



**República de Cuba
Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente**

*TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO
DE
MASTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA*

TÍTULO

*Sistema de gestión de energía basado en la Etapa de
Planificación Energética de la NC-ISO 50001 del 2011 en la
Unidad de Logística Delegación Provincial Stgo de Cuba.*

AUTOR: Ing. Alfonso Moreno Correoso

TUTOR: Dra. Margarita Lapidó López.

**Año 59 de la Revolución.
Cienfuegos 2017**



Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

Declaración de Autoridad:

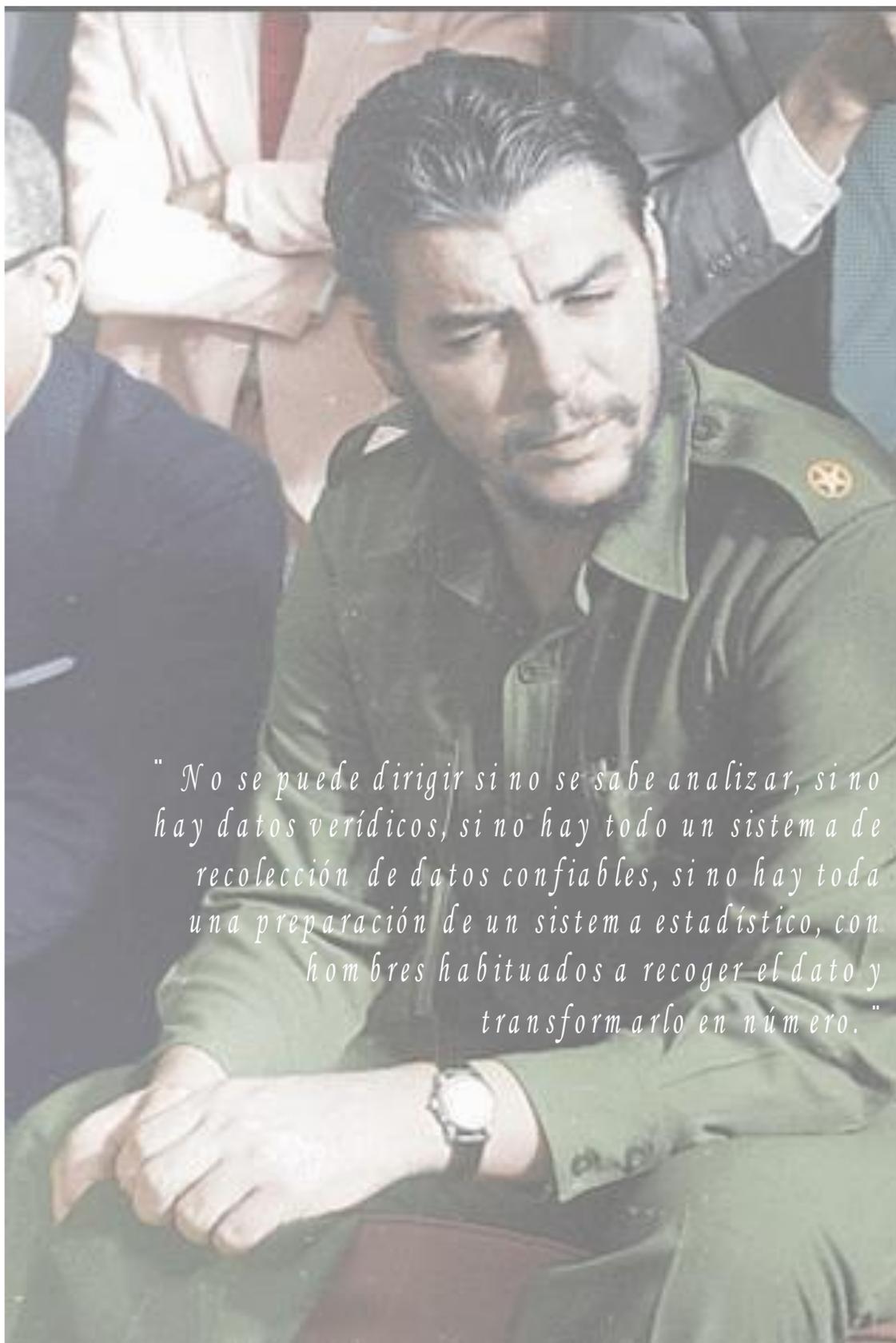
Hago constar que la presente investigación fue realizada en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial Santiago de Cuba, subordinada al Ministerio del Interior, como parte de la culminación de los estudios de la Maestría en Eficiencia Energética, autorizando a que la misma sea utilizada por la institución para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentada en eventos ni publicada sin la aprobación de la entidad.

Autor: Alfonso Moreno Correoso

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

Mayor Diogenes Casero Veranes
Segundo Jefe de Aseguramientos y Servicios

Mayor Nelson Rivera Heredia
Jefe de Infraestructura



" No se puede dirigir si no se sabe analizar, si no hay datos verídicos, si no hay todo un sistema de recolección de datos confiables, si no hay toda una preparación de un sistema estadístico, con hombres habituados a recoger el dato y transformarlo en número. "

A Dios que guía mis pasos,
A mi esposa, fuente de amor e inspiración de mi trabajo,
A mis hijos que son la razón de mi vida,
A mis familiares por su paciencia y apoyo durante todos mis estudios,
A mi madre, quien tan calladamente disfruta de mis éxitos.....

Cuando la obra humana cumple su reto en la vida, lleva enraizada miles de gratitudes a los que de una forma u otra contribuyeron a tal maravilla.

Agradecer es recordar para siempre a quienes en gesto anónimo y generoso hicieron posible la realización de este trabajo, entregando la savia renovadora de su experiencia.

Se encuadernarán miles de hojas con los nombres de quienes con su amor, dedicación, conocimiento, aportaron su grano de arena para la realización de la presente pero si es necesario mencionar algunas de estas personas:

- A mi tutora Dra. Margarita Lapido López y profesores quienes han entregado lo mejor de sí, para la ejecución de este proyecto.
- Agradezco a mi esposa Xiomara Gil y familiares por el apoyo incondicional que siempre me han dado.
- Agradezco la colaboración de todos mis compañeros de trabajo que de una u otra forma influyeron en la realización de esta investigación, aportando sus conocimientos y apoyo, dedicando todo este esfuerzo en aras de fortalecer el contenido de la misma.
- Les agradezco, no sólo por lo que hoy han hecho, sino por lo que de mi han logrado.

A todos, muchas gracias.

Resumen

El presente trabajo se desarrolla en la Unidad de Logística Delegación Provincial del MININT, con el objetivo general de implementar la etapa de planificación energética basado en la NC-ISO 50001 del 2011. Para llevar a cabo la planificación energética se hace una evaluación de la entidad, donde se analizó el año 2014, llegándose a la conclusión de que existen dos portadores que ejercen influencia determinante en el consumo de la unidad ;el combustible fuel oíl ,el de más incidencia y le continua la electricidad. Atendiendo a los resultados de la evaluación de la entidad mediante la aplicación de las herramientas del sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (GTEE) para la eficiencia energética se pudo dictaminar que la unidad se encuentra con un bajo nivel de gestión de la energética y que no existe un ciclo de mejora continua (Planificar – Hacer – Verificar).

Como resultado de la evaluación se propone la Implementación de la Etapa de Planificación Energética basado en la NC- ISO 50001 del 2011; para el establecimiento se inicia desde la política energética, que trata desde el compromiso de la alta dirección, las formas de capacitación y el programa de concientización de todo el personal. Con la aplicación de las herramientas del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía se determinaron los indicadores que caracterizan el desempeño energético de la unidad combustible/cantidad de vapor producido (L/kg) y consumo de electricidad / comensales (kWh / comensales), y con metas propuestas para disminuir anualmente el consumo actual de combustible de fuel oíl en un 1.9% y el de electricidad en 4.6 % significando esto la reducción de 4.61 t las emisiones de gases de efecto invernadero proveniente de consumo de combustible fuel oíl y la electricidad, así como de los gastos energéticos actuales de un 2,8 %.

Abstract

The present work is developed in the Unit of Logistical Provincial Delegation of the MININT, with the general objective of Implementing the Stage of Energy Planning based on the NC-ISO 50001 of the 2011. Para to carry out the energy planning an evaluation of the entity is made where the year it was analyzed 2014, being reached the conclusion that two payees exist they exercise decisive influence in the consumption of the unit, the combustible fuel oil that has the biggest weight and him continuous the electricity. Assisting to the results of the evaluation of the entity by means of the application of the tools of the system of Efficient Total Administration of the Energy (GTEE) for the energy efficiency you could dictate that the unit meets with a low level of administration of the energetics and that a cycle of continuous improvement doesn't exist (to Plan - to Make - to Verify).

As a result of the evaluation he/she intends the Implementation of the Stage of Energy Planning based on the NC - ISO 50001 of the 2011; for the establishment he/she begins from the energy politics that tries from the commitment of the high address, the training forms and the program of the whole personnel's concientization. With the application of the tools of the System of Efficient Total Administration of the Energy it was determined the indicators that characterize the energy acting of the unit combustible/quantity of produced vapor (L/kg) and electricity consumption / diners (kWh / diners), and with goals proposals to diminish the current consumption of fuel of fuel oil in 1.9% and that of electricity in 4.6% meaning this the reduction of 4.61 t the emissions of gases of effect hothouse coming from consumption of combustible fuel oil and the electricity, as well as of the current energy expenses of 2,8%.

Contenido

Introducción.....	1
Capítulo1: Estado del arte en la gestión de la energía.....	6
1.1 Introducción al capítulo.....	6
1.2Eficiencia energética.....	6
1.3 Mecanismos para mejorar la eficiencia energética.....	6
1.4 El Sistema de Gestión Energética. Sus particularidades e importancia.....	8
1.4.1. Evolución histórica de las normas de sistema de gestión energética a nivel internacional.....	9
1.4.1.1 Norma ANSI/MSE 2000	12
1.4.1.2 Norma EN 16001.....	14
1.4.1.3 <i>Guidelines for Energy Management</i> de Energy Star.....	15
1.4.1.4 <i>Energy Management Action Plan</i> (MAP) de la SEAI.....	17
1.4.1.5 Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) del CEEMA.....	18
1.4.1.6 Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).....	20
1.4.1.7 Norma ISO 50001.....	23
1.4.1.7.1 La planificación energética en la Norma ISO 50001.....	27
1.4.2 Sistemas de Gestión Energética en edificaciones.....	35
Conclusiones parciales.....	38
Capítulo 2: Caracterización de la gestión energética en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial MININT de Santiago de Cuba.....	40
2.1 Características generales de la entidad y surgimiento de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del Ministerio del Interior de Santiago de Cuba.....	40
2.1.1 Análisis de la estructura organizativa y de la función de la dirección.....	41
2.1.2 Objeto social, misión y visión.....	42

2.3 Prueba de Necesidad para la caracterización energética de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del Ministerio del Interior de Santiago de Cuba.....	43
2.3.1 Diagnóstico al sistema de dirección, control y monitoreo.....	43
2.3.2 Resultado de auditorías energéticas.....	45
2.3.3 Estratificación de los costos de la unidad y de portadores energéticos.....	45
2.3.3.1 Consumo de los Portadores Energéticos de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	49
2.3.3.2 Análisis del consumo de los portadores energéticos.....	51
2.3.3.3 Indicadores de desempeño energético.....	53
2.3.3.4 Análisis de gráficos de control y de diagramas de correlación del consumo de electricidad.....	53
2.3.3.5 Análisis del gráfico de control y de los diagramas de correlación consumo contra producción fuel oíl.....	59
2.4 Estratificación del consumo de los portadores energéticos en las áreas de mayor consumo de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	64
2.4.1 Estratificación del consumo de los portadores energéticos de mayor consumo eléctrico.....	64
2.4.2 Estratificación del consumo del consumo de fuel oíl	66
2.5 Caracterización de las áreas claves en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba.....	66
2.5.1 Evaluación Energética del Generador de Vapor.....	67
2.5.1.1 Mediciones.....	68
2.5.1.2 Cálculo de la eficiencia térmica.....	69

2.5.1.3 Análisis del consumo del vapor de agua en la cocina.....	71
2.5.2 Evaluación energética de la cámara de refrigeración.....	72
Conclusiones parciales.....	74
Capítulo 3: Implementación de la Etapa de Planificación de la NC-ISO 50001 del 2011 para la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	75
3.1 Compromiso y responsabilidades de la alta dirección de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	75
3.1.1 Alcance y límites del Sistema de Gestión Energética en Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	76
3.1.2 Designación del representante de la dirección en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	76
3.1.3 Conformación de la Comisión Energética de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	78
3.1.4 Definición de la Política Energética en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	82
3.1.5 Establecimiento del plan de implementación del sistema de gestión energética.....	84
3.2 Planificación Energética de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.....	84
3.2.1 Requisitos legales y otros requisitos.....	84
3.2.2 Revisión energética.....	85
3.2.3 Análisis del uso y consumo de los portadores energéticos.....	85
3.2.4 Identificación de los usos significativos de combustible fuel oíl y la electricidad.....	88

3.2.4.1 Identificación de las variables claves que afectan el consumo del combustible fuel oíl y la electricidad , establecimiento de las líneas base, meta y el indicador de desempeño energético.....	88
3.2.4.2 Estimación del uso y consumo futuros de los usos significativos del combustible fuel oíl y la electricidad.....	97
3.2.5 Identificación, priorización y registro de oportunidades de mejora del desempeño energético.....	98
3.2.6 Establecimiento de objetivos, metas y planes de acción.....	100
Conclusiones parciales.....	103
Conclusiones generales.....	105
Recomendaciones.....	106
Referencias Biográficas.....	107
Bibliografías.....	110
Anexos.....	114

Introducción

El ahorro de portadores energéticos se ha convertido en una de las temáticas más trabajadas y debatidas en estos últimos años a nivel mundial, a tenor de la creciente crisis energética y económica internacional. Sin lugar a dudas, se ha convertido en uno de los problemas medio ambientales que jefes de estados y de gobierno, organizaciones regionales e internacionales se han pronunciado , con el objetivo de a lograr un cambio de mentalidad y actitud para la prevención, mantenimiento y cuidado de los portadores energéticos debido al agotamiento acelerado de los recursos naturales y las continuas crisis del petróleo que han provocado que numerosos países se vean afectados en la adquisición de los mismos y han desarrollado estrategias de ahorro para disminuir la tendencia al incremento de sus demandas, las cuales han motivado la aparición de nuevos conocimientos y herramientas en la gestión empresarial para el manejo de la energía con un cambio de la cultura de la empresa; apareciendo el sistema de gestión energética como opción económica, madura y de sencilla aplicación para enfrentar estos retos a corto y mediano plazo.

El sistema de gestión energética (SGE) es la parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía. Es la parte del sistema general de gestión de la organización que se encarga de controlar el uso de la energía, desde su entrada a través de distintas fuentes, su uso y su transformación en beneficios.

La aplicación de un sistema de gestión energética, al igual que de otros sistemas de gestión, requiere de una guía, una norma que estandarice lo que hay que hacer para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo continuamente; con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y la mayor efectividad. (Borroto, 2009)

En este contexto la norma de gestión de la energía ISO 50001:2011, proporciona a las organizaciones del sector público y privado estrategias de gestión para aumentar la eficiencia energética, reducir costos y mejorar la gestión energética.

La Norma Internacional ISO 50001, especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía y propone un modelo que permite lograr un mejoramiento continuo del desempeño energético, como toda norma ISO, únicamente define los requerimientos que hay que cumplir, pero no indica cómo hacerlo, y en consecuencia, corresponde a cada organización decidir la forma de implementar su sistema de gestión y de demostrar la conformidad de éste con los requisitos de la norma, según su situación, capacidad e intereses particulares.

Los indicadores de desempeño energético (IDEn) son aquellos que se establecen con el fin de realizar un seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético de determinado proceso, área o equipo. Son cuantificables y se establecen por cada uso significativo de la energía y por cada portador energético. Estos son vitales a la hora de implementar un SGE basado en la norma ISO 50001.

El uso de herramientas de apoyo en cada una de sus etapas de implantación, facilita enormemente la aplicación de la Norma ISO 5001 principalmente en las organizaciones en donde no exista personal con la competencia necesaria para hacerlo. La mayor utilidad de las mismas se hace más fehaciente en la etapa de planificación energética ya que es donde se llevan a cabo un conjunto de actividades técnicas: recolección, registro y análisis de un volumen considerable de datos sobre el uso y consumo de la energía, a partir de la cual se deben establecer una línea de base, identificar indicadores de desempeño, establecer objetivos, metas y planes de acción. La eficaz manipulación e interpretación de este volumen de información permitirá en el sistema de gestión: el mejoramiento continuo del desempeño energético de la organización.

Atemperado a la situación actual nuestro país, ha dedicado siempre a técnicos, científicos e intelectuales a la búsqueda de vías para transformar el esquema energético actual y avanzar hacia el desarrollo sostenible, con la aplicación de estrategias de ahorro que contribuyan al incremento de la eficiencia energética en todos los sectores, tales como :el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC) en 1997 ,la Revolución Energética en el 2005 y la aplicación de la Tecnología de Gestión Total de Eficiencia Energética (TGTEE), basada en los principios de calidad ,capaz de desarrollar un proceso de mejora continua, que se logra en la interrelación supervisión y control con el diagnóstico en la secuencia de su la aplicación y demuestra beneficios relacionados con la capacidad de ahorro, el impacto ambiental y social, que representa una fortaleza para la implementación de la NCISO 50001 (lapido rodríguez, & et. Al, 2012).Lo que ha permitido incluir en el país la implementación de esta norma con resultados avanzados en diferentes sectores.

Cuba como miembro de la ISO, incorpora las normativas dictadas por este organismo internacional, llevándola a sus instituciones, sean de producción o de servicio a través de las universidades y ministerios, siendo en enero de 2012 que adopta como norma nacional de referencia NC-ISO 50001:2011.La aplicación de un sistema de gestión energética que responda a lo antes planteado pone en práctica la resolución sobre los lineamientos de la política económica y social aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba ,realizado en la Habana del 16 al 19 de abril de 2011, donde plantean en su lineamiento 253. “Perfeccionar el trabajo de planificación y control del uso de los portadores energéticos, ampliando los elementos de medición y la calidad de los indicadores de eficiencia e índices de consumo establecidos”

En la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT aunque desde el 2009 se han realizado acciones para aplicar la Tecnología de Gestión Total de Eficiencia Energética (TGTEE), como estrategia integral y sistémica existe

estancamiento en sus niveles de avance, conocimiento, motivación y compromiso. Derivándose de lo anterior el siguiente problema de investigación:

Problema de Investigación

La Unidad de Logística Delegación Provincial del MININT no posee un sistema de gestión energética que garantice el perfeccionamiento continuo de la unidad con la máxima eficiencia energética, los menores consumos energéticos y el menor impacto ambiental.

Hipótesis

Si se utilizan los principios de la NC- ISO 50001 se puede perfeccionar los resultados del sistema de gestión actual y garantizar en la Unidad de Logística Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba el uso eficiente de los recursos energéticos, y reducir el impacto negativo medioambiental que éstos ocasionan.

Objeto de estudio:

La Unidad de Logística Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba.

Campo de acción:

La gestión energética a partir de la NC-ISO 50001 en la Unidad Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba.

Objetivo General

Implementar la Etapa de Planificación Energética de la NC- ISO 50001 en la Unidad de la Logística Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba.

Objetivos específicos.

- Valorar las tendencias actuales en el uso de la energía y la aplicación de sistemas de gestión a nivel internacional.

-
- Realizar el proceso de caracterización energética de la Unidad de Logística Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba.
 - Identificar las herramientas energéticas aplicables a la implementación de los procesos de planificación energética en la Unidad de Logística.
 - Elaborar la propuesta de implementación un sistema de gestión de energía basado en la Etapa de Planificación de la Norma ISO 50001 en la unidad a estudio.

Tipo de investigación: Descriptiva / Aplicativa

Estructura de la investigación

La investigación está estructurada en introducción, capítulo1, capítulo2, capítulo 3, conclusiones, recomendaciones y anexos, donde en:

- **Capítulo1:** Desarrolla el marco teórico de la investigación, se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Calidad, analiza los requisitos de la fase de planificación energética de la Norma ISO 50001 para comprender los objetivos perseguidos en cada uno de ellos.
- **Capítulo2:** Se realiza la caracterización energética de la Unidad de Logística Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba y se diseñan las etapas para la planificación energética.
- **Capítulo3:** Se aplica el procedimiento diseñado para la planeación energética según la NC- ISO 50001:2011 en la unidad de estudio.

- **Capítulo 1: Estado del arte en la gestión de la energía**

- **1.1 Introducción al capítulo.**

En este capítulo se pretende mostrar algunos temas que son centrales para conocer el Sistema de Gestión de Eficiencia Energética; es por ello que se hace referencia a los conceptos de eficiencia energética, los sistemas de gestión y las experiencias en Cuba para implementar la NC ISO50001, así como a los principales hallazgos encontrados durante la revisión bibliográfica, los cuales permiten la incorporación de los elementos teóricos necesarios para la fundamentación de este estudio.

- **1.2 Eficiencia energética**

La energía es un elemento primordial en la economía de un país, y el impacto que ésta tiene sobre el medio ambiente, como es el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero; lo anterior dicho ha obligado a las empresas a implementar buenas prácticas del uso racional de los recursos energéticos, prácticas que no implican sacrificios en la calidad de sus productos ni disminución en la productividad del país. Por el contrario, tienen la oportunidad de ofrecer a sus clientes productos que son más sostenibles desde su creación, producción, distribución y ciclo de vida. Desde el punto de vista conceptual, la eficiencia energética se refiere a la minimización del insumo energético por unidad de producto, manteniendo la misma calidad o mejorándola. Se origina a partir de la disminución de las pérdidas de energía durante los procesos de conversión o transformación de un tipo de energía a otro. Gracias a ella es posible producir un mismo o un mayor volumen de bienes o de niveles de servicio, sin aumentar (o aumentando en una proporción menor) el consumo de energía.

