

**REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**



Trabajo de diploma

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Industrial

Título: Oportunidades de mejora en la gestión energética en la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos "Carlos Manuel de Céspedes".

Autor: Javier Vega Ramírez

Tutor: MSc Ana Margarita Díaz Rodríguez

Ing. Anaili Bermúdez Delgado

Ing. Plácido Cabrera Suárez

Curso 2019-2020

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS



Sistema de Documentación y Proyecto. Hago constar que el presente trabajo constituye la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Industrial en la Universidad de Cienfuegos, autorizando a que el mismo sea utilizado por el Centro de Estudio Superior para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de dicha institución.

Firma del autor.

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico Técnico

Nombre y Apellidos. Firma.

Firma del Vice Decano.

Firma del Tutor.

Nombre y Apellidos.

Sistema de Documentación y Proyecto.

Nombre y Apellido. Firma

Pensamiento

La Electricidad es el alma del universo

Jhon Wesly

Dedicatoria

Le dedico este trabajo de Diploma a mis padres por apoyarme en esta carrera incansable de la vida por confiar en mí en todo momento por estar siempre a mi lado y luchar juntos, ante todo.

Agradecimientos

Primeramente, agradecer a mis padres: Grisél Ramírez Mirabal y Javier Vega Novella por enseñarme a ser un hombre de bien y forjarme el interés por el estudio.

A mi pareja Gretter Gabriela Dueñas Cruz la cual siempre estuvo a mi lado incansablemente

A toda mi familia en general las cuales siempre estuvieron para mí en todo este camino, a todos mis amigos en especial a Roberto Mollinedo y su esposa Chabelys.

A mi tutora Ana Margarita Díaz Rodríguez, quien siempre pude contar y confiar

A los trabajadores de la Termoeléctrica de Cienfuegos, y en especial al Director de Recursos Humanos Plácido, que me han ayudado en todo lo posible.

A todos los profesores de la carrera, del departamento de Ingeniería Industrial

Resumen

Resumen

La presente investigación se realiza en la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos "Carlos Manuel de Céspedes", el objetivo de la misma es proponer oportunidades de mejora a la gestión energética en la entidad. Para dar cumplimiento a esto se realiza inicialmente un Análisis de Brechas propuesto por la norma NC ISO 50001:2018, a partir del cual se pueden evidenciar las principales debilidades en cuanto a la gestión energética. Se analizan los consumos de dos de sus principales portadores energéticos, el Combustible de Generación y el Combustible de Transporte. A partir de un diagnóstico preliminar basado en la Guía con base en la norma ISO 50001:2018 se definen los indicadores a utilizar, así como la Línea Base del centro. Finalmente se establecen oportunidades de mejoras para disminuir el consumo de dichos portadores en la empresa. Para todo este análisis se utilizan las técnicas y herramientas como Recopilación de información, Entrevistas, Análisis de Brechas, Diagramas de Tendencia, Gráficos de Pareto, Técnica de 5W y 1H, entre otras.

Palabras Claves: portadores energéticos, norma NC ISO 50001:2018, gestión de la energía.

Summary

Summary

This research is carried out in the Cienfuegos Thermoelectric Company "Carlos Manuel de Céspedes", the objective of the same is to propose opportunities for improvement in energy management in the entity. To comply with this, a Gap Analysis proposed by the NC ISO 50001: 2018 standard is initially carried out, from which the main weaknesses in terms of energy management can be evidenced. The consumption of two of its main energy carriers, Generation Fuel and Transport Fuel, are analyzed. From a preliminary diagnosis based on the Guide based on the ISO 50001: 2018 standard, the indicators to be used are defined, as well as the baseline of the center. Finally, opportunities for improvement are established to reduce the consumption of these carriers in the company. For all this analysis, techniques and tools such as Information Gathering, Interviews, Gap Analysis, Trend Diagrams, Pareto Charts, 5W and 1H Technique, among others, are used.

Key Words: Energy carriers, NC ISO 50001: 2018 standard, energy management.

Índice

Índice

Introducción	1
Capítulo I: Marco Teórico Referencial	1
1.1 Situación energética mundial.....	1
1.2 Tendencias Energéticas Mundiales	4
1.3 Eficiencia Energética.....	8
1.3.1 Obstáculos para la eficiencia energética.....	10
1.4 Gestión Energética.....	11
1.5 Gestión Energética en Centrales Termoeléctricas en el Mundo	13
1.5.1 Central Quintero, Chile.....	13
1.5.2 Central Termozipa, Colombia.....	16
1.6 Gestión Energética en Centrales Termoeléctricas en Cuba	19
1.7 Norma Internacional ISO 50001:2018	20
1.7.1 Principales cambios ISO 50001:2018 vs ISO 50001:2011	22
1.7.2 Beneficios de la norma.....	24
1.8 Conclusiones parciales del capítulo.....	24
Capítulo II: Análisis de Brechas en la CTE de Cienfuegos	27
2.1 Caracterización del entorno energético en Cuba	27
2.1.1 Generación de energía en Cuba	28
2.1.2 Consumo de energía en Cuba	35
2.2 Caracterización del entorno energético de la provincia de Cienfuegos.....	37
2.2.1 Consumo de energía en la provincia de Cienfuegos	39
2.3 Caracterización del entorno energético del municipio de Cienfuegos.....	40
2.3.1 Generación de energía en el municipio de Cienfuegos	40

2.3.2 Consumo de energía en el municipio de Cienfuegos	42
2.4 Fuentes generadoras de energía eléctrica	42
2.5 Caracterización de la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos.....	48
2.6 Análisis de brechas basado en la NC ISO 50001:2018	53
2.7 Conclusiones Parciales	56
Capítulo III: Diagnóstico preliminar de los portadores Combustible de Generación y Combustible de Transporte en la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos.	58
3.1 Portadores utilizados en la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos.	58
3.3 Guía con base en la norma ISO 50001	59
3.2 Análisis del consumo de los principales portadores energéticos de la entidad.	59
3.3.1 Análisis de consumos de energía	61
3.3.1.1 Combustibles de Generación	61
3.3.1.2 Combustibles de Transporte	63
3.3.1.3 Personal asociado	64
3.3.2 Indicadores y Línea Base.....	64
3.3.2.1 Línea Base.....	64
3.3.2.2 Indicadores de desempeño energético	65
3.3.2.3 Propuesta de mejoras	66
3.4 Conclusiones Parciales	68
Conclusiones Generales	71
Recomendaciones	73
Bibliografía.....	75
Anexos.....	85

Introducción

Introducción

La influencia del uso de la energía sobre los aspectos ambiental, económico y social, dio lugar a la creación de una norma internacional en sistemas de Gestión de la energía que ofreciera las directrices para el mejoramiento del desempeño energético en las organizaciones, logrando con ello mejoramiento en la productividad y en la calidad de vida, así como la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global. (Prias Caicedo & Campos Avella, 2013)

La eficiencia energética es una de las vías más rápidas y económicas para frenar el cambio climático y usar la energía generando la menor contaminación ambiental. Además de contribuir al aumento de la productividad, eleva el nivel de seguridad operacional y es autofinanciada.

La **Guía con base en la norma ISO 50001:2018** fue elaborada como una fuente de ayuda al proceso de preparación, aplicación y verificación de la implementación de un sistema de gestión energética de una organización. Su propósito, es brindar orientación y asistencia a todas aquellas organizaciones y profesionales interesados en implementar o mejorar un sistema de Gestión de la energía y con ello mejorar su desempeño energético. Surge debido a la necesidad de saber el cómo hacer para cumplir cada uno de los requisitos del estándar internacional, puesto que la norma establece el qué debe hacer la organización para administrar la energía, pero no especifica acciones sobre cómo lograrlo. El diseño de un sistema de gestión de la energía es un proceso constante e interactivo que requiere de permanente seguimiento para su mejora y mantenimiento, por lo cual se hace necesario el compromiso de la dirección y el reconocimiento de la gestión de la energía como una prioridad en la organización. (Prias Caicedo & Campos Avella, 2013)

La Norma ISO 50001 tiene como elemento diferenciador la exigencia de “mejora del desempeño energético”. Para esto, se requiere la implementación de una serie de herramientas y procedimientos de tipo técnico que incluyen la identificación de usos significativos de energía, el establecimiento de una línea base, el control operacional de la eficiencia energética, la identificación de los parámetros de control de la eficiencia energética, la identificación de las variables significativas del uso de la energía y la identificación de oportunidades de mejora del desempeño energético. De esta manera, el estándar internacional cuenta con un componente técnico de igual o mayor magnitud al componente de gestión y requiere de herramientas y procedimientos de

carácter novedoso para las organizaciones que tienen como fin lograr una mejora del desempeño energético. (Prias Caicedo & Campos Avella, 2013)

Por esta razón, la guía también tiene como objetivo exponer estas herramientas y procedimientos, dar ejemplos de su aplicación para que las organizaciones puedan contar con una referencia técnica apropiada, y proporcionar ilustraciones sobre “qué hacer” y “cómo hacer” para establecer, implementar, mantener y mejorar el Sistema de Gestión de la Energía.

La Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos “Carlos Manuel de Céspedes” actualmente se encuentra inmersa en el tema de la Gestión Energética, para lo cual se trazan como objetivo inmediato implementar la NC ISO 50001:2018, para esto es necesario hacer un diagnóstico preliminar de sus portadores, debido a que el consumo de ellos en el centro es elevado. Todo esto constituye la **Situación Problemática** de la investigación y demuestra la necesidad de realizar un estudio energético que permita implementar la norma y proponer oportunidades de mejora en el centro.

Problema científico:

En la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos “Carlos Manuel de Céspedes” existe la necesidad de gestionar de manera eficiente sus portadores energéticos.

Pregunta de la investigación:

Es posible proponer oportunidades de mejoras para la gestión de los portadores energéticos de la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos “Carlos Manuel de Céspedes”.

Objetivo General:

Proponer oportunidades de mejora a la gestión energética en la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos “Carlos Manuel de Céspedes”.

Objetivos específicos:

1. Analizar las tendencias actuales en materia de energía y la Gestión Energética en Empresas Termoeléctricas.
2. Caracterizar el entorno energético del país, específicamente de la provincia de Cienfuegos y su Empresa Termoeléctrica “Carlos Manuel de Céspedes”.
3. Realizar un diagnóstico energético preliminar a la entidad, con el objetivo de mejorar la gestión energética en la misma.

Justificación de la investigación

Dado que el uso racional de los portadores energéticos y la eficiencia energética constituyen un tema de gran importancia, se centra el análisis del consumo energético desde diferentes aristas de la sociedad, en especial en las Centrales Termoeléctricas por ser éstas un sector importante de la sociedad. Teniendo en cuenta que la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos "Carlos Manuel de Céspedes" necesita mejorar su gestión energética debido al elevado consumo de sus portadores se decide proponer oportunidades de mejora a las debilidades detectadas.

El trabajo queda estructurado de la siguiente forma: resumen bilingüe (español e inglés), introducción, tres capítulos, conclusiones generales, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Capítulo I: Se establece el estado del arte en la gestión energética de manera general. Se abordan temas actuales de la energía, como es su situación mundial, las tendencias energéticas actuales. Se realiza un análisis de la Eficiencia Energética y los obstáculos que se presentan para ella, además de abordar la NC ISO 50001:2018, sus beneficios y principales cambios con respecto a la NC ISO 50001:2011. Además, se aborda la Gestión Energética en Empresas Termoeléctricas a nivel mundial y en Cuba.

Capítulo II: En este capítulo se caracteriza el entorno energético de Cuba, así como de la provincia y el municipio de Cienfuegos, teniendo en cuenta la generación y el consumo de los portadores energéticos. Se abordan las diferentes fuentes de energía, además de caracterizar la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos "Carlos Manuel de Céspedes". Finalmente, se realiza un Análisis de Brechas con el fin de determinar las principales debilidades en cuanto a la gestión energética en el centro.

Capítulo III: En este capítulo a partir de la Guía con base en la norma ISO 50001:2018 se realiza un diagnóstico preliminar de sus portadores energéticos y se establecen oportunidades de mejora a las debilidades detectadas.

Capítulo I

Capítulo I: Marco Teórico Referencial

En el presente capítulo se realiza una búsqueda bibliográfica de diversos aspectos relacionados con un tema de actualidad e importancia, la Gestión Energética, destacándose en este la nueva norma ISO 50001:2018. El hilo conductor de la presente investigación se muestra en la figura 1.1.

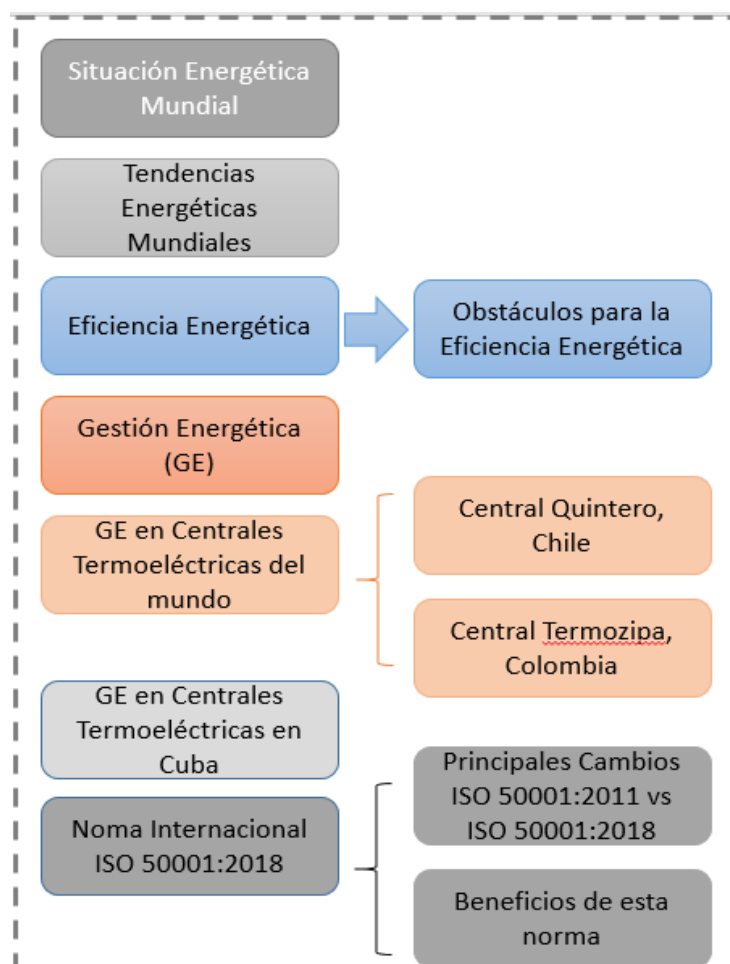


Figura 1.1: Hilo Conductor de la investigación. Fuente: Elaboración Propia.

1.1 Situación energética mundial

Desde el momento en que los humanos trataron de controlar su entorno, el éxito y el progreso material han estado estrechamente vinculados a la capacidad de encontrar y explotar fuentes de energía más grandes, concentradas, accesibles y eficientes, de ahí que la energía juegue un papel

vital en la sociedad moderna, tanto para las economías industrializadas como para la generación de avances económicos y sociales en las zonas en vías de desarrollo.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) en su informe anual World Energy Outlook (WEO) 2019 afirma que, actualmente, el mundo de la energía está marcado por una serie de profundas disparidades:

- La brecha que existe entre la promesa de energía para todos y el hecho de que casi mil millones de personas siguen sin tener acceso a la electricidad.
- La brecha entre las últimas evidencias científicas, que subrayan la necesidad de reducciones cada vez más rápidas de las emisiones de gases de efecto invernadero y los datos que muestran que las emisiones relacionadas con la energía alcanzaron otro récord histórico en 2018.
- La brecha existente entre las expectativas de una transición energética rápida, dirigida por las renovables, y la realidad de los sistemas energéticos actuales en los que la dependencia de los combustibles fósiles sigue siendo obstinadamente elevada.
- La brecha entre la calma en los mercados de petróleo bien abastecidos y el persistente malestar que suscitan las tensiones e incertidumbres geopolíticas.

El sector eléctrico está experimentando su transformación más radical desde su creación hace más de un siglo. La electricidad es cada vez más el “combustible” de elección en economías que se apoyan en mayor medida en sectores industriales más ligeros, servicios y tecnologías digitales. Su proporción en el consumo final mundial se está acercando al 20% y se espera que aumente todavía más. Las políticas de apoyo y las reducciones de los costes tecnológicos están conduciendo a un rápido aumento de las fuentes de energía renovables poniendo al sector eléctrico en la vanguardia de los esfuerzos de reducción de emisiones, pero exigiendo que todo el sistema opere de manera distinta con el fin de garantizar un suministro confiable (AIE, 2018).

Una rápida evolución del sector energético subraya la importancia de un enfoque amplio y dinámico hacia la seguridad energética. Los ataques en Arabia Saudí en septiembre de 2019 pusieron de relieve que los riesgos tradicionales en materia de seguridad energética no han desaparecido. Entretanto, la aparición de nuevos peligros, desde la ciberseguridad hasta los fenómenos meteorológicos extremos, exige una vigilancia constante por parte de los gobiernos. Se estima que casi un quinto del crecimiento del consumo energético mundial en 2018 se debió a veranos más

cálidos, que subieron la demanda de sistemas de refrigeración, y a olas de frío, que aumentaron las necesidades de sistemas de calefacción.

El impulso indeciso que sustenta las mejoras globales en materia de eficiencia energética es motivo de honda preocupación. Llega en un contexto de necesidades cada vez mayores de sistemas de calefacción, refrigeración, iluminación, movilidad y otros servicios energéticos. Las mejoras en intensidad energética de la economía mundial (la cantidad de energía utilizada por unidad de actividad económica) están perdiendo velocidad: la progresión del 1,2% en 2018 equivalía aproximadamente a la mitad de la tasa media registrada desde 2010. Esto refleja una falta relativa de nuevas políticas de eficiencia energética y de esfuerzos para endurecer las medidas existentes. (AIE, 2019)

Un marcado repunte de las mejoras en eficiencia es el elemento más importante para conducir al mundo hacia el Escenario Desarrollo Sostenible. La búsqueda de todas las oportunidades económicamente viables para mejorar la eficiencia puede reducir la intensidad energética mundial en más de un 3% cada año. Esto incluye esfuerzos para promover un diseño, uso y reciclaje eficientes de materiales como el acero, el aluminio, el cemento y el plástico. Esta mayor “eficiencia de los materiales” podría ser suficiente por sí sola para detener el crecimiento de las emisiones en esos sectores. Los enfoques innovadores incluyen, asimismo, la utilización creciente de herramientas digitales para orientar la demanda de electricidad hacia horas del día más baratas y de menor intensidad de emisiones, lo cual permite reducir las facturas de electricidad de los consumidores y ayuda al equilibrio del sistema, contribuyendo al mismo tiempo a reducir las emisiones.

Satisfacer una demanda creciente de servicios energéticos, incluido el acceso universal, reduciendo al mismo tiempo las emisiones, es una tarea ingente: todo el mundo puede ayudar, pero los gobiernos deben liderar. Las iniciativas individuales, de la sociedad civil, las empresas y los inversores pueden marcar una diferencia crucial, pero la mayor capacidad para moldear el destino energético la tienen los gobiernos. Son los gobiernos los que fijan las condiciones que determinan la innovación y las inversiones energéticas. Es de los gobiernos de quienes el mundo espera señales claras y una dirección inequívoca sobre el camino a seguir. (AIE, 2019)

1.2 Tendencias Energéticas Mundiales

Según la AIE, las tendencias energéticas mundiales se han visto reflejadas de la siguiente manera:

El aumento de la producción estadounidense empuja a la baja la proporción de los países de la OPEP y Rusia en la producción mundial de petróleo. Esta proporción cae hasta el 47% en 2030, desde el 55% registrado a mediados de la década de 2000, lo cual sugiere que los esfuerzos para gestionar las condiciones del mercado petrolero podrían afrontar adversidades. Las presiones sobre los ingresos procedentes de los hidrocarburos de algunos de los principales productores del mundo también subrayan la importancia de los esfuerzos que realizan para diversificar sus economías. (AIE, 2019)

Sea cual sea la senda que el sistema energético siga, el mundo todavía depende fuertemente del suministro de petróleo proveniente de Oriente Medio. La región sigue siendo, con diferencia, el mayor abastecedor neto de petróleo en los mercados mundiales, así como un importante exportador de GNL. Esto significa que una de las rutas comerciales más transitadas del mundo, el Estrecho de Ormuz, mantiene su posición clave como arteria del comercio energético mundial, especialmente para países asiáticos como China, la India, Japón y Corea, que dependen fuertemente de sus importaciones de combustible. En el Escenario Políticas Declaradas (STEPS), entiéndase por el mismo como aquel que solo contempla iniciativas políticas específicas que ya han sido anunciadas, el 80% del comercio internacional de petróleo termina en Asia en 2040, impulsado en buena parte por una duplicación de las necesidades importadoras de la India.

El carbón es el actor tradicional en la mayoría de los países asiáticos en vías de desarrollo: las nuevas decisiones de inversión en infraestructuras que usan carbón se han desacelerado bruscamente, pero la gran cantidad de centrales eléctricas y fábricas en operación que utilizan carbón (y los 170 GW de capacidad en fase de construcción en todo el mundo) otorgan a este combustible un gran poder de permanencia en el Escenario Políticas Declaradas. Las renovables son el principal adversario del carbón en el sector eléctrico asiático, liderado por China y la India. Los países asiáticos en vías de desarrollo representan más de la mitad del crecimiento mundial de la generación a partir de las renovables. La demanda de gas natural está creciendo rápidamente como combustible para la industria y (en China) para los consumidores residenciales, incentivando una ola mundial de inversiones en nuevo suministro de GNL y gasoductos. En nuestras proyecciones, el 70% del aumento del gas en Asia proviene de las importaciones –sobre todo de

GNL–, pero la competitividad de este gas en mercados sensibles a los precios sigue siendo una incertidumbre clave. (AIE, 2019)

En el Escenario Políticas Declaradas, el crecimiento mundial de la demanda de petróleo disminuye considerablemente a partir de 2025, antes de estabilizarse en la década de 2030. La demanda de petróleo para transporte de carga a larga distancia, marítimo y aéreo, y de productos petroquímicos sigue creciendo. Pero su utilización en coches de pasajeros alcanza un máximo a finales de la década de 2020 debido a las mejoras en eficiencia y a la sustitución de combustibles, sobre todo por electricidad. La disminución de los costes de las baterías juega un papel importante: los coches eléctricos no tardan en volverse competitivos, desde el punto de vista del coste total de la propiedad, frente a los coches convencionales en algunos de los mercados principales. Las preferencias de los consumidores por los vehículos utilitarios deportivos (todoterrenos y 4 x 4; SUVs, por sus siglas en inglés) podrían contrarrestar los beneficios de los coches eléctricos. El gusto creciente de los consumidores por coches más grandes y más pesados (SUVs) está ya añadiendo barriles adicionales al consumo mundial de petróleo. Los SUVs son más difíciles de electrificar completamente y tradicionalmente consumen un 25% más de combustible por kilómetro que los coches de tamaño medio. Si la popularidad de los SUVs sigue ascendiendo al ritmo de las tendencias más recientes, esto podría añadir otros 2 millones de barriles al día a nuestras proyecciones de la demanda de petróleo en 2040. (AIE, 2019)

El aumento del consumo de petróleo en África hasta 2040 es mayor que en China; además, el continente asiste a una gran expansión del consumo de gas natural, provocada en parte por una serie de importantes descubrimientos durante los últimos años. La gran pregunta abierta en África sigue siendo a qué velocidad crecerá la solar FV. Hasta la fecha, el continente con los mayores recursos solares del mundo ha instalado sólo unos 5 gigavatios (GW) de solar FV, menos del 1% de la energía total mundial. La solar FV brindaría la fuente de electricidad más barata a muchos de los 600 millones que hoy carecen de acceso a la electricidad en África. Más de 500 millones de personas se suman a la población urbana de África hasta 2040. Esta cifra es mucho más elevada que el crecimiento registrado en la población urbana de China entre 1990 y 2010, un período en el que se disparó su producción de materiales como el acero y el cemento. El desarrollo de las infraestructuras en África no está listo para seguir el mismo camino, pero las repercusiones energéticas de las tendencias de urbanización en África siguen siendo profundas. El crecimiento esperado de la población en las regiones más cálidas de África significa, además, que 500 millones

de personas adicionales necesitarán sistemas de aire acondicionado u otros servicios de refrigeración para 2040, como se muestra en la figura 1.2.

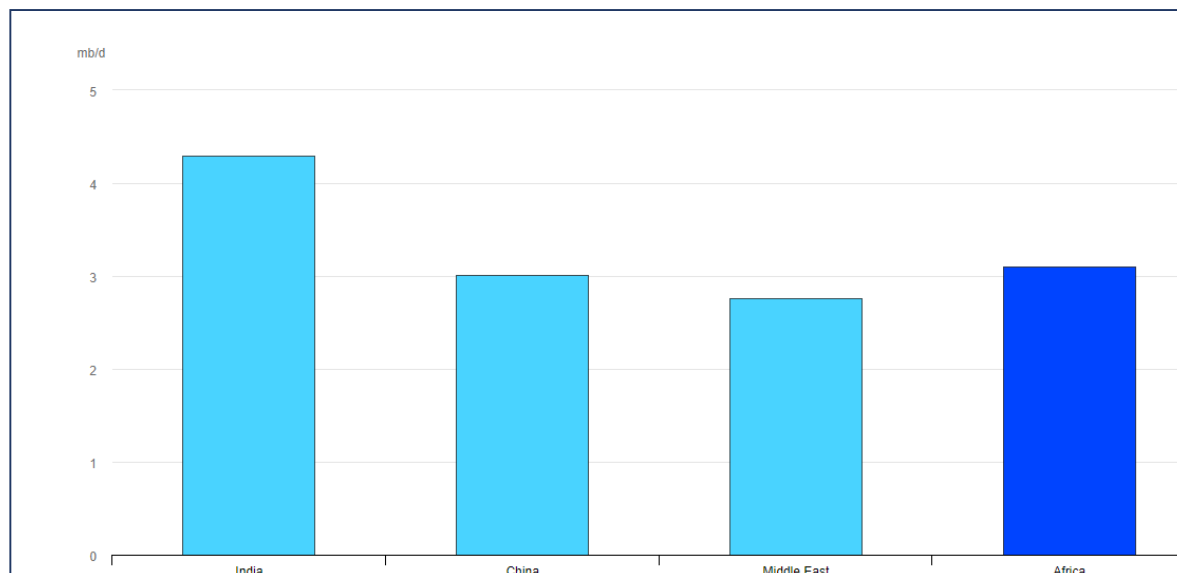


Figura 1.2: Demanda de petróleo 2018-2040. Fuente: (AIE, 2018).

