

REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

INGENIERÍA MECÁNICA

Título: Diagnostico energético para implementación de la Norma ISO 50001 en la Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos Fuel – Oil (EMGEF).

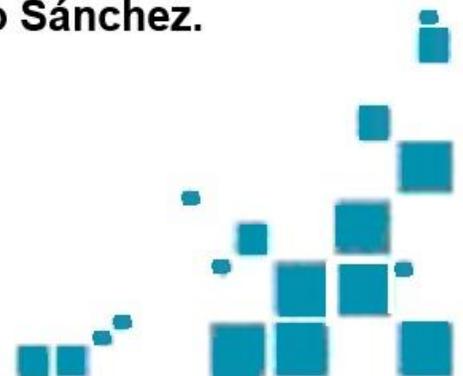


Tesis en opción al Título de Ingeniero Mecánico.

Autor: Jesús Ernesto García Tejeda.

Tutor: M. Sc. Gustavo Crespo Sánchez.

Cienfuegos 2020
"Año 62 de la Revolución"



The graphic features a white central area with a dark green border on the right and bottom. On the left, there are several overlapping, curved bands in shades of green and white, creating a layered, wave-like effect.

Dedicatoria

Dedicatoria

✚ A mi abuela Ofelia (teté) que estaría muy orgullosa de este momento

✚ A mis padres Mayda y Jesús

✚ A mi abuelo Julio



Agradecimientos

Agradecimientos

✚ A mi familia

✚ A los amigos y profesores que me ayudaron en estos cinco años

✚ A mi tutor Gustavo Crespo



Resumen

Resumen

La presente investigación se realiza en la Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos Fuel - Oíl, perteneciente a la Unión Eléctrica donde el objetivo general de la misma es realizar un diagnóstico energético basado en el análisis del consumo de los portadores energéticos que servirá para la posterior implementación de un sistema de gestión de la energía según los requisitos de la norma ISO 50001:2011. Se realizó una revisión bibliográfica para la determinación de los fundamentos que sustentaron la investigación, se caracterizó energéticamente la Empresa objeto de estudio y se aplicaron las herramientas de la Norma ISO 50001. Se obtuvieron las Líneas Bases Energéticas Real y Meta, 0.21387 t/MWh como Indicador de Eficiencia Energética propuesto y la Matriz Energética que permitió determinar la no integralidad en la Gestión Energética de la EMGEF. Se propuso un plan de medidas a partir de las oportunidades de ahorro encontradas.

Palabras Claves: Gestión energética, Eficiencia Energética, Oportunidades de ahorro, Norma ISO 50001, Línea Base Energética.

Abstract:

Research is carried out in Fuel - Oil Generating Sets Maintenance Company, belonging to Electric Union where carrying out an energy diagnosis based on energy carriers' consumption analysis that will serve for subsequent energy management system implementation according to ISO 50001: 2011 standard requirements is the general objective.

A bibliographic review was carried out to determine foundations that supported research, Company under study was energetically characterized and ISO 50001 Standard tools were applied. Real and Goal Energy Bases Lines, 0.21387 t/MWh as Proposed Energy Performance Indicator and Energy Matrix were obtained that allowed determining non-integrality in Fuel Generators Maintenance Company (EMGEF I Spanish) Energy Management. A plan of measures was proposed based on the savings opportunities found.

Keywords: Energy management, Energy Efficiency, Savings opportunities, ISO 50001 Standard, Energy Baseline.



Indice

Índice

| | |
|--|--------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimientos..... | ii |
| Resumen | iii |
| Abstract: | iv |
| Índice..... | v |
| Introducción..... | - 1 - |
| Capítulo I: Revisión Bibliográfica..... | - 3 - |
| 1.1. Energía distribuida | - 3 - |
| 1.1.2. Ventajas | - 4 - |
| 1.1.3. Desventajas..... | - 4 - |
| 1.1.4. Barreras que impiden la implementación y el crecimiento de los sistemas de Generación Distribuida. | - 4 - |
| 1.2. Eficiencia energética en baterías de grupos de grupos electrógenos | - 5 - |
| 1.3. Sistema de Gestión Energética según la ISO 50001:2011 | - 7 - |
| 1.4. Eficiencia energética y competitividad empresarial | - 8 - |
| 1.5. Oportunidades para el aumento de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe. | - 10 - |
| 1.5.1. Oportunidades relacionadas con los equipos y las tecnologías:..... | - 12 - |
| 1.5.2. Oportunidades relacionadas con la gestión energética y las prácticas de consumo | - 13 - |
| 1.6. Estado actual de la economía y uso de la energía en Cuba | - 14 - |
| 1.7. Experiencias en la implementación de la norma ISO 50001 | - 15 - |
| 1.7.1. Algunas Experiencias nacionales | - 15 - |
| 1.7.2. Algunas experiencias internacionales..... | - 16 - |
| Conclusiones Parciales del Capítulo 1 | - 17 - |
| Capítulo II: Caracterización energética de la EMGEF UEB Cienfuegos..... | - 18 - |
| 2.1. Caracterización de la EMGEF UEB Cienfuegos..... | - 18 - |
| 2.2. Análisis energético de la EMGEF | - 20 - |
| 2.2.1 Revisión energética | - 20 - |
| 2.3. Gráficos de control | - 25 - |
| Conclusiones Parciales del Capítulo 2 | - 27 - |

| | |
|--|--------|
| Capítulo III Aplicación de las herramientas de la etapa de planificación de la norma ISO-500001 | - 28 - |
| 3.1. Implementación de la Etapa de Planificación energética en la Batería de Grupos Electrónicos de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos | - 28 - |
| 3.1.1. Determinación de Línea de Base Energética..... | - 28 - |
| 3.2. Indicador de eficiencia energética..... | - 31 - |
| 3.3 Análisis de brechas para la verificación del cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 50001 | - 32 - |
| 3.4. Principales oportunidades de ahorro energético | - 35 - |
| 3.4.1Medidas para disminuir el consumo de electricidad: | - 35 - |
| 3.4.2 Medidas para disminuir el consumo de combustible: | - 35 - |
| Conclusiones Parciales del Capítulo 3 | - 36 - |
| Conclusiones..... | - 37 - |
| Recomendaciones..... | - 38 - |
| BIBLIOGRAFIA | - 39 - |



Introducción

Introducción

En la actualidad, el modelo de producción-distribución y uso de la energía es insostenible y este problema más que un asunto económico-financiero, es fundamentalmente un problema de naturaleza ética, social y ambiental. El modelo predominante, basado en los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) es exponente del consumismo exacerbado y es injusto e irracional. El otro modelo en construcción se basa en la necesidad de un nuevo paradigma que enfatiza en la búsqueda de la sostenibilidad energética. Este nuevo modelo de energía sostenible descansa en un núcleo de tres dimensiones: diversidad energética, equidad social y mitigación del impacto ambiental (World Energy Council, 2013).

En este nuevo modelo se plantea mayor participación de las fuentes renovables de energía, pero es necesario acompañar este cambio en la estructura de generación con una reducción del consumo, lo cual solo es posible precisamente a partir de un incremento en la eficiencia energética.

La eficiencia energética como parte integrante del nuevo modelo de desarrollo de carácter sustentable es fundamental para la preservación, uso y consumo racional de los recursos energéticos en beneficio de la sociedad y por tanto expresión de una concepción ética en la justa distribución de los recursos energéticos del planeta en resguardo de las generaciones presentes y futuras.

La experiencia de Cuba en la implementación de políticas orientadas a la eficiencia energética, pasa en primer lugar por comprender que es un país con escasos recursos energéticos (petróleo, gas, carbón mineral o recursos hídricos). Por otro lado, el incremento de los costos de la energía son manifestaciones de la grave crisis política y económica en que está sumido el mundo de hoy y que repercute negativamente en el desarrollo industrial cubano. Por estas razones, es de suma importancia el uso racional y eficiente de la energía, sobre todo a partir de una mejor gestión.

Problema científico:

La “EMGEF” no cuenta con un sistema de gestión de la energía que cumpla con los requisitos de la norma NC ISO 50001 que le permita lograr un mejoramiento continuo de su desempeño energético.

Hipótesis:

Si se realiza un estudio sobre la situación energética de la EMGEF, se podrán establecer las bases que permitan desarrollar un Sistema de Gestión de la Energía basado en el cumplimiento de la norma ISO 50001.

Objetivo General:

Realizar un Diagnóstico Energético que sirva de soporte para los requisitos de implementación de la etapa de planificación energética según la Norma ISO 50001 en la EMGEF.

Objetivos Específicos:

1. Realizar una revisión bibliográfica de los antecedentes del tema que permita establecer los fundamentos que sustentan la investigación
2. Desarrollar una revisión energética en la empresa para la determinación de los usos y consumos significativos de la energía.
3. Aplicar las herramientas de la Norma ISO 50001 para determinar las Líneas Base Energéticas Real y Meta y el Indicador de Eficiencia Energética de la empresa.

La tesis está estructurada en tres capítulos, cada uno con conclusiones parciales, Conclusiones, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas y Anexos.

En el Capítulo 1 se realizó una búsqueda bibliográfica para establecer los antecedentes y fundamentos que sustentan la investigación.

En el Capítulo 2 se realizó la caracterización general y energética de la entidad objeto de Estudio: Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrónicos Fuel-Oil.

En el Capítulo 3 se aplicaron las herramientas de Planificación Energética de la Norma ISO 50001 para determinar las Líneas Básicas Energéticas Real y Meta, el Indicador de Eficiencia Energética (IDEn). Se realizó además el análisis de brechas para evaluar el cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 50001 y se construyó la Matriz Energética de la empresa.



Capítulo I

Capítulo I: Revisión Bibliográfica

1.1. Energía distribuida

La generación distribuida, también conocida como generación in situ, generación embebida, generación descentralizada, generación dispersa o energía distribuida, consiste básicamente en la generación de energía eléctrica por medio de muchas pequeñas fuentes de energía en lugares lo más próximos posibles a las cargas.

La definición más global de la generación distribuida vendría a decir que es aquella que se conecta a la red de distribución de energía eléctrica y que se caracteriza por encontrarse instalada en puntos cercanos al consumo.

Asimismo, existe una cierta disparidad de criterios a la hora de establecer el límite de potencia para la GD. El Departamento de Energía (DOE) de Estados Unidos establece unos límites que van desde 1 kW hasta decenas de MW. En España, el Régimen Especial contempla un límite máximo de potencia de 50 MW. Esco Vale Consultancy, prestigiosa consultoría del Reino Unido, amplía el rango de potencias hasta 100 MW, limitando a 10MW la potencia máxima para instalaciones basadas en fuentes de energía renovable.

Considerando diversos rangos de potencia se habla de microgeneración-para instalaciones de potencia inferior a 5 KW-, minigeneración -entre 5 kW y 5 MW- y generación de media y gran escala para sistemas cuya potencia esté entre 5 y 50 MW y 50-100 MW respectivamente.

Las aplicaciones de la GD van desde la generación en base, generación en punta, cogeneración, hasta la mejora de la calidad de suministro, respaldo y soporte a la red de transporte y distribución. Ninguna tecnología abarca todo el rango de beneficios por sí misma, sino que cada una se ajusta mejor a unas aplicaciones que a otras.

Debido a que la generación distribuida (GD) se conecta a la red de distribución, cada vez se están dedicando más esfuerzos al estudio del impacto que ocasiona la generación distribuida en las redes de distribución a las cuales se conecta. Los estudios más importantes se centran en:

1. Incentivos a las tecnologías de GD para su desarrollo (mecanismos regulatorios: primas, tarifas, certificados verdes etc.)
2. Las nuevas inversiones y la planificación de la distribución teniendo en cuenta la GD

3. Las potencias de cortocircuito en la red con GD
4. Los servicios complementarios en la red con GD (regulación frecuencia - potencia, blackstart, control tensión - reactiva)
5. Las pérdidas en la red con GD
6. La operación y explotación de red con GD
7. La seguridad del personal de mantenimiento con GD

1.1.2. Ventajas

- Ayuda a la conservación del medio ambiente al utilizar fuentes de energía renovables
- Descongestionan los sistemas de transporte de energía.
- Aplazan la necesidad de readecuación de los sistemas de transmisión.
- Ayuda al suministro de energía en periodos de gran demanda.
- Mejora la fiabilidad del sistema.
- Mejora la calidad del servicio eléctrico.
- Evita costos de inversión en transmisión y distribución

1.1.3. Desventajas

- Existe aspectos relacionados con las fluctuaciones de voltaje que afecta a los consumidores vecinos
- Requiere un sistema de adquisición de datos más complejo.
- Alto costo de inversión inicial.
- La falta de estándares para la conexión de pequeños generadores impide su desarrollo.

