

## **CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE PEQUEÑOS GENERADORES CON ENERGÍAS RENOVABLES.**

**R. Perahia<sup>1</sup>, C. Di Caro<sup>2</sup>, L. Arbore<sup>3</sup>.**

Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional General Pacheco (FRGP) -  
Departamento de Ingeniería Eléctrica – Centro de Investigación y Desarrollo e Innovación en Energía  
Eléctrica (CIDIEE). Av. Hipólito Yrigoyen 288 - B1617RP - General Pacheco – Provincia de Buenos  
Aires – Argentina. e-mail: prof.dicaro@yahoo.com.ar - Teléfonos: +54-11-4740-5040 / 0216 / 0119 –  
internos: 173/174.

*Recibido 09/08/16, aceptado 08/10/16*

**RESUMEN:** La Matriz Energética Argentina requiere promover su diversificación incentivando la generación eléctrica distribuida, con recursos renovables locales, por parte de pequeños consumidores-productores inyectando la energía generada a la red de baja tensión.

Con este objetivo esta ponencia, elaborada con una mirada integradora que trata de incorporar el uso de las energías renovables al colectivo social y las políticas urbanas locales, se desarrolla conforme a dos aspectos que se consideran significativos:

El marco normativo, infiriendo que su existencia y/o sanción debería alentar la generación eléctrica distribuida en bajas potencias, con incorporación al sistema interconectado.

El enfoque instrumental a través del análisis de casos - buenas prácticas. Se consideran buenas prácticas a las acciones destinadas a mejorar las condiciones de vida de la comunidad. Conocerlas permite compartir experiencias valiosas incrementando el grado de conciencia de quienes toman decisiones sobre soluciones potenciales a los problemas sociales, económicos y medio ambientales locales.

**Palabras clave:** generación eléctrica distribuida, recursos energéticos renovables.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Nuestro país enfrenta una severa situación energética debida principalmente a que la matriz energética depende en aproximadamente 80% de los hidrocarburos, así como también a las deficiencias acumuladas tanto en el sector de generación como el de distribución (IAE, 2014). El consumo per cápita se duplicó en los últimos 25 años, mientras que la demanda residencial se incrementó en aproximadamente 5% anual. En este contexto se estima que el sector eléctrico requiere de la instalación de alrededor de 900 MW adicionales por año a fin de satisfacer el crecimiento de la demanda a nivel nacional (CADER, 2015).

Actualmente toda la energía eléctrica disponible en el Sistema Argentino de Interconexión (SADI), con aproximadamente 31,8 GW de potencia instalada, proviene de grandes plantas de generación convencional y últimamente de algunos parques eólicos, siendo las únicas autorizadas a despachar y vender al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). La energía demandada conforme al informe anual de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CMMESA, 2015) fue de 136.815 GWh, de los cuales el 63,3 % es de origen térmico; 30,3 % hidráulico; 4,76 % nuclear; 0,44 % eólica y solar fotovoltaica; y 1,21 % importada (balance exportación - importación con los países vecinos). Esta energía se genera en grandes lotes, muy alejada de los centros de consumo, por ello resulta inevitable contar con extensos sistemas de transmisión y complejos esquemas de distribución, hacia y en los centros de consumo, que incrementan los costos de la infraestructura, los costos operativos y las pérdidas eléctricas (12-13%) (ADEERA, 2015), al tiempo que producen un significativo impacto ambiental en detrimento de la ecología sometida a su influencia; campos magnéticos, radiación térmica, ondas sonoras, subsónicas y ultrasónicas, vibraciones, derrames de sustancias químicas contaminantes (dieléctricos), etc. Simultáneamente, existen pequeños emprendimientos que generan

<sup>1</sup> Investigador Principal - UTN - FRGP - Secretaría de Ciencia y Tecnología.

<sup>2</sup> Docente Investigador - UTN - FRGP - Secretaría de Ciencia y Tecnología.

<sup>3</sup> Estudiante Becario Investigador - UTN - FRGP - Secretaría de Ciencia y Tecnología.

energía eléctrica en bajas potencias para abastecer su propia demanda: comunidades, granjas y viviendas particulares, entre otros. Estos pequeños emprendedores aprovechan los recursos renovables que les brinda la zona donde se encuentran; micro-hidroeléctricos, eólico, solar fotovoltaico y/o térmico, biomasa, etc., para transformarlos en energía eléctrica. El potencial energético de nuestro país, distribuido en todo el territorio nacional, nos permite ser optimistas respecto de la generación eléctrica distribuida con fuentes renovables no convencionales. Energía solar (fotovoltaica y termoeléctrica), en etapa de desarrollo y necesidad de decisiones político – económicas. Biomasa y/o biogás, combustible de origen vegetal, animal y/o residuos de una diversidad de procesos. Geotérmica, con amplias posibilidades de explotación. Pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, turbinas hidrocinéticas. Mareomotriz y undimotriz (energía de las olas). Osmótica (energía azul), por diferencia de salinidad entre agua de río y de mar. Hidrógeno, en etapa de experimental y de investigación, con buen pronóstico - almacenamiento en pilas de combustible. Relevamientos indican que nuestro país cuenta con abundante energía eólica - luego de la hidráulica es la renovable de mayor desarrollo en la región patagónica (Secretaría de Energía, 2009).

