

Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida en el software SURE

Lucía Serrano-Luján, Nieves Espinosa, Judith A. Cherni*, Antonio Urbina
 Escuela de Telecomunicaciones. Departamento de electrónica, tecnología de computadores y proyectos.
 Campus Muralla del Mar 30202 Cartagena (Murcia)
 Teléfono: 968326514
 E-mail: lucia.serrano@upct.es

* Imperial College London. Center for Environmental Policy

Resumen. *SURE es una herramienta de evaluación de viabilidad de proyectos de desarrollo energético en poblaciones aisladas. Este software implementa algoritmos para evaluar las alternativas tecnológicas que podrían suministrar la electricidad que necesita la comunidad, atendiendo a criterios tanto tecnológicos como socio-económicos y medio ambientales. El resultado del software es un factor numérico aplicado a cinco capitales: natural, físico, humano, social y financiero. En este artículo proponemos un agregado y mejora con respecto a los criterios que inciden en el impacto sobre el capital físico. Se trata de un criterio extraído de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida, en concreto el tiempo de retorno energético de la tecnología que se está evaluando en SURE.*

1. Introducción

Según el último informe de la Agencia Internacional de la Energía, en la actualidad cerca de 1300 millones de personas carecen de electricidad y 2700 millones dependen aún de la biomasa para cocinar. Facilitar el acceso a la energía para todos en el 2030 es un objetivo marcado por el Secretario General de las Naciones Unidas [1].

De mantenerse las políticas mundiales actuales, el uso de carbón crecerá un 65% de aquí a 2035, adelantando al petróleo como combustible dominante en el mix energético mundial. El uso de estos combustibles implica una elevación de la temperatura media a largo plazo en más de 3.5°C.

El acceso a la electricidad es un factor clave para reducir la pobreza. Por ello se han desarrollado proyectos de implantación de energías renovables en regiones aisladas y en desarrollo, evitando así la dependencia económica de las fuentes de energía fósiles como son el petróleo y el carbón [2, 3]. El diseño de un sistema de electrificación rural depende de la localización geográfica final de dicho sistema, pero fundamentalmente debe tener en cuenta parámetros socio-económicos de la comunidad beneficiaria, con ellos se asegura no solo el correcto funcionamiento sino también la sostenibilidad del sistema.

Para evaluar la idoneidad de una tecnología en función de parámetros técnicos y no técnicos que definen la sostenibilidad de un sistema, los métodos de decisión multi-criterio constituyen una herramienta muy útil.

En nuestro estudio vamos a trabajar con SURE, un programa informático para dar respuesta a la necesidad de evaluar tecnologías alternativas susceptibles de instalarse en regiones aisladas.

Las fuentes de energía alternativas tienen también asociados impactos sobre el medio físico, que aunque menores que los de las tecnologías tradicionales, pueden ser medidos mediante la aplicación de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

La aplicación del ACV en la herramienta SURE sería un paso más hacia la mejora de este software que permite ampliar el conjunto de parámetros que se utilizan para la programación multi-criterio; en particular, lo que ahora se plantea es incorporar el criterio del tiempo de retorno energético de la tecnología que se está evaluando (*Energy Pay back Time*, EPBT), es decir, el tiempo que tiene que transcurrir para que la tecnología genere la cantidad de energía que se ha requerido en su fabricación y puesta en marcha.

2. SURE-DSS

SURE-DSS (Sustainable Rural Energy Multicriteria Decision Support System) [Cherni et al., 2007] es un software que ha sido diseñado para planificar proyectos energéticos que sean sostenibles en el largo-plazo tanto en sus aspectos técnicos como socio-económicos y ambientales. Trata de dar respuesta a la falta de suministro de energía en zonas rurales mediante un algoritmo que utiliza parámetros técnicos que vienen definidos para las tecnologías a evaluar y parámetros sociales, económicos y ambientales obtenidos mediante encuestas y trabajo de campo en las comunidades rurales donde se van a implementar [4].

SURE aumenta las probabilidades de éxito a la hora de introducir un tipo de energía en una zona rural remota, ya que realiza, antes de producirse una instalación eléctrica, una evaluación exhaustiva de la localidad donde quiera aplicarse.

De esta manera se aporta un enfoque multidimensional, teniendo en cuenta el contexto

social y los impactos ambientales y humanos que podrían ocasionar una opción tecnológica en la comunidad.

2.1. Evaluación de alternativas tecnológicas

El software SURE permite evaluar varias alternativas tecnológicas que se comparan con la posible fuente de energía actual.

