



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

Eficiencia Energética y su Impacto en la Competitividad

Yuly Paola Lamprea Forero ¹

*Jaime Hernando Peña Rodríguez**

Resumen

Puesto que las empresas de los sectores productivos están volcando su atención hacia una operación más amigable con el medio ambiente y al mismo tiempo aumentar su competitividad, se plantea el desarrollo de la eficiencia energética como una respuesta hacia la identificación y caracterización del consumo de energía para así poder establecer puntos de acción en reducción de pérdidas y cambio de tecnología o mejores prácticas de operación. La investigación realizada tiene como objetivo mostrar la relación entre la implementación de la eficiencia energética y el aumento en la competitividad a nivel industrial. Se utiliza como metodología revisión bibliográfica y de normatividad, para el análisis de información con la que se alcanzará el objetivo. Como conclusiones se presentan las oportunidades de mejora en el uso eficiente de la energía en los sectores productivos y el impacto en la competitividad de las empresas.

Palabras clave: Eficiencia energética, competitividad, recursos naturales, buenas prácticas operacionales.

Abstract

Since companies in the productive sectors are turning their attention towards a more environmentally friendly operation and at the same time increasing their competitiveness, the development of energy efficiency is proposed as a response to the identification and characterization of energy consumption in order to establish action points in reduction of losses and change of technology or best operating practices. The research carried out aims to show the relationship between the implementation of energy efficiency and the increase in competitiveness at the industrial level. Bibliographic and regulatory review is used as a methodology for the analysis of information with which the objective will be achieved. Conclusions include opportunities for improvement in the efficient use of energy in the productive sectors and the impact on the competitiveness of companies.

Keywords: Energy efficiency, competitiveness, natural resources, good operational practices.

¹* *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Introducción

Al mismo tiempo que la población mundial aumenta, la demanda de energía aumenta en proporcionalidad con la necesidad del desarrollo económico y el mejoramiento de la calidad de vida, pero según la Organización de las Naciones Unidas la generación de energía es el factor que contribuye mayormente al cambio climático y a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, se estaría hablando de un 60% en la cuota de las causas. Debido a esta problemática, entre otras, la misma organización en el año 2015 planteó los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible como una convocatoria a nivel mundial que procura para el año 2030 reducir significativamente la pobreza protegiendo el planeta y uno de los medios que se proponen para lograr estos avances es mediante la implementación de la eficiencia energética.

En el sector productivo, la eficiencia energética se define como la optimización de los recursos energéticos y la reducción de pérdidas durante los procesos de producción de bienes y servicios. Con un plan de eficiencia energética a nivel industrial, se busca asegurar el uso eficiente y racional de la energía identificando los diferentes potenciales de ahorro e indicadores energéticos que contribuyen a plantear una política de gestión energética, que tiene por objeto llevar un control del consumo de energía, mejorar los hábitos de consumo y establecer metas de ahorro energético que se logren sostener en el tiempo, obteniendo como resultado la disminución de gases de efecto invernadero y el aumento de la competitividad en el mercado.

En este documento se presentará el análisis de la revisión bibliográfica respecto al impacto de la eficiencia energética en la competitividad de las empresas del sector industrial y el aporte en la reducción de generación de gases de efecto invernadero.

Marco teórico

Eficiencia Energética

La eficiencia energética se define como una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía, minimizar el uso de la energía de origen fósil, potenciar las energías renovables y optimizar procesos, logrando la protección del medio ambiente, crecimiento económico sostenible y aseguramiento del abastecimiento energético. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, es decir, el empleo de la energía optimizando los procesos de producción. Aplicando eficiencia energética, se consigue disminuir el consumo de energía sin sacrificar los niveles de producción ni la calidad de los productos (Sureda-Carbonell, 2016).