1.1.4. Barreras que impiden la implementación y el crecimiento de los sistemas de Generación Distribuida.

Barreras Tecnológicas: Todavía existe una falta de conocimiento de las tecnologías de generación distribuida; muchas de ellas aún están en etapa de investigación con un alto costo asociado. Ejemplo las celdas fotovoltaicas

- Redes de distribución típicamente radiales: es decir, están diseñadas para llevar el flujo de energía en una sola dirección, mientras que la generación distribuida requiere de

flujos que se muevan en ambas direcciones, por lo tanto, surge la necesidad de tener sistemas de distribución enmallados o en anillo.

- Barreras de regulación y de mercado: en la mayoría de los países subdesarrollados, los sistemas regulatorios no consideran a la generación distribuida como un aspecto diferente a la generación convencional, por lo que explícitamente la penalizan

1.2. Eficiencia energética en baterías de grupos de grupos electrógenos

La eficiencia energética de un grupo electrógeno queda determinada por la eficiencia del motor en sí, la eficiencia de la caja de transmisión y la eficiencia del generador eléctrico, entre los cuales, el motor es el equipo de menor eficiencia.

El motor de un grupo electrógeno puede tener una eficiencia energética en torno a un 30%, en cambio el sistema de transmisión y el generador pueden tener eficiencias superiores al 95%; por lo tanto, la eficiencia energética del grupo electrógeno queda fuertemente determinada por la eficiencia del motor, ante lo cual, para que este equipo sea eficiente, sólo es posible adquirir equipos con tecnología de mayor eficiencia (para una misma potencia, siempre hay opciones menos eficientes y más eficientes).

Sería ideal conectar cargas constantes a un grupo electrógeno, para asegurar su buen rendimiento; la carga del motor y del alternador en KW debe mantenerse sobre el 50%. Lo ideal sería que las condiciones de carga permitan que tanto el motor como el alternador funcionen en sus puntos de máxima eficiencia.

Los fabricantes de motores entregan las curvas de carga de sus motores, las cuales indican el porcentaje de la carga en el motor contra su consumo de combustible, eficiencia u otro indicador de desempeño. Los alternadores son dimensionados para entregar su potencia nominal con la mayor eficiencia posible, a partir de una carga de alrededor del 70% de su potencia nominal o superior. En las curvas entregadas por los fabricantes es posible encontrar el punto de operación que entregue el mejor del rendimiento del motor, y su carga correspondiente, en KW o kVA.

Además de esto, hay factores relacionados con las cargas conectadas a los grupos electrógenos que influyen en su desempeño. Éstas son totalmente dependientes de la carga y no pueden ser modificadas por el grupo generador. Las características que son perjudiciales

para la eficiencia del grupo electrógeno se pueden mejorar en la mayoría de los casos y a continuación se describen:

Factor de Potencia: Es un factor totalmente dependiente de la carga; El generador está diseñado para un factor de potencia de 0,8 en retraso, según lo especificado por las normas, un bajo factor de potencia exige una mayor corriente, con un aumento de las pérdidas. El sobredimensionamiento de los grupos generadores para una operación a un bajo factor de potencia tiene como resultado una menor eficiencia y mayores costos operacionales. La alternativa económica es proporcionar condensadores para mejorar el factor de potencia.

Patrón de carga: En muchos casos, la carga no será constante a lo largo de la jornada y la eficiencia del motor disminuye a cargas parciales; de existir variaciones importantes en la carga, entonces se deberá considerar el funcionamiento de grupos electrógenos en paralelo. En tal situación los grupos electrógenos inactivos entrarán en funcionamiento cuando el aumento en la carga lo requiera; si los grupos electrógenos fueran utilizados en paralelo, éstos podrían funcionar cerca de sus respectivos puntos de máxima eficiencia, optimizando su consumo de combustible y, además, integrando flexibilidad al sistema. Este esquema puede aplicarse también al caso de cargas que pueden ser separadas entre críticas y no críticas, proporcionando energía stand-by a las cargas críticas del sistema.

Desequilibrio en la carga: Las cargas no equilibradas llevan al grupo electrógeno a un desequilibrio en las tensiones entregadas (tensiones de salida no balanceadas) y a un sobrecalentamiento del alternador; cuando otras cargas conectadas tales como motores son alimentados con una tensión desequilibrada, también aumentan las pérdidas en dicho motor. Por lo tanto, la carga en el grupo electrógeno debe ser lo más equilibrada posible; el desequilibrio máximo de la carga de entre las fases no debe exceder el 10% de la capacidad de la generación de grupo. En lugares donde las cargas monofásicas son predominantes, se debe considerar la adquisición de un generador alterno monofásico.

Cargas transitorias: Para compensar las bajadas de tensión transitorias que pudieran derivarse de la aplicación de cargas transitorias, puede seleccionarse un generador dentro del grupo para compensar estas variaciones o muchas una combinación no-estándar entre el motor y el alternador. Tal combinación asegura que el motor principal no sea

sobredimensionado innecesariamente, para evitar el aumento de los costos de inversión y de operación.

Cargas especiales:

Cargas especiales, como un rectificador o tiristores, soldadoras, y hornos necesitan generadores especiales. El fabricante del motor diésel y el generador de corriente alterna deben ser consultados para una recomendación adecuada para que la utilización deseada del grupo electrógeno se logre sin problemas. En ciertos tipos de cargas, que son sensibles a la tensión, a la regulación de frecuencia, a la forma de onda del voltaje, debería considerarse la posibilidad de separarlas de las demás cargas, y alimentarlas por un grupo electrógeno exclusivo. Tal alternativa se asegura de que el diseño especial de dicho generador de corriente alterna se limita a la parte de la carga que requiere de alta pureza, en lugar de aumentar el costo de los grupos electrógenos especialmente diseñados para el total de las cargas en el establecimiento. (Programa de Estudios e Investigaciones en Energía).

1.3. Sistema de Gestión Energética según la ISO 50001:2011

El ámbito energético se enfrenta actualmente a tres grandes retos: la competitividad directamente relacionada con la disminución de la intensidad energética (lo que se denomina el desacoplamiento del aumento del consumo energético con el desarrollo económico), el cambio climático y la seguridad de suministro.

En cualquiera de las soluciones estudiadas para resolver estos desafíos se encuentra en el lado de la demanda, la eficiencia y el ahorro energético, por ser la más inmediata y barata de aplicar y porque aporta reducciones de costes y ahorro de recursos a corto plazo. Además, la eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la demanda, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43% los próximos 20 años.

Desde hace una década, diversas organizaciones de normalización vienen trabajando para desarrollar documentos que orienten a las organizaciones sobre cómo gestionar eficazmente la energía. El 15 de junio la Organización Internacional de Normalización (ISO) publicó la esperada ISO 50001, un documento que ayudará a las organizaciones que lo implanten a

obtener mejoras significativas en su eficiencia energética, con el consiguiente impacto positivo en su cuenta de resultados.

La Norma ISO 50001 puede ser implantada por cualquier organización, independientemente de su tamaño, sector y ubicación. No establece requisitos absolutos para el desempeño energético más allá de los compromisos incluidos en la política energética, del cumplimiento de los requisitos legales aplicables y la mejora continua. Tampoco establece por sí misma criterios de rendimientos con respecto a la energía. Por otra parte, los conceptos de alcance y límites dan flexibilidad a la organización para definirlo que está incluido en el Sistema de Gestión Energética.

Según la ISO 50001, el concepto de desempeño energético incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético, por lo que la organización puede elegir entre un amplio rango de actividades de desempeño energético. Por ejemplo, puede reducir su pico de demanda, utilizar el excedente de energía o la energía desperdiciada o mejorar las operaciones de sus sistemas, sus procesos o su equipamiento. Así, dos organizaciones que realizan actividades similares pero que tengan diferente desempeño energético, pueden ambas cumplir con los requisitos recogidos en la ISO 50001.

En definitiva, la Norma ISO 50001 constituye una herramienta útil y eficaz para dar cumplimiento de forma continua a la legislación vigente en la materia, para facilitar el cometido de los Gestores Energéticos, y para implantar y realizar el seguimiento de actuaciones procedentes de auditorías energéticas. Además, permite ahorrar costes, mejorar el rendimiento energético y, por tanto, mejorar la competitividad disminuyendo, a su vez, el consumo de energía primaria, las emisiones de CO₂, la dependencia exterior y la intensidad energética.

1.4. Eficiencia energética y competitividad empresarial

La eficiencia energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía, necesaria para garantizar calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones.

Eficiencia Energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto

La energía cada día se encarece más, por ello en muchos casos uno de las principales partidas del costo total es el costo energético, donde se incluyen los componentes relativos a la producción, distribución y uso de las diferentes formas de energía y el agua.

Los aspectos básicos que determinan la competitividad de una empresa o institución son la calidad y el precio de sus productos o servicios. La posición en el mercado y la estrategia de cambio de posición vienen determinadas por la relación calidad - precio con respecto a otras empresas de la competencia.

Un programa de aumento de la eficiencia energética reduce los costos, permite disminuir el precio o aumentar las utilidades, asegurando la calidad y mejorando la competitividad de la empresa, es decir su posición en el mercado.

El impacto de los costos energéticos sobre los costos totales de producción depende del sector y tipo de empresa o entidad. Pero aún en aquellas empresas donde la energía no representa una de las principales partidas, es importante la administración eficiente de la energía.

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de satisfacer más servicios energéticos, lo que es equivalente a disponer de más energía. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales y en la emisión de contaminantes, incluido el CO₂. Sin lugar a dudas, la energía más limpia es la energía ahorrada.

El incremento de la eficiencia energética se logra mediante las acciones tomadas por productores o consumidores que reducen el uso de energía por unidad de producto o servicio, sin afectar la calidad del mismo.

Para evaluar los cambios en la eficiencia energética se utilizan indicadores de tres tipos fundamentales:

Índices de consumo:

- Energía consumida / Producción realizada
- Energía consumida / Servicios prestados
- Energía consumida / Área construida

Índices de Eficiencia:

Energía teórica / Energía real

Energía producida / Energía consumida

Índices Económico-Energéticos:

- Gastos Energéticos /Gastos Totales
- Gastos energéticos/Ingresos (ventas)
- Energía total consumida/Valor de la producción total realizada (Intensidad Energética)

Un monitoreo y control energético efectivo en una empresa o entidad de servicio, requiere de la utilización de un conjunto de indicadores de los tres tipos, y no solo a nivel de empresa, sino estratificados hasta el nivel de las áreas y equipos mayores consumidores (“Puestos Claves”).

1.5. Oportunidades para el aumento de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe.

La baja eficiencia energética en la Región obedece a un conjunto de factores, dentro de los que se encuentran:

- La etapa en que se encuentran en el proceso de industrialización.
- Las políticas aplicadas por los gobiernos.
- El deficiente funcionamiento de los mercados energéticos.
- Los bajos precios de la energía que han prevalecido.
- La falta de financiamiento para proyectos de eficiencia energética.
- La insuficiente capacidad técnica de la ingeniería local en este campo.
- El bajo nivel de la gestión energética empresarial.

La insuficiente información y motivación social por el ahorro de energía.

Esta situación ha venido cambiando rápidamente en los últimos años. El incremento de la demanda, el aumento de los precios de la energía, las restricciones financieras para ampliar la

oferta energética, la necesidad de lograr mayor competitividad internacional, así como la imperiosa necesidad de protección del medio ambiente, son factores que impulsan actualmente el aumento de la eficiencia energética en la Región, existiendo un gran potencial para ello.

El objetivo de los sistemas energéticos es la satisfacción de los servicios de energía necesarios en los diferentes sectores de la sociedad y la economía (residencial, comercial, industrial, transporte, minería, agricultura, etc.). La eficiencia energética hay que lograrla en todos los eslabones de la cadena que comienza en las fuentes de energía primaria, y termina en los equipos de uso final. Durante muchos años la mayor atención en el sector energético se prestó al lado de la producción y suministro de energía, mientras que en las últimas décadas se ha estado haciendo mucho énfasis en las tecnologías y equipos de uso final eficientes y en la administración de la demanda.

El potencial de ahorro de energía en los países subdesarrollados es actualmente mucho mayor que en los desarrollados por varias razones, dentro de las cuales se pueden señalar:

- Las actividades energointensivas están creciendo a mayor ritmo en los países en desarrollo, de modo que existen mayores oportunidades de lograr ahorros de energía en nuevas instalaciones, que es donde el potencial de ahorro es mayor.
- Los precios de la energía han sido tradicionalmente más bajos, subsidiados, por lo que el mercado no ha estimulado el ahorro de energía.
- Ha faltado acceso a tecnologías comerciales para el incremento de la eficiencia energética.
- Han sido muy limitadas las fuentes de financiamiento para proyectos de eficiencia energética.