La importancia que tiene la eficiencia energética en la actualidad, ha despertado el interés de muchos países en buscar iniciativas y programas que ayuden a disminuir el consumo de energía per cápita, reducir la intensidad energética y reducir las emisiones de CO₂.

- **1.3 Mecanismos para mejorar la eficiencia energética.**

La eficiencia energética tiene un gran significado ambiental, económico, cultural, social y de seguridad de suministro, por lo que representa una fuente energética menos

costosa que puede orientar a los consumidores de energía a tomar acciones e iniciativas que generen ahorros energéticos. (Horta, 2010)

Para establecer un proceso de mejora continua y poder fomentar la eficiencia energética, se deben implementar algunas acciones, procedimientos y capacitaciones que contribuyan al uso eficiente de los recursos energéticos, ayudando a reforzar la competitividad empresarial, así también, las medidas para incrementar la eficiencia energética de los sistemas, deben tomar en cuenta diferentes niveles de intervención, particularmente con referencia a las causas que provocan pérdidas de energía, preservando el equilibrio económico y articulando acciones que permitan la efectiva reducción de pérdidas. Bajo tales conceptos, es posible clasificar los mecanismos para mejorar la eficiencia energética en dos grupos. (Campos Abella, 2008)

Mecanismos de base tecnológica: estos mecanismos promueven el uso de equipos de alta eficiencia y la implementación de procesos innovadores que presenten menos pérdidas de energía que los procesos estándares básicamente mediante la inversión de capital.

Mecanismos de base conductual: se fundamenta en cambios de conductas, cambios en la gestión de la empresa, reduciendo el consumo de la energía, sin alterar los sistemas o equipos ni el nivel de satisfacción en el uso de la energía.

1.4 El Sistema de Gestión Energética. Sus particularidades e importancia.

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.

Según Aníbal Borroto Nordelo: 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.(2011). Declara además, que sólo 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).

En bibliografía consultada la Gestión Energética se define como “un análisis integral que estudia la situación actual del consumo energético e implanta sistemas de control de la energía. Simultáneamente, busca alternativas en fuentes de energías renovables y la protección medioambiental, tanto en el diseño del proyecto como en la ejecución y coordinación de las instalaciones (AEC, n.c.).

Los objetivos generales de los sistemas de gestión energética son:

- Formular una política energética empresarial y tomar decisiones estratégicas con relación a la energía.
- Formular metas viables con respecto al empleo y consumo de energía en la empresa y sus diferentes áreas.
- Planear y presupuestar la demanda energética.
- Diseñar, elaborar y desarrollar programas de ahorro de energéticos.
- Concebir e implementar programas de mantenimiento centrado en eficiencia.
- Desarrollar programas de capacitación y motivación del personal.
- Implementar y mantener un control energético continuo en la empresa.
- Desarrollar e institucionalizar una asesoría energética interna dentro de la empresa.
- Documentar el manejo de la energía en la empresa para garantizar permanencia de la eficiencia.
- Como requisitos generales los sistemas de gestión energética poseen los siguientes:
 - Responsabilidad de la alta dirección de la organización.
 - Política Energética
 - Planeación Energética
 - Implementación y Operación
 - Verificación de Desempeño

- Revisión de la alta Dirección

Los sistemas de gestión de calidad, ambiental, seguridad, entre otros, se basan en estos mismos requisitos generales, lo que permitirá integrar los Sistemas de Gestión de Energía a los restantes.

1.4.1 Evolución histórica de las normas de sistema de gestión energética a nivel internacional.

Las normas de gestión de calidad, ambiental, energía comienzan a implementarse a finales de la década del 70 y no logran su total consolidación hasta el 90. En la década del 80 comienzan en los países desarrollados la aplicación de normas del sistema de gestión energética. (NAGE, 2008)

En la tabla 1.1, se presentan la evolución de las normas sobre gestión energética.

Tabla 1.1 Evolución de las normas sobre gestión de la energía

Año	País	Norma/Especificación
1982	Japón	JIS Z 9211
1982	Japón	JIS Z 9212
1985	Corea del Sur	B 0071
1990	Australia	AS 3595 Energy Management Programs
1992	Australia	AS 3596 Energy Management Programs
1995	China	GB/T 15587 Guides for energy management in industrial
1995	UK	HB 10190 2001 739
1995	Canadá	PLUS 1140 A voluntary energy management guideline
1995	USA	ANSI 739 IEEE Recommended practice for energy management in industrial and commercial facilities
2000	USA	ANSI/MSE 2000 A management system for energy
2001	Australia	AS/NZS 3598 Energy audits
2001	Dinamarca	DS 2403 Energy management specification
2001	Dinamarca	DS/INF 136 Energy management guidance on energy
2002	UK	HB 1091 Implementing and operating
2003	Suecia	SS 627750 Energy management systems – Specification with
2003	UK	BIP 2011 Continual improvement through auditing

2004	Holanda	Energy management system specification with guidance for
2004	Tailandia	Energy management system: Specification
2005	Irlanda	I.S. 393 Energy Management Systems
2006	Alemania	VDI 4602/1 Technical rule on energy management
2007	Corea del Sur	KSA 4000 Energymanagementsystem
2007	España	UNE 216301 Sistema de gestión energética. Requisitos
2008	Europa	EN 16001 Energy management systems – Requirements with
2009	España	UNE 216501 Auditoríasenergéticas. Requisitos
2009	Suráfrica	SANS 879
2009	China	GB/T 23331 Management system for energy. Requirements
2011	Mundial	ISO 50001 Energy management systems – Requirements

Muchas compañías líderes en el mundo, en búsqueda de una menor intensidad energética en sus operaciones con el objetivo de un mayor margen de ganancias, comenzaron a entrenar a algunos de sus empleados en gestión de la energía. En gran parte de ellas se instituyó el cargo de gestor energético y se conformaron equipos multidisciplinarios para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía. Sin embargo, la gestión de la energía se enfocaba hacia el desarrollo de proyectos de eficiencia energética y su éxito estaba determinado por el número de ellos que eran efectivamente ejecutados, aunque se lograba una mejoría temporal, se era incapaz de mantener sus resultados en el tiempo, haciendo que sus beneficios se perdieran gradualmente. Esto impedía a la gestión energética, dentro de otros aspectos, un verdadero reconocimiento dentro de la organización y hacía que la mayoría de los proyectos se vieran como esfuerzos aislados de algunas áreas.

La falla en la Gestión Energética estaba en que no se contribuía a fijar los objetivos a corto, mediano y largo plazo para conseguir la optimización de los recursos energéticos en el tiempo, así como establecer las medidas, acciones de mantenimiento, seguimiento y control de los proyectos de eficiencia energética ya consolidados. Como solución a esto aparece la incorporación del modelo de gestión Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), que había sido desarrollado para mejorar la gestión organizacional de la calidad, y que había demostrado ser exitoso en la Norma Internacional de la calidad ISO 9001 (Brown, n.d.), proporcionó un nuevo enfoque a la gestión energética ya que solucionaba los inconvenientes del enfoque inicial gracias a prácticas cíclicas que involucraban no sólo a la parte técnica, sino también a la parte administrativa, posibilitando el mantenimiento y mejora continua de los resultados alcanzados por los

proyectos de eficiencia energética, y garantizando el apoyo y recursos por parte de la dirección de la organización.

Este modelo de gestión (PHVA), consta de las etapas siguientes:

- “Planear”, es donde se identifica un problema u oportunidad y a partir de ahí, se planifican las acciones necesarias para resolver dicho problema o para aprovechar la(s) oportunidad(es).
- “Hacer”, etapa que se implementan las acciones planeadas.
- “Verificar”, que implica las acciones de seguimiento, medición y análisis tanto de las acciones implementadas, como del funcionamiento mismo del sistema.
- “Actuar”, que comprende tomar acciones sobre lo que se aprendió en “Verificar”.

Como se puede apreciar, la mejora de este sistema parte del proceso de planificación, que una etapa determinante en todo el sistema de gestión, tanto por su alto componente técnico y los resultados que se obtienen con su aplicación.

Si se obvia esta etapa no se tendría un conocimiento detallado de la situación energética de la organización, por medio de las mediciones, ni un análisis de todos los sistemas energéticos dentro del alcance y límites del sistema, lo que permite identificar oportunidades de mejora y establecer los objetivos, metas y planes de acción para la mejora continua del desempeño energético.

Luego de este modelo PHVA aparecen otros sistemas de gestión de la energía (SGEn) alrededor del mundo, algunos de los cuales se convirtieron en normas nacionales y regionales, estableciendo marcos comunes para su establecimiento, mantenimiento y operación.

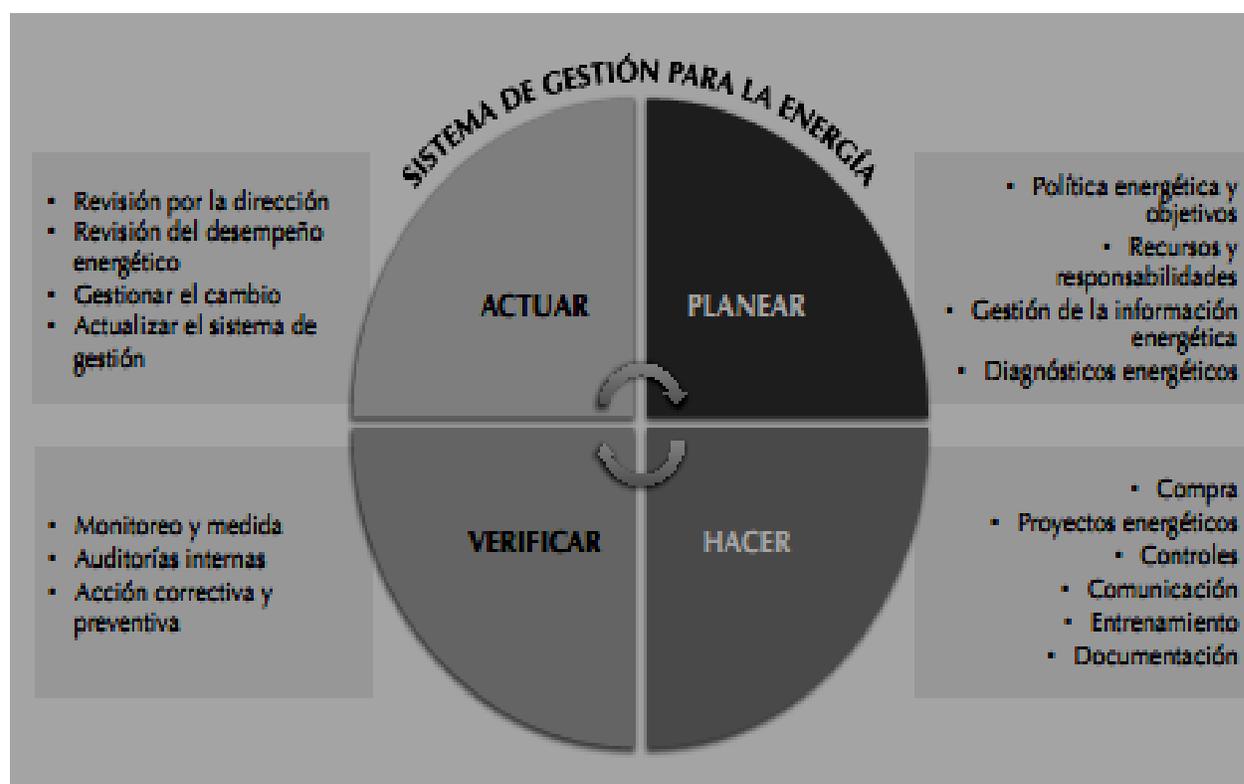
Dentro de los SGEn normalizados se destacan el de la Norma ANSI/MSE 2000 y el de la Norma EN 16001, los cuales sentaron las bases para el propuesto en la Norma Internacional ISO 50001. Por su parte, dentro de los SGEn no normalizados sobresalen el GuidelinesforEnergy Management de EnergyStar, el EnergyMAP de la Autoridad de Energía Sostenible de Irlanda (SEAI, por sus siglas en inglés), la Tecnología de Gestión.

Total Eficiente de la Energía (TGTEE) del Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos y el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), desarrollado por varias universidades colombianas a través de un proyecto de investigación auspiciado por el Estado.

1.4.1.1 Norma ANSI/MSE 2000

Esta norma estadounidense, publicada en 2000, describe los elementos necesarios para establecer y mantener un sistema de gestión de la energía de aplicabilidad a cualquier organización; es considerada como el primer sistema de gestión de la energía estandarizado, y de carácter nacional, del mundo. La norma fue revisada en 2005 y en 2008 para darle una mejor organización que reflejara más acertadamente el enfoque por procesos del modelo de gestión PHVA, e incluirle nuevos requerimientos. (American National Standards Institute, 2008) Los elementos fundamentales de la versión vigente se pueden visualizar en la figura 1.1

Figura 1.1 Proceso de mejora continua de la ANSI/MSE 2000:2008



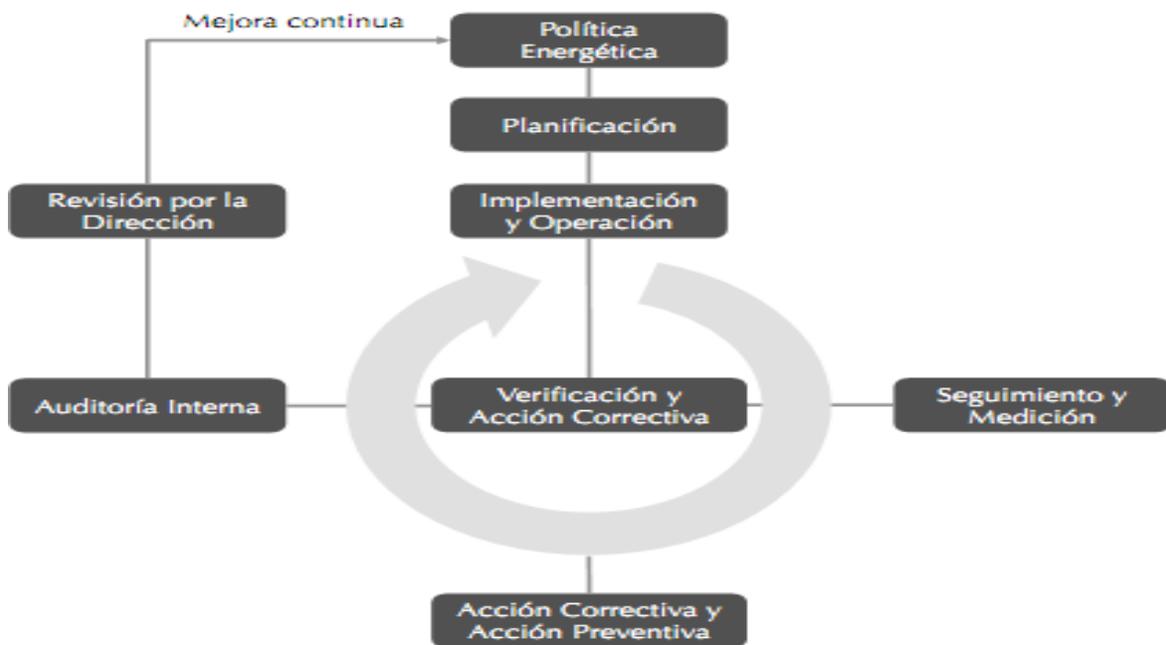
En esta norma, la planificación de la gestión energética tiene como fin el establecimiento de objetivos, metas y “proyectos energéticos” a partir de la información obtenida en el “perfil energético”, los cuales deben estar en correspondencia con la política energética y los planes estratégicos de la organización. Este perfil se obtiene con la base de datos energéticos, financieros y de producción, y en los resultados de los diagnósticos energéticos de equipos, sistemas y procesos que dispone una organización. A partir de dichos diagnósticos, se identifican los usos significativos de la energía y oportunidades para desarrollar los “proyectos energéticos”, al tiempo que se establecen indicadores claves de desempeño para medir la efectividad del sistema de gestión. El perfil energético inicial se considera en sí mismo como una línea base a partir de la cual se miden los cambios en el desempeño energético.

1.4.1.2 Norma EN 16001

Dinamarca fue el primer país en iniciar la normalización de los sistemas de gestión de la energía en Europa, la publicación de su norma nacional fue en 2001, seguida a ésta aparecen otras, en países de la región, en el 2003 una norma sueca fue anunciada, una irlandesa en 2005 y una española en 2007. Estas normas nacionales se centraban en asegurar que la gestión de la energía se integrara a la estructura organizacional y de esta manera, las organizaciones pudieran ahorrar energía, reducir costos, mejorar el desempeño energético y de negocio, y reducir sus emisiones contaminantes. Al igual que la ANSI/MSE 2000, estaban estructuradas y basadas en las Normas de gestión ISO 9001 e ISO 14001. (Sustainable Energy Authority of Ireland, 2006)

Su aceptación fue masiva, condujo en 2006 a la formación de un grupo de trabajo dentro del Comité Europeo para la Normalización (CEN), para abordar este tema .y en el año 2009, se publica la Norma Europea EN 16001, la cual sustituyó a las demás normas nacionales (Federal Ministry for the Environment, 2010). Vale significar que esta norma al igual que las que reemplazó mantiene la misma la estructura de la Norma ISO 14001, ver Figura 1.2, ya que la norma ambiental había alcanzado gran aceptación a nivel regional y con esto se lograba mejor compatibilidad.

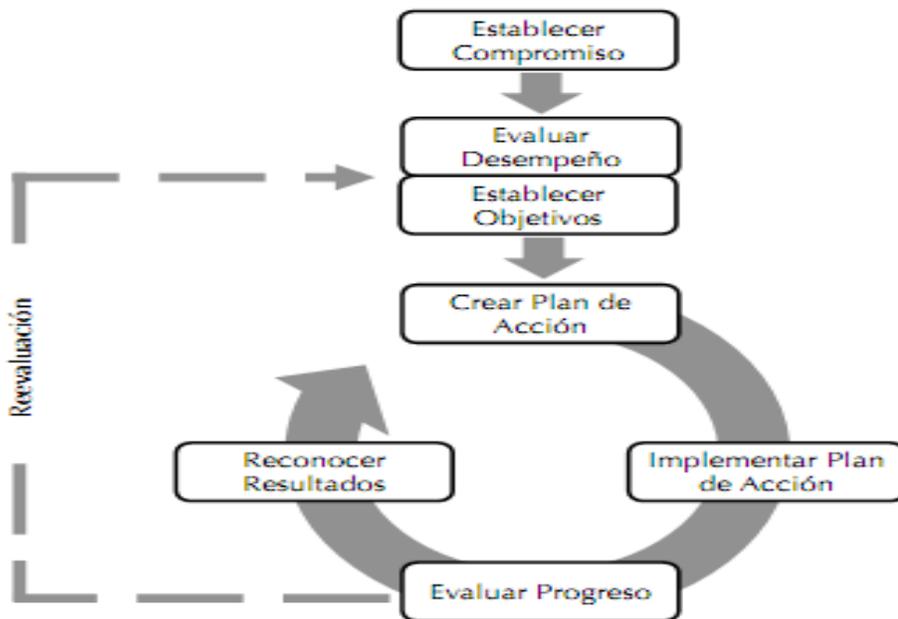
Figura 1.2 Modelo del SGEEn de la Norma EN 16001



1.4.1.3 Guidelines for Energy Management de Energy Star

Este modelo fue desarrollado dentro del programa voluntario ENERGY STAR de la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, a partir de buenas prácticas, identificadas gracias al trabajo conjunto con varias compañías líderes de este país, el modelo establece siete principios para el mejoramiento del desempeño energético y financiero de una organización. Los principios se establecen a través de siete pasos, Fig1.3. (Pérez Campo, 2012)

Figura 1.3 Modelo de EnergyStar



Como se observa la planificación se realiza en la : “Evaluación del desempeño” donde se realiza un análisis del uso de energía en todas las instalaciones y procesos de la organización, con el objetivo de establecer una línea base que permita medir los resultados futuros en cuanto a eficiencia energética e identificar oportunidades para mejorar el desempeño energético. Con el “Establecimiento de los objetivos”, se determina los objetivos que van a direccionar las actividades de gestión energética y que promuevan la mejora continua. En el paso de “Crear plan de acción”, se fundamenta en el aseguramiento de un proceso sistemático para implementar las medidas de desempeño energético.

Como herramientas de apoyo para la planificación, EnergyStar propone las que se muestran para su modelo de gestión sin embargo no discute la manera en que aportan al cumplimiento de ellos. Como aspecto novedoso tiene la aparición de herramientas únicas, como el *Portfolio Manager* y el *Energy Performance Indicator*. La primera se puede utilizar para realizar seguimiento en el tiempo al uso de la energía en edificaciones, y la última, para monitorear patrones anuales de uso energético en industrias específicas y para realizar *benchmarks* sectoriales, estas dos herramientas están disponibles *online*.(Energy Star, n. d.)

