

Energía Minieólica: ¿una alternativa factible para el autoabastecimiento en Argentina?

Área temática: Gestión de Calidad, Calidad Ambiental y Responsabilidad Social Empresaria

Pendón Manuela, Williams Eduardo, Cibeira Natalia, Filippetti Belén, Granada Maite, Couselo Romina

*UIDET Formulación y Evaluación de Proyectos. Facultad de Ingeniería.
Universidad Nacional de La Plata.
1 y 47, La Plata, Buenos Aires.
manuela.pendon@ing.unlp.edu.ar, manuelapendon@gmail.com*

RESUMEN

Existen en el país viviendas con ausencia de energía eléctrica, por diversas causas, falta de inversión, dificultades técnicas y geográficas, entre otras. A su vez, la oportunidad y desafío que representan las energías renovables como alternativa a la crisis energética, cambio climático y desarrollo sostenible hacen de las mismas un tema de especial interés. En particular la tecnología minieólica, es incipiente en Argentina, pero que ya se ha abierto camino en otros países del mundo dando buenos resultados bajo determinadas condiciones.

La energía minieólica es el aprovechamiento de los recursos eólicos mediante la utilización de aerogeneradores de potencia inferior a los 100 kW. Una de las principales ventajas de esta tecnología es que produce energía a pequeña escala de manera distribuida, es decir favorece el autoabastecimiento.

En el presente trabajo se realiza una investigación a partir de información secundaria para identificar las variables más relevantes en proyectos de autoabastecimiento mediante energía minieólica y sus factores determinantes. A partir de su identificación y estudio se analizan las viabilidades técnica, económica y financiera y se estiman valores actuales de variables e indicadores de conveniencia, para finalmente poder determinar la factibilidad de su utilización como alternativa de autoabastecimiento en el país.

Palabras Claves: energía, minieólica, renovable, costos, distribuida.

ABSTRACT

There are houses in the country with no electricity, for various reasons, lack of investment, technical and geographical difficulties, among others. In turn, the opportunity and challenge of renewables as an alternative to the energy crisis, climate change and sustainable development make them a topic of special interest. In particular small wind technology is emerging in Argentina, but it has already made its way into other countries performing well under certain conditions.

The small wind energy use wind turbines with power lower to 100 kW. One of the main advantages of this technology is that it produces energy to small scale in a distributed manner, ie favors sufficiency.

In the present research work is done from secondary information to identify the most relevant variables in self-sufficiency through small wind projects energy and its determinants. Since its identification and study the technical, economic and financial viabilities are analyzed and current values of variables and indicators are estimated, to finally determine the feasibility of their use as an alternative of self-sufficiency in the country.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen en la Argentina viviendas con ausencia de energía eléctrica, por diversas causas, falta de inversión, dificultades técnicas y geográficas, entre otras. A su vez, se plantea a nivel mundial la oportunidad y desafío de utilizar a las energías renovables como alternativa a la crisis energética, cambio climático y desarrollo sostenible.

En Argentina, en el año 2006 se sancionó la Ley 26.190/06, que otorgó a las energías renovables el carácter de interés nacional, y estableció la meta para el año 2016 de abastecer hasta un ocho por ciento de la demanda del país con energía eléctrica que provenga de fuentes renovables. En este sentido, una de las energías renovables más utilizadas y con mayor trayectoria en el país es la energía eólica, con parques generadores conectados a la red que totalizan una capacidad instalada de 217,1 MW a finales del 2013, según la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA). Si bien aún la Argentina se encuentra en el puesto número 40 del ranking mundial liderado por China (91.324 MW) y Estados Unidos (61.108 MW) [1], la misma se encuentra en pleno crecimiento y surge la inquietud de si la energía eólica en menor escala, puede ser una alternativa de solución para el autoabastecimiento en casos aislados de la red. En Argentina la energía minieólica recién está dando sus primeros pasos.

Como antecedente de la aplicación de energía minieólica en el país puede mencionarse el Proyecto de Energías Renovables en el Mercado Rural (PERMER), financiado por el Gobierno Nacional mediante un préstamo del BIRF y que llevó adelante la Secretaría de Energía de la Nación, tenía como objetivo principal el abastecimiento de electricidad a un significativo número de personas que viven en hogares rurales y a servicios públicos de todo tipo (escuelas, salas de emergencia médica, destacamentos policiales, etc) que se encuentran fuera del alcance de los centros de distribución de energía.