Aún existen grandes insatisfacciones por los insuficientes resultados logrados en la Región. Del lado del consumo, se consideran aún insuficientes la acción institucional y legislativa sobre la eficiencia energética, la capacidad de planificación y gestión para una mejor asignación de recursos y manejo de la demanda energética, y la educación y divulgación sobre la eficiencia energética, entre otras.

En particular la OLADE recomienda en el Sector Industrial y de Servicios las siguientes acciones para elevar la eficiencia energética: auditorías detalladas en establecimientos de uso

intensivo de la energía (grandes consumidoras), programas de auditorías e incentivos para pequeñas y medianas industrias; promover la cogeneración, la implantación de programas de manejo de la demanda de energía eléctrica, la introducción de equipos eficientes, los programas de capacitación y entrenamiento de cuadros técnicos, la ejecución de actividades de investigación y desarrollo tecnológico conjunto con universidades, centros de investigación y empresas de consultoría energética.

El crecimiento económico de los países de la Región a alcanzar en los próximos años y, por tanto, el aumento sostenido de la producción y del bienestar de la población, requerirá indudablemente de mayores consumos energéticos. Pero ese aumento en la producción y consumo de la energía para soportar el crecimiento económico, deberá contribuir a la equidad social y realizarse en armonía con el medio ambiente.

Se requerirá de energía confiable, asequible a bajo costo, económicamente viable, socialmente aceptable y ambientalmente sostenible.

Se considera que el potencial de ahorro de energía alcanzable en los países de la Región es del 20-50 % en el caso de mejoras en instalaciones existentes y del 50-70 % en nuevas instalaciones.

Algunas de las principales oportunidades para el incremento de la eficiencia energética en los países en desarrollo son:

1.5.1. Oportunidades relacionadas con los equipos y las tecnologías:

- Incrementar la eficiencia en el uso de las materias primas e incrementar el reciclaje.
- Introducción de tecnologías de alta eficiencia energética en las industrias de cemento, acero, química, de pulpa y papel, y refinación de petróleo.
- Incrementar la aplicación de los sistemas de cogeneración en la industria, e introducirlos en el sector terciario (trigeneración).
- Introducción de ciclos combinados con turbinas de gas y turbinas de vapor para la generación de electricidad.
- Introducción de ciclos integrados con gasificación de carbón y biomasa.
- Introducción de equipos de alta eficiencia en el sector comercial y residencial.
- Cambio a modos de transportación de menor consumo de energía.

- Mejoras en la tecnología y la infraestructura del transporte.
- Mejoras en los sistemas de riego y cultivo en la agricultura.
- Incrementar la participación del gas natural en el balance de combustibles.
- Ampliación de la participación de las energías renovables, en particular:
 - Aplicación del calentamiento solar de agua en el sector residencial y comercial.
 - Aprovechamiento energético de los residuos agrícolas e industriales.
 - Producción de energía a partir de la biomasa.
 - Aprovechamiento máximo de la hidrogenaría.
 - Aprovechamiento de la energía eólica para la generación de electricidad.
 - Utilización de la electricidad fotovoltaica en sitios no conectados a la red.
 - Aplicación de los principios de la arquitectura bioclimática.
- Empleo de combustibles más limpios para el transporte: gas natural comprimido, alcohol, biocombustibles, hidrógeno (celdas de combustible).
- Incremento de la eficiencia en la cocción de alimentos.

1.5.2. Oportunidades relacionadas con la gestión energética y las prácticas de consumo

- Incremento de la educación energética ambiental y la promoción del ahorro de energía a todos los niveles.
- Elevación del nivel de la gestión energética empresarial, mediante la implementación de sistemas avanzados de administración de energía.
- Reforzamiento institucional en el campo de la eficiencia energética.
- Desarrollo de seminarios, eventos, cursos, diplomados, especializaciones, etc., sobre eficiencia energética.
- Establecimiento de legislaciones que promuevan la eficiencia energética.
- Desarrollo de proyectos pilotos demostrativos de eficiencia energética.
- Establecimiento de programas de auditorías e incentivos para pequeñas y medianas industrias.

1.6. Estado actual de la economía y uso de la energía en Cuba

La importancia y el alcance del problema global relacionado con el empleo de los recursos energéticos se reflejan de forma muy particular en Cuba. En nuestro país, hasta lo que se conoce hoy en día, no se disponen de grandes cantidades de recursos energéticos fósiles en el subsuelo; la geografía del territorio nacional no permite la instalación de grandes hidroeléctricas y por otra parte, el bloqueo económico impuesto por los Estados Unidos y las desiguales relaciones de intercambio, establecidas por el orden económico internacional que impera en el mundo, convierten el problema de la energía en una de las más cruciales para la estabilidad y el desarrollo de la nación cubana. Sin embargo, por su ubicación geográfica, Cuba recibe diariamente una radiación solar suficiente para abastecer gran parte de las necesidades energéticas de sus ciudadanos y la explotación inteligente de los vientos puede contribuir en la disminución del empleo de los portadores energéticos convencionales. Cuba tampoco es un país con yacimientos de uranio, por lo que prácticamente no puede hacer un empleo a gran escala de la tecnología nuclear para la generación de electricidad. A estos elementos se le debe añadir los elevados precios que se asocian con la comercialización del petróleo, base fundamental de los portadores energéticos empleados en Cuba, donde anualmente es necesario invertir casi la tercera parte de los ingresos en divisas que se generan a partir de las exportaciones, para la adquisición de los portadores energéticos que requiere el país.

A inicios de julio de 2016, durante su intervención en la Comisión de Asuntos Económicos de la Asamblea Nacional del Poder Popular, Marino Murillo, vicepresidente del Consejo de Ministros, reconoció que existían problemas con la disponibilidad de petróleo y aclaró que esta coyuntura exigía “un estricto ahorro y un uso eficiente de la energía y los combustibles”. Esto se traduce en nuevas disposiciones que afectan fundamentalmente al sector estatal. adoptadas para paliar la crisis energética incluyen la reducción del horario laboral de algunas entidades, recortes de hasta el 28 por ciento del suministro de combustible a las empresas y administraciones estatales, recortes de hasta el 50 por ciento en el alumbrado público y ajustes en el uso de equipos altos consumidores de energía en el sector estatal. (Díaz, 2016). El empleo y perfeccionamiento de la utilización de las fuentes renovables de energía podría

ser considerado como el inicio de una tercera "Revolución Industrial" la transición a una economía de baja emisión de dióxido de carbono permite dar un giro trascendental en la lucha contra el cambio climático, mejorar la seguridad energética, y reducir significativamente las tensiones geopolíticas del presente. El incremento de la utilización de las fuentes renovables de energías constituye un lineamiento de la política energética de Cuba. De esta manera se desarrollan programas para la construcción de centrales hidroeléctricas, la instalación de celdas y paneles fotovoltaicos, sistemas termo solares, y la utilización de otras fuentes como la eólica y la biomasa. (Bravo Hidalgo, 2015)

1.7. Experiencias en la implementación de la norma ISO 50001

1.7.1. Algunas Experiencias nacionales

Diferentes empresas nacionales y extranjeras han trabajado de forma independiente en comenzar la implementación de la NORMA ISO 50001, avanzando en diferentes etapas en función de las características de la empresa donde se ha aplicado.

Un ejemplo es la fábrica de Cementos Cienfuegos S. A., donde se trabajó con el objetivo general de integrar el sistema de gestión energética, al sistema de gestión de la empresa, empleando para ello el proyecto de norma ISO/FDIS 50001: 2011 y la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. Se utilizaron diversas técnicas de recopilación de la información como tormenta de ideas, observación directa, revisión de documentos, entrevistas y cuestionarios. El procesamiento de los datos se realizó utilizando el software estadístico Statgraphics Centurion XV versión 15.2.06 y SPSS versión 16.0. Se identificaron las áreas, equipos y personal clave en el consumo y gastos de portadores energéticos; los índices de consumo adecuados que se pueden emplear como indicadores de desempeño energético de la empresa; el nivel de competencia en que se encuentra la misma en materia de gestión energética; y se propuso un conjunto de elementos del sistema de gestión energética que deben ser integrados al sistema de gestión de la empresa (Sklyar, 2011).

En los propios centros universitarios también se han realizado acciones para comenzar la implementación de esta norma. En La Universidad e Cienfuegos en el 2011 se realizó un trabajo basado en los resultados de algunas prácticas laborales de estudiantes, dirigidas a mitigar los efectos negativos que produce el consumo excesivo de combustible fósil y su

acción sobre el medio ambiente. Como resultado surge una propuesta de Norma de Gestión Energética para la Universidad de Cienfuegos utilizando la ISO 50001 como Norma de Referencia. Para este centro universitario se determinaron los índices de consumo con indicadores de salida o indicadores de producto final que permiten a la dirección la toma de decisiones para lograr un uso más eficiente de los portadores energéticos. Los resultados determinaron las principales variables para los centros universitarios que influyen en el consumo de energía y se realizó un estudio estadístico de las mismas, proponiéndose un grupo de indicadores de consumo específicos para la UCF (Guzmán, 2011).

En procesos de producción de vapor se ha comenzado a trabajar en las Herramientas para la Planificación y Revisión Energética según la Norma ISO 50001. En ese trabajo se aplican técnicas de criterios de expertos y diagnósticos con los especialistas. Se elaboró un documento con las principales herramientas para la implementación de dicha norma en procesos de producción y uso del vapor, a partir del caso de estudio de la Lavandería Unicornio, en Cienfuegos.

La adopción en Cuba de la ISO 50001 y las fortalezas nacionales para su implantación representa un caudal de potencialidades para la investigación científica en sistemas de producción y uso del vapor, proceso altamente consumidor de energía. A partir de la caracterización energética pudo definirse la línea de base energética (modelo lineal que ajusta el consumo y la producción de la empresa durante un periodo determinado y que se utiliza de referencia) y línea meta a utilizar en la implementación de la norma ISO 50001 a la empresa en estudio (Madrigal, 2012).

1.7.2. Algunas experiencias internacionales

La comunidad de Madrid Ahorra con Energía convocó un curso de Gestión de la Eficiencia Energética para la Implantación de la ISO 50001 llevado a cabo el 28 y 29 de noviembre del 2012 con una duración de 16 horas. El curso se dictó con el objetivo de proporcionar métodos, herramientas y conocimientos prácticos para implementar la ISO 50001, para lograr la reducción de los costos energéticos y beneficios ambientales en la disminución de los gases de efecto invernadero. Este curso estuvo diseñado en dos partes: una teórica y otra práctica, basada en casos reales.

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), presentó un programa piloto para el desarrollo y aplicación de una metodología de implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) basados en la norma ISO 50001. La finalidad era generar capacidades a nivel local para que profesionales chilenos pudieran implementar ISO 50001, tanto al interior de las empresas como desde empresas consultoras. La AChEE seguirá promoviendo el uso de la norma ISO 50001, con el fin de acelerar su introducción en Chile, aumentando la eficiencia energética de las empresas y mejorando la competitividad.

En Colombia, el Ministerio de Energía y Minas realizó un ciclo de conferencias para la aplicación de la Norma ISO 50001 en septiembre del 2011, donde se discutió el objetivo de esta normativa y su alcance, especificando los requerimientos aplicables al suministro uso y consumo de energía. Se trabaja en un proyecto de guía técnica colombiana con el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, con el apoyo del CENA y el CYDET.

Conclusiones Parciales del Capítulo 1

El continuo desarrollo tecnológico ha provocado el insaciable consumo de recursos energéticos afectando el entorno económico mundial por lo que la gestión energética constituye una herramienta fundamental en el mundo moderno mediante la cual se puede administrar la energía.

La norma ISO 50001 está basada en la filosofía del mejoramiento continuo, presenta una tecnología integrada por un paquete de procedimientos y herramientas técnico-organizativas, la cual permite identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos energéticos de la empresa.

Cada vez son mayores los esfuerzos en el mundo por hacer un uso racional de los recursos energéticos y fomentar el desarrollo sostenible pero todavía son muy escasos.

A stylized graphic consisting of several overlapping, curved shapes in shades of green and white, creating a sense of depth and movement. The shapes are arranged in a way that suggests a page being turned or a document being presented. The colors range from a light, pale green to a vibrant, dark green.

Capítulo II

Capítulo II: Caracterización energética de la EMGEF UEB Cienfuegos.