Es imprescindible considerar en profundidad la posibilidad de instalar pequeños sistemas de generación distribuidos en todo el país, cuanto más cerca de los centros de consumo mejor, ya que esto presenta ventajas colaterales estrechamente vinculadas al ahorro en lo relativo a los mencionados costos de transmisión y distribución. Es un objetivo prioritario promover la diversificación de la matriz energética con fuertes incentivos a la generación eléctrica distribuida por parte de pequeños productores - consumidores con posibilidades de inyección de la energía generada a las redes de distribución locales en baja tensión. Adicionalmente, el impacto de esta decisión se hará extensivo al desarrollo, producción y comercialización de una diversidad de equipos electromecánicos y componentes - sistemas de generación, paneles solares fotovoltaicos, aerogeneradores, biodigestores, registradores y contadores de energía, inversores de conexión a red, etc. Cadena de valor agregado que se inicia con la capacitación, formación y empleo de recursos humanos especializados en nuevas tecnologías. Es decir, creación de nuevos puestos de trabajo, con mano de obra calificada, distribuidos en todo el país.

Dada la problemática expuesta y a fin de encarar posibles alternativas de solución, esta ponencia desarrolla dos aspectos que se consideran significativos para impulsar la generación de energía por parte de pequeños productores. Por un lado la existencia o la sanción de una legislación adecuada a escala nacional / provincial - marco normativo - debería alentar la generación eléctrica distribuida en bajas potencias, con incorporación al sistema interconectado. El otro aspecto considerado, cuya importancia se ha acrecentado en los últimos años, es la posibilidad de analizar diversos casos a fin de difundir las denominadas buenas prácticas.

## **2. MARCO NORMATIVO**

Actualmente muchos son los países que cuentan con un marco jurídico y legal que regula el aporte y la venta de energía a la red por parte de pequeños generadores, así como también un sistema de créditos y premios para promover el uso de sistemas de generación con fuentes renovables. En algunos casos no se trata de una venta con retribución monetaria, sino de la obtención de un crédito a favor por la energía inyectada a la red, a cuenta de la energía consumida de la misma.

Durante la década del 80 se dio inicio en nuestro país a una política de desarrollo de energías renovables no convencionales mediante el Programa de Uso Racional de la Energía (Decreto Nacional N° 2.247, 1985), integrado por los Subprogramas de Conservación de la Energía, de Sustitución de Combustibles; y Evaluación, Desarrollo y Aplicación de Nuevas Fuentes de Energía. Con responsabilidad de ejecución a cargo de la Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de la Secretaría de Energía de la Nación. Cabe mencionar que en este marco tuvo lugar la creación del Centro Regional de Energía Eólica (CREE) en Chubut, integrado por la Secretaría de Planeamiento de esa provincia, la Universidad Nacional de la Patagonia y la Secretaría de Energía de la Nación.

En la década siguiente cobró vigencia el Régimen Nacional de la Energía Eólica y Solar (Ley N° 25.019, 1998). Declaró ambas energías de interés nacional y habilitó a generar energía eléctrica con sus fuentes a personas físicas o jurídicas con domicilio en el país. Estableció para la generación con fuente eólica un tratamiento similar al que reciben las centrales hidroeléctricas de pasada y una remuneración adicional de un centavo por cada kWh que vuelquen en el Mercado Eléctrico Mayorista y/o esté destinado a la prestación de servicio público. Determinó un régimen de pago diferido del IVA

y de estabilidad fiscal por un periodo de 15 años. Creó el Fondo Fiduciario de Energías Renovables (FFER), asignando su administración al Consejo Federal de la Energía Eléctrica (CFEE), ente que debía promocionar la generación de energía con fuentes eólica y solar, disponiendo para ello de los recursos del Fondo para el Desarrollo Eléctrico del Interior, creado con leyes precedentes.

En 2006 se sancionó la Ley N° 26.190 (Decreto reglamentario N° 562/2009) - Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Declarando de interés nacional la generación de energía eléctrica en base a fuentes renovables con destino a la prestación del servicio público y la investigación para el desarrollo y fabricación de equipos con esa finalidad. Estableció una meta del 8% en la participación de las fuentes renovables en el consumo eléctrico nacional en un plazo de 10 años. Definió beneficios impositivos y la remuneración a pagar por cada kWh volcado en el Mercado Eléctrico Mayorista y/o que esté destinado a la prestación de servicio público. Modificó la composición del Fondo Fiduciario de Energías Renovables creado en el artículo 5° de la Ley N° 25.019 - Régimen de Energía Eólica y Solar. Los resultados no fueron los esperados.

Con la Resolución SE N° 712/2009 el Ministerio de Planificación Federal lanzó el Programa de Generación Eléctrica a partir de Fuentes Renovables (GENREN, 2009) ejecutado a través de ENARSA. Se adjudicaron 36 proyectos por un total de 960 MW de potencia instalada con energía eólica (753 MW), térmica a partir de biocombustibles (111 MW), biomasa (56 MW), fotovoltaica (20 MW), biogás (15 MW), e hidroeléctrica (3 MW); en las provincias de Buenos Aires, Chubut, Corriente, Entre Ríos, Mendoza, Misiones, San Juan, Santa Cruz y Santa Fe. De los cuales, hasta mediados de 2015 sólo seis se encontraban terminados - 151 MW (15 %) - y el resto en diversas etapas de desarrollo.

En setiembre de 2015 el Congreso de la Nación sancionó el Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la producción de Energía Eléctrica. (Ley N° 27.191, 2015), modificatoria de la Ley N° 26.190 (Decreto reglamentario N° 531/2016), que define nuevamente los beneficios impositivos y fiscales, estableciendo que la contribución de las fuentes de energía renovables deberán alcanzar en una primera etapa el 8% del consumo de energía eléctrica nacional al 2017, y en una segunda etapa de crecimiento progresivo y escalonado, el 20% al año 2025. Quedando obligados los Grandes Usuarios con demandas de 300 kW, o superiores, a cumplir efectiva e individualmente estos objetivos, mediante autogeneración; contratando la compra de energía con agentes generadores con fuentes renovables del MEM - con precio tope de 113 u\$s/MWh - o bien comprándose a CAMMESA.

