra parte, se destaca que el parque de aerogeneradores instalado era enteramente importado de Dinamarca (43%), España (38%) y Alemania (19%)³.

Cuadro 1. Generación de energía eléctrica vendida en el MEM por tecnología (en GWh), años seleccionados

Tecnología	1995	2005	2010	2015	Variación promedio anual acumulada (%)
Térmica (1)	28.826	51.351	66.465	86.625	5,70%
Hidráulica	26.916	39.213	40.226	41.464	2,20%
Nuclear	7.066	6.374	6.692	6.519	-0,40%
Eólica y Solar	0	0	0	608	n.a.
Importaciones (2)	2.342	1.222	2.351	1.655	-1,70%
Total	65.151	98.160	115.734	136.871	3,80%

Notas:

(1) Esto incluye Turbo Vapor, Turbo Gas, Ciclo Combinado y Motores Diésel

(2) Esto no incluye importaciones de hidrocarburos utilizados en centrales de generación térmica.

Fuente: elaboración propia en base a Informes Anuales CAMMESSA (varios años).

Recuadro 1 Los aerogeneradores

La transformación del viento en energía se logra con aerogeneradores. Las palas de estos artefactos convierten el movimiento del viento en energía mecánica, y el generador la transforma en electricidad mediante inducción electromagnética. La magnitud de la energía generada depende de la velocidad y constancia del viento y de las características del aerogenerador. Por ejemplo, un aerogenerador de 3 MW de potencia puede generar hasta 26.280MWh en un año, pero la producción real de energía depende del viento efectivamente recibido. El cociente entre la producción real y la po-

tencial se denomina factor de capacidad: cuanto más alto es este, mayor la productividad y más rentable la inversión. Para aprovechar el recurso eólico al máximo es indispensable entender su dinámica. El viento que sopla más cercano a la tierra es menos veloz que el que se desplaza en alturas más elevadas. Por ello, la industria de aerogeneradores tiende a construir torres cada vez más altas y con rotores y palas más grandes, para ampliar las áreas de barrido y alcanzar mayor velocidad y producción. Por otro lado, en las costas marítimas hay pocas interferencias topográficas y se registran vientos más veloces y menos turbulentos, lo que ha incentivado a la industria a innovar en aerogeneradores offshore.

³ Cinco de los 13 parques se instalaron a menos de 300 kilómetros de Bahía Blanca. Esto son: Pehuen-Có y Bajo Hondo (Cooperativa Eléctrica de Punta Alta), Mayor Buratovich (Cooperativa Eléctrica de Mayor Buratovich), Darregueira (Celda Cooperativa Ltda.), Claromecó (Cooperativa Eléctrica de Claromecó) y General Acha (COSEGA Ltda.).

La segunda oleada (2008-2016) incluyó proyectos más grandes y aerogeneradores de mayor potencia -más de 2 MW-, encuadrados en la Ley N° 26.190/2006 y el Programa GENREN⁴. Las inversiones reales que se dieron en esta oleada alcanzaron casi 200 MW de potencia nominal en 10 parques eólicos, quedando varios parques del GENREN sin construir. Varios de estos fueron reflotados en el año 2017 a través de la firma de contratos de venta de Energía con CAMMESA, en el marco del Programa RenovAR (Disposición 202/17).

Hay varios rasgos que diferencian a esta segunda oleada de inversiones con la anterior. En primer lugar, se trata de parques conectados al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) y en condiciones de vender al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). En segundo lugar, el tamaño medio de los proyectos y la potencia media de los aerogeneradores, es superior al registrado previamente. El tamaño medio de turbinas es 3 veces más grande que las turbinas instaladas en la oleada previa, y el tamaño medio de los parques es de 20 MW y 10 aerogeneradores por parque. En tercer lugar, surge, como novedad la fabricación nacional de aerogeneradores por parte de las empresas NRG Patagonia e IMPSA. La fabricación nacional explica el 30% de la nueva potencia instalada en esos años (61,4MW y 30 aerogeneradores) y poco más que duplica la potencia instalada hasta antes del año 2002. El resto provino de Dinamarca (39%), Francia (26%), España (3%) y Alemania (1%). Asimismo, con el objetivo de impulsar el desarrollo tecnológico local en varios eslabones de la cadena y la participación, entre otras instancias, de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica –a través del Fondo Argentino Sectorial–, se asignó financiamiento a seis consorcios público-privados para que desarrollaran la tecnología necesaria en diferentes eslabones de la cadena de producción del aerogenerador. La inversión total, incluidos los aportes propios de las empresas, fue de alrededor de 22 millones de dólares.