1.4.1.4 Energy Management Action Plan (MAP) de la SEAI

Es una guía paso a paso, *online*, para crear un plan de acción de buenas prácticas en gestión de la energía, orientada a pequeñas y medianas empresas. Este sistema de gestión de la energía (o guía para un) fue desarrollado por la Autoridad de Energía Sostenible de Irlanda (SEAI, por sus siglas en inglés). Consiste en 20 pasos, divididos en cinco pilares, que buscan garantizar una adecuada gestión de la energía, los cuales son: Compromiso, Identificación, Planeación, Tomar Acción y Revisión. (Pérez Campo, 2012)

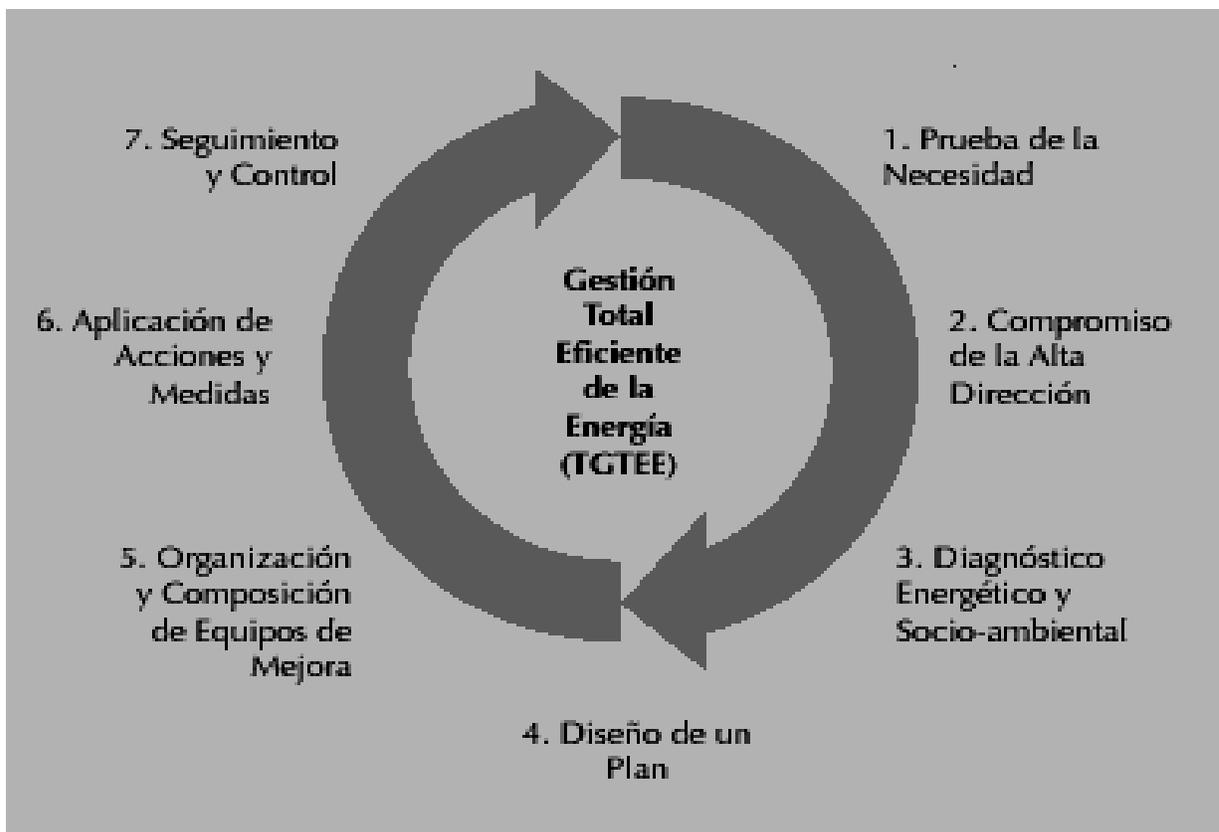
La planificación se lleva a cabo tanto en la etapa de Identificación, como en la de Planeación.

La mayoría de las herramientas que sugiere el Energy MAP son propias y pueden complementar el cumplimiento de sus requisitos. Si se realiza una comparación de los objetivos perseguidos en estos requisitos con los de la ISO 50001, validará su aplicabilidad en estos últimos.

1.4.1.5 Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) del CEEMA.

La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa, (Colectivo de Autores, 2016) ver Figura 1.4

Figura 1.4 Modelo de gestión de la TGTEE



Este modelo de gestión es el resultado de un grupo de científicos de universidades cubanas motivados por lograr mejoras sustanciales en la gestión energética empresarial.

La implantación de la TGTEE se realiza mediante un ciclo que recoge las siguientes etapas:

1. Prueba de la necesidad.
2. Compromiso de la alta dirección.
3. Diagnóstico energético y socio-ambiental.
4. Diseño de un plan.
5. Organización y composición de equipos de mejora.
6. Aplicación de acciones y medidas.
7. Seguimiento y control.

En SGEN se explica la utilidad de las herramientas de apoyo para la planificación, con vista, a alcanzar los objetivos del requisito, y además, la forma de construir las mismas.

Una comparación de los objetivos perseguidos en sus requisitos con los de la ISO 50001, validará su aplicabilidad en estos últimos.

Tabla 1.2 Herramientas para la planificación de la TGTEE

Requisito	Objetivo del requisito	Herramientas
Diagnóstico energético y socio-ambiental	Determinar la eficiencia energética de los sistemas energéticos, establecer potenciales de ahorro, indicadores...	Diagrama Energético- Productivo, Gráfico de Control, Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo, Diagrama de Consumo vs. Producción, Producción Equivalente, Diagrama índice de Consumo vs. Producción, Carta CUSUM, Diagrama de Pareto.

¿Qué diferencia la TGTEE de otros servicios que se ofertan en este campo?

- Su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un programa, sino elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa para ser autosuficiente en la gestión por la reducción de sus costos energéticos y el impacto ambiental asociado al uso de la energía.
- La aplicación de la misma la efectúa un grupo conjunto, de consultores externos y personal de la empresa, lo que garantiza la profundidad y objetividad de los análisis y la efectividad y permanencia de los resultados.
- Añade el estudio socio-ambiental, la gestión de mantenimiento en función de la eficiencia energética, e integra los elementos de las funciones básicas de la administración que inciden en el uso eficiente de la energía.
- Es capaz de identificar un número muy superior de medidas técnico organizativas y de baja inversión para la reducción de los costos energéticos,

estableciendo un banco de problemas y soluciones energéticas fundamentadas técnicas y económicamente.

- Entrena, capacita y organiza los recursos humanos que deciden la reducción de los consumos y gastos energéticos, creando una nueva cultura energética que se materializa en un programa efectivo de concientización y motivación del personal de la empresa hacia la eficiencia energética.
- Instala en la empresa procedimientos, herramientas y capacidades para su uso continuo y se compromete con su consolidación al establecer un nuevo sistema de monitoreo, evaluación, control y mejora continua del manejo de la energía, apoyado por software especializado.

1.4.1.6 Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)

Este sistema de gestión se estructura mediante normas, procedimientos y actuaciones que permiten la materialización de las políticas, los objetivos y las metas de eficiencia energética, fue desarrollado por varias universidades colombianas a través de un proyecto de investigación auspiciado por el Estado. La implementación del SGIE se desarrolla en tres etapas: Decisión Estratégica, Instalación y Operación, (Campos Avella, 2008) ver la figura 1.5.

Figura 1.5 Modelo de gestión del SGIE



La planificación se realiza en la etapa de instalación, en la cual se debe crear la estructura organizativa, las bases técnicas, preparar e involucrar al personal, identificar los programas, documentar el SGIE y verificar la capacidad de la empresa para ejecutarlo. En la Tabla 1.3 se presentan los requisitos que hacen parte de la etapa de instalación del SGIE y las herramientas propuestas por el sistema de gestión para el cumplimiento de éstos, algunas de las cuales, son las mismas que se utilizan en la TGTEE, y al igual, se explica su uso para el cumplimiento de los requisitos. (Universidad del Atlántico, 2007)

Tabla 1.3 Herramientas para la planificación del SGIE

Requisito	Objetivo del requisito	Herramientas
-----------	------------------------	--------------

<p>Establecimiento de los indicadores del sistema de gestión</p>	<p>Caracterizar energéticamente cada centro de costo energético: definir metas de reducción, evidenciar tendencias, identificar pérdidas y potenciales.</p>	<p>Encuestas, filtrado de <i>outliers</i>, diagrama de correlación E vs. P, producción equivalente, Diagrama IC vs. P, gráfico de tendencia, gráfico base 100, árbol de indicadores de la empresa, gráfico de Pareto, diagnóstico de recorrido a áreas y procesos, hojas de cálculo y <i>software</i> especializados.</p>
<p>Identificación de las variables de control por centros de costo</p>	<p>Identificar las variables de control o eventos que impactan los consumos energéticos en cada centro de costo.</p>	<p>Identificador de variables de control, metodología DMAMC de proyectos Seis Sigma, conceptualización, filtrado de soluciones, matriz de selección de mejoras, mapas de navegación de procesos, mapas conductuales.</p>
<p>Definición de los sistemas de monitoreo</p>	<p>Establecer en cada centro de costo el sistema de monitoreo de la eficiencia energética.</p>	<p>Gestión a la vista, plan de documentación, plan de monitoreo.</p>
<p>Diagnóstico energético</p>	<p>Identificar las oportunidades, soluciones y medidas o proyectos de ahorro energético en los equipos y procesos clave de la organización.</p>	<p>Balances de masa y energía, diagnósticos energéticos, análisis termoeconómicos, criterio de expertos, generador de soluciones.</p>

Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva	Fortalecer capacidades y competencias en el desarrollo de los procesos asociados a la vigilancia tecnológica para la toma de decisiones estratégicas.	Mapas tecnológicos, técnicas de análisis multicriterio, técnicas para el diseño de escenarios y toma de decisiones, técnicas para la gestión tecnológica.
---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.4.1.7 Norma ISO 50001

La norma ISO 50001, Energy Management Sistemas fue publicada oficialmente el 15 de junio de 2011 por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO). Elaborada por un comité de expertos de más de cuarenta países. Establece los requisitos que debe tener un sistema de gestión de la energía en una organización para ayudarla a mejorar su desempeño energético, aumentar su eficiencia energética y reducir los impactos ambientales, así como a incrementar sus ventajas competitivas dentro de los mercados en los que participan, todo esto sin sacrificio de la productividad.

La ISO 50001 se construye sobre el concepto de los Sistema de Gestión de la Energía, y brinda a todo tipo de empresas y organizaciones, tanto públicas como privadas, grandes y pequeñas, los requisitos para gestionar los sistemas energéticos, siguiendo el proceso Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) de mejora continua. Ver figura 1.6. Esto permite a las empresas y organizaciones disponer de una herramienta, a través de la cual mejora el desempeño energético, logrando reducir continuamente la utilización de la energía, y por consiguiente reducir los costos relacionados con la energía y la emisión de gases de efecto invernadero.

Figura 1.6: Modelo de Sistema de Gestión de la Energía ISO 50001:2011.



Fuente: (Guía de implementación sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50001 de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, AChEE 2012).

Esta norma permite a las organizaciones los siguientes beneficios (International Organization for Standardization, 2010):

Energéticos y Ambientales:

- Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía).
- Fomentar la eficiencia energética de las organizaciones.
- Disminución de emisiones de gases CO₂ a la atmósfera.
- Reducción de los impactos ambientales.
- Adecuada utilización de los recursos naturales.
- Impulso de energías alternativas y renovables.

De liderazgo e imagen empresarial:

- Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.
- Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático.
- Cumplimiento de los requisitos legales.

Socio-Económicos:

- Disminución del impacto sobre el cambio climático.
- Ahorro en la factura energética.
- Reducción de la dependencia energética exterior.
- Reducción de los riesgos derivados de la oscilación de los precios de los recursos.

ISO 50001:2011 puede ser implementada de forma individual o integrada con otras normas de sistemas de gestión, como la ISO 9001 de gestión de calidad y la ISO 14001 de gestión ambiental, que ya se encuentran implementadas en algunas empresas. Por lo tanto ésta norma es aplicable a cualquier tipo de empresas que así lo deseen, sin importar su actividad, tamaño o ubicación geográfica, de cualquier manera sus beneficios son innumerables para la sociedad y las organizaciones

La experiencia indica que sólo se podrán alcanzar resultados significativos y perdurables en la elevación de la eficiencia energética de una organización, cuando se obtienen como resultado de la implementación y el mejoramiento continuo de un sistema de gestión energética.

Los conceptos de alcance y límites permiten una conveniente definición del ámbito de aplicación del sistema de gestión energética (Carreto Peña, 2012). Su carácter voluntario, sencilla adaptación, carácter genérico y flexibilidad permite que el cumplimiento de los requisitos sea ajustado a las necesidades e intereses particulares de cada organización.

Al analizar la Norma Internacional ISO 50001 se puede resumir lo siguiente:

Su propósito: es establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético.

Está destinada a: Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales, además de reducir la energía.

A través de: Una gestión sistemática de la energía

Según Campos Avella, los sistemas de gestión nacionales, o regionales, adquieren mayor valor cuando se convierten en norma internacional, debido a los siguientes aspectos (2012):

- Se incorpora el consenso de los expertos acerca del estado del arte nacional e internacional.
- Se ofrece un marco homogéneo de evaluación a nivel nacional e internacional del nivel de desempeño.
- Se brinda una calificación acreditada de los logros alcanzados en el desempeño

energético y medio ambiental de la organización.

- A pesar del carácter voluntario de las normas internacionales, las autoridades gubernamentales locales pueden darle más fuerza reglamentaria o legislativa.

La ISO 50001 recoge todos estos aspectos y gracias a ello se espera que alcance un gran índice de aceptación mundial. A esto se suma el hecho de compartir muchos de los requisitos y principios de las Normas EN 16001 y ANSI/MSE 2000, e igualmente como ocurre en otras normas ISO de sistemas de gestión, como la 9001 y 14001, está basada en el ciclo de mejora continua PHVA.

Los elementos principales de la Norma, en los que se recogen sus requisitos son:

- 4.1 Requisitos generales
- 4.2 Responsabilidad de la dirección
- 4.3 Política energética
- 4.4 Planificación energética
- 4.5 Implementación y operación
- 4.6 Verificación
- 4.7 Revisión por la dirección.

En cada uno de estos elementos, la ISO 50001 presenta diferencias con las normas en que está basada. En este trabajo se analizan únicamente las que tienen que ver con los requisitos de la fase de planificación energética, y más específicamente con los de carácter técnico.

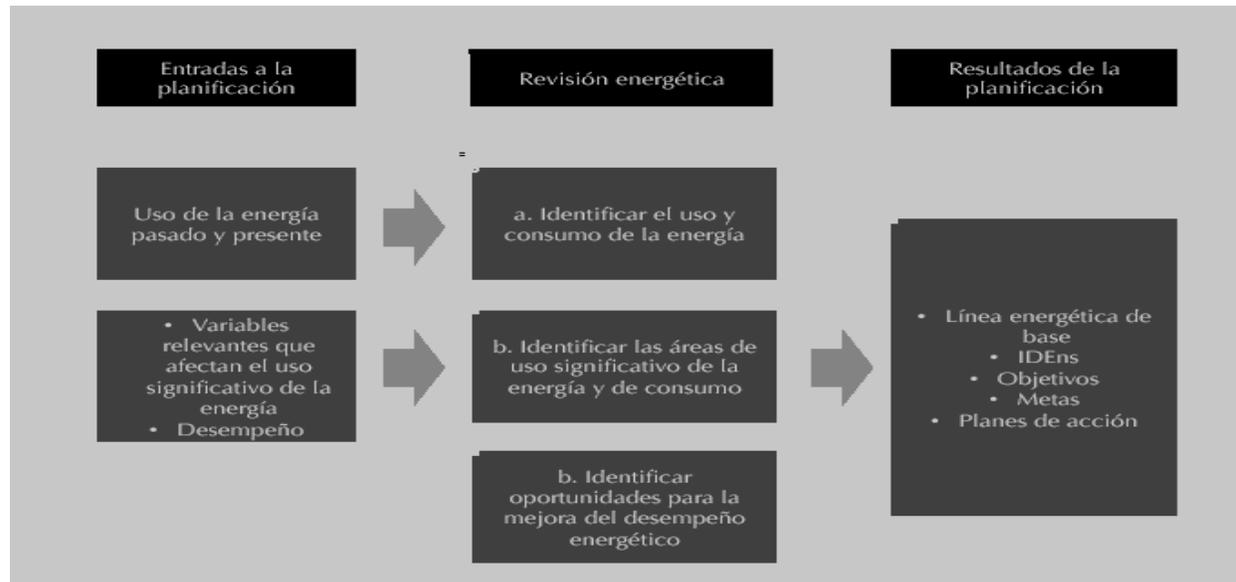
1.4.1.7.1 La planificación energética en la Norma ISO 50001.

El proceso de planificación energética de la ISO 50001 presenta cambios notables frente a los enfoques anteriores. En este caso, los requisitos demandan actividades más explícitas que evitan confusiones; algunos términos ambiguos usados en otras normas fueron eliminados y se incluyeron nuevas cláusulas, entre las que se destacan las específicas para los usos significativos de la energía. En las secciones siguientes se esbozan más en detalle estas diferencias.

En la Figura 1.7 se muestra un diagrama conceptual de la planificación energética, en donde se pueden ver sus elementos principales. En esta fase, la norma determina las acciones para desarrollar la revisión energética y establecer la línea de base, los

indicadores de desempeño energético, los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para alcanzar los resultados esperados por la organización de acuerdo a las oportunidades de mejora y su política energética.

Figura 1.7: Diagrama conceptual del proceso de planificación energética



Fuente: (Guía de implementación sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50001 de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, AChEE 2012).

La actividad central de la planificación energética es la revisión energética, su objetivo es analizar el uso y consumo de la energía para identificar los usos significativos de la energía (USEn), así como las oportunidades para la mejora del desempeño energético. (ISO, 2011)

A pesar que el término revisión energética se introduce por primera vez, el concepto detrás es prácticamente el mismo que en los demás sistemas de gestión de la energía estudiados. En la Norma ANSI/MSE 2000 se expresa como perfil energético, mientras que, en la EN 16001, como identificación y evaluación de los aspectos energéticos. En el caso del modelo de EnergyStar, se declara como evaluación del desempeño; en el Energy MAP y en la TGTEE, como Identificación, y como diagnóstico energético, respectivamente.; en el SGIE se realiza en la etapa de Instalación. En contraste con estos SGEN, la ISO 50001 hace hincapié en su realización a través de procesos documentados.

Análisis del uso y el consumo de energía basándose en mediciones y otro tipo de datos.

Con este requisito, la norma busca que la organización pueda identificar patrones y tendencias de uso y consumo de la energía, y a la vez conocer sus fuentes de energía dentro del alcance del SGEEn. Este análisis debe conducir a la determinación del desempeño energético de la organización y a la identificación de oportunidades de mejora. El cumplimiento del mismo también comprende la identificación de las fuentes de energía actuales y la evaluación del uso y consumo pasados y presentes de la energía.

Este requisito es básicamente el mismo en todos los SGEEn analizados, aunque en la MSE 2000, en el EnergyMAP y en la TGTEE, no se especifica explícitamente la necesidad de evaluar el uso y consumo pasados de energía.

Identificación de las áreas de uso significativo de la energía

La norma establece que a partir de la información recabada para dar cumplimiento al requisito precedente, es preciso determinar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que afectan significativamente al uso y al consumo de la energía. El objetivo de este requisito es que la organización pueda focalizar los recursos disponibles para el SGEEn, en mejorar y mantener un óptimo desempeño de un pequeño grupo de sistemas críticos (Pérez Campo, 2012). El criterio para definir un uso de la energía como significativo debe ser documentado.

Aunque todos los SGEEn consultados fijan este requisito en general, ninguno incluye cláusulas específicas para los USEn, tal como la ISO 50001 lo hace:

- identificar las variables que los afectan
- determinar su desempeño energético actual
- estimar su uso y consumo futuros de energía

Identificación, priorización y registro oportunidades para mejorar el desempeño energético

Con este requisito la ISO 50001 pretende que la organización revise permanentemente sus prácticas operacionales en busca de mejorías en sus procesos y equipamiento,

especialmente en los que impacten significativamente el uso y el consumo de la energía.

Las oportunidades que se identifiquen necesitan ser priorizadas con el fin de concentrar únicamente los recursos y esfuerzos en las más atractivas, de acuerdo al criterio que establezca la organización; las cuales a su vez, deben ser registradas adecuadamente para hacerles seguimiento y de esta manera garantizar los beneficios esperados con su implementación. La esencia de este requisito es recogida en todos los SGEN analizados, aunque ni en la MSE 2000, ni en el modelo de EnergyStar está explícito; en ambos casos, se considera su identificación como resultado de los diagnósticos energéticos.

Línea de base energética

La ISO 50001 especifica el establecimiento de una(s) línea(s) de base energética a partir de la información levantada en la revisión energética. Con ello se busca que la organización cuente con una referencia cuantitativa a partir de la cual pueda estimar las mejoras en su desempeño energético, y además, realizar comparaciones. Este requisito no se incluye en la MSE 2000, ni en la EN 16001. No obstante, en la primera se indica que el perfil energético inicial sirve como línea de base. De igual forma, en la EN 16001, se sugiere usar los datos de consumo energéticos iniciales con esta misma finalidad, en ambas normas, se expresa el uso de la línea de base para los mismos propósitos que se plantean en la ISO 50001.

En el modelo de EnergyStar, este requisito se incluye dentro del Paso 2, “Evaluar Desempeño” (que equivale a la revisión energética en la ISO 50001). En los demás SGEN no se especifica en ninguno de sus requisitos.

Indicadores de desempeño energético (IDEn)

La norma establece la necesidad de identificar IDEn apropiados para realizar mediciones y seguimiento al desempeño energético de la organización. Los IDEn, al igual que la línea de base energética, tienen mucha utilidad en comparaciones de desempeños posteriores a la implementación del SGEN o a la puesta en marcha de una mejora.

En la Norma MSE 2000 este requisito está incluido dentro del perfil energético, y en el

Energy MAP, hace parte del Paso 8. En el SGIE se denota como establecimiento de los indicadores del sistema de gestión. Por el contrario, en la EN 16001, el modelo de EnergyStar, y en la TGTEE, no existe como tal el requisito, a pesar que en estas se hace referencia al uso de IDEn para medir el desempeño energético.

Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.

En esta cláusula la norma indica que es necesario establecer, implementar y mantener objetivos energéticos y metas energéticas, de acuerdo a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de la organización. Estos elementos impulsarán todo sistema de gestión, los cuales se ponen en práctica a través de planes de acción. Además define varios aspectos para incluir en los planes de acción, entre los cuales se estipulan dos que no se señalan en los demás SGEN analizados, que son:

- la declaración del método para verificar la mejora del desempeño energético,
- la declaración del método para verificar los resultados.