Cada 5 de marzo desde 1998, se celebra el Día Mundial de la Eficiencia Energética, la iniciativa, que surgió en Austria durante la Primera Conferencia Internacional de la Eficiencia Energética, tiene el objetivo de sensibilizar a todas las personas sobre la necesidad de reducir el consumo energético mediante un uso razonable y sostenible de la energía. (Sostenibilidad para Todos, 2022)

En la conferencia se postulaba atacar el uso intensivo de combustibles fósiles e impulsar el uso de fuentes de energía renovable. A la asamblea asistieron más de 350 expertos en diferentes áreas ambientales en representación de las compañías líderes mundiales y 50 autoridades gubernamentales, con el propósito de invitar a la comunidad a recapitular sobre el consumo de la energía y el estilo de vida actual en el marco de una época que empezaba a denunciar gradualmente una crisis de los recursos naturales. (Infobae, 2016)

En cuanto a la implementación de la eficiencia energética en el sector industrial, el primer paso consiste en conocer el comportamiento de los principales indicadores del consumo de energía respecto a la producción y el cómo se caracteriza la energía eléctrica en la instalación, esto permite trazar plan hacia la eficiencia energética en la operación de las plantas.

Mediante un muestreo de parámetros eléctricos para la caracterización de las cargas, caracterización de consumo de energía a través de curvas diarias y análisis de calidad de energía, se puede contrastar los datos obtenidos en campo con los exigidos en las normas de calidad de energía eléctrica y se establece el cumplimiento de los niveles estándar, además se generan indicadores energéticos. El propósito de esta caracterización energética es establecer la distribución de la demanda de energía por procesos en las plantas y así identificar los diferentes potenciales de ahorro que contribuyen a la disminución de costos en la producción.

Otro aspecto importante tiene que ver con los hábitos de las personas en cuanto al uso de la energía y la disposición de las estructuras físicas, es debido revisar la planta física y verificar el uso de la energía eléctrica en el sistema de iluminación en oficinas, parqueaderos, áreas de producción, bodegas, control del clima, consumo de energía en procesos finales, observando el comportamiento del personal en planta con el objetivo de presentar recomendaciones sobre el mejoramiento de prácticas operacionales y de consumo de energía.

En el proceso de análisis de los datos, se pueden establecer mejoras en el indicador del uso eficiente de la energía como la sustitución de maquinaria y equipos con tecnología obsoleta por eficiente o lo que se denomina mejor tecnología disponible (Best Available Technologies BAT), cambio de sistema de iluminación por luminarias ahorradoras y automáticas, incorporación de filtros que corrijan pérdidas energéticas y de vida útil de los equipos y mejores prácticas en el consumo de energía como la desconexión de herramientas, equipos o maquinaria que no esté siendo

utilizada, aprovechar al máximo la luz natural y aislamiento térmico de procesos que requieran calor o frío e incorporación de fuentes de energía renovable.

Eficiencia Energética y Economía

La energía es un pilar fundamental para el desarrollo de la sociedad actual y su disponibilidad y uso eficiente son aspectos importantes para determinar el éxito o fracaso de las economías mundiales. Las reservas de petróleo y gas natural han pasado a aumentar a que se estime la posibilidad real de su agotamiento, se considera un horizonte límite para el petróleo en el año 2060 y para el gas natural en el 2085. Por otro lado, los precios de estos energéticos, así como los de la energía eléctrica, tienen una tendencia constante al alza, motivada por el aumento en la demanda de la energía. En la actualidad, la energía más limpia y económica es la que menos se consume, la transición energética y la eficiencia energética son los aspectos más importantes para que las necesidades energéticas globales no se vean seriamente afectadas en el mediano y largo plazo (Ramírez, 2020).

La Agencia Internacional de Energía (IEA) celebró en junio del 2020 su Quinta Conferencia Global sobre Eficiencia Energética, esta conferencia enfatizó en el importante papel que puede desempeñar la eficiencia energética en las respuestas a la crisis económica provocada por la pandemia de Covid-19. También se destacó el lanzamiento de 10 recomendaciones clave de la Comisión Global para la Acción Urgente sobre Eficiencia Energética, que pedía una mayor ambición y una aceleración por parte de los gobiernos para promover las mejoras en la eficiencia energética. Los participantes resaltaron la gran capacidad de la eficiencia energética para contribuir a una recuperación sostenible mediante la creación de un gran número de puestos de trabajo, el impulso de la actividad económica y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

“La eficiencia energética es una máquina de empleo”, dijo el Dr. Birol. Los gobiernos están tomando decisiones de gran trascendencia con respecto a sus planes de recuperación económica, y la eficiencia energética debe estar en el centro de los esfuerzos destinados a estimular el crecimiento económico y al mismo tiempo hacer que los sistemas energéticos sean más limpios y resistentes. (Agencia Internacional de Energía IEA, 2020).