Cada una de las alternativas tecnológicas son evaluadas en función de cinco capitales: natural, físico, humano, social y financiero. Los valores que se le asigna a cada alternativa para cada una de las evaluaciones por capital se encuentran en el rango [0-1], dando como resultado una superficie pentagonal como se muestra en la Fig. 1.

Los valores que tiene en cuenta SURE para analizar el impacto sobre el capital físico deben incluir los efectos de la tecnología energética que se está evaluando. Por ello es interesante añadir el Análisis de Ciclo de Vida, y en particular el parámetro de tiempo de retorno energético (EPBT), y que éste forme parte de la evaluación de las alternativas.

3. Análisis de Ciclo de Vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) tiene por objetivo la comparación y análisis de los impactos medioambientales de productos y servicios. Un ACV permite, por ejemplo, cuantificar cuánto CO₂ se emite a la atmósfera, cuánta energía se necesita, o cuál es el impacto sobre el aire o el agua durante la fabricación y/o uso de un producto. Cuando se aplica el ACV a tecnologías de energías renovables los resultados de estos análisis se presentan en términos de EPBT (*Energy Pay Back Time*, o tiempo de retorno energético).

La Organización Internacional de Estandarización define una guía, ISO 14040 [5], para el desarrollo de ACV. Normalmente se requiere la definición de los siguientes parámetros para el correcto análisis: definición de los límites del sistema que se va analizar, recopilación de todos los materiales que son necesarios para el producto final, definición de tiempo de vida, y energía embebida en la fabricación de materiales y en los procesos.

3.1. EPBT

El EPBT es una medida del tiempo que debe pasar para que un sistema generador de energía - fotovoltaico, eólico o hidráulico- genere tanta energía como la que se necesitó para fabricar dicha tecnología, como se indica en la ecuación:

$$EPBT = \frac{E_{generada}}{E_{embebida}}$$

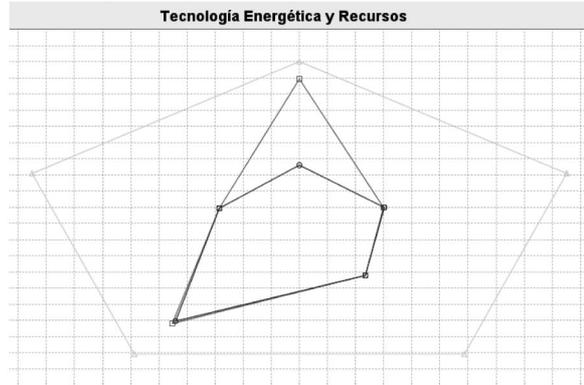


Fig. 1. Resultado del software SURE para la evaluación del impacto de una energía renovable en una comunidad rural aislada.

Siendo la $E_{generada}$ la energía que genera cierta tecnología en un año, y la $E_{embebida}$ la energía que se necesitó para fabricarla, transportarla y ensamblarla.

La $E_{generada}$ teórica se calcula de distinta manera en función de la tecnología a la que se refiera. Pero siempre existirán varios parámetros que tendrán especial impacto: la eficiencia y la capacidad. El lugar donde se instale el sistema energético influirá en el resultado, ya que existe una clara dependencia geográfica de la disponibilidad de los recursos (por ejemplo irradiancia, para fotovoltaica, o frecuencia de vientos, para eólica).

SURE realiza la comparación de tecnologías de pequeña envergadura, que son las susceptibles de instalarse en pequeñas regiones aisladas. La tabla 1 muestra los EPBT que han alcanzado estas tecnologías, así como sus eficiencias.

4. Aplicación del ACV en SURE

Incorporar el ACV en SURE supone añadir dentro de los criterios de evaluación de las tecnologías del software, los parámetros propios de un análisis de ciclo de vida como: los años de vida, los materiales que lo forman e impactos asociados, procesos necesarios en su fabricación, ensamblaje y transporte, y contabilizar para cada una de estas fases las emisiones asociadas. La peculiaridad del estudio del ACV en las tecnologías renovables es que el impacto durante el tiempo de uso es nulo, ya que no se generan emisiones. Incluso se evitan los impactos asociados a otras fuentes de energías no renovables para producir la misma cantidad de energía.

En la aplicación del ACV sobre las energías renovables, el parámetro más utilizado para la comparación entre tecnologías es el EPBT, tal y como se ha definido en la sección 3.1.