En la MSE 2000 este requisito se incluye con el mismo objetivo, en este caso, los planes de acción se denominan proyectos, y para ellos no se estipulan los elementos que deben incluir. En la EN 16001, este requisito guarda bastante similitud ya que los programas energéticos son el equivalente de los planes de acción. Tanto en el modelo de EnergyStar, como en el Energy MAP, la TGTEE y el SGIE, se incorpora; con el establecimiento de los objetivos energéticos, sus metas, planes de acción, se culmina en la fase de planificación energética y se da paso a la implementación y operación del SGEN.

Uso de herramientas de apoyo en la planificación energética

La planificación energética, tanto en la ISO 50001, como en los demás SGEN, comprende una serie de actividades, en su mayoría de carácter técnico, que involucra la recolección, registro y análisis de un volumen considerable de datos sobre el uso y consumo de la energía, con el fin de identificar oportunidades de mejora, a partir de las cuales, se establecen las acciones necesarias para implementarlas. Una adecuada

manipulación e interpretación de estos datos, garantiza alcanzar el fin último del sistema de gestión: el mejoramiento continuo del desempeño energético de la organización.

Para el efectivo cumplimiento de cada uno de los requisitos involucrados en esta fase es necesario el uso de herramientas de apoyo que faciliten el proceso la Etapa de Planificación Energética. Campos Avella, manifiesta que al igual que los sistemas de gestión de la calidad necesitan de herramientas básicas para su aplicación exitosa, los sistemas de gestión de la energía también las necesitan, y que las organizaciones tienen además el reto de dominarlas, aplicarlas e introducirlas en su gestión organizacional.(2012)

La ISO también es consciente de esta necesidad, y actualmente está desarrollando documentos normativos de apoyo a aspectos específicos de la Norma que requieren mayor profundización, como: Indicadores de desempeño energético, Formulación de la línea base, Auditorías energéticas y Guía de implementación de la Norma, entre otros.

En el análisis que se realizó a los SGE antes mencionados, se identificaron las herramientas que facilitan el cumplimiento de los requisitos que hacen parte de sus procesos de planificación. En la Tabla 1.4 muestra la gran variedad de herramientas que podrían usarse en el establecimiento, implementación y operación de la fase de planificación energética de la ISO 50001

Tabla 1.4 Herramientas para el establecimiento, implementación y operación de la fase de planificación energética de la ISO 50001

Objetivo del requisito	Herramientas
Identificar tendencias y patrones en el uso y el consumo de todas las fuentes de energía	<i>Portfolio Manager</i> de EnergyStar, <i>Energy Performance Indicador</i> de EnergyStar. Tablas, gráficos, hojas de cálculo, <i>software</i> especializado, técnicas de normalización de datos, análisis de regresión, Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo, técnica de Producción Equivalente, Diagrama Índice de Consumo versus Producción, Carta CUSUM, Gráfico Base 100

Identificar áreas de uso significativo de la energía	Balances energéticos, análisis de Pareto, estratificación, análisis de riesgo, sistemas de ranqueo, prioridades de costos, mapas de proceso, diagramas Sankey, modelos energéticos, mapeo de energía, encuestas de tecnologías de uso final, perfiles de consumo energético, <i>benchmarks</i> , encuestas, lecciones aprendidas, auditorías energéticas, revisión de procedimientos operativos, diagnósticos energéticos, listas maestras de equipos, herramienta de Energy MAP <i>SignificantEnergyUsers</i> , listas de chequeo, Diagrama Energético–Productivo.
Evaluar el desempeño energético	Diagnósticos energéticos de todos los niveles (específicos para cada sistema energético), auditorías energéticas.
Identificar oportunidades de mejoras	Auditorías energéticas, modelos energéticos, revisión de mejor tecnología disponible, análisis Pinch, análisis de requerimientos energéticos, análisis de causa raíz, <i>benchmarks</i> , <i>Lean manufacturing</i> , Seis Sigma, perfiles de consumo energético, encuestas, lecciones aprendidas, revisión de procedimientos operativos, diagnósticos energéticos, análisis termoeconómicos, criterios de
Identificar indicadores de desempeño energético	Análisis de correlación estadística, técnicas de normalización, filtrado de <i>outliers</i> .

<p>Establecer objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción Buenas prácticas por tecnologías de uso final, análisis de regresión, análisis CUSUM, control estadístico de proceso, análisis de carga base, técnicas de mantenimiento predictivo, buenas prácticas sectoriales, minería de datos, <i>benchmarks</i>, lluvia de ideas, mapas mentales, guías Energy MAP: <i>Howto set objectives and targets</i> y <i>Guide on setting SMART objectives</i>, Herramienta Energy MAP: Programme Plan</p>	<p>Buenas prácticas por tecnologías de uso final, análisis de regresión, análisis CUSUM, control estadístico de proceso, análisis de carga base, técnicas de mantenimiento predictivo, buenas prácticas sectoriales, minería de datos, <i>benchmarks</i>, lluvia de ideas, mapas mentales, guías Energy MAP: <i>Howto set objectives and targets</i> y <i>Guide on setting SMART objectives</i>, Herramienta Energy MAP.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

La ISO 50001 guarda muchas similitudes con estos sistemas de gestión, y por tanto, muchas de las herramientas propuestas se podrían usar igualmente en el cumplimiento de sus requisitos, sin embargo, la norma también posee diferencias notables frente a ellos, las cuales deben considerarse al usar éstas. Con la masificación que se espera que alcance aún más la gestión de la energía, producto de la publicación de la Norma Internacional ISO 50001, un documento guía que sugiera las herramientas disponibles para el cumplimiento de los requisitos y que además indique cómo usarlas y de qué manera apoyan en este sentido, sería de gran ayuda, principalmente en las organizaciones en donde no exista personal con la competencia para hacerlo.

1.4.2 Sistemas de Gestión Energética en edificaciones

En las edificaciones la energía es básicamente utilizada para iluminación, datos, acondicionamiento térmico, transporte de personas, bombeo de agua y funcionamiento del equipamiento instalado en las diferentes áreas.

Muchas veces se subestima la influencia de la gestión en el consumo de energía y se absolutiza el papel del diseño de una edificación y de las tecnologías eficientes. Es frecuente encontrar edificaciones bien diseñadas operando deficientemente producto de una pobre gestión energética, en otros casos, edificaciones que han sido mal diseñadas, pero en los que mediante buenas prácticas de gestión se logra mejorar sustancialmente su comportamiento energético.

Aunque existan edificaciones en las que se ha implementado todo un conjunto de proyectos técnicos de mejora de su eficiencia, se requiere de una gestión energética que garantice el aprovechamiento máximo y sostenido de las inversiones realizadas.

De acuerdo a la bibliografías realizadas los diferentes requisitos, principios, procedimientos y herramientas que se han hecho referencia para la implementación de la etapa de planificación de la ISO 50001 son válidos para cualquier edificación ya que la eficiencia energética en un edificio público implica satisfacer los servicios energéticos con la calidad requerida para asegurar el cabal cumplimiento de las funciones institucionales y el confort y la seguridad e higiene del trabajo del personal, con el menor consumo y gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.

Sánchez y Borroto sobre la eficiencia energética en edificios públicos, señalan que la experiencia internacional indica que en muchos casos, mediante una buena gestión energética e inversiones con atractivos indicadores de rentabilidad, se puede reducir la factura energética en un edificio entre el 15 y el 25 %. Los indicadores de eficiencia energética adoptan diferentes formas dependiendo de los objetivos buscados. (2008)

Se utilizan en general como indicadores de eficiencia energética los que se relacionan en la tabla 1.5.

Tabla 1.5 Indicadores de Eficiencia Energética en Edificios Públicos

Indicador	Dimensión
-----------	-----------

Índice de consumo total de energía por área	$\text{kJ/m}^2\text{-año}$
Índice de consumo total de energía por ocupante permanente	kJ/persona-año
Índice de costo total de energía por área	$\text{USD/m}^2\text{-año}$
Índice de costo total de energía por ocupante permanente	USD /persona-año
Índice de consumo de electricidad por área	$\text{kWh/m}^2\text{-año}$
Índice de consumo de electricidad por ocupante permanente	kWh/persona-año
Índice de costo de electricidad por área	$\text{USD/m}^2\text{-año}$
Índice de costo de electricidad por ocupante permanente	USD /persona-año
Índice de consumo de agua por ocupante permanente	$\text{m}^3\text{/persona-día}$
Índice de costo de agua por ocupante permanente	USD/persona-año
Índice de emisiones por área	$\text{kg CO}_2\text{/m}^2\text{-año}$
Índice de costos (costos energéticos con respecto a costos totales)	%

El autor concuerda con Sánchez y Borroto sobre la metodología de cálculo usada para el cálculo de la eficiencia en un edificio público y con sus criterios a cerca que si el objetivo esencial de la gestión energética es disminuir los consumos y gastos energéticos, estos no son indicadores efectivos de la eficiencia energética, ya que en un edificio los mismos dependen del nivel de actividad y de las condiciones climáticas, entre otros factores.

Países de la Comunidad Europea relación a esto se rigen por una directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios, la cual posee un marco general en el que deberá ajustarse la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002), considerando que deberá integrar al menos los aspectos siguientes:

- a) Características térmicas del edificio (cerramientos exteriores e internos, etc.).
Estas características podrán incluir asimismo la estanqueidad del aire;

-
- b) instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento;
 - c) instalación de aire acondicionado;
 - d) ventilación;
 - e) instalación de iluminación artificial (especialmente en la parte no residencial);
 - f) disposición y orientación de los edificios, incluidas las condiciones climáticas exteriores;
 - g) sistemas solares pasivos y protección solar;
 - h) ventilación natural;
 - i) las condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas.
2. En el cálculo se tendrá en cuenta la incidencia positiva de los siguientes aspectos, cuando resulten pertinentes:
- a) sistemas solares activos u otros sistemas de calefacción o producción de electricidad basados en fuentes de energía renovables;
 - b) electricidad producida por cogeneración;
 - c) sistemas de calefacción y refrigeración central o urbana;
 - d) iluminación natural.
3. A efectos de este cálculo, los edificios deberían clasificarse adecuadamente en categorías como las siguientes:
- a) viviendas unifamiliares de distintos tipos;
 - b) edificios de viviendas;
 - c) oficinas;
 - d) edificios de centros de enseñanza;
 - e) hospitales;
 - f) hoteles y restaurantes;
 - g) instalaciones deportivas;
 - h) edificios comerciales destinados a la venta al por mayor o al por menor.

Un análisis de la efectividad de un índice de consumo para caracterizar la eficiencia energética de una instalación o un proceso se puede realizar determinando la

correlación que existe entre el consumo de energía y la variable que expresa el nivel de producción o de servicio. Para que un índice de consumo sea válido debe existir una correlación significativa entre el consumo de energía y la variable con la cual se relaciona este. La literatura especializada establece que para que un índice sea válido como indicador de eficiencia energética el coeficiente de correlación R^2 entre las variables relacionadas en el índice debe ser igual o mayor que 0.75.

Conclusiones parciales

En el presente capítulo se establece el estado del arte en la gestión energética, arribándose a las siguientes conclusiones:

1. El contexto energético actual afectado por el deterioro del medio ambiente y las necesidades de las organizaciones de alcanzar resultados significativos y perdurables abaratando sus costos, conlleva a que cada vez se incrementen las organizaciones de forma voluntaria que deseen la aplicación de un modelo de gestión capaz de garantizar su mejora continua en su desempeño energético.
2. En todos los sistemas de gestión, el proceso de planificación energética es, sin duda, determinante para su establecimiento y operación, además el uso de herramientas de apoyo en la planificación es esencial para cumplir con los requisitos de la Norma.
3. La existencia de elementos comunes entre las normas ISO 9001: 2008 y la ISO 50001, que promueven el sistema de gestión de la calidad y el sistema de gestión energética, favorece la integración de estos sistemas. Los elementos que no son comunes son adaptables a la integración, al desarrollarse en el marco del sistema de gestión de calidad.
4. De los sistemas de gestión valorados la ISO 50001 es la más integral ya que garantiza que todos los aspectos relacionados con la energía sean tenidos en cuenta y puedan ser controlados por la organización.
5. La implementación de la etapa de planificación de la ISO 50001 es válida para cualquier edificación y asegura en el edificio público, la calidad de los servicios energéticos, confort, la seguridad e higiene del trabajo del personal, el menor

consumo, la menor contaminación ambiental posible y la definición de indicadores de eficiencia energética.

Capítulo 2: Caracterización de la gestión energética en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial MININT de Santiago de Cuba.

2.1 Características generales de la entidad y surgimiento de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del Ministerio del Interior de Santiago de Cuba.

La Unidad de Logística está situada dentro de la instalación Delegación Provincial del Ministerio del Interior, sito en Alturas de Versalles, Consejo Popular Versalles, del Municipio y Provincia Santiago de Cuba, de subordinación nacional, fue construida en el año 1978, con una extensión superficial total de 60 151.06 m², una área ocupada de 7 687.00m², una superficie libre de 52 464.06 m². La instalación es un edificio de un nivel, con sistema constructivo Girón y paredes de bloques, cuenta con un área techada de 1273.56 m², representando el 16.6 % de la extensión superficial ocupada, conformada por las siguientes áreas:

- Área de comedores.
- Área de cocina.
- Área de almacenes.
- Área de caldera.
- Área administrativa.
- Área de puesto médico.

Esta unidad se rige por los procedimientos aprobados en la institución para elaboración del plan de mantenimiento e inversiones a instalaciones del patrimonio del MININT, cuenta con un sólo medio de transporte que es una camioneta Marca DEER China, con motor diesel que se destina a la gestión administrativa y de servicios. En la misma se elaboran los alimentos a un promedio de 750 comensales diario.

2.1.1 Análisis de la estructura organizativa y de la función de la dirección.

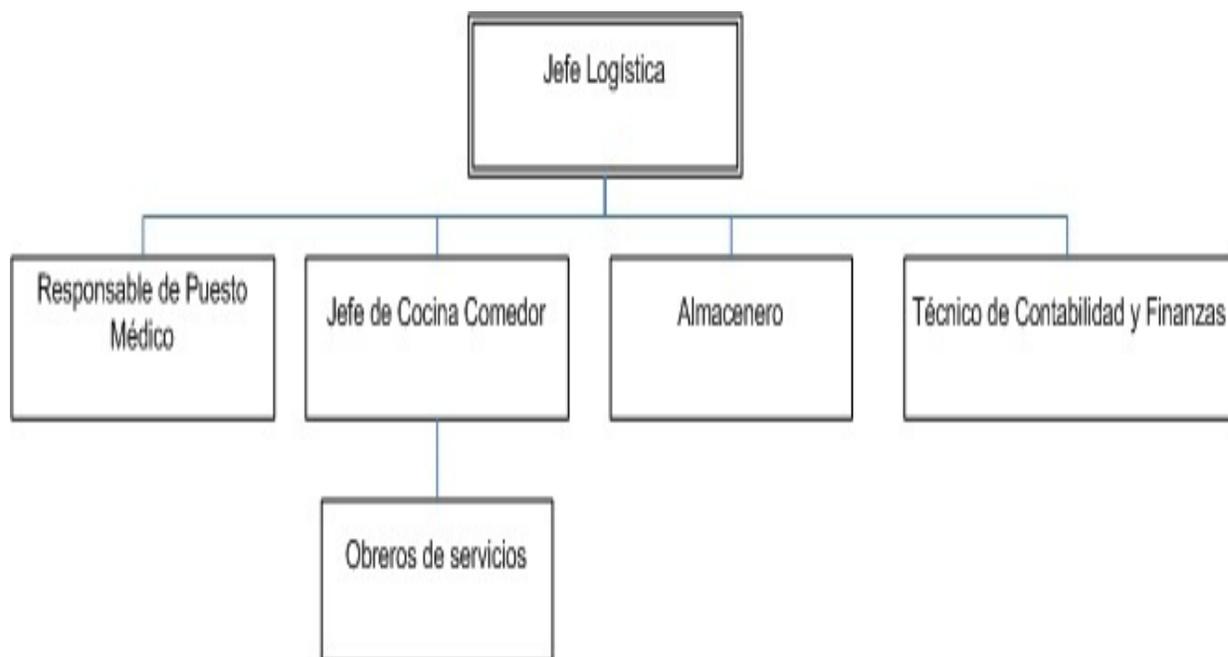
La Unidad de Logística de la Delegación Provincial de Santiago de Cuba es una entidad presupuestada, subordinada al Órgano de Logística Provincial en el MININT, organizada de manera que posibilite ofrecer al cliente un servicio eficiente que satisfaga sus expectativas y que le permita acceder al mismo de forma práctica y ágil, asegurando que el servicio ofertado cumpla con los requisitos especificados por la institución.

La estructura organizativa que presenta es de tipo funcional y dispone de una plantilla de 30 Trabajadores, de ellos:

2 dirigentes, 2 nivel superior, 1 técnico medio, 25 plazas entre obreros y trabajadores de servicios.

En la figura 2.1 se observa la Estructura Organizativa de la Dirección de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT

Figura 2.1 Organización estructural de la unidad



2.1.2 Objeto social, misión y visión

El objeto social de esta Unidad es el mismo que poseen todas las unidades de logística del MININT en el país, a partir de surgimiento de la institución, con fecha 6 de junio de 1961, el cual responde a las políticas diseñadas por la Dirección de Nacional de Logística del Ministerio del Interior, cumpliendo las decisiones de la Jefatura Nacional, al amparo de la Ley 940 de la misma fecha del Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz.

Objeto social

“Organizar, controlar y ejecutar el aseguramiento material, técnico y médico; la organización de los servicios para las fuerzas orgánicas del MININT; el desarrollo y sostenimiento del inmueble y medios de la institución; la legalización y control del patrimonio; la organización y control de las inversiones y ejecución del mantenimiento general, para garantizar la vitalidad de los sistemas de la Seguridad del Estado y el Orden Interior, integrar y conciliar las propuestas de planes financieros, materiales y de inversiones de los recursos de su nomenclatura de balance”.

Misión

“Satisfacer las necesidades de las condiciones de vida, de trabajo, alimentación y asistencia médica de las fuerzas orgánicas y personal recluso, de manera técnica, eficiente y económicamente eficaz, priorizando los sistemas de enfrentamiento y centros penitenciarios, sustentado en un control interno satisfactorio y en el trabajo de un colectivo unido y altamente calificado”

Visión

“Ser una unidad reconocida por su excelente calidad, eficiencia y efectividad en la prestación de servicios para la satisfacción de las necesidades de alimentación, asistencia médica y de infraestructura del organismo y sus miembros, contando con un equipo humano con la más adecuada calificación técnica.”

2.3 Prueba de Necesidad para la caracterización energética de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del Ministerio del Interior de Santiago de Cuba.

Para la caracterización energética de la unidad fueron analizados los datos de producción y consumo de portadores energéticos, correspondiente a los años 2013, 2014 y 2015 que se tienen registrados en la unidad. Se realizaron visitas técnicas, para el intercambio con los trabajadores, la aplicación de encuestas y mediciones de parámetros de operación en las diferentes áreas de trabajo.

2.3.1 Diagnóstico al sistema de dirección, control y monitoreo.

Con el objetivo de realizar el diagnóstico al sistema de dirección, control y monitoreo de la entidad se aplicó una encuesta, perteneciente a la herramienta Evaluación de Gestión de la Energía (EMA), cuyo cuestionario muestra los principales factores que influyen en la operación y planificación del desempeño energético de la unidad, el cual se puede visualizar en el anexo (1).

La encuesta aplicada cuenta con 46 preguntas, la selección de la muestra se realiza según los criterios estadísticos como una muestra intencional no probabilística, la misma se aplicará en un 60% de la cantidad total entre personal directivo y responsables de áreas, y al 40% entre obreros y trabajadores de servicios. La muestra seleccionada se puede apreciar en el anexo (2).

Los resultados con la aplicación de la encuesta se relacionan en el anexo (3), y el análisis de los mismos arrojó la siguiente información:

- No todos los trabajadores están conscientes de la importancia de la tarea, ni de la situación actual de su unidad, desconocieron gran parte del contenido de la encuesta.
- Se carece de suficiente información y monitoreo de la energía, no se realiza un análisis adecuado de su uso y se carece de la implementación de las herramientas de gestión.

-
- Se tienen identificados los portadores energéticos sobre la economía de la Unidad de Logística, pero no está definido el peso de cada portador en el consumo total de la unidad.
 - La planificación, el monitoreo y control de las áreas de mayor consumo de energía no se realizan por no estar identificadas.
 - No se capacita al personal de la unidad en temas relacionados con la eficiencia energética, ni se le comunican los planes energéticos, acciones y resultados alcanzados con los portadores energéticos.
 - No está identificado el banco de problemas energéticos y cuantificadas las principales reservas de eficiencia energética y potenciales de ahorro, por lo que no se disponen de argumentos técnicos para elevar propuestas e incluir sus áreas claves en los planes de mejoramiento tecnológico de la provincia, tales como: institucionales, la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores (ANIR) y el movimiento del FORUM, entre otros.
 - No se tienen identificadas las oportunidades de ahorro, lo cual se resuelve evidentemente en la etapa de planificación de la ISO 50001.
 - La Unidad de Logística no cuenta con energético, es el Jefe de Logística y el Técnico de Economía y Finanzas los cuales registran en la contabilidad el consumo y gastos de los portadores energéticos, y priorizan otras funciones propias de su cargo, no se proyectan por gestionar mejoras energéticas, ni cuentan con las herramientas necesarias por lo que no existen gestores de energía.
 - No se realizan auditorías internas al SGE, ni se reciben supervisiones de la UNE o CUPET que contribuyan al mejoramiento del sistema de dirección y control de los portadores energéticos.
 - No existe una estrategia de energía, se requiere establecer de forma documentada en la unidad una política energética aprobada por la alta dirección y que trace el rumbo de la gestión energética.