Si bien IMPSA venía siguiendo la evolución del sector eólico desde los años 80, es en 1998 que inicia estudios sobre materiales compuestos, y a principios de 2003 comenzó con el desarrollo de tecnología propia. Un hito importante para la empresa fue la instalación en Brasil, en el año 2008, donde se invirtieron US\$ 150 millones y construyeron 29.000 m² (Guiñazú Fader, 2015) para poder cumplir con el 60% de contenido nacional mandatorio para competir en licitaciones en ese país.

En Argentina, IMPSA acondicionó una vieja fábrica en Mendoza para fabricar los aerogeneradores de 2,1 MW de desarrollo propio (ver en el Cuadro 2 la evolución de estos desarrollos). En esa fábrica también se hicieron prototipos de palas que finalmente no llegaron a ser comercializadas regularmente, por presentar problemas de funcionamiento y se fabricaron los aerogeneradores instalados en el país.

Cuadro 2. Principales hitos en el desarrollo y fabricación de aerogeneradores de tecnología nacional IMPSA

Año	Cantidad	Modelo /Potencia	Localización
2005	1	IWP-58 / 1 MW	Comodoro Rivadavia
2008	1	IWP-70 / 1.5 MW	El Tordillo
2010	1	IWP-83 / 2 MW Versión 0	La Rioja (Arauco I)
2011	11	IWP-83 / 2MW Versión 1	La Rioja (Arauco II)
2013	24	IWP-83 / 2MW Versión 2	La Rioja (Arauco III)
2014/15	31	IWP-100/ 2MW Versión 3	Cerro Chato El Jume

Fuente: elaboración propia en base a Guiñazú Fader (2015)

El Programa RenovAR

La Ley N° 27.191/2015 y el Programa RenovAr de 2016 sitúan a las energías renovables como un eje estratégico de la política energética nacional, y establecen la meta del 20% del consumo eléctrico del país en el año 2025, abastecido por estas fuentes. La reglamentación de la Ley prioriza un enfoque de diversificación de la matriz energética, sin introducir consideraciones de política científico tecnológica ni industrial. Los incentivos principales se basan en un marco jurídico tendiente a generar confianza y reducir el monto de inversión por MW de potencia, y a disminuir el riesgo de los inversores, ofreciendo garantías para el pago de la energía vendida.

⁴ Generación Eléctrica a partir de Fuentes Renovables.

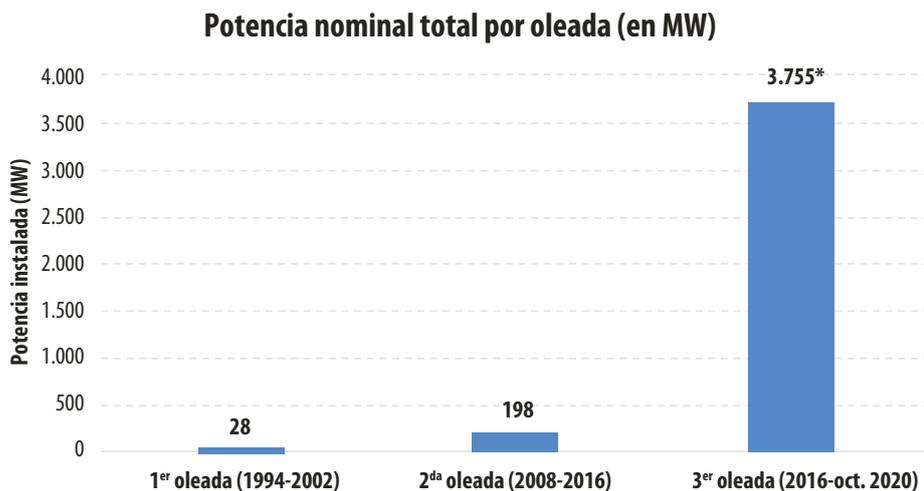
El programa opera a través de convocatorias públicas a las que se debe presentar una propuesta técnica (que habilita a los beneficios a la inversión) y una oferta de precio de MWh al mercado mayorista (CMMESA), base de la competencia.

