

Artículo de investigación

Análisis de metodologías empleadas en los sistemas de gestión energética y sus indicadores.

Victor Andrés Maldonado Guillen ^[1]  Jesús Alberto Pérez-Rodríguez ^[1]  Ciaddy Gina Rodríguez-Borges ^[1] 

[1] Universidad Técnica de Manabí (UTM). Portoviejo, Ecuador.



Autor para correspondencia: ciaddy.rodriguez@utm.edu.ec

Resumen

El objetivo principal de esta investigación es efectuar un análisis comparativo de varios modelos energéticos, para identificar aspectos clave que deben contemplarse en un sistema de gestión de energética, haciendo énfasis en los indicadores de desempeño energético. La metodología seguida consta de cuatro fases: análisis comparativo de los modelos energéticos, identificación de las actividades previas a la definición de indicadores, análisis de factores internos y externos que influyen en la organización, y finalmente, un estudio detallado de los indicadores energéticos. Se identificaron características comunes en los diferentes modelos analizados, destacando la importancia de factores internos, como los procesos operativos, y factores externos, como las regulaciones energéticas, en la definición de los indicadores. El análisis permitió proponer un conjunto de fases estándar y prácticas óptimas para definir indicadores que sean robustos, adaptables y alineados con las necesidades estratégicas y regulatorias de las organizaciones.

Palabras Clave: *indicadores, modelos, gestión, energía, desempeño energético.*

Analysis of methodologies used in energy management systems and their indicators.

Abstract

This article presents a comparative analysis of several energy models with the aim of identifying key phases in the definition of energy performance indicators. The methodology used is qualitative and is organized into four phases: comparative analysis of energy models, identification of pre-indicator definition activities, analysis of internal and external factors influencing the organization, and finally, a detailed study of energy indicators. Common characteristics were identified across the different models analyzed, highlighting the importance of internal factors, such as operational processes, and external factors, such as energy regulations, in defining the indicators. The analysis allowed for the proposal of a set of standard phases and optimal practices to define indicators that are robust, adaptable, and aligned with the strategic and regulatory needs of organizations.

Keywords: *indicators, models, management, energy, energy performance.*

1. Introducción

La energía constituye, en sí misma, un eje fundamental de las estrategias de desarrollo económico y social en todos los países, pero también es un elemento relevante a nivel organizacional, dado que representa uno de los principales insumos para la producción, por tanto, debe ser gerenciado (Villamarín-Tapia et al., 2023).

La demanda de energía eléctrica a nivel mundial, se ha incrementó en un 50% durante las últimas dos décadas, por lo que el uso de este recurso, y su administración se considera un indicador del progreso de las naciones (World Energy Council, 2019).

En el Ecuador, la demanda energética, también ha sufrido un incremento importante, pasando de un promedio de 5,5% anual entre los años 2000 y 2012, a tener una tasa de crecimiento de 21,3% anual durante el año 2017, según cifras de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR, 2022), por lo que es de interés nacional, utilizar energía eléctrica de forma eficiente.

La gestión energética es un tema relevante en el ámbito empresarial actual, se busca de manera general, lograr un uso racional de la energía, asociando a un mejoramiento en la eficiencia de la utilización de recursos económicos, de generación de bienes y servicios, además de buscar la optimizar de los costos derivados del consumo energético, con la menor inversión posible, a través del llamado triángulo de la gestión energética de la empresa, que incluye a) la gestión de suministros, b) mantenimiento de las instalaciones y, c) eficiencia energética (Navarrete & Labelle, 2023).

El uso de energía de forma óptima en las organizaciones, es necesaria para asegurar la competitividad económica, la disminución de costos operativos y la sostenibilidad de las empresas, un uso eficiente del recurso energético contribuye a menores gastos, acceso a mejores servicios, y mejores condiciones de operación de los equipos eléctricos (Andrade-Cedeno et al., 2023), un adecuado uso de la energía, no solo es posible si no que es necesario.

Los indicadores son las herramientas mediante la cual la gestión administrativa, logra la excelencia operativa, control de costos y garantizar la satisfacción de los grupos de interés de las organizaciones, su importancia radica en su capacidad para medir, evaluar y mejorar el desempeño de los procesos y sistemas de gestión de calidad en una organización (ISO, 2018).