-
- El 90 % (537) de las respuestas de la encuestas realizadas, mostraron fallas en la dirección, control y monitoreo de los principales factores que influyen en la operación y planificación del desempeño energético demostrando que la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT se tiene un bajo nivel de gestión de la energía.

2.3.2 Resultado de auditorías energéticas.

La unidad no ha sido objeto de auditorías por la oficina nacional de uso racional de la energía (ONURE) ni de CUPET , durante el año 2014 , dado que el MININT se rige por órdenes, indicaciones y regulaciones no existe un seguimiento por estos organismos reguladores, sin embargo en los consejos energéticos de la provincia convocados por el gobierno y por la Dirección Nacional de Energía en el MININT se convoca de forma sistemática y documental a que se erradiquen deficiencias que existen en esta unidad y que no se tiene trazado ninguna estrategia para su eliminación.

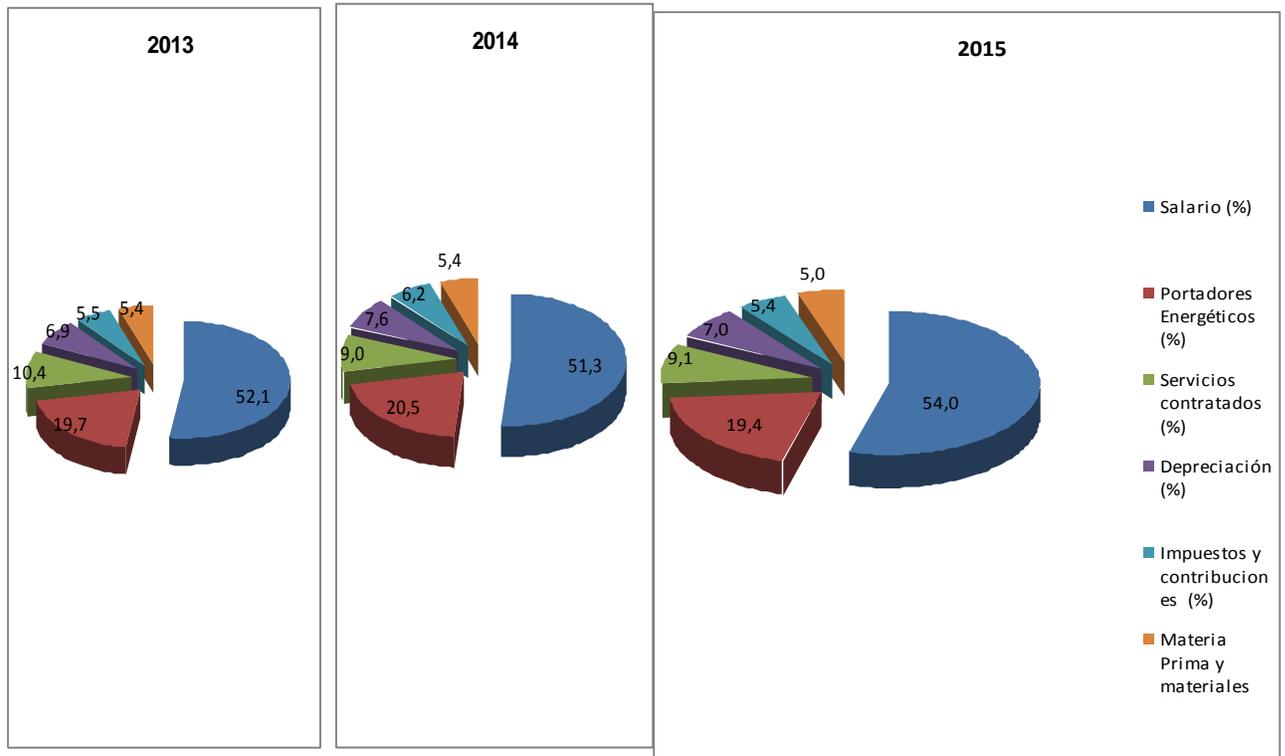
Dentro de las deficiencias que se señalan en los eventos energéticos de la dirección del MININT y el Gobierno son las siguientes:

- No se trabaja por los índices de consumo de los portadores energéticos.
- No tienen implementado un sistema de gestión de energía.
- Falta de cortinas de aislamiento en las puertas de las cámaras frías.
- Impacto de la radiación, provocando aumento de los consumos en refrigeración.
- No existen estudios de factibilidad sobre la posible utilización de fuentes renovables.

2.3.3 Estratificación de los gastos de la unidad y de portadores energéticos.

El registro financiero de gastos de la Unidad referente a los años 2013, 2014 y 2015 se relacionan en la tabla 2.1 (Anexo 4) .La figura 2.2 muestra su desglose de los gastos para los años analizados.

Figura 2.2 Desglose de los gastos de la unidad de los años 2013, 2014 y 2015.



Fuente: El Autor

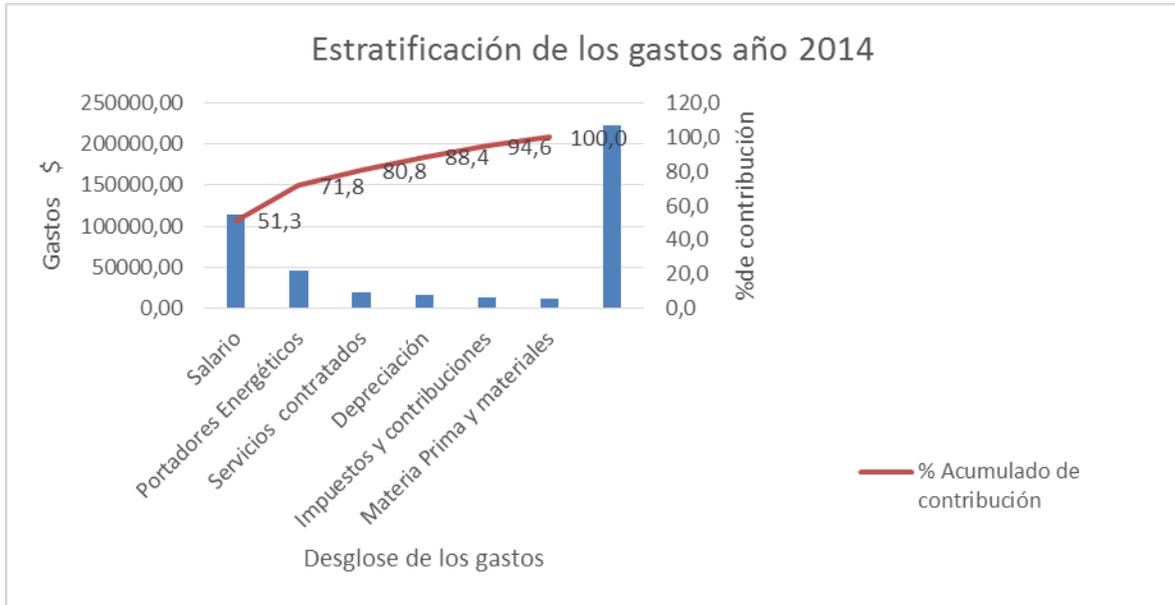
Partiendo del desglose de los gastos se realizó el análisis de la estratificación de los gastos empleando como herramienta el Diagrama de Pareto para cada año, obteniéndose como resultado las figuras 2.3, 2.4 y 2.5.

Figura 2.3 Diagrama de Pareto de gastos de la unidad año 2013.



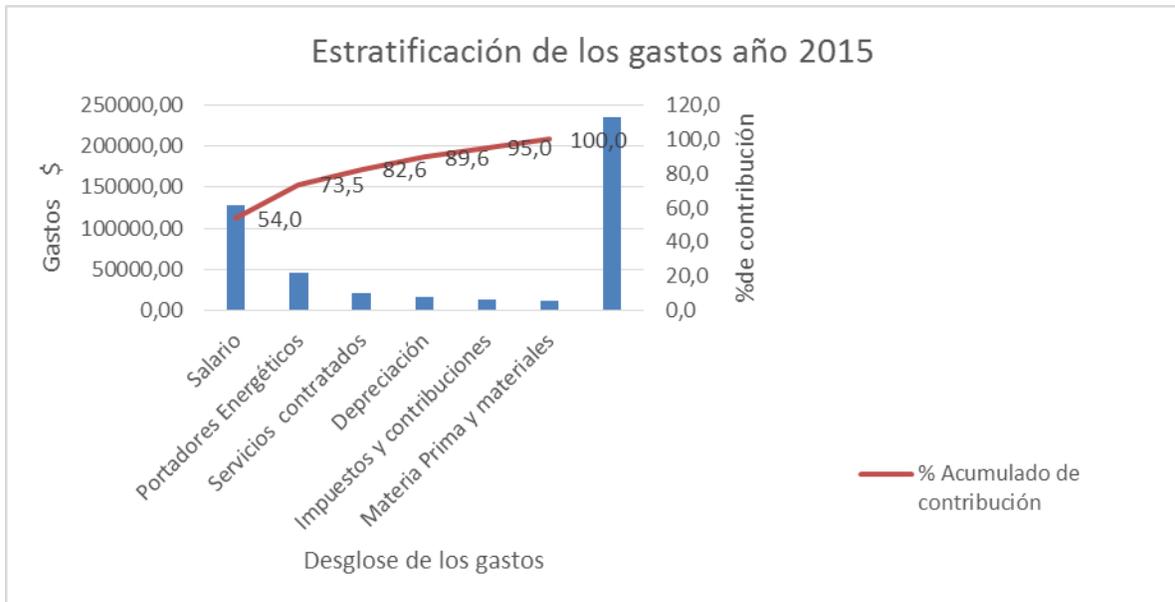
Fuente: El Autor

Figura 2.4 Diagrama de Pareto desglose de gastos de la unidad año 2014.



Fuente: El Autor

Figura 2.5 Diagrama de Pareto desglose de gastos de la unidad año 2015

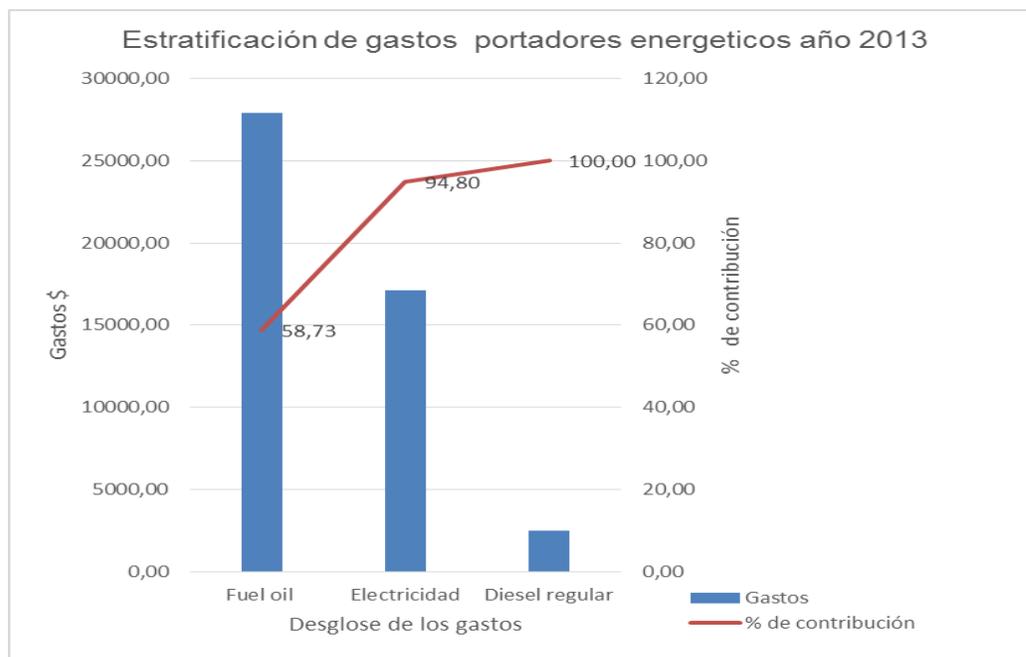


Fuente: El Autor

Como se observa los gastos por portadores energéticos ocupan el segundo lugar en el aporte al total de gastos de la unidad, aportando un valor que oscila entre el 19.4 % y el 20.5% en los años analizados y están incluidos dentro del 20 % de las partidas que ocasionan el 80 % de los gastos .Esto evidencia que es necesario la implementación de un sistema de gestión que permita el uso y control racional de los portadores energéticos.

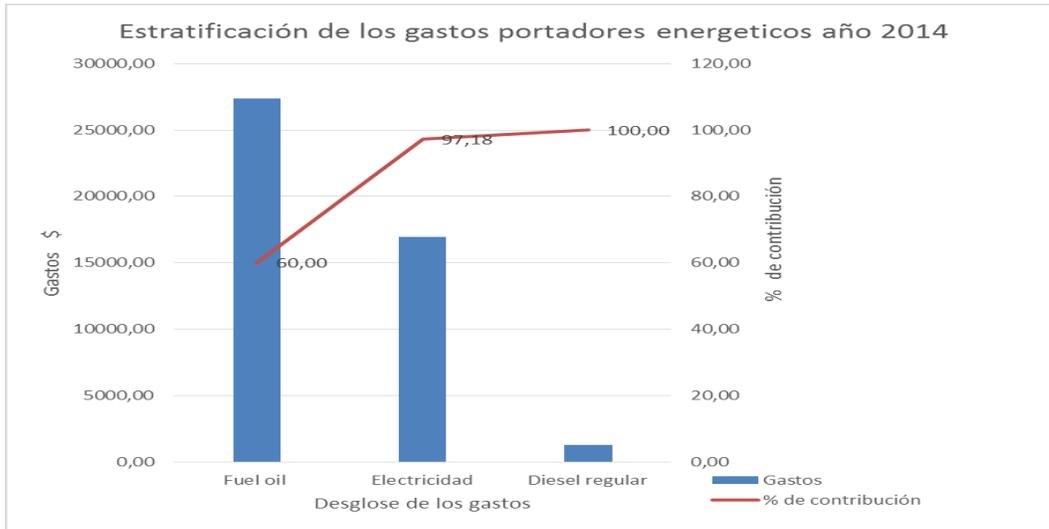
La estratificación de los gastos por portadores energéticos de los años analizados se muestran en la tabla 2.2 (anexo 4) .Como resultado se obtuvo que el año 2013 fue el año de mayores gastos energéticos y que los gastos del 2014 y 2015 no tienen una variación significativa .Empleando Pareto se obtuvieron las figuras 2.6, 2.7, 2.8 que muestran que el mayor por ciento de los gastos por portadores energéticos en estos tres años es por concepto de fuel oil con un valor que oscila entre 58.7% y 60%, convirtiéndose en el portador más importante.

Figura 2.6 Diagrama de Pareto de los gastos de portadores energéticos año 2013.



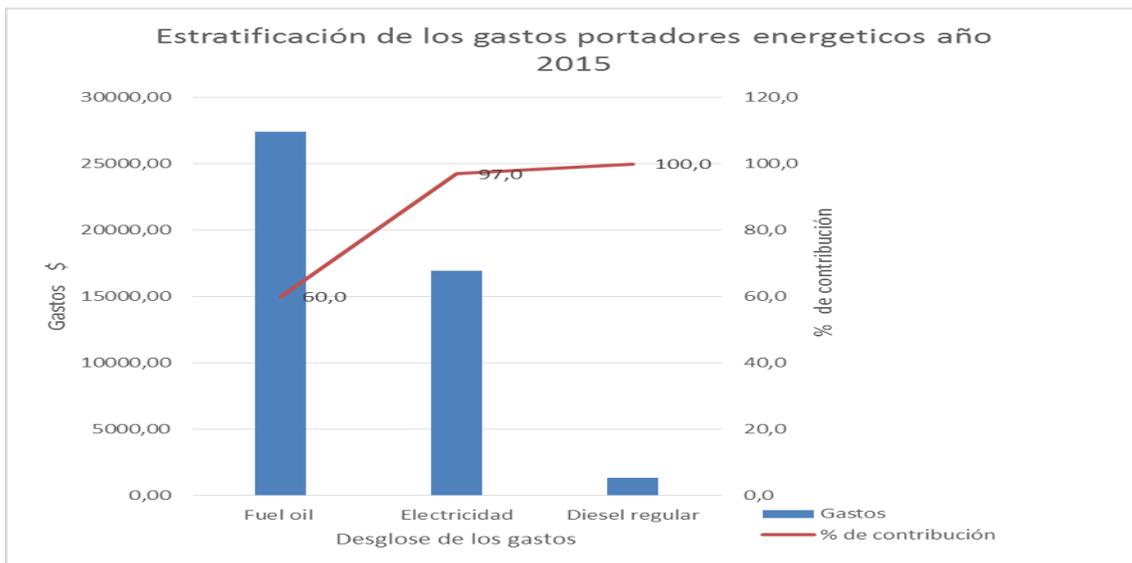
Fuente: El Autor

Figura 2.7 Diagrama de Pareto de los gastos de portadores energéticos año 2014.



Fuente: El Autor

Figura 2.8 Diagrama de Pareto de los gastos de portadores energéticos año 2015.



Fuente: El Autor

2.3.3.1 Consumo de los Portadores Energéticos de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT

En la Unidad de Logística se contabilizan de forma periódica y disciplinada los recursos energéticos asociados para garantizar el cumplimiento de sus misiones, sin embargo existen fisuras en el control sobre el uso de ellos. Los principales portadores energéticos asociados a ella son: electricidad, diesel regular y fuel oíl, como se puede observar los portadores energéticos utilizados pertenecen al grupo de los combustibles fósiles. Los consumos de los portadores energéticos de los años 2013, 2014, 2015 se muestran en el anexo 5.

Al existir una variedad de portadores energéticos se hace difícil establecer una comparación, por lo cual se hace necesario buscar un elemento común entre ellos y para ello se utiliza la conversión a toneladas equivalentes de petróleo [TEP], se realiza la conversión a toneladas y luego se multiplica por su factor de conversión que lo convierte en la tonelada equivalente de petróleo. En la tabla 2.4 se muestra el resultado de los cálculos realizados para obtener la estructura de consumo de los portadores energéticos.

Tabla 2.4 Estructura de consumo de portadores energéticos por años.

Año 2013					
No	Portador	UM	Consumo	F. Conversión	TEP
1	Fuel oíl	T	34,88	0,9903	34,54
2	Diesel regular	T	2,97	1,0534	3,13
3	Electricidad	MWh	79,39	0,3213	25,51
TOTAL					63,18
Año 2014					
No	Portador	UM	Consumo	F. Conversión	TEP
1	Fuel oíl	T	34,78	0,9903	34,44
2	Diesel regular	T	1,55	1,0534	1,63
3	Electricidad	MWh	78,61	0,3213	25,26
TOTAL					61,33
Año 2015					
No	Portador	UM	Consumo	F. Conversión	TEP
1	Fuel oíl	T	34,86	0,9903	34,52

2	Diesel regular	T	1,60	1,0534	1,69
3	Electricidad	MWh	78,85	0,3213	25,33
TOTAL					61,54

Fuente: El Autor

Como se puede observar el portador energético de mayor influencia en los tres años analizados fue el combustible fuel oil.

2.3.3.2. Análisis del consumo de los portadores energéticos.

Para el análisis de la estructura de consumo de los portadores energéticos de la entidad se utiliza el diagrama de Pareto, en la tabla 2.5 se muestra el resultado de los cálculos realizados.

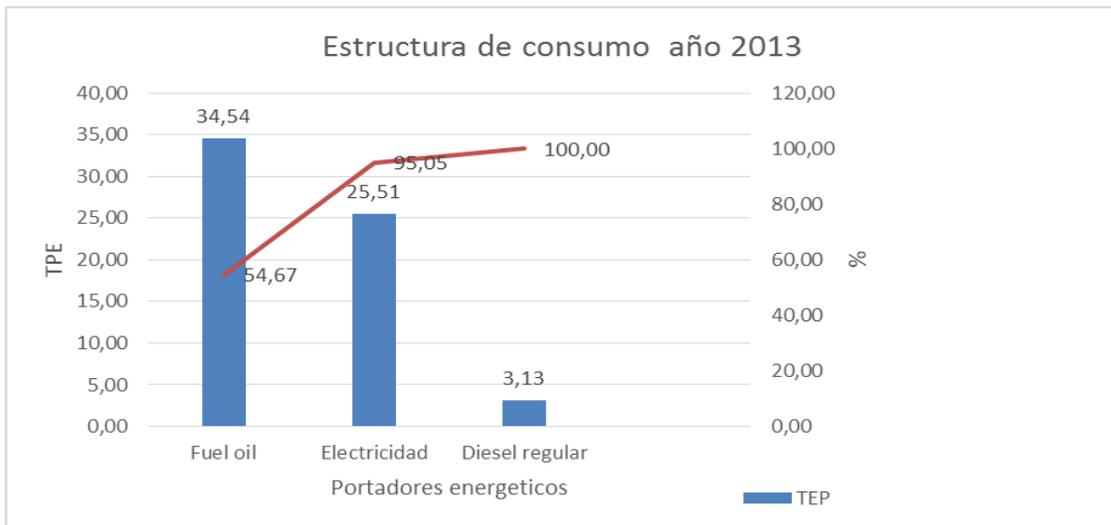
Tabla 2.5 Determinación de los principales portadores energéticos por años.