Las turbinas pequeñas y medianas no son solamente amigables con el medio ambiente, sino que ofrecen la posibilidad de ser combinadas fácilmente en sistemas híbridos con energía solar o diesel, creando nuevas posibilidades.

En el mercado mundial se aprecia un crecimiento dinámico de aerogeneradores de pequeña potencia, habiéndose alcanzado los 678 MW instalados a fines del 2012 [2].

La mayor parte del crecimiento se da en tres países. China, Estados Unidos y el Reino Unido. China se encuentra en el primer puesto en cantidad de aerogeneradores de energía minieólica instalados, con más de 570.000 unidades, lo sigue Estados Unidos con 155.000 y el Reino Unido con 23.500 unidades instaladas.

La Argentina posee un gran potencial para abastecerse a partir de energía eólica dadas sus condiciones climáticas y geográficas. A su vez existen medianas y grandes empresas nacionales que fabrican aerogeneradores con componentes locales.

En el presente trabajo se realiza una investigación a partir de información secundaria para identificar las variables más relevantes en proyectos de autoabastecimiento mediante energía minieólica y sus factores determinantes. A partir de su identificación y estudio se analizan las viabilidades técnica, económica y financiera y se estiman valores actuales de variables e indicadores de conveniencia, para finalmente poder determinar la factibilidad de su utilización como alternativa de autoabastecimiento en el país.

2. LA ENERGÍA MINIEÓLICA Y SUS CARACTERÍSTICAS

Hasta la fecha no hay una versión global unificada del significado de energía minieólica. Originalmente, se la definía por sus características para producir una pequeña cantidad de electricidad para las casas, aparatos o para cubrir la demanda de electricidad de varios hogares. Sin embargo, esta definición no tiene sentido a nivel universal debido que los patrones de consumo de energía son muy diferentes en las distintas partes del mundo. Sin embargo, la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA), considera a los fines prácticos y hasta tanto se llegue a una definición unificada, que la energía minieólica consiste en el aprovechamiento de los recursos eólicos mediante la utilización de aerogeneradores de potencia inferior a los 100 kW.

De forma general, entre las principales características de la energía minieólica se pueden mencionar la generación próxima a los puntos de consumo, reduciendo las pérdidas de transporte; versatilidad de aplicaciones y ubicaciones con posibilidad de integración en sistemas híbridos y tecnologías existentes para suelo y cubierta; accesibilidad a los consumidores finales, al requerir relativamente bajas inversiones y una instalación sencilla; funcionamiento con vientos moderados, suministro de electricidad en lugares aislados de la red y reducido impacto ambiental. Son clasificadas como pequeñas las turbinas con un diámetro menor de 15 m, sin embargo la mayoría de las turbinas pequeñas tienen un diámetro de 7 m o menos y una salida de potencia de entre 1 kW y 10 kW. Para aplicaciones muy pequeñas, tales como casas aisladas, las turbinas de viento

pueden tener un diámetro menor a los 2 m. Las turbinas medianas, tienen un diámetro de entre 15 y 30 m.

3. AUTOABASTECIMIENTO CON ENERGÍA MINIEÓLICA

3.1. Viabilidad Técnica

Para poder determinar la viabilidad técnica de proyectos de autoabastecimiento de energía a través de la tecnología minieólica se podrían considerar y analizar los siguientes factores clave: lugar de emplazamiento, consumo a abastecer, tecnología a utilizar, energía producida, operación y mantenimiento y confort del usuario.

3.1.1 Lugar de emplazamiento

Lo primero que se debe analizar son las características del lugar donde se desea emplazar el aerogenerador. Los principales factores a tener en cuenta son: topográficos, climáticos y altura de montaje.

- *Factores topográficos*

Los factores topográficos que afectan el viento, más relevantes, a considerar son tres: resguardo, rugosidad y orografía.

El resguardo se refiere a la existencia de obstáculos muy cercanos en el lugar donde existe una estación de medida, lo que produce una disminución relativa de la velocidad del viento. La rugosidad se refiere al efecto conjunto de la superficie del terreno y de los obstáculos, como por ejemplo casas y vegetación, lo que produce un retraso en el viento en la superficie. La orografía se refiere a la existencia de colinas, precipicios, acantilados. Ya que en las cimas de estos accidentes orográficos el viento se acelera mientras que a los pies de los valles se desacelera.

