

**Identificación de indicadores de gestión para la medición de la eficiencia energética
en Colombia: una revisión sistemática**

Carlos Arturo Ortiz Pacheco

Asesor

PhD(c). Freddy Alexander Torres Payoma

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnologías e Ingeniería – ECBTI

Ingeniería Industrial

2024

Dedicatoria

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para cumplir mis metas, a mi hermosa pareja por brindarme su apoyo y motivación constante, a mis padres por todo su amor y finalmente a todas las personas que me acompañaron en todo el proceso compañeros, docentes y tutores, que me hacían reaccionar cuando pensaba que no podía continuar.

Agradecimientos

Mi agradecimiento es inicialmente para mi pareja Elisabeth Mendoza que desde el inicio me brindo todo el apoyo moral y compañía absoluta durante todo el tiempo de preparación. A mis padres que desde corta edad me entregaron diferentes valores para afrontar los retos de la vida. A

mi director y asesor del proyecto, Freddy Torres que saco tiempo para brindarme asesoría y acompañamiento durante todo el proceso de investigación por creer en todas mis habilidades y disposición para realizar el proceso de investigación, todos los tutores de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia que resolvieron dudas y entregaron todas sus ilustraciones para mi crecimiento profesional. Me gustaría agradecer a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por abrirme la puerta y brindarme la oportunidad de prepararme como profesional, por el apoyo de las diferentes herramientas para resolver inquietudes.

Agradecimiento a todas las personas que creen en mí y ponen todo el apoyo para el crecimiento personal, así mismo a las diferentes personas que no creían en mí, porque me dieron un impulso para cumplir los diversos retos y metas que me propongo.

Resumen

La eficiencia energética es una de las tareas fundamentales dentro de la industria Colombiana es por ello que se realiza la búsqueda de indicador para la gestión de eficiencia energética en Colombia, así mismo se evidencian varios resultados de como se ha convertido en el tema fundamental debido a la necesidad de reducir y promover todo el uso sostenible de los recursos disponibles; por lo cual se realiza la revisión sistemática con cuyo objetivo es de identificar y analizar los diferentes indicadores que pueden ser empleados para medir la eficiencia energética en Colombia, la presente revisión sistemática se desarrolla de acuerdo a las pautas que se establecen por la metodología PRISMA, de la cual se entregan diferentes investigaciones más relevantes con la ayuda de bases de datos como Scopus, Web of Science, IEEE y Google Académico; junto con los respectivos criterios de inclusión referentes a los artículos que se fundamentan en el estado del arte de la investigación

Palabras clave: Eficiencia energética, Indicadores de gestión, Energía, revisión sistemática

Abstract

Energy efficiency is one of the fundamental tasks within the Colombian industry, which is why the search for an indicator for energy efficiency management in Colombia is carried out. Several results are also evident as to how it has become the fundamental issue due to the need to reduce and promote all sustainable use of available resources; Therefore, the systematic review is carried out with the objective of identifying and analyzing the different indicators that can be used to measure energy efficiency in Colombia. This systematic review is developed according to the guidelines established by the PRISMA methodology. from which different most relevant research is delivered with the help of databases such as Scopus, Web of Science, IEEE and Google Scholar; along with the respective inclusion criteria referring to articles that are based on the state of the art of research.

Keywords: Energy efficiency, Management indicators, Energy, systematic review

Tabla de Contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 9 |
| Planteamiento del Problema | 12 |
| Pregunta de Investigación..... | 13 |
| Objetivos..... | 14 |
| Objetivo General | 14 |
| Objetivos Específicos..... | 14 |
| Justificación de la Investigación..... | 15 |
| Alcance y Limitaciones | 16 |
| Marco Teórico..... | 19 |
| Conceptos Fundamentales de Eficiencia Energética..... | 19 |
| Importancia de la Eficiencia Energética en Colombia | 21 |
| Marco Normativo y Político en Colombia sobre Eficiencia Energética | 28 |
| Metodología | 33 |
| Tipo de Investigación (revisión sistemática) | 33 |
| Llave de Búsqueda | 34 |
| Justificación de la Elección de la Revisión Sistemática..... | 41 |
| Búsqueda Sistemática..... | 41 |
| Definición de criterios de inclusión y exclusión de estudios | 54 |
| Base de Datos y Fuentes de Información | 56 |
| Conclusiones..... | 65 |
| Referencias Bibliográficas..... | 67 |

Lista de Tabla

| | |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Alcances y Limitaciones</i> ----- | 16 |
| Tabla 2 <i>Herramientas según la Norma UNE-EN ISO 50001:2012</i> ----- | 25 |
| Tabla 3 <i>Marco Normativo en Colombia</i> ----- | 28 |
| Tabla 4 <i>Llave de Búsqueda</i> ----- | 35 |
| Tabla 5 <i>Llave de Búsqueda Sistemática</i> ----- | 42 |
| Tabla 6 <i>Criterios de Inclusión y Exclusión</i> ----- | 55 |
| Tabla 7 <i>Artículos cribados con más relevancia</i> ----- | 57 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Sectores con mayor impacto energético</i> _____ | 36 |
| Figura 2 <i>Caracterización de uso Energético</i> _____ | 38 |
| Figura 3 <i>Caracterización de uso Eléctrico</i> _____ | 39 |
| Figura 4 <i>Sectores con más Investigaciones</i> _____ | 40 |
| Figura 5 <i>Consumo energético en el sector residencial urbano</i> _____ | 43 |
| Figura 6 <i>Metodologías de ahorro energético</i> _____ | 44 |
| Figura 7 <i>Países con Implementaciones Energéticas</i> _____ | 45 |
| Figura 8 <i>Artículos de acuerdo con el año</i> _____ | 46 |
| Figura 9 <i>Fundamentos de la Revisión Sistemática</i> _____ | 47 |
| Figura 10. <i>Sectores Energéticos</i> _____ | 48 |
| Figura 11 <i>Área de Enfoque Energético</i> _____ | 50 |
| Figura 12 <i>Sector de Desarrollo Sostenible</i> _____ | 50 |
| Figura 13 <i>Enfoque del Sistema Energético</i> _____ | 51 |
| Figura 14 <i>Revisión Sistemática</i> _____ | 53 |

Introducción

Dentro de la humanidad se está creando la necesidad de transformar todo el modo en que se está utilizando la energía, se efectúan impactos ambientales, industriales, sociales y económicos, así mismo el cambio climático que se refleja a nivel global; para Colombia se está convirtiendo en un reto de mejorar la eficiencia energética y aprovechar todos los recursos en beneficio de la generación de energía. (Briano, J. I. mayo 2016). Se enfocan en la implementación de los estudios y medidas que pueden ser aplicables en los sectores industriales colombianos, como lo es la evolución del consumo energético, procesos correspondientes a la medición de la eficiencia energética y en algunas auditorias que se implementan diversas medidas y procesos de gestión que se responsabilizan de la gestión energética.

Por la norma UNE-EN ISO 50001:2011 es la que crea un sistema de gestión energético para todas las organizaciones con cuyo objetivo principal es la mejora continua de la eficiencia energética, incluyendo así mismo la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía; lo que indica esta norma es definir los requisitos que se aplican a la medición, documentación e información sobre el uso y consumo de las energías dentro de las organizaciones y proporciona prácticas para el diseño adquisición de nuevos equipos, sistemas y procesos que promueven la eficiencia energética.

Contextualización del Problema

La tesis aborda un tema de gran relevancia en el contexto actual, que es la eficiencia energética en Colombia. La eficiencia energética se refiere a la optimizar del uso de la energía para lograr un mejor rendimiento y resultados con los menores recursos energéticos posibles. Briano, J. I. (2016) en un mundo donde la demanda de energía aumenta constantemente y los recursos naturales son limitados, mejorar la eficiencia energética es esencial para garantizar la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental.

Aguilar, D. (2019) menciona que Colombia, como muchos otros países, enfrenta el desafío de satisfacer las necesidades energéticas de su población y su industria de manera eficiente y sostenible. En este contexto, la tesis se enfoca en identificar la gestión energética y así mismo evaluarla.

Gradhoc. (2023) menciona la metodología empleada es una revisión sistemática, lo que implica un enfoque riguroso y estructurado para recopilar, analizar y sintetizar la información relevante sobre los indicadores de eficiencia energética en Colombia. Esto implica la búsqueda y selección exhaustiva de fuentes confiables y pertinentes, como investigaciones académicas, informes gubernamentales y datos industriales.

El objetivo principal de la tesis es brindar una visión integral de los indicadores de gestión que miden la eficiencia energética en Colombia. Esto permitirá a los responsables de la toma de decisiones, a las industrias y a otros actores involucrados en el sector energético,

comprender mejor cómo se está abordando la eficiencia energética en el país, identificar áreas de desarrollo y crear estrategias basadas en datos sólidos.

En última instancia, la tesis aumenta conocimiento y la conciencia sobre la importancia de la eficiencia energética en Colombia y crea marco para la implementación de políticas y prácticas que promuevan un uso más eficiente y sostenible de la energía. Además, puede tener implicaciones más allá de Colombia, ya que las lecciones aprendidas y los indicadores identificados pueden ser relevantes para otros países que enfrentan desafíos similares en términos de eficiencia energética.

Planteamiento del Problema

La eficiencia energética se ha convertido en un objetivo clave para diferentes países y organizaciones en el entorno global caracterizado por el crecimiento continuo de la demanda de energía y cuya preocupación por los efectos del cambio climático.

Aguilar, D.(2019) menciona que en Colombia un país en desarrollo con una economía en crecimiento, el uso eficiente de los recursos energéticos es crucial para lograr el equilibrio dentro del desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental. A pesar de los esfuerzos por promover prácticas y políticas que promuevan la eficiencia energética, en los que existen desafíos, como los son de infraestructura adecuada para integrar la energía renovable, insuficiente información a las organizaciones o usuarios, algunos marcos institucionales poseen débil información de la eficiencia energética, información para electrodomésticos como fabricantes y beneficios al medio ambiente.

La falta de un enfoque unificado para evaluación de la eficiencia energética en Colombia ha llevado una falta de indicadores de gestión específicos y acordados para medir y comparar el rendimiento energético en diferentes sectores de la economía. La falta de indicadores estandarizados dificulta la toma de decisiones informadas e implementar las estrategias efectivas para mejorar la eficiencia energética a nivel nacional. Además, la diversidad de fuentes de información y la falta de una revisión exhaustiva de la literatura han limitado la comprensión completa de los enfoques y métricas utilizados para evaluar la eficiencia energética en el contexto colombiano.

Por lo tanto, es necesario abordar el problema de la falta de indicadores de gestión consensuados y adaptados a la realidad colombiana para evaluar la eficiencia energética en diferentes sectores, desde la industria hasta los servicios domésticos. La identificación y clasificación de indicadores relevantes, junto con una revisión sistemática de la literatura existente creara una imagen completa de cómo se aborda la eficiencia energética en Colombia y qué áreas necesitan más atención y mejora. En este sentido, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los indicadores de gestión adecuados para medir la eficiencia energética en Colombia en los diferentes sectores, y cómo han sido abordados en la literatura científica y técnica existente?

Responder a esta pregunta no solo ayudará a cerrar el conocimiento en relación con la evaluación de la eficiencia energética en Colombia, pero también proporcionará información importante para planificar políticas públicas, tomar decisiones empresariales y promover practicas energéticas más sostenibles en el país.

Objetivos

Objetivo General

Revisar de manera sistemática la literatura científica para identificar y analizar indicadores de gestión empleados en Colombia, midiendo la eficiencia energética en distintos sectores. Sintetizar tendencias y enfoques para ofrecer un marco de referencia en decisiones gubernamentales y empresariales, fomentando la sostenibilidad en el uso de recursos energéticos.

Objetivos Específicos

Recopilar y describir los indicadores de gestión utilizados en Colombia para medir la eficiencia energética en varios sectores, basados en la revisión sistemática de la literatura científica y técnica.

Utilizar la información recopilada para categorizar los indicadores de gestión en función de su aplicabilidad en los sectores específicos y sus contribuciones a la sostenibilidad energética en Colombia.

Analizar críticamente las lagunas y desafíos en la evaluación de la eficiencia energética en Colombia, a partir de la comparación y contraste de los enfoques y resultados obtenidos de la revisión sistemática.

Sintetizar de manera coherente los hallazgos clave de la revisión sistemática, presentando un marco de referencia sólido para la toma de decisiones gubernamentales y empresariales en términos de eficiencia energética en Colombia.

Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los indicadores de gestión identificados en el contexto colombiano, considerando su potencial para impulsar la sostenibilidad y la optimización de los recursos energéticos.

Justificación de la Investigación

Este estudio surge como respuesta a la creciente importancia de la eficiencia energética en el contexto colombiano y en el contexto internacional. A medida aumenta la demanda de energía y los desafíos ambientales se intensifican, se vuelve imperativo abordar la gestión eficiente de los recursos energéticos. Colombia, como país en desarrollo con una economía en crecimiento, Colombia busca equilibrar el crecimiento económico con la sostenibilidad ambiental

Esta investigación es necesaria por la falta de un marco integral de indicadores de gestión adaptados a la realidad colombiana para medir la eficiencia energética en diferentes sectores. La ausencia de métricas consensuadas dificulta la evaluación precisa y comparativa del rendimiento energético en los diversos ámbitos, limitando la formulación de políticas y estrategias efectivas.

Además, aparece la necesidad de información sustentada en una revisión sistemática de la literatura se vuelve evidente. La falta de una comprensión holística de las tendencias, enfoques y desafíos en la medición de la eficiencia energética en Colombia limita la capacidad de tomar decisiones informadas y efectivas. Este estudio pretende llenar este vacío con una visión coherente y crítica de la situación actual

La relevancia de esta investigación también radica en su potencial para impactar positivamente en múltiples frentes. A nivel gubernamental, los resultados pueden guiar el diseño de políticas energéticas y ambientales más efectivas, promoviendo la sostenibilidad y la

reducción de emisiones. A nivel empresarial, los indicadores de gestión identificados pueden ayudar a las organizaciones a mejorar su eficiencia operativa y a tomar decisiones estratégicas basadas en datos sólidos (Quintero, S. 2014).