Las reducciones de costes de las renovables y los avances de las tecnologías digitales están abriendo oportunidades inmensas para la transición energética, creando al mismo tiempo nuevos dilemas en materia de seguridad energética. La eólica y la solar FV suministran más de la mitad de la generación eléctrica adicional hasta 2040 en el Escenario Políticas Declaradas y casi todo el crecimiento en el Escenario Desarrollo Sostenible (traza una vía para alcanzar plenamente objetivos energéticos sostenibles, requiriendo cambios rápidos y generalizados en todas las partes del sistema energético). Los mandatarios y reguladores tendrán que adaptarse rápidamente para mantener el ritmo del rápido cambio tecnológico y de la creciente necesidad de un funcionamiento flexible de los sistemas eléctricos. Cuestiones como el diseño del mercado para el almacenamiento, la interfaz entre los vehículos eléctricos y la red, y la privacidad de los datos pueden entrañar riesgos nuevos para los consumidores. (AIE, 2019)

El uso de electricidad crece a un ritmo más de dos veces superior al de la demanda de energía primaria en el Escenario Políticas Declaradas, reafirmando su papel central en las economías modernas. El crecimiento del uso de la electricidad es impulsado en primer lugar por los motores industriales (sobre todo en China) y, en segundo lugar, por los electrodomésticos, los sistemas de

refrigeración y los vehículos eléctricos. En el Escenario Desarrollo Sostenible, la electricidad es una de las pocas fuentes de energía que registra un consumo creciente en 2040 – debido esencialmente a los vehículos eléctricos–, junto con el uso directo de las renovables e hidrógeno. La proporción de la electricidad en el consumo final, menos de la mitad que la del petróleo en la actualidad, supera a este último para 2040, esto se puede apreciar en la figura 1.3.

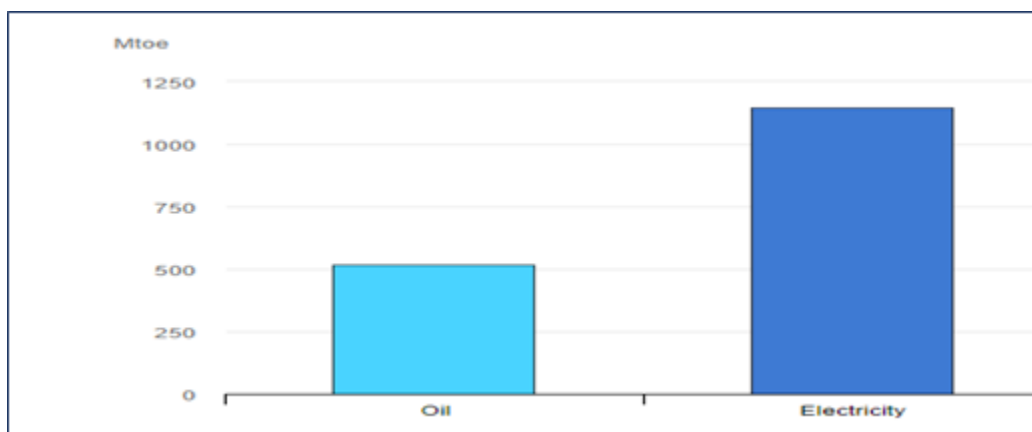


Figura 1.3: Cambios en el consumo de petróleo y electricidad en el STEPS 2018-2040.

Fuente: (AIE, 2018).

La solar FV se convierte en el componente con la mayor capacidad instalada a nivel global en el Escenario Políticas Declaradas. La expansión de la generación a partir de la eólica y la solar FV ayuda a las renovables a superar al carbón en el mix de generación eléctrica a mediados de la década de 2020. Para 2040, las fuentes con bajas emisiones de CO₂ suministran más de la mitad de la generación eléctrica total. La eólica y la solar FV son las protagonistas, pero la hidroeléctrica (15% de la generación total en 2040) y la nuclear (8%) mantienen proporciones importantes. (AIE, 2019)

La velocidad a la que descienden los costes de las baterías es una variable clave para los mercados y vehículos eléctricos. La India es el mayor contribuyente al crecimiento de la demanda energética en este WEO, en el que examinamos cómo una combinación rentable de almacenamiento en baterías más barato, junto con solar FV, podría remodelar la evolución del mix eléctrico de la India en las próximas décadas. El almacenamiento en baterías es idóneo para proporcionar la flexibilidad a corto plazo que la India necesita, permitiendo que el pico de suministro de solar FV a mediodía satisfaga el pico de la demanda durante las primeras horas de la noche. En el Escenario Políticas

Declaradas, la importante reducción de los costes de baterías resulta en la instalación de unos 120 GW de almacenamiento para 2040. También contemplamos la posibilidad de que los costes de las baterías desciendan aún más rápido –un 40% adicional para 2040– como resultado de mayores economías de escala por parte de la industria o, por ejemplo, a posibles hallazgos en el ámbito de la química de baterías. En este caso, las plantas combinadas de energía solar y almacenamiento en baterías serían una propuesta económica y medioambiental muy convincente, que reduciría drásticamente las inversiones previstas por la India en nuevas centrales eléctricas de carbón.

La reducción de costes y la experiencia adquirida en el Mar del Norte, en Europa, están abriendo paso a un inmenso recurso renovable. La eólica marina tiene el potencial técnico para satisfacer la demanda de electricidad actual muchas veces. Siendo una fuente de generación variable, la eólica marina posee factores de capacidad considerablemente más elevados que la solar FV y la eólica terrestre gracias a turbinas cada vez más grandes que aprovechan velocidades del viento más elevadas y constantes en ubicaciones más alejadas de la costa. Hay innovaciones adicionales en el horizonte, incluidas las estructuras flotantes, que pueden abrir nuevos recursos y mercados. Los proyectos eólicos marinos, cada vez más competitivos en términos de costes, están en vías de atraer un billón de dólares de inversión para 2040. El éxito de esta tecnología en Europa ha despertado interés en China, Estados Unidos y otros lugares. En el Escenario Desarrollo Sostenible, la eólica marina rivaliza con su homóloga terrestre como la principal fuente de generación eléctrica en la Unión Europea, sentando las bases para eliminar por completo las emisiones de CO₂ del sector eléctrico europeo. Es posible incluso un mayor despliegue si la energía eólica marina se convierte en la base de la producción de hidrógeno de bajas emisiones de CO₂. (AIE, 2019)

Si el mundo ha de invertir la tendencia actual de emisiones, no puede centrarse únicamente en las nuevas infraestructuras, sino también en las emisiones que están “aseguradas” como resultado de los sistemas existentes. Esto significa abordar las emisiones de centrales eléctricas, fábricas, cargueros y otras infraestructuras intensivas en capital actualmente en uso.

1.3 Eficiencia Energética

La Eficiencia Energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual y alargando la vida de los recursos. (Maestre, A 2014)

La AIE citado por (Moreno, López, y Quispe, 2018) plantea que entre los beneficios de la eficiencia energética están: la reducción de la demanda de energía de la empresa a nivel micro y del país a nivel macro, la reducción de los costos de producción asociados al consumo energético, el incremento de la seguridad de las instalaciones energéticas de la empresa o del país, la reducción de las emisiones de los GEI e impulsa el acceso de la población a la energía pues la infraestructura puede expandirse y hace el sistema energético más resistente al clima. Además, La aplicación de la tecnología de la eficiencia energética ha dado resultados alentadores a nivel mundial, estos son:

- La intensidad energética de la economía global continúa cayendo. Desde 2010, la intensidad ha disminuido a una tasa promedio de 2.1% por año, que es un aumento significativo de la tasa promedio de 1.3% entre 1970 y 2010; y el 2016 cayó un 1.8%. Esto significa que el mundo puede producir más PIB por cada unidad de energía consumida, es decir aumentar el PIB sin aumentar el consumo.
- La eficiencia energética está ayudando a remodelar el sistema energético mundial. En 2016, el mundo habría utilizado un 12% más de energía de no haber sido por las mejoras de la eficiencia energética desde 2000, lo que equivale a agregar otra Unión Europea al mercado energético global. La intensidad energética decreciente es el principal factor detrás del aplanamiento de las emisiones globales de GEI relacionadas con la energía desde 2014. Así la eficiencia energética combinada con el incremento del uso de las energías renovables ha compensado el impacto del crecimiento del PIB en las emisiones. Adicionalmente la eficiencia energética está reforzando la seguridad energética, así las mejoras de eficiencia desde 2000 evitaban gastos adicionales en importaciones de energía en muchos países.
- La mejora de la eficiencia energética ha reducido el gasto de los hogares en energía. Los aumentos de eficiencia energética ayudaron a los hogares de todo el mundo a ahorrar de 10 a 30% de su gasto energético anual en 2016. Por ejemplo, en promedio, los hogares chinos habrían gastado un 25% más en energía en 2016 si no fuera por la eficiencia energética.
- La eficiencia energética industrial ha mejorado, debido al aumento del uso de los sistemas de gestión energética. El uso de energía por unidad de producción económica en el sector industrial se redujo en casi un 20% entre 2000 y 2016. La aplicación de sistemas de gestión energética, está creciendo, impulsada por incentivos políticos y financieros. Así el número de certificaciones para ISO 50001, creció a casi 12 000 en 2015, el 85% de las cuales se

realizaron en Europa. La evidencia preliminar sugiere que las empresas que implementan ISO 50001 pueden lograr ahorros energéticos y financieros anuales superiores al 10%.

(Castrillón et al. ,2016), en su libro “*Metodología para la Implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía. Fundamentos y casos prácticos*” citado por (Moreno, López, y Quispe, 2018) asume que la eficiencia energética puede ser incrementada por dos caminos. Uno es aplicando el cambio tecnológico, es decir equipos de alta eficiencia y tecnologías de optimización en los procesos productivos. El otro camino es la implementación de sistemas de gestión de energía, los que proporcionan una estructura para controlar el consumo de energía e identificar oportunidades para mejorar la eficiencia; actualmente existe un sistema de gestión energética normalizado de acuerdo a la norma ISO 50001.

1.3.1 Obstáculos para la eficiencia energética

Es importante conocer que, a pesar de los múltiples beneficios de la eficiencia energética, existen ciertos obstáculos que deben ser considerados (DCEF, 2012):

Falta de información objetiva de eficiencia de productos

Un obstáculo posible es el hecho de que no siempre se cuenta con información precisa sobre la eficiencia energética de todos los productos. En muchos casos, los aparatos eléctricos y otros dispositivos no cuentan con una etiqueta de consumo de energía, en esos casos, es difícil discriminar entre un equipo eficiente y uno menos eficiente. Sin embargo, existen certificaciones de eficiencia energética que se vuelven cada vez más comunes, tales como las viñetas amarillas “Energyguide” y el sello “Energystar”. En esos casos, es posible tomar decisiones mejor informadas.

Los consumidores prefieren productos de menor costo inicial

En el momento de seleccionar un producto, existen muchos criterios en juego, entre ellos el costo inicial. Muchas veces, debido a que existe la tendencia a escoger los productos más baratos que cumplan con la funcionalidad o propósito deseado. Sin embargo, tomar decisiones únicamente basados en el costo inicial, deja de lado los futuros costos operativos asociados al producto, entre ellos el costo de energía. Es posible que un equipo tenga un costo inicial muy bajo, pero consuma mucha más energía que otra opción, lo cual a la larga ocasiona mayores costos.

Decisiones basadas en la disponibilidad

En muchas ocasiones, la decisión de qué productos o maquinaria se compra depende de cuáles son las opciones disponibles en existencia en el mercado local. Muchas veces, debido a que todavía no existe un mercado para opciones con alta eficiencia energética, los proveedores de tecnología no tienen disponible en el país cierta tecnología. Este enfoque limita las opciones de tecnologías disponibles. Sin embargo, en la medida que los consumidores tomen conciencia de las ventajas financieras de tener equipos e instalaciones que operen a mayor eficiencia energética, será posible crear nuevos mercados para dichos productos.

Los costos de energía no toman en cuenta los costos totales para la sociedad

Es importante tomar en cuenta que existen costos indirectos asociados a un consumo de energía excesivo. Un alto consumo de energía viene asociado a mayores emisiones de gases de efecto invernadero para producirlas, lo cual tiene efectos nocivos en el medio ambiente, la agricultura, incremento de huracanes, entre otros. Por tanto, si se tomara en cuenta el costo total que implica para la sociedad el disponer de esa energía mediante fuentes no renovables, posiblemente muchas medidas de eficiencia energética serían más competitivas. Actualmente, dichos costos no se toman en cuenta.

Competencia por capital

Las organizaciones tanto públicas como privadas cuentan con presupuestos limitados, con los cuales deben sufragar una gran cantidad de gastos. La eficiencia energética, en ocasiones requiere de inversiones de capital para reemplazo de equipo obsoleto, optimización, instalación de sistemas de control inteligentes, etc. Existe competencia por capital porque las organizaciones deben decidir cómo destinar sus limitados recursos, siendo las inversiones en eficiencia energética, al menos en algunos casos, percibidas como no tan atractivas o urgentes como otras. Falta visualizar que invertir en eficiencia energética puede resultar un buen negocio para las organizaciones, pues son inversiones que se amortizan en el corto o mediano plazo y tienen múltiples beneficios adicionales.

1.4 Gestión Energética

La gestión energética o administración de energía, como subsistema de la gestión empresarial, abarca las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas, a partir de entender la eficiencia energética como el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el

menor gasto energético posible y la mínima contaminación ambiental por este concepto. (Yurubí, 2018)

Se considera que la gestión energética es una metodología o sistema organizado de previsión y control del consumo de energía, con el fin de obtener el mayor rendimiento energético posible sin disminuir el nivel de producción o prestaciones de servicios. Es un proyecto permanente, continuo y cíclico, que comienza por la dirección y es tarea de todos, debe ser medible, donde el resultado óptimo se logra mediante la formación y el éxito reside en el aporte de todo el personal. (Yurubí, 2018)

Según (Jiménez, 2016) y (Borroto, 2011), un sistema de gestión constituye una estructura documentada que define la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización, y establece los procedimientos y procesos de planificación, control, aseguramiento y mejoramiento. Consideran que solo se podrán alcanzar resultados significativos y perdurables en la elevación de la eficiencia energética de una organización, cuando estos se obtienen como resultado de la implementación y el mejoramiento continuo de un Sistema de Gestión Energética (SGE).

El enfoque sistemático de gestión de la energía ofrece los beneficios que se muestran en la tabla 1.1.

Tabla 1.1: Beneficios de la Gestión Energética. Fuente: Elaboración propia

Beneficios directos	Beneficios indirectos
✓ Ahorro en costos energéticos ✓ Priorización de las oportunidades de ahorro energético sin costo o de bajo costo ✓ Se pueden aplicar a las operaciones de todos los días ✓ Menores emisiones de gases de efecto invernadero ✓ Menor exposición a las variaciones en el precio de la energía ✓ Menor huella de carbono	✓ Publicidad positiva. ✓ Mejora de la imagen corporativa ✓ Mejora de la eficiencia operacional. ✓ Mejora de las prácticas de mantenimiento. ✓ Mejora de la seguridad y la salud

- ✓ Mayor seguridad en el suministro gracias a la menor dependencia de los combustibles importados
- ✓ Mayor conciencia energética a nivel del personal y mayor participación
- ✓ Más conocimiento del uso y del consumo de la energía, y de las oportunidades de mejora
- ✓ Procesos de toma de decisiones basados en la información
- ✓ Menor incertidumbre gracias a una mejor comprensión del uso de la energía en el futuro.

1.5 Gestión Energética en Centrales Termoeléctricas en el Mundo

A continuación, se exponen algunas de las empresas certificadas en el mundo por la Norma Internacional ISO 50001:2011.

1.5.1 Central Quintero, Chile

La Central Quintero (ver figura 1.4), es una central termoeléctrica con bajo factor de planta, la que permanece la mayor parte del tiempo en reserva porque responde a requerimientos del CDEC-SIC. Sin embargo, ordenando, sistematizando y analizando la información y tendencias de consumos de energéticos, ha sido posible diseñar e implementar un SGE que permitirá optimizar el uso y consumo de la energía, así como potenciar el desempeño energético. (Central Quintero de Endesa ,2014).



Figura 1.4: Central Quintero, Chile. Fuente: (Central Quintero de Endesa ,2014).

Esta planta generadora eléctrica forma parte del grupo de las centrales térmicas a gas de Endesa Chile y tiene por propósito abastecer de electricidad al Sistema Interconectado Central (SIC). Se emplaza en la comuna de Quintero, región de Valparaíso, junto al terminal de gas natural licuado (GNL).(Central Quintero de Endesa 2014)

Desde el punto de vista de gestión de la energía, la Central Quintero cuenta con actividades de medición, análisis y reporte. Esta tiene instalados medidores para cuantificar la producción bruta de energía de cada turbina y la producción neta que entrega al SIC, así como también el consumo de energía proveniente del SIC. Por otra parte, cuenta con sistemas de monitoreo que le permiten controlar el desempeño energético de la generación con fines de reporte al corporativo.(Central Quintero de Endesa 2014)

Por último, Central Quintero cuenta con un sistema de gestión integrado de calidad, medioambiente y seguridad y salud ocupacional, el que está certificado en ISO 9001:2008; ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2009.(Central Quintero de Endesa 2014)

Principales desafíos

Al permanecer la mayor parte del tiempo en reserva, uno de los principales desafíos fue encontrar los indicadores energéticos que reflejaran el funcionamiento típico de la planta y, con ello, identificar el escenario donde aplicar la gestión de la energía basada en la norma ISO 50001.(Central Quintero de Endesa 2014)

Soluciones

Por un lado, la existencia de un Sistema de Gestión Integrado (SGI) certificado en las tres normas facilitó significativamente el proceso de implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE), permitiendo enfocar los recursos al análisis del uso, consumo y desempeño energético.(Central Quintero de Endesa 2014)

Se trabajó en realizar un análisis global de los consumos de GNL, diésel y energía eléctrica, reuniendo los datos provenientes de diferentes fuentes de información en un registro común que permitió su clasificación. Se aplicó la Cusum Technic para evaluar el desempeño energético de la planta, estudiando la relación de generación y consumo de energía. También se evaluó el desempeño de cada turbina en función del consumo de combustible. Se identificó que es posible

mejorar el análisis, integrando nuevos medidores que permitirán entrar en detalle en el análisis de eficiencia de cada equipo generador.(Central Quintero de Endesa 2014)

Al analizar los datos de consumo y generación de los últimos dos años, en los diferentes escenarios de funcionamiento y detención de la planta, se observó que en el contexto de detención de la planta es el más representativo para esta empresa, debido a que esta funciona el 8% del tiempo. Por lo que se decidió que en una primera instancia se enfocarían los esfuerzos de gestión de la energía eléctrica durante esos períodos.(Central Quintero de Endesa 2014)

La Central Quintero responde a requerimientos de información para el análisis de eficiencia y costos, por lo que, en su análisis obtiene una serie de indicadores de desempeño que son comunes a la industria y que tienen un fin más asociado a la gestión comercial. Se integraron indicadores de desempeño que permitieron mejorar el control operacional y mantenimiento para reducir al máximo las pérdidas de energía. Por último, se reunieron los datos de consumo en un registro único, integrando los nuevos indicadores, tal como se muestra en la tabla 1.2.(Central Quintero de Endesa 2014)

Tabla 1.2: Indicadores de desempeño energético de la Central Quintero. Fuente: (Central Quintero de Endesa ,2014).

Tipo	Indicador del Desempeño Energético (IDE)	Resultado
Consumo específico global	Kcal consumida/MWh energía producida	Permite integrar el consumo de energía total requerido de cada fuente (electricidad o combustible)para la generación de energía de la central
Consumo específico volumétrico por turbina 2	m ³ combustible consumido/MWh electricidad producida	Permite identificar el desempeño energético de la central y de cada turbina, considerando la generación de energía en función del consumo de combustible

Resultados

Como resultado de la auditoría energética se generaron oportunidades de mejora continua a través de recambio tecnológico en procesos productivos y mejoras tecnológicas para aumentar la confiabilidad de la data de control. Un ejemplo fue la implementación de medidores de energía para mejorar la medición y control sobre las pérdidas eléctricas más significativas de las plantas.(Central Quintero de Endesa 2014)

1.5.2 Central Termozipa, Colombia

En la Central Termozipa se estableció un Sistema de Gestión Energética SGE, para lograr el desarrollo de capacidades de gestión energética basados en la formación y desarrollo de capacidades tecnológicas para el personal, paso anterior a lograr la certificación NTC-ISO 50001, lo que la convertiría en la primera Central Térmica de Colombia con dicha norma.(Maestre,A 2014)

La Central Termozipa tiene una capacidad instalada de 235,5 MW, repartidas en 4 Unidades de propiedad de EMGESA S.A. ESP. y forma parte del grupo ENEL. Además, está certificada en las normas ISO 14001 (Sistema de Gestión Ambiental), 9001 (Sistemas de Gestión de Calidad) y OHSAS 18001 (Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el trabajo), lo que facilita la implementación de la Norma NTC-ISO 50001.(Maestre,A 2014)

Para la adaptación del SGE se cumplieron los requisitos de la norma NTC-ISO 50001, a continuación, se exponen algunas de las actividades realizadas:

- Se definió que el alcance estuviera supeditado a las 4 Unidades de la Central Termozipa, hasta bornes de salida de los generadores. Se excluye la subestación eléctrica y el edificio administrativo.
- Se realizó una gestión documental, para dar cumplimiento normativo. Entre otras revisiones legales, Diseño y Adquisición de servicios de energía, entre otras. Adicionalmente se elaboraron nuevos procedimientos, instructivos a nivel de la Central y se revisaron y adecuaron existentes que son transversales para las otras normas (ISO 90001, 14.001 y OHSAS 18001).
- Se realizó un taller para la creación de la política energética del SGE, bajo el numeral 4.3 de la norma NTC-ISO 50001 y además se llevó a cabo un trabajo muy fuerte en formación y en sensibilización de la norma. Se trabajó específicamente en la formación de auditores

internos, con varios perfiles como auditores integrales ya formados por la compañía y catalogados como auditores líderes (auditores en por lo menos dos de las tres normas ya reseñadas que tiene la compañía), auditores con una de las normas y un segmento de auditores acompañantes con conocimientos en Centrales Térmicas. En total asistieron 10 personas.

- También se realizó una estrategia de comunicaciones, con la respectiva Gerencia con el objetivo de dar a conocer el SGE, a través de los medios internos y de una fuerte campaña en la Central. En la actual plataforma de la División de Gestión de Procesos y Mejora Continua, se incluyó la nueva norma, opción para reportar las acciones preventivas, No conformidades, Indicadores energéticos, en otra de las plataformas se creó la norma del SGE en donde quedará contenida la gestión documental (en esta misma plataforma están también la gestión documental de las otras tres normas ya descritas). (Maestre, A 2014)
- Se realizó una caracterización energética de la Central, en donde se debe tener en cuenta todos los energéticos que se utilizaron (Ver figura 1.5) y adicionalmente las pérdidas en el año 2013 (Ver figura 1.6).

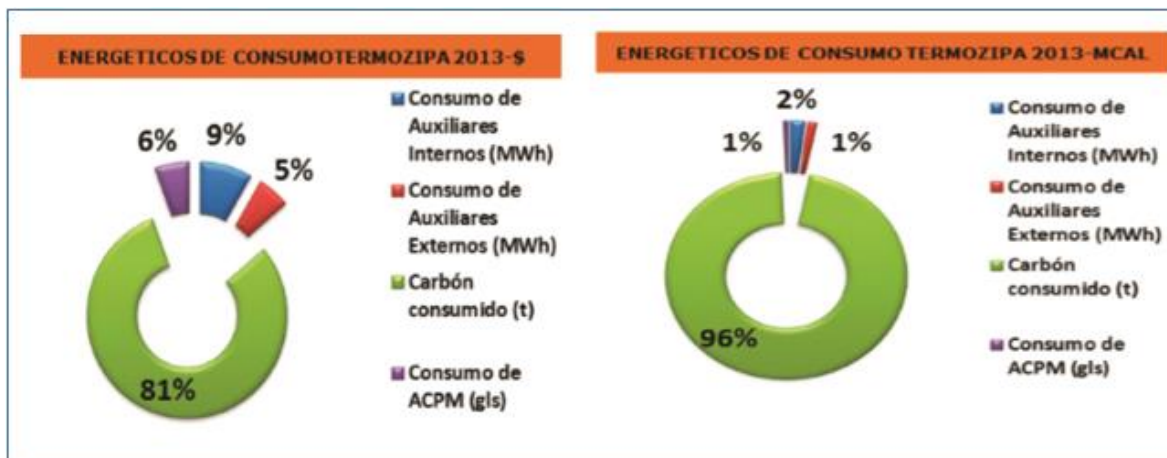


Figura 1.5: Caracterización energética, en Megacaloría (MCAL) y en pesos, en el 2013.