- *Factores climatológicos*

Los efectos climatológicos más determinantes que se deben considerar y por ende medir en una determinada región son: velocidad y dirección del viento, velocidad media del viento, velocidad máxima del viento, porcentaje de calmas, temperatura del aire, radiación solar y presión atmosférica.

En general, se pueden utilizar aerogeneradores para producir energía eléctrica cuando la velocidad promedio anual del viento es mayor a los 5 m/seg [3].

Conocidos los valores de velocidad media, medidos en el campo, y caracterizada la distribución de Weibull, según la cual se modela el comportamiento probabilístico de la energía eólica, es que se puede comenzar a evaluar este recurso.

El principal dato de "cuanto viento aprovechable hay" sale de una función acumulada conocida con el nombre de Factor de Capacidad (FC). Esto es un valor porcentual de la energía que una turbina eólica entregara durante todo un año en relación a la cantidad de energía que podría entregar una turbina trabajando el 100% del tiempo.

La Republica Argentina cuenta con características técnicas inigualables en cuanto a recurso eólico aprovechable. Como se muestra en Figura 1, el país tiene cerca del 70% de su territorio cubierto con vientos cuya velocidad media anual, medida a 50 metros de altura sobre el nivel del suelo, supera los 6 m/s. Particularmente, zonas en la Patagonia media y sur cuentan con velocidades promedio que superan los 9 m/s y hasta 12 m/s.

Los primeros modelos realizados arrojaron factores de capacidad elevados en gran parte del país. En zonas patagónicas se obtuvo un FC mayor a 45%; a su vez en zonas serranas en distintas provincias así como también a lo largo de la costa de la provincia de Buenos Aires, arrojan resultados del orden del 35%.

Cabe mencionar a modo de comparación que el FC promedio en Europa, en donde la industria está ampliamente desarrollada, ronda el 25%.

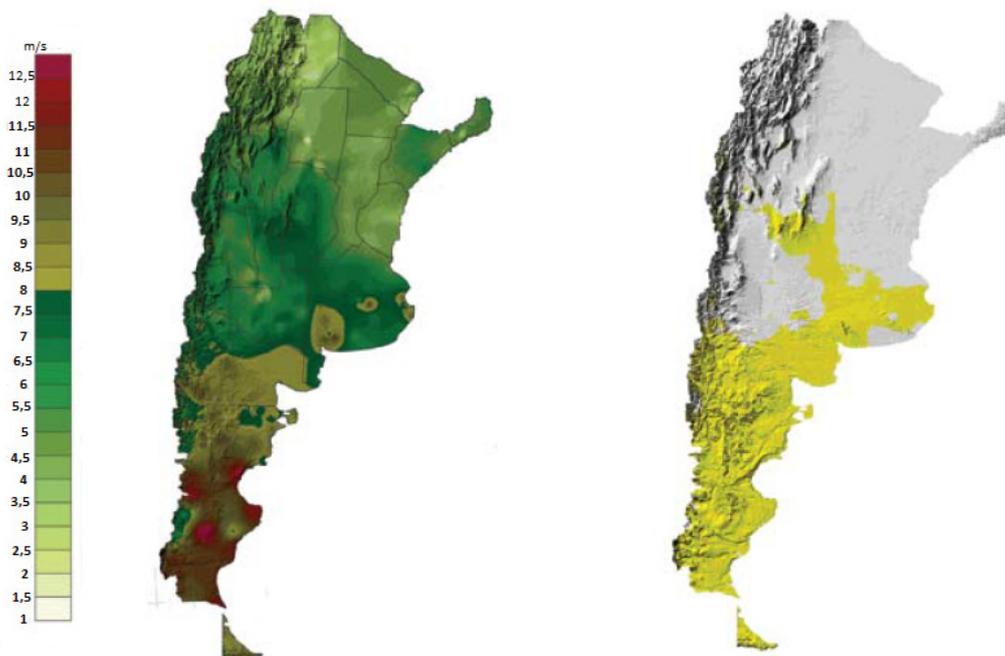


Figura 1. Izquierda: Velocidad media anual a 50 metros de altura en m/seg; Derecha: Factor de capacidad mayor a 35% a 70 metros de altura.[4]

- *Altura del montaje*

Como altura de montaje se entiende la altura del buje desde el suelo. Es aconsejable tomar una altura de buje mínima de 10 metros, contando desde la altura de desplazamiento. La altura de desplazamiento se toma en cuenta siempre y cuando el aerogenerador está montado dentro de un área de vegetación específica y suele coincidir con la mitad de la altura media de la vegetación circundante excepto si se trata de vegetación muy densa y poco porosa, como árboles, en cuyo caso se tomará la altura total de la vegetación. [5]

Para optimizar el rendimiento del aerogenerador, y prolongar su vida útil, el emplazamiento debe estar bien expuesto al viento y contar con un bajo grado de turbulencias (poca rugosidad).

