



Revista de Ingeniería

ISSN: 0121-4993

reingeri@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes

Colombia

Pinilla Sepúlveda, Álvaro  
Soluciones energéticas para zonas rurales (¿En el posconflicto?)  
Revista de Ingeniería, núm. 44, 2016, pp. 36-39  
Universidad de Los Andes  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121046459006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA ZONAS RURALES (¿EN EL POSCONFLICTO?)

### Energy supply for colombian rural areas (in the post-conflict?)

Álvaro Pinilla Sepúlveda

Profesor titular Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de los Andes. *Contacto: apinilla@uniandes.edu.co*

#### Resumen

Este artículo pretende describir algunas alternativas de oferta comercial en Colombia para el suministro de energía eléctrica para demandas en el consumo que no excedan unos cuantos kWh/día. Es previsible que la brecha en el suministro de energía eléctrica a través de la extensión del Sistema Interconectado Nacional (SIN) tarde algunos años (si no décadas) para materializarse, y que garantice una cobertura total. Es por ello que las tecnologías energéticas comerciales actuales deben ser sostenibles en el suministro de energía a lo largo del tiempo; y quizás estas ayuden a disminuir la brecha para suplir las necesidades básicas humanas insatisfechas (REN21, GSR, 2016).

Palabras clave: Energía eléctrica, sostenibilidad, NBI, Posconflicto, Estado, energías limpias.

#### Abstract

This article describes some alternative commercial offer to supply demands in electricity consumption in Colombia, not exceeding a few kWh per day. It is expected that the gap in electricity supply through the extension of the National Interconnected System takes a few years (if not decades) to materialize, and to ensure full coverage. That is why current commercial energy technologies must be sustainable in energy supply over time; and perhaps these will help reduce the gap to meet the unsatisfied basic human needs (REN21, GSR, 2016).

Keywords: Electricity, sustainability, UBN, post-conflict, State, clean energies.

#### Introducción

El suministro de energía en Colombia es precario para suplir las necesidades de los habitantes alejados de los centros urbanos. En Colombia se conoce como Zonas No Interconectadas (ZNI), aquellas a las cuales no llega un suministro de energía confiable para suplir la demanda del sector rural.

La dificultad de un acceso confiable de suministro de energía para una vivienda rural se centra esencialmente en gas para la cocción de alimentos; energía

para iluminación; comunicaciones y agua potable.

En cocción de alimentos, se utiliza la madera como fuente de energía; y para iluminación y comunicación se recurre a la compra de velas, compra de kerosene o gasolina para lámparas, pilas y baterías. Las necesidades diarias de energía se realizan, a cuenta gotas, resultando en muchos casos muy onerosos por costo y disponibilidad.

Ya en el mercado colombiano se ofrecen alternativas como sistemas solares fotovoltaicos; equipos eólicos de bajo nivel de potencia (menos de 4 kW); soluciones con turbinas hidráulicas, etc. Estas soluciones se basan en energías renovables, que gracias a su amplio uso a nivel mundial han reducido sus costos de manera llamativa, pasando a competir financieramente con sus contrapartes convencionales.

Estas soluciones, basadas en la energía que proviene del sol, el viento o el agua, tienen en común (en casi todos los casos) que son inagotables en el corto plazo; tienen un bajo impacto sobre los recursos naturales; presentan un muy bajo nivel de emisiones contaminantes; son escalables (al crecer la demanda se adicionan más sistemas), robustas (confiables, durables, fáciles de operar) y asequibles.

## Soluciones energéticas

Para efectos de este artículo, se limitará el análisis al consumo de energía eléctrica que no supere los 10 kWh/día. Esta cantidad de energía puede suplir las necesidades básicas de un grupo de 4 o 5 viviendas rurales en iluminación, alimentación de electrodomésticos, refrigeración, comunicación, educación, y puede dar cabida a algún tipo de actividad productiva que mejore los ingresos de dicho grupo. Para efectos de comparación, el consumo de energía eléctrica de 10 kWh/día corresponde al consumo de una vivienda urbana con tres o cuatro ocupantes.

Este tipo de sistemas de suministro de energía se conocen como Sistemas Autónomos, de los cuales se espera que (1) sean relativamente pequeños y puedan estar dispersos, por ejemplo, sobre el techo de viviendas, y (2) que la generación y la distribución se haga de manera independiente de la red eléctrica nacional.

