

## El balance neto de energía

---

El balance neto de energía es una herramienta que incorpora elementos de análisis de ciclo de vida para medir la habilidad con la que un recurso energético es transformado. Esta herramienta compara de forma cuantitativa la cantidad de energía que una tecnología produce durante su vida útil respecto a la cantidad de energía necesaria para construir y mantener una central eléctrica.

El balance neto de energía permite contrastar diferentes tecnologías y determinar cuáles presentan una menor pérdida energética en su proceso de transformación: menores costos energéticos implican mayor eficiencia en el sistema.

Los sistemas de almacenamiento de energía son una alternativa que impulsa a las renovables al eliminar la intermitencia que éstas implican, pero también conllevan un proceso de transformación con pérdidas de energía, lo cuál debe ser considerado en la priorización de aplicaciones tecnológicas.

Son varias las metodologías que miden la relación entre el input energético y su output. En general estas difieren en cuanto a las variables a considerar en la construcción de las plantas, tipo de proceso (generación o almacenamiento) y tecnología, destacando el análisis del *Institute for Integrated Economic Research* llamado *Energy Return on Investment* (EROI), y otra versión similar conocida como *Energy Return on Energy Investment* (EROEI), para renovables.

---

*“Si el costo energético de una batería es muy alto, su contribución en conjunto al calentamiento global podría anular los beneficios ambientales de los parques eólicos y solares que se supone apoyaban” (Barnhardt & Benson, 2013).*

---

Para tecnologías de almacenamiento en particular se han realizado análisis como el *“total net energy ratio”*, propuesto por el *Energy Center of Wisconsin*, que considera las pérdidas e ineficiencias que resultan del almacenamiento. Por otra parte, investigadores de *Stanford*, *Imperial College (Londres)* y *Western Washington University* desarrollaron un análisis llamado *“Electrical Energy Stored on Invested”* (ESOI<sub>e</sub>).

El ESOI<sub>e</sub> mide la cantidad de energía que la sociedad recibe a cambio de cada unidad de la energía invertida en la construcción de un sistema de almacenamiento de energía, donde el denominador es la suma de las energías contenidas de cada componente individual del sistema.

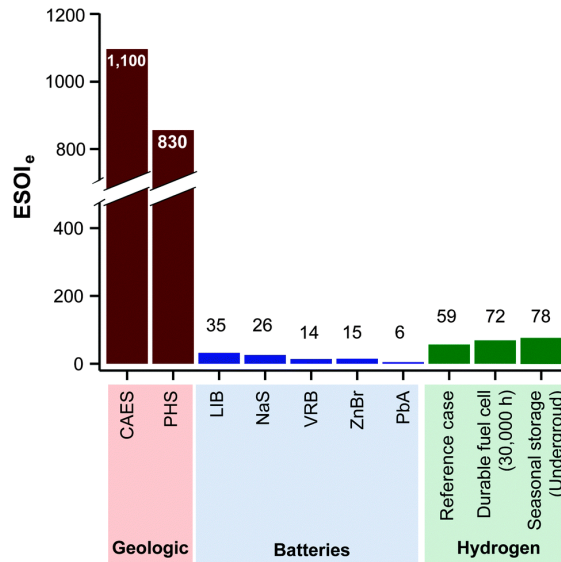
$$ESOI_e = \frac{\text{Energy dispatched to grid over lifetime}}{\text{Energy required to manufacture}}$$

Para las tecnologías de baterías, aire comprimido y bombeo hidráulico la metodología establece la siguiente relación entre el ciclo de vida ( $\lambda$ ), *depth of discharge* ( $D$ ), y *cradle-to-gate electrical embodied energy* ( $\epsilon_e$ ).

$$ESOI_e = \frac{\lambda D}{\epsilon_e}$$

Al aplicar esta herramienta a las distintas tecnologías de almacenamiento pueden apreciarse ventajas significativas entre alternativas mismas que derivan, entre otras cosas, de características intrínsecas como vida útil y eficiencia pero también del input energético necesario para su fabricación.

**Tabla 1. Valores ESOI<sub>e</sub> para sistemas de almacenamiento geológicos, de baterías y de hidrógeno**



Fuente: Pellow, Emmott, Barnhart, Benson. Royal Society of Chemistry (2015)

Dentro de los distintos enfoques para determinar el balance neto de energía, el ESOI<sub>e</sub> puede ser una herramienta fundamental para definir criterios de priorización de tecnologías (de acuerdo a la aplicación requerida por el SEN) por considerar inherentemente aspectos económicos y ambientales asociados con la producción y desempeño de las distintas opciones para almacenaje de energía eléctrica y térmica.

## Referencias

Barnhart & Benson, (2013) / " On the importance of reducing the energetic and material demands of electrical energy storage" *Energy & Environmental Science*, año 2013, núm. 6, pág. 1083-1092.

Denholm & Kulcinski, (2003) / "Net energy balance and greenhouse gas emissions from renewable energy storage systems" *Energy Center of Wisconsin* Junio 2013.

Pellow, Emmott, Barnhart, Benson. Royal Society of Chemistry, (2015) / "Hydrogen or batteries for grid storage, a net energy analysis", *Energy & Environmental Science*, año 2015, núm. 8, pág. 1938-1952.

Shwartz, Mark, (2014) / "Net energy analysis should become a standard policy tool Stanford scientists say It takes energy to make energy, whether it's renewable or a fossil fuel. Net energy analysis gauges the sustainability of energy technologies over time" <http://news.stanford.edu/news/2014/june/net-energy-analysis-062414.html>