Fuente: (Maestre, A 2014)

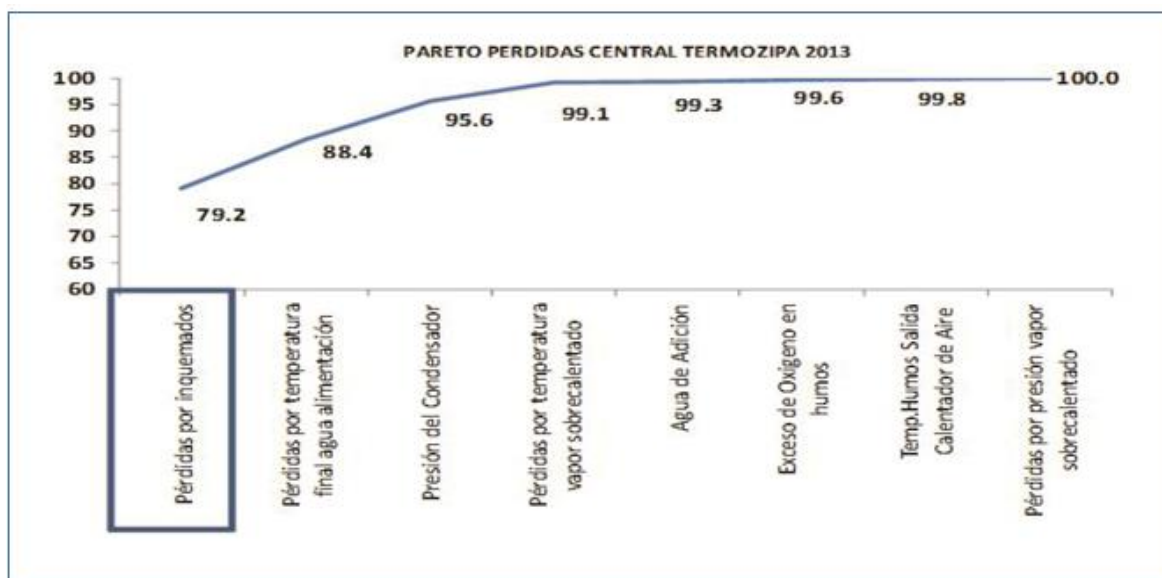


Figura 1.6: Pérdidas de la Central Termozipa en el 2013. Fuente: (Maestre, A 2014)

Esta caracterización, tanto energética como de las pérdidas, es de gran importancia pues de ahí se derivan los indicadores que deben adaptarse para apuntar a donde está localizada la mayor inversión.

Por lo anterior los indicadores que se establecieron para el año 2014, conformando el índice de desempeño energético, son los siguientes: (Maestre, A 2014)

- Consumo específico neto
- Inquemados
- Auxiliares

Resultados

Los resultados de la aplicación del SGE se vieron reflejados en: (Maestre, A 2014)

- Desarrollo de capacidades para el personal:
 - ✓ Certificación laboral con la titulación del SENA “Código 180501021-Operar la unidad térmica a vapor Ciclo Rankine para la generación de energía eléctrica desde sala de mando” para 17 operadores de sala de mando de la Central Termozipa, en las dos normas por parte del SENA: Norma 280501080-Operar la Unidad Térmica a vapor

Ciclo Rankine para la generación de Energía Eléctrica desde sala de mando y Norma 280501081-Ejecutar maniobras especiales y pruebas operativas en la Unidad Generadora Térmica a vapor Ciclo Rankine de acuerdo con los procedimientos de la empresa y manuales operativos del fabricante.

- ✓ Dos Diplomados para Gestor Energético Avanzado, un curso para Gestor Energético, dos cursos cortos de formación en planta, un taller de elaboración de la política energética, sensibilizaciones al personal directivo, todos los anteriores con la Universidad Nacional de Colombia, curso de formación para auditores internos en la norma ISO 50001 por parte de ICONTEC. Un Total de 6.432 horas /hombre de formación.
- Se ha presentado una disminución del Consumo Térmico Específico Neto entre 50 y 100 kcal/kWh.

1.6 Gestión Energética en Centrales Termoeléctricas en Cuba

En Cuba hay 9 centrales que poseen bloques de generación de energía eléctrica, dentro de estas sobresale la termoeléctrica Antonio Guiteras (Ver figura 1.7), la principal de Cuba en cuanto a generación de energía eléctrica.



Figura 1.7: CTE Antonio Guiteras. Fuente: Elaboración Propia.

Fundada el 19 marzo de 1988 e inaugurada por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz. Su chimenea es de 150 metros de altura, se automatizó parcialmente en el 2002 y consume crudo nacional lo cual abarata sus costos. El empleo del crudo nativo (de mucho azufre) aumenta

agresividad a los metales, principalmente en las zonas bajas de la caldera; acorta el ciclo de mantenimiento para limpiar todas las obras y cambiar los metales que han sufrido deterioro. Recibe el combustible a través de oleoducto y sin necesidad de gastos por concepto de transportación. Arranca con diésel, pasa a fuel y luego a crudo. (Vila,J 2018)

Entre las grandes ventajas de la CTE Antonio Guiteras, con más de tres décadas de fundada, destaca que se encuentra en la zona occidental de la Isla, ubicada en la provincia Matanzas, donde se concentran las mayores cargas eléctricas. Es reconocida como la unidad generadora más eficiente. Puede generar, en condiciones normales, más de 280 megawatts-hora al Sistema Electro-energético Nacional (CTE). Buena parte de la carga que entrega es asumida por grupos electrógenos que consumen diésel.

Entre los mantenimientos por daños de fenómenos naturales encontramos que el 2017. Sufrió una gran afectación por el paso del huracán Irma con serios daños en la llamada casa de agua de mar, cuyo edificio se desplomó sobre las bombas que garantizan el enfriamiento de la planta. Los trabajos de recuperación se ejecutaron en 17 días. Por otra parte, encontramos los mantenimientos planificados: el 2019, julio. Presentó averías en diferentes zonas de la caldera. (Solís,2017).

Los mantenimientos planificados se le realizan para que de las 8 mil 700 horas, que tiene el año, permanezca cerca de 8 mil en línea.

En octubre se realizó un mantenimiento programado con diversas acciones en el condensador, la caldera, calentadores de aire regenerativo y equipos auxiliares. Fue un mantenimiento exitoso y se cumplieron los objetivos esenciales, dijo el especialista. Con una sola máquina, la CTE es capaz de generar gran potencia eléctrica con un bajo consumo de combustible nacional, y por su ubicación geográfica es de suma importancia.

1.7 Norma Internacional ISO 50001:2018

La Norma Internacional ISO 50001 surge de la necesidad, cada vez mayor, de hacer un uso racional y eficiente de la energía que les permita a las organizaciones de todo el mundo hacer frente a cuestiones tales como la disponibilidad de suministro de energía, confiabilidad del mismo, cambio climático y el agotamiento de los recursos. Se trata de la herramienta de gestión de la energía empresarial más utilizada en el mundo. Su aplicación ha conseguido generar a las organizaciones un ahorro sistemático de entre el 5 % y el 30 % del coste energético, según un balance realizado

por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Además, 9 de cada 10 organizaciones que utilizan esta norma la recomiendan y el 95 % de los usuarios dice que la norma le ayuda a identificar las actividades que consumen más energía, según ISO.(García, 2018)

El 21 de agosto de 2018 la ISO (Internacional Organization for Standardization) publicó la actualización de la norma ISO 50001: 2011. Cerca de 23.000 organizaciones en todo el mundo (ver figura 1.8) disponen de tres años para adaptar sus sistemas de gestión de la energía a los requisitos incluidos en la última versión.



Figura 1.8: Organizaciones certificadas en ISO 50001 en todo el mundo Fuente: AENOR.

La ISO 50001:2018 tiene como objetivo permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar continuamente el rendimiento energético, incluida la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo de energía. Este documento especifica los requisitos del sistema de gestión de energía (SGE) para una organización, como se muestra en la figura 1.9. Además, se aplica a las actividades bajo el control de la organización. Su aplicación se puede adaptar a los requisitos específicos de la organización, incluida la complejidad de sus sistemas, el grado de información documentada y los recursos disponibles. No se aplica al uso del producto por los usuarios finales fuera del alcance y los límites del SGE, ni se aplica al diseño del producto fuera de las instalaciones, equipos, sistemas o procesos que utilizan energía. También se aplica al diseño y adquisición de instalaciones, equipos, sistemas o procesos de uso de energía dentro del alcance y los límites del SGE. (Oficina Nacional de Normalización, 2019).

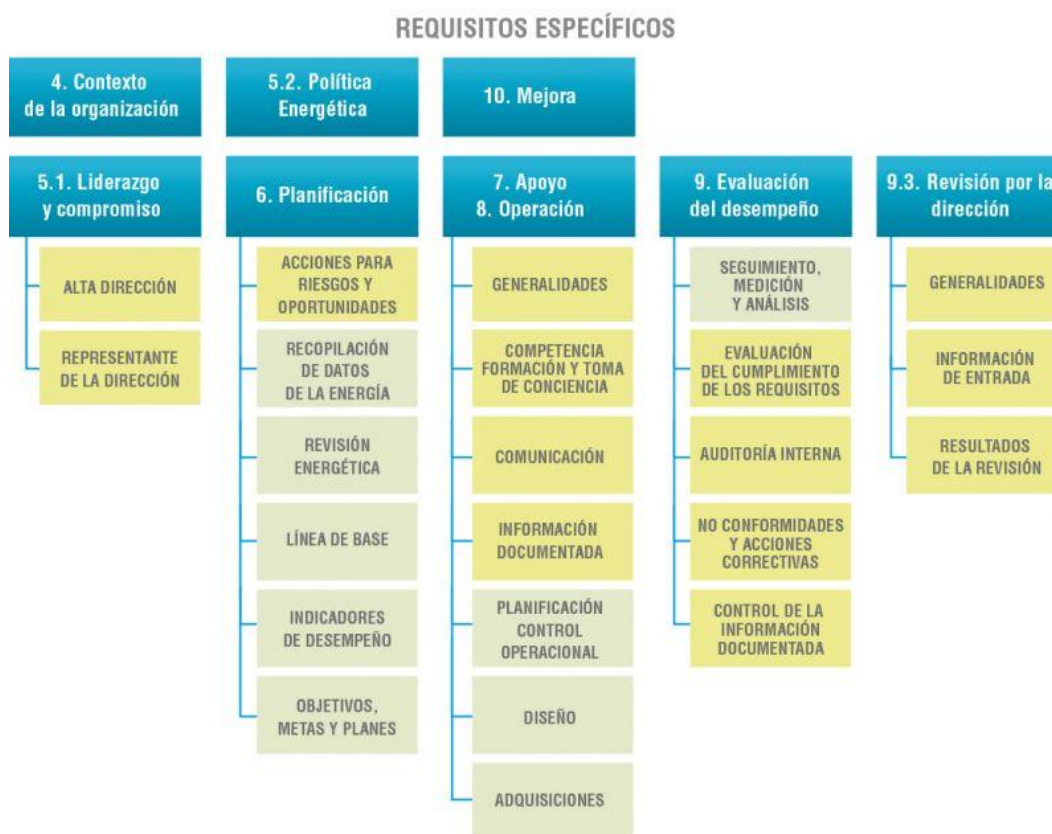


Figura 1.9: Requisitos específicos de la ISO 50001:2018 Fuente: AENOR

1.7.1 Principales cambios ISO 50001:2018 vs ISO 50001:2011

Entre las mejoras que aporta la nueva **Norma ISO 50001:2018** destacan las estructurales (Ver **Anexo No.1**). Así, adopta la estructura de alto nivel (HLS) que permite aumentar el alineamiento de las normas de sistemas de gestión de ISO aportando una estructura, texto, términos y definiciones comunes, con el objetivo de facilitar a las empresas la integración de los diferentes sistemas de gestión de acuerdo con las normas ISO que tengan implantadas. Por otra parte, incide en mayor medida en la mejora continua, que se mantiene como una de las claves de un Sistema de Gestión de la Energía y se relaciona más claramente con la información derivada del análisis y evaluación del sistema. Otras novedades pasan por un mayor enfoque a negocio estratégico y táctico en el proceso; elevar la capacidad para exponer la mejora del desempeño energético a través del incremento de métricas disponibles: indicador de desempeño energético (KPI), indicador de desempeño energético de referencia o mejora rendimiento energético; incidir en la captura de datos (Planificar, Analizar y Actuar) a través de la planificación del Sistema de Gestión de la Energía y sus

procesos energéticos, mejora del desempeño energético, cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos, y logro de los objetivos energéticos; o incluir el Pensamiento Basado en Riesgos siempre implícito en la ISO 50001. En definitiva, la nueva norma mantiene, como no podría ser de otro modo, el espíritu de mejorar la eficiencia energética de los procesos de forma sistemática mejorando los resultados empresariales mediante la identificación de soluciones técnicas precisas (ver figura 1.10). (García ,2018)



Figura 1.10: Proceso de planificación energética ampliado. Fuente: AENOR

La novedad de la Norma ISO 50001:2018 en cuanto al concepto de mejora continua consiste en la necesidad de establecer una declaración del método mediante el que se verifica la mejora del desempeño energético (García, 2018).

El desempeño energético incluye conceptos como la eficiencia energética, los usos de energía (inventario de instalaciones/equipos consumidores de energía) y los consumos de energía propiamente dichos (combustibles, energía térmica, energía eléctrica, etc.) y los riesgos. Así, abarca actividades como medición, documentación, información, diseño, compra, procesos y formación entre otros; pero no establece criterios específicos (valores). Además, incluye la necesidad de establecer unos indicadores que describan la evolución de las diferentes tendencias observadas de parámetros energéticos de interés. Esta parte del concepto de desempeño energético recoge la necesidad de establecer sistemáticas de medida y tratamiento de datos de dichos parámetros para

traducirlos a unos indicadores que faciliten la interpretación de la evolución de la optimización energética de los procesos.

Ejemplos de indicadores pueden ser el consumo referencia eficiente/consumo real; consumo estándar/consumo real; energía eléctrica consumida/Tm producida; energía térmica consumida/necesidades demandadas; o energía producida/energía primaria consumida. Cuando estos indicadores se relacionan con variables independientes de los procesos se obtienen indicadores de desempeño en los que las ratios incluyen conceptos tales como nominales de producción, relación entre producción monoproducción/multiproducción, calidad de materias primas/auxiliares/producto final, variables climáticas, calidad de suministro de la energía, etc.(García ,2018)

1.7.2 Beneficios de la norma

La implementación eficaz de este documento proporciona un enfoque sistemático para la mejora del desempeño energético que puede transformar la manera en la que las organizaciones gestionan la energía. Al integrar la gestión de la energía a la práctica del negocio, las organizaciones pueden establecer un proceso de mejora continua del desempeño energético. Mejorar el desempeño energético y los costos de energía asociados, puede permitir que las organizaciones sean más competitivas. Además, la implementación puede permitir que las organizaciones alcancen los objetivos generales de mitigación del cambio climático, mediante la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía. (Oficina Nacional de Normalización, 2019)

1.8 Conclusiones parciales del capítulo

1. Las mejoras en cuanto a eficiencia energética constituyen el elemento más importante para conducir al mundo hacia un desarrollo sostenible, lo que podría reducir la intensidad energética mundial en más de un 3% cada año, contribuyendo al mismo tiempo a reducir las emisiones.
2. La gestión energética en centrales termoeléctricas ha demostrado la importancia que tiene para las empresas hoy en día tener implantado un Sistema de Gestión de la Energía que les permita disminuir sus costos energéticos, reducir sus emisiones, tener una mayor eficiencia operacional y por tanto mejorar la imagen corporativa de la empresa.

3. La ISO 50001:2018 mantiene el espíritu de mejorar la eficiencia energética de los procesos de forma sistemática, mejorando los resultados empresariales mediante la identificación de soluciones técnicas precisas.

Capítulo II

Capítulo II: Análisis de Brechas en la CTE de Cienfuegos

En el presente capítulo se realiza una caracterización del entorno energético en Cuba y específicamente en la provincia de Cienfuegos, se abordan las diferentes fuentes de energía, como son, las renovables, los grupos electrógenos, entre otros. Se caracteriza la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos y finalmente se aplica en dicha entidad el Análisis de Brechas basado en la NC ISO 50001:2018 para identificar en qué posición se encuentra con respecto a la gestión energética.

2.1 Caracterización del entorno energético en Cuba

En Cuba, las fuentes de energía nacionales han transitado por diferentes etapas que coinciden con los hitos del desarrollo histórico-social y energético del país, enmarcadas en dos períodos fundamentales (ONEI, 2008):

Período prerrevolucionario: Estuvo caracterizado por el monopolio de las empresas extranjeras en la importación y procesamiento de los combustibles utilizados en el país. Las fuentes de energía que tuvieron predominio en este período fueron el bagazo y la leña. Solo el 56 % de la población disponía de servicio eléctrico, los sistemas eléctricos no se encontraban interconectados y las tarifas eléctricas eran en bloques decrecientes que estimulaban el consumo.(ONEI, 2008)

Período Revolucionario: Con el triunfo de la Revolución en el año 1959, se estableció el Sistema Eléctrico Nacional con una generación estable. Todo este vertiginoso proceso de cambios trajo aparejado el crecimiento del consumo energético, por lo que fue necesario el incremento de las capacidades de generación y refinación de petróleo. Esta etapa se caracterizó por un empleo extensivo de combustibles fósiles y la continuidad en la dependencia energética a partir de las importaciones, así como el empleo de tecnologías provenientes de los países socialistas de Europa del Este y la URSS. Se inició un programa de prospección y extracción de petróleo crudo, con niveles modestos de extracción. La biomasa cañera mostró los principales avances con el desarrollo de nuevos generadores de vapor y sistemas de secado de bagazo, así como una gran expansión de la cogeneración. Se mantuvo el uso de la leña, con una política más coherente en su utilización y la reforestación de las áreas taladas. Fue creada una red de embalses en todo el país, aunque se mantuvo el desaprovechamiento de la Hidroenergía. Se comenzó la producción en el país de colectores solares planos que se instalaron en hospitales, círculos infantiles, hogares de ancianos y otras instituciones sociales. Con la caída del campo socialista, en la década del 90, se produce una brusca reducción de los suministros de petróleo que se recibían de manera estable y a precios

preferenciales. Se recrudece el bloqueo económico y se produce un intenso déficit de energía que impacta fuertemente en la economía nacional, reduciéndose el Producto Interno Bruto (PIB), la generación de electricidad y el transporte, tanto de cargas como de pasajeros. Quedan restringidos los combustibles domésticos empleados en la cocción de alimentos. Esta situación obligó a reordenar las concepciones de la energética nacional y a partir del año 2000 se llevó a cabo un programa de profundas transformaciones con el objetivo de disminuir el impacto del período especial (ONEI, 2008):

- Incremento en la extracción del crudo nacional, con un proceso de asimilación paulatina del mismo en las plantas eléctricas, para permitir la autosuficiencia energética.
- Creación de la empresa mixta ENERGAS, para la utilización en la generación eléctrica del gas natural, el cual se quemaba a la atmósfera sin utilización alguna.
- Creación de un sistema de gasoductos.
- Creación del Programa de Ahorro de Electricidad (PAEC) para reducir las tasas de crecimiento de consumo y la demanda máxima.
- Medidas de ahorro en los sectores residencial y estatal.
- La incorporación de Grupos electrógenos para la generación distribuida

Para la realización de la caracterización de la esfera energética de Cuba se deben considerar el consumo, la generación y la importación de energía. Según la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) de Cuba, los consumos de energía abarcan todos los sectores de la economía nacional conteniendo el privado y los hogares; incluyéndose además dentro del consumo lo adquirido por naves y aeronaves cubanas en tránsito internacional(ONEI, 2019).

2.1.1 Generación de energía en Cuba

La producción de energía en Cuba se clasifica en producción de energía primaria y secundaria, la energía primaria se refiere al proceso de extracción, captación o producción (siempre que no conlleve transformaciones energéticas) de portadores energéticos naturales (o primarios), independientemente de sus características, mientras que la energía secundaria son los productos resultantes de las transformaciones o elaboración a partir de portadores energéticos naturales (o en determinados casos a partir de otro portador ya elaborado).(ONEI, 2019)

Los portadores energéticos naturales son aquellos “provistos por la naturaleza”, ya sea en forma directa, como la energía hidráulica, eólica y solar, o después de atravesar un proceso minero, como

el petróleo, el gas natural, el carbón mineral, los minerales fusibles y la geotermia, o a través de la fotosíntesis, como es el caso de la leña y los otros combustibles vegetales y de origen animal.(ONEI, 2019)

Los secundarios, son portadores energéticos elaborados a partir de la electricidad, toda la amplia gama de derivados del petróleo, el carbón vegetal, el alcohol desnaturalizado y el gas manufacturado (o gas de ciudad).(ONEI, 2019)

En la Tabla 2.1 se muestran los portadores naturales que se producen en Cuba y los principales productos derivados del petróleo que se obtienen a partir de su procesamiento en las refinerías, mientras que la Tabla 2.2 muestra como se ha desarrollado la extracción de petróleo y gas natural en el período 2013-2018, evidenciándose la estabilidad de la misma, sin embargo, la extracción de petróleo no satisface las necesidades de las actividades económicas del país, el sector privado y los hogares; haciéndose necesaria su importación, estructura que se muestra en la Figura 2.1.

Tabla 2.1: Portadores naturales y principales productos que se obtienen en Cuba.

Fuente: Elaboración propia.

Portadores naturales	Principales productos derivados del petróleo
• Petróleo • Gas natural • Hidroenergía • Leña • Productos de caña (en lo fundamental bagazo)	• Asfaltos • Coque de petróleo y gas de refinería • Diésel • Fuel oil • Gas licuado (GLP) • Gasolinas y nafta (distintos tipos) • Queroseno • Solventes • Turbocombustible

Tabla 2.2: Extracción de petróleo crudo y de gas natural en Cuba. Fuente: Elaboración propia.

Extracción de petróleo crudo y de gas natural	UM	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gas natural	MMm ³	1 066,0	1 199,9	1 244,5	1 185,4	1 050,8	970,1
Petróleo crudo	Mt	2 897,1	2 905,3	2 822,0	2 619,2	2 522,2	—

La importación de petróleo a partir de 1990 se redujo debido a que provenía de la extinta URSS, a partir del 2007 aumenta al firmarse convenios de colaboración con la República Bolivariana de Venezuela.(Campillo Sabina, 2018)

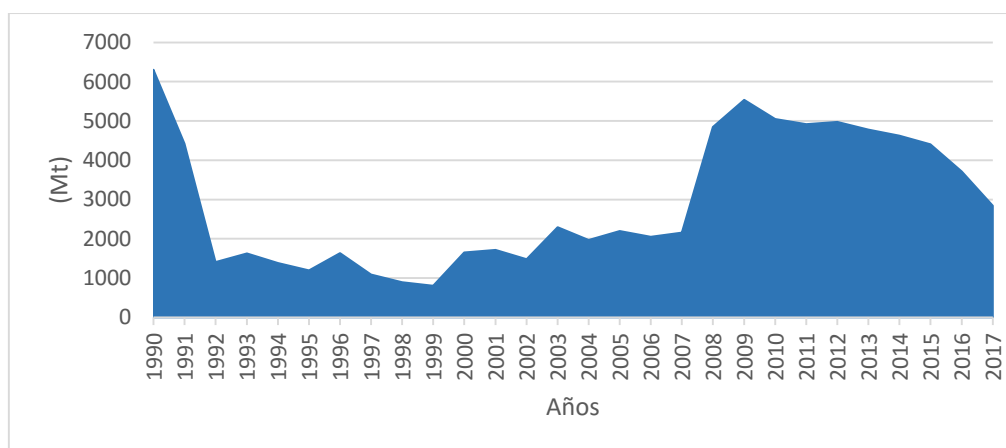


Figura 2.1: Importación de petróleo en Cuba período 1990-2017. Fuente: (Campillo Sabina, 2018).

En la Figura 2.2 se presenta el comportamiento de la producción de energía primaria y secundaria en Cuba donde el período 1990-2007 se obtiene mayor cantidad de energía primaria y a partir del 2008 la energía secundaria comienza con un ascenso debido a la Revolución energética, donde se instrumentaron y aplicaron los programas de ahorro y uso eficiente de la energía, incremento de la disponibilidad eléctrica y uso de las fuentes renovables de energía (Campillo Sabina, 2018).

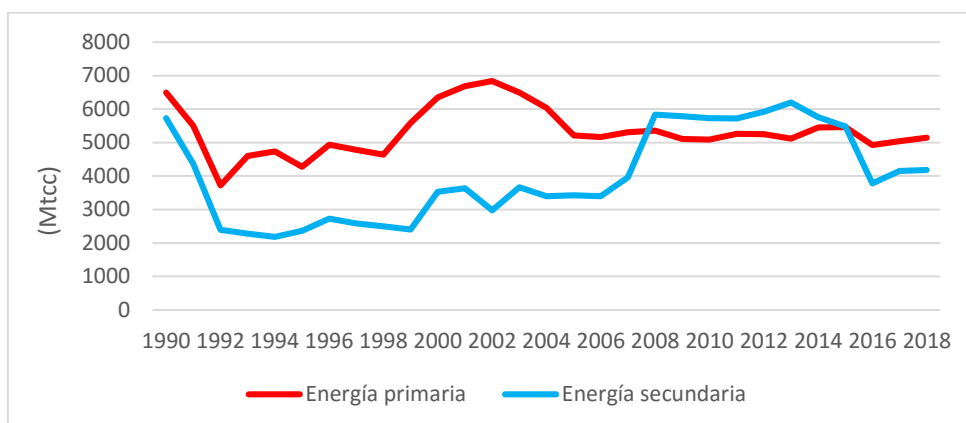


Figura 2.2: Producción de energía primaria y secundaria en Cuba. Fuente: (Campillo Sabina, 2018).