Un Sistema Autónomo ofrece una oportunidad sin precedente para acelerar la transición a sistemas modernos de servicios de energía en zonas rurales y asentamientos humanos en la periferia de las ciudades. Estos sistemas permiten incrementar el acceso a tecnologías modernas y soluciones sostenibles para iluminación, comunicaciones y educación; mejora en el servicio de salud, facilita el acceso a agua potable, e incluso provee



Experiencia en Iscuandé, Nariño. Fuente: Ing. Andrés Pantoja, Udenar.

energía para tareas y actividades productivas.

Los sistemas autónomos de suministro de energía eléctrica se disponen para dos tipos de configuraciones, y ello corresponde a la entrega de energía eléctrica en corriente continua (CC) o en corriente alterna (CA) (Power Guide, 1994).

Un sistema en CC corresponde a pequeños sistemas de suministro de energía, y pueden ser eólicos de pequeños tamaños, paneles fotovoltaicos, linternas solares, sistemas manuales de generación de electricidad (una bicicleta estática dotada de un generador eléctrico), o bien, una pequeña turbina hidráulica. Unas imágenes al final de este documento ilustran algunas soluciones preindustriales desarrolladas en años recientes en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes, con el apoyo financiero de la Industria Militar (INDUMIL).

Para la generación de electricidad, los equipos que convierten la energía mecánica (con un eje, como un rotor eólico, una turbina hidráulica) en energía eléctrica, utilizan generadores de imanes permanentes, los cuales no

requieren de excitación externa para iniciar la generación de electricidad, a diferencia de los alternadores de carro que requieren de excitación a través de la batería. La energía que proviene del generador pasa por un controlador de carga que bien puede entregar la energía a una batería para su almacenamiento o entregar la energía a una carga para consumo directo. Si la carga es del tipo de corriente alterna, la energía pasa a través de un convertidor de corriente continua a corriente alterna. La energía en corriente alterna opera cualquier tipo de electrodoméstico convencional con la frecuencia y voltaje adecuado.

En la actualidad, los equipos electrónicos como controladores de carga, inversores de corriente continua a corriente alterna, son cada vez más compactos, confiables, de más bajo costo, sencillos de instalar y de operar. Con respecto a baterías, los desarrollos actuales son más versátiles y escalables. Los sistemas de almacenamiento de energía a través de baterías están

disponibles en rangos de manejo de potencia y energía bastante amplios. Las baterías modernas cada vez son más livianas y compactas, con alto contenido energético por unidad de peso y costo.

En las soluciones energéticas de corriente alterna se pueden tener sistemas de mayores niveles de potencia y, por supuesto, de entrega de energía. Esta configuración posibilita la construcción de micro redes para conjuntos de viviendas y actividades productivas. Estos sistemas son más sofisticados, pero existe el conocimiento local y de talento humano para una rápida implementación en zonas rurales y remotas. Vale la pena mencionar que en este tipo de solución el acceso a electrodomésticos comerciales tiene mayor disponibilidad y pueden ser aportados por el usuario, de acuerdo a un plan de consumo eficiente de la energía eléctrica.

Un ejemplo de este tipo de solución es el sistema fotovoltaico para generación de electricidad instalado en la azotea del edificio Carlos Pacheco Devia, de la Facultad de Economía de Los Andes, que tiene una capacidad de aproximadamente 30 kW pico, y entrega la energía eléctrica para el consumo del edificio.

La implementación de sistemas solares, eólicos e hidráulicos requiere de una adecuada valoración del recurso energético y de su disponibilidad. El sol es una fuente de energía que irradia a todos, más o menos, por igual; está disponible en una gran parte del territorio colombiano, salvo en algunos lugares donde los niveles de nubosidad son altos, como en las selvas chocoanas, en el Amazonas, o en zonas de alta montaña.

El recurso eólico es un poco más complejo de evaluar, pues se debe medir con los instrumentos necesarios para tal fin, pero el conocimiento que tienen los habitantes sobre las condiciones climáticas locales puede facilitar el acople entre equipos eólicos de menor tamaño con las necesidades energéticas locales. Existen zonas del país donde el recurso eólico es adecuado, pero se requiere evaluación sistemática.