2.1. Caracterización de la EMGEF UEB Cienfuegos

La Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrónicos de Fuel Oil (EMGEF), subordinada a la Unión Eléctrica, fue creada el 25 de Abril de 2007 por la Resolución 112 de la entonces Ministra de la Industria Básica, a partir de la autorización del Ministerio de Economía y Planificación por la Resolución No. 106 de fecha 16 de marzo de 2007. Aplica el sistema de dirección y gestión empresarial cubano por el Acuerdo No. 6214 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de fecha 4 de Enero de 2008 y está integrada por 16 Unidades Empresariales de Base enclavadas en cada provincia, lo que le da categoría de Empresa Nacional.

La Unidad Empresarial de base de Cienfuegos se encuentra ubicada en carretera Palmira Km 3 ½ en el municipio de Cienfuegos, la misma está estructurada en 12 grupos de trabajo que se subordinan a la dirección de la UEB y tres centrales eléctricas. El director de la UEB es Juan José Jiménez Guzmán.

Su misión es garantizar la generación eficiente y sustentable de energía eléctrica en régimen base con motores de combustión interna respondiendo a los requisitos del Sistema Electroenergético Nacional (SEN) con profesionalidad y confiabilidad.

Visión: Alcanzar los niveles de generación de energía eléctrica que permitan satisfacer las necesidades de nuestro cliente, manteniendo una alta disponibilidad, confiabilidad y seguridad operacional; mejorando la eficacia y eficiencia del sistema de gestión, el clima organizacional, el ahorro de recursos y la mitigación de los impactos ambientales negativos.

Objeto social

Su objeto empresarial modificado se establece en la Resolución No. 634 de 2014 del Ministerio de Economía y Planificación y establece:

1. Brindar servicios técnicos vinculados al mantenimiento, reparación, montajes industriales incluidos la parte civil y modernizaciones de calderas, turbocompresores, generadores eléctricos, transformadores, motores, bombas y equipamiento industrial.

2. Fabricar, reparar y comercializar equipos, componentes, partes y piezas de repuesto de grupos electrógenos.
3. Generar energía eléctrica.
4. Prestar servicios en los talleres de mantenimiento y reparación a las empresas que integran el sistema de la Unión Eléctrica y a terceros.
5. Arrendamiento de equipos especializados para las actividades de mantenimiento, reparación y calibración de instrumentos a las empresas que integran el sistema de la Unión Eléctrica y a terceros.
6. Prestar servicios técnicos de programación, mantenimiento, diagnóstico y defectación de motores, generadores y equipos auxiliares a las empresas que integran el sistema de la Unión Eléctrica y a terceros.

Valores que caracterizan a sus trabajadores

Compromiso. Preservar los principios revolucionarios y las conquistas alcanzadas por nuestra organización como responsabilidad máxima que deberán asumir todos los trabajadores del sector y estará presente en cada misión o tarea que realicen tanto dentro como fuera del país.

Vocación de servicio. Servir con calidad y alcanzar la máxima satisfacción del cliente, despojándose de todo sentimiento que los haga parecer disminuidos por prestar un servicio con afabilidad, cordialidad y que complazca a quien lo recibe, ya sea persona o entidad.

Profesionalidad. Dominio total de la actividad que se realiza, aplicando la teoría con creatividad y dando una respuesta científica a cada tarea o misión asignada; y tener como principio de toda tarea este atributo, poniendo la excelencia como meta en el trabajo y no hacer la más mínima concesión a la mediocridad y a la falta de calidad en aras de cantidad o de abaratar los costos.

Laboriosidad. Afición y satisfacción por el trabajo creador. Concebir al trabajo como la fuente de la riqueza, como un deber social y la vía honrada para la realización de los objetivos sociales y personales.

Responsabilidad. Autodisciplina y rigor en el desempeño de las misiones asignadas; es la ejecución pormenorizada y minuciosa de las tareas encomendadas en el trabajo cotidiano.

Honradez. Actuar con transparencia, con plena correspondencia entre la forma de pensar y actuar, asumiendo una postura adecuada ante lo justo en el colectivo. Ser sinceros con apego a la verdad y exigirlo a los demás. Ser ejemplo en el cumplimiento de la legalidad y los deberes.

Trabajo en equipo. Ayudar y cooperar con otros es ayudarse a sí mismo, para lograr este valor prepararse y exigir preparación en los elementos de ética y tener una cultura general y debe tenerse una actitud que demuestre que se puede contar con él siempre.

Respeto. Tratar a los demás como quisiera ser tratado, se debe practicar la educación formal que es la base de nuestra educación, tener una actitud de ser ejemplo en el trato a todos y una preparación general, la comunicación adecuada y conocer y practicar los elementos de ética.

2.2. Análisis energético de la EMGEF

2.2.1 Revisión energética

2.2.1.1. Estratificación de los principales portadores energéticos

En la Tabla 2.1 y en la Figura 2.1 se puede apreciar los principales portadores de energía en esta empresa expresados en toneladas equivalentes de petróleo (Tep) siendo el Fuel-Oíl el mayor consumidor con un 95.406% del total

Tabla 2.1. Estructura de consumo de portadores energéticos. Año 2016.Elaboración propia

| Portadores Energéticos | UM | Consumo | TEP | % | Acum.. |
|------------------------|-----|----------|-------------------|----------------|---------|
| Fuel Oíl | ML | 60269,36 | 60313,444 | 95,406 | 95,406 |
| Diésel (Operación) | ML | 2330,36 | 2090,010 | 3,306 | 98,712 |
| Electricidad | MWh | 2185,66 | 765,375 | 1,211 | 99,923 |
| Diésel transporte | ML | 41,82 | 33,713 | 0,053 | 99,976 |
| Gasolinas | ML | 18,50 | 14,914 | 0,024 | 100,000 |
| TOTAL | | | 63217,4558 | 100,000 | |

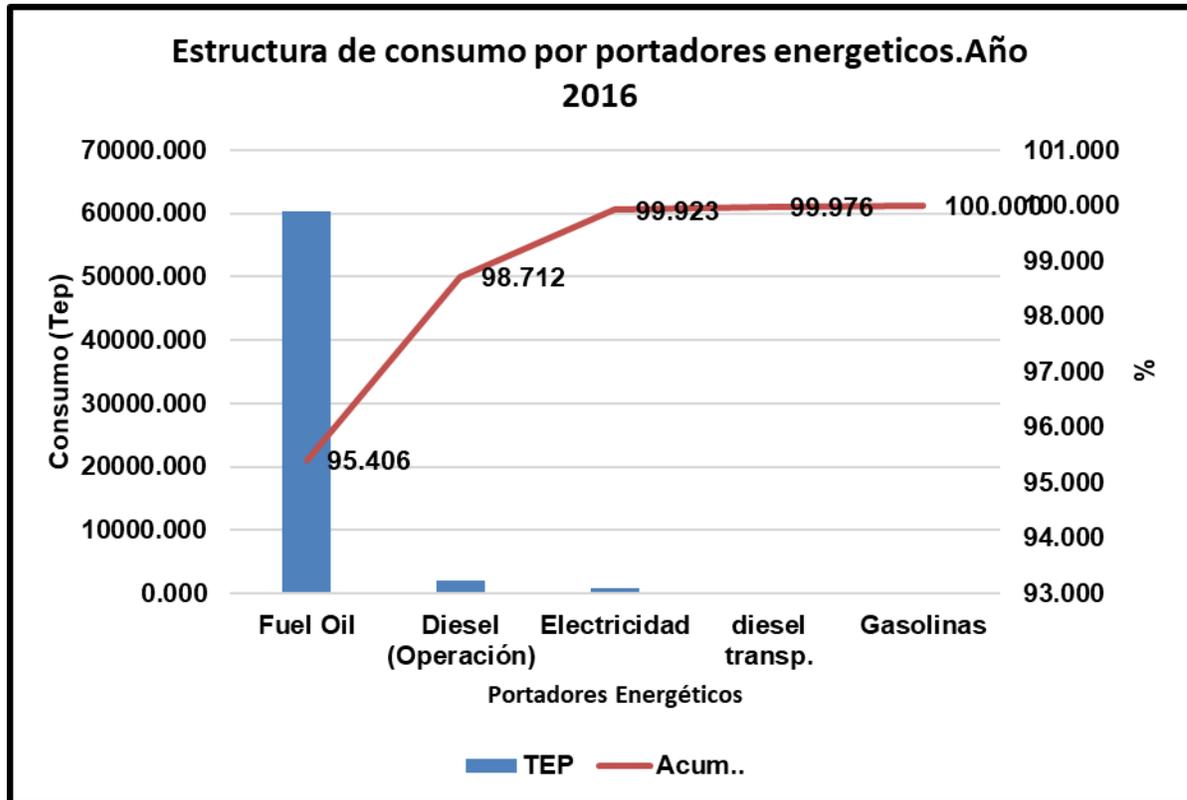


Figura 2.1. Estructura de consumo de portadores energéticos. Año 2016. Elaboración propia
 Al ser el Fuel-Oíl el portador más consumido se hará un análisis de este portador, analizando los consumos en las UEB productivas.

En la tabla 2.2 y en la figura 2.2 se observa el consumo de Fuel-Oíl por las distintas UEB que existen en la empresa en el año 2016.

Tabla 2.2 Consumo de Fuel-Oíl por las distintas áreas en el año 2016. Elaboración propia

| Áreas | Consumo (ML) | Tep | % | % Acumulado |
|--------------|--------------|------------|------------|-------------|
| Yaguaramas | 21938.058 | 21954.1057 | 36.40002 | 36.40002 |
| Cruces | 21519.706 | 21535.4477 | 35.7058828 | 72.10590284 |
| Agramonte | 16811.593 | 16823.8907 | 27.8940972 | 100 |
| Total | | 60313.4441 | 100 | |

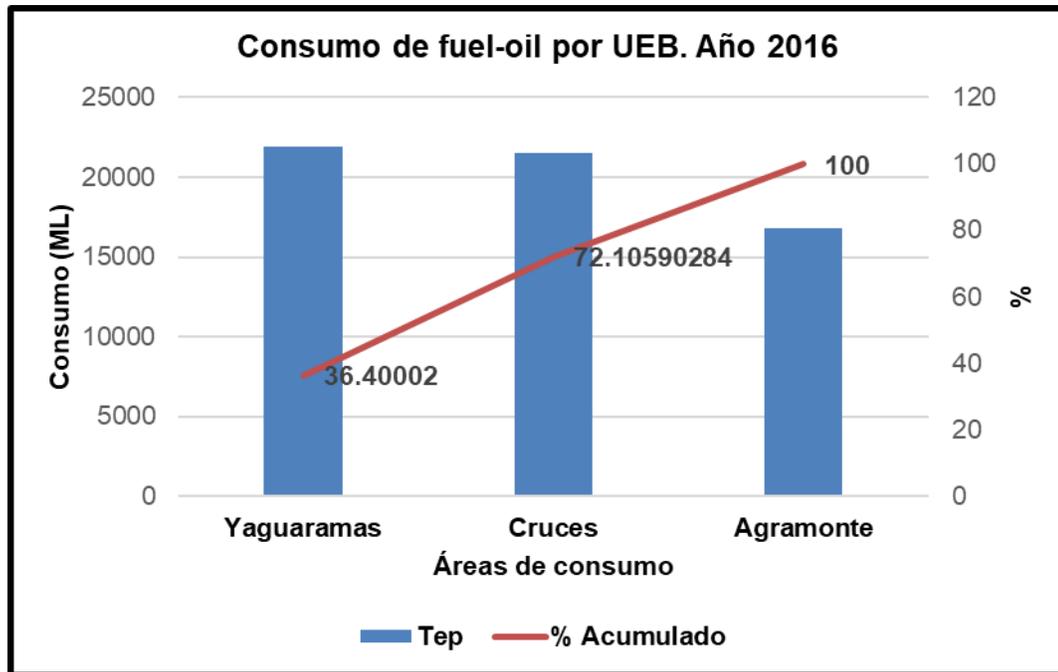


Figura 2.2. Consumo de Fuel Oíl por UEB. Año 2016. Elaboración propia

Como se puede observar las áreas más consumidoras de fuel-oíl son las UEB Yaguaramas y Cruces acumulando entre las dos un 72 % del consumo total de la empresa, siendo Yaguaramas la más consumidora.

En la tabla 2.3 se presenta el consumo de los portadores energéticos en el año 2017 expresado en toneladas equivalentes de petróleo (tep).