Año 2013					
No	Portador	UM	TEP	%	% Acumulado
1	Fuel oil	T	34,54	54,67	54,67
2	Electricidad	MWh	25,51	40,37	95,05
3	Diesel regular	T	3,13	4,95	100,00
TOTAL			63,18	100	
Año 2014					
No	Portador	UM	TEP	%	% Acumulado
1	Fuel oil	T	34,44	56,16	56,16
2	Electricidad	MWh	25,26	41,18	97,34
3	Diesel regular	T	1,63	2,66	100,00
TOTAL			61,33	100	
Año 2015					
No	Portador	UM	TEP	%	% Acumulado
1	Fuel oil	T	34,52	56,09	56,09
2	Electricidad	MWh	25,33	41,16	97,26
3	Diesel regular	T	1,69	2,74	100,00
TOTAL			61,54	100	

Fuente: El Autor

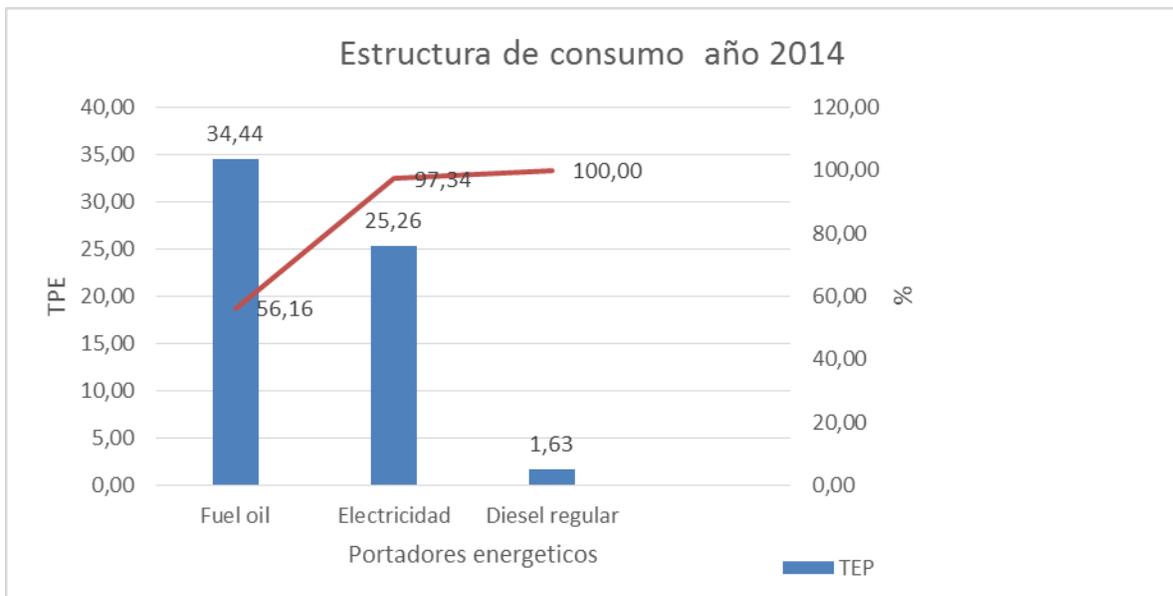
Las figuras 2.9, 2.10 y 2.11 muestran la estructura de consumo de portadores energéticos de la Unidad de Logística en la Delegación Provincial del MININTy permiten visualizar los portadores que definen el 80 % del consumo.

Figura 2.9 Estructura de consumo año 2013.



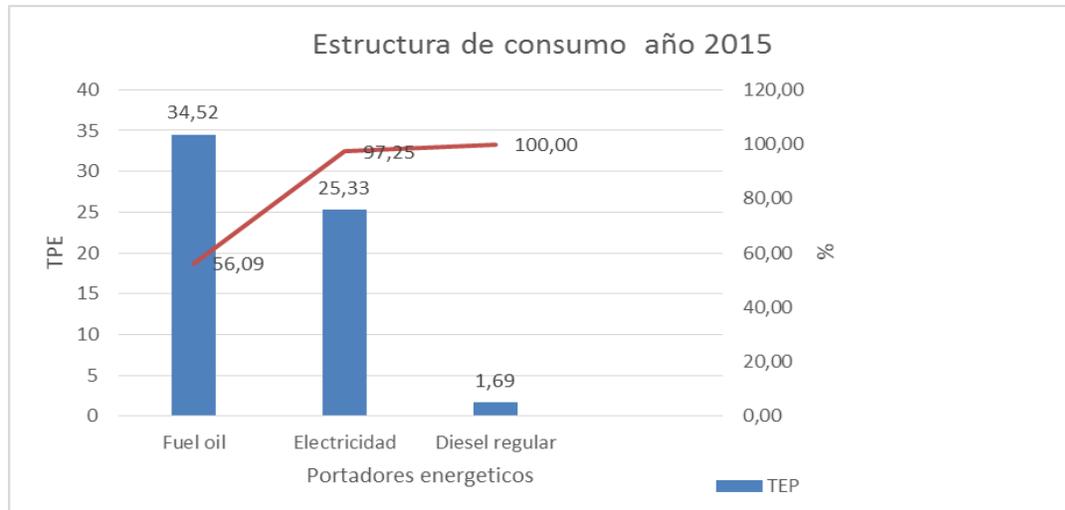
Fuente: El Autor

Figura 2.10 Estructura de consumo año 2014.



Fuente: El Autor

Figura 2.11 Estructura de consumo año 2015.



Fuente: El Autor

En los gráficos se observa que el combustible fuel oil es el portador energético con mayor porcentaje de incidencia con relación al consumo total de portadores energéticos, con valores, entre un 54.67 % y 56.16 % y que luego le sigue la electricidad con un valor entre un 40.37 % y 41.18 %, esto justifica la realización de un análisis más detallado de los mismos para identificar las oportunidades de ahorro.

2.3.3.3 Indicadores de desempeño energético.

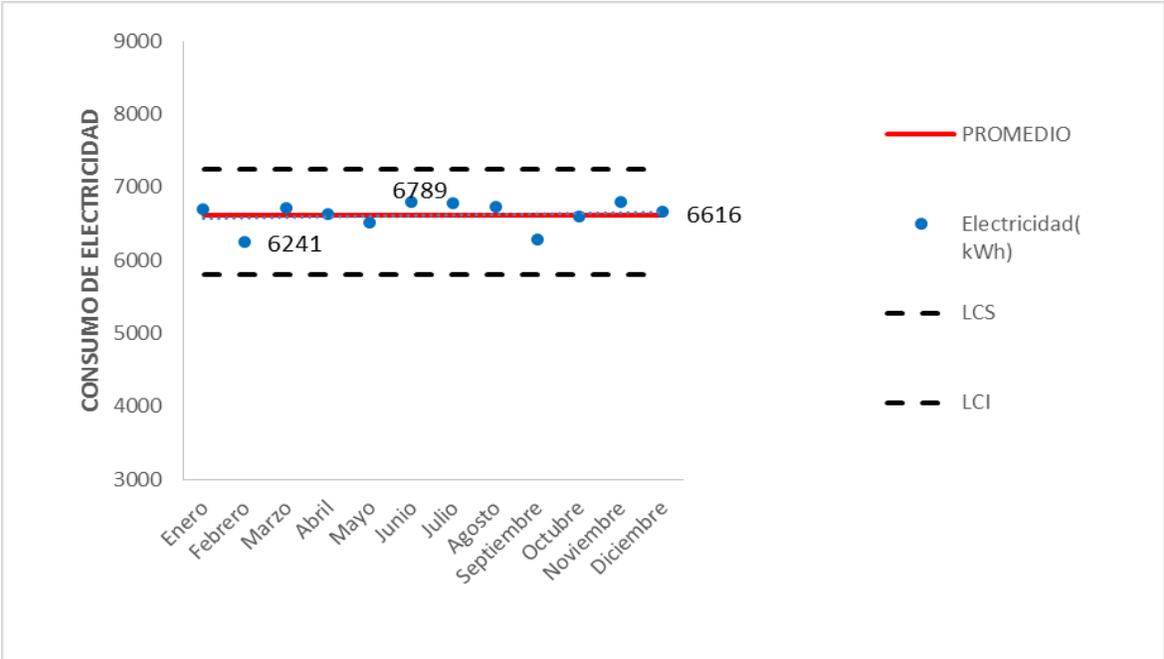
Actualmente no se tienen identificados ningún indicador de desempeño por lo que es necesario conocer cómo manejar la distribución del índice de consumo de la energía en la unidad y ver cuáles son los parámetros que influyen más en este sentido.

2.3.3.4 Análisis de gráficos de control y de diagramas de correlación del consumo de electricidad.

Las figuras 2.12, 2.13, 2.14 muestran los gráficos de control del consumo de electricidad, los cuales fueron confeccionados a partir de los datos tabulados en el anexo 5, en ellos se observa que no existen puntos de consumo fuera de los límites de

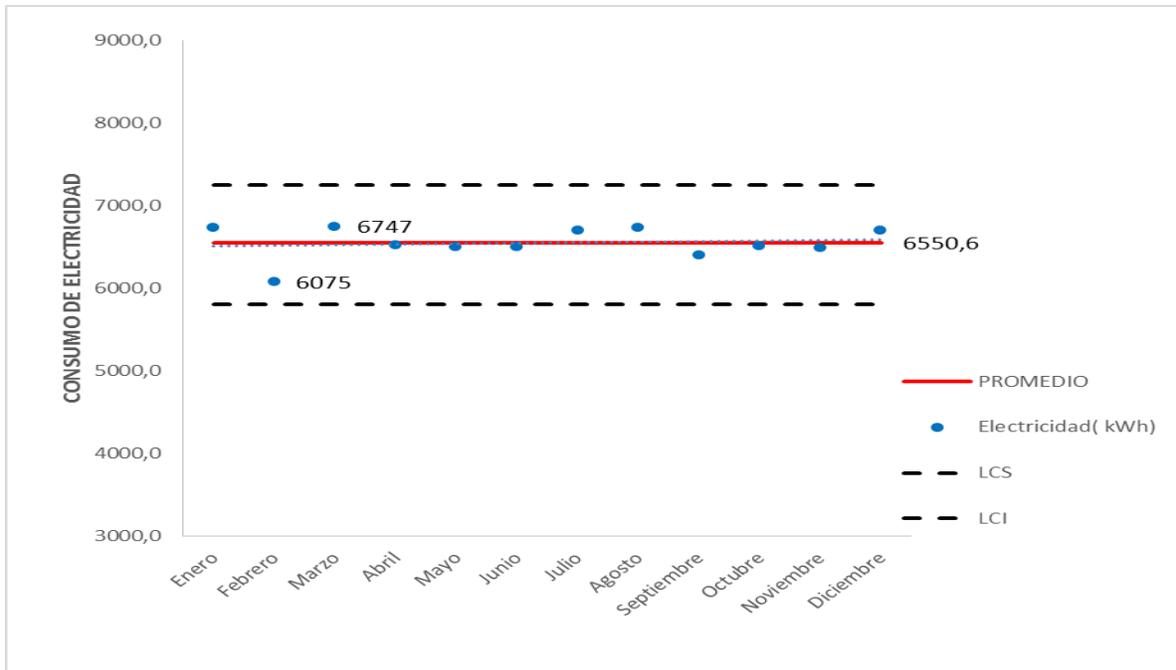
control. El consumo medio mensual oscila entre 6550,6 kWh y 6616 kWh, la desviación estándar (σ) en los años evaluados estuvo con valores entre 171.01 kWh y 184.5 kWh.

Figura 2.11 Gráfico de control del consumo de electricidad por meses año 2013.



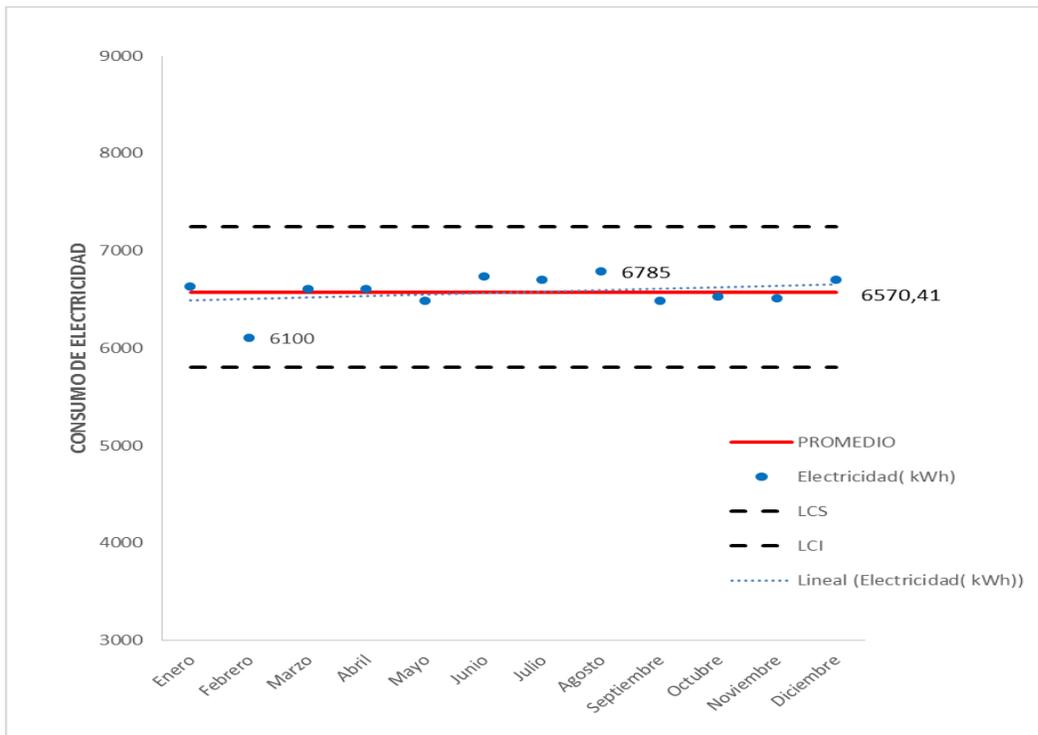
Fuente: El Autor

Figura 2.12 Gráfico de control del consumo de electricidad por meses año 2014.



Fuente: El Autor

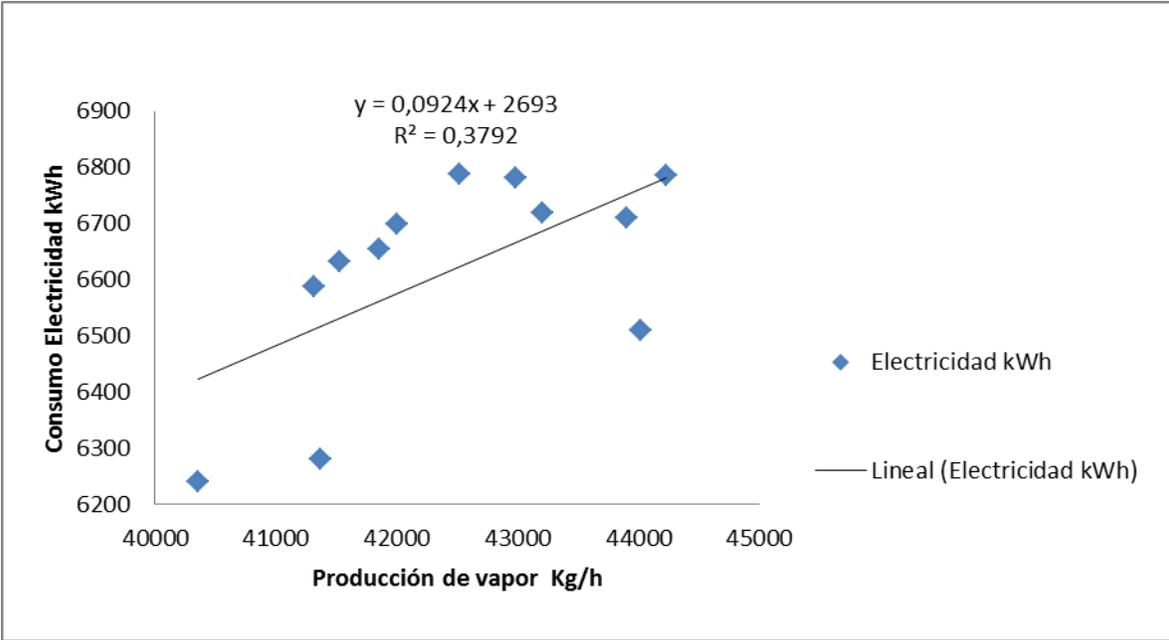
Figura 2.13 Gráfico de control del consumo de electricidad por meses año 2015.



Fuente: El Autor

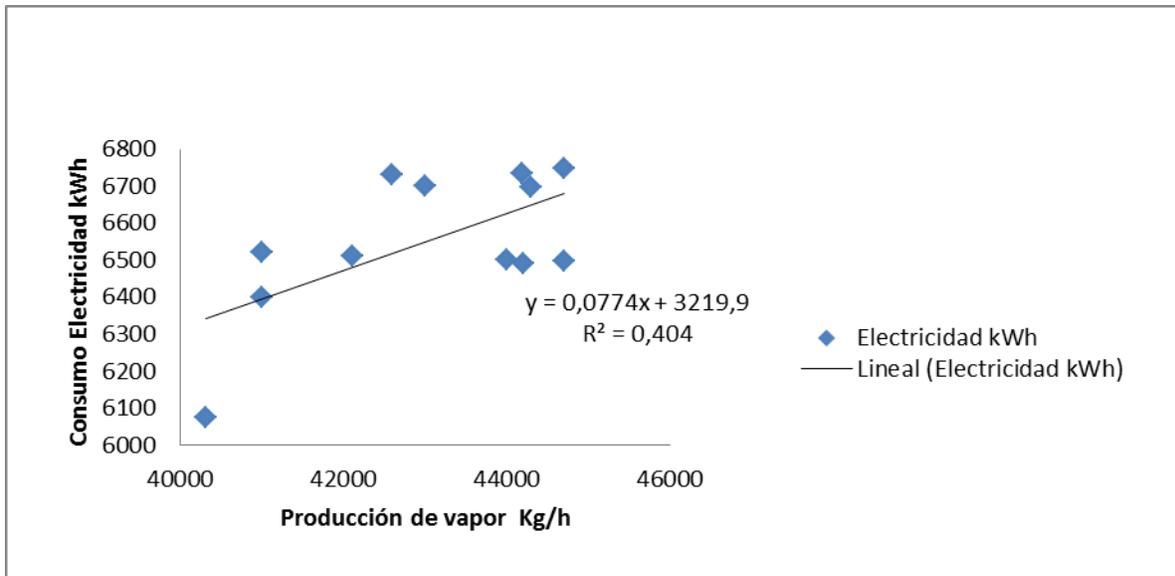
Con el conjunto de los datos tabulados de los consumos de electricidad y la producción, se construye una gráfica de dispersión en el software Excel. En el eje y se ubica la escala de electricidad y en el eje x la escala de producción de vapor, mediante la utilización de técnicas estadísticas como el método de mínimos cuadrados se obtiene la línea de tendencia (recta de mejor ajuste de los puntos de la gráfica), es decir la relación entre las variables . En las figuras 2.14, 2.15, 2.16 se muestran los diagramas de correlación para los diferentes años.

Figura 2.14 Diagrama de correlación consumo eléctrico contra producción de vapor año 2013.



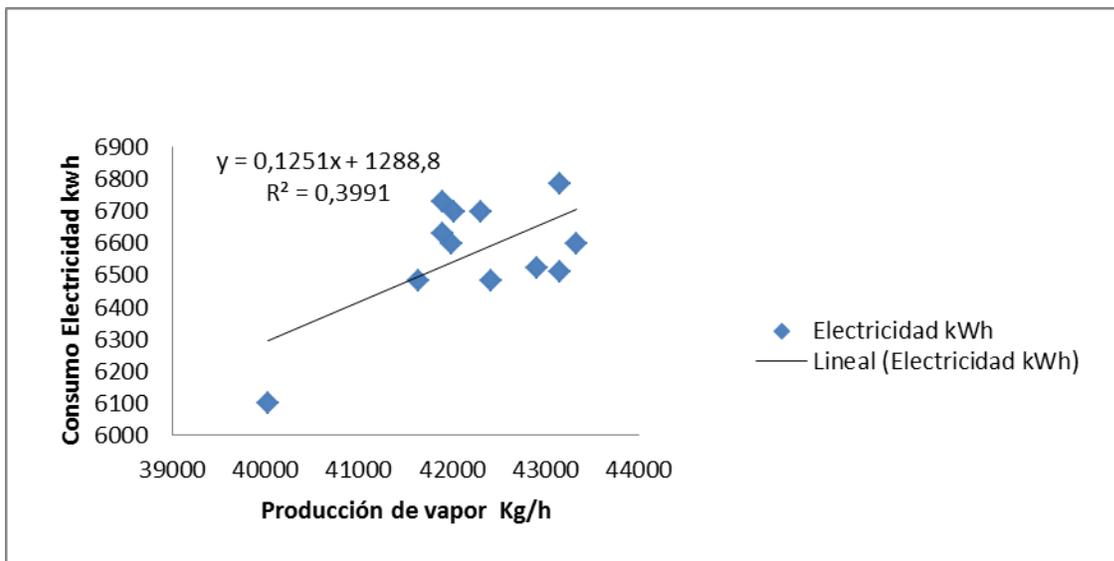
Fuente: El Autor

Figura 2.14 Diagrama de correlación consumo eléctrico contra producción de vapor año 2014.



Fuente: El Autor

Figura 2.15 Diagrama de correlación consumo eléctrico contra producción de vapor año 2015.