Entre los portadores naturales que se producen en Cuba está el petróleo, el gas natural, la hidroenergía producida por las centrales hidroeléctricas del país operadas en la actualidad por la Unión Eléctrica; por su parte la leña solamente incluye los flujos comerciales estando ausente de la estadística e información los volúmenes que se generan por la apropiación irregular, en cuanto a los productos de la caña el portador natural más utilizado es el bagazo. (Campillo Sabina, 2018)

Al realizar un análisis del comportamiento de los portadores energéticos naturales (ver Figura 2.3), se evidencia que el bagazo tiene una tendencia al aumento, la generación de energía por la leña se mantiene constante. En el 2018 se evidencia un descenso en la generación por el gas natural mientras que la Hidroenergía presenta una producción no significativa en el período de análisis.

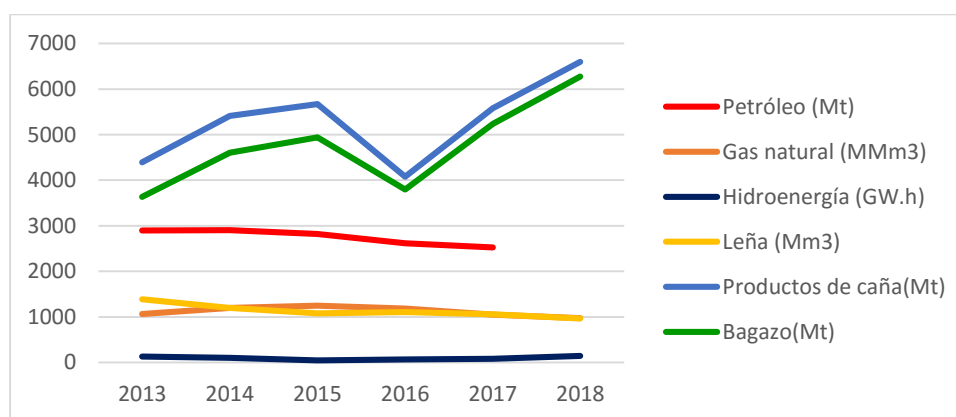


Figura 2.3: Portadores naturales que se producen en Cuba. Fuente: (Campillo Sabina, 2018).

En Cuba se produce más energía secundaria con la electricidad manteniéndose la misma de forma creciente, seguida de los derivados del petróleo, la cual continúa disminuyendo, esta información se especifica en la Figura 2.4. El gas manufacturado y el alcohol desnaturalizado han tenido variaciones que no son significativas, mientras que el carbón vegetal sufre variaciones importantes con una tendencia a disminuir.

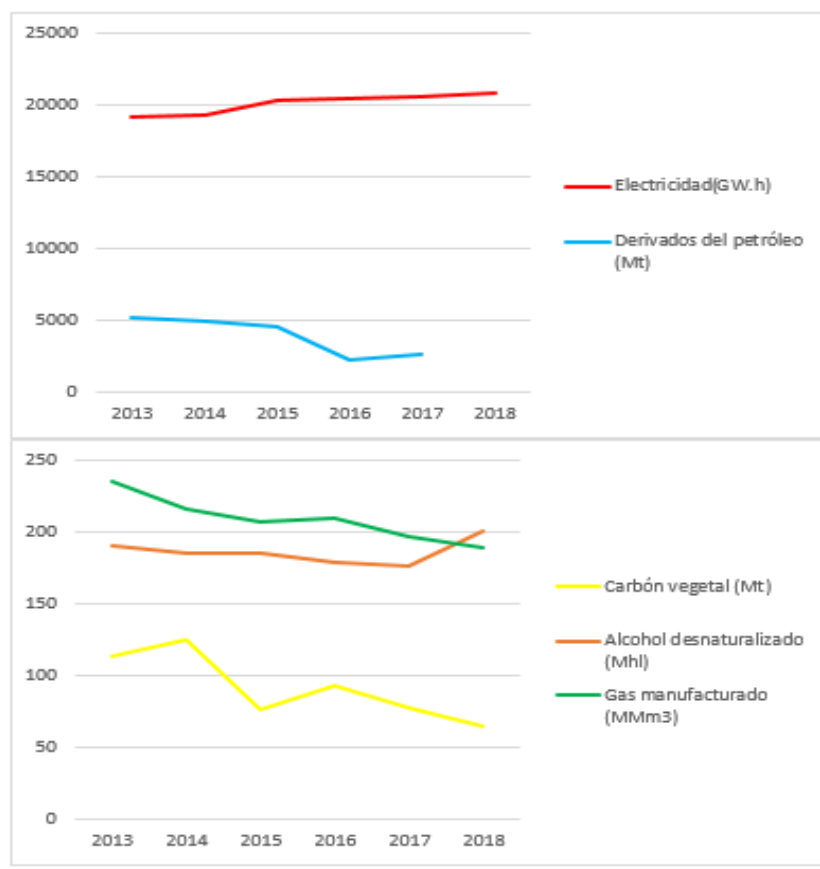


Figura 2.4: Producción de energía secundaria. Fuente: (Campillo Sabina, 2018).

En cuanto a los productos derivados del petróleo, se observa en la Figura 2.5 que la producción de manera general ha disminuido en el transcurso de los años, con una ligera recuperación en la producción de fuel oil, combustible diésel y puntualmente el Gas licuado a partir del año 2017, el turbocombustible, nafta industrial y solvente, nafta industrial no sufren cambios bruscos en su obtención, el asfalto de petróleo a partir del año 2013 muestra un declive en su realización, los aceites y grasas lubricantes mantienen una estabilidad con ligero crecimiento, por su parte el gas combustible y la gasolina de motor muestran un descenso a partir del año 2014, mientras que el

queroseno a partir del año 2015 tienen un declive en su obtención al igual que el coque combustible en el año 2014 ; por último están los aceites lubricantes cuya producción es insignificante y la misma vez en descenso.

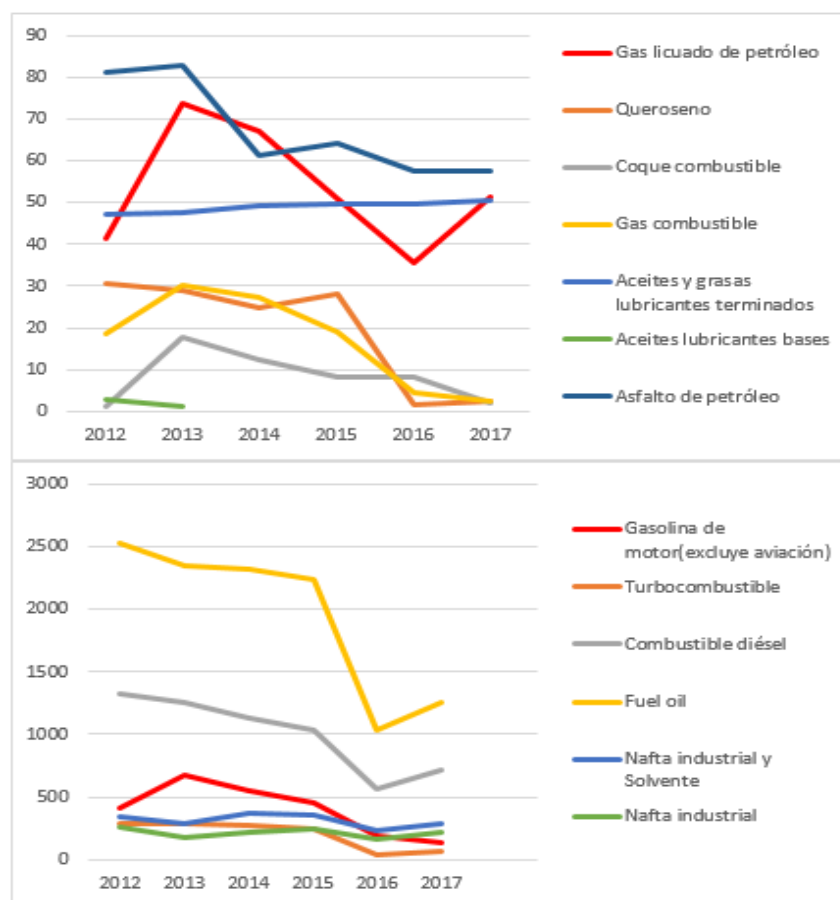


Figura 2.5: Producción de derivados del petróleo en miles de toneladas. Fuente: (Campillo Sabina, 2018).

La generación bruta de energía eléctrica en Cuba incluye el insumo de todas las plantas eléctricas de servicio público o de instalaciones generadoras de otros productores. Las plantas de servicio público son aquellas cuyo objetivo es la producción, transmisión, venta en bloque o comercialización de la electricidad. Los autoprodutores son entidades que producen electricidad como subproducto de otra actividad, con el objetivo de cubrir su propio consumo. En lo fundamental, son plantas

diseñadas para la cogeneración pertenecientes a entidades del sector industrial. El mayor autoprodutor de electricidad es la industria del azúcar a partir del bagazo de caña (ONEI, 2019).

En Cuba la mayor generación bruta de energía eléctrica por fuente productora está dada por las empresas de servicio público, le sigue la industria azucarera y luego la industria del níquel como se puede ver en la Figura 2.6.

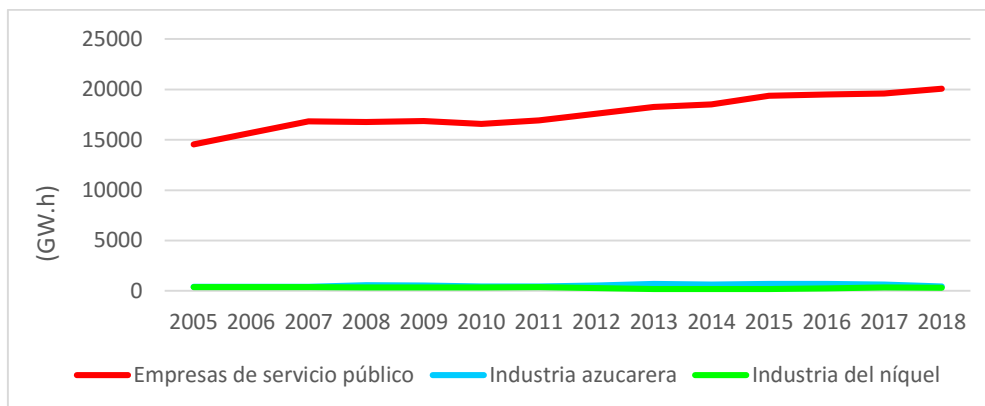


Figura 2.6: Generación bruta de energía eléctrica por fuente productora Fuente: (Campillo Sabina, 2018).

Por otro lado, está la generación bruta de electricidad por tipo de planta productora, donde sobresalen las termoeléctricas, luego los grupos electrógenos interconectados al sistema y le siguen las turbinas de gas, datos que se muestran en la Figura 2.7.

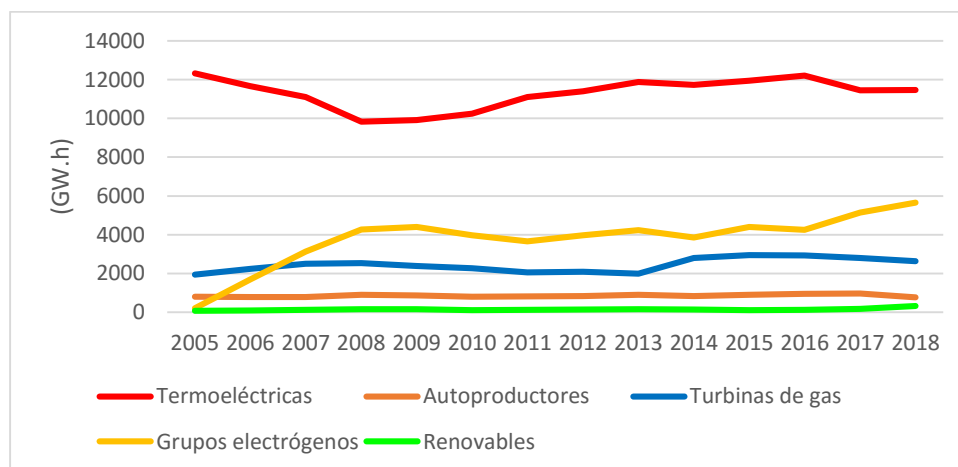


Figura 2.7: Generación bruta de electricidad por tipo de planta productora. Fuente: (Campillo Sabina, 2018).

El uso de dispositivos generadores de energía alternativa desde el 2012 ha ido en aumento, destacándose los paneles fotovoltaicos, biodigestores y calentadores por sistemas.(Campillo Sabina, 2018)

2.1.2 Consumo de energía en Cuba

Referirse a consumo de energía significa consumo total (o consumo bruto) con independencia del uso al cual se destinan; es decir, están incluidos las cantidades utilizadas propiamente para obtener energía (uso energético final), las utilizadas para ser transformadas en otros combustibles (uso en transformación) y las que se emplean con fines no energéticos; excepto en la electricidad las pérdidas en transportación y almacenaje. Los consumos abarcan todos los sectores de la economía nacional incluyendo el privado y los hogares, como se muestra en la Tabla 2.3.(ONEI, 2019)

Tabla 2.3: Consumo energético. Fuente: Elaboración propia.

Concepto	2017(GW.h)	2018(GW.h)
Consumo	20 558.1	20 837.0
Sector estatal	8 485.5	8 534.8
Sector residencial	8 895.5	9 012.6
Pérdidas	3 177.1	3 289.6

Por otra parte, cuando se refiera a consumo específico de combustible (base 10 000 kcal/kg.) significa el consumo de combustible por unidad de energía eléctrica generada (gcc/KWh) en las empresas de servicio público, considerando todos los combustibles utilizados en esta producción, según muestra la Tabla 2.4 a continuación.(ONEI, 2019)

Tabla 2.4: Consumo específico de combustible (base 10 000 kcal/kg) en las empresas de servicio público. Fuente: Elaboración propia.

Consumo de combustible en las empresas de servicio público en (gcc/kWh)				
Año	Termoeléctricas	Turbinas de gas	Grupos electrógenos	
			Diésel	Aisladas
2013	277,8	449,8	219,2	227,5
2014	279,8	460,9	219,0	228,2
2015	272,1	638,8	218,3	227,9
2016	273,3	475,4	217,9	227,7
2017	276.6	450	216.3	227.7

Otro elemento a considerar en la caracterización es el consumo de energía eléctrica que se refiere al consumo de electricidad registrado por todos los sectores de la economía (incluyendo privado) y con independencia de la fuente de origen (servicio público o autoprodutores). Comprende también el insumo en generación y las pérdidas por lo que, el consumo total resulta igual a la generación bruta total del país. En la Figura 2.8 se ilustra el consumo eléctrico acumulado desde el año 2005 hasta el año 2018 en los sectores residencial y estatal.(ONEI, 2019)

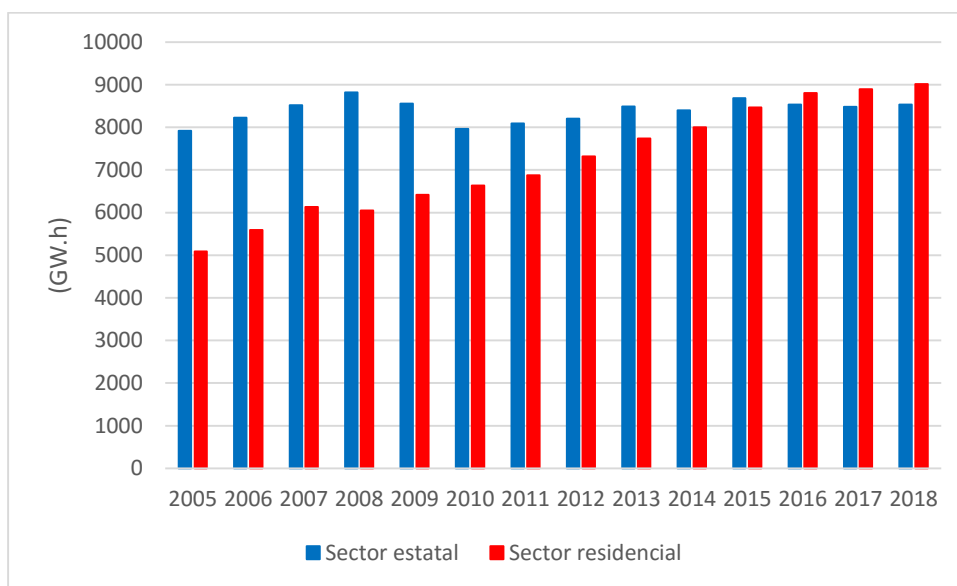


Figura 2.8: Consumo acumulado por años de energía eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

Un elemento clave en el consumo de energía es considerar la renovabilidad de la oferta energética, así como la renovabilidad de consumo energético, donde se consideran los dispositivos generadores (molinos de viento, digestores de biogás, plantas de biogás, arietes hidráulicos, hidroeléctricas, sistema de calentadores solares, sistema de paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, parques eólicos, entre otros) y la biomasa (bagazo de caña, leña, aserrín de madera, cáscara de arroz, desechos de café, otros desechos forestales y agrícolas) .(ONEI, 2020)

2.2 Caracterización del entorno energético de la provincia de Cienfuegos

Los portadores energéticos que se producen en la provincia de Cienfuegos son el bagazo, la leña, el carbón vegetal y derivados del petróleo, la Figura 2.9 ilustra cómo se ha comportado la producción en los últimos años.(ONEI, 2019)

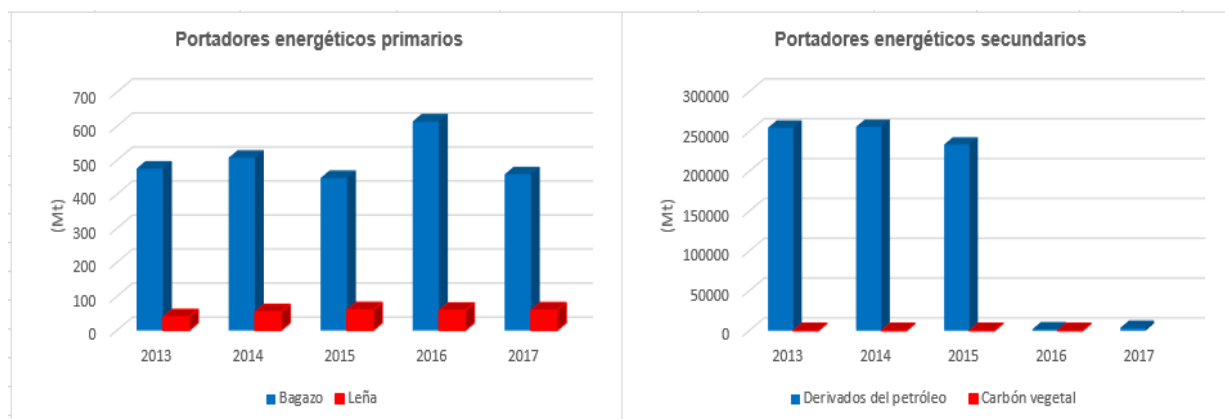


Figura 2.9: Portadores energéticos producidos en Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.

En Cienfuegos la generación bruta de energía eléctrica por fuente productora está dada por las empresas de servicio público, siendo estas las de mayor generación, y por la industria azucarera como se puede ver en la Figura 2.10.

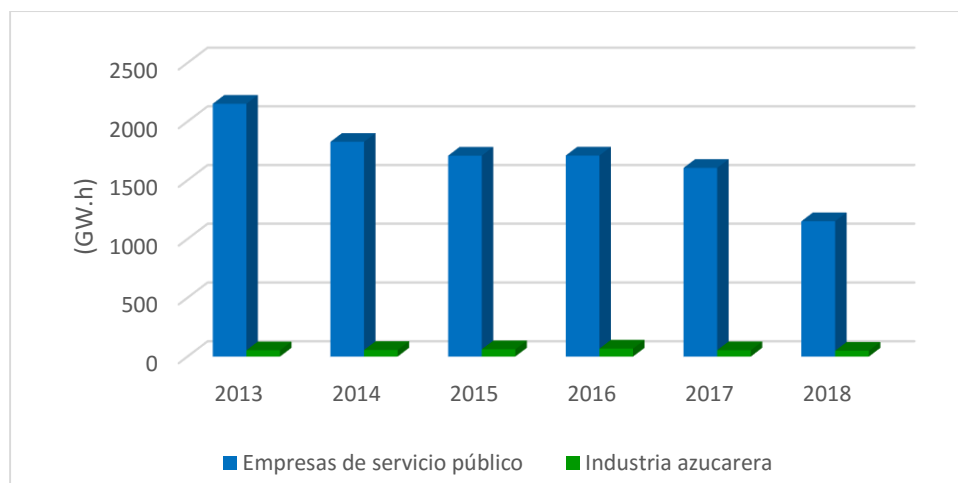


Figura 2.10: Generación bruta de energía eléctrica por fuente productora en Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la generación bruta de electricidad por tipo de planta productora, sobresalen las termoeléctricas y le siguen las renovables, datos que se muestran en la Figura 2.11.

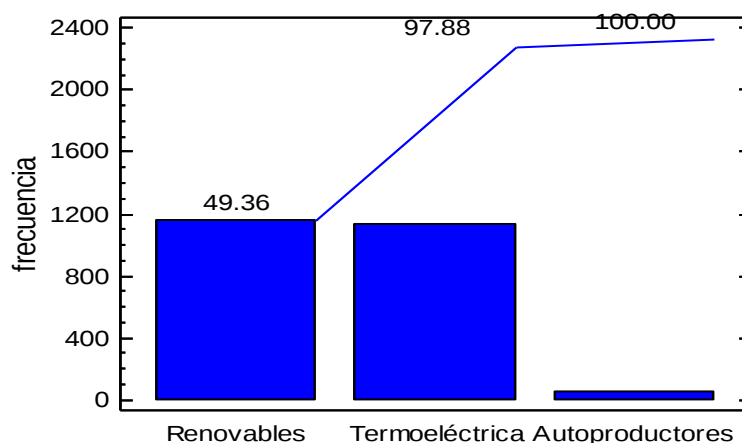


Figura 2.11: Diagrama de Pareto para generación bruta de electricidad por tipo de planta productora en la provincia. Fuente: Elaboración propia.

Un elemento importante es el uso de las fuentes renovables de energía en la provincia, destacándose un aumento significativo en el uso de dispositivos generadores de energía alternativa como se muestra en el **Anexo No.2**.

2.2.1 Consumo de energía en la provincia de Cienfuegos

El consumo de energía en la provincia Cienfuegos está constituido fundamentalmente por la energía eléctrica, el petróleo, el combustible diésel y la gasolina de motor. En el **Anexo No.3** se muestra el consumo de estos portadores fundamentales por organismos donde la mayor demanda le corresponde a la energía eléctrica. (ONEI, 2019)

En la Tabla 2.5 se muestran los consumos de energías en los hogares, donde se observa que el mayor consumo le corresponde al alcohol desnaturalizado en el año 2015.

Tabla 2.5: Consumo de energía en los hogares en la provincia de Cienfuegos.

Fuente: Elaboración propia

Año	Electricidad (GWh)	Gas licuado de petróleo (Mt)	Queroseno (Mt)	Alcohol Desnaturalizado (Mhl)
2015	347,5	469,4	2 071,1	5 710,6
2016	356,4	469,4	2 023,4	5 687,7
2017	358,7	1 529,3	2 015,2	5 570,1
2018	372.0	1529.3	2008.7	5265.9

2.3 Caracterización del entorno energético del municipio de Cienfuegos

2.3.1 Generación de energía en el municipio de Cienfuegos

En el municipio de Cienfuegos las energías primarias las constituyen el petróleo crudo, la leña, la solar fotovoltaica, la solar térmica, el biogás, los residuos sólidos urbanos, las fuentes de energía secundaria se subdividen en derivados del petróleo; la producción de estos derivados desde el año 2015 ha disminuido considerablemente como se observa en la Tabla 2.6.(Sánchez Salmerón, 2019)

Tabla 2.6: Producción de portadores energéticos secundarios. Fuente: Elaboración Propia.

Concepto	UM	2013	2014	2015	2016	2017
Derivados del petróleo	Toneladas	264 856,1	255 831,3	233 738,9	1 753,5	3 552,0

La generación bruta de energía eléctrica por fuente productora en el municipio está dada por las empresas de servicio público y la industria azucarera. La Tabla 2.7 muestra el comportamiento de la misma en los últimos años.

Tabla 2.7: Generación bruta de energía eléctrica por fuente productora en el municipio.

Fuente: Elaboración propia

Año	Fuente productora	GW.h
2018	Empresas de servicio público	1150.5
	Autoprodutores Industria azucarera	49.4
	Total	1199.9

Tomando como referencia el año 2018 se realizó un análisis para determinar que porcentaje representa cada fuente productora en la generación, determinándose que las empresas de servicio público representan el mayor porcentaje de la generación bruta de energía eléctrica, representando el 95.88 % del total de la energía eléctrica generada, datos que se muestran en la Figura 2.12.