Los resultados de la nueva política energética de renovables muestran que el proceso de inversiones (tercera oleada), está marcando un antes y un después en el sector. La sumatoria de las inversiones proyectadas en el marco de las dos licitaciones del Programa RenovAr (2.467 MW de potencia), de los parques eólicos proyectados, pero no construidos del programa GENREN a los que se les ofrecieron incentivos similares a los otorgados en las licitaciones (445 MW) y de nuevos parques privados (843MW) proyectados para funcionar

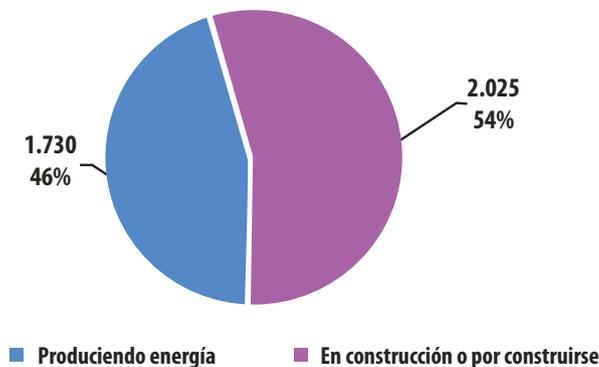
en el mercado a término (MATER), arrojan un total de 3.755 MW, distribuidos en 58 parques eólicos. De concretarse todos estos proyectos, esto multiplicaría por 16 la capacidad de generación instalada preexistente. Actualmente hay 28 nuevos parques eólicos operativos, con más de medio centenar de aerogeneradores en funcionamiento y 1.730 MW de potencia en producción (ver Gráfico 1).

Si se atiende a que internacionalmente la inversión por MW es de alrededor de 1,5 millones de dólares por MW instalado –dos tercios corresponden al aerogenerador–, la inversión agregada estimada para generación eólica será aproximadamente de 5.600 millones de dólares.

Gráfico 1. Potencia nominal instalada en MW, por oleada (1994-2020)