En mayo del corriente año el Estado Nacional lanzó el Programa de Energías Renovables (RenovAr, 2016) para el período 2016-2025. Con las Resoluciones N° 71/2016 y 72/2016 del Ministerio de Energía y Minería de la Nación, se inicia la convocatoria para la contratación en el MEM de 1.000 MW de potencia instalada con energías renovables, 600 MW eólicos, 300 MW solares, 65 MW biomasa, 20 MW pequeños aprovechamientos hidroeléctricos y 15 MW biogás. El plazo de ejecución máximo es de hasta 24 meses, con una inversión estimada en u\$s 1.500 - 2.000 millones.

El marco regulatorio descrito está orientado al fomento de la generación de energía eléctrica de grandes potencias instaladas, del orden de los MW, sin considerar los beneficios de promover la generación eléctrica distribuida por parte de pequeños generadores - consumidores, objeto del presente trabajo.

Cabe mencionar, sin embargo, que en el Congreso de la Nación existen diversos proyectos de ley sobre esta temática. En particular mencionamos, sin avanzar en su análisis, el proyecto de ley (Directorio Legislativo, 2016) presentado en mayo del corriente año por el Diputado Nacional Juan C. Villalonga, 2965-D-2016 Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la Red Eléctrica Pública, que declara ...”de interés nacional la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables con destino al consumo propio y a la inyección de energía eléctrica a la red de distribución local”... en todo el territorio nacional y establece que cada usuario podrá instalar equipamiento para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables hasta una potencia equivalente a la que cada usuario tiene contratada para su demanda, con un máximo de 30 kW. (CALIVILLALONGA, 2016).

En los últimos años algunas provincias también se han propuesto desarrollar un marco regulatorio propio a fin de promover la generación eléctrica distribuida en pequeña escala, afectando con especial

énfasis el uso de los recursos energéticos disponibles localmente. Por su parte las provincias de Santa Fe (Leyes N° 12.503/2006, 12.692/2007 y Decreto N° 158/2007), Salta (Ley N° 7.824/2014 – Balance Neto, Generadores Residenciales, Industriales y/o Productivos) y Mendoza (Leyes N° 7.549/2006 y 7.822/2008) ya han puesto en vigencia sus respectivos marcos regulatorios relativos a esta temática, aunque debería pasar un período prudencial de implementación y/o ajustes para capitalizar las experiencias antes de poder extraer conclusiones y analizar los resultados obtenidos. Estas iniciativas evidencian el interés socio-político latente por esta modalidad de generación distribuida.

### 3. ENFOQUE INSTRUMENTAL

En este ítem hemos seleccionado aquellos casos de análisis que incorpora la actividad público/privada y responden a Buenas Prácticas (Rieznik Lamana & Hernández Aja, 2005), entendidas como aquellas que han beneficiado a su comunidad y de las cuales pueden derivarse lecciones valiosas para ser compartidas por otras localidades.

Las Buenas Prácticas son contribuciones de acciones destinadas a mejorar las condiciones de vida de la población. Conocerlas incrementa el grado de conciencia de quienes toman decisiones sobre soluciones potenciales a los problemas sociales, económicos y medio ambientales comunes. Su difusión permite compartir y transferir conocimientos, destrezas y experiencia por medio de redes de comunicación y aprendizaje colega-a-colega.

Las Naciones Unidas y la comunidad internacional estimulan y utilizan las Buenas Prácticas como medio para mejorar la política pública basándose en “lo que funciona”. Por ello han establecido criterios para definir como iniciativas exitosas de Buenas Prácticas aquellas que se destacan por:

- Tener un impacto demostrable y tangible en la mejora de las condiciones de vida de las personas.
- Ser el resultado del trabajo conjunto entre los diferentes sectores que actúan y conviven en la comunidad; la administración, los ciudadanos a través de sus asociaciones y el sector privado en general.
- Ser social, cultural, económica y ambientalmente sustentables y duraderas.
- Contribuir al fortalecimiento de la comunidad y de su capacidad de organización.
- Ser iniciativas de carácter local/regional y no impuestas desde la administración central.
- Ser el resultado de una intervención de carácter racional en torno a determinado tema. Constituyen una secuencia de acciones y procedimientos predeterminados; donde no intervienen el azar ni factores fortuitos externos.

Con relación a su implicancia social, incorporan la participación y la inclusión social necesarias para su efectiva aplicación, afirmando que:

- Su impacto da lugar a cambios en el marco legislativo.
- Estimula la innovación y la optimización en el aprovechamiento de los recursos.
- Diseña respuestas específicas a necesidades particulares dando lugar a la participación de las propias personas afectadas.
- Aprovecha eficazmente los recursos existentes disponibles.

Con estos criterios se han seleccionado los casos de análisis que a continuación se describen:

- Generación solar fotovoltaica – Proyecto IRESUD.
- Generación solar fotovoltaica – Parque solar Samborombón.
- Generación solar fotovoltaica – Eficiencia energética.
- Generación híbrida eólica – fotovoltaica. Camino del Buen Ayre – Gran Buenos Aires.
- Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales – PERMER etapas I y II.
- Parques eólicos - Provincia de Buenos Aires.

Estos ejemplos, muestran la estrecha relación que existe entre la gestión del proyecto y los incentivos financieros para su ejecución. Esa gestión integra la participación de los actores locales que se incorporan a la propuesta y se ven beneficiados de manera directa con su concreción. Por otra parte, impulsan la ejecución de proyectos piloto que fomentan el uso de nuevas tecnologías y conlleva la necesaria capacitación especializada de la mano de obra local.