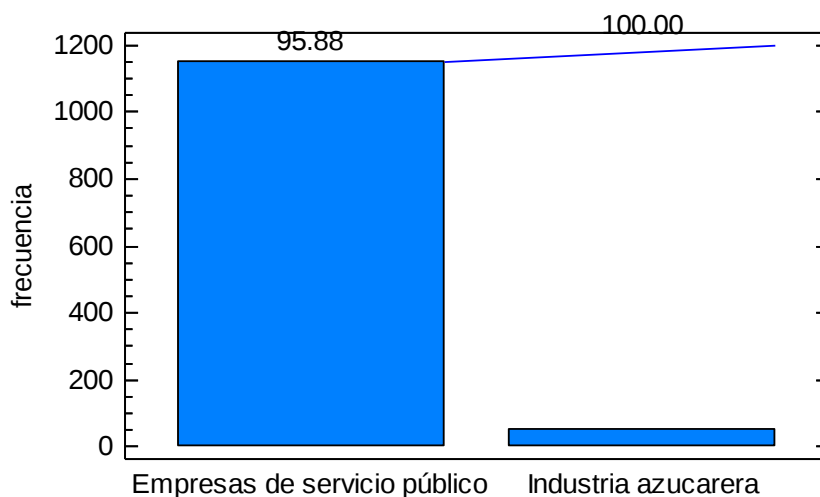


Figura 2.12: Diagrama de Pareto para generación bruta de energía por fuente productora en el municipio. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la generación bruta de electricidad por tipo de planta productora en el municipio de Cienfuegos la mayor generación corresponde a las renovables como se aprecia en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8: Generación bruta de electricidad por tipo de planta productora en el municipio.

Fuente: Elaboración propia.

Generación Térmica			Grupos Electrógenos	Renovables
Años	Termo-eléctricas	Auto-productores	Interconectados al sistema	
2013	1 913,3	53,1	238,2	-
2014	1 633,2	55,9	194,3	-
2015	1 705,8	61,4	-	1 709,2
2016	1 703,2	67,8	-	1 710,8
2017	1 592,5	53,6	-	1 605,0
2018	1 130,7	49,4	-	1 150,5

2.3.2 Consumo de energía en el municipio de Cienfuegos

En el **Anexo No.4** se muestra el consumo de petróleo crudo y derivados en el municipio de Cienfuegos en el periodo del 2013-2017 en la que se observa una reducción significativa en las toneladas de consumo.

Es importante destacar el consumo de petróleo crudo y sus derivados por sectores, donde se evidencia una notable disminución del empleo de productos como aceites, grasas lubricantes y gasolina de motor como se aprecia en el **Anexo No.5**.

2.4 Fuentes generadoras de energía eléctrica

En la actualidad se pueden encontrar muchas fuentes generadoras de energía, al margen de la electricidad, que pueden ser beneficiosas no solo en nuestras vidas, sino que además permitirán

cuidar del medio ambiente. Todas estas diferentes fuentes de energía se utilizan principalmente para producir electricidad. El mundo funciona a partir de una serie de reacciones eléctricas, ya sea que conduzcas un coche, o enciendas una luz. Todas ellas se transforman de alguna manera en energía eléctrica que luego llega a nosotros por distintos medios. A continuación, se identifican y se definen aspectos importantes que aportan cada una de estas fuentes de energía.

1. Renovables:

Con el término energía renovable se conocen a todas aquellas fuentes que pueden ser usadas para producir energía, cuyo ciclo y combustible es inagotable, las mismas que provocan una reducida contaminación y daño ambiental. Sin embargo, a pesar que este tipo de energía es amigable con el medio ambiente, aún no puede competir económicamente con los combustibles fósiles, debido a sus altos costos de implementación derivados de la tecnología de punta involucrada y su baja producción de energía promedio, siendo necesario que existan políticas gubernamentales que permitan subsidiar el costo real de generación a cambio de la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero. (Rosero, J et al., 2013)

Entre las energías renovables más comunes se encuentran:

- Hídrica:

Este tipo de energía basa su principio de funcionamiento en el aprovechamiento de inmensas cantidades de agua, proveniente en la mayoría de los casos de ríos caudalosos, que son almacenadas de manera temporal en grandes reservorios llamados represas o diques, las mismas que se ubican en los lechos de los ríos aguas arriba. Esta agua almacenada es conducida por medio de túneles o ductos aguas abajo, logrando formar una diferencia de altura bastante considerable que permite obtener energía potencial, la misma que será transformada en electricidad. El caudal que se vierte de manera directa sobre las paletas de las turbinas de generación, hace que éstas giren dando lugar al movimiento mecánico rotacional que se transforma en energía eléctrica al interior de los generadores eléctricos instalados para el efecto (Rosero, J et al., 2013).

- Eólica:

El sol calienta las masas de aire en la superficie de la tierra de manera irregular, provocando diferencias de temperaturas que generan a su vez movimientos de grandes masas de aire. Este flujo ha sido aprovechado desde épocas milenarias como fuente de energía mecánica rotacional en

molinos y actualmente es una de las mayores fuentes de generación eléctrica renovable después de las hidroeléctricas. Utilizando principios aerodinámicos los molinos de viento, capturan la energía cinética del viento para mover sus aspas generando movimiento mecánico rotacional que luego es transformado en energía eléctrica en el interior de las turbinas (Rosero, J et al., 2013).

- Solar:

La energía solar es sin duda, una de las formas de energía renovable más abundante sobre el planeta y es la causante de provocar muchas otras, como la eólica debido al calentamiento de las masas de aire. Se estima que la energía proveniente del sol está entre 1.5×10^{11} y 1.8×10^{11} MW, de los cuales la mitad alcanzan a ingresar a la superficie de la tierra y la otra mitad es reflejada por la atmósfera. Se calcula que logrando captar el 0.1% de ésta energía y convirtiéndola en electricidad con un rendimiento del 10 %, se podría cubrir cuatro veces la demanda mundial de energía eléctrica; incluso en 90 minutos, el sol es capaz de proveer toda la energía que el planeta requiere para un año; por tal razón la energía solar es en magnitud, la fuente de energía con mayor futuro del planeta y la que mayor sustentabilidad puede ofrecer (Rosero, J et al., 2013).

Existen dos clases principales de energía solar: fotovoltaica y termosolar.

Fotovoltaica:

Su funcionamiento se basa en que la luz solar está compuesta por pequeñas partículas de energía llamadas fotones, los mismos que son absorbidos por los paneles solares. Los fotones excitan a los electrones que se encuentran en las celdas fotovoltaicas haciendo que estos empiecen a moverse y formen pequeños flujos de corriente. Las celdas se colocan en arreglos para formar paneles solares de diferentes tamaños y por ende potencia eléctrica que luego es utilizada como una forma de energía. Estos paneles utilizan material semiconductor tales como el silicio para convertir la energía solar en energía eléctrica, los cuales no tienen partes móviles, no generan ruido, ni contaminación de ninguna clase, tienen un tiempo de vida útil de aproximadamente 20 años y requieren poco mantenimiento (Rosero, J et al., 2013).

Termo-Solar:

Una nueva forma de producir energía derivada de la solar son los parques de generación termo-solar, que consisten en amplios campos dotados de paneles de alta reflectividad los cuales proyectan la energía capturada a una torre en la cual calientan un núcleo de sales fundidas a

temperaturas del orden de los 900 °C y por medio de sistemas de transferencia de calor generan vapor el cual a su vez es usado para generación de energía eléctrica (Rosero, J et al., 2013).

- Biomasa:

El empleo de cultivos y residuos además de energía, elimina parte de la contaminación. Se llama biomasa a la materia orgánica contenida en los seres vivos o procedente de ellos. Se forma a partir de las plantas mediante la fotosíntesis, proceso en el que las plantas, gracias a la luz del Sol, forman sus tejidos a partir de materia no orgánica. Las plantas cultivadas pueden emplearse directamente para su combustión, bien como madera, bien como carbón de leña. Pero también pueden, mediante diversos procesos, obtenerse de ellas gas o alcohol, combustibles que después se emplearán para vehículos o para generar electricidad (De Ulloa, 2018).

- Geotérmica:

Podemos considerarla como la energía que encierra la Tierra en forma de calor, y que ha sido producida fundamentalmente en la desintegración de las sustancias radiactivas de su núcleo. Este calor tiende a difundirse en el interior hasta escapar por la superficie de la corteza terrestre. Esta energía sería suficiente para cubrir las necesidades mundiales si pudiera aprovecharse, pero la energía geotérmica es una energía difusa y de difícil aprovechamiento. La energía geotérmica ha sido utilizada por el hombre desde los tiempos más remotos. En la actualidad se intenta buscar la forma de aprovechar esta inmensa cantidad de energía que encierra la Tierra en forma de calor y que, salvo casos aislados, queda desaprovechada o perdida (De Ulloa, 2018).

- Energía mareomotriz:

Esta energía es la que aprovecha el ascenso y descenso del agua del mar que se produce por la acción gravitatoria del sol y de la luna. Es decir, se utiliza la energía de las mareas que se producen en los océanos (Emasp, 2019).

- Energía undimotriz u olamotriz:

La energía undimotriz, u olamotriz, es la energía que permite la obtención de electricidad a partir de energía mecánica generada por el movimiento de las olas. Es uno de los tipos de energías renovables más estudiados actualmente, y presenta enormes ventajas frente a otras energías renovables debido a que en ella se presenta una mayor facilidad para predecir condiciones óptimas que permitan la mayor eficiencia en sus procesos (Centro Litoral Maruca, 2014).

2. Grupos Electrógenos:

Es un dispositivo que contiene un generador eléctrico accionado mediante un motor de combustión interna. Se utilizan a menudo como sistemas de respaldo para suministrar electricidad cuando la red eléctrica falla, o allí donde el suministro convencional no llega. En algunos edificios, la disponibilidad y el adecuado funcionamiento de estos dispositivos es primordial: hospitales, centros penitenciarios, etc.(Grupo SINELEC, 2018).

En el mundo existen varios tipos de grupos electrógenos, tal es el caso de (Grupo SINELEC, 2018):

- Grupo electrógeno de Diésel

Donde la tecnología diésel proviene del sector industrial y posteriormente se adaptó a los vehículos domésticos. No es de extrañar por tanto que se trate de aparatos capaces de suministrar gran potencia.

Ideales para potencias superiores a 5 kW y para un uso intensivo, se usan a menudo en talleres, lugares remotos, etc.

- Grupo electrógeno de Gasolina:

Se trata de dispositivos económicos, apropiados para un uso más esporádico que en el caso del diésel. Ideales para potencias limitadas y usos puntuales.

- Grupo electrógeno de Nafta

Es aún más económicos que la gasolina, se emplean en potencias menores de 2 kW, aunque pueden utilizarse puntualmente para potencias más elevadas. Para pequeños establecimientos son una solución muy pragmática

- Grupo electrógenos de Gas

Su ámbito de uso es similar a los de nafta. La ventaja de los grupos electrógenos a gas es su alta eficiencia y su menor impacto sobre el medioambiente. Se trata de equipos económicos y fiables.

- Grupos electrógenos según la tensión

Existen 2 tipos de generadores de tensión:

Monofásicos: la mayoría de grupos electrógenos de baja potencia (hasta 5 kW) suministran corriente alterna a una tensión de 220V

Trifásicos: los generadores de potencia superior en cambio suelen incorporar tomas de corriente alterna a 400V.

- Grupos electrógenos según la norma ISO

Por su parte, la norma ISO-8528-1 define 4 clasificaciones de grupos electrógenos basada en las operaciones a las que se destinan estos equipos:

Potencia Auxiliar de Emergencia: se usan como máximo 200 horas, para cargas bajas y medias. Habitualmente de gasolina.

Potencia Auxiliar: uso de entre 200-500 horas.

Potencia Principal: tiempo de uso ilimitado. Muy empleados en industria, obras, etc. y alimentados por diésel o gasoil. Además, generalmente son fijos.

Potencia Continua: tiempo de uso ilimitado, cumple la misma función que el anterior, pero además se emplea en operaciones en los que es vital no cortar el suministro eléctrico. Empleado en bombeos de agua, centrales eléctricas, etc.

3. Energía termoeléctrica:

La energía termoeléctrica, también llamada energía térmica, es la energía que se genera a partir del calor. Una central termoeléctrica convencional genera energía eléctrica a partir del calor que genera la combustión de los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural.(Coelho, 2017)

La energía termoeléctrica es utilizada para generar energía eléctrica a través de la construcción de centrales termoeléctricas. Las centrales termoeléctricas convencionales o clásicas funcionan usando el calor que es liberado de un ciclo de agua-vapor termodinámico creado por calderas (Coelho, 2017).

- Tipos de centrales de energía termoeléctrica

La energía termoeléctrica es aprovechada por el humano para la generación de energía gracias a la construcción de centrales termoeléctricas. Existen varios tipos de centrales, siendo las más comunes las que se describen a continuación (Coelho, 2017):

Central termoeléctrica o térmica convencional: usan combustibles fósiles como el carbón, el petróleo o el gas natural. Usan las reacciones exotérmicas a través de la combustión de combustibles para generar el calor necesario para producir energía.

Central termoeléctrica o térmica nuclear: usan la energía nuclear dentro de los núcleos de los átomos para generar una reacción nuclear capaz de generar energía como, por ejemplo, las centrales de fisión nuclear de uranio.

Central termoeléctrica o térmica de ciclo combinado: utiliza una combinación de turbinas de vapor y de agua para procesar el gas natural alcanzando hasta un 50% más de eficiencia y energía.

Central termoeléctrica o térmica solar: estas centrales usan energía térmica del sol o de la naturaleza, por tanto, no requieren de quemar combustibles siendo un tipo de central de desarrollo sustentable.

- Ventajas y desventajas

Las ventajas de la construcción de centrales termoeléctricas para la generación de energía eléctrica se centran en que sus costes son mucho más baratos en relación con la generación de energía en forma masiva. Además, gracias a las nuevas tecnologías, las centrales termoeléctricas de ciclo combinado de gas natural, pueden alcanzar un 50% más de eficiencia que una central convencional.

Las desventajas del uso de energía termoeléctrica radican generalmente en la contaminación ambiental que produce. Algunos de sus efectos son:

- Emisiones de gas que crean efecto invernadero y lluvia ácida a la atmósfera
- Emisiones térmicas y de vapor que pueden alterar el microclima local
- Las centrales térmicas de ciclo abierto afectan los ecosistemas fluviales si vierten directamente el agua caliente como desecho de la central.
- La fuente de energía puede agotarse, ya que es finita y no es sustentable.

2.5 Caracterización de la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos

La Empresa Termoeléctrica Cienfuegos, perteneciente a la Unión Eléctrica del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) es creada bajo la Resolución No.78 del Ministro de la Industria Básica (MINBAS), aunque existe como unidad generadora desde el año 1953, con la entonces Termoeléctrica O'Bourke de la Compañía Cubana de Electricidad. En el año 1969 es creada la Central

Termoeléctrica Carlos Manuel de Céspedes”, con dos unidades de procedencia checa, ambas con capacidad de 30 MWh. En el año 1980, se concluye el proceso inversionista de las dos plantas de tecnología japonesas de 158 MWh cada una. Ya en el 2008 salen de servicio por baja técnica las dos plantas de tecnología checa, por tener un consumo específico alto, agravada por las malas condiciones técnicas. Luego se acomete una modernización a la Unidad No.4 (japonesa), donde se cambia toda la instrumentación de campo y se sustituyen las paredes de agua de la caldera.

La Central Termoeléctrica Cienfuegos tiene como Objeto Empresarial aprobado Generar y suministrar energía eléctrica, entrando en vigor mediante la Resolución No.785 de fecha 26 de noviembre del 2013 emitida por el Ministerio de Economía y Planificación. En la actualidad cuenta con recursos humanos, medios e instalaciones que le permiten cumplimentar este objeto, con potencialidades necesarias para ampliar el alcance de sus acciones a nuevas actividades.

La empresa tiene como estrategia definida lograr la integración de todas sus divisiones estructurales hacia la identificación y satisfacción de los requisitos y expectativas de sus clientes, tanto internos como externos. Establece la dirección por objetivos como método participativo y herramienta principal para proponerse en cada período metas superiores que consoliden el nivel alcanzado, y a su vez, propicien el salto al siguiente. Para ello identifica y jerarquiza los valores compartidos en la organización, potenciando su incorporación al sistema de dirección como motivación personal en el desarrollo deseado para el logro de la meta prevista como se muestra en la Figura 2.13.



Figura 2.13: Valores empresariales compartidos de la Empresa Termoeléctrica Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia

Como soporte para la materialización de la estrategia integrada de la empresa se identifican las áreas de resultados claves: contabilidad, finanzas, contratación, innovación, técnica, capital humano, seguridad y salud, protección física y gestión ambiental, asegurándose que todo el personal disponga de la preparación, calificación y formación requerida, así como de los recursos necesarios para el logro del objetivo identificado.

A partir de lo enunciado, se identifican como objetivos globales de la empresa para el año 2020 los siguientes:

- Elevar el desempeño energético, alcanzando en la generación un consumo específico bruto de combustible de 252.3 g/kwh y un factor de insumo de 7.48 %, garantizando un factor de potencia disponible de 76.3 % y un factor de emisiones gaseosas de CO₂ de 0,783 t CO₂/mwh.
- Elevar el desempeño en la actividad de mantenimiento, que permita la ejecución del plan previsto para el año para ambas unidades, garantizando un aprovechamiento de la fuerza de trabajo de un 85 %.
- Ampliar el alcance del Sistema de Gestión Integrado certificado, alcanzando la conformidad para la certificación por las normas NC-ISO 45001: 2018, NC-ISO IEC 27001: 2016 y NC-ISO 50001: 2018.

Dentro de la planeación estratégica de la entidad y para el logro de las funciones tiene definida la misión y visión que se presentan a continuación:

Misión: Generar y suministrar energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional, para garantizar la satisfacción de los requerimientos y necesidades crecientes de nuestro cliente, con un alto nivel de profesionalidad y cultura en la gestión de seguridad y salud de sus trabajadores, garantizando el necesario equilibrio con el entorno y el medio ambiente.

Visión: Consolidar la entidad como la termoeléctrica más eficiente y eficaz en el ámbito nacional, alcanzando indicadores técnico-productivos de primer nivel mundial, manteniendo y priorizando la cultura en la gestión de seguridad, salud y medio ambiente, sobre sólidos valores y un alto sentido de pertenencia de los trabajadores, caracterizado, además, por una elevada gestión de los recursos humanos.

La Empresa Termoeléctrica Cienfuegos se encuentra conformada por la Dirección General, tres direcciones funcionales y tres Unidades Empresariales de Base (UEB) presupuestadas, dicha estructura se muestra en el organigrama de la organización (Ver **Anexo No.6**).

La plantilla general de la empresa es de 418 trabajadores, 325 son hombres y 93 son mujeres. La Figura 2.14 muestra cómo se encuentran distribuidos por las diferentes áreas.

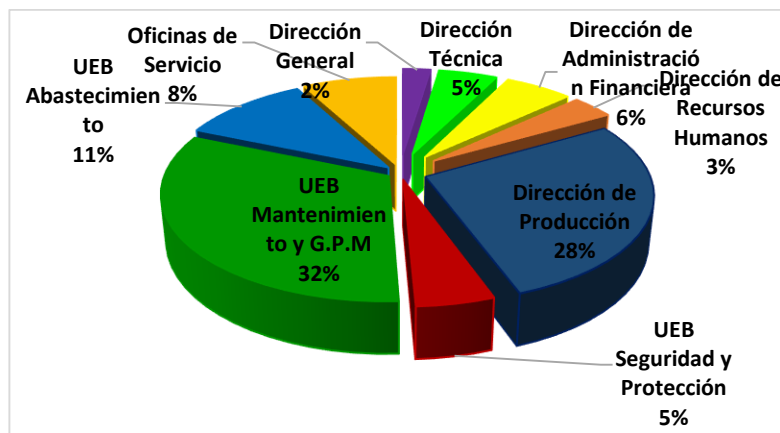


Figura 2.14: Porcentaje de trabajadores distribuidos por las diferentes áreas. Fuente: Elaboración propia.

La empresa cuenta con 171 operarios, 214 técnicos, ningún administrativo, 8 cuadros y 25 vinculados al servicio. En la figura 2.15 se puede observar el porcentaje de trabajadores según la categoría ocupacional

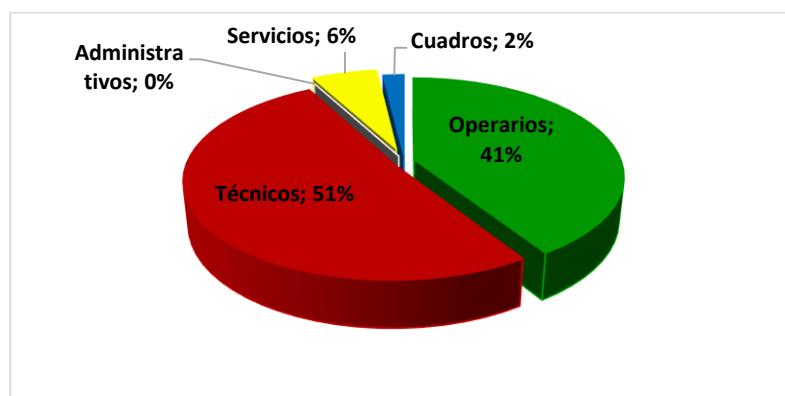


Figura 2.15: Porcentaje de trabajadores según su categoría ocupacional. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2.16 se muestra la cantidad y el porcentaje de trabajadores por nivel de escolaridad que existe en la empresa.

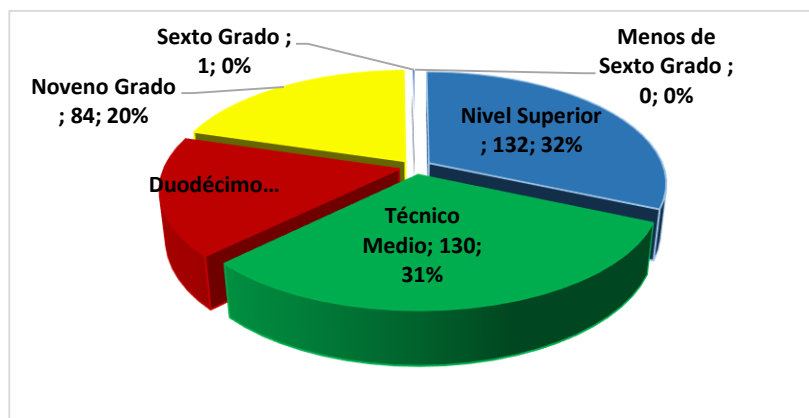


Figura 2.16: Cantidad y porcentaje de trabajadores por nivel de escolaridad. Fuente: Elaboración propia.

La Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos cuenta con una amplia gama de proveedores y clientes, que se muestran en el Diagrama SIPOC del **Anexo No.7**.

En la entidad se encuentran implementados y certificados varios Sistemas de Gestión como son:

- Norma Cubana NC ISO 9001: 2015 Sistemas de gestión de la Calidad. Requisitos.
- Norma Cubana NC ISO 14001: 2015 Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos para su uso.
- Norma Cubana NC ISO 45001: 2018. Sistemas de Seguridad y Salud en el Trabajo. Requisitos por orientación para su uso.
- Además, se tiene el certificado por la implementación de un Sistema Integrado de Gestión con alcance a las tres normas antes mencionadas.

Con el fin de implementar la NC ISO 50001:2018 la empresa decide hacer un estudio de su gestión energética para lo cual se realiza el Análisis de Brechas para determinar en qué posición se encuentra dicha entidad.

2.6 Análisis de brechas basado en la NC ISO 50001:2018

Para iniciar la implementación de un sistema de gestión de la energía, la organización debe realizar una evaluación preliminar sobre su estado actual en gestión energética e identificar el estado en que se encuentra frente al cumplimiento de la Norma ISO 50001:2018, mediante un análisis de brechas.(SGIE, 2013)

El análisis de brechas se define como un método para evaluar las diferencias entre el desempeño real y el desempeño esperado en una organización o negocio. El término “brecha” se refiere al espacio entre “donde estamos ahora” (el estado actual) y donde “queremos estar” (el estado objetivo). Un análisis de brechas también puede ser referido como análisis GAP: evaluación de necesidades o análisis de brechas de necesidades.(Mundombe Barros, 2019)

En el **Anexo No.8** se encuentra el formato de análisis de brechas utilizado, el procesamiento del mismo permite a la empresa obtener un puntaje que le indica cualitativamente qué tan cerca se encuentra del cumplimiento de todos los requisitos de la norma.

La calificación numérica se asigna como 1: No cumple, 2: En proceso, 3: Cumple. En este constatar en la Tabla 2.9.

Se le aplica el análisis de brecha a un grupo de 7 de trabajadores, estos fueron los únicos que se encontraban en condiciones de atendernos y con el previo conocimiento.