Los indicadores de gestión, deben ser diseñados de tal manera que sean transparentes, comprensibles e interpretables para todos los niveles de la organización que

los diseña. Las organizaciones generalmente, emplean distintos indicadores para la medición de sus procesos y resultados, entre ellos se encuentra el análisis de la eficiencia energética, debido a que este contribuye a una reducción importante de sus costos operativos al optimizar la gestión energética y reducir desperdicios (International Energy Agency [IEA], 2023).

Los indicadores energéticos deben reunir ciertas características para considerarse útiles para una organización, entre sus características se encuentran: a) Confiabilidad: la información proviene de datos fidedignos b) Disponibilidad: herramientas para obtener la información, c) especificidad que refleja lo que se quiere medir, d) continuidad de datos para poder ser contrastados, e) verificables, f) relevancia acorde a los objetivos de la organización, g) Aporte de oportuno de información para tomar decisiones, h) validez en el tiempo, entre otras (Medina Wintaco, 2022).

La importancia de los indicadores de eficiencia energética, se encuentra en que tienen la capacidad de guiar a las organizaciones, en el sentido de la adopción de tecnologías más eficientes y energías renovables, lo que aporta en la consecución de metas de desarrollo sostenible y las muestra ante la sociedad como organizaciones socialmente responsables (Fazendeiro & Simões, 2021).

Para la definición de indicadores de eficiencia energética, es vital el acceso a la información, por lo que la medición de las actividades evaluadas, no debe representar una tarea tediosa, debe ser conocido por todos los integrantes de la organización, y siempre estar alineada con los objetivos de las políticas de la organización y los programas que se estén ejecutando (IEA, 2023)

El conjunto de los indicadores energéticos, permite controlar y monitorear la eficiencia energética de una organización, con el objetivo de describir la evolución y las tendencias de parámetros energéticos de interés para las organizaciones (Carretero, 2015), a continuación, en la Figura 1, se muestran los factores que influyen en el desempeño energético.

Dentro de las organizaciones, suelen crearse sistemas de gestión energética (SGEn), que tienen el objetivo de optimizar el uso de la energía de las organizaciones para promover la sostenibilidad en sus prácticas (Gómez, 2021), esto conlleva las acciones de gestionar eficientemente sus recursos energéticos, identificar y aprovechar oportunidades de ahorro, cumplir con normativa ambiental e internacional (Lee et al., 2024).

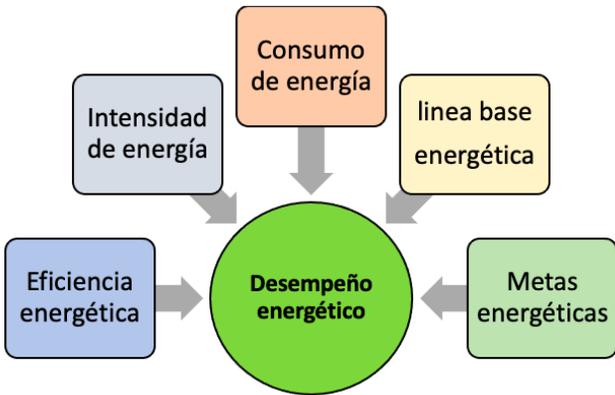


Figura 1: Concepto de desempeño energético. Factores incidentes en el desempeño energético. Adaptado de Carretero (2015).

Un ejemplo de las normas internacionales creada en el ámbito energético, es la ISO 50001:2018 – “Sistemas de gestión de la energía: Requisitos con orientación para su uso”, la cual establece las directrices para mejorar continuamente el rendimiento energético de una organización, lo que promueve una cultura organizacional orientada hacia la sostenibilidad (Lee et al., 2024).

La norma ISO50001:2018, indica diversos aspectos tales como: los procedimientos para la definición de indicadores

energéticos, el mismo que debe ser documentado y constantemente actualizado, de acuerdo con las necesidades de la organización, a los fines de poder dar cumplimiento a la norma, es necesario que las organizaciones establezcan sus indicadores para dar cumplimiento (ISO, 2018).

Por todo lo antes expuesto, esta investigación tiene como objetivo analizar diferentes metodologías empleadas para la definición de indicadores energéticos, a los fines de seleccionar los indicadores más idóneos de emplearse en un SGEEn.