En última instancia, esta investigación no solo contribuirá al conocimiento académico y científico sobre la eficiencia energética en Colombia, sino que también ofrecerá herramientas concretas para abordar los desafíos energéticos y ambientales del país. Al proporcionar un marco de referencia sólido y una visión completa de los indicadores de gestión, esta investigación tiene el potencial de ser un catalizador para un uso más responsable y sostenible de los recursos energéticos en Colombia, beneficiando tanto al medio ambiente como a la economía nacional.

Alcance y Limitaciones

La investigación se centra en una revisión sistemática de la literatura científica y técnica disponible hasta la fecha de corte. Se abordará la identificación y análisis de indicadores de gestión utilizados para medir la eficiencia energética en Colombia en distintos sectores, como la industria, el transporte, el sector residencial y el comercial. Se pretende ofrecer una síntesis crítica de las tendencias y enfoques predominantes en la evaluación de la eficiencia energética en el contexto colombiano, así como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Alcances y Limitaciones

| Alcances y Limitaciones | Descripción |
|---|--|
| Disponibilidad y Acceso a la Literatura | La calidad y cantidad de la literatura revisada pueden estar limitadas por la disponibilidad de acceso a fuentes |

| | |
|---|--|
| | <p>relevantes, lo que podría afectar la exhaustividad de la revisión.</p> |
| Cambios en el Contexto | <p>Los resultados obtenidos estarán basados en la información disponible hasta la fecha de corte y podrían no reflejar desarrollos recientes en la eficiencia energética en Colombia.</p> |
| Variedad de Indicadores | <p>La diversidad de enfoques y métricas utilizadas en la medición de la eficiencia energética puede dificultar la comparación y estandarización de los indicadores identificados.</p> |
| Calidad y Consistencia de la Literatura | <p>La variabilidad en la calidad y consistencia de la literatura revisada puede afectar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.</p> |
| Sesgo de Publicación | <p>Existe la posibilidad de sesgo de publicación, donde los estudios que presentan resultados positivos son más propensos a ser publicados, lo que podría influir en la representatividad de los resultados.</p> |
| Contexto Socioeconómico y Tecnológico Cambiante | <p>La eficiencia energética está influenciada por factores económicos, tecnológicos y políticos cambiantes, lo</p> |

que puede dificultar la generalización
de los resultados a lo largo del tiempo

Nota. En esta tabla se evidencian los alcances y limitaciones de la revisión sistemática para la identificar y analizar los diferentes indicadores

De acuerdo con las limitaciones citadas para la investigación tiene como objetivo brindar un panorama integral y crítico de la eficiencia energética en Colombia, y sentar las bases para futuras investigaciones y esfuerzos en el campo de la gestión de la energía en el país.

Marco Teórico

Conceptos Fundamentales de Eficiencia Energética

La mayoría de las industrias son conscientes del consumo de energía ineficientes, Linares (2009) destaca que en medio de la crisis económica, energética y medioambiental, es crucial el ahorro de la energía resulta importante para enfrentar los diversos desafíos ambientales y agotamiento de los recursos fósiles que se utilizan para abastecer la gran mayoría de la energía que se está utilizando en todas las organizaciones, con el objetivo primordial de disminuir las emisiones de carbono. Se define el ahorro energético como indicador significativo para disminuir los problemas ambientales como el cambio climático y las emisiones de carbono, considerándose para diferentes instituciones la eficiencia energética se denomina como la alternativa más potente y rentable para reducir las emisiones de carbono; la agencia internacional de la energía estima gran parte mediante medidas de ahorro y eficiencia energética, con el apoyo de la unión europea, se ha manifestado en diversos documentos y propuestas de reducción de emisiones.

Frente a las crisis energética y medioambiental, se define la eficiencia energética como la encargada de la reducción del mal uso o incremento del consumo energético, mientras se mantienen los mismos servicios energéticos que se utilizan en todas las industrias, sin afectar la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente y así mismo promoviendo el comportamiento sostenible en su uso frente a la industria.

De acuerdo con el gran problema del consumo y el ahorro energéticos se ha convertido hoy en día en pieza importante en todas las industrias a nivel mundial. Martínez, (2021)

menciona que los recursos energéticos son limitados y de acuerdo a su uso se presenta como fundamental en todas las industrias para seguir siendo utilizado y gestionado de la mejor manera; de la misma manera también participa el consumo energético el ahorro energético como una tarea primordial. Para Martínez, (2021) se expone el papel del consumo energético de manera responsable e inteligente, exponiendo el papel del mantenimiento que puede ayudar y motivar a disminuir indicadores de la eficiencia energética, detallando e incluso promoviendo las auditorías energéticas y métodos de análisis eficaces, propiedad industrial. Se realiza un diagnóstico energético el cuál es una técnica que permite la identificación de las diferentes oportunidades de ahorro energético de manera clara y específica, así mismo de los diferentes sectores o áreas donde se produce o evidencia el mayor consumo energético.

El diagnóstico energético adopta la forma de una auditoría cuyo objetivo es aplicar los diversos métodos técnicamente fundamentados los cuales permiten utilizar la energía de manera eficiente y con responsabilidad de cualquier entorno; la aplicación del diagnóstico energético permite identificar las diferentes áreas críticas del consumo energético y a su vez encontrar las oportunidades para optimizar su utilización.

Sornosa, (2021) menciona que toda organización debe tener un sistema de gestión energético, con el objetivo de establecer políticas, objetivos energéticos, procesos y procedimientos estables para su funcionamiento consistente y práctico, así mismo, con el compromiso de alta calidad y el buen direccionamiento del sistema de gestión de energía y a su vez ejecutado; enfocándose en cumplir la máxima eficiencia del suministro, conversión y uso de todos los recursos energéticos, disminuyendo dicho consumo sin afectar la productividad y calidad de los servicios.

Giancarlo, N. F. (2020) especifica como la gestión energética se encarga de la potenciación de la eficiencia energética con la ayuda de los diferentes métodos de ahorro energético, medidas técnicas, administraciones y organización con el objetivo fundamental de promover mejores prácticas para el consumo energético, así mismo los diferentes sistemas de gestión buscan las oportunidades y posibilidades de implementar o utilizar tecnologías y prácticas innovadoras en busca de la optimización de la energía y así mismo contribuir a la conservación del medio ambiente.

Para Romero, (2022) se implementa la gestión de energía como el proceso de identificación, abordando de manera estructurada y la utilización de datos cuantitativos y cualitativos para desarrollar diferentes estrategias que permiten disminuir el derroche de energía y los efectos negativos en el planeta. Es decir, la optimización de los procesos industriales, prestación o utilización de los equipos adecuados y conducta de los usuarios del sistema energético, permiten aumentar la gestión de la energía, mejorar todos los procesos y aumentar el uso adecuado de la energía.

Importancia de la Eficiencia Energética en Colombia

Optimización de los recursos energéticos frente a las nuevas tendencias energéticas es claro que la eficiencia energética se ha vuelto importante para todas las industrias debido a las diversas preocupaciones del medio ambiente y el crecimiento desenfrenado de la demanda energética, un desafío al cuál se le han implementado diversas tecnologías y enfoques innovadores con el objetivo de mejorar la eficiencia y así mismo promover su sostenibilidad, para Colombia se encuentran las PYMES las cuáles conllevan al crecimiento económico y aumento de producción, bienes y servicios, enfatizándose en la necesidad de mejorar la eficiencia energética y adoptar sistemas de gestión energética para disminuir los costos y

consumo energético, de tal manera se integra la norma ISO 50001 con el objetivo de mantener y mejorar el sistema de gestión energética para las organizaciones y se pretende posibilitar la mejora continua en la seguridad, eficiencia y el uso adecuado; la norma proporciona asistencia u orientación para la implementación de sistemas de gestión y sus respectivos procesos con el objetivo claro de minimizar el consumo y mantener la eficiencia energética.

Duran (2017) se enfoca en el sector industrial colombiano, donde se analizan las oportunidades, regulaciones económicas y sociales que favorecen al desarrollo de diversos proyectos de eficiencia energética para el sector industrial de Colombia, se cuentan con políticas que apoyan de manera internacional el cuidado en materia del medio ambiente, desarrollo sostenible y la eficiencia energética; este es el factor que impulsa el mercado de la eficiencia energética.

Orejuela, P. D. (2019) ofrecen nuevas oportunidades a través de herramientas y tecnologías, compromisos ambientales y programas de capacitación o asesorías que contribuyen a mejorar de la eficiencia energética y el cuidado del medio ambiente.

(Vanegas, 2013) definen mal uso de la eficiencia energética implica aspectos técnicos y socioeconómicos, es por ellos que se han evolucionado los conceptos de conservación y ahorro de energía, en búsqueda de optimizar toda relación entre energía suministrada y servicio del valor obtenido de la energía, para Colombia es muy importante el ahorro energético dentro de las industrias que se promueven en disminución de consumo energético mediante la implementación de cambios de equipos energéticos de uso final para ofrecer el mismo servicio con la disminución de la energía utilizada.

Para ello, el ahorro energético debe superar las fallas y barreras que obstaculizan la efectiva transformación del mercado, siendo barreras relacionadas con aspectos económicos,

organizacionales y comportables de todos los consumidores; así mismo mejorando las técnicas y la comprensión de los factores adicionales para impulsar la eficiencia energética de una manera más efectiva (Vanegas, J. &. 2013).

Morales, P. (2021) define a Colombia como país con cuyo objetivo es el ahorro energético como cuidado del medio ambiente y la disminución del consumo energético, se representa dentro del contexto de la globalización, como contribuciones a la competitividad de industrias y proyectos de innovación para el desarrollo de programas y políticas oficiales enfocadas en la eficiencia energética, adaptándose a las renovaciones tecnológicas y procesos de gestión energética. Se realizan estudios y medidas industriales como (Briano, mayo 2016) de la evolución del consumo energético, con procesos y auditorias encargadas de medir la eficiencia energética, definiendo el potencial energético con la ayuda de los niveles de optimización y su precio energético, alto potencial de ahorro hace referencia a la implementación de eficientes energéticos, implementando las diferentes medidas y procesos de gestión energética; de tal manera se evidencia diversas oportunidades de mejora con el apoyo de todos los sistemas de gestión con la implementación de la norma ISO500001.

Antecedentes de la Investigación sobre Indicadores de Gestión en Eficiencia Energética

Se lleva a cabo la investigación con el objetivo de detectar diferentes oportunidades de ahorro energético como (Bravo Céspedes, 2023) quien realizó un diagnóstico el cual se integra de un equipo analizador de redes eléctricas proporcionado por la misma empresa eléctrica de Quito, el análisis se evalúa durante siete días un transformador de 90 va y la carga que es instalada. En el resultado del respectivo análisis se identificó una demanda máxima del transportador de 89,32 kVA con su respectivo factor de uso del 99,2 %, así mismo los resultados se evidencian fluctuaciones en los registros voltaicos y el factor de potencia muy bajo.

La propuesta de mejora para la eficiencia energética es la de cambiar el transformador por uno de 112,5 kVA y se debe instalar en paralelo de un banco con un condensador de 9,3 KVAR por cada fase, el cual ayuda a mejora y reducir el factor de potencia y pérdidas eléctricas por el consumo de potencia reactiva, por otra parte, los equipos mecánicos que son seleccionados se encuentran correctamente seleccionados según su carga. Con el objetivo claro se comprueba el correcto comportamiento de los indicadores planteados.

Para el concepto de aplicación y establecimiento de sistemas de gestión de la energía o auditorías energéticas Carretero, A., García, M., (2012), se enfocan en las definiciones claves como la línea de base energética y la utilización de tecnologías horizontales, de la cual brinda una comprensión muy profunda de todos los requisitos para la aplicación práctica de las normas que se relacionan. Se entregan conocimientos específicos para ser utilizados en cuanto a las consultorías y auditorías energéticas, dentro de ellos se representan los requisitos específicos sobre las normas de gestión de energía y la auditoría energética, junto a ello con la ilustración práctica al campo de conceptos energéticos.

Con la ayuda de la norma UNE-EN ISO 50001:2011 se establece el sistema de gestión de energía dentro de una organización con el objetivo primordial de la mejora continua del desempeño energético, dentro del uso y consumo de la energía. Dicha norma es la que define los requisitos aplicables a la medición, documentación e información sobre la aplicación y consumo de la energía dentro de las organizaciones, entregando prácticas para el diseño y adquisición de nuevos equipos, sistemas y procesos que contribuyen al desempeño de ahorro de energía, como se evidencia en la Tabla 2.

Tabla 2*Herramientas según la Norma UNE-EN ISO 50001:2012*

| Herramientas | Descripción |
|-----------------------|---|
| Preparación o inicio | Canales de información, programas de trabajo, planificación de medidas. |
| Inspecciones | Estado de instalaciones, análisis suministros energéticos. |
| Recopilación de datos | Proceso de producción, energía eléctrica y combustibles, otras fuentes de energía. |
| Proceso energético | Consumos y costes energéticos, balance energético. |
| Propuestas de mejora | Recomendaciones y buenas prácticas, análisis y desarrollo de propuestas de mejora. |
| Informe final | Objetivo y alcance, toma de decisiones, análisis de propuestas de mejora, estado de instalaciones y contabilidad energética |

Nota. Herramientas para la implementación de la política energética dentro de las organizaciones

De acuerdo con la *Tabla 2* se especifican diferentes herramientas necesarias para la implantación de la política energética y gestionar todos los aspectos energéticos según sea la actividad de la organización, herramientas que se enfocan en las diversas actividades de alto consumo de energía, para así mismo activar el plan para minimizar dichos consumos. Dentro del desarrollo actual y del futuro las organizaciones buscan disminuir los costos, de esta manera la eficiencia energética aporta un gran valor a dichos costos si se está controlada o supervisada

claramente, así el ahorro de energía juega un papel muy importante en términos de competitividad de las empresas, para Nordelo, A. B., Rodríguez, M. L., Yanes, J. M., De Armas Teyra, M. A., Pérez, M. M., Castillo, J. D., Padrón, A. P., Felipe, P. V., & Pérez, F. G., (2005) se realizaron diversos estudios en diferentes empresas de las cuales se destacan excelentes oportunidades en las que se pueden reducir costos de energía a través del desarrollo de habilidades técnicas y organizativas para la gestión energética eficaz la universidad Cienfuegos cuenta con el centro de estudios energéticos y ambientales que han desarrollado (TGTEE) Tecnología de Gestión total Eficiente de la Energía, cuyo objetivo es capacitar a las diferentes empresas para administrar eficientemente la energía, reducir los costos energéticos y el impacto ambiental.