Argentina, octavo país del mundo en extensión territorial continental, posee espacios marítimos jurisdiccionales que triplican la superficie continental (GEMA, 2014), constituyendo uno de los países con mayor potencial para las energías renovables. Es de señalar que tanto la energía eólica como la solar fotovoltaica son las que por sus características, y dadas las condiciones naturales de nuestro país, presentan mayores posibilidades tecnológicas para su aprovechamiento inmediato.

## Generación solar fotovoltaica – Proyecto IRESUD.

El Proyecto Interconexión a Red de Energía Solar Urbana Distribuida (IRESUD, 2011) surge como resultado de la firma de un convenio asociativo público - privado integrado por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) - Departamento Energía Solar, la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) - Escuela de Ciencia y Tecnología, y las empresas Aldar, Edenor, Eurotec Solar, Qmax y Tyco. Sus objetivos principales consisten en desarrollar la regulación que permita la conexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica pública en baja tensión, instalar sistemas piloto para estudio y ensayo de componentes, desarrollar tecnología, conocimientos locales y recursos humanos especializados. La generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos permitirá complementar la energía disponible en el Sistema Argentino de Interconexión (SADI) y contribuir con la reducción gradual de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI).



*Figura 1. Pérgola edificio Tandar (CNEA) - Instalación de paneles fotovoltaicos.*

Cuenta para ello con subsidios parciales de Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) a través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT). Asimismo, desde un principio cuenta con el apoyo del Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), la Secretaría de Energía de la Nación, y las Secretarías de Energía de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de las provincias de Corrientes, Entre Ríos y Santa Fe, a las que se han sumado diversas universidades y organismos de todo el territorio nacional.

Con respecto al marco regulatorio, la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) creó en 2011 el Grupo de Trabajo GT-10H, integrado por representantes de organismos públicos y empresas privadas, para desarrollar la reglamentación AEA 90364-7-712 Sistemas de Suministro de Energía mediante Paneles Solares Fotovoltaicos, aprobada en 2015.

Hasta el presente IRESUD ha logrado concretar el montaje de más de 40 instalaciones piloto en instituciones públicas y áreas urbanas en todo el país, la mayoría de las cuales aportan regularmente energía a la red. Un ejemplo es la instalación fotovoltaica - *Figura 1* - realizada en el año 2013 en la pérgola del edificio Tandar - Centro Atómico Constituyentes (CAC - CNEA), con una potencia instalada de 4,9 kWp - 23 módulos FV de 215 Wp – 1 inversor de 4,6 kW. Generación aproximada en condiciones climáticas óptimas 25 kWh/día, conectada a la red interna del edificio Tandar.

Dada la ausencia regulatoria a nivel nacional respecto de la inyección a la red de la energía generada por parte de pequeños consumidores-productores, cada instalación de generación fotovoltaica es una nueva experiencia piloto que requiere de una gestión específica ante la distribuidora eléctrica local a fin de obtener la autorización de conexión a la red en condiciones adecuadas de seguridad y confiabilidad. El proyecto IRESUD cuenta con paneles solares e inversores, no obstante se debe explorar en cada caso la fuente de financiación para cubrir el costo del montaje electromecánico. La cesión del sistema fotovoltaico se realiza mediante la figura de comodato a través de un Acta Acuerdo con la Universidad Nacional de San Martín.

Generación solar fotovoltaica – Parque solar Samborombón.

El Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida (PROINGED, 2009), Resolución N° 827/09 de la provincia de Buenos Aires, tiene como objetivo brindar la asistencia técnica y financiera necesarias para el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica distribuida, preferentemente con fuentes renovables, que inyecten su producción a la red de transporte y/o distribución.

En este contexto - a modo de proyecto piloto - con objeto de promover e impulsar el desarrollo de tecnología, conocimientos y recursos humanos especializados en generación solar fotovoltaica; en 2014 la Secretaría de Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires lanzó una licitación para la construcción de un Parque Solar Fotovoltaico de 100 kWp con inyección a la red local en baja tensión operada por la Empresa Distribuidora de Energía Atlántica S.A. (EDEA), en Samborombón, Partido de Brandsen - *Figura 2* - ubicado en el km 90,5 de la Ruta Nacional N° 2. La empresa adjudicataria (ALDAR, 2014) tuvo a su cargo la instalación de un sistema de generación sobre estructuras de soporte fijo - inaugurada en 2014 - y otro sobre estructura con seguidor solar iniciado en 2015. Es el primer y único parque solar fotovoltaico instalado en la provincia de Buenos Aires. Hasta julio de 2015 generó 104 MWh, energía suficiente para abastecer a 58 familias, evitando la emisión de 73 t de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera.



*Figura 2. Parque solar fotovoltaico Samborombón – Brandsen.*

#### Descripción

Campo solar: 100,74 kWp. Estructuras de soporte para el campo solar fija y con seguimiento sobre dos ejes. 6 inversores: 4 x 20 kW; 1 x 15 kW y 1 x 5 kW. Sistema de monitoreo. Estación meteorológica. Sistema de CCTV: 4 cámaras exteriores y 1 interior. Protección contra descargas atmosféricas (pararrayos). Sistema de seguridad con barreras infrarrojas. Cerco perimetral. Sistema de Back Up, alimenta los sistemas de vigilancia, monitoreo e iluminación perimetral. Canales de drenaje pluvial. Camino perimetral y senderos internos. Iluminación de ingreso, cartel y caminos internos.