2. Metodología

En esta investigación se empleó un enfoque cualitativo, para realizar un análisis comparativo de varios modelos energéticos empleados en las organizaciones, con el fin de identificar los elementos que conforman cada modelo y las fases involucradas en las diversas actividades para la definición de los indicadores más pertinentes para la medición del desempeño energético, se considera el análisis de factores internos y externos, para finalmente seleccionar un conjunto de los indicadores más representativos para el entorno de las organizaciones en Ecuador, como se presenta en la Figura 2.



Figura 2: Metodología para definición de indicadores energéticos. Se sintetiza las fases para la definición de indicadores energéticos.

A continuación, se especifican como se desarrollaron cada una de las fases, para alcanzar la selección propuesta de indicadores de desempeño organizacional.

2.1 Análisis de las fases para la definición de indicadores energéticos

El estudio inició con la identificación y selección de varios modelos energéticos ampliamente utilizados en la evaluación del desempeño energético. La selección se basó en su relevancia y aplicación en distintos contextos y características.

Se llevó a cabo un análisis comparativo entre los modelos seleccionados, centrado en identificar sus principales características, enfoque y fuente de información disponible, el objetivo de esta fase fue establecer cómo cada modelo aborda la definición y seguimiento del desempeño energético.

2.2 Actividades previas a la definición de indicadores energéticos

En la segunda fase, se identificaron las actividades previas a la definición de indicadores energéticos. Esta fase incluyó el análisis del contexto de la organización para entender sus

características específicas y la recopilación de datos inicial a través de una auditoría energética.

2.3 Análisis de factores internos y externos para la definición de indicadores energéticos

En esta fase, se llevó a cabo un análisis de los factores internos y externos que influyen en la definición de los indicadores de desempeño energético dentro de los modelos seleccionados. Los factores internos, incluyen variables tales como: la estructura organizacional, los procesos operativos y los objetivos organizacionales. Por su parte, los factores externos, comprende: el marco regulatorio, tendencias de mercado, condiciones climáticas y geográficas y presión por parte de los grupos de interés.

2.4 Análisis de indicadores energéticos

Finalmente, en la fase 4, se realizó un análisis de varios indicadores energéticos propuestos, en esta fase, se estudiaron los tipos de indicadores utilizados, su definición, forma de cálculo y factor asociado.

Cada una de estas fases permitió extraer conclusiones sobre la preparación a momento de desarrollar indicadores y como los distintos modelos pueden abordar estas actividades.

3. Resultados

El análisis comparativo contemplo la revisión de seis distintas metodologías empleada en la definición de indicadores energéticos, el uso de cada uno de estos depende de los requerimientos específicos de la organización, así como su enfoque, su contexto y los objetivos de su sistema de gestión energético.

3.1 Análisis de modelos Energéticos

Se consideraron diferentes los modelos energéticos que fueron analizados, integrando en el análisis de los procesos de la organización, dentro de sus metodologías, para la definición de indicadores de desempeño, de manera general, el modelo de indicadores de desempeño energético basado en la norma internacional ISO 50001:2018, hace énfasis en la gestión por procesos y la identificación de aquellos que tienen altos consumos energéticos, cada uno de los modelos, se analiza en la Tabla 1, en cada uno se puede evidenciar sus diferencias y aplicabilidad de acuerdo a la necesidad de cada organización.

Todos los modelos energéticos analizados, dependen de la participación activa del personal en todos los niveles de la organización, la participación y compromiso de la alta

dirección influyen de manera directa en la motivación y concientización de los colaboradores (Trubetskaya et al., 2023).

De acuerdo con las características y el enfoque de cada modelo analizado, se muestran a continuación, las actividades a realizarse, previas a la definición de indicadores energéticos, realizando énfasis en la relación que tiene cada una de estas actividades, con los distintos modelos analizados.

3.2 Actividades previas a la definición de indicadores energéticos

Estas actividades están planteadas de manera genérica, por lo que su empleo es pertinente independientemente del modelo energético a seleccionar de acuerdo a la organización y sus necesidades.

- **Contexto de las Organizaciones:** La identificación del contexto de la organización determina el propósito de la misma, al identificar variables medibles para la mejora operacional, las empresas consumidoras de energía deben abordar su uso como una forma de gestionar los costos, por lo que comprender el contexto de la organización para determinar su capacidad de cumplir con las necesidades y expectativas de las partes interesadas (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2022).
- **Auditoría energética inicial y análisis del perfil energético de la organización:** comprende el levantamiento inicial de datos de consumo energético e identificación de fuentes de energía, en las áreas aplicables, esto permite generar una idea para modelar por primera vez, considerando las fuentes de energía más relevantes, y las áreas con oportunidad de mejora, en esta auditoría se consideran los consumos históricos, así como posibles necesidades futuras (López Quintero et al., 2021), este levantamiento de información es parte del modelo de indicadores de desempeño energético basado en la norma internacional ISO 50001:2018.