La disponibilidad de energía hidráulica en Colombia es más conocida y requiere de mediciones razonablemente sencillas para su evaluación, en donde se tengan caídas de agua y un flujo continuo del recurso hídrico (Loboguerrero, 1982).



Generadores de energía eólica, Honduras. Fuente: Revista de Ingeniería.



Cuando se compara diversas tecnologías para bajo consumo de energía eléctrica —menos de 2 kWh/día—, indiscutiblemente la energía solar fotovoltaica, soluciones eólicas de baja potencia, o sistemas de generación con fuerza humana, resultan ser más baratos que, por ejemplo, la instalación de un sistema de generación a base de combustibles fósiles, como son las plantas electrógenas.

Sobra mencionar que la solución inmediata de una planta eléctrica que funcione con diésel o gasolina tiene el inconveniente de la disponibilidad en el suministro y el transporte del combustible, sobre todo en zonas aisladas y de difícil acceso, y en este caso las soluciones deben ser duraderas en el tiempo. Ahora bien, la selección y uso de elementos de consumo de energía eléctrica requiere de un programa de uso eficiente y racional de la energía, teniendo que involucrar a los usuarios en las técnicas de uso, de mantenimiento y reposición de los equipos asociados.

Para consumos de energía eléctrica hasta de 10 kWh/día, los costos asociados a sistemas autónomos todavía siguen siendo competitivos si se comparan, por ejemplo, con extensión de la red eléctrica.

El Estado colombiano ha tomado iniciativas recientes, como la ley 1715 del 2014 y el decreto 2143 de noviembre de 2015, con las cuales espera promover la diversificación de la oferta energética a través del uso de energías renovables, aplicando algunos beneficios financieros y tributarios.

Un ejemplo de esto es la reciente implementación realizada por la Gobernación de Cundinamarca, la Empresa de Energía de Cundinamarca (EEC) y las Juntas de Acción Comunal de los municipios de Yacopí y Caparrapí, con el proyecto XUE (Gutierrez & Hincapié, 2016).

Este proyecto consiste en una solución solar fotovoltaica de 3 paneles solares, cada uno de 250 W pico, un tablero de control para protecciones, un regulador de carga y 2 baterías. El sistema opera en corriente continua y el paquete de suministro de energía está dotado de un televisor de CA con su inversor CC/CA de 300 W, una nevera en CC de 219 litros de capacidad, 4 bombillos LED de 8 W, un cargador de celular por USB, un radio AM/FM de 5 W y un filtro de agua.

Se benefició un total de 59 familias, 50 de las veredas Agua del perro, Collarejas, El limón y Tórtolas, en el municipio de Yacopí, y 9 de la veredas Tierreros y Capote, del municipio de Caparrapí. El modelo económico desarrollado permite que la Empresa de Energía de Cundinamarca le cobre a cada familia un arriendo por el uso del sistema (que genera cerca de 53 kWh/mes) de \$17.000 mensuales, (equivalente a \$320/kWh) y la Junta de Acción Comunal se compromete a realizar el recaudo y mantenimiento de los sistemas.

Esta breve reflexión pone de manifiesto que soluciones para ampliar la cobertura de suministro de energía en su escala más baja en cuanto a consumo, están ya a disposición, así pues el problema no es tecnológico. Si la voluntad política lo permitiera, en un periodo razonable de tiempo se podría estar llegando a las zonas más aisladas y remotas del país para mejorar las condiciones básicas humanas insatisfechas. No se tiene que esperar al posconflicto, para mejorar los servicios de salud, dotación de energía y sistemas de información y comunicación modernos para escuelas rurales y viviendas, acceso al agua potable, y con ello mitigar las condiciones más adversas de calidad de vida de los tantos millones de colombianos que las padecen.

## Referencias

- REN21. (2016), Renewables 2016 Global Status Report, (documento recuperado de <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>, el día 1 de Junio de 2016)
- The Power Guide, (1994). An international catalogue of small-scale energy equipment, Intermediate Technology Development Group (ITDG), London.
- Loboguerrero, J., (1982). A viewpoint about Small Waterpower Developments, Small-Scale Hydropower in Africa, Workshop, March, Abidjan, Ivory Coast.
- Gutierrez, A & Hincapié, V.M., (2016). Con los rayos del sol se enciende la calidad de vida en Cundinamarca, Empresa de Energía de Cundinamarca, Junio, Bogotá (documento no publicado)