Tabla 2.3 Estructura de consumo de portadores energéticos. Año 2017. Elaboración propia

| Portadores Energéticos | UM | Consumo | TEP | % | Acum.. |
|------------------------|-----|----------|-------------------|----------------|----------------|
| Fuel Oíl | ML | 35520,58 | 33417,280 | 51,168 | 51,168 |
| Diésel (Operación) | ML | 34201,38 | 30673,912 | 46,968 | 98,136 |
| Electricidad | MWh | 3356,10 | 1175,239 | 1,800 | 99,935 |
| Diésel (Transporte) | ML | 35,19 | 31,558 | 0,048 | 99,984 |
| Gasolinas | ML | 13,24 | 10,675 | 0,016 | 100,000 |
| TOTAL | | | 65308,6645 | 100,000 | |

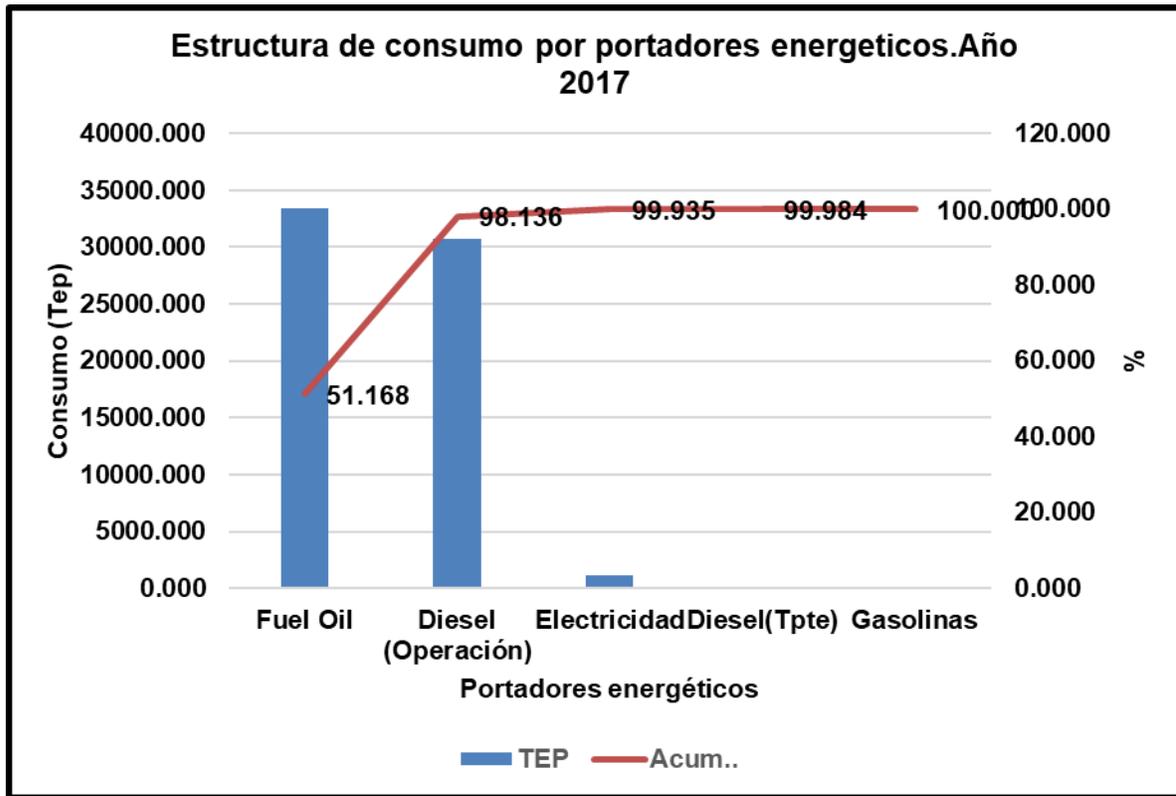


Figura .2.3. Estructura de consumo de portadores energéticos. Año 2017. Elaboración propia
 En el gráfico anterior se muestra el consumo total en Tep (Toneladas Equivalentes de Petróleo) de los portadores energéticos en la empresa en el año 2017. Como se puede observar el fuel-oíl y el diésel (operación) representan más del 80% del consumo general de la empresa. El fuel-oíl representa el portador de mayor relevancia con el 51.168% del consumo total.

La siguiente tabla muestra el consumo fuel-oíl por las distintas centrales que pertenecen a la empresa expresados en Tep.

Tabla 2.4 Consumo de Fuel-Oíl por las distintas áreas en el año 2016. Elaboración propia

| Áreas | Consumo (ML) | Tep | % | % Acumulado |
|--------------|--------------|------------|------------|-------------|
| Cruces | 18091,108 | 18104,3417 | 50,9313403 | 50,9313403 |
| Yaguaramas | 12271,214 | 12280,1904 | 34,5467716 | 85,478112 |
| Agramonte | 5158,259 | 5162,03227 | 14,521888 | 100 |
| Total | | 35546,5643 | 100 | |

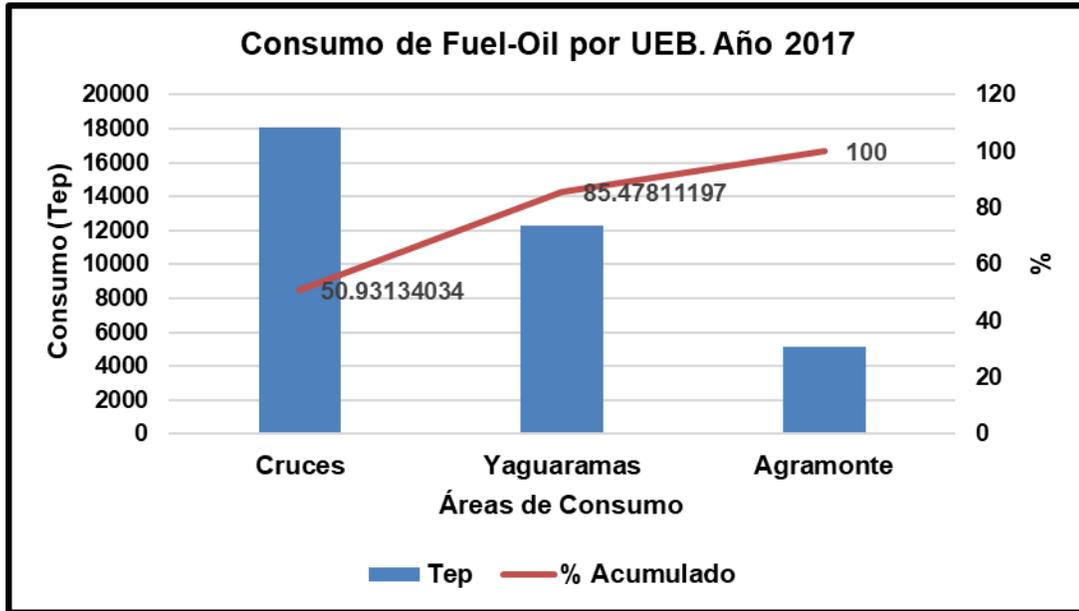


Figura. 2.4. Consumo de Fuel-Oíl por UEB. Año 2017. Elaboración propia

El mayor consumo de fuel oíl estuvo en las UEB Cruces y Yaguaramas acumulando entre las dos el 85.48% del consumo total de la empresa. Este año a diferencia del año anterior Cruces fue la que más consumió mientras que Agramonte se mantiene como la menos consumidora.

2.2.1.2. Comportamiento del consumo de fuel-oíl

La figura. 2.5 muestra cómo se comportó el consumo de fuel-oíl durante el año 2016 por meses.

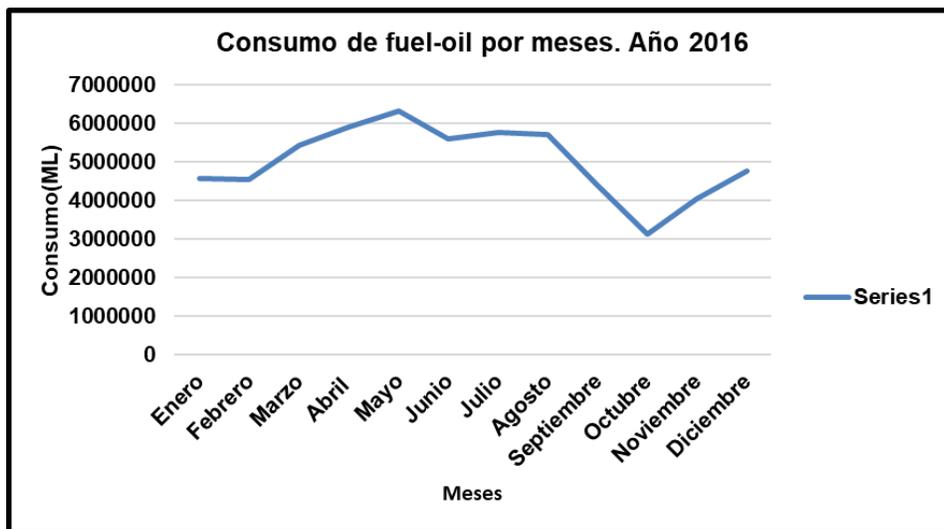


Figura. 2.5. Consumo de fuel-oíl por meses. Año 2016. Elaboración propia

El mayor consumo se produjo en la temporada abril-mayo mientras que el mínimo consumo fue en los meses de octubre y noviembre comenzando la temporada invernal

En la fig. 2.6 podemos observar el comportamiento del consumo de fuel-oíl por meses en el año 2017

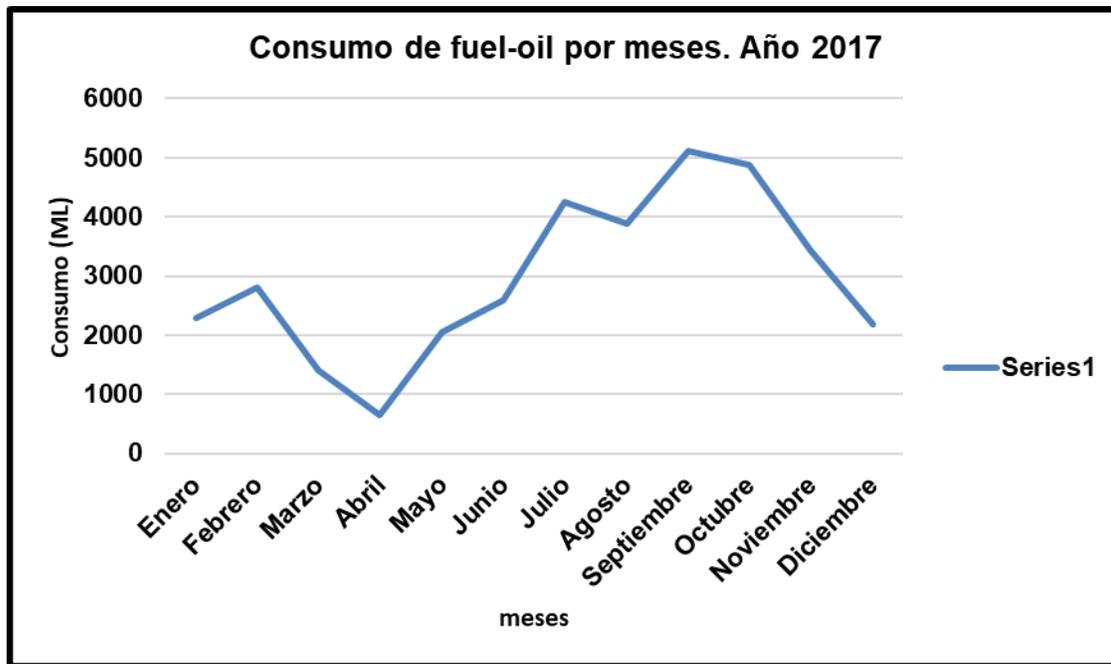


Figura. 2.6. Consumo de fuel-oíl por meses. Año 2017. Elaboración propia

Como muestra la figura. 2.6 el mayor consumo se produjo en septiembre mientras que en abril se produjo el menor consumo.