Eficiencia energética y su impacto en la competitividad

Monteagudo y Gaitán (2005) indican:

El desarrollo actual y prospectivo de la industria y los servicios, en una economía abierta y globalizada, requiere de acciones encaminadas a reducir costos y aumentar la competitividad. En la actualidad las empresas han visto como los energéticos han pasado

de ser un factor marginal en su estructura de costos a constituir un rubro importante en los mismos, a la vez que, la necesidad de lograr un mayor equilibrio entre economía y medio ambiente, han convertido al ahorro y uso eficiente de la energía en una herramienta fundamental para lograr este objetivo, manteniendo el nivel de rentabilidad empresarial. (pág. 169)

Por su parte, el Departamento Nacional de Planeación et al. (2017), en el documento Energy Demand Situation in Colombia, en cuanto al uso de la energía indica que:

El indicador denominado La Intensidad Energética Nacional, representa la eficiencia energética que mide la competitividad de un país en un sentido económico. Se calcula como la relación entre el Consumo de Energía Total (BEP) y el producto interno bruto (KUS \$ Corrientes - PPA) de un país:

$$I = \frac{BEP}{KUS\$ PIB}$$

Esta relación se interpreta como "cuantas unidades de energía se necesitan para producir unidad de riqueza" y el resultado se interpreta de la siguiente manera:

Una Intensidad energética alta: indica un costo alto en la "conversión" de energía en riqueza (se trata de una economía energéticamente ineficiente). Se consume mucha energía, obteniendo un PIB bajo.

Una Intensidad energética baja: indica un costo bajo en la "conversión" de energía en riqueza (se trata de una economía energéticamente eficiente). Se consume poca energía, obteniendo un PIB alto.

Para obtener la intensidad energética debemos entender el proceso de transformación de energía primaria (primary supply) a consumo total del país (total consumption) en valores de Barriles equivalentes de petróleo (BEP). (pág. 126).

En Colombia, para el Ministerio de Minas y Energía y la Unidad de Planeación Minero Energética (2016):

La eficiencia energética es un mecanismo importante para promover el desarrollo económico sostenible para el país y una mejor calidad de vida para los habitantes, mediante planes y programas el Gobierno pretende reducir el impacto ambiental en la cadena energética y en el uso de la energía, logrando mejores resultados con el menor uso de recursos que se traduce en menores costos de producción sin sacrificar la calidad de productos y servicios y así mejorar la competitividad de la economía, asegurar el abastecimiento energético y el incremento en la calidad de vida de los colombianos (pág. 12).

En el documento Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía, el Ministerio de Minas y Energía y la Unidad de Planeación Minero Energética (2021) indican que:

En Colombia, la eficiencia energética tiene un alto potencial de ahorros económicos y de consumo. De acuerdo con el Balance de Energía Útil (BEU) realizado por la misma entidad en 2018, la eficiencia energética puede significar una reducción de costos entre 6,600 y 11,000 millones de USD al año, lo que contribuye a mejorar la competitividad de la producción nacional y la asequibilidad de la energía para los habitantes del país.