La implementación de esta tecnología es generalizada y demuestra la efectividad al lograr impactos económicos, sociales y ambientales muy significativos, los cuales contribuyen de gran manera a la cultura energética.

El resultado de incremento de demanda energética a nivel mundial Zorrilla, D., Rivera, I., (2023) han impulsado para realizar trabajos de investigación y estudios con el objetivo de mejorar la eficiencia energética en todos los sectores de la industria y más enfocados en el área de productividad, dentro de las cuales se integran entidades gubernamentales quienes han establecido regulaciones, normativas e incluso incentivos para obtener un mejor aprovechamiento del recurso que tiene como el energético y reducir su consumo excesivo.

Se realizan análisis enfocados en mejorar el ahorro de energía en los procesos industriales de una planta de alimentos de Colombia, como principal objetivo el mejoramiento de las buenas prácticas del consumo energético, implementación de mecanismos de medición, monitoreo y

controles disminuir el consumo de energía; así mismo entregando un análisis numérico el cual permite obtener información clara de todos los procesos sobre el año 2021, análisis de los procesos, identificación de las etapas donde se encuentra el mayor consumo y así mismo implementar diferentes herramientas y mecanismos de control para ser ajustados o restaurados de manera rutinaria y cumplir el objetivo de lograr un impacto positivo frente al consumo energético.

De acuerdo con Piñeres Castillo, A., Cabello Eras, J. J., & Hinojosa Rivera, M., (2022) definen que al menos el 80% de la energía deriva de los combustibles fósiles, lo que conlleva a prestar una mayor atención en la eficiencia energética a nivel mundial, es por ello por lo que se pone en práctica la norma ISO500001 sobre la gestión de la energía, pero no se encuentra a fondo una evaluación energética interna dentro de las organizaciones. De tal manera se desarrollan metodologías y matrices de evaluación que no cumplen en gran proporción el análisis completo, dentro del trabajo de investigación se encarga de recopilar y sintetizar metodologías creando instrumentos de evaluación integral que mejore el sector empresarial y promueva el desarrollo sostenible en Colombia.

Marco Normativo y Político en Colombia sobre Eficiencia Energética

Tabla 3

Marco Normativo en Colombia

| Concepto | Descripción |
|--------------------------|---|
| Ley 697 de 2001 | Se encarga de fomentar el ahorro y eficiencia de la energía, promoviendo la implementación de las energías alternativas y dictando otras herramientas, promoviendo el programa de uso eficaz y eficiente de la energía y la utilización de todas las formas convenientes de energía, estudiando toda la viabilidad tecnológica, ambiental y económica del país. |
| Ley 1715 de 2014 | Se establecen diversos incentivos para el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente a aquellas que son de carácter renovable, así mismo invirtiendo en nuevos proyectos o tecnologías renovables encargadas en la reducción del impacto ambiental. |
| CONPES 3920 de 2018 | Es el documento en cuál se encuentra la Política Nacional de la Explotación de Datos (Big Data) se encarga de direccionar las bases como política integral la cual habilita todo el beneficio de los datos para generar el desarrollo social y económico, promoviendo el desarrollo sostenible y transformación del estado colombiano. |
| Plan Energético Nacional | Es el documento con toda la perspectiva energética que se encarga de plantear escenarios para identificar todos roles que juega la tecnología frente al abastecimiento energético, reducción de costos y compromisos ambientales del país, indicando todos los camino u oportunidades que se pueden |

emprender para cumplir el objetivo del ahorro energético. La visión del PEN (Plan Energético Nacional) es a largo plazo del sector energético como la transformación energética con habilidades frente al desarrollo sostenible del país, realizando un crecimiento económico, protección al medio ambiente y todo el ascenso social de la población vulnerable.

RETIE/RETILAP

Se define como un reglamento de instalaciones eléctricas, el cual lo expide el ministerio de minas y energía es para inspeccionar todas las instalaciones eléctricas cuenten con los parámetros necesarios para que esta sea lo más segura posible, el cual es de obligatorio cumplimiento de todo el país. El RETIE es conocido como el documento con lineamientos más relevantes sobre la seguridad y buenas prácticas eléctricas, el objetivo principalmente es que cumpla con diferentes puntos específicamente como protección de la vida y la salud humana, preservación del medio ambiente, fauna y flora, prevención de prácticas que puedan inducir al error; todas las instalaciones de remodelación, ampliación e instalaciones deben cumplir a cabalidad con la retie.

Ley 99 de 1993

Es la ley con el objetivo principal proteger y conservar el medio ambiente, todos los recursos naturales, así mismo todas las acciones con relación del hombre y la naturaleza, promoviendo todos los desarrollos sostenibles cuya finalidad es mejorar la calidad de vida de la población. De la misma manera se establecen medidas de seguridad y sanciones para garantizar todo el cumplimiento frente a la normativa estipulada de ordenar, conducir y regular los impactos

ambientales de todas las actividades humanas con relación al medio ambiente.

Ley 2099 de 2001

Principalmente esta ley se encarga de actualizar la legislación vigente y dictar nuevas herramientas para la transición energética, la dinamización de todo el mercado energético a través de su utilización, desarrollo y promoción de todas las fuentes no convencionales de la energía donde se promueve toda la reactivación económica del país, por la misma razón es reactivada la economía del país.

Decreto 2811 de 1974

Define el cuidado de los recursos naturales renovables del país y así mismo la protección del medio ambiente, decretando el reglamento a la perseverancia y mejoramiento de todos los recursos renovables y naturales, regulando todas las conductas humanas ya sean individuales o colectivas, se declara al estado y todos los particulares como principales participantes a la perseverancia y manejo de todos los recursos naturales renovables.

Nota. Normatividad colombiana para establecer la eficiencia energética en todo el sector industrial

Con la importancia del marco legal y regulatorio Aguilar, (2019) utiliza dentro de todas las energías no renovables en Colombia, de las cuales están aunadas a los posibles mecanismos de financiación como cargo de confiabilidad para asegurar una correcta integración del sistema interconectado nacional colombiano. Con la implementación del objetivo del marco regulatorio se busca analizar todo el marco legal que se aplica a todos los proyectos de energía firme, de los

cuáles deben haber sido planeados y ejecutados, así mismo como su debida inclusión dentro del plan expansión del sistema interconectado nacional.

Para el panorama energético de Colombia (Morales, 2021) deja en evidencia toda la dependencia de energías convencionales que demandan el uso de todos los recursos naturales no renovables como lo pueden ser, el petróleo, carbón y gas natural, de las cuales sabemos que generan emisiones de gases que contaminan el medio ambiente y debidamente tiene percusión a la salud de las personas; de acuerdo a esta base se pretende demostrar toda la viabilidad de las energías renovables, como se pueden considerar como potenciales que se pueden identificar como lo son el uso de la energía solar, eólica de los océanos, siendo como una alternativa para las diversas zonas que no cuentan con cobertura del sistema interconectado nacional.

Decreto 3683 de 2003, por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial 19 de diciembre de 2003.

Para Colombia el crecimiento económico y los mejores estándares de vida se han vuelto de gran resultado en el aumento del consumo de energía, así mismo se proponen o efectúan proyectos de eficiencia energética con el objetivo de disminuir el consumo energético y sea mucho más eficiente, es por ello que se ha destacado la ley 697 de 2001: Ley de la eficiencia Energética, la cual es la encargada de promover todo el uso de las energías no convencionales dentro del programa del uso racional y eficiente de la energía, así mismo las diferentes formas de energías no convencionales, por esta razón se crea el programa PROURE el cual está promoviendo el uso racional y eficiente de la energía; con el principal objetivo de aplicar gradualmente diferentes programas para toda la cadena energética, así mismo este debe cumplir a cabalidad con todos los niveles mínimos de eficiencia energética.

Con la Gestión del Ministerio de Minas y Energía, se refiere al artículo cuarto el cuál formula los lineamientos de las políticas y así mismo diseña instrumentos para el fomento y promoción de fuentes de energía, en prelación a zonas no interconectadas, de la misma manera con la ejecución de proyectos de eficiencia energética en Colombia, realizando todas las gestiones de manera clara y la definición de las estrategias para desarrollar todas las funciones relacionadas con el uso racional de la energía, cuyo objetivo de organizar y fortalecer todo el esquema institucional del cumplimiento de la anterior gestión. Es decir, se designa como la entidad responsable de para la organización, promoción, aseguramiento del desarrollo y seguimiento de todos los programas de uso racional y eficiente de la energía.

Dentro de la ley 697 de 2001 se declara el uso de URE (uso racional y eficiente de la energía) como el asunto de interés público y social, con la fundamentación para asegurar todo el abastecimiento energético de manera oportuna, mejoramiento de la competitividad colombiana y la protección al consumidor frente al uso de las energías no renovables de manera sostenible con el medio ambiente y todos los recursos naturales.

Gonzales, O. , (2018) especifica como la ley 1715 de 2014 para la aplicación de incentivos tributarios por el desarrollo y la utilización de todas las fuentes no convencionales de energía, con la explicación de todos los artículos e incentivos a los cuales se pueden acoger dentro de la ley si se promueven y desarrollan proyectos o planes de aprovechamiento de los recursos no renovables frente a la eficiencia energética.

Metodología

Tipo de Investigación (revisión sistemática)

Se realiza la investigación con la implementación de la metodología PRISMA, conformada por la revisión sistemática cuyo objetivo es brindar la revisión sistemática, inicialmente se determina la llave de búsqueda con orientación a los diferentes indicadores de eficiencia energética, todos los métodos de investigación se proporcionan o suministran información de gran parte de las organizaciones de Colombia, la metodología PRISMA brinda de manera cualitativa diversos artículos que conllevan relación de los diferentes indicadores de eficiencia energética los cuales se realzan dentro del contenido de fomentación de indicadores energéticos, es por ello que se aplican diferentes puntos de la metodología inicialmente con la llave de búsqueda y posteriormente se aplican los diferentes métodos que se describen durante el desarrollo de la revisión sistemática.

Con la implementación de la revisión sistemática, se busca responder la pregunta de investigación planteada, ajustándose así de tal manera a todos los criterios que están establecidos de elegibilidad e investigación específica, todos los métodos que son escogidos cuentan con objetivo claro de extraer conclusiones que permiten la toma de decisiones.

Las características más importantes de la revisión sistemática permiten la toma de decisiones y extracción de colusiones, mantener todos los objetivos establecidos con una metodología explicita, en la búsqueda se deben identificar los estudios que deben cumplir con todos los criterios según su elegibilidad, de la misma manera se deben determinar todas las evaluaciones de una misma validez frente a todos los hallazgos que son incluidos durante toda la investigación que se está afrontando.

Para la revisión sistemática se implementa la metodología PRISMA que inicia con la llave de búsqueda y seguido a ello los pasos posteriores que se conllevan dentro de la metodología. La revisión sistemática es una herramienta esencial que permite resumir toda la evidencia de investigación de manera precisa y confiable, así mismo entregar la información de manera completa y transparente de la cual permite evaluar todas las fortalezas de la investigación.

De tal manera se recopilan todas las evidencias de manera empírica de la cual se ajustan los diversos criterios específicos para responder la preguntada plantada dentro de la investigación. Para la revisión sistemática se plantea una pregunta para realizar la búsqueda y obtener las respuestas más relevantes a dicha pregunta, así mismo se realiza la selección de los diversos artículos de investigación que son seleccionados específicamente según los criterios previamente definidos, de la misma manera se realiza la extracción de datos importantes que permiten responder la pregunta planteada y finaliza con el análisis estadístico que demuestra las diferentes respuestas a la pregunta planteada.

En resumen, la revisión sistemática está proporcionando como base sólida en la identificación y selección de diferentes indicadores de gestión para medir la eficiencia energética en Colombia, para ello se utiliza un enfoque continuo para mejorar la disponibilidad de datos, adaptar dichos indicadores y promover a nivel nacional los indicadores como el esfuerzo de eficiencia energética en el país.

Llave de Búsqueda

Inicialmente la metodología PRISMA define la llave de búsqueda como el punto de partida de dicha metodología, definiendo como la primera estrategia de búsqueda como el filtro

de las bases de datos, registros e incluso sitios web que pueden entregar información importante de todos los indicadores de eficiencia energética los cuales se pueden evidenciar dentro de las industrias colombianas u otros países que están utilizando los indicadores de eficiencia energética, de tal manera como se evidencia en la *Tabla 4*.