Fuente: El Autor

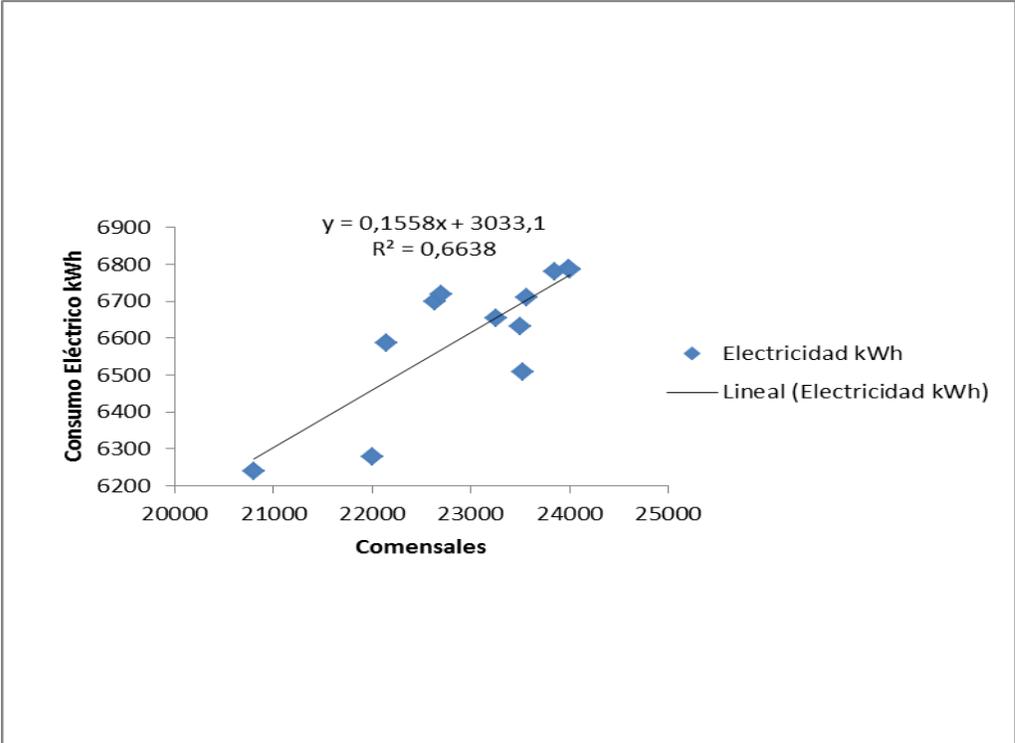
Como se puede apreciar el grado de correlación es bajo pues el valor mayor coeficiente de determinación $R^2 = 0.404 < 0,75$ y se alcanza en el año 2014, esto está

ocasionado por la existencia de un valor de energía no asociada a la producción. Las causas de este valor se relacionan a continuación:

- Consumo durante el proceso de arranque de equipos asociados a la producción.
- Consumo de áreas no productivas como almacenes, local de elaboración de alimentos y administrativo, etc.

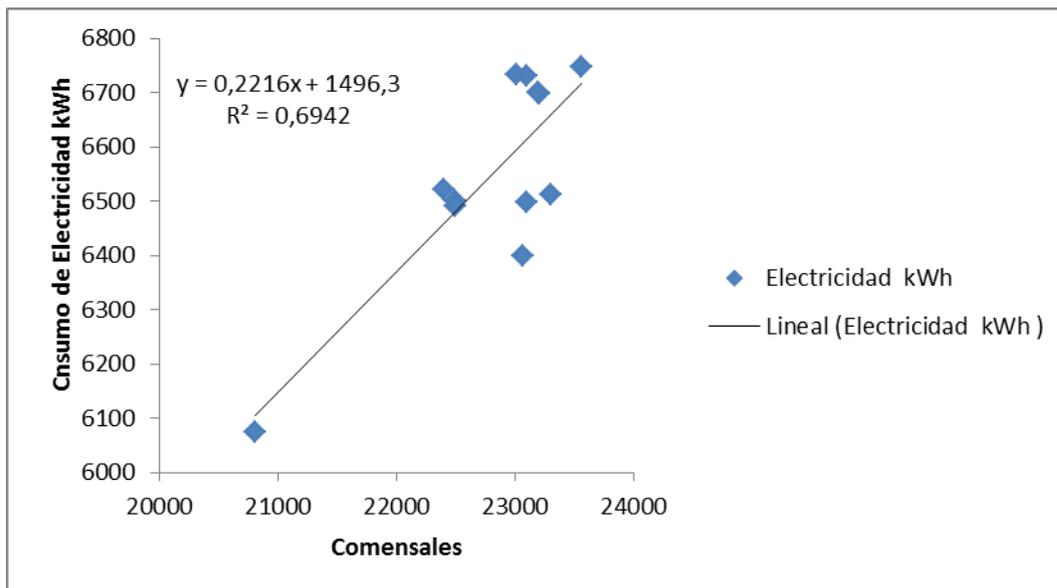
La realización de los diagramas de correlación del consumo de electricidad-comensales, figuras 2.17, 2.18, 2.19, mostraron que existe un grado de correlación medio entre las variables, pues los coeficientes de determinación $R^2=0.69 < 0,75$, valor que puede mejorarse a partir de un estudio de las oportunidades de ahorro de consumo de electricidad en la unidad.

Figura 2.17 Diagrama de correlación del consumo de electricidad-comensales año 2013.



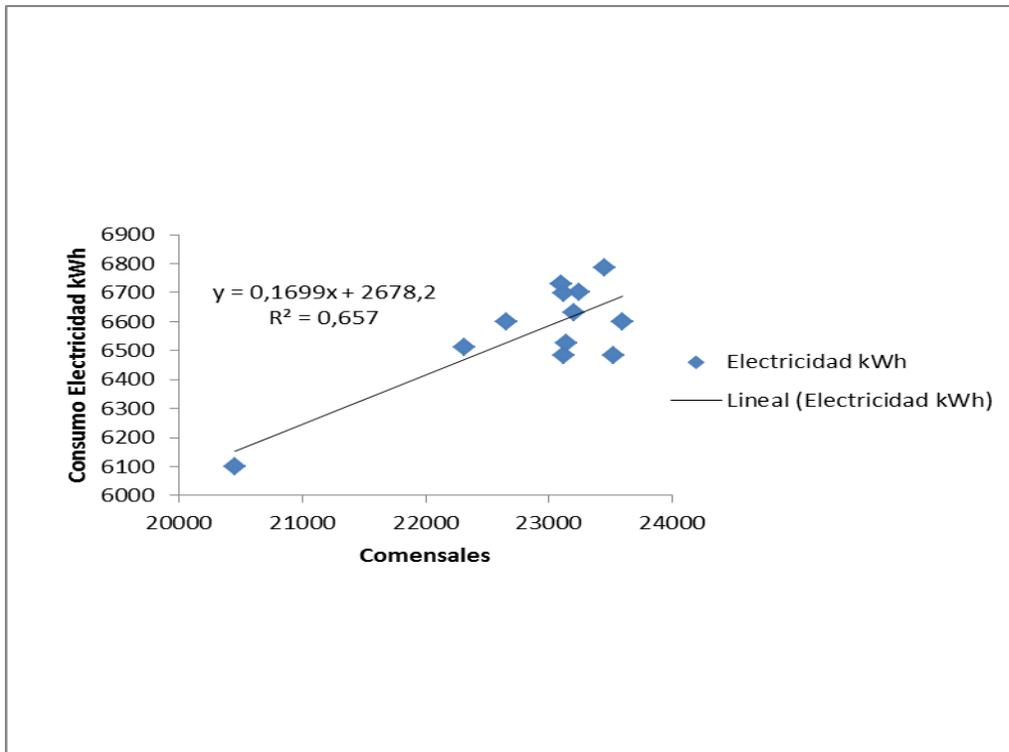
Fuente: El Autor

Figura 2.18 Diagrama de correlación del consumo de electricidad-comensales año 2014.



Fuente: El Autor

Figura 2.19 Diagrama de correlación del consumo de electricidad-comensales año 2015.

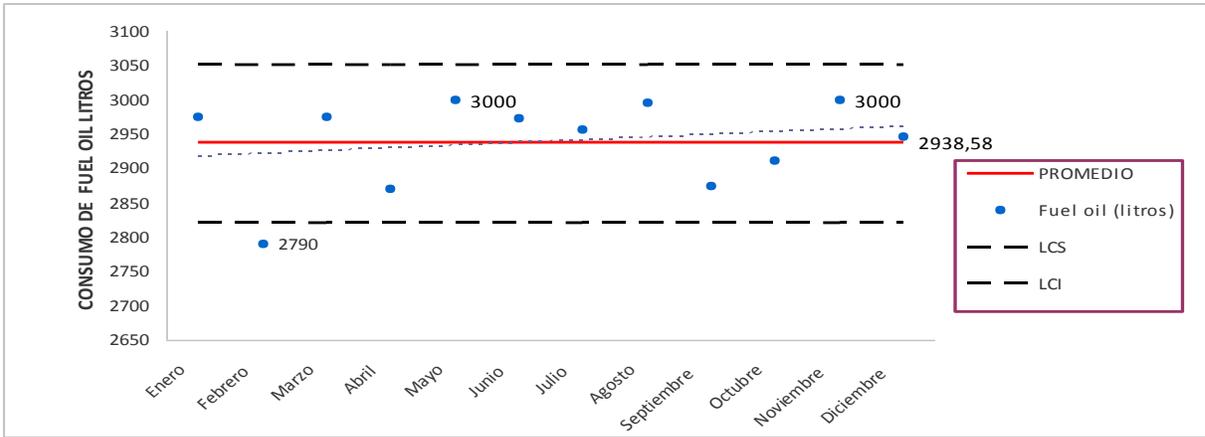


Fuente: El Autor

2.3.3.5 Análisis del gráfico de control y de los diagramas de correlación consumo contra producción fuel oíl.

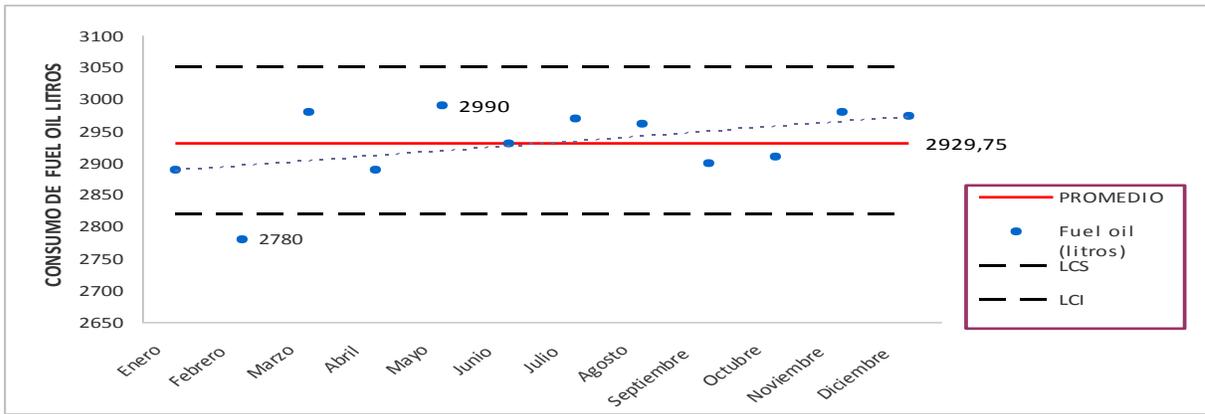
Para hacer el análisis con la herramienta gráfico de control y diagramas de correlación, se tomaron los datos mostrados en el anexo 5. En las figuras 2.20, 2.21, 2.21 se observan que sólo existe un punto de consumo fuera de los límites de control en todos los años valorados, el cual está motivado a que el mes de febrero es atípico en días, por lo que el consumo quedó por debajo del límite de control inferior. Además que de un año a otro el consumo promedio no sufre variación significativa.

Figura 2.20 Gráfico de control del área de calderas año 2013.



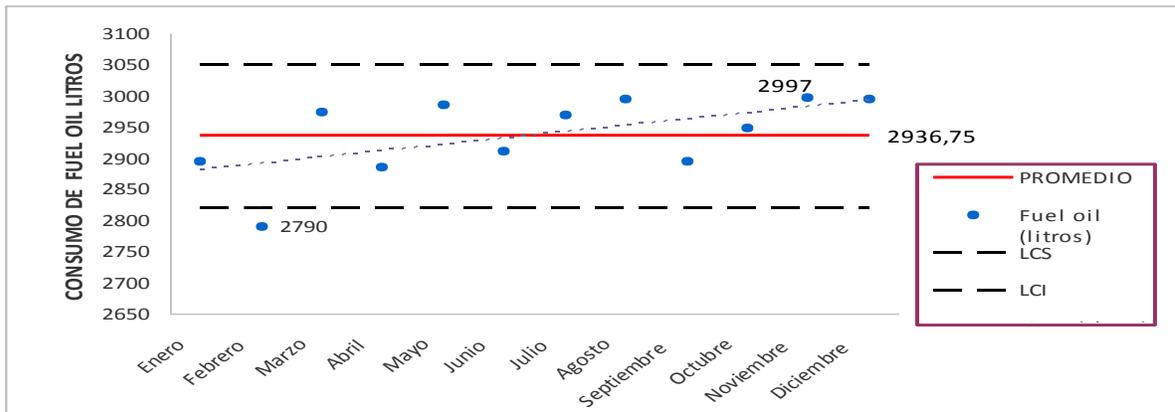
Fuente: El Autor

Figura 2.21 Gráfico de control del área de calderas año 2014.



Fuente: El Autor

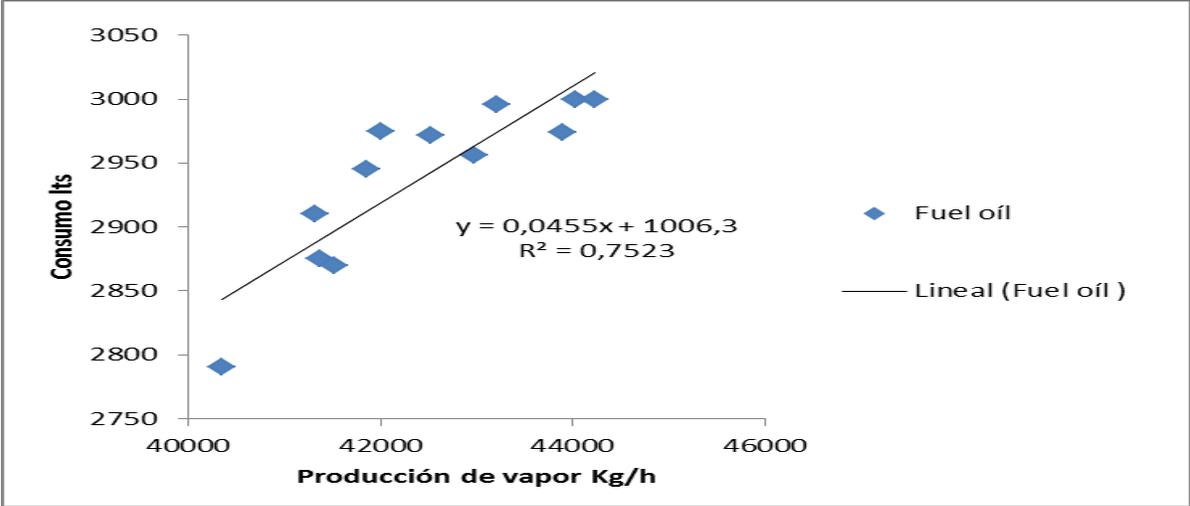
Figura 2.21 Gráfico de control del área de calderas año 2015.



Fuente: El Autor

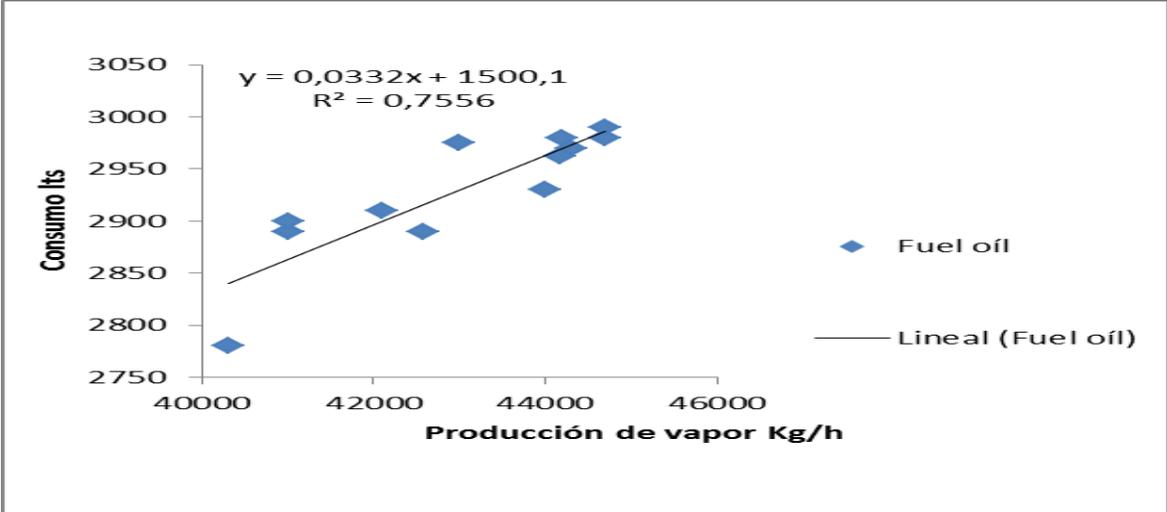
Por no tenerse registros diarios de la producción de vapor mensual, se calculó a partir de la proporcionalidad del combustible y el vapor, afectado por la razón de evaporación para hacer el análisis de correlación consumo de fuel oíl – producción de vapor, figuras 2.22, 2.23, 2.24.

Figura 2.22 Diagrama de correlación Consumo de fuel oíl – Producción de vapor año 2013.



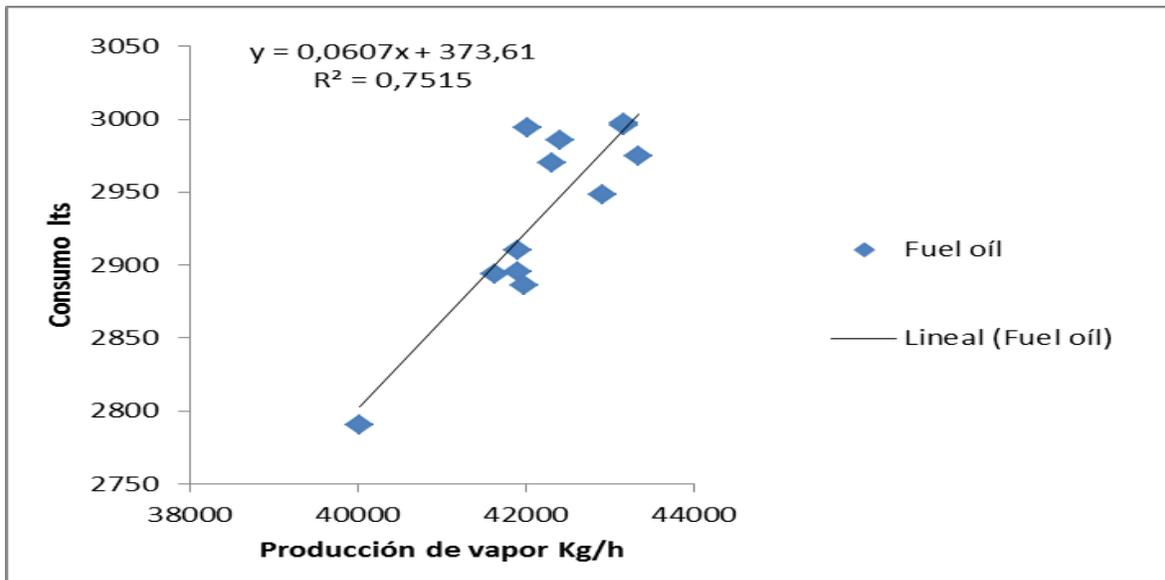
Fuente: El Autor

Figura 2.23 Diagrama de correlación Consumo de fuel oíl – Producción de vapor año 2014.



Fuente: El Autor

Figura 2.24 Diagrama de correlación Consumo de fuel oíl – Producción de vapor año 2015.

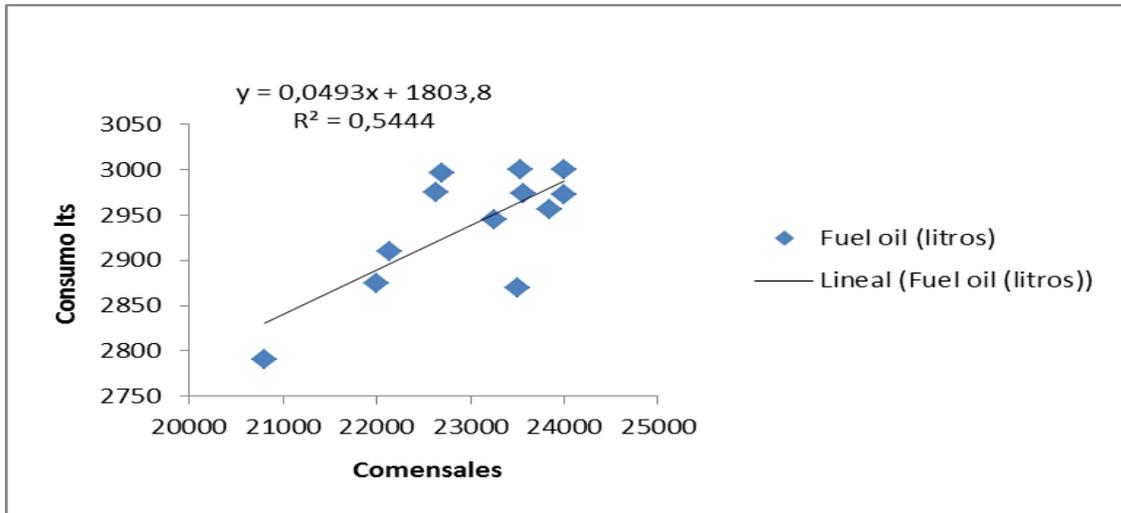


Fuente: El Autor

El modelo de variación de los consumos respecto a la producción es lineal y se puede apreciar en las figuras. Hay que destacar que el nivel de correlación es fuerte con un valor $R^2 > 0.75$, mayor que el recomendado lo cual corrobora una fuerte relación entre las variables.