#### Generación solar fotovoltaica – Eficiencia energética.

En el marco del Subprograma de Eficiencia Energética – PROINGED (Resolución N° 521, 2013) del Ministerio de Infraestructura, la Unidad de Coordinación Operativa de Proyectos (UCOP) y el Foro Regional Eléctrico de la Provincia de Buenos Aires (FREBA), con fondos recaudados por las distribuidoras y cooperativas eléctricas de la provincia de Buenos Aires, se ha implementado un Plan de Eficiencia Energética en edificios públicos de la provincia. En este contexto la Dirección General de Cultura y Educación firmó un convenio con UCOP y FREBA a fin de poner en marcha el plan en el ámbito de establecimientos de educación inicial - alrededor de quince - entre los cuales se encuentra el Jardín de infantes N° 919 (Marcelo Federico, 2016), Tandil. El objetivo principal del proyecto es estudiar, optimizar y aplicar diferentes soluciones fotovoltaicas adaptadas a las necesidades de los establecimientos educativos, incluyendo la utilización de luminarias LED, íntimamente ligadas a la economía en el consumo y el uso eficiente de la energía.

Participó en la implementación este proyecto la Usina Popular y Municipal de Tandil; y la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata, desarrollando actividades de relevamiento, diseño del proyecto y auditoría a las instalaciones de los sistemas. Asimismo se ha implementado un sistema de registro de mediciones con seguimiento y análisis de consumos.

La *Figura 3* muestra los valores del sistema de registro de dicho Jardín desde la puesta en marcha del sistema - 18/04/2016 - con una potencia instalada de 1,55 kWp. La energía generada hasta el 05/10/2016 fue 1.340,28 kWh, evitando la emisión de 938 kg de CO2 a la atmósfera.



*Figura 3. Registros instalación fotovoltaica - Jardín de infantes N° 919 – Tandil.*

Generación híbrida eólica – fotovoltaica. Camino del Buen Ayre – Gran Buenos Aires.

La traza de la Autopista Camino del Buen Ayre, localizada en el Gran Buenos Aires, es paralela al recorrido del río Reconquista en dirección noreste – sudoeste. Comienza en el Acceso Norte - km 0 - a la altura de San Isidro, pasa por los partidos de General San Martín, Tres de Febrero, Hurlingham e Ituzaingó y concluye en el Acceso Oeste, en el partido de Moreno.

Cuenta con tres carriles por mano en un recorrido de 23 km donde circulan mensualmente unos dos millones de usuarios. Fue construida en 1982 por la Coordinación Ecológica Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE, 2015), empresa estatal encargada de su administración.

En noviembre de 2015 se incorporó a la autopista un sistema de generación de energía eléctrica híbrido eólico y solar fotovoltaico - *Figura 4* - con objeto de alimentar los nuevos sistemas de iluminación con tecnología LED, el centro de monitoreo, las cámaras de seguridad, la señalización y los peajes con energía eléctrica proveniente de fuentes renovables.

El sistema de generación se montó en el espacio verde (vano) existente entre las dos bandas asfálticas de la autopista a la altura del Relleno Sanitario Norte III del CEAMSE, José León Suárez, partido de General San Martín; sobre tres estructuras metálicas con orientación fija a nivel del terreno. Cuenta con un tratamiento superficial para evitar el encandilamiento de los automovilistas.

#### Descripción

Se instalaron sistemas híbridos de generación eléctrica distribuida marca WindStream Technologies - EEUU (PowerMill, 2015), compuestos por conjuntos de paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino tipo Tier 1 de origen Alemán y ternas de Turbinas Eólicas de Eje Vertical (VAWT - Vertical Axis Wind Turbine) tipo Savonius, montadas solidariamente sobre una misma base que operan con vientos turbulentos y cambiantes en el rango 1,8 – 18,5 m/s. Las turbinas están equipadas con generadores axiales de imán permanente de Neodimio (sin bobinados). Cuenta con Micro - Inversores de CC – CA administrables en forma remota y una unidad de control electrónica de

Máxima Eficiencia Energética (MPPT – Maximum Power Point Tracker). El fabricante estima una vida útil de 20 - 25 años y un Factor de Capacidad cercano al doble del de un generador fotovoltaico.



Figura 4. Generación híbrida eólica-fotovoltaica autopista Camino del Buen Ayre – CEAMSE.

La velocidad media del viento es 5 - 6 m/s y la insolación media se estima entre 4 y 5 kWh/m<sup>2</sup>/día. La potencia nominal del parque en su conjunto es aproximadamente 500 kW, de los cuales 300 kW se han destinado al abastecimiento de los servicios propios antes mencionados y los 200 kW restantes se inyectan a la red de distribución a través de las instalaciones preexistentes emplazadas en el predio del Complejo Ambiental Norte III (CEAMSE, 2012), donde converge la energía generada en las Centrales Térmicas – San Martín y San Miguel – alimentadas con biogás (50% metano, 40% CO<sub>2</sub> y otros) producido en los Rellenos Sanitarios Norte III A y C respectivamente.

Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales – PERMER etapas I y II.

El Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER, 2000) se constituyó en el año 2000 en el ámbito de la Secretaría de Energía con objeto de facilitar el acceso a la energía en todo el territorio nacional a pequeñas comunidades y escuelas rurales, edificios públicos, centro de salud, parques nacionales, destacamentos policiales y de gendarmería, etc., dispersos y alejados de las redes de distribución.

El programa subsidia la provisión e instalación de:

- Sistemas fotovoltaicos y/o eólicos individuales, mini redes (hidráulica - solar/eólica - híbridas) para la provisión de energía eléctrica y comunicaciones.
- Sistemas solares térmicos, cocinas parabólicas, hornos solares y termotanques solares.
- Sistemas fotovoltaicos para bombeo de agua y/o para alimentar proyectos productivos.