Tabla 4

Llave de Búsqueda

| Búsqueda inicial | SCOPUS |
|---------------------------|---|
| Bases de datos primarias | SCOPUS Y Web of Science |
| Base de datos secundarios | IEEE y Google Académico |
| Criterios de búsqueda | Efficiency indicators, energy management, Colombia |
| Llaves de búsqueda | energy AND efficiency AND indicators AND Colombia |

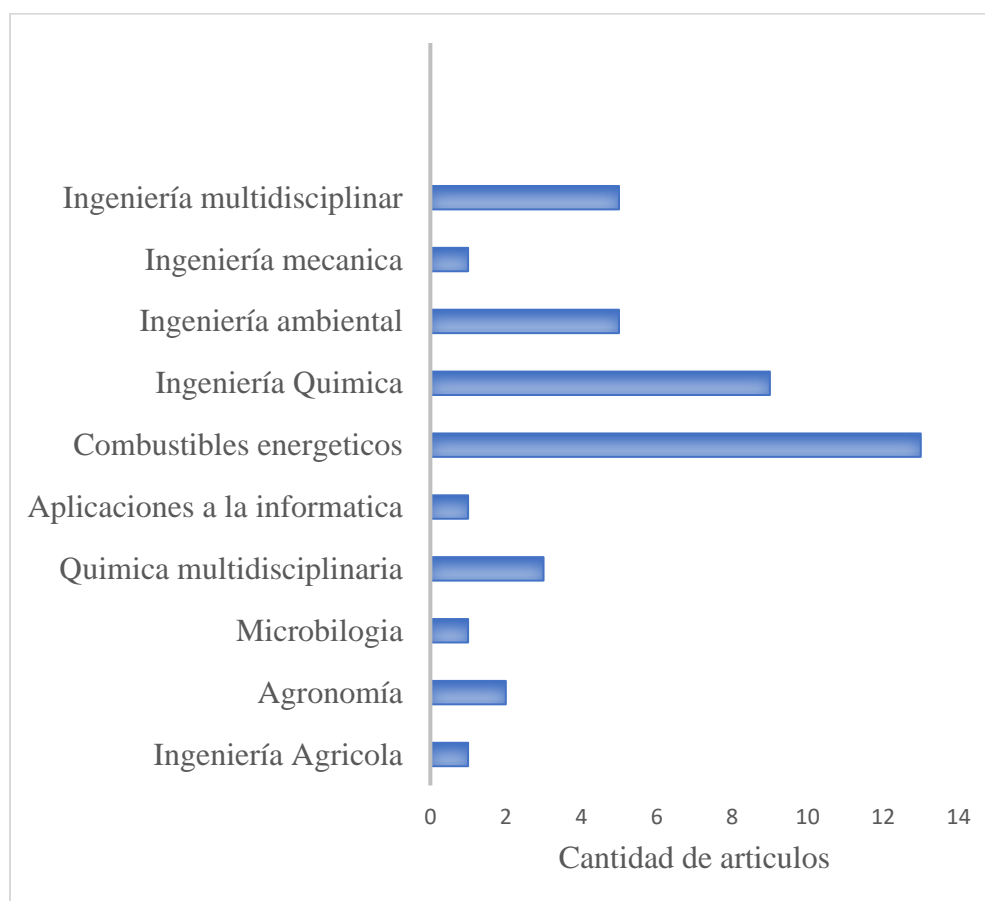
Nota. Llave de búsqueda utilizada dentro de la investigación para el cribado de los diversos artículos

Para iniciar el abordaje de la literatura relacionada de indicadores energéticos, comienza con la búsqueda inicial en la base de datos Scopus, Web of Science y bases de datos secundarias o alternas como IEEE, Google Académic, como se evidencia en la tabla 4. Así mismo estableciendo el criterio de búsqueda como las condiciones definidas para cumplirse en toda la investigación, como son palabras relacionadas, títulos y enfoques que se relacionan; de la misma manera se establece la llave de búsqueda (energy AND efficiency AND indicators AND

colombia) para abordar con especificación artículos o documentos en gran relación con la búsqueda inicial, de lo cual nos entrega datos con mayor eficiencia de fuentes, métodos, criterios y análisis que se requieren dentro de la revisión sistemática.

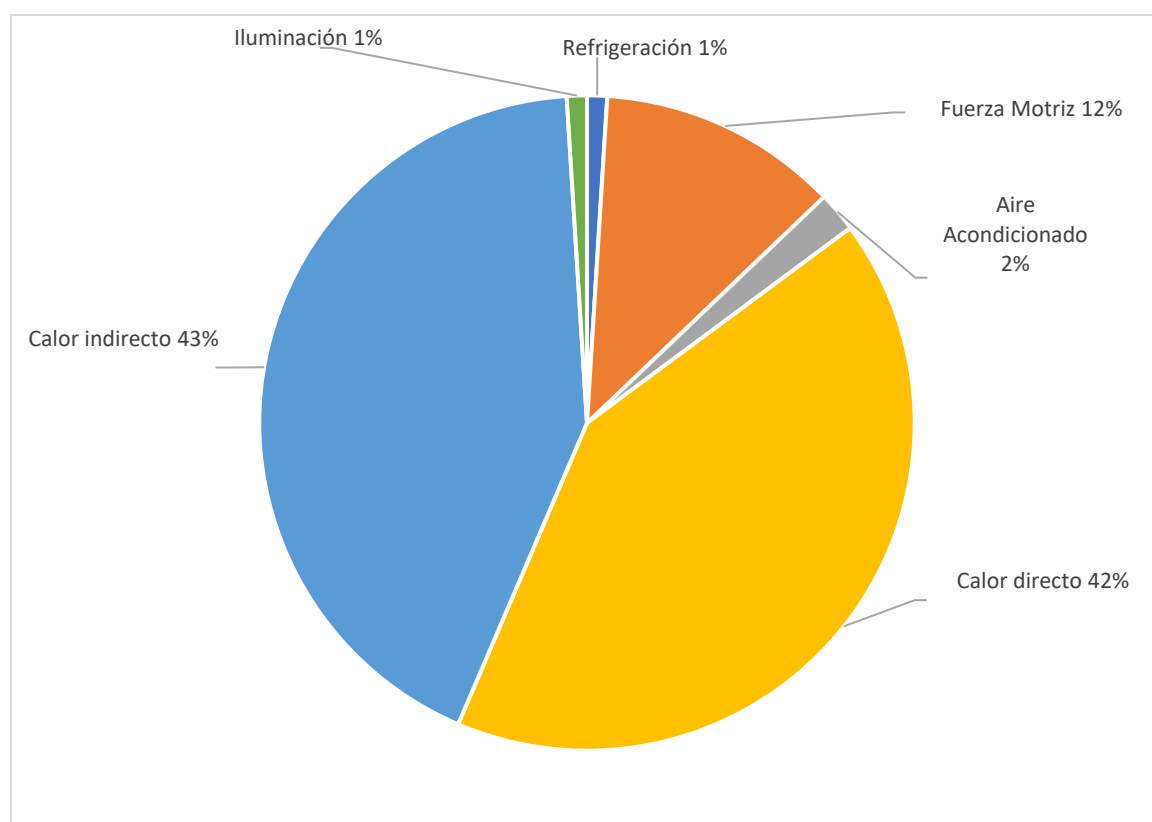
Figura 1

Sectores con mayor impacto energético

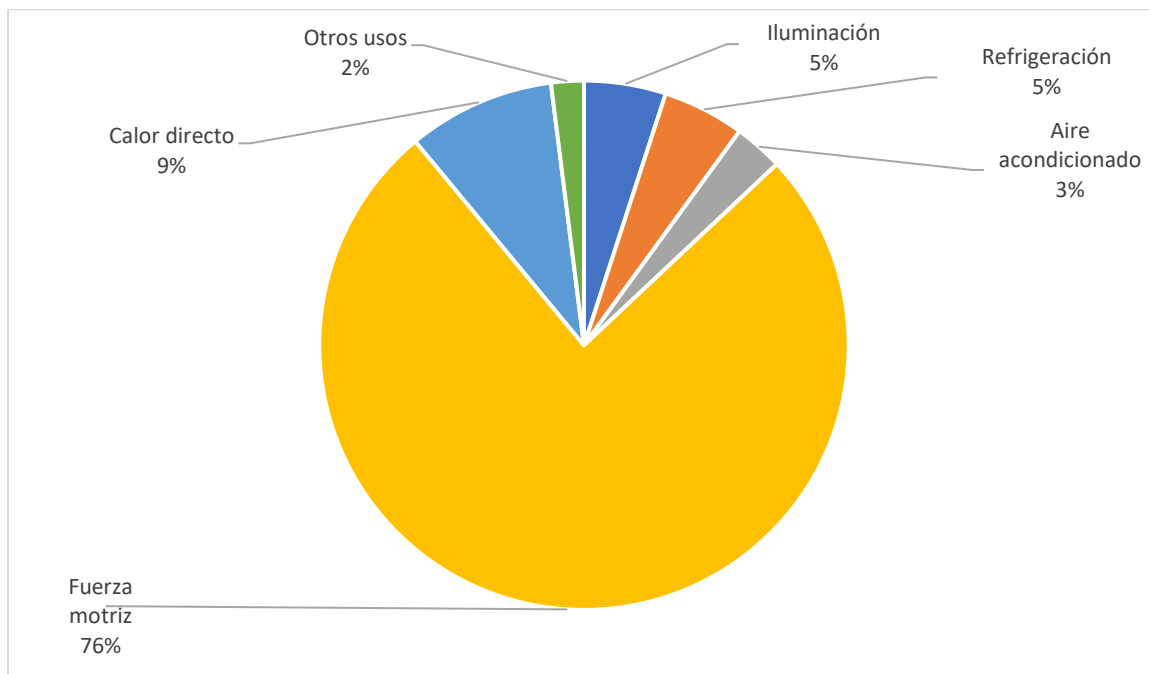


Nota. Sectores de la industria con mayor impacto energético en Colombia. *Fuente.* Web of Science, Scopus, Google Académico

Aguilar, D. (2019) desarrolla energías renovables en Colombia con el objetivo de mejorar el impacto ambiental, de acuerdo con la Figura 1 se evidencia gran impacto por parte del sector de combustibles energéticos con mayor cantidad de impacto en cuanto al medio ambiente por la producción del petróleo, carbón y demás materias primas, de las cuales tienen grandes cantidades de energía para su transformación y producción. La mayor parte de las industrias utilizan diversos métodos de eficiencia energética, se conocen grandes innovaciones que apoyan la eficiencia y mejores procesos de la utilización de la energía, dentro de varios métodos de eficiencia se conocen beneficios al medio ambiente, acciones climáticas e impactos dentro de sectores sociales, así mismo se conocen como la innovación como el mayor factor para mejorar en todos los sectores frente a la eficiencia energética.

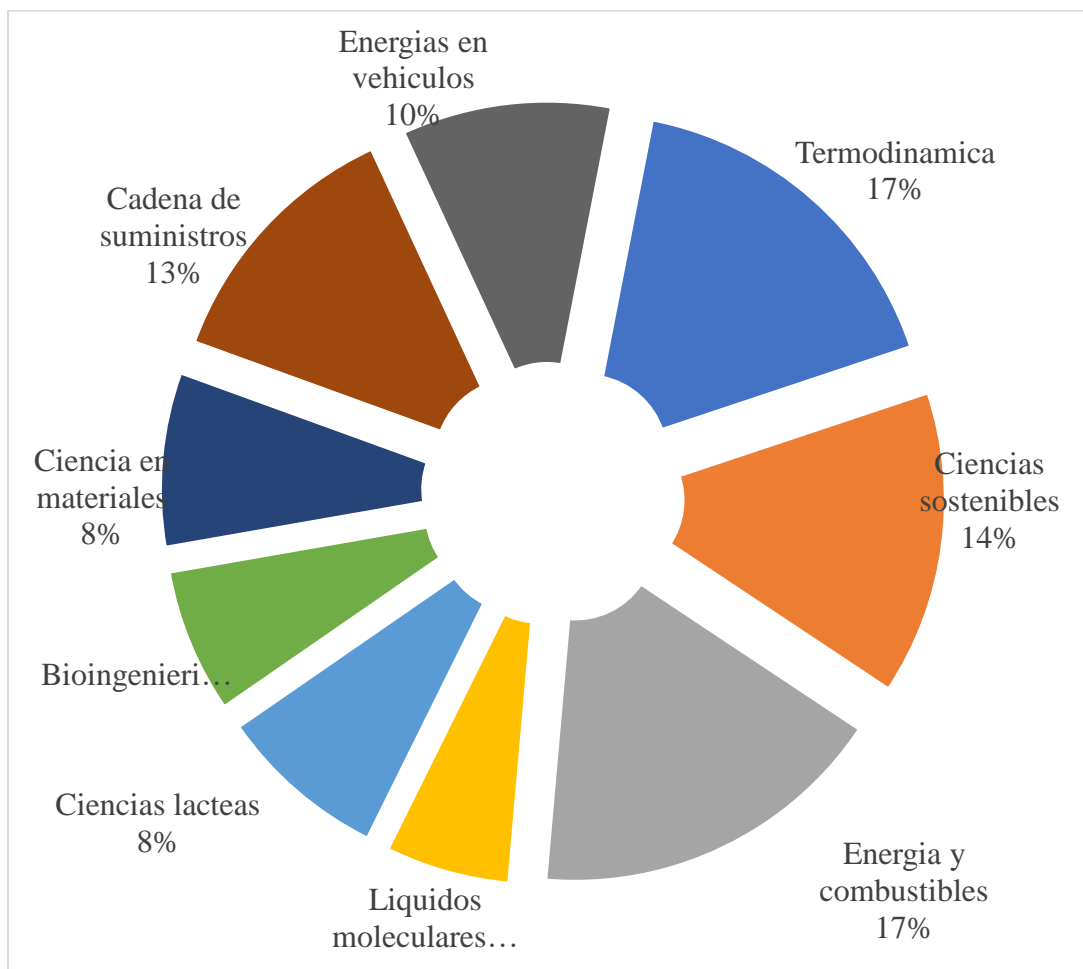
Figura 2*Caracterización de uso Energético*

Fuente. UPME: plan de acción indicativo de eficiencia energética

Figura 3*Caracterización de uso Eléctrico*

Fuente. UPME: plan de acción indicativo de eficiencia energética

La UPME realiza un estudio en el cuál prioriza los programas de eficiencia energética dentro de la industria de las cuáles esta caracterizado por el uso energético y eléctrico. En la ilustración 1 muestra toda la participación en el consumo del sector industrial el cual se destaca el uso de energía por calor directo, concentrado principalmente por las industrias de plásticos, químicos y metales. Para la *ilustración 2* conserva con mayor utilización la fuerza motriz como agente natural utilizado para la generación de movimientos de diversas maquinarias o motores utilizados en la industria, como se evidencia en la *Figura 3*.

Figura 4*Sectores con más Investigaciones*

Fuente. Web of Science, Scopus, Google Académico

Dentro de la investigación se refleja de Energías y Combustibles como el mayor porcentaje dentro de los diferentes sectores, se evidencia como la encargada de incluir todas las acciones y diversas técnicas para el desarrollo sostenible dentro de las industrias; para así mismo la innovación abarca gran mayoría de sectores industriales como transformación y mejoras dentro de los procesos de ahorro energético e industrias, como se evidencian en las gráficas

abarcan diversos sectores industriales, sociales y de ciencias, se pueden implementar eficiencia energética como apoyo para mejorar resultados e impactos dentro del medio ambiente.