En el contexto actual, la eficiencia energética también puede ser un foco de recuperación económica. La pandemia Covid-19 golpeó fuertemente la economía colombiana, en 2020 se registró una caída del 6.8% en el PIB, lo que es el registro histórico más bajo desde que se lleva esta estadística. Por ello, incentivar y promocionar la eficiencia energética y las inversiones relacionadas puede contribuir a la reactivación de ciertos sectores y a su vez, no decaer en los esfuerzos ya materializados en términos de intensidad energética. (pág.8)

Políticas Públicas en Colombia para la Promoción de la Eficiencia Energética y el aumento en la competitividad empresarial

En el año 2021, el Congreso de la República de Colombia promulgó la Ley 697, en donde declaró el Uso racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés nacional y se espera la optimización en la utilización de los recursos energéticos primarios, la reducción en el impacto ambiental y el aumento en la productividad. Para el año 2003 a través del decreto 3683, se creó la Comisión Intersectorial del Uso Racional y Eficiente de la Energía (CIURE) que apoya y asesora el Ministerio de Minas y Energía en la coordinación de políticas sobre el URE, inclusión de formas de energía no convencional en el sistema interconectado nacional y en las zonas no conectadas, entre otras, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo. Para el establecimiento del marco legal y los instrumentos de promoción de las fuentes no convencionales de energía con el objeto del cumplimiento de los compromisos asumidos por Colombia en la gestión de la eficiencia energética y la reducción de emisión de gases de efecto invernadero se promulgó la ley 1715 de 2014, en donde se establecen mecanismos de cooperación entre el sector público y privado y se definen instrumentos tributarios para el estímulo de la inversión (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2007).

El Plan Energético Nacional (PEN) 2020-2050 en Colombia tiene como objetivo lograr que la transformación energética sea un pilar para el desarrollo sostenible del país, esta transformación energética consiste en la sustitución de energéticos de origen fósil y contaminantes por fuentes de

energía renovable con menores impactos ambientales, la optimización de los procesos en la cadena de valor gracias a la optimización y digitalización, la incorporación de soluciones energéticas modulares y de menor escala y el máximo aprovechamiento de la energía en su uso final. Por su parte, el desarrollo sostenible, consiste en un balance entre el crecimiento económico, la protección al medio ambiente y el bienestar de la sociedad, en los que se satisfacen las necesidades sin desabastecer las futuras generaciones.

La transformación energética y el desarrollo sostenible requieren de un trabajo mancomunado entre la política pública, la tecnología y la economía, en cuanto a lo que en política pública se requiere, el PEN 2020-2050 plantea cuatro pilares: seguridad y confiabilidad en el abastecimiento, la mitigación y adaptación al cambio climático, la competitividad y el desarrollo económico y la gestión del conocimiento y la innovación.

Las políticas públicas encaminadas a la competitividad al desarrollo económico, propenden por la adopción de tecnologías para un uso eficiente de los recursos y promueven un entorno de mercado competitivo que se encamine hacia una economía circular, además se proponen indicadores para el seguimiento a corto plazo del impacto que producirían las medidas de eficiencia energética que plantean. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2019).

Potencialidad para el fomento de la Eficiencia Energética en Colombia

En el informe del Balance de Energía Útil (BEU) realizado en Colombia en el 2018, se comparó la energía que consumen las tecnologías que se usan actualmente con respecto a la que se consumiría si se utilizaran las mejores tecnologías disponibles a escalas nacional e internacional y se calcula un potencial de eficiencia para alcanzar, concluye que la eficiencia energética ofrece una de las mayores potencialidades para reducir costos de producción, aumentar la competitividad de las empresas y contribuir con otros indicadores ambientales. Por lo tanto, el reto del sector energético colombiano es reducir la brecha tecnológica para aumentar la eficiencia energética.

En el Plan Energético Nacional 2020-2050 (2019), se ilustra la canasta energética por sectores de consumo, se tomaron como referencia las cifras del Balance Energético Colombiano (BECO) del 2019, en dónde se calculó un consumo de energía de 1346 PJ para ese año, distribuido por sectores como sigue: sector transporte 550 PJ (40,86%), sector industrial 325 PJ (24,14%), sector residencial 258 PJ (19,16%), sector terciario 140 PJ (10,40%) y sectores agricultura, construcción y minería 73 PJ (5,42%).

Otro de los resultados principales del BEU es que, en Colombia la energía útil es apenas el 31% de la final y la ineficiencia en el consumo llega al 67%. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2019).