El proyecto contó inicialmente con un préstamo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por u\$s 30 millones y una donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF - Global Environment Facility) por u\$s 10 millones. En 2008 obtuvo un nuevo préstamo del BIRF por u\$s 50 millones para extender el proyecto hasta el 2012.

La estrategia de ejecución se desarrolló dentro de tres aspectos:

- ✓ Aspecto Financiero: Los usuarios pagan en todos los casos por el servicio eléctrico un derecho de instalación y una tarifa en concepto de operación y mantenimiento del sistema. El Estado Nacional financia la inversión inicial. Los gobiernos provinciales gestionan y controlan la prestación del servicio y las tarifas. Estas contemplan subsidios adaptados a las condiciones/necesidades de cada usuario.
- ✓ Aspecto Institucional: Cada provincia opta por concesionar la prestación del servicio eléctrico en el mercado rural disperso a una empresa de capitales privados o a una empresa pública provincial con mayoría accionaria. Cada contrato o régimen de prestación, según sea el caso, establece las obligaciones de calidad técnica y comercial del servicio eléctrico a suministrar, los derechos y obligaciones del concesionario, de los usuarios y de la concedente.

- ✓ Aspecto Técnico: La electrificación se realizó utilizando, prioritariamente sistemas fotovoltaicos, en menor medida eólicos y micro-turbinas hidráulicas y en algunos casos generadores diésel. La selección de las tecnologías a utilizar y la configuración de los sistemas, se realizó priorizando la disponibilidad de los recursos locales y la optimización del uso de los fondos a fin de maximizar el número de beneficiarios.

La *Tabla 1* presenta un resumen del número de beneficiarios y la inversión correspondiente - discriminados por provincia - extraídos del Informe de Evaluación Final (PERMER, 2012), lo que arroja un costo medio de u\$s 3.196 por instalación/beneficiario.

Provincia	Nº Beneficiarios	%	Inversión en u\$s	%
Buenos Aires	213	0,71	3.682.520	3,85
Catamarca	84	0,28	877.819	0,92
Chaco	3.888	13,00	8.402.530	8,79
Chubut	1.615	5,40	10.029.214	10,49
Córdoba	86	0,29	1.925.227	2,01
Corrientes	1.470	4,91	5.019.204	5,25
Entre Ríos	977	3,27	1.843.545	1,93
Formosa	...	...	...	...
Jujuy	4.700	15,71	8.653.714	9,05
La Pampa	862	2,88	2.357.999	2,47
La Rioja	613	2,05	2.143.819	2,24
Mendoza	1.561	5,22	4.156.798	4,35
Misiones	66	0,22	576.770	0,60
Neuquén	2.446	8,18	7.544.909	7,89
Río Negro	26	0,09	520.656	0,54
Salta	7.066	23,62	21.189.682	22,16
San Juan	257	0,86	2.167.308	2,27
San Luis	...	...	...	...
Santa Cruz	575	1,92	2.098.713	2,19
Santa Fe	...	...	...	...
Santiago del Estero	690	2,31	5.807.772	6,07
Tierra del Fuego	...	...	...	...
Tucumán	2.723	9,10	6.624.277	6,93
Totales	29.918	100	95.622.476	100

*Tabla 1. PERMER – Número de beneficiarios e inversión por provincia.*

Actualmente el proyecto está próximo a licitar la segunda etapa (PERMER II, 2016) con una inversión de aproximadamente u\$s 240 millones para la compra de equipos. De los cuales, u\$s 200 millones provendrían de un crédito aportado por el Banco Mundial, mientras que el resto sería aportado por las provincias y el estado nacional.

Parques eólicos - Provincia de Buenos Aires.

En la década del 90 las provincia de Buenos Aires y Chubut, fueron pioneras en el desarrollo de proyectos eólicos (Fernández, 2011) en un contexto de incentivos al uso de fuentes de energías renovables. Contribuyeron en ese sentido con el incipiente marco jurídico nacional descripto, la legislación provincial y los beneficios financieros obtenidos, en algunos casos facilitados por el propio proveedor de los aerogeneradores.

Con respecto al ámbito de la provincia de Buenos Aires, el Decreto N° 1.716/1992 encomendó a la Dirección Provincial de Energía (DPE, 1992), dependiente del Ministerio de Infraestructura, la promoción del uso de fuentes de energía renovables, declarándolas de interés provincial, conjuntamente con las nuevas tecnologías aplicadas a fuentes tradicionales y el uso racional de la energía preservando el medio ambiente. Al año siguiente, la Ley N° 11.723/1993 - Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el capítulo Energía, asigna al Ministerio de Infraestructura la investigación, desarrollo y utilización de nuevas tecnologías aplicadas a fuentes de energía convencionales y alternativas; y el uso de la energía disponible preservando el medio ambiente. Por su parte la Ley N° 12.603/2000 (Decreto Reglamentario N° 2.158/2002), declaró de Interés Provincial la generación y producción de energía eléctrica a través del uso de fuentes de energía renovable factible de ser aprovechable en la provincia de Buenos Aires. Eximiendo a los generadores de energía eléctrica con energías renovables del pago de impuestos inmobiliarios en los inmuebles destinados a los equipos y

les asignó una compensación tarifaria proporcional a la energía que comercialicen en la red de servicio público.



