



## Novedosa metodología de medición

# El impacto ambiental de la electrificación fotovoltaica

Rodrigo López Sánchez

La ausencia de electricidad en hogares rurales del país, ha llevado a que las necesidades de iluminación sean atendidas a través de insumos energéticos tradicionales, considerados como inadecuados. Por ello, no es difícil asociar las demandas de iluminación a una necesidad básica indispensable para el desarrollo de actividades cotidianas en periodos de ausencia de luz natural (Fernandez, 2001).

La aplicación de nuevas tecnologías que puedan responder eficientemente a la demanda de energía eléctrica es posible; dependiendo de lo siguiente:

- Que la tecnología sustituta sea económicamente viable para las familias campesinas.
- Que las tecnologías alternativas propuestas tengan el potencial de representar una salida de la pobreza.
- Que sus impactos sobre el medio ambiente sean mínimos.

▶ En el presente artículo, nuestro invitado, analiza el impacto de la electrificación fotovoltaica pasando revista al primer estudio realizado en el país, basado en la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) donde se evalúa aspectos ambientales del uso de energía. Los resultados, como nos informa, han corroborado tendencias mundiales sobre el uso y beneficios de la energía fotovoltaica para el sector rural; aunque por el momento no se puede hablar de datos exactos por no disponer de una base de datos adecuada a la metodología ACV para Bolivia.

Bajo ese contexto, este artículo refleja los resultados de una investigación que desarrolló un balance sobre aspectos ambientales asociados al uso de fuentes tradicionales de energía y la introducción de fuentes de energía alternativa a través de paneles fotovoltaicos. Ambas aplicadas para iluminación en hogares rurales localizados de forma remota y aislada.

### Análisis del Ciclo de Vida

El escenario de estudio fue la región del cono sur del departamento de Cocha-

bamba; en cuyos hogares se ha identificado el uso de velas, mecheros a diesel, lámparas a GLP y pilas como fuentes tradicionales de energía para iluminación. Por otro lado, muchos hogares rurales actualmente han adoptado el sistema fotovoltaico como fuente energética alternativa.

El análisis que sirvió para el desarrollo de los indicadores de esta investigación aplicó la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Esta metodología de forma particular busca identificar,

caracterizar y cuantificar todos los impactos hacia el medio ambiente, asociados en cada una de las etapas que compone el ciclo de vida de un determinado producto; es decir desde la extracción de la materia prima para su producción hasta el desecho del producto.

En la actualidad, la noción de ACV ha sido aceptada en forma general por la comunidad científica como la única base legítima sobre la cual comparar materiales, componentes y servicios alternativos (Romero, 2002). El ACV como metodología trabaja en función a la recopilación de un inventario de entradas y salidas relevantes a un sistema; la evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados con esas entradas y salidas; y la interpretación de los resultados de las fases de análisis de inventario y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos de estudio (Capuz y Gómez, 2004).

Los resultados obtenidos mostraron la relación que existe entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, durante todo el ciclo de vida, asociadas a cada unidad de energía gene-

**El sistema fotovoltaico implica un mayor costo económico y si bien la dotación de energía es menor, su uso es más eficiente; por lo que su valor de uso es mayor: pues, rompe todo un esquema de hábitos, antes limitados por la durabilidad del diesel, las velas o el gas.**

rada en cada sistema analizado. Combinando estos resultados con las frecuencias de uso de cada fuente energética, a un periodo de un año, se modelaron dos escenarios; los que permitieron establecer comparaciones sobre los impactos del desplazamiento del uso de fuentes tradicionales tras la introducción del panel fotovoltaico dentro el hogar rural.

### Impacto de los Paneles Fotovoltaicos

En base a los resultados obtenidos se ha podido definir algunos indicadores; los cuales fueron utilizados como puntos comparativos para observar y evaluar los cambios producidos, dentro el hogar rural, antes y después de la introducción del panel fotovoltaico.