SURE tiene en cuenta sólo algunos de estos factores: vida de uso de la tecnología y eficiencia, y otros parámetros menos técnicos y más asociados a la relación de la tecnología con los usuarios finales como son la facilidad de uso y su complejidad. La capacidad de la tecnología no es fija, sino que se le asigna un valor en función de las necesidades de la comunidad.

La eficiencia energética de la tecnología es un factor que SURE tiene en cuenta en el cálculo del impacto sobre el capital físico. De la misma forma el ACV, reflejado en el EPBT de las tecnologías que analiza, sería introducido en el criterio de impacto en ese mismo capital. Los factores que se consideran son: el tiempo de electricidad requerida por la comunidad y el tiempo de vida de la tecnología, así como parámetros técnicos de la tecnología: eficiencia, modularidad y dependencia a combustibles fósiles.

SURE tiene en cuenta el EPBT como un factor de peso en un sentido negativo: cuanto más alto sea el EPBT, más años se tardará en recuperar el impacto provocado por la tecnología. Dado que el EPBT tiene en cuenta la eficiencia dentro de su cómputo, la solución es modular en la ecuación del capital físico la capacidad por el EPBT, previa normalización y ponderación.

4. Conclusiones

Aún queda mucho por recorrer para conseguir hacer llegar la electricidad a los 1300 millones de personas que viven aislados energéticamente en el mundo. Las energías fósiles dependen de recursos naturales que han tardado millones de años en formarse, que se agotarán en el medio plazo, y cuyo consumo incide directamente en el cambio climático.

Para hacer llegar energías limpias a estas regiones, y así no depender de combustibles como el carbón o el petróleo, se están desarrollando proyectos de energización. SURE es una herramienta software que ayuda a decidir qué energía renovable es la idónea para instalarla en una región concreta. Implementa un sistema de decisión que no sólo tiene en cuenta el entorno natural, sino también otros factores determinantes para el éxito del proyecto, como son los socio-económicos.

No obstante, el campo de investigación de las energías renovables está dando mucha importancia al impacto ambiental que ocasionarían dichas tecnologías.

Tabla 1. Eficiencias y EPBT de energías renovables más utilizadas en la electrificación rural en zonas aisladas. [6-9].

	Eficiencia	EPBT	Vida útil
Silicio monocristalino	19%	2	30
Silicio multicristalino	17%	2	30
CdTe	14%	1.17	30
CGIS	15%	1.3	30
Células solares orgánicas	3%	1.3 – 2	30^(*)
Micro hidráulica	53%	10	30
Micro eólica	40%	5	25

(*) Incluyendo reemplazo de módulos orgánicos

Este impacto se mide mediante la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida, que es un método estandarizado en la ISO 14040.

Esta mejora en el sistema decisor de SURE incrementará la calidad de sus resultados, y en concreto en el capital físico que es donde se aplicará peso del EPBT de la energía que se evalúe.

5. Bibliografía

- [1] International Energy Agency, (2011), “World Energy Outlook. Executive Summary”
- [2] Cherni J.A., Hill Y., (2009) “Energy and policy providing for sustainable rural livelihoods in remote locations- The case of Cuba”. Geoforum. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2009.04.001>
- [3] Cherni J.A., Preston F., (2007), “Rural electrification under liberal reforms: the case of Peru”, Pages:143-152, ISSN:0959-6526
- [4] Cherni J.A., Dyer I., Henao F., Jaramillo P., Smith R., Olalde R., (2007) “Energy supply for sustainable rural livelihoods. A multi-criteria decision-support system”. Energy Policy. DOI: 10.1039/c1ee01127h
- [5] Environmental management-life-cycle assessment-principles and framework. ISO - International Organization for Standardization. ISO report 14040:2006 <http://www.iso.org/>
- [6] Espinosa N., Hösel M., Angmo D., Krebs F.C., (2011) “Solar cells with one-day energy payback for the factories of the future”. Energy & Environmental Science. DOI: 10.1039/c1ee02728j
- [7] Alsema E.A., Wild-Scholten M.J., Fthenakis V.M., (2006) “Environmental impacts of PV electricity generation- A critical comparison of energy supply options”. 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, Germany, 4.8 September.
- [8] Espinosa N., García-Valverde R., Krebs F.C., (2011) “Life-cycle analysis of product integrated polymer solar cells”. Energy & Environmental Science. DOI: 10.1039/c1ee01127h
- [9] European Photovoltaic Technology Platform, (2011), “A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology”. Edition 2. ISBN 978-92-79-20172-1