*Figura 5. Parque eólico Tandil – CRETAL*

Fue en este contexto que durante la década del 90 en las ciudades bonaerenses de Tandil - *Figura 5*, Punta Alta, Mayor Buratovich, Darregueira y Claromecó (Fundación Concejo para el Proyecto Argentino, 2007), se establecieron pequeños parques eólicos, propiedad de las cooperativas distribuidoras de energía eléctrica de sus respectivas localidades. En todos los casos los parques se han ubicado en zonas serranas y/o costeras a fin de aprovechar con significativas ventajas la calidad e intensidad de sus vientos, del orden de los 7 m/s, obteniendo Factores de Carga promedio del orden del 25%.

#### Descripción

- 1995 - Cooperativa Rural Eléctrica Tandil – Azul Limitada. (CRETAL), Partido de Tandil - Potencia instalada 800 kW - 2 molinos Micon M750-400/100 - 400 kW.
- 1995 - Cooperativa Eléctrica Punta Alta (CEPA), Partido de Coronel Rosales - Potencia instalada en Pehuen-Có 400 kW - 1molino Micon M750-400/100 - 400 kW.
- 1997 - Cooperativa de Servicios Eléctricos Darregueira (CELDA), Partido de Puán - Potencia instalada 750 kW - 1 molino NEG - Micon NM750/44 - 750 kW.
- 1997 - Cooperativa Eléctrica y de Servicios Mayor Buratovich Limitada, Partido de Villarino - Potencia instalada 1.200 kW - 2 molinos An-Bonus 600kW/44.
- 1998 - Cooperativa Eléctrica Punta Alta (CEPA), Partido de Coronel Rosales - Potencia instalada en Bajo Hondo 1.800 kW - 3 molinos An-Bonus 600 kW/44.
- 1998 – Cooperativa de Servicios Públicos y Sociales Ltda. de Claromecó, Partido de Tres Arroyos - Potencia instalada 750 kW - 1 molino NEG - Micon NM750/48 - 750 kW.
- 2009 - Emprendimiento de reciente data con capitales privados (Sea Energy SA), Necochea EOS – Potencia instalada 250 kW (primera etapa) - 1 molino Micon - 250 kW. Conectado al SADI.

#### En síntesis

Los ejemplos analizados evidencian una diversidad de aplicaciones donde se verifica la convergencia en la motivación del interés empresarial de los proveedores por conquistar más mercados con nuevas tecnologías, y el aporte de los actores beneficiados. En esos casos se manifiesta la participación de Organismos No Gubernamentales (ONG), cooperativas y el estado a través de sus instituciones, universidades y organismos de ciencia y tecnología para el desarrollo y aplicación de nuevas soluciones energéticas y en particular el impacto directo en la mejora de la calidad de vida de la población, el medio ambiente, la ecología en general y aún en el desarrollo de más y mejores economías rurales y urbanas.

#### 4. CONCLUSIONES

A pesar de su potencial, Argentina todavía presenta una débil penetración de las fuentes renovables en la oferta eléctrica nacional. En este marco es prioritaria la diversificación de la matriz energética con una fuerte apuesta al desarrollo de la generación eléctrica distribuida con energías renovables, con especial énfasis en los pequeños consumidores – generadores, contemplando los avances de la tecnología, las actuales formas de ocupación del territorio y la creación de nuevos puestos de trabajo con mano de obra local.

Es de señalar que, las restricciones vinculadas con un marco normativo insuficiente, así como los obstáculos que imponen la falta de un sistema de créditos y subsidios adecuados, indispensables para afrontar la fuerte inversión inicial que se requiere para la adquisición e instalación del equipamiento, terminan condicionando la implementación de estos emprendimientos.

Si se desea lograr un despegue significativo del sector eléctrico a escala nacional es necesario contar con condiciones de estabilidad y previsibilidad político - financieras, y la creación de un marco regulatorio adecuado e integral que propicie la captación de mayores inversiones, generando mercados competitivos y reduciendo así los costos.

Para ello es necesario contar además del compromiso político y social, con el trabajo conjunto de ONG, instituciones y gobierno, con la implementación masiva de mecanismos eficientes y competitivos alineados con las buenas prácticas aplicadas al servicio del desarrollo de la matriz energética nacional.

## 5. REFERENCIAS

- ADEERA. (2015). Informes Técnicos - Datos Característicos 2015. Obtenido de <http://www.adeera.com.ar/informes-tecnicos.asp>
- ALDAR. (2014). Parque Solar Samborombón - PROINGED. Obtenido de <http://www.aldar.com.ar/proyectos-realizados-proinged.php>
- CADER. (2015). Informe Ejecutivo. Obtenido de <http://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2015/10/Reporte-Ejecutivo.pdf>
- CALIVILLALONGA. (2016). Obtenido de <http://calivillalonga.com/sala-de-prensa/se-presento-proyecto-de-ley-nacional-para-que-usuarios-puedan-inyectar-energia-renovable-a-la-red-electrica/>
- CAMMESA. (2015). Informe Anual 2015. Obtenido de <http://portalweb.cammesa.com/Documentos%20compartidos/Informes/Informe%20Anual%202015.pdf>
- CEAMSE. (2012). Centrales térmicas a biogás San Martín y San Miguel. Obtenido de Benito Roggio Ambiental: <http://www.bra.com.ar/Spanish/Noticias/Pages/Central-Buen-Ayre-comenzo-a-generar-energia.aspx>
- CEAMSE. (2015). Autopista Camino Parque del Buen Ayre. Obtenido de <http://www.ceamse.gov.ar/camino-del-buen-ayre/>
- Decreto Nacional N° 2.247. (1985). Programa de uso Racional de la Energía. Obtenido de Sistema Argentino de Información Jurídica (SAIJ): <http://www.saij.gob.ar/2247-nacional-programa-uso-racional-energia-dn19850002247-1985-11-22/123456789-0abc-742-2000-5891soterced>
- Directorio Legislativo. (2016). Obtenido de <http://www.directoriolegislativo.org/directorio/node/91938>
- DPE. (1992). Energías Renovables - Dirección de Energía de la Provincia de Buenos Aires. Obtenido de [http://www.dpe.gba.gov.ar/duema/energias\\_renovables.php](http://www.dpe.gba.gov.ar/duema/energias_renovables.php)
- Fernández, C. (2011). La Energía Eólica en la Provincia de Buenos Aires - El rol de las Políticas Públicas para su Promoción. (E. Económicos, Editor) Obtenido de Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur - CIC: [http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0425-368X2011002200001](http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0425-368X2011002200001)
- Fundación Concejo para el Proyecto Argentino. (2007). Trabas para la Energía Eólica y los Biocombustibles. Obtenido de Gabinete Paralelo: [http://www.gabinete.org.ar/Octubre\\_2007/sinviento.htm](http://www.gabinete.org.ar/Octubre_2007/sinviento.htm)
- GEMA. (2014). Grupo de Interés en Energías del Mar Argentino. Obtenido de Catálogo de Energías del Mar - 1° Edición: [http://www.frgp.utn.edu.ar/images/utn-frgp/scyt/\\_archivos/apee/catalogo\\_gema\\_1\\_emision-26-11-2014.pdf](http://www.frgp.utn.edu.ar/images/utn-frgp/scyt/_archivos/apee/catalogo_gema_1_emision-26-11-2014.pdf)