La energía útil es definida como la energía disponible a los consumidores finales después de la última conversión realizada por parte de los equipos que la consumen, es decir, la energía final menos las pérdidas por conversión (Unidad de Planeación Minero Energética, 2019)

Por otro lado, las pérdidas de energía se dividen en evitables y no evitables. Las pérdidas no evitables corresponden a procesos químicos y físicos que se requieren en la transformación y en el transporte y las pérdidas evitables, que son la mayoría, se clasifican en técnicas y no técnicas, las no técnicas corresponden a hurtos, conexiones ilegales y zonas especiales, las técnicas, son las que se generan en el proceso de transformación de la energía por la eficiencia tecnológica y se convierte en productos residuales como calor o vapor, o se producen también por filtraciones, permeabilización, aislamiento, errores en la medición o calibración. (Departamento Nacional de Planeación et al., 2017).

El indicador macro para el sector industria y terciario es la reducción de la intensidad energética del país y los indicadores de seguimiento corresponden al consumo energético por unidad de producto en las ramas de las actividades más comunes. Para el sector industria, los indicadores se calculan como la relación entre el energético y la cantidad de dinero en Tera Julios y Miles de Millones de pesos (TJ/MM\$), la meta en reducción más importante es en la fabricación de papel y productos de papel, que para el próximo año es de 6,46 (Tj/MM\$). Para el sector terciario, los indicadores se calculan como la relación entre la cantidad de dinero y el producto interno bruto (MM\$/PIB), la meta en reducción más importante corresponde al sector comercio, que para el próximo año es de 32,96%.

Por otro lado, la fuerza motriz en Colombia, actualmente tiene una eficiencia promedio del 82% y se plantea una oportunidad de mejora a través de la sustitución de equipos por las mejores tecnologías disponibles (BAT) nacional de 94% de oportunidad de mejora y BAT internacional de 97% de oportunidad de mejora.

Las medidas y acciones de eficiencia energética analizadas por el PAI PROURE para el sector industrial referentes a la energía eléctrica son: Buenas prácticas de operación (BPO) y cambio tecnológico, los objetivos son: reducir las ineficiencias en los equipos de uso final de la energía a través del cambio tecnológico de fuerza motriz, calor directo e indirecto y refrigeración, promover las buenas prácticas de operación que reduzcan los consumos de energía a mínimo costo, generar una cultura de eficiencia energética a partir del concepto de Gestión Integral de la Energía (GIE), que incluye la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) bajo la norma NTC ISO 50001, el control operacional y la submedición avanzada (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2020).

En el sector terciario, el porcentaje de pérdidas corresponde al 38,8% y el de ineficiencia al 23,8%. En este sector se plantea una oportunidad de mejora a través del cambio tecnológico en refrigeradores, luminarias y equipos asociados al uso de calor directo y en la automatización, los objetivos son: fomentar la adopción de una cultura de buenas prácticas operacionales, promover el recambio tecnológico en equipos ineficientes de uso final, identificar las potencialidades de eficiencia energética asociadas a las tecnologías digitales, instalación de iluminación led, (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2020).

En el sector transporte, el porcentaje de pérdidas corresponde al 5,7% y el de ineficiencia al 69,8%. Los potenciales de eficiencia energética para este sector corresponden a la modernización de la flota y en la adopción de nuevas tecnologías que permitan la sustitución de combustibles fósiles, los objetivos son: diversificar la matriz energética a través de la sustitución de combustibles contaminantes, en donde la tecnología permita el ascenso hacia combustibles de cero o bajas emisiones, reducir las ineficiencias en el uso final de la energía, promover el uso de vehículos eléctricos e híbridos y promoción en inversiones en transporte ferroviario eléctrico (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2020).

En el sector residencial, el porcentaje de pérdidas corresponde al 45% y el de ineficiencia al 34,5%. Los potenciales de eficiencia energética para este sector se concentran en la reducción de la ineficiencia asociada a la cocción, la iluminación y la refrigeración, los objetivos son: sustituir el consumo de leña en el sector rural, renovar los electrodomésticos y gasodomésticos por unos de mayor eficiencia (etiqueta A), instalación de luminarias led, promover el uso de la información para el consumo eficiente y consciente de la energía (Ministerio de Minas y Energía et al., 2020).