Justificación de la Elección de la Revisión Sistemática

La revisión sistemática es la identificación de todos los estudios científicos, ya sean publicados o no, que se incluyen en documentos relacionados y evaluados según los diferentes criterios, se utiliza la estrategia de búsqueda de manera exhaustiva, transparente y reproducible; así mismo se deben relacionar los diferentes términos de búsqueda al pregunta de investigación con la finalidad de encontrar un mejor balance entre la precisión y sensibilidad de todos los resultados más relevantes de los que se deben priorizar la sensibilidad. Así mismo para realizar un balance de búsqueda deben estar seleccionados los términos de búsqueda más importantes y específicos, como una estrategia de búsqueda imprescindible se deben utilizar diversos criterios específicos que permite a la fuente de información analizar artículos o bases de datos científicos con criterios muy importantes y puedan responder a las llaves de búsqueda.

Búsqueda Sistemática

Para la búsqueda en Scopus, se utiliza la llave de búsqueda donde se incluyen los diversos criterios más determinantes en el camino de la búsqueda exhaustiva, donde su propósito refinar todos los resultados de la búsqueda afrontando un equilibrio ideal de artículos los cuales aportan de manera significativa para resolver dicha pregunta o investigación, con el objetivo de resolver las dudas y aclarar todas las incógnitas con las que inicia la investigación, se logran conocer industrias, áreas donde se aplican los diversos criterios de manufactura que se aplican los indicadores, propuestas de mejora e innovación.

El principal objetivo que se busca en la revisión sistemática es mantener la evaluación constante de la calidad y todas las metodologías que se aplican referente a las investigaciones que se realizan frente a una determinada área de conocimiento, así mismo toda la información científica se debe sintetizar para ser útil en todas las tomas de decisiones.

Tabla 5

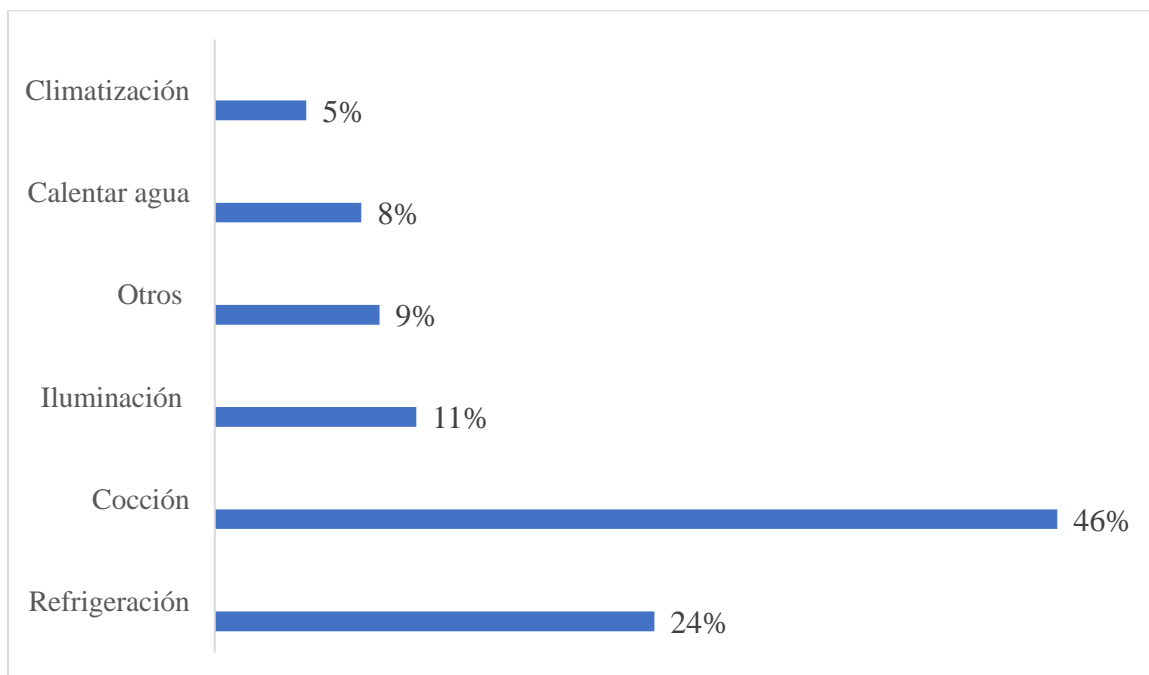
Llave de Búsqueda Sistemática

| Búsqueda inicial | SCOPUS |
|---------------------------|--|
| Bases de datos primarias | Scopus y Web of Science |
| Base de datos secundarios | Google Academic, IEEE |
| Criterios de búsqueda | Títulos, Palabras claves, abstracto, industrias y áreas donde se aplican |
| Llaves de búsqueda | Efficiency indicators AND energy management AND Colombia |

Nota. Llave de búsqueda para lograr equilibrio de precisión para la búsqueda en IEEE se evidencia ocho (8) resultados filtrados, dentro de la base de datos Scopus se evidencian (14) resultados filtrados, Web of Science (33) resultados

Figura 5

Consumo energético en el sector residencial urbano



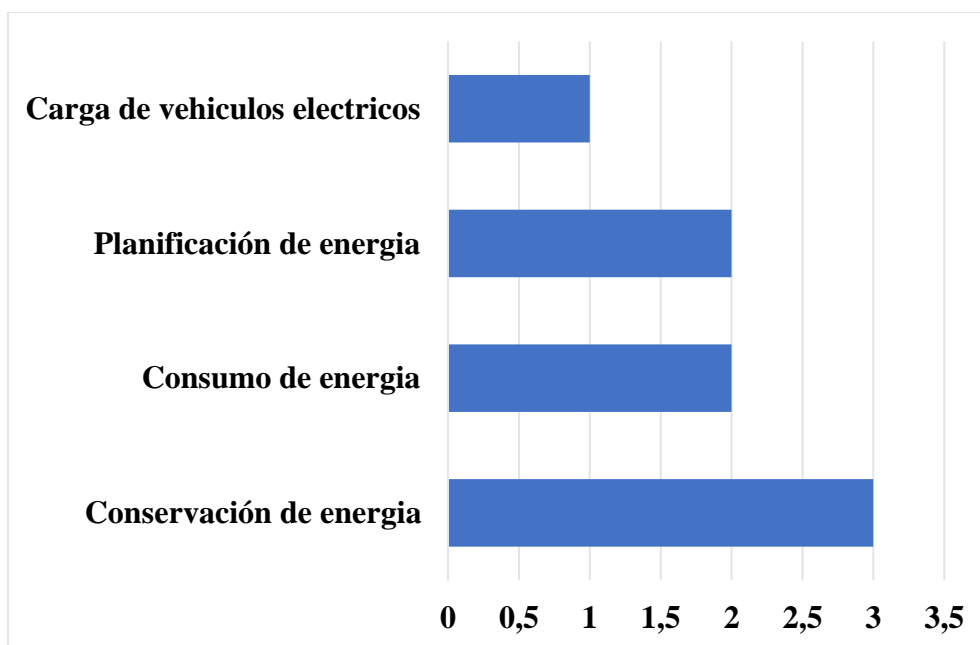
Fuente. UPME: plan de acción indicativo de eficiencia energética

De acuerdo con la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) para el consumo del sector residencial urbano en la Figura 2 arroja en mayor porcentaje la cocción con un 46% por el cual se concentra por el gas natural GLP y en menor proporción con la electricidad, de la misma manera la refrigeración con un 24% que indica que en la mayoría de los hogares se cuenta con equipos de refrigeración aportando mayor consumo o calidad de equipos con baja innovación o tecnología del mismo, por ultimo con la iluminación en un 11% para los diferentes hogares. De acuerdo con los resultados se mantiene el objetivo mejorar el uso de la energía en todas sus versiones, las diferentes entidades del UPME desarrollan estrategias para todas las zonas del país sean eficientes con el uso de energía e implementación de nuevos equipos, sin

olvidar la disposición final de equipos no usados sean de manera correcta y chatarrización, entregando beneficios al impacto ambiental.

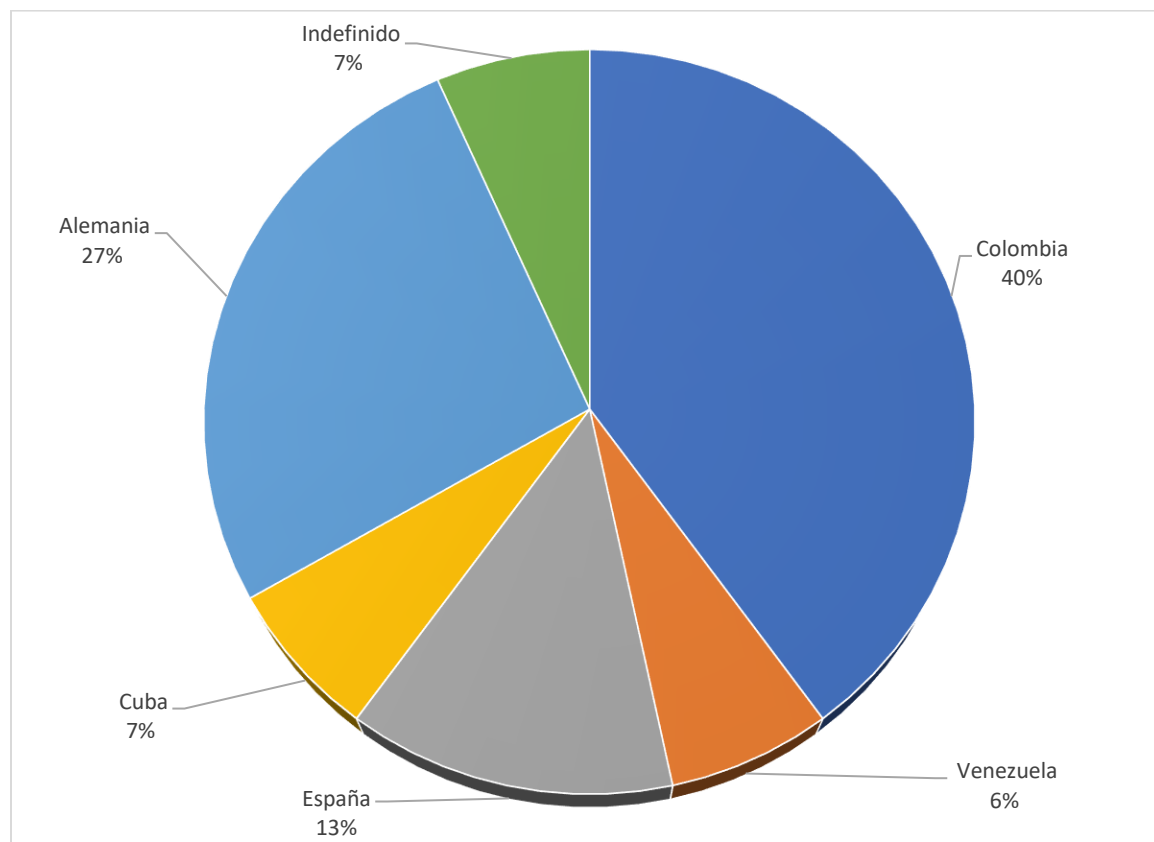
Figura 6

Metodologías de ahorro energético



Nota. Metodologías empleadas para el ahorro energético. *Fuente.* Web of Science, Scopus, Google Académico

De acuerdo con la *Figura 4* establece las diferentes técnicas de ahorro energético con cuyo objetivo de disminuir en gran valor la utilización de la energía, como el aprovechamiento de los recursos necesarios para la disminución de energías no renovables, beneficios al medio ambiente con innovaciones e incluso con diversos métodos aplicables que garantizan la eficiencia energética.

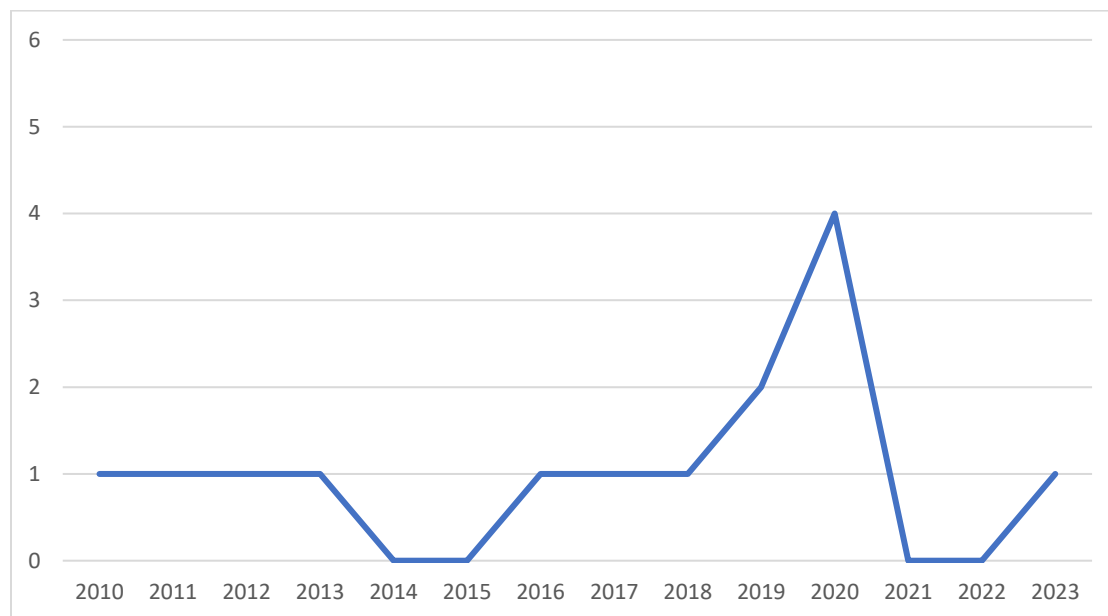
Figura 7*Países con Implementaciones Energéticas*

Fuente. Web of Science, Scopus, Google Académico

Quintero, S. (2014). Establece mas de 183 indicadores para el año 2006 en el Consejo Nacioanal de Acreditación de Colombia, así mismo se propone los mas relevantes y cruciales para la autoevaluación de todos los programas Universitarios. Como se evidencia en la *Figura 5* Colombia se ha convertido en gran porcentaje con mas implementaciones de ahorro energetico con un metodo de aplicación para todas las industrias, empleando diversos metodos y estructuras que apoyan al ahorro energetico, impulsando la innovación e utilización de los recursos renovables.