Se ha demostrado que es poco aconsejable los emplazamientos urbanos (muy rugosos) excepto en edificios altos o zonas periurbanas.

Según la consulta a especialistas del sector, en el sur de la Argentina los aerogeneradores se instalan a alturas bajas, alrededor de 12 metros, mientras que en zonas como la provincia de Buenos Aires se instalan a 24 metros y más al norte, en Entre Ríos las instalaciones se realizan a 36 metros de altura aproximadamente.

3.1.2 Consumo energético

Otro factor a considerar es la demanda de electricidad del usuario; esto significa determinar la máxima potencia que será utilizada, así como también la finalidad de su uso. Se deberán tomar en cuenta las variaciones diarias y mensuales, el margen de reserva para dar fiabilidad al sistema y el incremento de la demanda futura, cuando se estime el tamaño del sistema necesario [3].

En Argentina, una casa puede requerir en promedio entre 1 y 5 kW de potencia según las instalaciones que posea.

Según la Asociación Argentina de Energía Eólica, en un mes de verano, una casa con instalación de iluminación, heladera con freezer, horno microondas, lavarropas automático, un aire acondicionado, dos ventiladores, un turbo calefactor, lustradora/ aspiradora, cafetera, plancha, computadora, impresora, monitor, televisor y equipo de audio, puede presentar un consumo eléctrico del orden de 700-1000 kWh. Dividiendo por el total de horas en un mes (720 hs), obtenemos una potencia de 1-1.4 kW. Este valor es promedio, es decir puede haber momentos en que se necesite una mayor o menor potencia.

3.1.3 Tecnología

Los primeros desarrollos considerados como tecnología eólica de pequeña potencia fueron aeroturbinas para producir electricidad en lugares remotos. Sin embargo este tipo de aeroturbinas ha ido evolucionando y su aplicación principal hoy en día es la generación conectada a red siguiendo estrategias de microgeneración distribuida en los países desarrollados.

Hoy en día existen más de 330 fabricantes de aerogeneradores de pequeña potencia a nivel mundial, que producen más de 400 modelos diferentes y alrededor de 300 firmas que proveen repuestos y asesoramiento [2].

Este mercado aún está en etapa de desarrollo, por lo que aún se busca una cierta madurez tecnológica y comercial. Actualmente existen múltiples y diversos diseños de aerogeneradores de pequeña potencia, sin embargo éstos van evolucionando hacia una configuración común fiable y segura, además de eficiente y silenciosa.

En general, un generador de pequeña potencia está compuesto por el rotor, en el cual se convierte la energía cinética del viento en energía mecánica, un generador eléctrico que acoplado al rotor convierte la energía mecánica en energía eléctrica normalmente de frecuencia y tensión variable y el timón o aleta de cola, que básicamente funciona como el sistema de orientación. Todos estos componentes se encuentran en un soporte o torre. Además se debe tener un sistema de acondicionamiento de potencia que en el caso de aerogeneradores para carga de baterías (sistemas aislados de la red) será un rectificador y un regulador de carga y en el caso de conexión a la red el regulador se sustituye por un inversor. Por último todo aerogenerador de pequeña potencia debe contar con un sistema de protección contra sobre velocidad. Este dispositivo es esencial para la seguridad del aerogenerador y alargar su vida útil al evitar grandes cargas mecánicas sobre las palas.

La mayoría de las diferencias tecnológicas de los aerogeneradores aparecen en el diseño de las palas y en el sistema de protección contra sobre velocidad [6].

A nivel mundial, algunas de las principales empresas productoras de aerogeneradores de pequeña potencia son Eocycle Technologies de Canadá, Bergey Windpower de EEUU, Endurance Wind Power con presencia en Canada, Italia, Reino unido y EEUU, Ghrepower China, Bélgica, Francia, Italia, el Reino unido y EEUU, HY Energy de China, KLiUX Energies de España, Superwind y S&W Power Systems de Alemania.