Desarrollos Tecnológicos Recientes

En el Plan de Acción Indicativo PROURE 2022-2030 (2020) se presentan algunos de los más significativos desarrollos tecnológicos disponibles para la implementación de la eficiencia energética en Colombia:

La eficiencia energética es un área de desarrollo tecnológico constante en materia de optimización del consumo de la energía con los que se podrían alcanzar de forma más efectiva las metas propuestas, como son la construcción sostenible, las tecnologías de cero y bajas emisiones en el sector transporte, redes inteligentes, sistemas de almacenamiento y nuevos combustibles.

La eficiencia energética en edificaciones hace referencia en la forma en como el diseño arquitectónico, el método de construcción y los materiales utilizados, permiten alcanzar la reducción en el consumo de energía sin sacrificar el nivel de confort. Aunque la implementación de

la eficiencia energética en edificaciones no es una tecnología reciente, en Colombia es muy poco utilizada.

La eficiencia energética en edificaciones parte del uso de estrategias pasivas y activas que permiten hacer un mejor uso de la energía. Las estrategias pasivas más efectivas son el diseño bioclimático y las medidas de acondicionamiento de la envolvente.

El diseño bioclimático concibe la forma, la orientación y los materiales utilizados en la construcción para optimizar el uso de energía bajo las condiciones climáticas del lugar en el que se encuentra. La envolvente corresponde a utilizar materiales y elementos de alto desempeño, para minimizar los efectos que tienen elementos externos al edificio, en la carga térmica y el confort de los usuarios.

Las medidas activas se refieren al uso de equipos, sistemas y tecnologías que demanden la menor energía posible para su correcto funcionamiento como, por ejemplo, en los sistemas de ventilación, calefacción y aire acondicionado.

En la actualidad, la UPME avanza en la construcción de una hoja de ruta para el establecimiento de un sistema de etiquetado energético de edificaciones que permita dar información a los usuarios sobre el consumo energético del edificio y promueva las mejoras y adecuaciones en edificaciones antiguas, así como la aplicación de nuevos estándares de eficiencia en las nuevas construcciones. (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2020, pág. 16).

Con el fin de identificar las posibilidades de eficiencia energética del sector transporte en Colombia, la UPME realizó en el 2020 el estudio “Clases de vehículos y modalidades de transporte susceptibles de realizar el ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas emisiones a nivel nacional”. En el documento se analizan 3 tipos de tecnologías vehiculares y 8 energéticos. (Unidad de Planeación Minero Energética & Steer Group, 2020).

Los vehículos con motor eléctrico y vehículos híbridos son los que concentran mayor interés, en particular de los fabricantes europeos, quienes han anunciado que concentrarán todos sus esfuerzos en el desarrollo de vehículos eléctricos livianos. De hecho, en el mercado local ya se cuenta con un portafolio de vehículos particulares híbridos, híbridos enchufables y completamente eléctricos.

Los vehículos eléctricos de pila de combustible con hidrógeno (FCEV) son la apuesta de los fabricantes japoneses y del este asiático (Toyota, Honda y Hyundai), aunque Mercedes-Benz también ha comenzado a comercializar vehículos eléctricos híbridos enchufables con una celda de combustible. En el caso de los buses, a nivel mundial, al menos 11 empresas fabrican actualmente

autobuses eléctricos de FCVE de hidrógeno” (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2020, pág. 18-19).

Las redes inteligentes hacen referencia a la incorporación de tecnologías digitales en la cadena de valor del suministro energético, es decir, son una serie de dispositivos que trabajan en forma conjunta para operar la red de una manera óptima, facilitar la integración de nuevos elementos y responder de forma rápida ante la ocurrencia de eventos externos, estos dispositivos son controles, computadores, sensores y otros. Este tipo de redes alcanzan una mayor capacidad y eficiencia en la transmisión y distribución, disminuye las pérdidas y los riesgos en la prestación del servicio, así como los costos de operación y mantenimiento.