- Director de abastecimiento: Obel Clavero Moreno
- Director de producción: Denis Escalona Tillet
- Director de Recursos Humanos: Placido Cabrera Suarez
- Jefe de taller de mecánica: Andrés Pérez Fraga
- Director de la UEB de servicios: Eduardo Rojas Pérez
- Jefe de Brigada de PTQA: José Miguel Castillo
- Especialista de área de producción: Francisco Berroa Borrel

Tabla 2.9: Procesamiento de las encuestas aplicadas en la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia

Requisitos	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	EV		
1	5	8	6	9	5	7	8	2,285714286		2
2	33	49	49	51	33	51	51	2,663865546		3
3	8	18	17	18	9	17	18	2,5		3
4	48	98	99	102	48	98	98	2,483193277		3
5	26	70	68	75	23	71	68	2,291428571		2
6	33	85	88	87	33	85	85	2,443349754		2
							CPT	2,444591906	% de avance	50 %

1. $(Ev. = \frac{\sum_{i=1}^n v}{n})$

La evaluación del Requisito está dada por la Σ de las calificaciones de las variables divididas entre el número de variables del Requisito (Es el valor medio de las calificaciones obtenidas para los requisitos)

Requisito:

$$1-Ev = \frac{48}{21} = 2,28$$

$$2-Ev = \frac{317}{119} = 2,66$$

$$3-Ev = \frac{105}{42} = 2,50$$

$$4-Ev = \frac{591}{238} = 2,48$$

$$5-Ev = \frac{401}{175} = 2,29$$

$$6-Ev = \frac{496}{203} = 2,44$$

$$2. \quad CPT = \frac{\sum_{i=1}^6 Ev}{6}$$

La Calificación Promedio Total (CPT) de la empresa es el valor medio de la calificación de los requisitos

$$CPT = \frac{14,67}{6} = 2,44$$

$$3. \quad \% avances = \frac{\sum N^{\circ} Req.con 3}{N^{\circ} Req.total} * 100$$

El % de avance es el N° de Requisito evaluado de 3 entre el número de Requisitos totales.

$$\%avances = \frac{3}{6} * 100 = 50\%$$

4. La representación gráfica del cumplimiento de los requisitos puede mostrarse como la representación dada en la siguiente figura para evaluaciones supuesta de cada requisito.

La Figura 2.17 presenta la verificación del cumplimiento a partir de una calificación de los seis requisitos apreciándose que el compromiso de responsabilidad de la alta dirección (2,66) y la Política energética (2,50) son puntos claves.

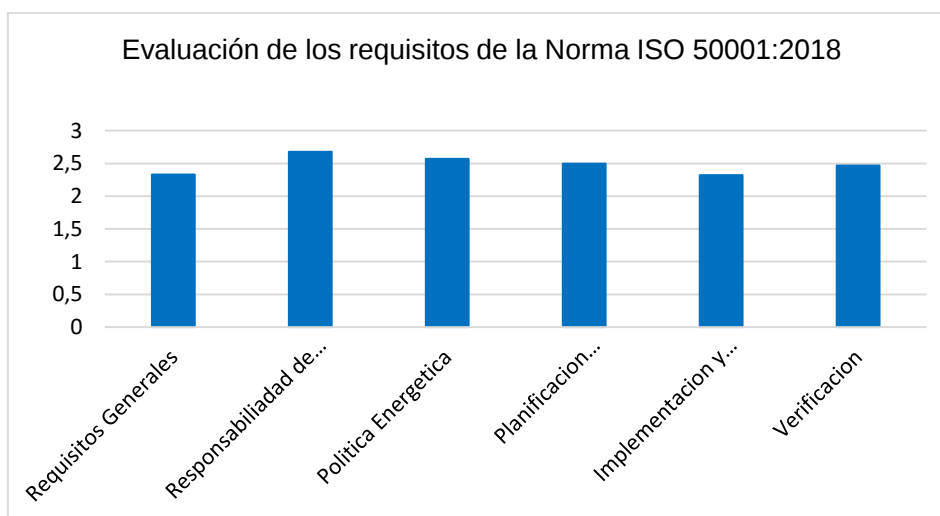


Figura 2.17: Evaluación de los requisitos de la Norma ISO 50001:2018. Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia

2.7 Conclusiones Parciales

1. La producción de energía en Cuba se clasifica en producción de energía primaria y secundaria, la energía primaria se refiere al proceso de extracción, captación o producción de portadores energéticos naturales, mientras que la energía secundaria son los productos resultantes de las transformaciones o elaboración a partir de portadores energéticos naturales.
2. En Cienfuegos la generación bruta de energía eléctrica por fuente productora está dada por las empresas de servicio público, siendo estas las de mayor generación, y por la industria azucarera y los portadores energéticos que se producen en la provincia de Cienfuegos son el bagazo, la leña, el carbón vegetal y derivados del petróleo.
3. En la actualidad se pueden encontrar muchas fuentes generadoras de energía, al margen de la electricidad, que pueden ser beneficiosas no solo en nuestras vidas, sino que además permitirán cuidar del medio ambiente.
4. La Central Termoeléctrica Cienfuegos tiene como Objeto Empresarial aprobado Generar y suministrar energía eléctrica.
5. Al realizar el Análisis de Brechas a partir de una calificación de los seis requisitos, este arroja que el compromiso de responsabilidad de la alta dirección (2,68) y la Política energética (2,57) son puntos clave en la organización. Además, dicha entidad presenta un 50% de cumplimiento de los requisitos

Capítulo III

Capítulo III: Diagnóstico preliminar de los portadores Combustible de Generación y Combustible de Transporte en la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos.

En el presente capítulo se realiza un breve diagnóstico energético en la empresa objeto de estudio, específicamente en el portador combustible generación y combustible de transporte.

3.1 Portadores utilizados en la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos.

La institución satisface sus necesidades energéticas con el uso de 4 portadores: electricidad, combustible de generación, combustible de transporte y agua. En la **figura 3.1** se muestra un diagrama de bloque con el uso final de cada uno de estos portadores dentro de la termoeléctrica

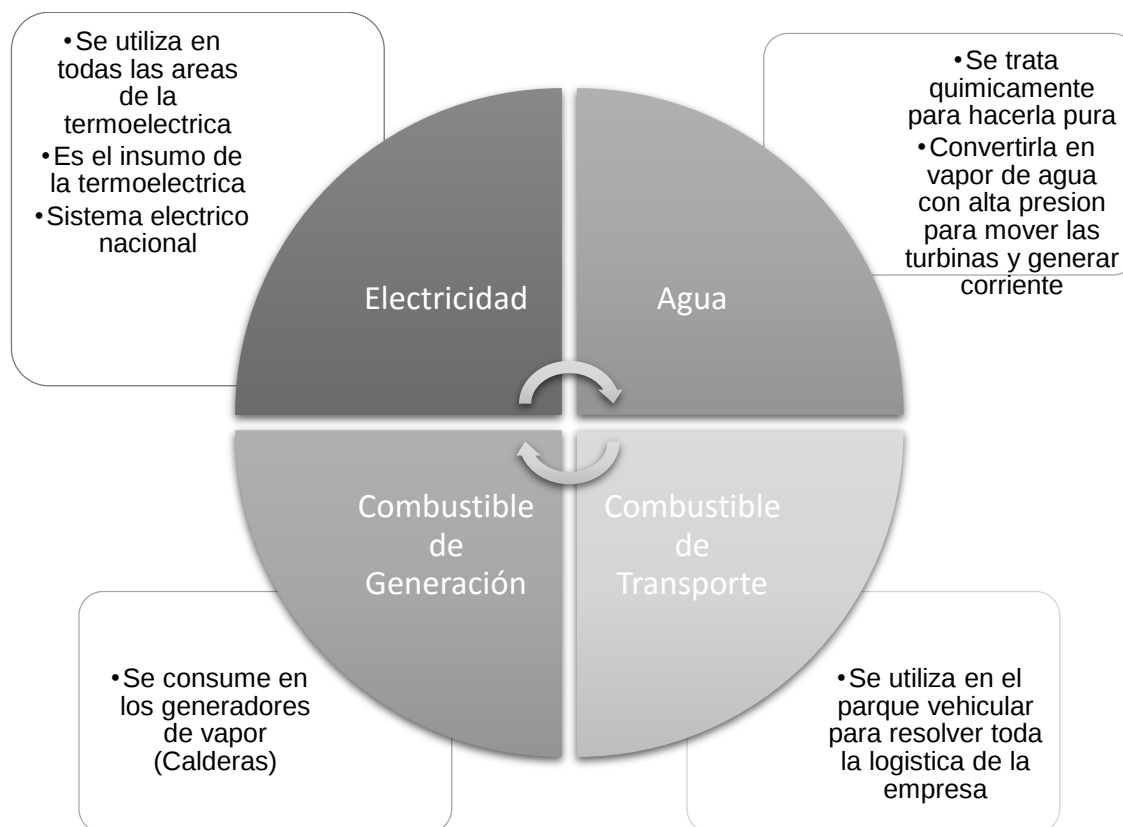


Figura 3.1: Uso final de los portadores en la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia

3.3 Guía con base en la norma ISO 50001

La guía tiene como objetivo exponer herramientas y procedimientos, dar ejemplos de su aplicación para que las organizaciones puedan contar con una referencia técnica apropiada, y proporcionar ilustraciones sobre “qué hacer” y “cómo hacer” para establecer, implementar, mantener y mejorar el Sistema de Gestión de la Energía. (Prias Caicedo & Campos Avella, 2013)

En la figura 3.3 se observa un hilo conductor del diagnóstico preliminar a efectuar en la Empresa Termoeléctrica “Carlos Manuel de Céspedes” de Cienfuegos.

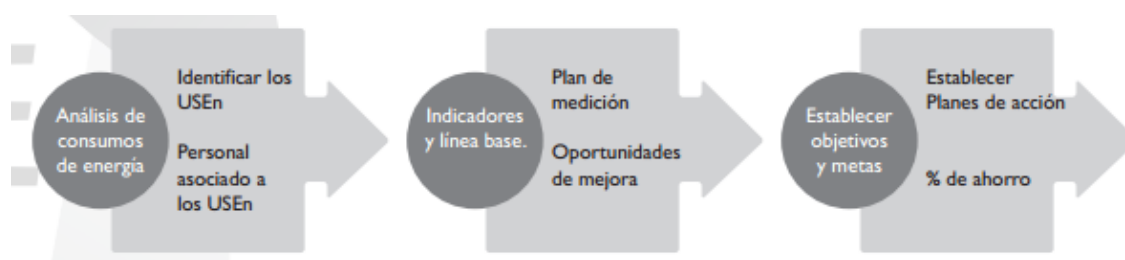


Figura 3.3: Metodología para el diagnóstico a partir de la norma ISO 50001:2018. Fuente: (Prias Caicedo & Campos Avella, 2013)

3.2 Análisis del consumo de los principales portadores energéticos de la entidad.

El analizar el consumo de los portadores energéticos nos permite determinar cuál o cuáles de estos son los de mayor efecto en el consumo de la Empresa Termoeléctrica “Carlos Manuel de Céspedes” de Cienfuegos, comúnmente se representan en un diagrama de Pareto con el fin de determinar el nivel de utilización, el consumo de estos portadores energéticos llevados a Toneladas de Combustible Convencionales (TCC), lo cual se hace para los años 2016, 2017, 2018 y 2019. La **figura 3.2** presentan el consumo de estos portadores energéticos en los últimos cuatro años representados en TCC.

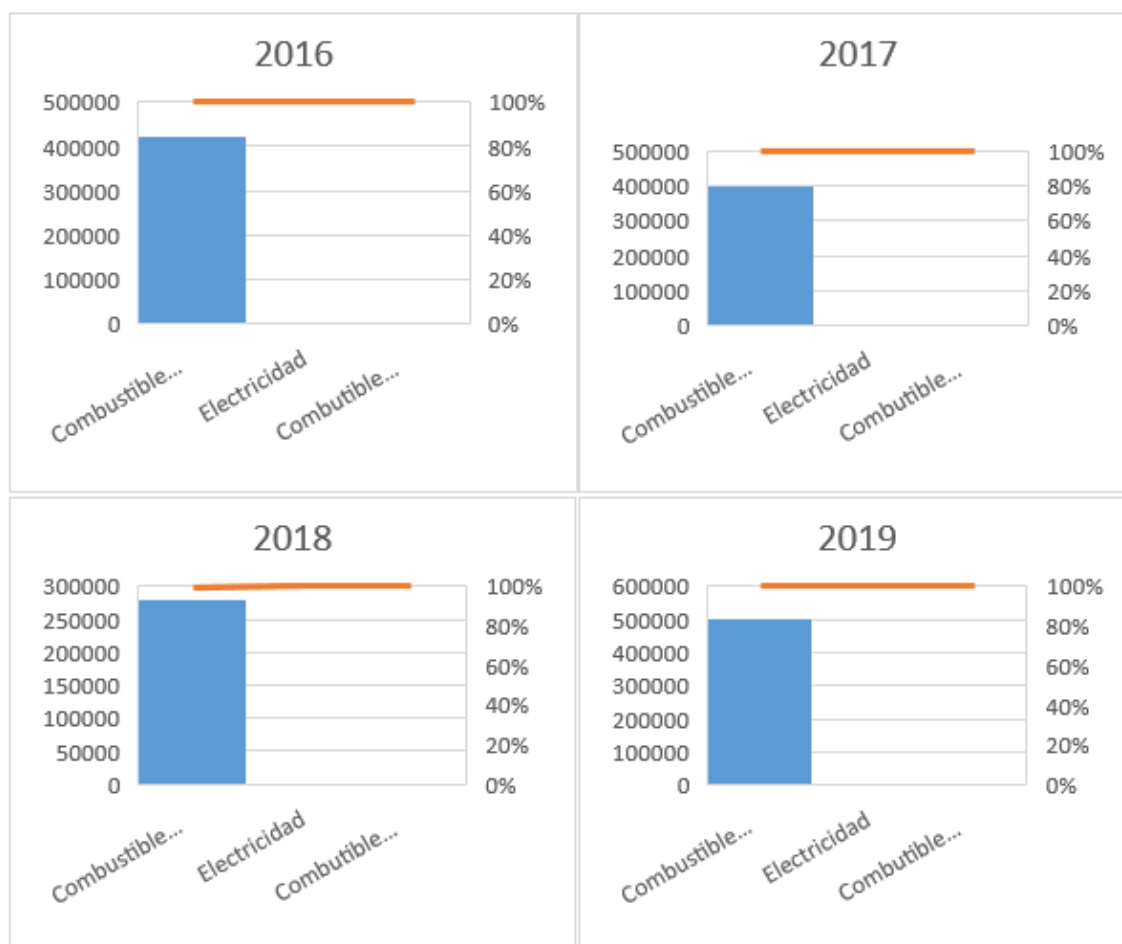


Figura 3.2: Diagrama de Pareto de los portadores energéticos de la Termoeléctrica. Fuente: Elaboración Propia.

El análisis anterior arroja que el portador energético más consumido en la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos es el Combustible de Generación, lo cual se entiende por ser el de mayor utilización para cumplir con el objetivo de la Termoeléctrica que es generar corriente.

Además de este, en la presente investigación se analiza el Combustible de Transporte también por ser de interés para los directivos de la entidad.

Se decide basar el diagnóstico energético de la empresa en la Guía establecida por la ISO 50001:2018, debido a que constituye un objetivo para la misma poder certificarse en un futuro cercano con dicha norma.

3.3.1 Análisis de consumos de energía

3.3.1.1 Combustibles de Generación

Para el análisis del consumo de energía eléctrica se tuvo en cuenta los datos disponibles de los años 2016, 2017, 2018 y 2019, y los locales de mayor consumo dentro de la empresa, como se puede apreciar en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Consumo de Combustible de Generación por años. Fuente: Elaboración Propia

	U/M	Real Año			
		2016	2017	2018	2019
Fuel Oíl	ML	429035,31	403128,45	281986,78	425957,49
Crudo	ML	0,00	0,00	0,00	80099,21
Diésel	ML,	434,63	407,92	1021,42	900,46

A partir, de los datos recopilados se procede a elaborar un Diagrama de Tendencia y un Diagrama de Barras de dicho portador con el objetivo de apreciar con claridad el año de mayor consumo y combustible más consumido dentro de la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos, dicho análisis se muestra a continuación en las figuras 3.4 y 3.5.

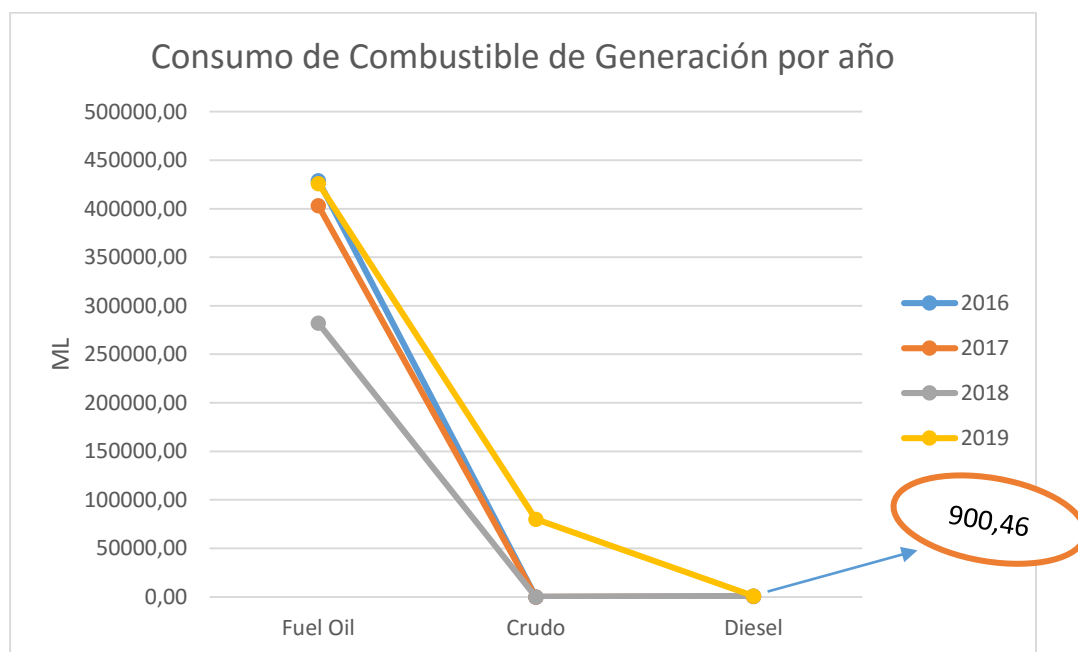


Figura 3.4: Consumo de Combustible de Generación por año. Fuente: Elaboración Propia.

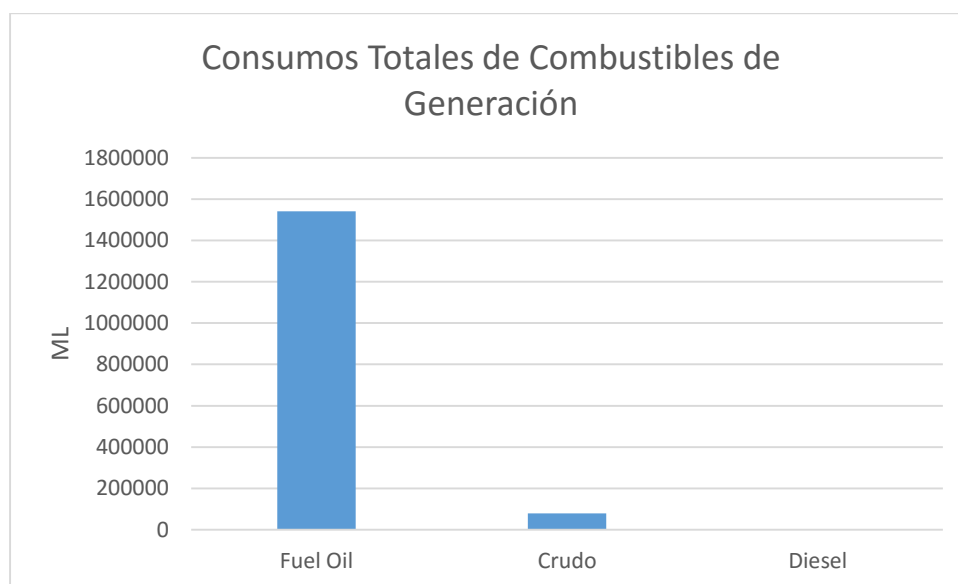


Figura 3.5: Consumos Totales de combustibles en los 4 años estudiados. Fuente: Elaboración Propia.

A partir de este análisis se determina que el año de mayor consumo fue el 2016, con valor significativo y el combustible de mayor consumo fue el Fuel Oil.

3.3.1.2 Combustibles de Transporte

De igual forma que con el Combustible de Generación, para el estudio del Combustible de Transporta se toman los mismos años de referencia, 2016, 2017, 2018 y 2019, como se puede apreciar en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Consumo de Combustible de Transporte por años. Fuente: Elaboración Propia

	U/M	Real Año			
		2016	2017	2018	2019
Diésel Transp.	ML	38,93	38,61	45,05	34,10
Gasolina B-83	ML	3,85	3,84	3,63	2,91
Gasolina B-91	ML	26,36	26,27	24,37	18,60
Gasolina B-94	ML	14,06	11,21	14,51	12,45

A partir de dichos datos se confecciona un diagrama que permite determinar que el año de mayor consumo fue el 2018, esto se evidencia en la figura 3.6.

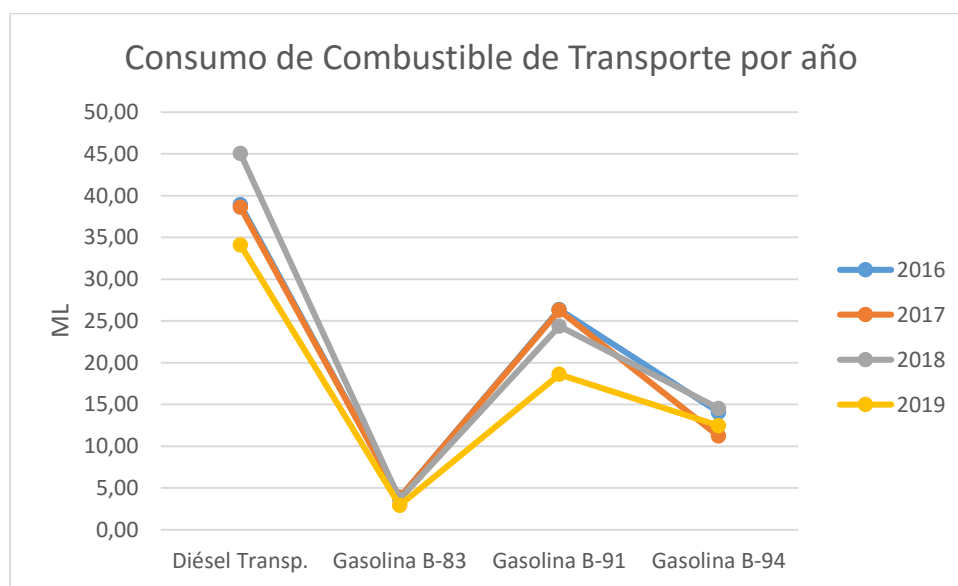


Figura 3.6: Consumo de combustible por años. Fuente: Elaboración Propia.

A partir del segundo semestre del 2019 se presentó en el país la situación crítica con el combustible por lo que desde este momento se han recibido menores asignaciones de los combustibles.

3.3.1.3 Personal asociado

El personal asociado para el portador combustible de generación es todo aquel que pertenecen a las operaciones (operadores de calderas, bombas, etc.). En cuanto al combustible de transporte son los directivos y personal de compras.

3.3.2 Indicadores y Línea Base

3.3.2.1 Línea Base

Las líneas Base y Meta quedan establecidas como se muestra en la figura 3.7, esto se ha obtenido a partir de un estudio hecho previamente en la empresa, debido a que por cuestiones ajenas a nuestra voluntad no ha sido posible realizarlo en este momento.

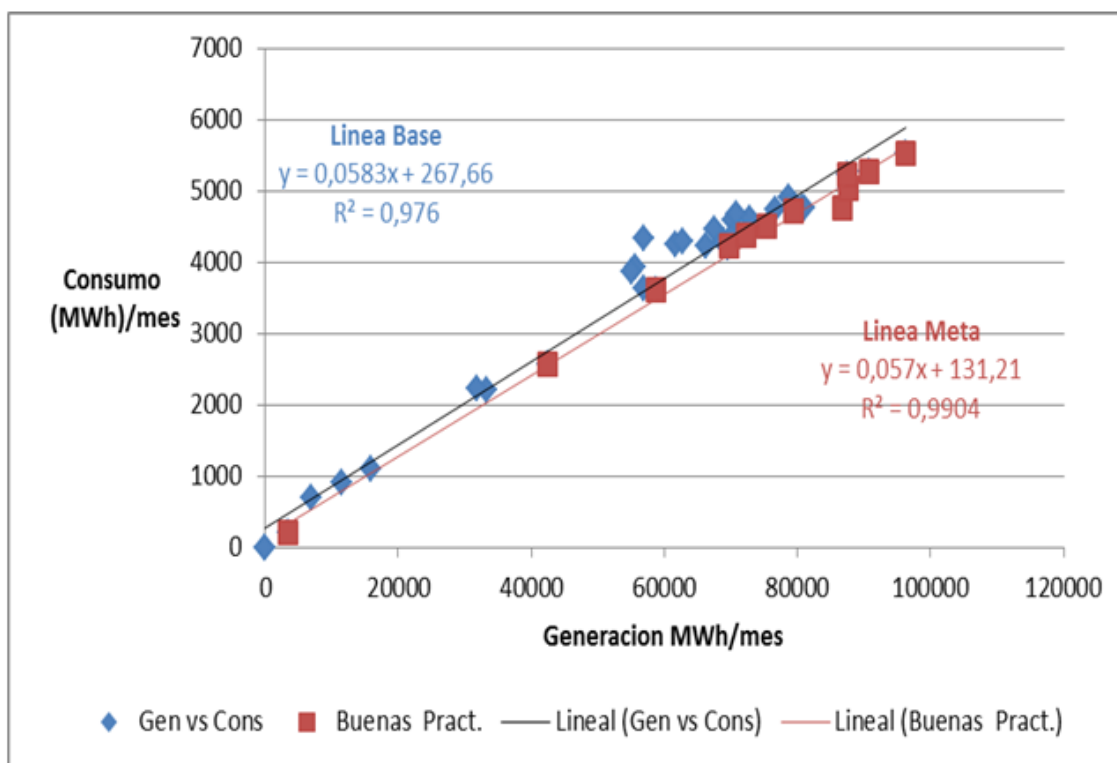


Figura 3.7: Línea Base (LB) y Línea Meta (LM). Fuente: CTE.