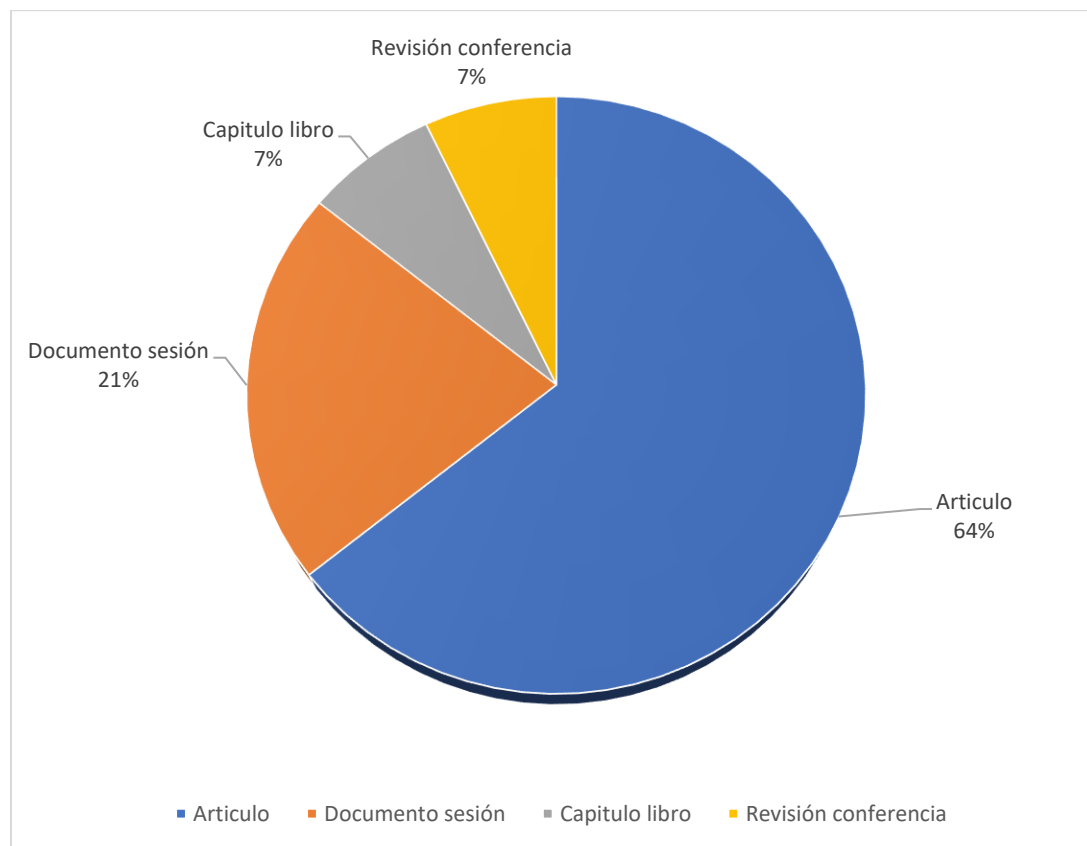
Figura 8

Artículos de acuerdo con el año



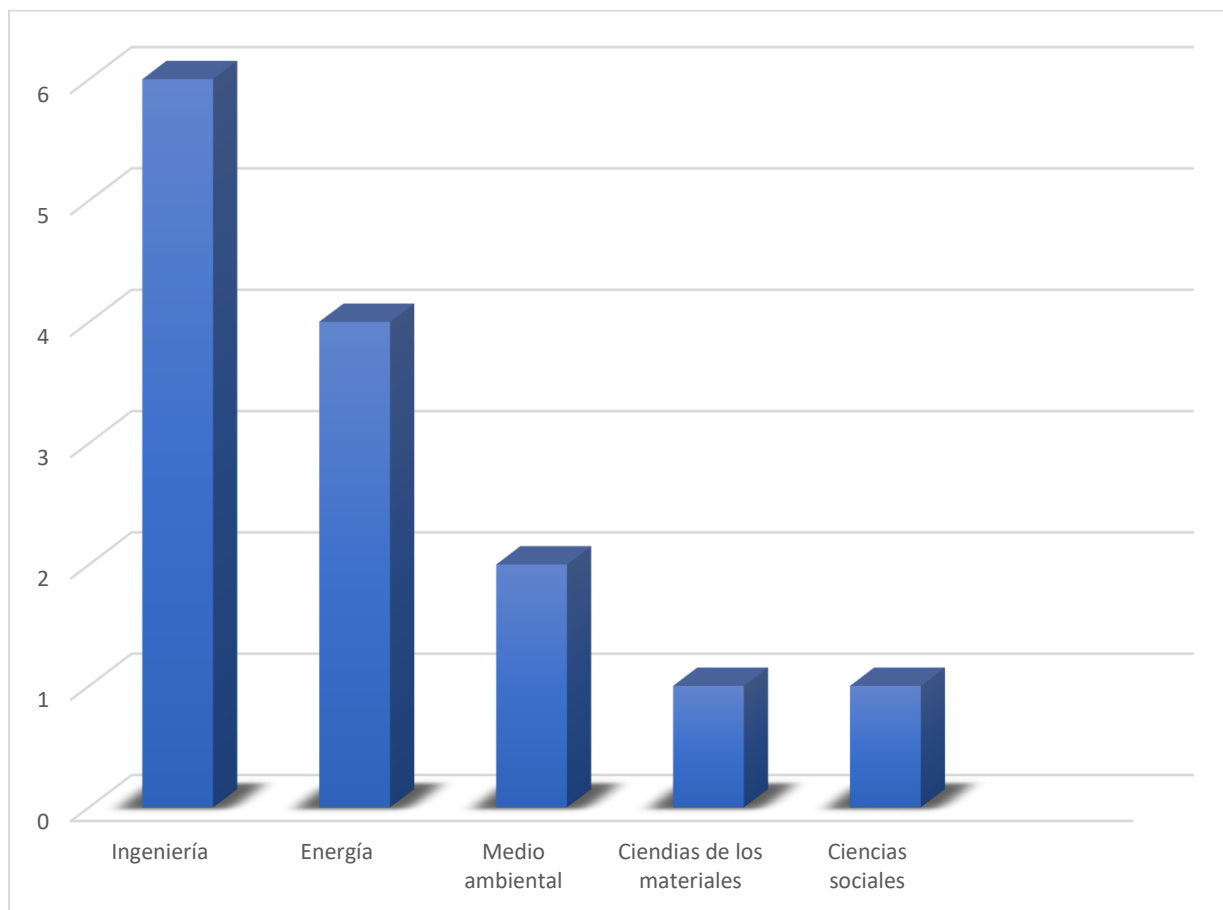
Nota. La mayoría de los artículos se enfocan desde el año 2018. *Fuente.* Web of Science, Scopus, Google Académico

Dentro de los años 2018 y 2021 como se evidencia en la *Figura 6* se han puesto en marcha la gran mayoría de métodos encaminados al ahorro energético, dentro de las industrias se vienen trabajando desde el año 2000 como normativa e incluso como sistemas de gestión energéticos como herramientas de estadística y constante monitoreo, todos los artículos en busca de la disminución del consumo energético, después del año 2015 se implementan métodos y análisis para disminuir todos los consumos y ahorrar la energía

Figura 9*Fundamentos de la Revisión Sistemática*

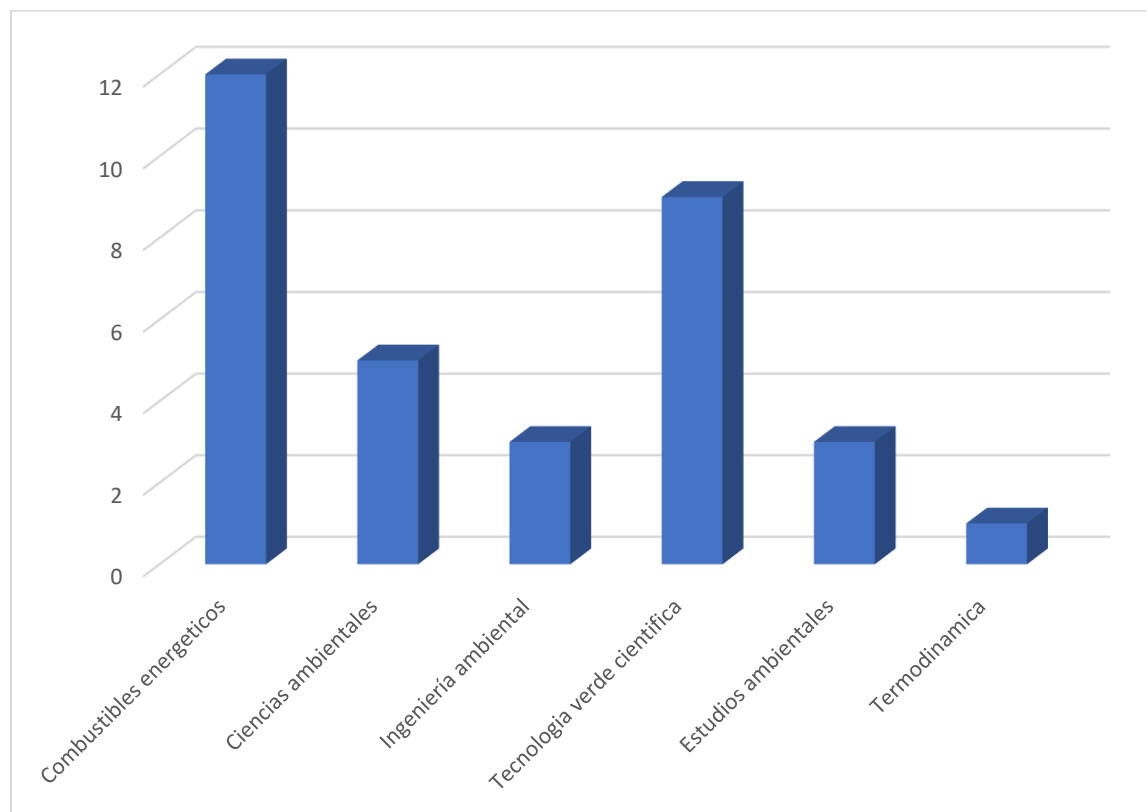
Fuente. Elaboración propia

La mayoría de los artículos demuestran todos los fundamentos que se encaminan a beneficios del ahorro energético, como sistemas de gestión, métodos de aplicación, innovaciones de los diversos sectores industriales, sectores que aportan a la eficiencia y cuidado del medio ambiente, concediendo beneficios al ahorro energético, así mismo se evidencian como los documentos ya implementados son utilizados para el rudimento de los métodos a implementar, ya sea dentro o fuera de país colombiano.

Figura 10.*Sectores Energéticos*

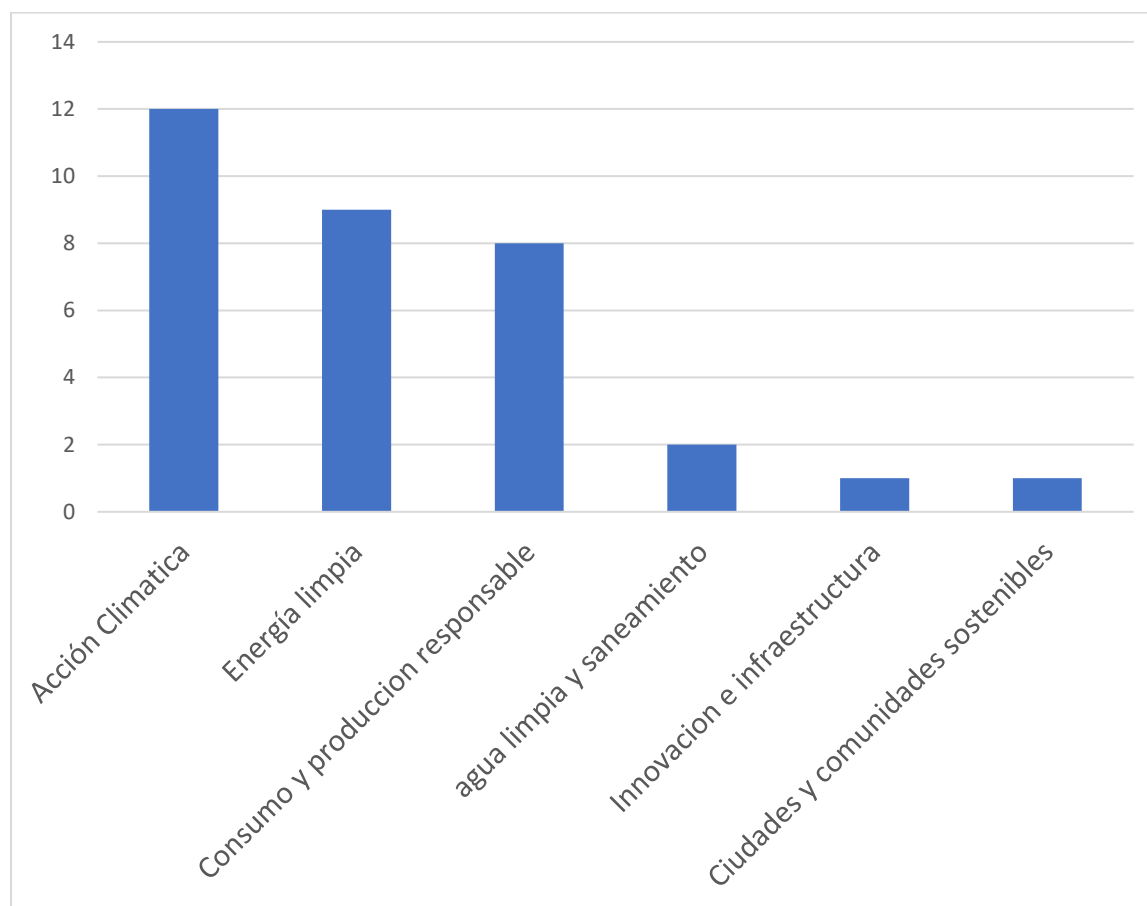
Nota. Diferentes sectores con más implementaciones o métodos de ahorro. *Fuente.* Elaboración propia

Como se evidencia en la Figura 8 la ingeniería esta encargada de diseñar e instalar los nuevos recursos renovables e incluso utilización de innovaciones para afianzar el ahorro energético, como se evidencia en la gráfica tiene mayor valor dentro de la eficiencia energética en cuanto su optimización fundamental por reducir al máximo el consumo de energía sin afectar la producción y calidad.