En nuestro país existen actualmente dos empresas productoras de aerogeneradores de alta potencia, IMPSA que fabrica generadores de 1,5 MW y 2,1 MW y NRG Patagonia con generadores de 1,5 MW, y dieciocho fabricantes de aerogeneradores de baja potencia, según el padrón de fabricantes de aerogeneradores del INTI.

Por otra parte, se puede mencionar que existen numerosos comercios a lo largo del país que se encargan de su comercialización, tanto en locales comerciales como a través de mercados virtuales.

En la siguiente tabla se detallan las empresas fabricantes de aerogeneradores de pequeña potencia.

Tabla 1. Empresas nacionales de baja potencia fabricación de aerogeneradores.
Elaboración propia en base al padrón INTI

Empresa	Ubicación	Aerogeneradores
Invap Ingeniería SA	Neuquén Capital	4,5 KW
Grupo ALP	Capital Federal	1,1 KW
Giacobone / Eolux	Rio Cuarto, Córdoba	800, 1000 y 1200 W
Pablo Alvarez	Neuquén Capital	1,8 kW y 10 kW
ST Charger	Capital Federal y San Luis	150, 375, 600 y 1100 W
Windearth	La Plata - Buenos Aires	800 W
Giafa SRL	Córdoba Capital	800 W y 2 kW
Eólica Salez	Rojas - Buenos Aires	1000 / 2500 W
Eólica Argentina SRL	Concordia - Entre Ríos	500 / 750 / 1500 / 3000 W
Agroluz	Capital Federal	2 kW
Electromecánica Bottino Hnos. S.A.	San Martín - Mendoza	1,5 y 2 kW
Tecnotrol S.R.L.	Comodoro Rivadavia - Chubut	400 W / 800 W / 1,5 kW
H2Systems	Lobos, Buenos Aires	10 kW
Grupo Écolo	Santa Fe	1,5 kW – 2,5 kW
Eolocal	CABA, Buenos Aires	700 W
Pampaco SA	La Plata - Buenos Aires	800 W
MAKIARGENTINA	Cármén de Areco - Buenos Aires A	500/600/1000/1500/2200/3000/6000 W
Windy West S.A	Necochea - Buenos Aires	150 W / 900 W

En cuanto a la situación del sector, se puede mencionar que a partir del surgimiento de la nueva área de Generación Distribuida de Energías Renovables del INTI, se desarrolló el Programa de Fortalecimiento Industrial: Aerogeneradores de Baja Potencia mediante el cual se busca propiciar la generación distribuida a partir de este tipo de energía y fortalecer a los actores de la cadena de valor, creando un vínculo de cooperación entre ellos. A su vez se validó un método de ensayo común para aerogeneradores de baja potencia avalado por esta institución.

3.1.4. Energía producida

Conociendo la demanda promedio de energía y la velocidad promedio del viento, puede calcularse el tamaño del aerogenerador que se requiere. La energía producida puede obtenerse de forma más exacta combinando las mediciones de la distribución de la velocidad del viento y las mediciones de la curva de la potencia de un aerogenerador proporcionada por los fabricantes.

3.1.5. Operación y Mantenimiento

Los aerogeneradores comercializados actualmente están diseñados para funcionar con un mantenimiento mínimo. Para poder garantizar la operación óptima del sistema eólico, se debe realizar un mantenimiento preventivo periódico que incluya la revisión del interruptor de seguridad, del estado mecánico, inspeccionar la torre y la revisión de las baterías [3].

Los fabricantes de aerogeneradores suelen brindar un plan de mantenimiento preventivo en el manual del usuario. En los cuales se recomienda realizar una inspección visual, tanto del molino como de la torre, y un chequeo de ruidos anómalos y vibraciones, después de tormentas o vientos fuertes, dependiendo del modelo, puede ser para vientos superiores a los 25 m/seg. A su vez se debe realizar la comprobación del estado de las palas una vez al año.

Según los fabricantes, las escobillas se deben sustituir cada nueve o diez años, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar.

Por otra parte, la vida útil de los equipos es prolongada, yendo desde los 20 a los 40 años. Esto se debe a la pequeña cantidad de partes móviles de todo el sistema.