3.3 Análisis de Factores Internos y Externos de la Organización

La definición de indicadores energéticos efectivos es fundamental para evaluar el desempeño energético de una organización. Para ello, es crucial considerar tanto los factores internos como los externos que pueden influir en la selección y diseño de estos indicadores. A continuación, se realiza un análisis detallado de estos factores.

Tabla 1: Análisis comparativo de modelos de indicadores energéticos.

Modelos de indicadores energéticos	Enfoque de la metodología	Características específicas de la metodología	Fuente
Indicadores de Desempeño Energético Basados en la ISO 50001	Basada en la norma ISO 50001:2018, enfoque en la mejora continua del desempeño energético de la organización	Definición de objetivos energéticos específicos. Medición de eficiencia, uso y consumo de energía, establecimiento de indicadores para los distintos niveles de la organización	(López Quintero et al., 2021)
Análisis de indicadores clave de desempeño energético (KPIs)	Medición de indicadores específicos, utiliza modelos matemáticos para evaluar el impacto de distintas variables energéticas en el desempeño del sistema.	Utiliza modelos matemáticos, que permiten evaluar impacto de distintos escenarios y variables energéticas en el desempeño general del sistema.	(Faria et al., 2021)
Benchmarking energético	Establece puntos de referencia con respecto a industria de actividades similares a la organización bajo estudio	Identifica oportunidades de mejora de acuerdo a estándares de la industria y sus características	(United Nations Industrial Development Organization [UNIDO], 2021)
Indicadores de calidad de la energía	Se enfoca en la calidad del suministro energético, en donde su estabilidad y calidad son críticos	Indicadores eléctricos específicos, como distorsión armónica, tasa de voltaje calificado, potencia suministrada desde fuentes distribuidas	(Klemm & Wiese, 2022)
Modelado de dinámica de sistemas	Simulación y predicción del impacto de distintas variables en el consumo de energía	Identifica factores clave que impulsan el uso de energía. Desarrolla intervenciones específicas en algunas actividades. Asocia y permite comprender interacciones complejas dentro de los sistemas	(Bagodi et al, 2022)
Seguimiento del consumo energético específico	Se enfoca en el consumo de energía por unidad de producción	Mide eficiencia del uso energético en relación con la producción Identifica oportunidades de ahorro	(UNIDO, 2021)

Factores Internos

a) **Tipo de Actividades y Procesos:** las actividades y procesos específicos de una organización determinarán en gran medida los aspectos energéticos más relevantes. El uso eficiente de la energía incluye la tarea de identificar en donde se encuentran los procesos de mayor consumo, los procesos críticos para la operación y aquellos en los que existe potencial de ahorro energético. Por ejemplo, una fábrica de producción tendrá diferentes necesidades energéticas que un centro de datos o una institución educativa.

b) **Estructura Organizativa:** el modelo de indicadores de desempeño energético basado en la norma internacional ISO 50001:2018, requiere la asignación de roles y responsabilidades claras para gestionar el uso de

la energía, esto influye en una distribución de tareas más sencilla y garantiza que se tomen decisiones eficaces para el sistema y la organización (López Quintero et al., 2021).

c) **Objetivos Organizacionales:** los objetivos estratégicos y operativos de la organización en relación con la eficiencia energética y la sostenibilidad influirán en la selección de los indicadores energéticos. Estos objetivos pueden incluir la reducción de costos, el cumplimiento de regulaciones o la mejora de la reputación corporativa. La aplicación de SGen y sus objetivos son adaptativos a las características de la organización, como lo indican dependerá de su ritmo, contexto y capacidad.

Factores Externos

a) **Marco Regulatorio y Normativo:** el cumplimiento de regulaciones y normativas energéticas, tanto a nivel nacional como internacional, puede influir en los indicadores energéticos que una organización debe monitorear y reportar. El compromiso con el medio ambiente y el estudio del impacto de las actividades humanas sobre este, han logrado que los gobiernos se preocupen cada vez más con objetivos de reducción de emisiones, ahorro y eficiencia energética, generando políticas de estado encaminadas a motivar la participación de la industria en iniciativas de mejora.