La LBE posee una correlación de los datos $R^2 = 0.976$, correlación excelente. La energía no asociada la generación es $E_0 = 267.66$ MWh/mes lo que representa un 6.93% del consumo medio en el periodo que se analiza, y el incremental del consumo de energía por generación es de 0.0583.

Tomando en cuenta las buenas prácticas de operación (consumos por debajo de la LBE), se construye la LM con el objetivo de tener una meta basada en hechos sobre el cual dirigir los esfuerzos en aras de buscar un desempeño energético favorable. La correlación del modelo 'meta' es de $R^2 = 0.99$, mayor a la LBE confirmando así que existe una mayor dependencia de los consumos energéticos con la generación.

3.3.2.2 Indicadores de desempeño energético

Entre los principales indicadores que se presentan en la Central Termoeléctrica Carlos Manuel de Céspedes se encuentran los que se muestran en las tablas 3.3 y 3.4:

Tabla 3.3: Consumo Específico Bruto. Fuente: Elaboración Propia

	Consumo Específico Bruto					
	Mes			Acumulado		
	Real AA	Plan	Real	Real AA	Plan	Real
CMC-3	247,60	250,50	244,39	247,60	250,50	244,39
CMC-4	250,98	252,76	247,35	250,98	252,76	247,35
CTE	249,29	251,54	245,75	249,29	251,54	245,75

Consumo Específico Bruto: Se cumple con este indicador en ambas unidades y a nivel de Empresa tanto en el mes como en el acumulado, siendo inferior en 5.78 g/kWh con respecto al Plan del mes con un ahorro de 947 t equivalentes de combustible y en el acumulado es inferior en 5.78 % con un ahorro de 947 t equivalentes de combustible. Con respecto al real alcanzado el año anterior es inferior en ambas unidades y a nivel de Empresa tanto en el mes como en el acumulado.

Tabla 3.4: Consumo de Combustible. Fuente: Elaboración Propia.

		Consumo de Combustible					
		Mes			Acumulado		
	U/M	Real AA	Plan	Real	Real AA	Plan	Real
Fuel Oíl	Ton-eq	35066,13	41142,40	40215,56	35066,13	41142,40	40215,56

Consumo de Combustible: Se cumple con este indicador en cuanto al consumo real sobre el plan, pero sin embargo se ve un deterioro con respecto a igual periodo del año anterior. Lo mismo pasa con el combustible acumulado.

3.3.2.3 Propuesta de mejoras

En la tabla 3.5 se muestra un resumen de las intervenciones a realizar luego de identificar y analizar las debilidades detectadas, basadas en la técnica 5W y 1H, quedando pendiente a establecer el monto de cada medida (cuanto), lo cual debe ser realizado por el Especialista en Recursos Humanos encargado de la organización de trabajo y Dirección de capital Humano de la Termoeléctrica de Cienfuegos.

Tabla 3.5: Propuesta de mejoras mediante la técnica 5W y 1H: Fuente: Elaboración Propia.

Qué	Por qué	Cuándo	Dónde	Quién	Cómo
Ejecutar los mantenimientos en los plazos previstos	Para mantener la eficiencia de los mismos	2 mantenimientos ligeros y 1 parcial al año	En las Plantas Generadoras	Personal de mantenimiento y personal EMCE	Con las indicaciones del fabricante

Realizar cálculo de los sobreconsumos del combustible.	Para mantener la eficiencia	Diariamente	Grupo de régimen	Operadores, especialista de índice	Cumplimiento de la disciplina tecnológica
Mantener la disponibilidad de los Sistemas de Limpieza Continua de los condensadores.	Para mantener la eficiencia	Quincenalmente	En los condensadores	Brigada de limpieza de condensadores	Limpieza según especificaciones técnicas y fuera de horario pico
Control del Consumo de Combustible automotor, Gasolina y Diésel	Para evitar paradas y asegurar la logística de la empresa	Diario	Taller de Transporte	Técnico de explotación de transporte	Con las relación consumo vs km recorrido
Chequeos quincenales del estado de los Índices de Consumo de cada vehículos	Comprobar el uso adecuado de combustible	Quincenal	Taller de transporte	Técnico de explotación de transporte	Con las medidas de control

Análisis riguroso y exigencia en el llenado de las hojas de ruta	Para controlar el uso del combustible	Diario	Parque vehicular	Energético, Choferes	Llenado de hojas de ruta
Realizar las pruebas del litro a los vehículos según plan establecido y siempre que ocurra una desviación significativa del índice de consumo	Para controlar el uso del combustible	Según el programa	Taller de transporte	Técnico de explotación de transporte	Realizando recorridos para medir los consumos de combustible

3.4 Conclusiones Parciales

1. La entidad satisface sus necesidades energéticas con el uso de cuatro portadores: electricidad, agua, combustibles de generación y combustibles de transporte.
2. El portador energético más consumido en la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos es el combustible de generación, lo cual se entiende por ser el de mayor utilización para cumplir con el objetivo de la Termoeléctrica que es Generar Corriente.
3. El año de mayor consumo de combustible de generación fue el 2016, con un valor significativo y el combustible de mayor consumo fue el fuel oil
4. En el combustible de transporte el año de mayor consumo fue el 2018 y el más consumido fue el Diésel de Transporte

5. Quedan establecidas oportunidades de mejora, que una vez llevadas a cabo permitirán a la empresa una reducción en los consumos de dichos portadores y, por tanto, una mejor gestión de su energía.

Conclusiones Generales

Conclusiones Generales

1. La gestión energética en centrales termoeléctricas ha demostrado la importancia que tiene para las empresas hoy en día tener implantado un Sistema de Gestión de la Energía que les permita disminuir sus costos energéticos, reducir sus emisiones, tener una mayor eficiencia operacional y por tanto mejorar la imagen corporativa de la empresa
2. La producción de energía en Cuba se clasifica en producción de energía primaria y secundaria; en Cienfuegos la generación bruta de energía eléctrica por fuente productora está dada por las empresas de servicio público, y los portadores energéticos que se producen en la provincia de Cienfuegos son el bagazo, la leña, el carbón vegetal y derivados del petróleo.
3. La entidad satisface sus necesidades energéticas con el uso de cuatro portadores: electricidad, agua, combustibles de generación y combustibles de transporte.
4. El portador energético más consumido en la Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos es el combustible de generación, lo cual se entiende por ser el de mayor utilización para cumplir con el objetivo de la Termoeléctrica que es Generar Corriente.
5. Del estudio se derivan oportunidades de mejoras a implementar en la empresa para disminuir el consumo de energía, algunas de ellas son: realizar cálculo de los sobreconsumos del combustible, realizar las pruebas del litro a los vehículos según el plan establecido y siempre que ocurra una desviación significativa del índice de consumo, entre otras.

Recomendaciones

Recomendaciones

1. Continuar con la implementación del sistema de gestión de energía en la Central Termoeléctrica Carlos Manuel de Céspedes tomando como base para su desarrollo la NC ISO 50 001:2018.
2. Analizar otras actividades dentro de la termoeléctrica con marcada influencia en el consumo de energía con vistas a elaborar la línea base energética e IDEn definitivos para la entidad.
3. Presentar la guía y la caracterización energética realizada al energético para su valoración.

Bibliografía

Bibliografía

- AENOR certifica a GESTAGUA como la primera empresa en obtener la nueva certificación ISO 50001 de Gestión Energética. (2019). AENOR. <https://www.aenor.com/conocenos/sala-de-informacion-aenor/notas-de-prensa/aenor-certifica-a-gestagua>
- AIE. (2018). *World energy outlook 2018*.
<https://webstore.iea.org/download/summary/190?fileName=Spanish-WEO-2018-ES.pdf>
- AIE. (2019). *World energy outlook 2019*.
<https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/Energia/CC/06Divulgacion/C3/B3n/6cDocumentacion/6cBWEO/Ficheros/WEOSpanish2019.pdf>
- Alves, T. (2019). *El rol de la energía renovable y el almacenamiento de energía para el acceso universal, complementariedad e integración energética regional*. Seminario taller para el diseño de planes de acción y generación de datos para el monitoreo del Objetivo de Desarrollo Sostenible.
<https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/tulioalves1.pdf>
- Blanco ,J. M, & Peña,F. (2011). *Incremento de la Eficiencia en Centrales Termoeléctricas por Aprovechamiento de los Gases de la Combustión* (N.º 4). 22(4), Article 4.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000400003>
- BP Energy Outlook 2019 edition. (2019). <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>
- BP Energy Outlook 2019: *El mundo de la energía está cambiando*. (2019). Fundación para la Eficiencia Energética y el Medio Ambiente. <http://www.f2e.es/es/bp-energy-outlook-2019-el-mundo-de-la-energia-esta-cambiando>

Campillo Sabina, E. (2018). *Diagnóstico energético al municipio de Cienfuegos*. Universidad de Cienfuegos.

Castrillón, E., Quispe, E., González, A., & Fandiño, A. (2016). *Metodología para la Implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía. Fundamentos y casos prácticos*. Universidad Autónoma de Occidente.

Central Quintero de Endesa: Primera empresa en certificar su Sistema de Gestión Energética con ISO 50001. (2014). Revista ElectroIndustria. <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2324>

Centro Litoral Maruca. (2014). *Energía Undimotriz u Olamotriz*. Centro de Interpretación del Litoral La Maruca. <https://centrolitoralmaruca.wordpress.com/2014/03/23/energia-undimotriz-u-olamotriz/>

Coelho, F. (2017). *Energía termoeléctrica*. significados. <https://www.significados.com/energia-termoelectrica/>

Colectivo de Autores. (s. f.). *Guía para la implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía*.

Colectivo de Autores. (2010). *Estrategia Energética de Euskadi 2010*.

Comisión Europea. (2019a). *Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones*.

<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/ES/COM-2019-225-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>

Comisión Europea. (2019b). *Informe de la Comisión al Parlamento Europeo Y al Consejo*.

<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/ES/COM-2019-224-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>

Comité Español del Consejo Mundial de la Energía. (2019). *Energía y Geoestrategia 2019*. Instituto Español de Estudios Estratégicos.

<http://www.ieee.es/Galerias/fichero/cuadernos/Energiaygeoestrategia2019.pdf>

Cortés, C. (2016). *Acuerdo de Comunicación de la Estrategia Energética de Euskadi 2030*.

Crespo, G, Monteagudo, J. P, Montesino, M, Cruz, I, & Cabrera, J. L. (2019). La gestión energética en la fabricación de piensos balanceados en Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 11(1), 249-256.

DCEF. (2012). *Manual de Eficiencia Energetica*. Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas".

https://www.researchgate.net/publication/289614073_MANUAL_DE_EFICIENCIA_ENERGETICA/ink/56909fa408aed0aed810fd40/download

De Ulloa, A. (2018). *Fuentes de Energía*.

<http://www.iessandoval.net/ulloa/quimica/cursoulloa/segundo/pdf/tema4ener1.pdf>

Del Castillo, J. I. (2017). *Panorámica energética mundial 2017*.

<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/PRIMERA%20NOTA.pdf>

Del Castillo, J. I. (2018). *Perspectiva energética global 2018*.

<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/411/NOTA.pdf>

Delgado, C, & Planelles, M. (2017). *El mundo consumirá un 30% más de energía en 2040 y se aleja de cumplir el Acuerdo de París*. El País.

https://elpais.com/economia/2017/11/14/actualidad/1510661591_352717.html

División de desarrollo sustentable. (2016). *Guía de buenas prácticas en el uso de agua para refrigeración de centrales termoeléctricas*. Ministerio de Energía.

http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/ucm/publicaciones/Guia_Buenas_Practicas_Termoelectrica.pdf

División de Estadística de las Naciones Unidas, Agencia Internacional de la Energía, Agencia Internacional de Energías Renovables, Banco Mundial, & Organización Mundial de la Salud.

(2019). *Seguimiento del ODS 7. Informe sobre los avances en materia de energía. Aspectos destacados*. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/31752/Tracking-SDG-7-SPHighlights.pdf>

Emasp. (2019). *Fuentes de energía renovable para producir electricidad*. Energía renovable.

<https://emas.org/blog/fuentes-de-energia-renovable-producir-electricidad/>

Fernández, C. (2017). *Panorámica energética mundial*.

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/3823/fichero/1.2+Panor%C3%A1mica+Energ%C3%A9tica+Mundial.pdf>

FGV Energía. (2018). *Un análisis comparativo de la transición energética en América Latina y Europa*.

https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=60691a11-3ba7-d739-5de6-06df4600f994&groupId=252038

García, J. M. (2018). *Cómo adaptarse a la nueva ISO 50001* [Revista científica]. AENOR.

<https://revista.aenor.com/341/como-adaptarse-a-la-nueva-iso-50001.html>

García, H. (2019). *Energía auténticamente cubana*. Juventud Rebelde.

<http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2019-06-03/energia-autenticamente-cubana>

González, A. (2016). *Propuesta para la implementación de la Norma ISO 50001 en Centrales Azucareros, como Sistema de Gestión Eficiente de la Energía* [Tesis de maestría]. Universidad de Cienfuegos.

Granda, L. F. (2019). *Propuesta metodológica para implementación de un sistema de gestión de energía (SGE) en edificaciones, apoyado en la norma UNE-EN ISO 50001:2018*. Universidad Técnica Particular de Loja.

Grupo SINELEC. (2018). *Grupos electrógenos: tipos y características*. SINELEC.

<https://gruposinelec.com/grupos-electrogenos-tipos-y-caracteristicas/>

Hormaeche, J. I, Pérez, A, & Sáenz, T. (2008). *El petróleo y la energía en la economía. Los efectos económicos del encarecimiento del petróleo en la economía Vasca* (1ra Edición). Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/estudios_publicaciones_dep/es_publica/adjuntos/petroleo_y_energia.pdf

La Central Termoeléctrica Antonio Guiteras trabajará con mayor responsabilidad. (2019). Mesa Redonda. <http://mesaredonda.cubadebate.cu/noticias/2019/09/13/la-central-termoelectrica-antonio-guiteras-trabajara-con-mayor-responsabilidad/>

Maestre ,A.R. (2017). *Evaluación y optimización de la variabilidad de procesos de plantas termoeléctricas con sistemas de gestión energética utilizando herramientas Seis Sigma* [Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63971/AlfonsoMaestre.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Maestre,A. (2014). *Sistema de Gestión Energética (SGE) en la central Termozipa. Bajo la metodología ISO 50001 (Eficiencia Energética)*.

https://d35wpiwwda7ism.cloudfront.net/sites/www.voltimum.com.co/files/pdflibrary/parte_8_sistema.pdf

Méndez, R. J. (2018). *Implementación del sistema de gestión de energía en el ECOI-6 Cienfuegos* [Tesis de grado]. Universidad de Cienfuegos.

Monsálvez, M. A. (2017). *Implementación de un sistema de gestión energética en plantas de generación de energía eléctrica con biomasa como combustible* [Tesina de grado, Universidad Técnica Federico Santa María].
<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23675/3560900258331UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Montoya, F. (2017). *El mercado de Equipos de Generación Eléctrica en Cuba*. <https://www.energias-renovables.com/ficheroenergias/icex.pdf>

Moreno, R, López, Y. U, & Quispe, E. C. (2018). Escenario de Desarrollo Energético Sostenible en Colombia 2017-2030. *AVANCES: INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA*, 15(1), 329-343.

Mundombe Barros, C. G. (2019). *Gestión de la energía en el Hospital Universitario "Gustavo Aldereguía Lima"*. Universidad de Cienfuegos.

Mundo, S. (2020). *Rusia y Cuba firman un acuerdo sobre centrales termoeléctricas*. Cubasi.
<http://cubasi.cu/cubasi-noticias-cuba-mundo-ultima-hora/item/98418-rusia-y-cuba-firman-un-acuerdo-sobre-centrales-termoelectricas>

Nemer, L. (2016). *Desarrollo Sostenible y Matriz Energética en América Latina*. CEDIN.
https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=7953d15d-8f4f-4dea-5ced-6c8e6930eaff&groupId=252038

Oficina Nacional de Estadística e Información. (2015). *Desarrollo de Capacidades para la Integración de Objetivos de Desarrollo Sostenible de Energía, Metas e Indicadores en los Programas*

Nacionales de Estadísticas en Países de América Latina.

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/13097Cuba.pdf>

Oficina Nacional de Normalización. (2019). *NC-ISO 50001: 2019. Sistemas de Gestión de la Energía— Requisitos con orientación para su uso.*

ONEI. (2008). *El sector energético en Cuba.*

<http://www.one.cu/publicaciones/50aniversario/estadisticas%20energeticas/Cap%C3%ADtulo%20I.%20El%20sector%20energ%C3%A9tico%20en%20Cuba.pdf>

ONEI. (2019a). *Anuario Estadístico de Cuba 2018.*

https://www.directoriocubano.info/docs/anuario_estadisticos/mineria_y_energia.pdf

ONEI. (2019b). *Anuario Estadístico de la Provincia de Cienfuegos 2018.*

ONEI. (2019c). *Anuario Estadístico del Municipio de Cienfuegos 2018.*

ONEI. (2020). *Encuesta de fuentes renovables de energía.*

Pinar, H, & Barroso, T. (2019). *Tendencias clave del consumidor energético 2019.*

https://energytrends.everis.com/informe/Informe_consumidor_2019.pdf

Planas, M. A. (2019). *La matriz energética de Colombia se renueva. Energía para el futuro.*

<file:///D:/Tesis/Situacion%20energetica%20mundial/La%20matriz%20energ%C3%A9tica%20de%20Colombia.htm>

Prias Caicedo, O., & Campos Avella, J. C. (2013). *Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. Guía con base en la norma 50001.*

Prisma. (2018). *EN88-V3 Nueva ISO 50001:2018 gestión de la energía.* Prisma Consultoria SAS.

<https://www.prismaconsultoria.com/iso-50001-2018/>

- Redacción Canal Caribe. (2019). *Comienza procesos de puesta en marcha Termoeléctrica Antonio Guiteras de Matanzas*. Canal Caribe. <http://www.canalcaribe.icrt.cu/comienza-procesos-de-puesta-en-marcha-termoelectrica-antonio-guiteras-de-matanzas/>
- Rosero,J, Garza,L, Minchala,L, Pozo,D, & Morales,L. (2013). *Fuentes de generación eléctrica convencional y renovable a nivel mundial* (N.º 2). 32(2), 1-13.
- Samaniego, J. L. (2014). *Dinámica y desafíos del cambio climático para la región*. CEPAL, Naciones Unidas.
https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/panel_1_prsentacion_2_joseluis_samaniego.pdf
- Sánchez Salmerón,D. M. (2019). *Balance energético al municipio de Cienfuegos* [Tesis de grado]. Universidad de Cienfuegos.
- Simons,P. (2019). *Transiciones energéticas – Perspectivas de la Agencia Internacional de la Energía*.
<http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2019/03/paul-simons.pdf>
- Solís,J. M. (2017). *Generación y distribución eléctrica en Matanzas, con averías*. Radio Rebelde.
<http://www.radiorebelde.cu/noticia/generacion-distribucion-electrica-matanzas-con-averias-20170911/>
- Solís,J. M. (2019). *Una breve tregua para la termoeléctrica Antonio Guiteras*. Radio Rebelde.
<http://www.radiorebelde.cu/noticia/una-breve-tregua-para-termoelectrica-antonio-guiteras-20191007/>
- Velásquez, G. A, Samayoa, C I, Alvarez, J F, Guerrero, G A, Lepe, F A, & López, M I. (2019). *Política energética 2019-2050*. Ministerio de Energía y Minas. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/11/Pol%C3%ADtica-Energ%C3%A9tica-2019-2050.pdf>

Velázquez, S. (2016). *Perspectivas Energéticas en Cuba*.

http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2016/DIEEEO22-

[2016 Perspectivas Energeticas CUBA SoniaVelazquez.pdf](#)

Vila, J. (2018). *CTE Antonio Guiteras: Impulso eléctrico de la Revolución*. Agencia Cubana de Noticias.

<http://www.acn.cu/especiales-acn/38856-cte-antonio-guiteras-impulso-electrico-de-la-revolucion>

Vilarrúbia, J. M. (2015). *Mercado energético mundial: Desarrollos recientes e implicaciones geoestratégicas*. 16. [https://www.iefweb.org/wp-](https://www.iefweb.org/wp-content/uploads/2019/01/mercado_energetico_mundial.pdf)

[content/uploads/2019/01/mercado_energetico_mundial.pdf](#)

World Energy Outlook 2019. (2019). AIE. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>

Yurubí, M. S. (2018). *Implementación de un Sistema de Gestión Energética en la Empresa Cárnica Cienfuegos* [Tesis de grado]. Universidad de Cienfuegos.

Anexos

Anexos

Anexo 1: Equivalencia entre apartados de las dos normas. Fuente: Revista AENOR

UNE-EN ISO 50001:2011	UNE-EN ISO 50001:2018
Introducción	Introducción
1. Objeto	1. Objeto
2. Referencias Normativas	2. Referencias Normativas
3. Términos y Definiciones	3. Términos y Definiciones
	4. Contexto de la Organización
	4.1. Comprensión de la organización y sus contextos
4. Requisitos del sistema de gestión de la energía	
4.1 Requisitos generales	4.3 Determinación del alcance y límites del sistema de gestión de la energía 4.4 Sistema de gestión de la energía
4.2 Responsabilidad de la dirección	5.1 Liderazgo y Compromiso
4.2.1 Alta dirección	4.3 Determinación del alcance y límites del sistema de gestión de la energía 5.1 Liderazgo y Compromiso 7.1 Recursos
4.2.2 Representante de la dirección	5.1 Liderazgo y Responsabilidad 5.3 Roles, Responsabilidades y Autoridades en la organización
4.3 Política energética	5.2 Política energética
4.4 Planificación energética	6. Planificación
4.4.1 Generalidades	6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades
4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos	4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas
4.4.3 Revisión energética	6.3 Revisión energética
	6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades
4.4.4 Línea de base energética	6.5 Línea de base energética
4.4.5 Indicadores de desempeño energético	6.4 Indicadores de desempeño energético
4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía	6.2 Objetivos, metas energéticas y planificación para lograrlos
4.5 Implementación y operación	7. Apoyo
4.5.1 Generalidades	8. Operación
4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia	7.2 Competencia 7.3 Toma de conciencia
4.5.3 Comunicación	7.4 Comunicación
4.5.4 Documentación	7.5 Información documentada
	7.5.1 Generalidades
	7.5.2 Creación y Actualización
	7.5.1 Control de la información documentada
4.5.5 Control operacional	8.1 Planificación y Control de la Operación
4.5.6 Diseño	8.2 Diseño
4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía	8.3 Adquisición
4.6 Verificación	9. Evaluación del Desempeño
4.6.1 Seguimiento, medición y análisis	9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación 6.6 Planificación captura de datos de energía
4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos	9.1.2 Evaluación de requisitos legales y de otros requisitos
4.6.3 Auditoría interna del sistema de gestión de la energía	9.2 Auditoría interna
4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva	10.1 No conformidad y acción correctiva
4.6.5 Control de los registros	7.5 Información documentada
4.7 Revisión por la dirección	9.3 Revisión por la dirección
4.7.1 Generalidades	
4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección	
4.7.3 Resultados de la revisión por la dirección	
	10.2 Mejora continua
Anexo A (informativo) Orientación para el uso de esta norma Internacional	Anexo A (informativo) Orientación para el uso de esta norma Internacional
Anexo B (Informativo) Correspondencia entre normas de sistemas de gestión	Anexo B (Informativo) Correspondencia entre ISO 50001:2011 e ISO 50001:2018
Bibliografía	Bibliografía

Anexo 2: Cantidad de dispositivos en uso en la provincia. Fuente: Elaboración propia.