3.1.6. Confort del usuario

En todo proyecto de ingeniería, se cuantifican innumerables variables y se analizan en las magnitudes correspondientes a cuestiones tales como por ejemplo, el diseño y dimensionamiento de una instalación, con el objetivo de analizar la viabilidad técnica del mismo (entre otras), y trasladar estos estudios a magnitudes económicas obteniendo así el rendimiento del proyecto. Durante este trabajo de investigación, se ha propuesto el reemplazo de generadores mediante combustión de gasolinas por generadores minieólicos.

Peró no todo son números. El confort del usuario es una variable importante a analizar.

En este caso en particular, la opción que se propone mediante la utilización de energías renovables, trae añadidas algunas ventajas muy importantes a ser tenidas en cuenta, relacionadas con la comodidad del usuario:

- Los sistemas minieólicos son sustancialmente menos ruidosos que los generadores de combustión. Estos últimos, tienen un ruido realmente perturbador, y que no sólo altera el bienestar del ser humano sino que impacta en la fauna cercana, creando condiciones anormales en el hábitat. Los aerogeneradores actuales por el contrario, teniendo el mantenimiento adecuado, tienen un nivel de ruido ambiente muy bajo, y más aún en función de la distancia a la que se coloque.

- Respecto a la distancia de colocación, el hecho de almacenar energía en un sistema de baterías, permite tener acceso a la misma sin necesidad de moverse del lugar. El generador de combustión, exige un accionar de arranque, y uno de detención, teniendo que ser la persona que se encuentra en el lugar quien deba realizarlo, y si preservamos la comodidad y el confort y lo colocamos cerca de la residencia, el ruido que mencionábamos anteriormente será muy molesto, pero por el contrario si queremos alejarlo evitando este factor, incurrimos en una molestia muy grande teniendo que ir hasta el lugar de colocación, con las dificultades que esto genera al finalizar la noche, o en climas fríos y lluviosos.

- El arranque y apagado del motor de combustión es algo que como se mencionó antes, se suprime en los generadores minieólicos

- Menor riesgo físico. El generador minieólico, dijimos que puede ser colocado a grandes distancias, evitando así los riesgos físicos que pudiese producir el mismo en una condición de rotura o desprendimiento en casos fortuitos. Minimizaría el riesgo respecto al motor de combustión, que tiene riesgos de inflamación por el combustible utilizado, utiliza componentes mecánicos de alta velocidad de rotación, y genera altas temperaturas en sus partes expuestas.

- El sistema eólico evita la necesidad de un depósito de combustible, que minimiza el riesgo físico y mejora la comodidad del usuario, teniendo un factor menos del cual preocuparse, no solo por el hecho de tener que realizar la tarea logística de reposición del combustible sino por el posible impedimento cuando las situaciones climáticas no son las mejores (sobre todo en zonas rurales, con caminos de tierra)

Los modelos de desarrollo de productos orientados al usuario han intentado conocer las necesidades, preferencias y expectativas de los usuarios, con el objeto de establecer la importancia de cada atributo del producto percibida por el usuario y poder incorporarla en el proceso de desarrollo en mayor o menor medida. [7]

En este aspecto, la introducción al generador eléctrico mediante energía minieólica genera un confort que puede ser percibido por el cliente, y que no solo debe ser considerado, sino que puede ser un factor predominante.

3.2. Viabilidad económica y financiera

3.2.1. Beneficios obtenidos

En la actualidad la mayoría los hogares aislados de las redes eléctricas, utilizan grupos electrógenos para poder abastecerse de energía. Si bien estos equipos han avanzado tecnológicamente requieren de un mantenimiento continuo y poseen un alto consumo de combustibles.

Los beneficios obtenidos por la utilización de energía minieólica podrían considerarse como aquellos que resulten del ahorro en combustibles.

Un grupo electrógeno de pequeña potencia, entre 1,4 KW y 2 KW de energía generada, consume entre 1 a 1,5 litros de combustible por hora. A su vez poseen una autonomía que varía de acuerdo a los modelos, pero que puede alcanzar las once o doce horas.

La mayoría de los grupos electrógenos, excepto los de dos tiempos, utilizan aceite para la lubricación debiéndose cambiar periódicamente cada cierto número de horas de funcionamiento. Para contabilizar el número de horas que funciona el grupo, hay que tener (sino lo lleva el grupo de origen) un contador de horas, que se instala a partir de una derivación de la línea que va del grupo, a la caja de protecciones. Además, en los motores a nafta, hay que limitar y cambiar, si es necesario, las bujías. También hay que limpiar el filtro de aire y el del combustible, y cambiar el del aceite, si disponen del mismo.