Los modelos analizados, dependen de los marcos regulatorios locales para la generación de iniciativas de cambio e inversión, pueden ofrecer oportunidades a las organizaciones, de beneficios estatales, a cambio de mejoras en la eficiencia del consumo energético de un país, estos beneficios pueden ser aprovechados para mejorar la competitividad de la organización.

b) **Tendencias del Mercado:** el mercado es parte fundamental en la definición de los objetivos energéticos de una organización, las tendencias del mercado, como los cambios en los precios de la energía, la disponibilidad de tecnologías energéticas innovadoras y las demandas de los consumidores, pueden impactar en las prioridades energéticas de una organización y, por ende, en la selección de indicadores (UNIDO, 2021).

Las organizaciones no se encuentran aisladas, sino que son parte de una comunidad con la que conviven de manera constante, su interacción con la comunidad, asociaciones empresariales y el mercado en el que se desenvuelve, crea una ventaja competitiva en los negocios y sus prácticas de responsabilidad social empresarial.

Todos los modelos energéticos analizados, utilizan metodologías comprobadas e indicadores ampliamente estudiados para la medición de su desempeño energético, sin embargo, el modelo de benchmarking energético, establece de manera explícita, puntos de referencia con la industria de la organización e identifica oportunidades de mejora de acuerdo a estándares de la industria y sus características.

c) **Condiciones Climáticas y Geográficas:** las condiciones climáticas y geográficas locales: pueden afectar significativamente el consumo energético y la viabilidad de ciertas prácticas de eficiencia energética. Por ejemplo, una organización ubicada en un área con altas temperaturas necesitará considerar el uso de sistemas de refrigeración. La localización geográfica y las condiciones climáticas de un lugar, son variables fundamentales para la planificación y uso de

edificaciones residenciales o industriales, así como de las ciudades, variables que afectan la gestión energética de las organizaciones.

Existen modelos energéticos enfocados en la climatización de edificios, sin embargo, los modelos analizados en este trabajo pueden ser aplicados en las organizaciones, cuando se identifica la climatización y la influencia de las condiciones climáticas, como factores críticos para el desempeño de la organización.

El modelo energético basado en la norma ISO 50001:2018 establece que se deben identificar los factores que afectan el uso de la energía, incluyendo variaciones climáticas y temperaturas extremas o estacionales que afecten el rendimiento de los sistemas de climatización (López Quintero et al., 2021).

El modelo de energético de modelado dinámica de sistemas, realiza simulación y predicción del impacto de distintas variables en el consumo de energía, por lo que se pueden tomar en cuenta los cambios climáticos que afectan a la organización, así como climas estacionales para la simulación de escenarios (Bagodi et al., 2022)

El modelo de seguimiento del consumo energético específico, puede enfocarse en la eficiencia de la producción, incorporando factores climáticos en sus variables para identificar oportunidades de ahorro (UNIDO, 2021)

d) **Presión de los Grupos de Interés:** los grupos de interés externos, como clientes, inversionistas, ONGs y la sociedad en general, cada vez están más interesados en las prácticas sostenibles de las organizaciones. La presión de estos grupos puede influir en la definición de indicadores energéticos para demostrar el compromiso con la responsabilidad social corporativa.

3.4 Selección de indicadores de desempeño energéticos

El diseño de indicadores energéticos tiene como finalidad, identificar la eficiencia en el consumo de energía, su diseño debe realizarse de tal manera, que estos expliquen oportunamente el comportamiento de una variable relevante.

Los indicadores energéticos a ser seleccionado por una organización, debe tener características específicas y no relacionarlos únicamente a variables de producción, cuando es posible atarlos a variables como los distintos tipos de energía que utiliza la organización, variables económicas, indicadores empresariales, subproductos intermedios, fases de procesos, instalaciones, equipos específicos o número de empleados de la organización, entre otros.

A continuación, en la

una organización ecuatoriana, considerando todos los aspectos analizados en las fases previas a este análisis.

Tabla 2, se muestra el análisis de distintos indicadores que son propuesto para su utilización en la gestión energética en

Tabla 2: Integración de indicadores energéticos propuesto.