2.3. Gráficos de control

La Figura 2.7 muestra el gráfico de control de consumo de fuel-oíl en L para el año 2016. En este gráfico el consumo medio mensual es igual a 5022446.42 L, el límite superior es de 6876521.977 L y se representa con la línea roja, el límite inferior es de 3168370.856 L y se representa con la línea verde y la desviación estándar es de 927037.78L. De manera general se observa un punto fuera de los límites de control, específicamente por debajo del límite inferior en el mes de octubre por lo que se puede apreciar una no uniformidad en la variable consumo. Es válido aclarar que esta herramienta se usa como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto para detectar en cuáles fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

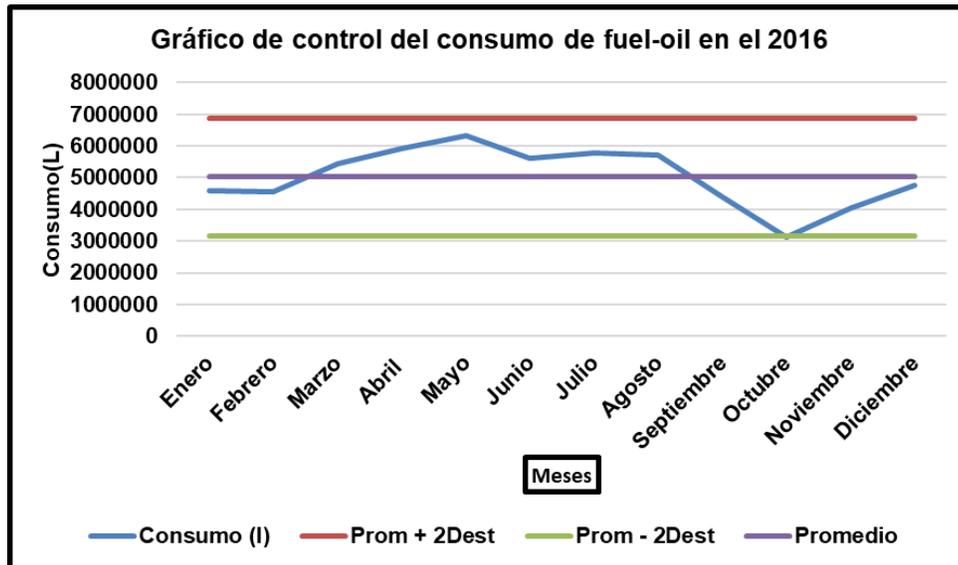


Figura.2.7. Gráfico de control del consumo de fuel-oíl. Año2016.Elaboracionpropia

En la figura 2.8 el consumo de diésel se mantuvo dentro de los límites de control superior e inferior para los 12 meses, a partir del mes de junio hay un aumento de la línea de consumo sobrepasando el consumo promedio debido a la gran demanda energética de esos meses por las condiciones climatológicas existentes en el país como son las elevadas temperaturas.

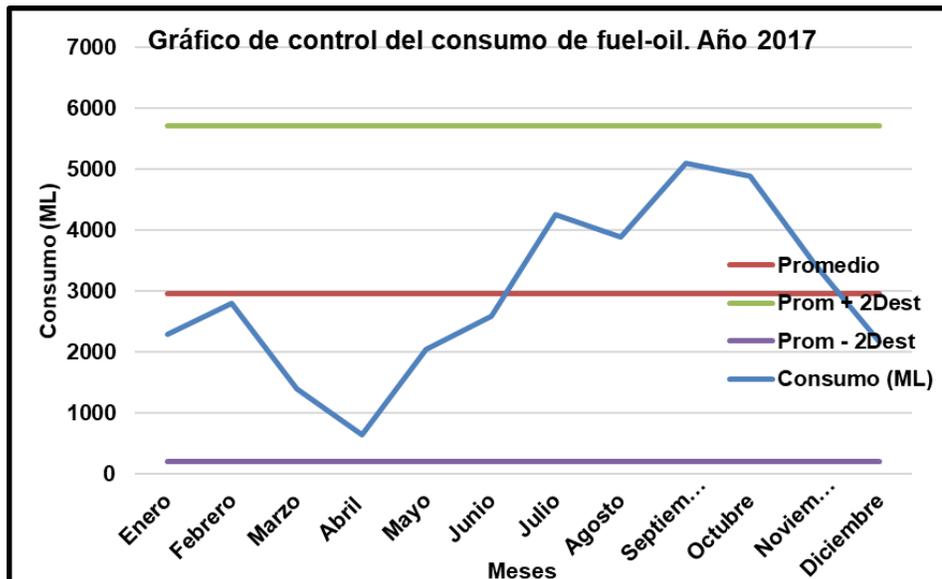


Figura .2.8. Gráfico de control del consumo de fuel-oíl. Año 2017. Elaboración propia.

La Figura. 2.9 muestra la producción por meses de los dos años analizados destacando de modo general que en el año 2016 la variable producción no se

comportó de manera estable ya que en el mes de octubre está por debajo del límite inferior.

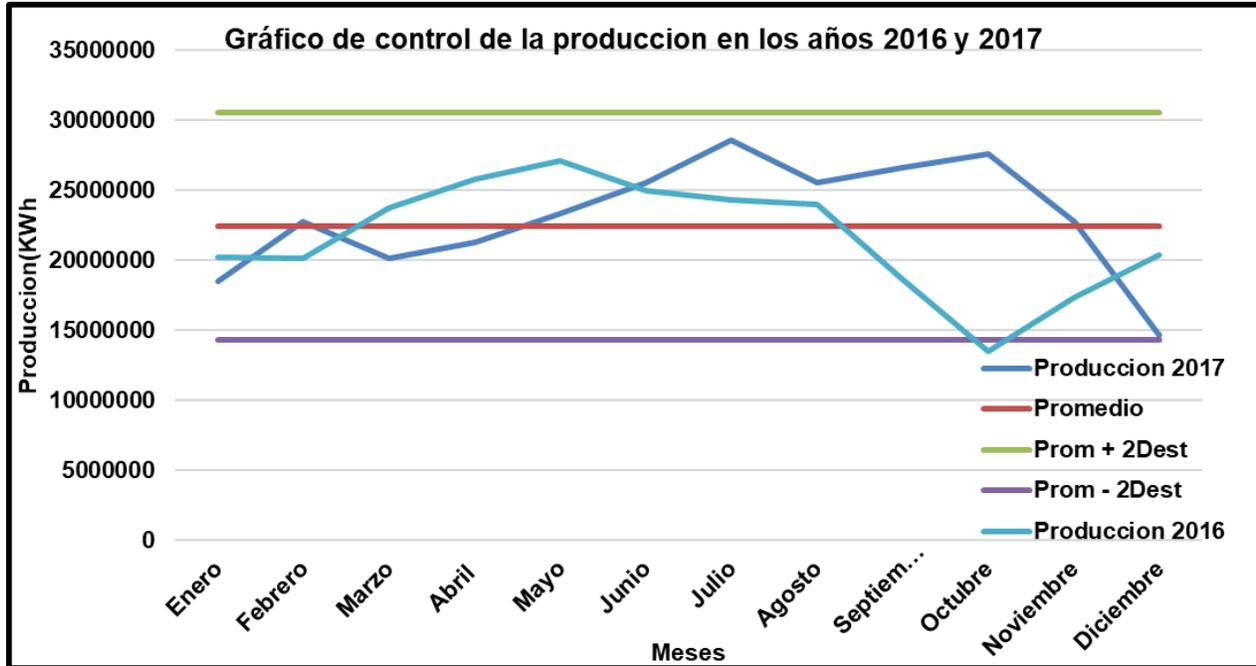


Figura 2.9 Gráfico de control de la producción en los años 2016 y 2017. Elaboración propia.

Conclusiones Parciales del Capítulo 2

El fuel-oíl es el portador energético más consumido en la empresa durante los dos años analizados representando el 95.406% del total en el 2016 y el 51.168% en el 2017

En el año 2016 la variable producción no se comportó de manera estable ya que en el mes de octubre está por debajo del límite inferior

No se aprecia una relación en cuanto al consumo y obviamente la producción entre los dos años ya que durante la misma etapa dichas variables tiene un comportamiento opuesto en cuanto a su crecimiento



Capítulo III

Capítulo III Aplicación de las herramientas de la etapa de planificación de la norma ISO-50001

3.1. Implementación de la Etapa de Planificación energética en la Batería de Grupos Electrónicos de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos

3.1.1. Determinación de Línea de Base Energética

La línea de base energética, es establecida a partir de los resultados de la revisión energética, constituye la referencia a partir de la cual se medirá la evolución del desempeño energético de la organización, se monitoreará los indicadores de desempeño energético (IDEn) y se establecerán las metas energéticas. La línea base debe establecerse tomando un periodo reciente de datos confiables, normalmente de uno o dos años, donde haya existido una operación estable, sin cambios considerables en la organización. Este periodo debe reflejar la situación típica de operación de la organización.

Al constituir la base de comparación del desempeño energético, la línea base debe tener determinada estabilidad en el tiempo, aunque deben realizarse ajustes en ella cuando los IDEn ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización o se hayan realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía. Se deben mantener los registros de la línea base y de sus actualizaciones.

- Registrar los datos de consumo de energía y producción asociada a este para el mismo período de tiempo seleccionado (día, mes, año, etc.).
- Verificar la consistencia de la información recolectada, evaluar su validez e identificar errores, por ejemplo: valores ilógicos, equipos de medición fuera de calibración, valores de producción realizada no reales o estimados, datos tomado en condiciones no estándares de producción, etc.
- Utilizar el método de los mínimos cuadrados para determinar el coeficiente de determinación (R^2) entre E y P y trazar la línea de mejor ajuste.

Se calcula analíticamente la pendiente y el intercepto de la recta, expresando su ecuación de la forma

$$E = m \cdot P + E_0 \quad (1)$$

Donde:

E- consumo de energía en el período seleccionado

P- producción asociada en el período seleccionado

m- pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio de consumo de energía respecto a la producción. Es el valor del índice de consumo mínimo promedio de energía en el período caracterizado.

Eo- intercepto de la línea con el eje y que significa la energía no asociada a la producción en el período analizado.

m*P- es la energía asociada directamente al proceso productivo

La literatura indica que se pueden aceptar adecuados valores del coeficiente de correlación $\geq 0,75$. Valores inferiores al valor señalado indican una débil correlación entre los parámetros representados en el diagrama de dispersión, por tanto, el índice de consumo formado por cociente entre ellos no refleja adecuadamente la eficiencia energética de la entidad.

Las causas más frecuentes de la baja correlación entre energía y producción en la entidad son:

- La poca estabilidad en los procesos productivos.
- Pobre disciplina tecnológica.
- El consumo la empresa no es controlada adecuadamente.
- Las prácticas de operación y mantenimiento están pobremente definidas.

La producción de la EMGEF es la energía entregada al Sistema Electroenergético Nacional y está en correspondencia con el fuel-oíl consumido. La Figura 3.1 muestra la línea base energética correspondiente al año 2016 considerando el consumo de fuel-oíl consumido en toneladas y la producción expresada en Mega watt hora (MWh).

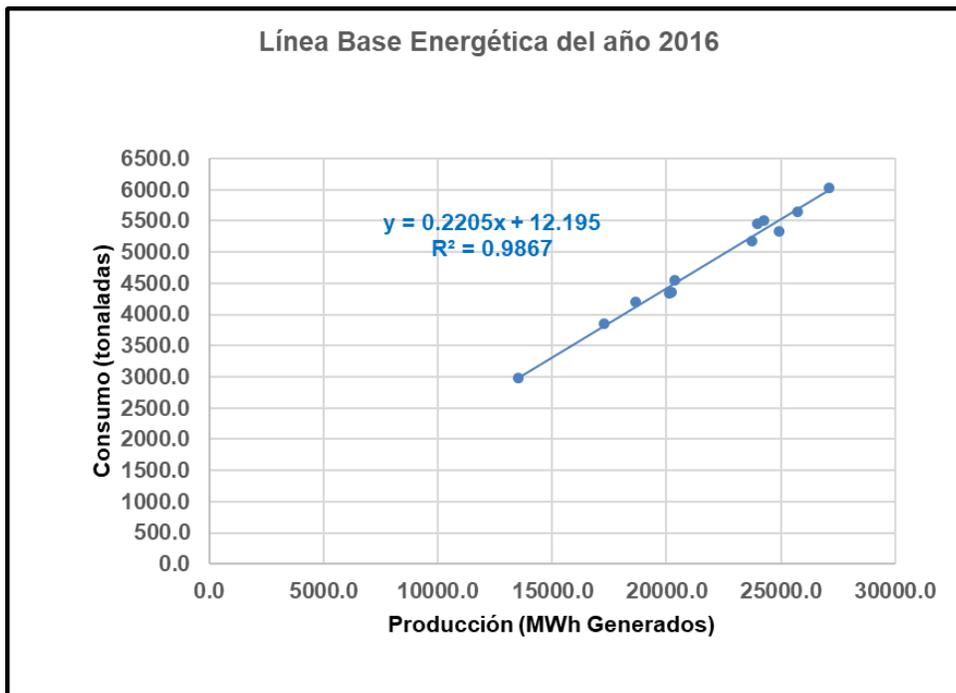


Figura.3.1. Línea Base Energética Real. Año 2016. Elaboración propia.