- GENREN. (2009). Estado de situación de las licitaciones de Generación de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Renovables (Octubre 2012). Obtenido de Energía Argentina SA (ENARSA): <http://www.enarsa.com.ar/index.php/es/areas-de-negocios/92-energiasrenovables/397-genren?showall=1&limitstart>
- IAE. (2014). Informe de Ex Secretarios de Energía. Obtenido de [http://web.iae.org.ar/wp-content/uploads/2014/10/ExSecretarios\\_modificar\\_matriz\\_energ%C3%A9tica\\_renovables\\_eficiencia.pdf](http://web.iae.org.ar/wp-content/uploads/2014/10/ExSecretarios_modificar_matriz_energ%C3%A9tica_renovables_eficiencia.pdf)
- IRESUD. (2011). Proyecto Interconexión a Red de Energía Solar Urbana Distribuida. Obtenido de <http://iresud.com.ar/>
- Ley N° 25.019. (1998). Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar. Obtenido de Información Legislativa (InfoLEG): <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/50000-54999/53790/norma.htm>
- Ley N° 27.191. (2015). Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la producción de Energía Eléctrica. (modifica la Ley N° 26.190). Obtenido de <http://www.agueera.com.ar/index.php?IDM=44&mpal=3&alias=>
- Marcelo Federico. (2016). Paneles solares fotovoltaicos - Jardín de infantes N° 919 - TANDIL. Obtenido de Usina Popular y Municipal de Tandil SEM: [http://www.usinatandil.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=621&Itemid=15](http://www.usinatandil.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=621&Itemid=15)
- PERMER. (2000). Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales. Obtenido de Ministerio de Energía y Minería: <https://permer.se.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3403>
- PERMER. (2012). Evaluación Final - Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales. Obtenido de Ministerio de Energía y Minería: [https://permer.se.gov.ar/contenidos/archivos/permer/estudiosmercado/EvaluacionFinal\\_ResumenEjecutivo.pdf](https://permer.se.gov.ar/contenidos/archivos/permer/estudiosmercado/EvaluacionFinal_ResumenEjecutivo.pdf)
- PERMER II. (2016). Ministerio del Interior, Obras públicas y Vivienda. Obtenido de <http://www.mininterior.gov.ar/municipios/progmasinfo.php?programa=198&idname=municipios&i>
- PowerMill. (2015). Generación híbrida Eólica Fotovoltaica - Autopista del Buen Ayre. Obtenido de <https://www.windstream-inc.com/products/powermill>
- PROINGED. (2009). Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida - Resolución N° 827/09. Obtenido de <http://www.proinged.org.ar/elprograma.html>
- RenovAr. (2016). Programa de Energías Renovables. Obtenido de Ministerio de Energía y Minería: <https://www.minem.gov.ar/www/706/24712/articulo/noticias/1237/el-presidente-lanzo-el-programa-renovar-de-energias-renovables.html>
- Resolución N° 521. (2013). Subprograma de Eficiencia Energética – PROINGED (SUBPEEP). Obtenido de Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires: <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/r-mi-13-521.html>
- Rieznik Lamana, N., & Hernández Aja, A. (2005). Buena Práctica. Obtenido de Ciudades para un Futuro mas Sostenible: <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-buena-practica.html>
- Secretaría de Energía. (2009). Energías Renovables. Diagnóstico, Barreras y Propuestas. Obtenido de Secretaría de Energía de la Nación, Fundación Bariloche y REEEP: [https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos\\_didacticos/publicaciones/EnergiasRenovables.pdf](https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/EnergiasRenovables.pdf)

**ABSTRACT:** Argentina Energy Matrix requires promoting its diversification by encouraging the distributed electricity generation, with local renewable resources, by small consumers-producers incorporating their generated energy to the distribution networks in low voltage.

With this objective this paper, made with an integrative look that seeks to incorporate the use of renewable energies to the collective social and local urban policies, develops according to two aspects that are considered significant:

Normative framework, inferring that their existence and/or enactment should encourage the distributed electricity generation in low powers, with incorporation to the grid.

Instrumental approach through the analysis of cases - good practice. It is considered good practice to actions designed to improve the living conditions of the community. To know them allows to share valuable experiences increasing the level of awareness of those who take decisions on potential solutions to social problems, economic and environmental premises.