Indicador	Definición	Fórmula de cálculo	Tipo de indicador	Factor asociado
Consumo Energía Unidad Producción	de Indica la cantidad de energía utilizada para producir una unidad específica de producto o servicio.	kWh utilizados / lote de producción	Producción	Tipo de actividad y procesos. Tendencias del mercado
Índice intensidad energética	de Mide la eficiencia energética en relación con el rendimiento económico, calculado como la relación entre el consumo de energía y la producción o ingresos.	kWh utilizados / ingresos por lote	Económico	Objetivos organizacionales Presión de los grupos de interés
Factor de Carga de Equipos	Evalúa la eficiencia de los equipos y maquinaria al medir su utilización en relación con su capacidad máxima.	Tamaño de lote real / tamaño de lote potencial	Instalaciones	Tipo de actividad y procesos Marco regulatorio y normativo Estructura organizativa
Tasa de Pérdida de Energía	Calcula la cantidad de energía perdida durante la producción, distribución y uso, versus un estándar ideal	Energía perdida / energía consumida identificación áreas para mejorar la eficiencia.	Producción	Tipo de actividad y procesos Objetivos Condiciones climáticas y geográficas
Eficiencia Sistema Iluminación	del Mide la eficiencia de la iluminación en las instalaciones	Luz producida / kWh consumidos	Producción	Tipo de actividad y procesos. Condiciones climáticas y geográficas
Porcentaje de Energía Renovable Utilizada	de Cuantifica la proporción de energía renovable en comparación con la energía total consumida.	Energía renovable utilizada / energía total utilizada	Producción	Condiciones climáticas y geográficas Presión de los grupos de interés Marco regulatorio y normativo
Índice de Consumo de Combustible	Evalúa la eficiencia en el uso de combustibles fósiles, expresando la cantidad de energía generada por unidad de combustible.	Energía generada / kg de combustible utilizado	Producción	Condiciones climáticas y geográficas Presión de los grupos de interés Marco regulatorio y normativo
Eficiencia Sistema Climatización	del Analiza el rendimiento de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)	Energía consumida por equipos de climatización	Producción	Tipo de actividad y procesos Condiciones climáticas y geográficas
Tiempo Inactividad Equipos Energéticos	de Mide la cantidad de tiempo que los equipos de alta demanda energética están inactivos, identificando oportunidades para optimizar su uso.	Tiempo de inactividad de equipo por cada jornada laboral	Producción	Tipo de actividad y procesos Objetivos organizacionales Tendencias del mercado

Este conjunto de indicadores debe permitir a cualquier organización, en el contexto ecuatoriano desarrollar un adecuado sistema de gestión energética que garantice un uso óptimo de la energía y de sus equipos eléctricos, de las instalaciones y costos de energía.

4. Conclusiones

De acuerdo al análisis realizado, se puede concluir que existen varios modelos energéticos que pueden ser implementados por las organizaciones, en los sistemas de gestión, para la definición de indicadores adecuados para su actividad productiva o económica, cada uno de estos modelos va a aportar a la organización, en cuanto sus objetivos y necesidades específicas se adapten al enfoque y características de cada uno de los modelos, además se cuenta con la norma internacional ISO 50001:2018, la cual engloba soluciones para distintos tipos de organizaciones, independientemente de su giro de negocio, por lo que se convierte en el modelo más adaptable para su implementación, aportando significativamente al desarrollo industrial y empresarial.