Para Colombia, el proyecto “Apoyo al despliegue de tecnologías de redes inteligentes en Colombia” en el que la UPME participó con Carbon Trust, Imperial College London y la Universidad Nacional de Colombia (2020), cuantificó el beneficio económico y las emisiones evitadas de gases de efecto invernadero asociadas a las redes inteligentes en el sistema eléctrico, que corresponden a una reducción del 50% comparado con las emisiones registradas en 2019 (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2020, pág. 20).

El almacenamiento de energía basado en baterías es un componente importante en la transición energética puesto que permite la inclusión de energía renovable en el sistema eléctrico y hay otra variedad de servicios que pueden prestar, los cuales fueron identificados por el Rocky Mountain Institute (2015) y el Departamento de Energía de Estados Unidos (U.S. Department of Energy, 2020) que son: regulación de frecuencia, reserva giratoria, soporte de tensión o energía reactiva, control de velocidad de rampa, reducción de los picos, arbitraje, gestión de carga, almacenar el exceso de generación, energía de respaldo, aplazamiento de transmisión y distribución y generador reafirmante (Ministerio de Minas y Energía & Unidad de Planeación Minero Energética, 2020).

Por otro lado, el hidrógeno verde y azul se perfilan como alternativas energéticas del futuro. El hidrógeno verde se produce a partir de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables a través de un proceso denominado electrólisis y el hidrógeno azul se produce a partir de hidrocarburos, pero cuyas emisiones de CO₂ se capturan para ser almacenadas o utilizadas. Este tipo de combustible, tiene el potencial de canalizar grandes cantidades de energía y utilizarla en sectores que son difíciles de electrificar y descarbonizar tales como la industria y el transporte (International Renewable Energy Agency (IRENA), 2018).

“En la actualidad, el hidrógeno recibe atención especial de gobiernos, reguladores e inversionistas, de acuerdo con el Hydrogen Council (2021), al principio de este año, cerca de 30 países han lanzado sus mapas de ruta de hidrógeno, la industria ha anunciado más de 200 proyectos

y los gobiernos en el mundo han comprometido más de 70 millones de USD en recursos públicos para financiar desarrollos en hidrógeno.

El uso del hidrógeno como energético lo habilita las celdas de combustibles. Estos dispositivos pueden ser usados en diferentes aplicaciones que incluyen el transporte, la industria, los edificios y el almacenamiento. Las celdas de combustibles son superiores a las tecnologías de combustión, gracias a que convierten la energía química a energía eléctrica con una eficiencia superior al 60% (Ministerio de Minas y Energía et al., 2020).

Conclusiones

La implementación de la eficiencia energética a nivel mundial es establecida por la Organización de las Naciones Unidas como una de las acciones más importantes que promueven el avance en el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible puesto que se estima que la generación de energía contribuye en un 60% a la generación de gases de efecto invernadero.

La eficiencia energética se convierte en un factor de competitividad dado que promueve la reducción del consumo de energía, el cambio por la mejor tecnología disponible y mejores prácticas operacionales, reflejándose en reducción de costos de producción y además genera una imagen de conciencia ambiental en las empresas.

En Colombia, los proyectos de Eficiencia Energética y Fuentes no Convencionales de Energía (FNCE) que cumplan con los lineamientos y requisitos establecidos, pueden acceder a los incentivos tributarios enunciados en la Ley 1715 de 2014 que están dentro de las propuestas gubernamentales para el desarrollo económico sostenible y aumento de la competitividad, la reducción de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.

La Agencia Internacional de Energía enfatizó en el importante papel que puede desempeñar la eficiencia energética en las respuestas a la crisis económica provocada por la pandemia de Covid-19 en cuanto a que promueve la generación de puestos de trabajo.