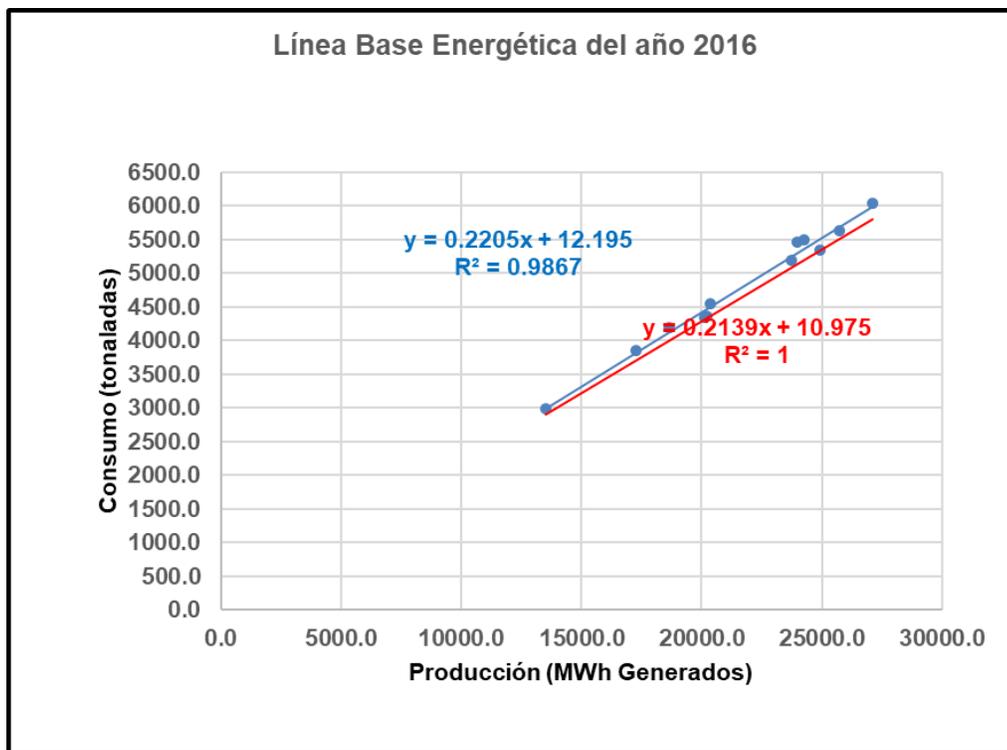


Figura 3.2. Línea Base Energética Real y Meta. Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 3.2. la línea base energética meta de la empresa está cercana a la real esto ocurre debido a que para su obtención se tomó como dato que el índice de consumo sería el menor que hubo en el periodo de tiempo que fue objeto de estudio, con un valor de 0.2139 t/MWh así obteniendo un resultado lo más cercano posible a lo real

3.2. Indicador de eficiencia energética.

En correspondencia con la línea base presentada, la figura siguiente presenta el indicador de eficiencia energética propuesto para este caso tomando como período base el año 2016.

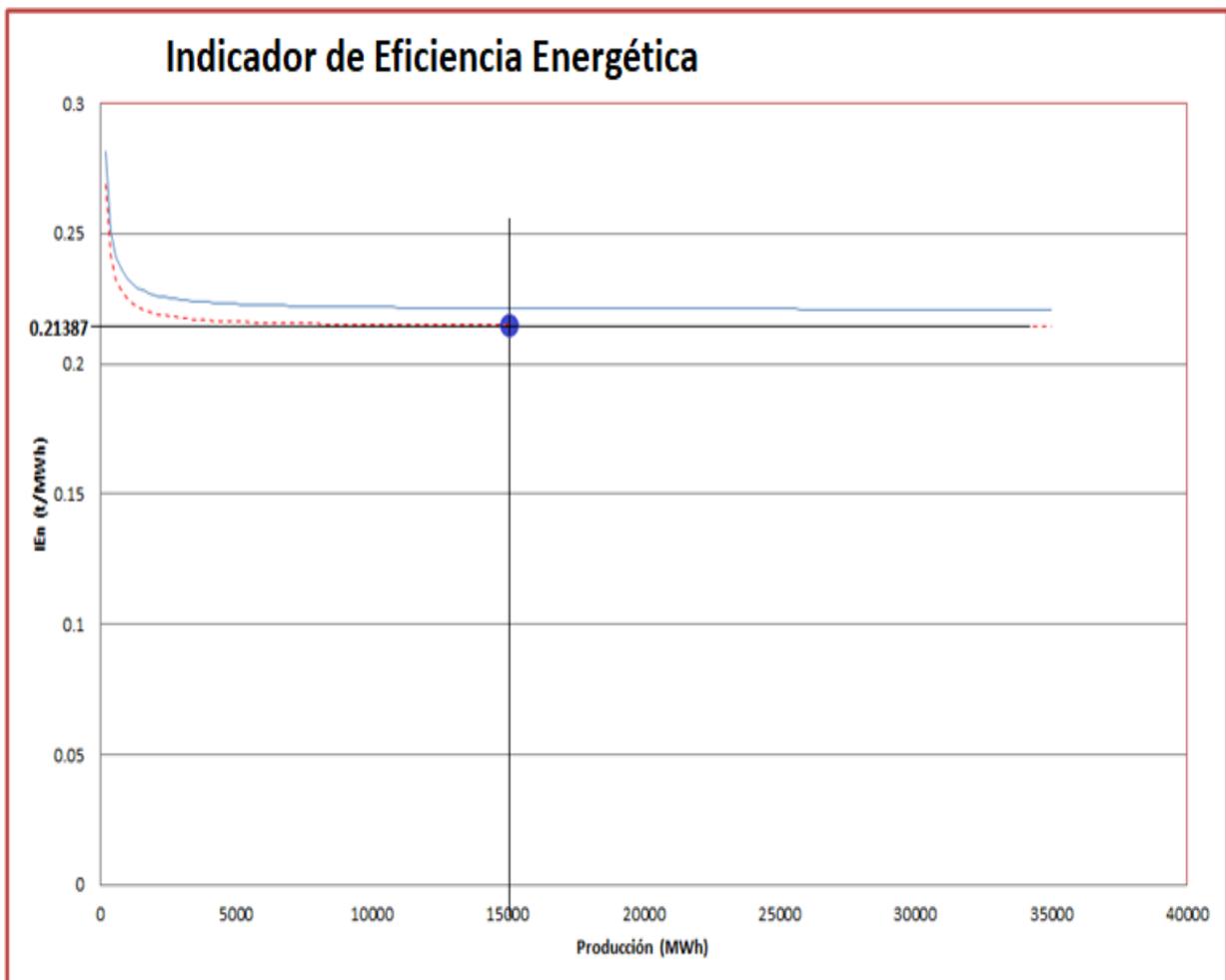


Figura 3.3. Indicador de eficiencia energética Real y Meta. Elaboración propia
Se determinó que el indicador de eficiencia energética meta es 0.21387 t/MWh

3.3 Análisis de brechas para la verificación del cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 50001

Se realizó el análisis de brechas para la evaluación preliminar del trabajo de la empresa en gestión energética y el cumplimiento de la NC ISO 50001:2011 obteniéndose como resultado que la Calificación Promedio Total de la EMGEF es de 1.42 puntos de un máximo de 3 El porcentaje de avances en la implementación de la Gestión Energética es de un 9,65 %. La mayor puntuación es de 1.71 y 1.62 de un máximo posible de 3.0 en las etapas de Responsabilidad por la Dirección y Planificación Energética respectivamente.

| REQUISITOS DE LA NORMA | CALIFICACIÓN |
|--|--------------|
| 3.1. REQUISITOS GENERALES | 1,00 |
| 3.2. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN | 1,71 |
| Representante de la dirección | 1,33 |
| 3.3. POLITICA ENERGÉTICA | 1,50 |
| 3.4. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA | 1,62 |
| Generalidades | 1,67 |
| Requisitos legales y otros requisitos | 1,25 |
| Revisión energética | 2,00 |
| Línea de base energética | 1,00 |
| Indicadores de desempeño energético (IDEn) | 1,00 |
| Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción. | 1,00 |
| 3.5. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN | 1,24 |

| | |
|--|-------------|
| General | 1,00 |
| Competencia, formación y toma de conciencia | 1,00 |
| Comunicación | 1,00 |
| Documentación | 1,00 |
| Control de documentos | 1,00 |
| Control operacional | 2,00 |
| Diseño | 1,67 |
| Compra de servicios de energía, productos, equipos y energía. | 1,00 |
| 3.6. VERIFICACIÓN | 1,45 |
| Seguimiento, medición y análisis | 1,61 |
| Evaluación de requisitos legales y otros requisitos | 1,00 |
| Auditoría Interna del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn). | 1,00 |
| No Conformidad, Corrección, Acción Correctiva y Acción Preventiva. | 1,87 |
| Control de Registros | 1,00 |
| Revisión de la dirección | 1,33 |
| Resultados de la revisión | 1,00 |
| CALIFICACIÓN PROMEDIO TOTAL DE LA EMPRESA | 1,42 |

Tabla 3.1. Evaluación de los Requisitos de la Norma ISO 50001. Análisis de Brechas

$$Calificación Promedio Total = \frac{\sum_{Requisito\ 3.1}^{Requisito\ 3.6} Valor}{6}$$

El por ciento de avance en la gestión energética de la empresa se calcula como el número de requisitos evaluados con 3, entre el número de Requisitos Totales.

$$\% \text{ Avances} = \frac{\sum \text{Cantidad de Requisitos Evaluados con 3}}{\text{Cantida Total de Requisitos}} \quad (3)$$

$$\% \text{ Avances} = \frac{11}{114} \times 100 = 9,65\%$$

$$\text{Calificación Promedio Total} = \frac{(1.00 + 1.71 + 1.50 + 1.62 + 1.24 + 1.45)}{6} = 1.42$$

Se construyó en conjunto con la empresa una matriz de gestión energética que muestra una no integralidad de la gestión energética con dos columnas por debajo de la media y 1 columna con puntuación de 3 (Anexo 1).

| | Política Energética | Organización | Información y comunicación | Monitoreo y Control | Divulgación y capacitación | Inversiones |
|---|--|--|---|---|---|---|
| 4 | Se cuenta con una política y un sistema de gestión energética formalmente estructurados, y un plan de acción que se revisa regularmente por la alta dirección. | El sistema de gestión energética está totalmente integrado a la estructura de gestión empresarial, existe una clara delegación de responsabilidades en el control del uso de la energía. | Existen canales formales e informales de comunicación utilizados regularmente por el gerente de energía y los equipos de trabajo a todos los niveles. | Se cuenta con un sistema integrado que establece metas, monitorea índices energéticos efectivos en equipos claves e identifica las desviaciones, cuantifica los costos energéticos y los ahorros. | Divulgación efectiva del valor de la eficiencia energética y del comportamiento y resultados de la gestión energética dentro y fuera de la organización. Alto nivel de competencia en el personal que decide en la eficiencia energética. | Estrategia en favor de las inversiones para ahorro de energía, con evaluación detallada en todas las nuevas inversiones y para el aprovechamiento de las oportunidades de mejora en las instalaciones existentes. |
| 3 | Se cuenta con una política energética, pero no con un sistema estructurado de gestión energética y no existe un compromiso activo de la alta dirección. | Se tiene un gerente de energía y un comité de energía formado por un miembro de la alta dirección. | El comité de energía se utiliza como canal principal, conjuntamente con el contacto directo con los mayores usuarios. | Monitoreo y establecimiento de metas en equipos claves, pero no se cuantifican y reportan los ahorros de manera efectiva. | Programas de entrenamiento del personal que decide en la eficiencia energética y campañas regulares de divulgación. | Se utilizan los mismos criterios de rentabilidad que para todas las otras inversiones. |
| 2 | La política energética no está formalizada y ha sido establecida por el gerente de energía o un gerente departamental. | Se tiene un gerente de energía, que reporta a un comité ad-hoc, pero la línea de mando y autoridad no están claramente establecidas. | Se realizan contactos con los mayores usuarios a través del comité ad-hoc, presidido por un gerente departamental. | Monitoreo y establecimiento de metas basadas en mediciones generales y en la facturación. | Acciones aisladas de divulgación y capacitación. | Se utiliza mayormente el criterio de la recuperación de la inversión a corto plazo. |
| 1 | Solo se cuenta con un conjunto de indicaciones generales no escritas sobre el uso de la energía. | La administración de la energía forma parte de la responsabilidad de alguien con limitada influencia o autoridad. | Contactos informales entre el gerente de energía y unos pocos usuarios. | Reporte de costos energéticos basado en la facturación. El gerente de energía elabora reportes para uso dentro del departamento técnico. | Contactos informales para promover la eficiencia energética. | Solo se implementan medidas de bajo costo. |
| 0 | No existe una política energética explícita. | No se cuenta con un gerente de energía ni delegación de responsabilidad formal relativa al uso de la energía. | No se realiza contacto con los usuarios. | No hay sistema alguno de monitoreo y control. | No se realiza ninguna promoción de la eficiencia energética. | No se tiene como premisa la inversión para incrementar la eficiencia energética. |