Referencias

- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNR), 2022, Rendición de cuentas 2022. https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/04/VFINFORME-RDC22-ARCERNR-27042023VF_suscrito.pdf
- Agencia de Sostenibilidad Energética. (2022). Guía de implementación de sistemas de gestión de la energía basados en ISO 50001:2018. Santiago. https://www.agenciase.org/wp-content/uploads/2022/11/SISTEMA_ISO_50001_2022.pdf
- Andrade-Cedeno, R. J., Pinargote-Bravo, V. J., Amaya-Jaramillo, C. D., Palacios-López, L. A., Loor-Vera, A. T., Pérez-Rodríguez, J. A., & Rodríguez-Borges, C. G. (2023). A sustainable and efficient alternative for water pumping in electrically isolated rural areas of Ecuador. *Energy Reports*, 10, 719-733. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.07.027>
- Carretero Antonio. (2015). Gestión de la eficiencia energética: Cálculo del consumo, indicadores y mejora. Madrid: AENOR.
- Bagodi, V., Sinha, D., & Naik, S. (2022). Energy conservation in a SME cluster: A system dynamics study. *Energy Efficiency*, 15(22). <https://doi.org/10.1007/s12053-022-10026-z>
- Faria, P., Lezama, F., Vale, Z., et al. (2021). A methodology for energy key performance indicators analysis. *Energy Informatics*, 4(6). <https://doi.org/10.1186/s42162-021-00140-0>
- Fazendeiro, L. M., & Simões, S. G. (2021). Historical variation of IEA energy and CO2 emission projections: Implications for future energy modeling. *Sustainability*, 13(13), 7432. <https://doi.org/10.3390/su13137432>
- Gómez, J. F. (2021). Eficiencia energética en el sector industrial. *Cuadernos Orkestra*. <https://n9.cl/q9aul>
- International Energy Agency. (2023). Energy efficiency 2023. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 9001:2018 - Quality management systems — Requirements. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- ISO. (2018). ISO 50001:2018 - Sistemas de gestión de la energía: Requisitos con orientación para su uso. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/standard/69426.html>
- Klemm, C., & Wiese, F. (2022). Indicators for the optimization of sustainable urban energy systems based on energy system modeling. *Energy Sustainability & Society*, 12(3). <https://doi.org/10.1186/s13705-021-00323-3>
- Lee, S., Seon, J., Hwang, B., Kim, S., Sun, Y., & Kim, J. (2024). Recent trends and issues of energy management systems using machine learning. *Energies*, 17(3), 624. <https://doi.org/10.3390/en17030624>
- López Quintero, J. G., Buritica Macias, A. M., & Buritica Noreña (2021). ISO 50001 sistema de gestión energética 2018 guía de implementación: ISO 50001 The New Version 2018 Implementation Guide. *Scientia Et Technica*, 26(2), 178–182. <https://doi.org/10.22517/23447214.22761>
- Medina Wintaco, P. A., Tellez, S. M., & Prias, O. F. (2022). End-use energy indicator approach to improve energy performance at the National University of Colombia Bogotá, under the parameters of the ISO 50001 standard. *Transactions on Energy Systems and Engineering Applications*, 3(2), 1–14.
- Navarrete Báez, F. E., & Labelle, F. (2023). Gestión energética y desarrollo organizacional sostenible en las Pequeñas Medianas Empresas de Jalisco. *Trascender, contabilidad y gestión*, 8(22), 2-18. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-63882023000100002&script=sci_arttext
- Trubetskaya, A., McDermott, O., & McGovern, S. (2023). Implementation of an ISO 50001 energy management system using Lean Six Sigma in an Irish dairy: a case study. *Emerald Insight*. <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2022-0252>
- United Nations Industrial Development Organization. (2021). Energy performance Indicators (EnPIs): A guide for industrial enterprises to measure energy performance. *Industrial Energy Accelerator*.

https://www.industrialenergyaccelerator.org/wp-content/uploads/FINAL-EnPIs_brochure.pdf

Villamarín-Tapia, E. R., Pérez-Rodríguez, J. A., & Rodríguez-Borges, C. G. (2023). Solar panels as an energy saving alternative in the Monteverde maritime dock, Santa Elena, Ecuador. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(1), e23012-e23012. <https://doi.org/10.51798/sijis.v4i1.623>

World Energy Council. (2019). World energy scenarios 2019: *European regional perspective*. <https://n9.cl/ca4li>

Contribución de los autores (CRediT)

Maldonado, V.: Investigación, Metodología, Redacción – borrador original. **Pérez-Rodríguez, J.:** Conceptualización, Análisis formal de datos, Metodología, Redacción – revisión y edición: **Rodríguez-Borges, C.:** Metodología, Redacción – revisión y edición: C.G.R.-B. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores han declarado que no existe conflicto de intereses en esta obra.

Nota del Editor

Descargo de responsabilidad: Los datos, declaraciones, opiniones contenidas en el documento son responsabilidad únicamente de los autores y no de la *Revista Científica FINIBUS – Ingeniería, Industria y Arquitectura*. La Revista y sus editores renuncian a toda responsabilidad por daño a persona o propiedad resultante de los métodos, instrucciones, producto o idea mencionado en el contenido.



Derechos de autor 2025. Revista Científica FINIBUS - ISSN: 2737-6451.

Esta obra está bajo una licencia: Internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0