Figura 11*Áreas de Enfoque Energético*

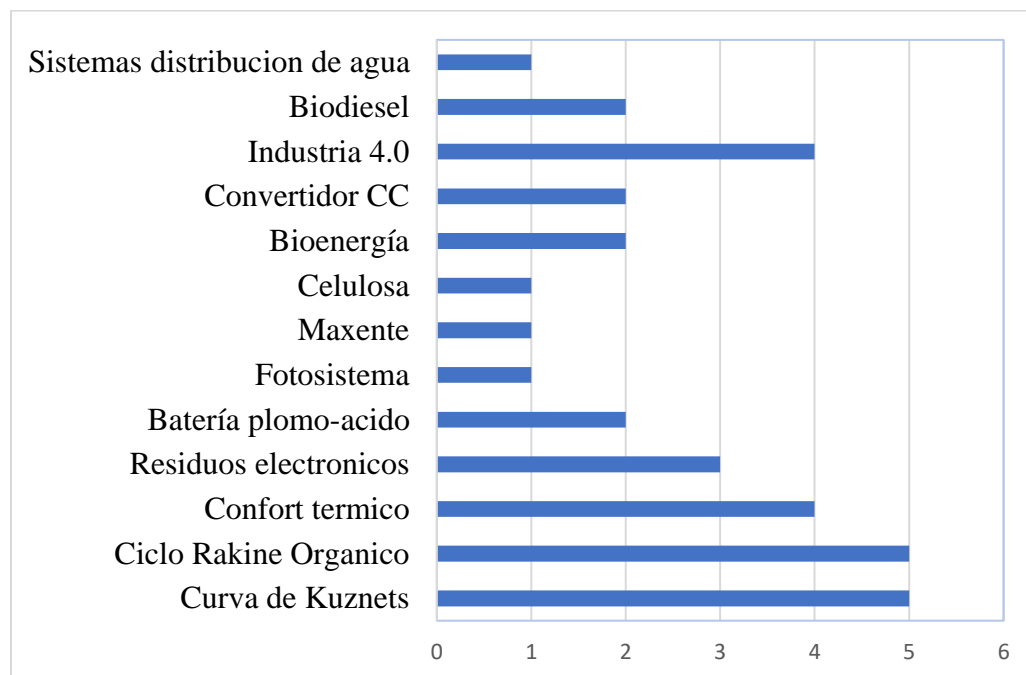
Nota. Áreas enfocadas en la implementación del ahorro energético. *Fuente.* Elaboración propia

En las diversas áreas que se encuentran valoradas con el consumo energético, los combustibles adquieren mayor influencia dentro de las industrias, por toda su transformación e incluso uso del mercado dentro de la industria, así mismo como lo es la tecnología verde, cuidado e innovación encaminados a la innovación de los recursos sostenibles para prevenir el impacto ambiental. (Mendoza, 2019) Expone la estandarización de los procesos de manufactura como el control de operaciones y la mejora continua, promoviendo la innovación de los procesos para mantener la competencia del mercado industrial.

Figura 12*Sector de Desarrollo Sostenible*

Nota. Sectores de Desarrollo sostenible que cuida la energía. *Fuente.* Elaboración propia

Para la contribución del ahorro energético la Acción Climática nos ayuda a cubrir las diversas necesidades energéticas como el recurso y abastecimiento cuidándolo al máximo, se conoce a la energía limpia como el pilar enfrenteado el recurso y ahorro energético. Vinuesa, (2013) implementa y certifica todos los sistemas de calidad ISO9000 como senda primordial para conocer las ventajas y promover la mejora continua dentro de todos los procesos y métodos estructurados.

Figura 13*Enfoque del Sistema Energético*

Nota. Enfoques encaminados al ahorro e implementación del sistema energético. *Fuente.* Web of Ciencie.

Para la eficiencia energética dentro de la industria significa la realización de diversos trabajos que requieren menor cantidad de energía, por lo tanto, su objetivo primordial es optimizar el consumo de la energía sin impedir el desempeño de las tareas y poner la calidad del servicio; esta implementación dentro de la industria mantiene la sostenibilidad de la misma, por su implementación de las medidas de eficiencia energética pueden entregar cambios de rentabilidad y diversas pérdidas financieras.

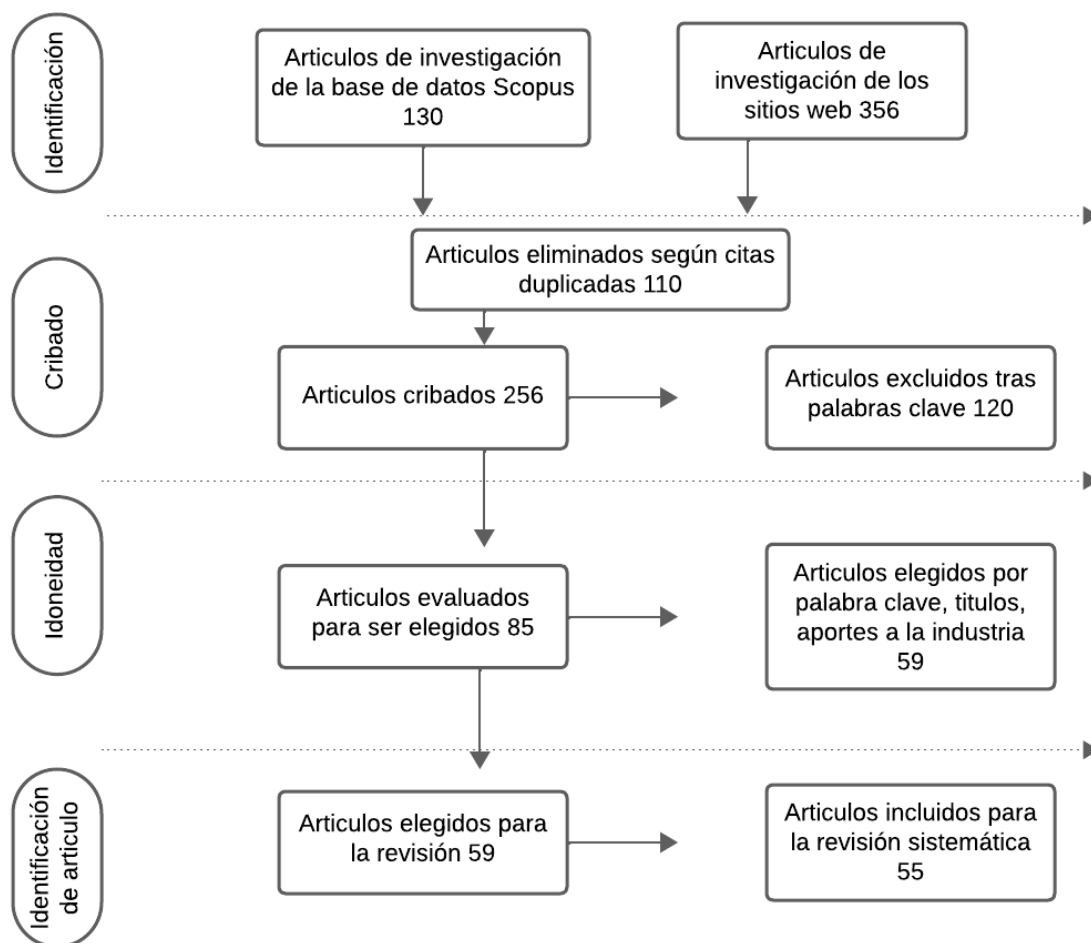
En cuanto a los diversos sectores de enfoque dentro de las industrias se obtienen ventajas referentes a la máxima eficiencia dentro de la industria, como lo pueden ser los ahorros de

energía, aumento de la productividad, mayores competencias en el mercado, objetivos de desarrollo sostenible, innovaciones dentro de los sectores de las industrias y ahorro de tiempos.

De acuerdo con la *Figura 11* el enfoque del sistema energético se implementa en la mayoría de las industrias, la tecnología e innovación para su implementación, se implementan análisis enfocados en el ahorro energético, con el análisis de la curva de kuznets implementada para el medio ambiente con la política de crear primero y limpiar después, el resultado de este análisis demuestra la senda de contaminación amplia, donde todos los tiempos de asimilación y regeneración de la naturaleza son diferentes a los del mercado o la industria.

Figura 114

Revisión Sistemática



Nota: Proceso de revisión sistemática de los diferentes artículos. *Fuente:* Elaboración Propia

Para la *Figura 14* se evidencia todo el proceso de elección de los diferentes artículos que son seleccionados, caracterizados, evaluados de manera crítica y la identificación de cada

artículo con criterios de selección para ser utilizados dentro de la investigación, los cuales están orientados a resolver la pregunta de investigación, de acuerdo con la identificación de cada artículo se procede a analizar y evaluar su aporte dentro del ahorro energético, se suministran datos para realizar la extracción y síntesis de resultados. La revisión sistemática se encarga de recopilar y sintetizar toda la información científica a través de algunas limitaciones que aseguran la respuesta a la pregunta de investigación.

Definición de criterios de inclusión y exclusión de estudios

Continuando con la metodología PRISMA, se definen los criterios de inclusión y exclusión de la relación de los documentos de la presente investigación, estableciendo así los límites de la revisión sistemática, utilizando cada uno de estos factores de elegibilidad como el método más relevante dentro de la revisión sistemática; el método de elegibilidad se afronta con criterios claros de búsqueda para determinar los documentos o artículos para afrontar la revisión sistemática.

Para los criterios de inclusión dentro de la búsqueda artículos o documentos se relacionan en la tabla

Tabla 6*Criterios de Inclusión y Exclusión*

| Criterios de Inclusión | Criterios de exclusión |
|--|--|
| Que manejen o utilicen diversos indicadores energéticos | No describa o utilicen indicadores energéticos |
| Que no se repitan dentro las bases de datos primarias o secundarias | Documentos de análisis diferentes a la industria o indicadores energéticos |
| Mencionen diferentes indicadores utilizados para la gestión de indicadores energéticos | Que no utilicen indicadores energéticos dentro de la industria manufacturera |
| Se utilicen indicadores de gestión energética de manera innovadora | Artículos o documentos que realizan análisis político, económico o medico |
| Que contengan aportes a la industria energética o de manufactura | Artículos que no se mencionan en las llaves de búsqueda |
| Aplicación de indicadores energéticos dentro de Colombia | |

Nota: Criterios para búsqueda sistemática de los diversos artículos

Base de Datos y Fuentes de Información

Para la base de datos que se determinan en la investigación principalmente son SCOPUS, WEB OF SCIENCE, GOOGLE ACADEMIC, IEEE, bases de datos bibliográficas de citas investigativas, científicas que permiten plasmar información necesaria, así mismo se pueden apoyar dentro de los fundamentos formales para los sistemas propuestos de una investigación y determinar o formalizar verídicamente la respuesta a la pregunta planteada inicialmente. Dentro de las bases de datos que se utilizaron en la investigación se realizaron diferentes ciclos de selección de artículos o investigaciones científicas para reunir información verídica de acuerdo con el tema seleccionado, industria, indicadores utilizados, palabras claves que ayudan a verificar los diferentes artículos o investigaciones de gran apoyo a despejar y afrontar las dudas según el tema seleccionado.

Para las fuentes de información se determinan como fuentes más importantes dentro de la investigación todos los que aportan datos o valores para la reconstrucción de hechos y bases de conocimiento; todo el acceso a la información específica y conocimiento dentro de una situación o problema determinado, posteriormente se utilizado para lograr todos los objetivos específicos de la investigación. Para ello la investigación selecciona artículos o investigaciones científicas que apoyan a la pregunta planteada persiguiendo todos los objetivos trazados dentro de la investigación, todos los artículos seleccionados apoyan al objetivo dentro de la investigación de los indicadores energéticos.

Tabla 7*Artículos cribados con más relevancia*

| Artículos | Resumen |
|------------------------|---|
| Batlle y otros 2020 | <p>Tiene como objetivo pronosticar claramente el consumo de energía en un edificio es una estrategia muy importante para el objetivo primordial de disminuir la energía y así mismo mejorar la eficiencia, se proporcionan un banco de pruebas para caracterizar y comprender el consumo de energía en un edificio de uso mixto.</p> |
| Kurigi y otros 2023 | <p>El uso de las nuevas herramientas de interacción implica la mejora de concientización de todo el sistema, mejorando la sostenibilidad y eficiencia de los sistemas de agua con la integración de mediciones, esta investigación propone una metodología para mejorar la precisión y confiabilidad de los datos y así mismo aumentando el rendimiento de todos los sistemas del agua.</p> |
| Bohórquez y otros 2022 | <p>La alta tasa de residuos sólidos y su incremento son uno de los mayores problemas que enfrenta la sociedad, para Colombia las proyecciones advierten grandes emergencias para los años 2030 en adelante, el objetivo es evaluar el desempeño tecno económico de una central eléctrica del ciclo colombiano y</p> |

así mismo evaluar los efectos de temperatura y la eficiencia que fueron estudiados.

Batlle y otros 2022

Frente a la transición de sistemas de energía renovables la bioenergía representa una alternativa indispensable a corto, mediano y largo plazo, un factor clave para el desarrollo de global es el establecimiento y consolidación de sistemas integrados de múltiples productos capaces de convertir de manera eficiente y sostenible algunos materiales orgánicos en biocombustibles, bioelectricidad y ovoproductos asequibles.

Carmona y otros 2025

El recurso de eficiencia es una política clave y así mismo una práctica sostenible, particularmente frente a las industrias de altas energías, este artículo evalúa el desempeño a largo plazo de del sector siderúrgico del reino unido mediante métricas basadas en exergía de recursos y eficiencia frente al alcance de la generación de energía frente al refinado acero.