Las familias aisladas de la red eléctrica suelen utilizar el grupo electrógeno en los horarios donde no tienen luz natural. Por este motivo se considera un tiempo de utilización del grupo electrógeno de 3 horas por día, y tomando la nafta a un valor de \$11,82, el costo diario de generación de energía es de \$35,46, siendo de \$1.064 mensuales.

A su vez, muchos hogares rurales utilizan heladeras a gas o kerosene. Una heladera a gas encendida las 24 horas consume una garrafa de 15 Kg en treinta días según datos de los fabricantes. Considerando el precio de la garrafa social a la fecha, esto tendría un costo de combustible de \$24 por mes.

Con los datos anteriores, se puede concluir que una familia posee un costo de \$1.088 mensuales a \$13.056 anuales. Éstos pueden ser considerados un ahorro en caso de instalar un sistema eólico de baja potencia.

3.2.2. Inversión inicial necesaria

La inversión inicial requerida para lograr el autoabastecimiento de energía eléctrica a partir de un aerogenerador de pequeña potencia consta básicamente de los siguientes componentes:

- Generador eólico.
- Conversor de DC a AC.
- Cargador de baterías.
- Tablero de comando y control con llaves térmicas.
- Rectificador de corriente.
- Regulador del banco de baterías.
- Resistencia.
- Banco de Baterías.
- Instalación y puesta en marcha del sistema.

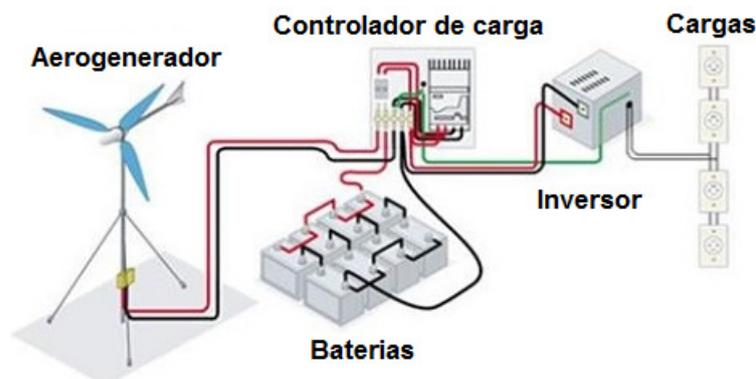


Figura 2. Esquema básico instalación Sistema eólico de baja potencia aislado de la red.

En el país, muchas empresas brindan instalaciones llave en mano que incluyen los sistemas propiamente dichos (aerogenerador, baterías, reguladores, inversor e instalación), el traslado del personal y equipos hasta el lugar de la instalación y por último el costo del cableado de conexionado desde el aerogenerador hasta el banco de baterías. El traslado o flete puede variar considerablemente de acuerdo al lugar de instalación, dada la gran extensión del país. El cableado de conexionado también es variable y depende del lugar de instalación tanto de la torre del aerogenerador como del banco de baterías.

Con un sistema eólico de 48V 1300W, dependiendo de la zona, se puede abastecer computadoras, una heladera con freezer clase A, iluminación, un lavarropas y electrodomésticos en general de forma simultánea. También se puede abastecer pequeñas herramientas como soldadoras o moledoras, pero en intervalos de corta duración, debido a su gran consumo energético. En general, estos sistemas no se pueden utilizar para alimentar aire acondicionado, ventiladores y estufas eléctricas.

Según empresarios del sector, el 80% de los equipos instalados en el país se utilizan para abastecimiento de energía eléctrica a viviendas no conectadas a la red.

Los equipos suelen ser modulares, lo que cual quiere decir que si se tiene un consumo mayor se puede ampliar el sistema mediante otro aerogenerador y banco de baterías.

En el caso de no haber viento por varios días se puede recurrir a un pequeño grupo electrógeno para cargar el banco de las baterías mediante el cargador incorporado que posee el inversor.

De acuerdo a un relevamiento de presupuestos realizado, la inversión inicial requerida para instalar un sistema eólico es de 3000 a 6000 USD/kW, lo cual incluye todos los gastos necesarios para tener el sistema funcionando.