**3er oleada
Potencia nominal proyectada de acuerdo
a su estado actual**

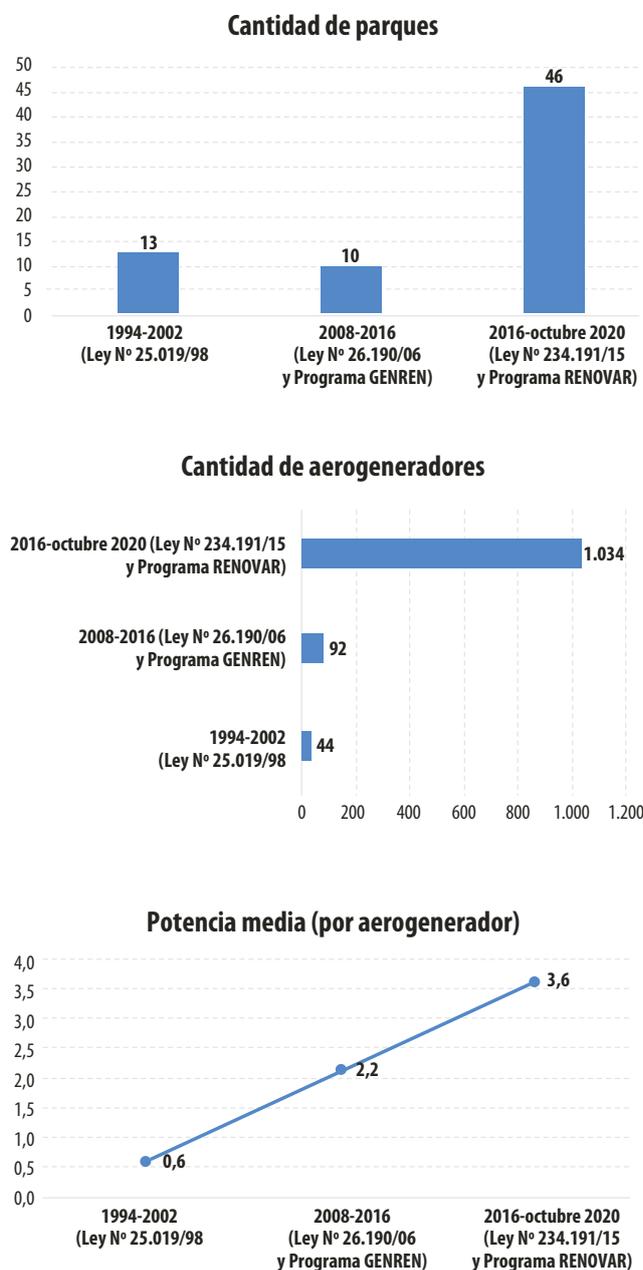


*Estas cifras corresponden a las inversiones comprometidas.

Fuente: Elaboración propia en base a Fundación Bariloche (2009), CADER (2015 y 2017), Agüero (2017) y MEyM (2017)

Los precios promedios ponderados adjudicados de US\$ 56 por MWh son sustantivamente más bajos respecto a los precios a los que el sistema les compraba a los parques eólicos ya en funcionamiento (Parque Arauco recibe más de US\$ 100 por MWh entregado al sistema de los contratos previos) que se explica, en parte, por los costos decrecientes de inversión por MW instalado y MWh producido que se viene registrando internacionalmente en los últimos años.

Gráfico 2. Cantidad de parques, cantidad de aerogeneradores y potencia promedio del aerogenerador, por oleada (1994-2020)



Fuente: elaboración propia en base a Fundación Bariloche (2009), CADER (2015 y 2017), Agüero (2017) y MEyM (2017)

En base a las noticias publicadas por los distintos parques respecto a los avances en sus obras, se pudo compilar información sobre las especificaciones técnicas de los aerogeneradores ya instalados o que se proyecta instalar. La evidencia indica que en estos parques serán instalados más de 1.000 equipos, con un promedio de potencia de 3,6 MW (el aerogenerador más grande es de 4,2MW y el más pequeño de 2MW) y de 95,5 metros de altura al buje (la altura máxima es de 132 metros y la mínima de 80 metros). Por lejos, la firma que más aerogeneradores ha vendido en el país es la danesa VESTAS (372 equipos) y le sigue NORDEX /ACCIONA (132 equipos) y ambas empresas hicieron inversiones en el país para ensamblar las partes y componentes importadas. Por un lado, VESTAS en 2018 invirtió US\$ 22 millones en capacidad productiva para ensamblar aerogeneradores en la provincia de Buenos Aires, en una alianza estratégica con el grupo NEWSAN. Un año más tarde, NORDEX ACCIONA hizo lo propio en instalaciones de FADEA, en la provincia de Córdoba, para desarrollar funciones similares. A estas actividades se le suma la fabricación nacional de torres en Esperanza (Santa Fe), en Florencio Varela (Buenos Aires) y en Bahía Blanca (de hormigón) como las partes más relevantes de los aerogeneradores, siendo el contenido nacional muy reducido y limitado.