El Balance de Energía Útil en Colombia realizado en 2019, indica que la energía útil es apenas el 31% de la final y la ineficiencia en el consumo llega al 67%, esto indica que se requieren grandes esfuerzos desde todos los sectores, tanto el gubernamental, el productivo y el residencial para agilizar las metodologías que conlleven al cumplimiento de las metas de ahorro energético.

Unas de las medidas y acciones de oportunidades de mejora en eficiencia energética analizadas en Colombia por la Unidad de Planeación minero Energética para el sector industrial son: Buenas prácticas de operación (BPO) y cambio tecnológico, para el sector terciario son: cambio tecnológico en refrigeradores, luminarias y equipos asociados al uso de calor directo y en la automatización, para el sector transporte son: modernización de la flota y en la adopción de nuevas

tecnologías que permitan la sustitución de combustibles fósiles y para el sector residencial son la reducción de la ineficiencia asociada a la cocción, la iluminación y la refrigeración.

El Ministerio de Minas y Energía y la Unidad de Planeación Minero Energética presentaron algunos de los más significativos desarrollos tecnológicos disponibles para la implementación de la eficiencia energética en Colombia, con los cuales se podrían alcanzar de forma más efectiva las metas propuestas, como son la construcción sostenible, las tecnologías de cero y bajas emisiones en el sector transporte, redes inteligentes, sistemas de almacenamiento y nuevos combustibles.

Referencias

- Agencia Internacional de Energía IEA. (2020, 24 de junio). *Más de 40 Ministros, Directores Ejecutivos y otros Líderes Energéticos Participan en la Conferencia Mundial Sobre Eficiencia Energética más Grande de la Historia de la IEA*. <https://www.iea.org/news/over-40-ministers-ceos-and-other-energy-leaders-take-part-in-iea-s-biggest-ever-global-conference-on-energy-efficiency>
- Bravo-Hidalgo, D., Martínez-Pérez, Y. (2016). Eficiencia Energética, Competitividad Empresarial y Economía Verde. *Revista Publicando*, 447-466.
- Departamento Nacional de Planeación, World Bank Group, Korea Green Growth Partnership, Enersinc, Misión de Crecimiento Verde. (2017). *Energy Demand Situation in Colombia*, 13, 126.
- Infobae. (6 de marzo de 2016). *El Día Mundial de la Eficiencia Energética, una Invitación a la Reflexión*. <https://www.infobae.com/2016/03/06/1795180-el-dia-mundial-la-eficiencia-energetica-una-invitation-la-reflexion>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2018). *Hydrogen from Renewable Power Technology Outlook for the Energy Transition*. Abu Dhabi.
- Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética. (2007). *Guía Didáctica para el Desarrollo de Auditorías Energéticas*, 5.
- Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética. (2016). *Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética PAI PROURE 2017-2022*, 12
- Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética. (2020). *Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE)*, 16, 18-22, 24, 53, 64, 72.
- Monteagudo-Yanes, J. P., Gatitán R., O. G. (2005). Herramientas para la Gestión Energética Empresarial. *Scientia et Technica Año XI*, 169.
- Ramírez, M. Á. (2020). *Eficiencia Energética*. Elearning S.L.

Sostenibilidad para Todos. (marzo de 2022). *Día Mundial de la Eficiencia Energética 2022*. Vida sostenible. <https://www.sostenibilidad.com/vida-sostenible/dia-mundial-de-la-eficiencia-energetica>

Sureda-Carbonell, B. (2016). *Estudio de la Evolución del Concepto de Eficiencia Energética y de su Aplicación en los Edificios*. Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería Universitat Politècnica de Catalunya.

Unidad de Planeación Minero Energética. (2019). *Balance de Energía Útil*, 2.

Unidad de Planeación Minero Energética. (2019). *Plan Energético Nacional 2020-2050*, 20, 35.

Unidad de Planeación Minero Energética, Steer Group. (2020). *Realizar un Estudio que Permita Identificar las Clases de Vehículos y Modalidades de Transporte Susceptibles de Realizar el Ascenso Tecnológico Hacia Tecnologías de Cero y Bajas Emisiones a Nivel Nacional*.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2021). *Plan de Acción Indicativo Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía 2022-2030*, 8.