3.2.3. Costos de operación y mantenimiento

Considerando los planes de mantenimiento preventivo recomendados por los fabricantes e instaladores de los sistemas eólicos, se considera como costo de mantenimiento anual la visita de un técnico especializado para comprobar el correcto funcionamiento del mismo. Esta, según la consulta a expertos en la materia tiene un valor de \$2000 en promedio. Cabe destacar que este costo depende fundamentalmente de la distancia entre el servicio técnico y el cliente particular.

No se consideran en el análisis los costos por reposición del aerogenerador y otros elementos del sistema, ya que los mismos tienen una larga vida útil. Según especialistas la vida útil de los aerogeneradores puede establecerse en 20 años.

Las baterías de ciclo profundo utilizadas en estos sistemas tienen una vida útil aproximada de 800 ciclos. Por lo que se considera un recambio de baterías cada dos años. Para un banco de baterías de 48V se requiere una inversión de \$15.960 cada dos años.

3.2.4. Indicadores de conveniencia

Considerando los costos estimados previamente, se realiza un análisis financiero, con un flujo de fondos sencillo, de un sistema eólico de baja potencia para alimentar una vivienda familiar tipo.

Considerando una inversión inicial de \$50.000 (al tipo de cambio de 5/9/2014), una reinversión cada dos años para el cambio del banco de baterías de \$15.960, un ahorro base de costos de combustible de \$13.056 anual y un costo base de mantenimiento de \$2000 anual. Se simulan dos escenarios en función de incrementos previstos en los costos de mantenimiento y del ahorro por combustible.

Se considera un horizonte de evaluación de diez años y un valor remanente de la inversión en el último año del horizonte por cuanto para un aerogenerador se estima una vida útil tecnológica de veinte años. Los escenarios se evalúan para dos tasas de descuento, 10% y 20%, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 2. Indicadores de Conveniencia Económico Financiera. Elaboración propia.

TC = 10%		
	VAN	PR
20% Costo mantenimiento + 25% Costo de combustible	\$ 161.510	5
10% Costo de mantenimiento + 56% Costo de combustible	\$ 1.305.785	3
TC = 20%		
20% Costo mantenimiento + 25% Costo de combustible	\$ 68.174	5
10% Costo de mantenimiento + 56% Costo de combustible	\$ 634.211	3

4. CONCLUSIONES.

Se identificaron las variables relevantes en proyectos de autoabastecimiento mediante energía minieólica, desde la una perspectiva técnica, tales como lugar de emplazamiento, consumo a abastecer, tecnología a utilizar, energía producida, operación y mantenimiento y confort del usuario. Desde la perspectiva económica es necesario considerar fundamentalmente tres variables relevantes, la inversión inicial, el beneficio en ahorro de combustibles ante la alternativa de autoabastecerse con grupos electrógenos y los costos de operación y mantenimiento.

Aún cuando las inversiones en autoabastecimiento con energía minieólica son relativamente altas y debieran ser afrontadas en su totalidad por los propios usuarios rurales, resultaría conveniente en comparación con el ahorro de costos que representa el abastecimiento con generadores a nafta. Utilizando valores actuales de mercado, la inversión, para un caso tipo, podría recuperarse entre el tercer y quinto año. La viabilidad técnica se ve favorecida por la importante disponibilidad de recursos eólicos con los que cuenta el país a lo largo de toda su extensión, la versatilidad de la tecnología actual para adaptarse a distintos emplazamientos y la disponibilidad de tecnología de origen nacional. Se concluye que el abastecimiento a través de energía minieólica sería factible.

5. REFERENCIAS

- [1] World Wind Energy Association. (2013). *World Wind Energy Report*.
- [2] World Wind Energy Association. (2014). *Small Wind World Report Summary*.
- [3] Ing. Arivilca, R., & M. Sc. Ing. Orbezo, C. (2010). *Energía Eólica, Manual técnico para pequeñas instalaciones*.
- [4] Cámara Argentina de Energías Renovables. (2009). *Estado de la Industria Eólica en Argentina*.
- [5] Agencia Andaluza de Energía. (s.f.). *Energía Eólica Guía Técnica*.
- [6] Fundación de la energía de la comunidad de Madrid. (2012). *Guía sobre tecnología minieólica*. Madrid.
- [7] Martínez, L. S. (2011). La percepción del confort. Análisis de los parámetros de diseño y ambientales mediante Ingeniería Kansei: Aplicación a la biblioteca de Ingeniería del Diseño (UPV).