Cuadro 3. Potencia nominal y cantidad de aerogeneradores proyectados por empresa y origen de capital

Empresa (origen del capital)	Potencia nominal		Aerogeneradores	
	MW	% del total	Cantidad	% del total
VESTAS (Dinamarca)	1.336	35%	372	35%
NORDEX/ACCIONA (Alemania-España)	454	12%	155	13%
GOLDWING (China)	351	9%	109	11%
SIEMENS/GAMESA (Alemania-España)	297	8%	95	9%
GENERAL ELECTRIC (EE.UU.)	294	8%	74	7%
ENVISION (China)	185	5%	87	8%
SENVION (China)	148	4%	41	4%
ENERCON (Alemania)	27	1%	9	1%
Sin información	664	18%	112	11%
TOTAL	3.755	100%	1.054	100%

Fuente: Elaboración propia

Así, bajo el liderazgo del Ministerio de Energía y Minería se diseñó un marco regulatorio para atraer inversiones y a los grandes jugadores globales, buscando no repetir la experiencia previa donde se había logrado adjudicar proyectos, pero cuyas inversiones, en su mayoría, no se concretaron. En este nuevo escenario, el tecnólogo argentino de mayor recorrido, IMPSA, quedó afuera del nuevo negocio, porque su situación financiera, al momento que se estaba lanzando el Programa RENOVAR no lo permitía, pero también porque la política pública no lo incluyó. De este modo, el país pasó de tener un tecnólogo nacional en etapa de aprendizaje a recibir cuantiosas inversiones de tecnólogos multinacionales con diferentes grados de contenido nacional, pero bajo contenido de componentes intensivos en conocimiento. Una discusión de la política alrededor de la eólica en Argentina, que va más allá del objetivo del área de energía de lograr la mayor capacidad de generación posible al menor precio, debería, no solo fomentar una mayor participación local en la fabricación del bien de capital sino también realizar una explícita priorización de actividades intensivas en conocimiento.

De tal forma, para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece el viento como fuente potencial de energía eléctrica, se sugiere:

- Encarar una agenda de I+D+i a nivel nacional que contribuya a una economía más intensiva en conocimiento. La evidencia indica que las oportunidades de innovación y de incorporación de conocimiento exceden largamente el proceso industrial ligado a la fabricación de las turbinas eólicas.

- Definir una estrategia integral que conjugue políticas científico tecnológicas y productivas para permitir que el avance de la actividad eólica, en la Argentina, acompañe una expansión del entramado productivo local y de su capacidad de agregar conocimiento a los problemas existentes, a través de soluciones domésticas innovadoras.

- Avanzar, en vistas de la futura reglamentación de la ley de generación distribuida –que brindará incentivos a través del Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables para instalaciones residenciales, industriales y de usuarios de menos de 300 kW–, en el estudio de las posibilidades que se abren para el financiamiento de proyectos de I+D y las eventuales ventajas a proveedores locales.

- Analizar y proponer mecanismos específicos de transferencia de tecnología y conocimiento para que, en las posibles licitaciones a nivel provincial, se establezcan incentivos a proveedores locales de instalaciones, servicios de instalación y mantenimiento.

Referencias

Aggio, C., Verre, V. y Gatto, F. (2018) Innovación y marcos regulatorios en energías renovables: el caso de la energía eólica en la Argentina, CIECTI. Disponible en:

<http://www.ciecti.org.ar/publicaciones/dt14-innovacion-y-marcos-regulatorios-en-energias-renovables-el-caso-de-la-energia-eolica-en-la-argentina/>

Agüero, J. P. (2017), "Estado eólico actual de la Argentina", presentación realizada en viento & energía Expo Argentina 2017, 9 y 10 de agosto, Buenos Aires, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

CADER [Cámara Argentina de Energías Renovables] (2015), La hora de las energías renovables en la matriz eléctrica argentina, Buenos Aires, CADER.

CADER (2017), El año de las energías renovables, Buenos Aires, CADER.

Fundación Bariloche (2009), Energías renovables: diagnóstico, barreras y propuestas, Bariloche, Fundación Bariloche.

Guiñazú Fader, E. (2015), "IMPSA, Energía Eólica, Tecnología, situación actual, oportunidades para la industria", presentación en seminario "El futuro de la industria eólica en Argentina", organizado conjuntamente por la Facultad de Ingeniería de la UBA y el Clúster Eólico Argentino, Buenos Aires, 11 de noviembre.