Mendoza y otros 2022

La calidad consiste en la estandarización de los procesos de manufactura, el establecimiento de controles en las operaciones y la mejora continua, a su vez el conocimiento promueve la innovación en los procesos, por lo que el constante aprendizaje en las empresas les permite mantenerse

competitivas en el mercado. El objetivo de esta investigación es determinar la relación de significancia entre la calidad y el conocimiento en la innovación de los procesos de producción en la industria de manufactura en Ciudad de México. El estudio o artículo es de tipo correlacional, transversal con enfoque cuantitativo mediante el método de análisis factorial y el modelo de ecuaciones estructurales utilizando la técnica de encuesta. La muestra fue de 236 cuestionarios válidos aplicados en 30 empresas industriales del sector maquiladora en la localidad. Los resultados de la prueba de validez convergente mostraron que las variables están correlacionadas y que conforme los valores de la varianza media extraída la correlación es fuerte. Con los indicadores de bondad de ajustes se obtuvo que lo observado en los datos corresponde con lo que se propuso en el modelo. La relación entre calidad, conocimiento e innovaciones es positiva y significativa, por lo que la hipótesis de investigación no se rechaza. Las estrategias que se implementen para mejorar la calidad y gestionar el conocimiento pueden tener un efecto positivo en el desarrollo de las innovaciones de proceso.

Vijande y otros 2008

La gestión de las organizaciones de acuerdo con los principios de calidad total es un fenómeno extendido a nivel internacional por lo que el estudio de sus efectos sobre los resultados empresariales constituye un campo de investigación de gran actualidad. En este trabajo se analizan las consecuencias de las prácticas de calidad total, de acuerdo con los criterios establecidos por el Modelo de Excelencia Europeo (EFQM), en la cultura y actividad innovadora de las empresas. La actividad innovadora se estima en términos de la intensidad y novedad del esfuerzo innovador en los ámbitos administrativo y técnico. La disposición cultural a innovar, además de ser una consecuencia de la gestión de calidad total (GCT), interviene en el estudio como un antecedente adicional de la innovación. Los resultados obtenidos permiten cuestionar los argumentos contrarios a la capacidad de la GCT para estimular la innovación de carácter más radical y sugieren un papel relevante de esta alternativa estratégica de gestión como fuente de ventajas competitivas.

Vinuesa 2013

Entender los motivos que guían la implantación y certificación de sistemas de calidad ISO 9000 es fundamental para conocer las ventajas que derivan de la misma.

Los estudios más recientes sugieren que es necesaria una fuerte cultura de calidad en la empresa certificada para que dicha iniciativa suponga mejoras en los resultados empresariales. Este estudio comprueba para una muestra de empresas del mueble en España que la implantación de prácticas TQM e indicadores no financieros está relacionada con el reconocimiento de calidad ISO 9001:2000.

Battle y otros 2022

Frente a la transición de sistemas de energía renovables la bioenergía representa una alternativa indispensable a corto, mediano y largo plazo, un factor clave para el desarrollo de global es el establecimiento y consolidación de sistemas integrados de múltiples productos capaces de convertir de manera eficiente y sostenible algunos materiales orgánicos en biocombustibles, bioelectricidad y productos asequibles.

Heras y otros 2009

En este artículo se evalúa el impacto de las herramientas para la gestión de la calidad en la competitividad de las organizaciones, tomándose como referencia dos modelos distintos de gestión de la calidad, es establecido por el estándar ISO 9001:2000 y el del modelo de autoevaluación EFQM.A que por efecto se analiza la información

Heras y otros 2009

proveniente de un estudio empírico en el que participaron 107 evaluadores de modelos de gestión de la calidad. De los resultados obtenidos se observa que las organizaciones con sistemas de gestión de la calidad basados en la norma ISO 9001:2000 utilizan mayormente herramientas de propósito general, que han sido diseñadas para el análisis de situación y para extraer propuestas de mejora, lo que tiene un impacto relativamente positivo en su competitividad. Por otra parte, las organizaciones que adoptan el modelo EFQM utilizan herramientas más especializadas y focalizadas, lo que los lleva a una mejora notable en aspectos más concretos de su capacidad competitiva. La clasificación de herramientas para la mejora de la calidad que se propone en el artículo podrá servir de apoyo a las organizaciones interesadas a la hora de escoger las herramientas más efectivas en función de la estrategia de calidad que adoptan.

Diaz y otros 2015

La metodología Seis Sigma se está utilizando ampliamente en las empresas para el mejoramiento de la calidad, incremento de la productividad y disminución de costos, los cuales se repercuten en el mejoramiento del negocio, pero para la actualidad el desafío es dirigir esas herramientas a las mejoras que

mantenga un impacto directo sobre la diferenciación de valor, el cual requiere alineación de Seis Sigma que con las estrategias competitivas de la organización, es de ahí la importancia de establecer el sistema de gestión estratégica que sea capaz de medir, analizar, mejorar y controlar el rendimiento corporativo y así mismo determinar las responsabilidades de liderazgo y compromiso. Para esta investigación el propósito específico es desarrollar un modelo matemático a través de la alineación de objetivos estratégicos y herramientas de mejora en la productividad para procesos con múltiples respuestas, que sea suficientemente robusto que pueda sobrevivir de base a su aplicación en empresas manufactureras para que sea vinculado eficazmente a la estrategia de rendimiento y satisfacción del cliente.

Andrés D y otros 2015

Es un caso de estudio para mejorar la eficiencia energética dentro de un edificio residencial bajo unas determinadas consideraciones, introducir una nueva carga al sistema correspondiente a la carga de vehículos eléctricos y así mismo proponer un plan de acción bajo la modernización de dispositivos tecnológicos, determinando un sistema eléctrico el cual arroja variables de voltajes y demandas de energía.

Pereira y otros 2021

Dentro de las ciudades inteligentes se miden por la eficiencia energética y los patrones de carbono, los cuales se refieren al cumplimiento de sostenibilidad establecida por los mecanismos regulatorios. De tal manera de acuerdo con los indicadores se utilizan en conjunto para determinar la gestión de residuos como un desafío dentro de las ciudades urbanas, entregando un análisis frente a la situación de desechos electrónicos.

Conclusiones

Para los diferentes indicadores analizados desempeñan un papel crucial dentro de todos los sectores de la industria colombiana, dichos indicadores ofrecen diversas medidas adaptadas a las necesidades especificadas de cada segmento industrial, utilizando estrategias o metodologías aplicables en diferentes zonas y lugares de la industria, en conjunto contribuyen significativamente al fortalecimiento de la economía nacional, minimizando el impacto ambiental y priorizando el desarrollo integral del país

El análisis de la eficiencia energética en Colombia suministra una visión integral frente a los diversos sectores industrial, político, económico y residencial, el cuál revela gran impacto a las estrategias ambientales de eficiencia energética en Colombia, recalando ahorros significativos, innovaciones y aplicación de nuevas tecnologías, la revisión sistemática demuestra la implementación de las medidas eficientes que contribuyen a la sostenibilidad y desarrollo económico y ambiental del país

Considerando como relevancia los diferentes indicadores, se pueden establecer como una base sólida para todo el desarrollo de políticas y planeación efectiva que promuevan el ahorro energético, las cuales deben ser consideradas como decisiones dentro de los asentamientos colombianos.

Con la revisión sistemática se reflejan varios desafíos y barreras en el ámbito de eficiencia energética, los cuales se destacan la falta de conciencia y la resistencia al cambio, así como las limitaciones financieras para la adopción de nuevas tecnologías e innovaciones de eficiencia energética, superar los diversos obstáculos es un paso hacia la implementación

efectiva de las medidas energéticas y promueven las metodologías dentro de todo el sector industrial

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, D. (2019). *Desarrollo de energías renovables en Colombia y su coordinación en el Sistema Interconectado Nacional*. Bogota, Colombia: Doctrina: Estudios e Investigaciones.
- Ajmi, A. M. (2021). *Intelligent Integrated Model for Improving Performance in Power Plants*. Tech Science press: Malaysia.
- Amaya, J. (2014). *Elementos para la integración de sistemas de gestión y su importancia en la cadena productiva del transporte de carga terrestre en Colombia*. Colombia: Elsevierdoiman.
- Batle, O. C. (2022). *Biorrefinería brasileña integrada de palma aceitera y caña de azúcar: una evaluación energética, exergética, económica y ambiental (4E)*. Brasil: Elsevier.
- Batle, O. P. (2020). *Una metodología para estimar la línea de baseenergíautilizar y cuantificar el ahorro en electricidadenergíaconsumo en edificios de instituciones de educación superior: estudio de caso, Universidad Federal de Itajuba (UNIFEI)*. Colombia: elsevier.
- Bohorquez, M. L. (2022). *Análisis de incentivos a la inversión para la generación de energía a partir de una central eléctrica de ciclo combinado con gasificación integrada por plasma utilizando residuos sólidos municipales*. Colombia: Elsevier.
- Borucka, A. K. (2023). *"Un nuevo enfoque para la evaluación de la capacidad del proceso de producción*. Poland: applied sciences.

- Bravo Céspedes, D. (2023). *Mejoramiento de la eficiencia energética en una empresa lubricadora en la ciudad de Quito*. Bachelor's thesis, Universidad Tecnológica Indoamericana.
- Bravo, J. O. (2007). *Administración de recursos de distribución: Indicadores para la priorización en transporte*. Valle, cali: Estudios gerenciales.
- Briano, J. I. (2016). *Eficiencia energética en Colombia: identificación de oportunidades*. América Latina y el Caribe: Banco de desarrollo de america latina y el caribe.
- Carcamo, E. Z. (2022). *Oportunidades y desafíos para los residuos gestión en países emergentes y fronterizos a través de la simbiosis industrial*. Colombia, Riohacha: El Servier.
- Coca, G. Z. (2019). *Evaluación sostenible de riesgos ambientales y laborales Programación de sistemas de fabricación en taller flexible*. ELSERVIER.
- DECRETO 2811 de 1974, Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial ([con fuerza de ley] 27 de enero de 1974).
- Diaz, C. G. (2015). *"Desarrollo de un modelo matemático para procesos multivariados"*. Ingeniería Investigación y Tecnología.
- Espin, J. J. (2014). *La gestión de calidad: importancia de la cultura organizativa para el desarrollo de variables intangibles*. España: Elsevierdoima.
- Garcia, J. (2008). *La calidad de los sistema de gestión de recursos humanos en función de la tenencia o no de la certificación ISO 9001:2000. Algunas evidencia/indicadores asociados*. Venezuela: Estudios gerenciales.

- Giancarlo, N. F. (2020). *Energía Eficiencia en Industria 4.0: El caso de los procesos de producción por lotes*. Pereira, Colombia: Sustainability.
- Gonzales, O. (2018). *Invierta y gane con Energía*. Colombia.
- Gonzalez, H. (2014). *La industria manufacturera mexicana vista en el contexto de industrialización de China e India*. México: Economía Informa.
- Gradhoc. (2023). *Indicadores energéticos en la industria*. Obtenido de <https://gradhoc.com/es/Art%C3%ADculo/indicadores-energeticos-industria/>
- Gupta, S. y. (2023). *Operationalizing Digitainability: Encouraging Mindfulness to Harness the Power of Digitalization for Sustainable Development*. Sustainability.
- Heras, I. M. (2009). *Impacto competitivo de las herramientas*. Sumario.
- Lopez, G. P. (2013). *El índice cuantitativo de calidad web como instrumento objetivo de medición de la calidad de sitios web corporativos*. España: Elsevier Doima.
- Mendoza, C. H. (2019). *Análisis de la Metodología para la Obtención de Varias Claves Indicadores Rendimiento (KIP), por Energía Modernización del edificio actual para calefacción urbana alimentada por biomasa, centrándose en el objetivo nZEB: caso de estudio*. Cali, Colombia: Energies.
- Morales, P. (2021). *El sector energético colombiano y las energías renovables*. Risaralda: Tecnología y Diseño.
- Olivos, P. C. (2014). *Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México*. México.

- Orejuela, P. D. (2019). *ISO 50001:2018 y su aplicación de forma integral Gestión Sistema con un Energía-Enfoque en el rendimiento*. Barranquilla, Colombia: energies.
- otros, V. b. (2020). *Resultados y lecciones aprendidas de la evaluación de 50 parques industriales en ocho países en comparación con el marco internacional para parques ecoindustriales*. Austria: Sostenibilidad.
- Palacio, E. G. (2018). *Análisis exergético avanzado y evaluación ambiental del ciclo de vapor de un sistema de incineración de residuos sólidos urbanos con energía recuperación*. Colombia: Elsevier.
- Panomarenco, T. R. (2021). *Evaluación de Energía Cuestiones de sostenibilidad en la Comunidad Andina: Adicionales Indicadores y su interpretación*. Energies.
- Piña, W. M. (2014). *Análisis del flujo de materiales urbanos: una aproximación para Bogotá, Colombia*. Colombia: ELSEVIER.
- Quintero, S. (2014). *Propuesta de indicadores de calidad para la autoevaluación y acreditación de programas universitarios en administración*. Colombia: Elsevier.
- Rammer, C. (2023). *Medición del resultado de la innovación de procesos en las empresas: reducción de costos versus mejora de calidad*. Germany: Elsevier.
- Ramos, H. Z. (2023). *¿Están los gemelos digitales mejorando los sistemas de agua urbanos? eficiencia y objetivos de desarrollo sostenible?* Urban Water Journal.
- Sevilleja Aceituno, D., & Torres, F. (2011). *Eficiencia energética en el sector industrial*. Universidad Carlos III de Madrid.

- Sun, Y. Q. (2023). *Método de selección automática de funciones inspirado en modelos causales para desarrollar sensores blandos basados en datos en procesos industriales complejos*. China: Elsevier.
- Vanegas, J. &. (2013). *Eficiencia energética en microempresas de Medellín*. Medellín: Lecturas de Economía.
- Vijande, S. G. (2008). *Efectos de la Gestión de Calidad Total*. Sumario.
- Vinuesa, M. (2013). *Gestión de la Calidad Total e indicadores no financieros: reflejo del valor de la certificación iso 9001*. España: Elsevier doyma.
- Wakabayashi, J. M. (2015). *Directrices para la implementación de un modelo de gestión de la relación con el cliente en el sector industrial: caso DAMERA*. Peru, lima: Crossmark.