Figura 3.4. Matriz Energética de la EMGEF

3.4. Principales oportunidades de ahorro energético

Para el ahorro de los portadores energéticos en la empresa de mantenimiento a grupos electrógenos fuel-oil se tienen en cuenta algunas acciones:

3.4.1 Medidas para disminuir el consumo de electricidad:

- Comprar un transformador para eliminar las pérdidas de electricidad y mejorar el factor de potencia en el servicio
- Taller:
 - ✓ -Encender los equipos según necesidad de apoyar los mantenimientos de las centrales eléctricas. Darle un seguimiento especial al uso de las lavadoras, que solo estén encendidas el tiempo necesario para el lavado de las piezas y con la cantidad requerida. Para que no haya que darle tanto tiempo de lavado a las piezas se pasan primero por los contenedores de fregado de los emplazamientos
- Oficinas:
 - ✓ Hermetizar el área del servidor
 - ✓ Apagar los acondicionadores de aire en horarios establecidos por la Energética de acuerdo con el Consejo de Dirección cuando afecte el plan de energía
 - ✓ Ponerles brazos hidráulicos a las puertas de los departamentos

3.4.2 Medidas para disminuir el consumo de combustible:

- En el consejo diario se ven las necesidades de las áreas de transporte y según la disponibilidad se organizan los viajes a realizar para hacer varias gestiones y que disminuyan los recorridos.
- Efectuar el mantenimiento planificado del parque automotor en tiempo
- Entregar el combustible según el procedimiento para el lavado de piezas y controlar que se refleje las cantidades establecidas en las ordenes de trabajo
- Poner en funcionamiento los lazos de control de viscosidad del combustible en las CE
- Disminuir las limitaciones técnicas de los motores y evitar de esta forma operar con cargas ineficientes.

Conclusiones Parciales del Capítulo 3

1. El índice de correlación (R^2) de la Línea Base Energética obtenida es prácticamente uno (1) como resultado de que todo el fuel-oíl consumido es empleado en la generación y la producción obtenida (MWh generados) tiene una relación lineal con el portador energético empleado.
2. Se obtuvo el indicador de eficiencia energética (IDEn) Meta a partir de la relación lineal entre consumo de combustible y generación. El mejor índice de consumo del período analizado fue 0.21387 t/MWh
3. El análisis de brechas y la matriz energética obtenida muestran la no integralidad en la gestión energética de la EMGEF.



Conclusiones

Conclusiones

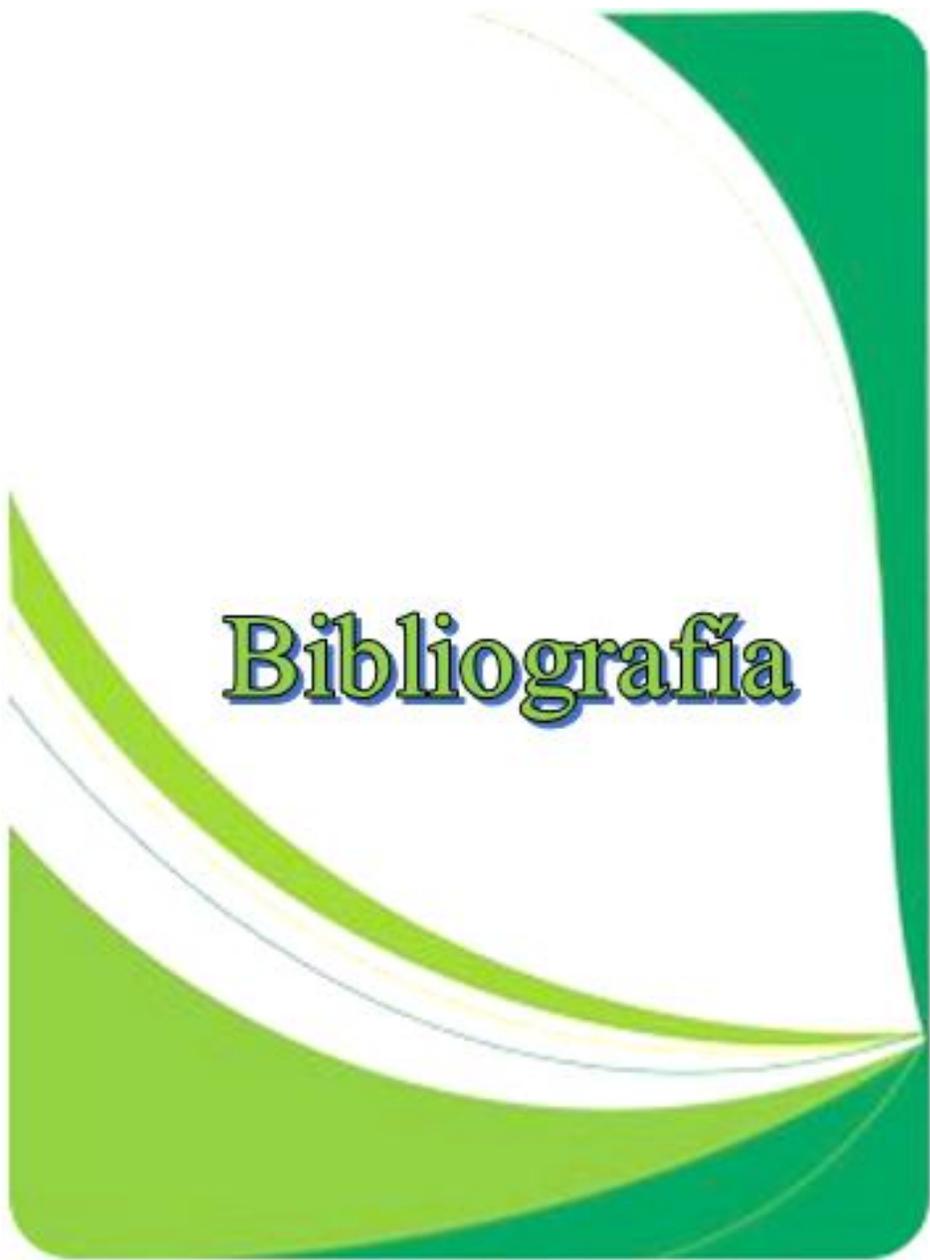
1. El continuo desarrollo tecnológico ha provocado el insaciable consumo de recursos energéticos afectando el entorno económico mundial por lo que la gestión energética constituye una herramienta fundamental en el mundo moderno mediante la cual se puede administrar la energía.
2. La norma ISO 50001 está basada en la filosofía del mejoramiento continuo, presenta una tecnología integrada por un paquete de procedimientos y herramientas técnico-organizativas, la cual permite identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos energéticos de la empresa.
3. En la EMGEF se utilizan como portadores energéticos fundamentales el fuel oíl, el diésel (operación), las gasolinas y la electricidad. En los dos años analizados el portador energético que presenta el consumo más importante es el fuel-oíl mientras que las gasolinas representan el menor consumo.
4. La aplicación de las herramientas de la Norma ISO 50001, permitió obtener las líneas Base Energéticas Real y Meta, determinar 0.21387 t/MWh como Indicador de Eficiencia Energética Meta y proponer las oportunidades de ahorro. El análisis de Brechas y la construcción de la Matriz Energética permitieron determinar la no integralidad de la Gestión Energética de la EMGEF.



Recomendaciones

Recomendaciones

1. Continuar con el desarrollo del trabajo, enfatizando en la ampliación de la base de datos para el futuro perfeccionamiento del modelo obtenido
2. Establecer relación con investigadores de otras provincias que trabajan actualmente en esta temática
3. Utilizar la Línea Base Energética y el Indicador de Eficiencia obtenidos para evaluar y mejorar el Desempeño energético de la Batería de Grupos Electrónicos de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos.



Bibliografía

BIBLIOGRAFIA

- Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (2013) *Guía para la calificación de consultores en eficiencia energética. Programa de Estudios e Investigaciones en Energía*. Chile
- Aliniuska Noa Ramírez, R. M. (2018). *Comportamiento operacional de grupos electrógenos: particularidades del índice de consumo específico de combustible*. Holgín.
- Almaguer, E. V. (2016). *Aplicación de procedimientos para la implementación de la norma iso 50001 en la uebf 1100*. Las Tunas.
- Anibal Borroto Nordelo, J.(2007). *eficiencia energética en sistemas termomecánicos* . Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos .
- Arrollo, E. A. (2012). *Implantación de la norma ISO50001:2011. Sistemas de gestión energética*.
- Altamonte, H. (2003) *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas*.
- Borroto Nordelo, A. et al. (2002). *Gestión Energética Empresarial*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Borroto Nordelo, A. E. (2011). *Los sistemas de gestión energética y la nueva norma internacional ISO 50001*.
- Bravo Hidalgo, D. (2015). *Energía y desarrollo sostenible en Cuba*. Centro Azúcar, 42(2), 14-25.
- Campo, A. P. (2012). *Herramientas soporte para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001:2011. (Tesis de Maestría)*. Cienfuegos, Cuba.

- Cecibel, O. C. (2017). *Auditoría y propuesta de sistema de gestión energético aplicando la norma ISO 50001:2011 en la universidad tecnológica equinoccial, bloque g campus occidental*. Quito.
- Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente. (2006). *Gestión y economía energética*. Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.
- Centro de Estudio de Energia y Medio Ambiente. (2007). *Eficiencia Energetica en SIsistemas de Suministro Electrico*. Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.
- Colectivo de Autores (2014). *Participación de la universidad en la mejora de la eficiencia*. Cienfuegos, Cuba:Universidad y Sociedad.
- Colectivo de Autores (s.f.). *Manual de procedimientos para efectuar la prueba de la para efectuar la prueba de la necesidad*. Cienfuegos, Cuba: Universidad de Cienfuegos.
- Crisis Energética. Factores de conversión aproximados. Recuperado de <https://www.crisisenergetica.org>.
- Díaz López, H. (2019). *Diagnóstico Energético a la U.E.B Combinado de Áridos de Arriete*. (Trabajo de Diploma). Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Avances y oportunidades*. (2017). Recuperado de www.iadb.org
- Eficiencia energética en la cadena de abasto mediante la adopción de la norma ISO 50001. Guía práctica para su empresa*. (mayo2019).
- Gómez, P. G. (20015). *Libro Blanco de las Energías Renovables*. Barcelona, España.
- Lapido Rodríguez, M., Gómez Sarduy, J.R., & Monteagudo Yáñez, J.P. (2014). *Participación de la Universidad en la mejora de la eficiencia energética del sector productivo cubano*. Cienfuegos, Cuba: Universidad y Sociedad

- Mairelys Francisco, R. D. (2007). *Grupos electrógenos y Calidad de la energía*. La Habana, Cuba.
- Manual de planificación Energética. (2014). OLADE .*
- Manual de Planificación Energética. (2017). OLADE.*
- Nordelo, A. B. (2013). *Recomendaciones metodológicas para la implementación de sistemas de gestión de la energía según la norma ISO 50001*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos .
- Percy Viego Felipe, A. P. (2007). *Eficiencia energética en sistemas de suministro eléctrico*. Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.
- Pérez Campo, A. (2012). *Herramientas soporte para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001:2011*
- Rodríguez, Á. G. (s.f.). *Diseño y estrategia de implementación de un sistema de gestión de la energía en la empresa de telecomunicaciones de Cuba s.a.integración de las normas ISO 9001:2008 e ISO 50 001: 2011*. 2003.
- Rodrigo Fuenzalida, V. (2016). *Manual del participante*.
- Suárez Reyes, j. L. (2019). *Estudio preliminar para la implementación de un Sistema de Gestión Energética según la norma NC ISO 50001 hasta la etapa de planificación energética en la Papelera Damují*. (Trabajo de Diploma). Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- Tejera, J. L. (2009). *Sistema de Gestión Energética según la ISO 50001:2011*.
- Valle Hernández, A. (2019). *Bases para la implementación de un sistema de gestión de la energía en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray*

basados en la herramienta de la NC ISO- 50001:2011 (Trabajo de Diploma).
Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.

Varela, M. J. (2016). *Caracterización energética del Hospital Militar Cmdte Manuel Piti Fajardo para la implementación de la norma ISO 50001.* Santa Clara, Cuba .