La introducción del panel fotovoltaico significó la sustitución en el uso de las fuentes fósiles de hasta un 90% por año. Los resultados también muestran que el panel solar cuya vida útil es de 20 años,



Cuadro 1

#### Estimaciones por indicador calculados a un año antes de la introducción del sistema fotovoltaico

Fuente de energía	Cantidad año	Factor de conversión a kWh*	Costo [Bs.]	kWh/año	CO <sub>2</sub> equiv.	Flujo de masa	Masa residual
Velas	264 velas	0,0031	316,800	0,8184	0,26	23,76	0
Diesel	9,36 lt	0,011	348,192	0,0987	0,81	7,95	0
GLP	57,24 kg	1,333	143,100	159,96	76,80	57,24	0
Pilas	168 u	0,003	302,400	0,504	0,00	42,00	42
<b>TOTAL</b>			<b>7,971,192</b>	<b>162,78</b>	<b>77,87</b>	<b>130,95</b>	<b>42</b>

Cuadro 2

#### Estimaciones por indicador calculados a un año, tras la introducción del sistema fotovoltaico

Fuente de energía	Cantidad año	Factor de conversión a kWh*	Costo [Bs.]	kWh/año	CO <sub>2</sub> equiv.	Flujo de masa	Masa residual
Velas	72 velas	0,0031	86,40	0,223	7,09 E-02	6,48	0,00
Diesel	4,56 lt	0,0110	16,96	0,048	0,39	3,88	0,00
GLP	4,68 kg	1,3300	11,70	13,078	6,28	4,68	0,00
Fotovoltaico			786,80	84,000	1,34 E+01	11,38	11,38
Pilas	84 u	0,0030	151,20	0,252	0,00	21,00	21,00
<b>TOTAL</b>			<b>1053,10</b>	<b>98,300</b>	<b>20,10</b>	<b>47,40</b>	<b>32,40</b>

\*Factores elaborados en base Metodología y elaboración de proyectos de electrificación rural y a datos de poder calorífico y densidad de las sustancias (SHI, 2006).



anualmente puede significar una reducción de hasta el 75% en emisiones contaminantes tipo indoor.

Se observó que las fuentes tradicionales o fuentes fósiles en total llegan a ofrecer una cantidad mayor al doble de la energía ofrecida por el fotovoltaico en un año. Sin embargo, la eficiencia de aprovechamiento es muy pobre; además, ofrecen baja luminosidad, durabilidad indeterminada, generación de emisiones tóxicas, que en periodos prolongados de exposición pueden ser responsables de irritaciones oculares, dermatológicas y/o respiratorias; y, si bien, son de uso sencillo, la inadecuada manipulación o disposición de éstos dentro del hogar puede derivar en accidentes de magnitud considerable.

El sistema fotovoltaico implica un mayor costo económico y si bien la dotación de energía es menor, su uso es más eficiente; por lo que su valor de uso es mayor: pues, rompe todo un esquema

de hábitos, antes limitados por la durabilidad del diesel, las velas o el gas. Otorga una mayor y mejor luminosidad dentro el hogar, permitiendo el desarrollo de tareas, antes no consideradas en espacios de tiempo ausentes de luz natural. Es ambientalmente aceptable porque provoca una reducción en la generación de residuos y emisiones dentro el hogar.

Sin embargo, aún queda establecer algunas consideraciones sobre el destino de los residuos, que por sus particulares características pueden amenazar la fragilidad del entorno. La ausencia de masa crítica poblacional, que ha adoptado este sistema, significa un impedimento en la aplicación de soluciones prácticas como el tratamiento, traslado o reciclaje.

De acuerdo a la bibliografía revisada para Bolivia, éste es el primer estudio que revisa la metodología de ACV para evaluar aspectos ambientales del uso de energía. Los resultados han corroborado tendencias mundiales sobre el uso y beneficios de la energía para el sector rural, aunque por el momento no se puede hablar de datos exactos por no disponer de una base de datos adecuada