Dispositivos generadores de energía alternativa	2018	2019
Digestores de biogás	295	296
Cúpula fija	235	236
Cúpula móvil	2	2
Tubular	58	58
Molinos de viento	335	321
Secadores solares	0	1
Arietes hidráulicos	1	0
Sistemas de calentadores solares	52	54
Cantidad de calentadores por sistemas	413	297
Sistemas de paneles fotovoltaicos	169	286

Sistemas de 10 watt	113	118
Cantidad de paneles	116	116
Sistemas de 36 watt	9	9
Cantidad de paneles	10	10
Sistemas de 80 watt	70	70
Cantidad de paneles	441	441
Sistemas 100 watt	45	45
Cantidad de paneles	94	94
Sistemas de 150 watt	4	4
Cantidad de paneles	13	13
Sistemas de más de 150 watt	45	40
Cantidad de paneles	83	78

Dispositivo para la utilización de la biomasa	20	20
Planta eléctrica por ciclo de vapor	5	5
Caldera de combustión	15	15

Anexo 3: Consumo de portadores energéticos fundamentales por organismos. Fuente: Elaboración propia

Organismos	Energía Eléctrica (MW.h)	Petróleo Combustible (t)	Combustible Diésel (t)	Gasolina de Motor (t)
Ministerios de Industrias				
2015	1 512,6	-	375,9	42,1
2016	1 561,2	-	300,8	32,7
2017	1 457,1	-	312,8	29,5
Ministerio de Energía y Mina				
2015	73 905,6	-	1 222,1	370,8
2016	44 603,3	-	1 005,0	297,5
2017	56 683,4	-	1 036,7	292,6
Grupo Azucarero				
2015	25 794,4	-	7 617,6	143,2
2016	22 919,5	-	8 329,1	109,5
2017	22 326,1	-	7 591,4	118,2
Ministerio de la Industria Alimenticia				
2015	10 985,1	1 113,3	1892,7	66,9

2016	10 935,0	1 110,9	1 797,4	64,4
2017	10 894,1	1 213,4	1 793,3	65,5
Ministerio de la Construcción				
2015	85 837,0	1 059,8	5 123,1	445,7
2016	87 366,5	897,2	4 491,3	400,2
2017	83 250,7	639,2	4 513,8	375,6
Ministerio de la Agricultura				
2015	20 736,2	922,1	5 891,1	258,9
2016	19 121,1	860,0	5 985,4	228,4
2017	17 611,2	961,8	5 926,4	189,2
Ministerio de Transporte				
2015	1 632,2	-	358,3	13,8
2016	1 492,4	-	342,8	10,00
2017	1 417,4	-	374,9	9,6
Subordinación Local				
2015	29 467,8	594,7	5 110,6	1 596,6
2016	28 842,8	514,6	4 638,9	1 196,0
2017	29 083,9	467,8	5 047,7	1 189,6

Anexo 4: Consumo de petróleo crudo y derivados en el municipio de Cienfuegos. Fuente. Elaboración propia

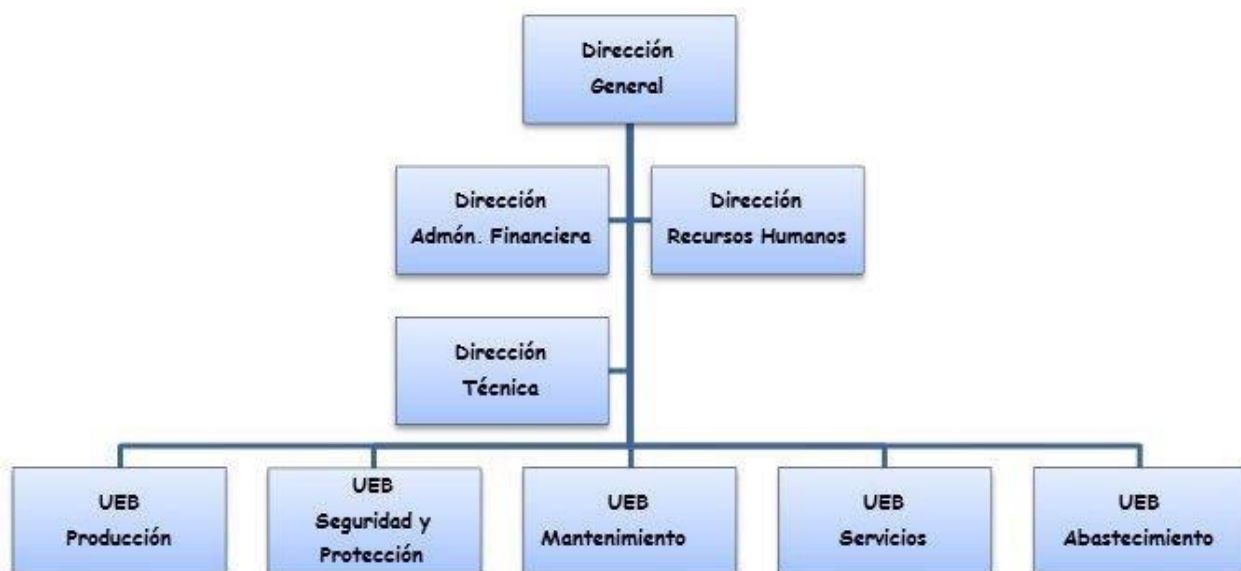
Toneladas					
Productos	2013	2014	2015	2016	2017
Aceites y grasas lubricantes termimados	1 896,2	1 816,8	1 720,6	1 545,9	1 358,0
Asfalto	4 582,4	3 769,0	4 749,2	4 189,8	2 864,2
Combustible diesel	27 815,3	26 504,1	24 204,9	23 511,5	24 685,6
Fuel oil	2 916,9	1 776,1	2 588,6	2 286,2	2 084,4
Gas licuado de petróleo	588,7	536,5	578,6	512,7	496,0
Gasolina de motor (excluye de aviación)	4 154,7	3 379,4	3 025,5	2 406,7	2 503,9
Nafta industrial y Solventes	15,7	12,3	8,5	9,1	7,5
Queroseno	1,6	0,7	0,6	0,6	0,8
Total	41 969,5	37 794,9	36 876,5	34 462,6	34 000,4

Anexo 5: Consumo de petróleo crudo y derivados del petróleo por sectores en el municipio de Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia

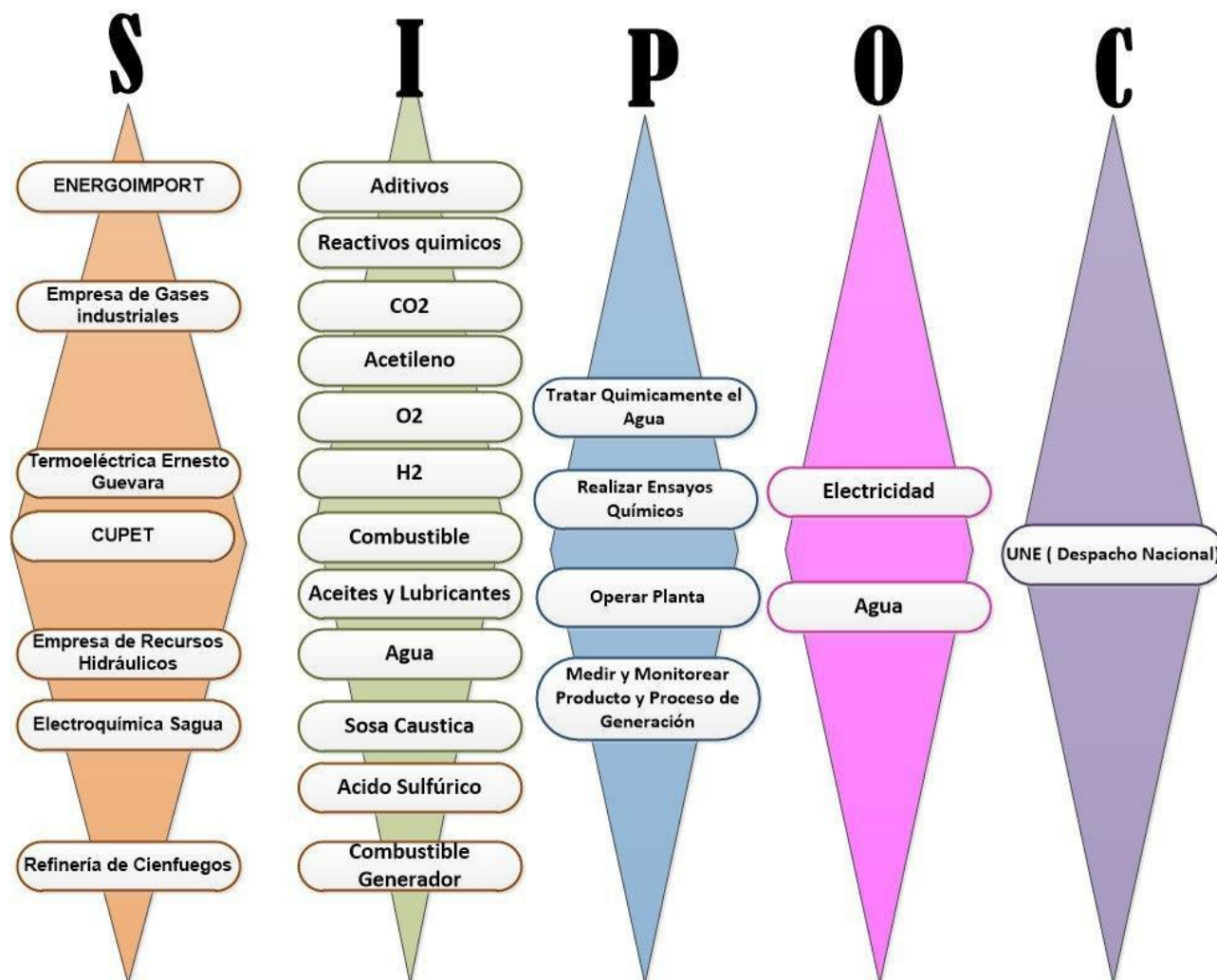
Toneladas					
Productos	2013	2014	2015	2016	2017
Aceites y grasas lubricantes terminados	1 896,2	1 816,8	1 720,6	1 545,9	1 358,0
Agricultura y ganadería y silvicultura	40,5	41,0	46,0	55,8	9,4
Industria azucarera	831,3	900,4	883,5	848,3	689,1
Industrias manufactureras (excepto azucarera)	269,9	214,1	222,8	216,6	163,8
Construcción	253,2	222,6	266,1	228,2	206,3
Comercio y reparación de efectos personales	29,9	35,5	32,8	38,8	38,5
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	94,8	90,2	93,7	70,9	73,0
Servicio a empresas, actividad inmobiliaria y de alquiler	7,5	3,7	5,3	6,6	12,0
Asfalto	4 582,4	3 769,0	4 749,2	4 189,8	2 864,2
Construcción	4 173,8	3 570,4	4 436,9	4 189,8	2 864,2
Combustible diésel	27 815,3	26 504,1	24 204,9	23 511,5	24 685,6
Agricultura, ganadería y silvicultura	1 115,3	1 059,0	1 054,9	1 117,7	2 643,3
Industria azucarera	7 645,9	7 939,9	7 607,8	8 327,7	7 591,4
Industrias manufactureras (excepto azucarera)	3 708,5	3 343,0	2 935,6	2 188,0	2 044,3
Suministro de electricidad, gas y agua	1 033,3	1 100,6	4 947,4	1 233,4	1 223,9
Construcción	7 135,7	6 220,1	3 478,9	3 526,1	3 687,6

Comercio y reparación de efectos personales	1 101,3	1 048,4	1 231,5	1 160,4	996,3
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	2 936,2	2 754,0	2 959,9	2 743,0	3 047,4
Servicio a empresas, actividad inmobiliaria y de alquiler	290,7	215,7	705,8	652,1	677,9
Administración pública	196,1	188,2	190,5	210,3	225,1
Fuel oil	2 916,9	1 776,1	2 588,6	2 286,2	2 084,4
Industria azucarera	763,7	-	-	-	-
Industrias manufactureras (excepto azucarera)	426,5	338,9	88,7	151,2	-
Construcción	1 164,6	925,1	1 063,3	854,9	675,1
Gas licuado de petróleo	588,7	536,5	578,6	512,7	496,0
Industrias manufactureras (excepto azucarera)	53,2	45,5	22,0	18,7	20,8
Comercio y reparación de efectos personales	36,8	28,7	31,4	24,5	26,9
Gasolina de motor (excluye de aviación)	4 152,7	3 379,4	3 025,5	2 406,7	2 503,9
Agricultura, ganadería y silvicultura	60,1	48,5	46,3	31,9	86,9
Industrias manufactureras (excepto azucarera)	320,0	283,6	255,3	185,3	191,4
Suministro de electricidad, gas y agua	249,3	214,7	241,7	198,4	182,9
Construcción	325,9	283,3	251,3	252,1	279,6
Comercio y reparación de efectos personales	202,4	160,1	168,3	120,6	122,4
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	1 418,4	1 033,3	607,8	455,6	426,4
Servicio a empresas, actividad inmobiliaria y de alquiler	237,9	205,6	251,7	203,1	213,6
Administración pública	483,1	399,7	395,1	329,8	313,3

Anexo 6: Organigrama de la empresa. Fuente: Termoeléctrica de Cienfuegos



Anexo 7: Diagrama SIPOC de la Termoeléctrica de Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia



Anexo 8: Guía para la implementación de un sistema de gestión de la energía basado en la NC ISO 50001. (Análisis de Brechas). Fuente: Lloyd's Register, LRQA Business Assurance.

Verificación del cumplimiento de los requisitos	<u>CALIFICACIÓN</u> 1. No cumple 2. En proceso 3. Cumple	Responsable	Evidencia	Observaciones
1. REQUISITOS GENERALES				
¿La organización ha establecido, documentado, implementado, mantenido y mejorado un SGEn de acuerdo con la NC ISO 50001?	3			
¿La organización ha definido y documentado el alcance y los límites de su SGEn?	3			
¿Existe suficiente evidencia para concluir que el SGEn está completamente implementado y que se hace seguimiento a su eficiencia? (Verificar por lo menos un período de tres meses de evidencia objetiva)	2			
2. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN				
¿La alta dirección ha demostrado su compromiso de apoyar el SGEn y mejorar continuamente su eficacia cumpliendo con sus responsabilidades?	3			
¿Define, implementa y mantiene una política energética?	3			
Nombra un representante de la dirección y aprueba la formación de un equipo de gestión de la energía.	3	Zurita		
Proporciona los recursos necesarios para establecer, implementar y mantener el SGEn.	3			
Identifica el alcance y los límites que se abordan en el SGEn	1			
Comunica a los miembros de la organización la importancia de la gestión de energía.	3			
Se asegura que los objetivos y metas de la eficiencia energética se establecen.	3			
Se asegura que los IDEn (Indicadores de Desempeño Energético) son adecuados para la organización.	3			
Considera la gestión energética en la planificación a largo plazo.	3			
Se asegura que los resultados se miden y se informan a intervalos determinados.	3			
Realiza revisiones periódicas al sistema de gestión.	3			

Representante de la dirección				
La alta dirección ha designado a un representante de la dirección con las habilidades y competencias adecuadas para asegurar que el SGEN se establece, se implementa, mantiene y mejora continuamente de acuerdo a los requisitos de la NC ISO 50001.	3			
El representante de la dirección informa sobre el desempeño energético y el desempeño del SGEN a la alta dirección.	3			
El representante asegura que la planificación de las actividades de gestión de la energía es diseñada para apoyar la política energética de la organización.	3			
Define y comunica responsabilidades y autoridades para facilitar la gestión eficiente de la energía.	3			
Determina los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del SGEN son eficaces.	3			
Promueve la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.	3			
3. POLITICA ENERGÉTICA				
¿La política energética es apropiada a la naturaleza, escala, uso y consumo de la energía de la organización?	3			
¿Incluye un compromiso para asegurar la disponibilidad de información, de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos, metas y para cumplir con los requisitos legales y otros requisitos suscritos por la organización relacionados con sus usos y consumos de energía?	3			
¿Esta política proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y metas energéticas?	3			
¿Esta política apoya la adquisición de productos y servicios energéticos eficientes y el diseño para la mejora del desempeño energético?	3			
¿Existe una práctica o procedimiento para comunicar ésta a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella?	3			
¿La política energética es revisada periódicamente? ¿Se actualiza cuando es necesario?	3			
4. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA				
Generalidades				
¿Se establece y documenta un proceso de planificación energética?	3			

¿La planificación es coherente con la política energética y conduce a las actividades de mejora continua del desempeño energético?	3			
¿Esta planificación energética incluye una revisión de las actividades de la organización que pueden afectar el desempeño energético?	3			
Requisitos legales y otros requisitos				
¿Se identifica, implementa y se tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus usos, consumos de energía y su eficiencia energética?	3			
¿Se determina como se aplican estos requisitos a sus usos, consumos de energía y eficiencia energética?	3			
¿Se tiene en cuenta estos en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su SGEn?	3			
¿Los requisitos legales y otros requisitos son revisados periódicamente?	3			
Revisión energética				
¿Se realiza, registra y mantiene una revisión (caracterización) energética?	3			
¿Se establece y documenta la metodología y los criterios utilizados para realizar la revisión (caracterización) energética?	3			
¿Se registra y analiza el uso y consumo de energía basado en la medición y otros datos?	3			
¿Se identifican las fuentes actuales de energía?	3			
¿Se evalúa el uso y consumo de energía pasado y presente?	3			
¿Se identifican las áreas y consumo significativo de energía?	3			
¿Se identifican las instalaciones, equipos, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de la organización que afectan de manera significativa el uso y consumo de energía?	3			
¿Se identifican otras variables pertinentes que afectan los usos significativos de energía?	3			
¿Se determina el desempeño actual con respecto a la energía de las instalaciones, equipos, sistemas y procesos relacionados con los usos significativos de energía identificados?	3			
¿Se estima el uso y consumo futuro de energía?	3			
¿Se identifican, priorizan y registran oportunidades para la mejora del desempeño energético?	3			

¿Se actualizan a intervalos definidos la información y los análisis de la revisión energética y en respuesta a cambios importantes en las instalaciones, equipos, sistemas o procesos?	3			
Línea de base energética				
¿Se establece una o varias línea(s) de base energética con la información de la revisión energética inicial considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y el consumo de energía de la organización?	3			
¿Se miden y registran los cambios en el desempeño energético en relación a la(s) línea(s) base energética?	3			
¿Se realizan ajustes a la(s) línea(s) base energética, cuando los IDEn ya no reflejan el uso y consumo de energía de la organización, cuando hay cambios importantes en el proceso, en los patrones de operación, o en los sistemas de energía, o de acuerdo a un método predeterminado?	3			
¿Se mantienen y registran la(s) línea(s) base energética?	3			
Indicadores de desempeño energético (IDEn)				
¿Se identifican los IDEn apropiados para el seguimiento y la medición del desempeño energético?	3			
¿Se establece, registra y revisa con regularidad la metodología para determinar y actualizar los IDEn?	3			
¿Los IDEn se revisan y comparan con la línea base energética de forma apropiada?	3			
Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción.				
¿Se han establecido, implementado y mantenido objetivos y metas de energía documentados en los niveles, funciones pertinentes, procesos o instalaciones de la organización?	3			
¿Se establecen plazos para el logro de los objetivos y metas?	3			
¿Los objetivos y metas son coherentes con la política energética?	3			
¿Las metas son coherentes con los objetivos?	3			
¿Se tienen en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético para el establecimiento y revisión de los objetivos y metas?	3			
¿Se considera el estado financiero, operativo, condiciones comerciales, las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas para el establecimiento de objetivos y metas energéticas?	3			

¿Se establecen, implementan y mantienen planes de acción para el logro de los objetivos y metas? ¿Estos planes de acción incluyen: • La designación de la responsabilidad • Los medios y plazos previstos para lograr las metas individuales • Una declaración del método por el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético • Una declaración del método para verificar los resultados?	1			
¿Los planes de acción son documentados y actualizados periódicamente?	1			
5. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN				
General				
¿Se utilizan los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y las operaciones?	3			
Competencia, formación y toma de conciencia				
¿Se han identificado que personas (las cuales realicen tareas para la organización o en su nombre) están relacionadas con los usos significativos de la energía?	3			
¿Es este personal competente, tomando como base su educación, formación o experiencias adecuadas? ¿Se mantienen los registros asociados?	3			
¿Se han identificado las necesidades de formación relacionadas con el control de los usos significativos de energía y con la operación del SGEN?	3			
¿Se ha impartido la formación o se ha emprendido las acciones necesarias para satisfacer las necesidades identificadas? ¿Se mantienen los registros asociados?	3			
¿La organización se ha asegurado de que las personas que trabajan para o en su nombre son conscientes de: • La importancia de la conformidad con la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGEN. • Sus funciones, responsabilidades y autoridades para cumplir con los requisitos del SGEN • Los beneficios de la mejora del desempeño energético • El impacto real o potencial, con respecto al uso y consumo de la energía de sus actividades • Cómo sus actividades y comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos y metas energéticas. • ¿Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados?	3			
Comunicación				
¿La organización establece un mecanismo de comunicación interna con relación a su desempeño energético y el SGEN?	3			

¿Se establece e implementa un proceso por el cual toda persona que trabaje para, o en nombre de la organización puede hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGEN?	3			
¿La organización ha documentado su decisión de comunicar o no externamente la información acerca de la política, desempeño energético y del SGEN?	3			
Si la decisión ha sido comunicarla, ¿Se han definido o implementado métodos para su realización?	3			
Documentación				
¿Se establece, implementa y mantiene la información en papel, en formato electrónico o en cualquier otro medio, para describir los elementos fundamentales del SGEN y su interacción?	3			
La documentación del SGEN incluye: • El alcance y los límites del SGEN • La política energética • Los objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción • Los documentos, incluyendo los registros requeridos por la norma internacional • ¿Otros documentos determinados por la organización como necesarios?	3			
Control de documentos				
¿Existen procedimientos para controlar los documentos del SGEN?	3			
Los documentos son/están: • Aprobados con relación a su adecuación antes de su emisión • Revisados y actualizados cuando es necesario • Identificados los cambios y el estado de revisión actual de los documentos • Disponibles en las versiones pertinentes en los puntos de uso. • Legibles y fácilmente identificables • Identificados cuando son de origen externo y cuando son necesarios para la planificación y operación del SGEN y se controla su distribución	3			
¿Se encuentran identificados los documentos obsoletos?	3			
Control operacional				
¿La organización ha identificado y planificado aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que están relacionadas con sus usos significativos de la energía y que son conscientes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción?	3			
¿La organización ha establecido y fijado criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de la energía, donde su ausencia podría llevar a desviaciones significativas de la eficiencia energética?	3			

¿La operación y mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos se realiza de acuerdo a los criterios operacionales?	3			
¿Se ha comunicado adecuadamente los controles operacionales al personal que trabaja para, o en nombre de la organización?	3			
Diseño				
¿La organización ha considerado las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, sistemas y procesos?	1			
¿Se incorporan los resultados de la evaluación del desempeño energético en el diseño, especificaciones y actividades de adquisición de proyecto(s) relevante(s)?	1			
¿Se mantiene el registro de actividades de diseño o modificaciones de equipos, sistemas y procesos?	1			
Compra de servicios de energía, productos, equipos y energía.				
¿Al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tengan, o puedan tener, un impacto en usos significativos de la energía se informa a los proveedores que las compras serán evaluadas sobre la base del desempeño energético?	3			
¿Se establecen e implementan criterios para evaluar el uso, consumo y eficiencia de la energía durante la vida útil, al comprar productos, equipos y servicios que usen energía, que se espera que tengan un impacto significativo en el desempeño energético de la organización?	3			
¿Se ha definido y documentado las especificaciones de compra de energía?	1			
6. VERIFICACIÓN				
Seguimiento, medición y análisis	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los resultados de la revisión de energía?	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los usos significativos de energía y otros elementos resultantes de la revisión energética?	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran las variables relevantes relacionadas al uso significativo de la energía?	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los IDEn?	3			
¿Se monitorea, mide, analiza y registra la eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y metas?	3			

¿Se monitorea, miden, analizan y registran la evaluación del consumo energético real versus el esperado?	3			
¿La organización ha definido e implementado el plan de medición energético apropiado a su tamaño y complejidad?	3			
¿Se define y revisa periódicamente las necesidades de medición?	3			
¿Los equipos de seguimiento y medición proporcionan la información exacta y repetible? ¿Existen registros de las calibraciones y de otras formas de establecer la exactitud y respetabilidad?	3			
¿Se ha investigado sobre las desviaciones significativas en el desempeño energético? ¿Se ha dado respuesta a estas desviaciones?	3			
Evaluación de requisitos legales y otros requisitos				
¿Se evalúa periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con su uso y consumo de energía?	1			
Auditoría Interna del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn).				
¿Se realizan auditorías internas a intervalos planificados para asegurar que el SGEn: - Cumple con los planes de gestión de energía, incluidos los requisitos de la Norma ISO 50001. - Cumple con los objetivos y metas energéticas establecidas ¿Se ha efectivamente implementado, mantenido y mejora el desempeño energético?	3			
¿Se establece un calendario y un plan de auditorías teniendo en cuenta el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de las auditorías previas?	3			
¿La selección de auditores y la realización de las auditorías aseguran la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?	3			
¿Se mantienen registros de los resultados de la auditoría y se le informa de estos a la alta dirección?	3			
No Conformidad, Corrección, Acción Correctiva y Acción Preventiva.				
¿Se identifican y revisan las no conformidades reales y potenciales?	3			
¿Se determinan las causas de las no conformidades reales y potenciales?	3			
¿Se establecen medidas para asegurar que las no conformidades no vuelvan a ocurrir o se repitan?	3			

¿Se determinan e implementan las acciones apropiadas?	3			
¿Se mantienen registros de acciones correctivas y preventivas?	3			
¿Las acciones correctivas y preventivas son apropiadas a la magnitud de los problemas reales o potenciales y a las consecuencias del desempeño energético?	3			
¿Se aseguran que cualquier cambio necesario sea incorporado al SGEN?	3			
Control de Registros				
¿Los registros son suficientes para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGEN de la norma internacional y los resultados del desempeño energético alcanzado?	3			
¿La organización ha definido e implementado controles para la identificación, recuperación y retención de los registros?	3			
¿Los registros son legibles, identificables y trazables a las actividades relevantes?	3			
Revisión de la dirección				
¿La alta dirección revisa a intervalos definidos el SGEN para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continua?	3			
¿Se mantienen registros de las revisiones por la dirección?	3			
¿En las revisiones por la dirección se han considerado como entradas: • Las acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas; • La revisión de la política energética; • La revisión del desempeño energético y de los IDEn relacionados; • Los resultados de la evaluación de cumplimiento de los requisitos legales y cambios en los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe; • El grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas; • Los resultados de auditorías del 1SGEn; • El estado de las acciones correctivas y preventivas • El desempeño energético proyectado para el próximo período • Las recomendaciones para la mejora?	3			
Resultados de la revisión				
¿Los resultados de las revisiones incluyen decisiones y acciones tomadas relacionadas con: • Los cambios en el desempeño energético de la organización • Los cambios en la política energética • Los cambios en los IDEn • Los cambios en los objetivos, metas u otros elementos del SGEN consistentes con el compromiso de la organización, con la mejora continua y la asignación de recursos.	3			