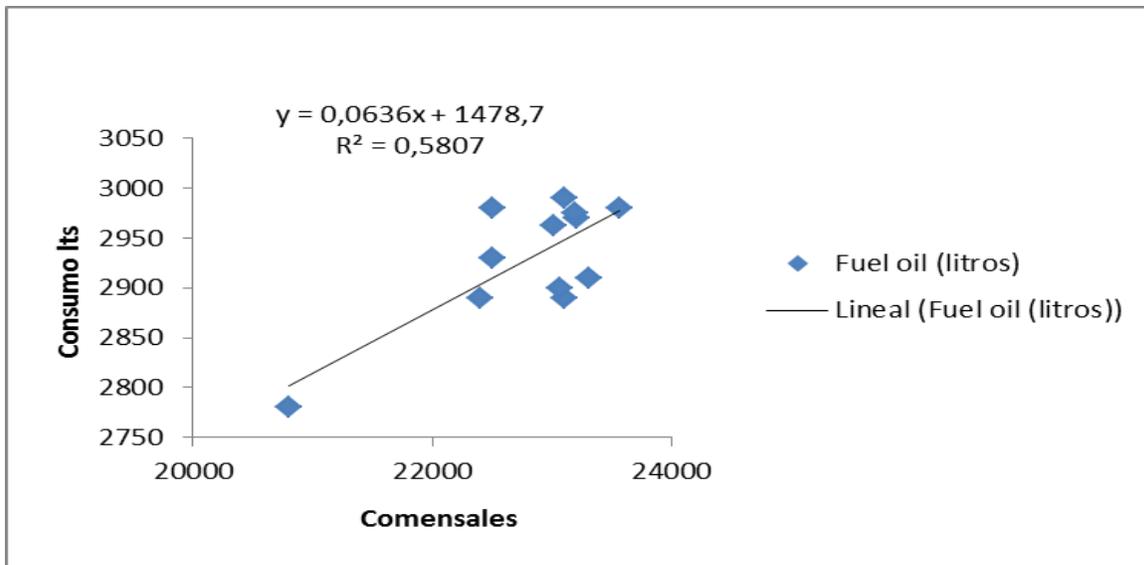
Las figura 2.24, 2.25, 2.26 muestran los diagramas de correlación del consumo de fuel oíl -comensales obtenido en cada año, apreciándose grado de correlación bajo entre las variables. El valor mayor del coeficiente de determinación $R^2 = 0.58 < 0,75$ se obtiene en el 2014.

Figura 2.24 Diagrama de correlación del consumo de fuel oíl-comensales año 2013.



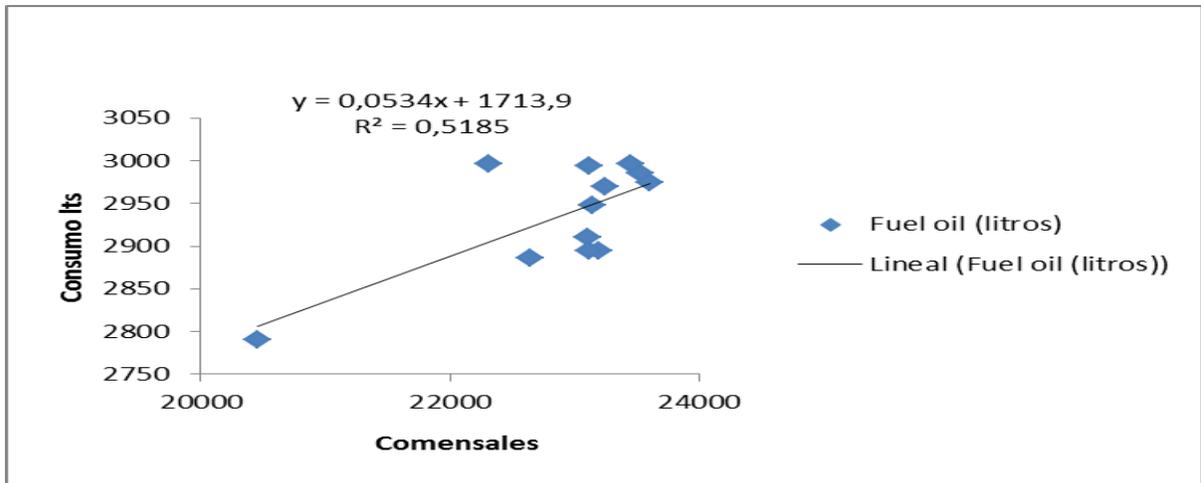
Fuente: El Autor

Figura 2.25 Diagrama de correlación del consumo de fuel oíl-comensales año 2014.



Fuente: El Autor

Figura 2.26 Diagrama de correlación del consumo de fuel oíl-comensales año 2015.



Fuente: El Autor

Los factores que influyen en este bajo indicador esta ocasionado a que el consumo de fuel y la producción de vapor para el proceso de cocción presentan una relación lineal y no todos los productos que se les ofertan a los comensales se elaboran con el uso de vapor, otros ya vienen pre elaborados.

2.4 Estratificación del consumo de los portadores energéticos en las áreas de mayor consumo de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT

Los análisis anteriores demostraron que el combustible fuel oíl y la energía eléctrica son los portadores energéticos de mayor incidencia (97.34 %), por lo que se procede a realizar el análisis para la determinación de las áreas claves o de mayor consumo.

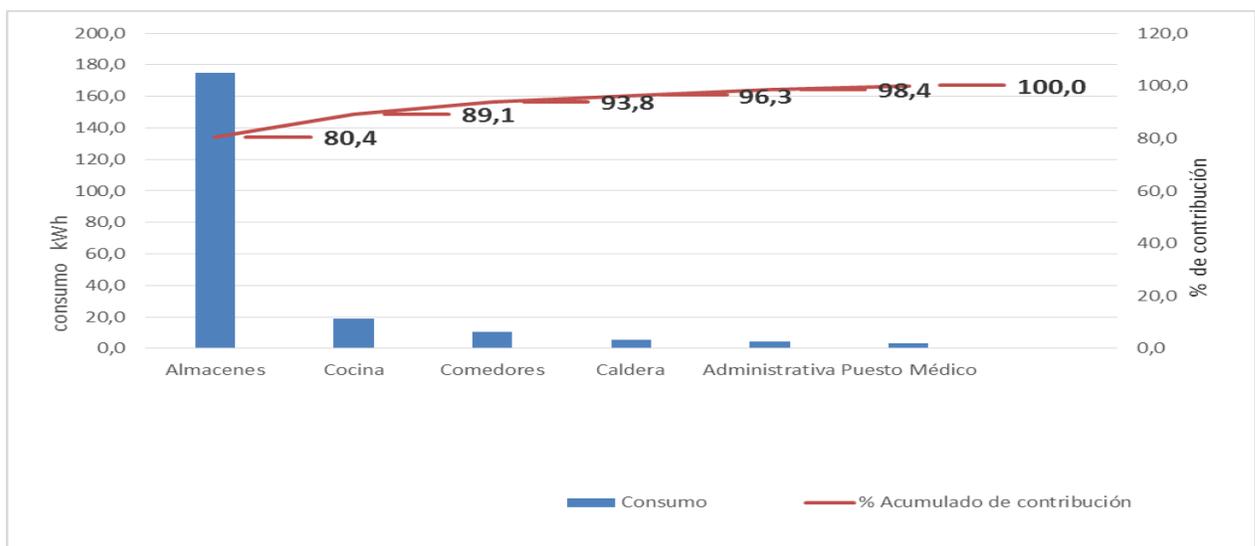
2.4.1 Estratificación del consumo eléctrico en la unidad por áreas.

En el caso de la electricidad se realiza la estratificación del portador electricidad a partir del levantamiento de los equipos eléctricos empleados por cada área, se calculó la demanda eléctrica de la unidad para conocer el destino final del uso de la energía eléctrica por áreas y por equipamiento se aplicó Pareto. Además se determinó el margen de error cometido con este trabajo empleando la ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Error cometido} &= | (\text{consumo hallado} - \text{consumo real}) / \text{consumo real} | \\ &= | (79262 - 78607) / 78607 | \\ &= 0.833 \% \end{aligned}$$

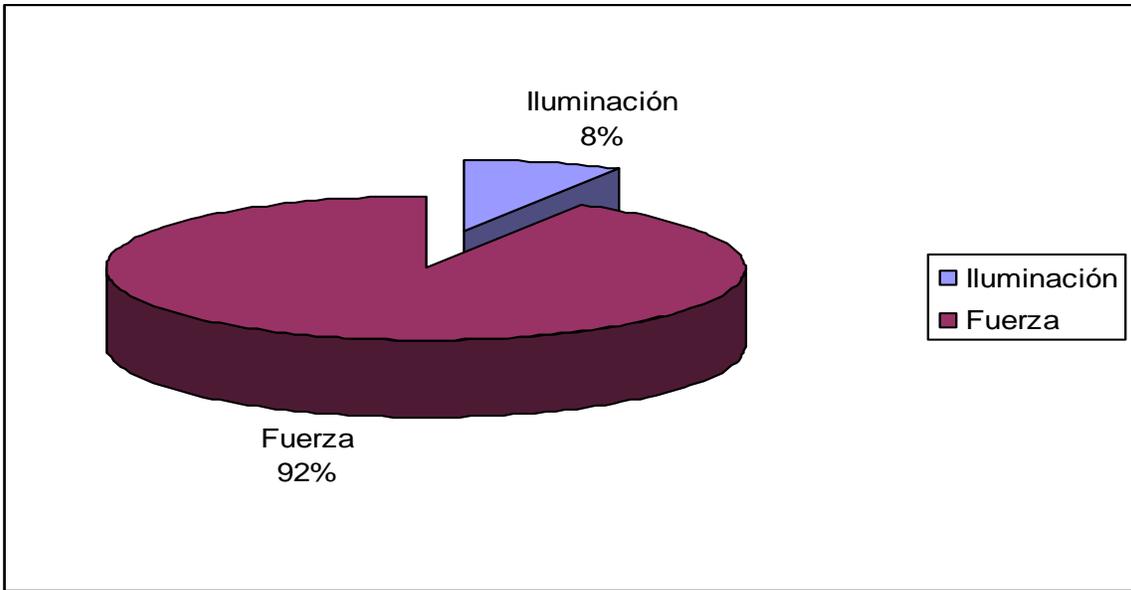
La desviación del cálculo de consumo de energía eléctrica arrojó un error de 0.833%, el cual es permisible para el desarrollo del trabajo. Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo 6 y en las figuras 2.12 ,2.13, 2.14.

Figura 2.12 Diagrama de Pareto al consumo demandado por áreas.



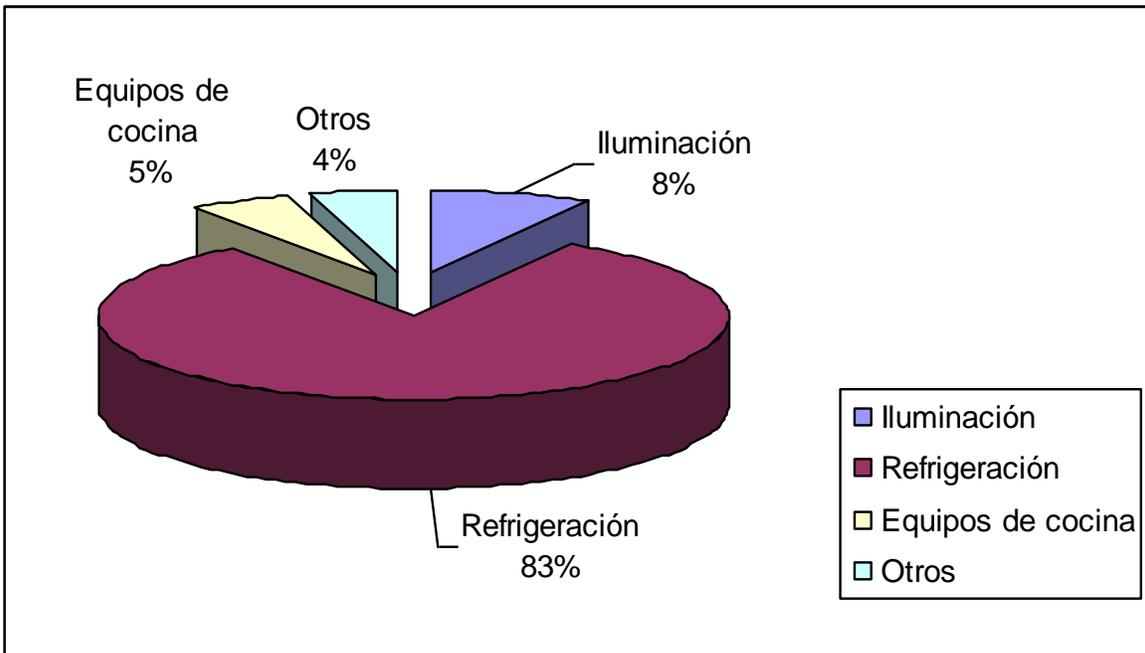
Fuente: El Autor

Figura 2.13 Destino del uso final de la energía eléctrica de la unidad



Fuente: El Autor

Figura 2.14 Destino del uso final de la energía desglosado por medios



Fuente: El Autor

El resultado de la estratificación obtenido con la aplicación de Pareto, muestra que solamente el Área de almacenes aporta el 80.4 % del consumo total de electricidad.

El análisis del destino final del uso total de energía eléctrica consumida, mostró que el 83 % de ésta, es empleado en la refrigeración, siendo la cámara fría que está ubicada en esta área, la que aporta el 96 % del consumo total de refrigeración.

2.4.2 Estratificación del consumo del consumo de fuel oíl.

El combustible fuel oíl en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT es utilizado solamente para la generación de vapor en el área de caldera por lo que la misma queda definida como el área clave que aporta la mayor incidencia a los portadores energéticos.

2.5 Caracterización de las áreas claves en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba

2.5.1 Evaluación Energética del Generador de Vapor

Como parte de la evaluación energética se realizó un diagnóstico de recorrido en el área de caldera, a partir de las mediciones de los equipos instalados, observación de operación, análisis de los registros de operación y mantenimiento, así como de la información estadística global de consumos y costos. Se revisó la documentación técnica del generador de vapor y el expediente de calidad que brinda la Empresa ALASTOR, recopilándose los parámetros de diseño (anexo 7).

El generador de vapor existente fue montado en abril del año 2009 es una caldera de vapor ALASTOR nueva, pirotubular, durante la visita de diagnóstico se efectuó intercambio con el operador de caldera y responsables del área. Además fueron tomadas imágenes donde se aprecia las condiciones de la instalación (Ver Anexo 8). Los resultados de este diagnóstico fueron los siguientes:

1. Características de operación al momento de la visita :

-
- Presión de trabajo real: 70 psi (4,923 kg/cm²).
 - Presión de gas en la línea principal: 24 psi.
 - Temperatura de los gases de salida: 228 °C.
 - Se recuperan condensados.
 - Se plantea que la purga la realizan de 2 a 3 veces al día por 20 seg. cada vez
 - Temperatura del agua: 80 °C.
 - Temperatura de entrada del combustible 160 °C.
2. La caldera cuenta con toda su documentación técnica y los instrumentos que disponen su certificación para su uso.
 3. No se lleva el consumo de combustible diario, sólo existen los registros de contabilidad de facturas de abasto de combustible.
 4. Se desconoce el costo de la generación de vapor, actualmente la caldera trabaja sólo 5 horas y el vapor es usado para la cocción de alimentos de un promedio de 750 comensales y de los 4 tachos sólo son empleados 2.
 5. El local donde se ubica el generador de vapor está limpio y organizado. Se dispone de un operador con la calificación adecuada para el cargo. La caldera poseen su contrato de mantenimiento y se cumplen los mismos.
 6. El sistema de generación de vapor cuenta con recuperación de condensados y el tanque de agua de alimentar posee buena capacidad y tiene aislamiento térmico.
 7. El vapor producido en la caldera está concebido para ser utilizado para el servicio de cocina, fregado y de mesa caliente, aunque este sistema de distribución está en buen estado actualmente se emplea para la cocción de alimentos por lo que no se explota a plenitud la generación de vapor.
 8. Las líneas de distribución de vapor están en buen estado en sentido general y con buen aislamiento térmico, pero existen líneas de vapor expuestas por falta de aislamiento de manera localizada en dos tramos de tuberías sin aislamiento (1.2 metros) y la válvula del cabezal principal de vapor tiene pase, lo que ocasiona pérdidas de calor, a pesar de no ser algo significativo.

9. En el sistema de tratamiento de agua de alimentación a la caldera cuenta con un magnetizador y un depósito para el tratamiento con químicos, en el cual se aprecia salideros de agua en llaves de paso que han ocasionado la pérdida de la pintura anticorrosiva y por consiguiente corrosión en las tuberías y deterioro de las patas del depósito de agua.

2.5.1.1 Mediciones

Con el objetivo de caracterizar el estado de la combustión y el agua empleada en la caldera para continuar evaluando la eficiencia de la caldera se realizaron estudios y mediciones con el CENEA (Centro de Estudio Nacional de Electromagnetismo Aplicado, obteniéndose con los resultados que se muestran en el anexo 9.

La medición de los parámetros que caracterizan el proceso de combustión al medirse reportaron valores aceptables, exceso de aire 2.7, índice de Bacharach 3 y el Monóxido de Carbono 143ppm.

El análisis del agua teniendo en cuenta los parámetros establecidos para las aguas utilizadas en producción de vapor diagnosticó que el pH del agua del interior de la caldera está por encima de 12 (tiene 2.5 unidades por encima del límite máximo del rango permisible que es 10–11), lo cual provoca que el agua sea corrosiva, pues se rompe la película de óxido de hierro (II, III) que protege a las superficies metálicas de la corrosión. Además la alcalinidad total y el contenido de hidróxidos están fuera de norma también ya que la primera es 4.4 veces superior a lo normado (700mg /L) y el segundo 1.5 veces superior al límite máximo permisible (norma 150-300 mg/L), pudiendo esto producir arrastres de agua y roturas por fragilidad cáustica. Los análisis de agua reflejan que se están haciendo extracciones insuficientes

2.5.1.2 Cálculo de la eficiencia térmica

$$\eta = Qu / (Qd * Bc) \% - \%Pérdidas$$

Cálculo del calor disponible Qd

Qi: Poder calórico del combustible= 40193.25 kJ/kg

Qc= Calor físico del combustible.

$$Q_c = C_c \cdot T_c, \text{ kJ/ kg}$$

C_c – calor específico del combustible

T_c – Temperatura del combustible suministrado al horno (160 °C)

$$T_c = 160 \text{ °C}$$

$$C_c = 1,734 + 0,0025 \cdot T_c = 1,734 + 0,0025 \cdot 160 \text{ °C} = 2,134 \text{ kJ/kg °C}$$

$$Q_c = C_c \cdot T_c, \text{ kJ/ kg}$$

$$Q_c = 2,134 \text{ kJ/kg °C} \cdot 160 \text{ °C} = 341.44 \text{ kJ/kg}$$

$Q_{pca} = 0$ (Calor añadido en el precalentador de aire proveniente de fuentes externas)

$Q_{vat} = 0$ (Calor suministrado con el vapor de atomización proveniente de fuentes externas)

$$Q_d = 40193.25 \text{ kJ/kg} + 341.44 \text{ kJ/kg} = 40534.69 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del Calor útil Q_u y Gasto de combustible B_c

Dado que no se cuenta con mediciones de flujo de vapor ni de combustible se trabajará con la potencia térmica de la caldera de 747.67 kW:

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal}$$

$$747.67 \text{ kW} = 642\,996.2 \text{ kcal/h} = 2692096.5 \text{ kJ/h}$$

$$Q_u = 2692096.5 \text{ kJ/h}$$

$$Q_u = D_{vsat} (l_v - l_a)$$

$$2692096.5 \text{ kJ/h} = D_{vsat} (l_v - l_a)$$

$$l_v (7 \text{ kgf/cm}^2) = 659,49 \text{ kcal/ kg} = 2691,6 \text{ kJ/ kg}$$

$$l_a (80^\circ\text{C}) = 80 \text{ kcal/ kg} = 335 \text{ kJ/ kg}$$

$$D_{vsat} = 2692096.5 \text{ kJ/h} / (2691,6 \text{ kJ/ kg} - 335 \text{ kJ/ kg})$$

$$D_{vsat} = 2692096.5 \text{ kJ/h} / 2357 \text{ kJ/ kg}$$

$$D_{vsat} = 1142.2 \text{ kg/h}$$

$$D_{vsat} = r \cdot B_c \text{ Razón de evaporación, } r = 15$$

$$Bc = Dvsat / r = 1142.2 / 15 = 76.15 \text{ kg/h}$$

$$\eta = Qu / (Qd * Bc)$$

$$Qu / (Qd * Bc) = 2692096.5 \text{ kJ/h} / (40534.69 \text{ kJ/kg} * 76.15 \text{ kg/h})$$

$$Qu / (Qd * Bc) = 2692096.5 \text{ kJ/h} / 3086716.64 \text{ kJ/h} = 87.2 \%$$

$$\eta = 87.2 \%$$

Otra forma es considerando el gasto del combustible igual a 75.7 kg/h (tomado de la placa)

$$Bc = 75,7 \text{ kg/h}$$

$$Dvsat = r * Bc = 15 * 75,7 \text{ kg/h} = 1135.5 \text{ kg/h}$$

$$Qu = Dvsat (lv - la) = 1135.5 \text{ kg/h} (2691,6 \text{ kJ/ kg} - 335 \text{ kJ/ kg})$$

$$Qu = 1135.5 \text{ kg/h} * 2357 \text{ kJ/ kg} = 2676373.5 \text{ kJ/h}$$

$$\eta = Qu / (Qd * Bc)$$

$$Qu / (Qd * Bc) = 2676373.5 \text{ kJ/h} / (40534.69 \text{ kJ/kg} * 75.7 \text{ kg/h})$$

$$Qu / (Qd * Bc) = 2676373.5 \text{ kJ/h} / 3068476.033 \text{ kJ/h}$$

$$\eta = 87.2 \%$$

2.5.1.3 Análisis del consumo del vapor de agua en la cocina

La cocina utiliza el vapor a 133 °C en los tachos, y aunque no aparecen las chapas de datos técnicos o los manuales de estos equipos, se pudo conseguir información con la Empresa ALASTOR el consumo de vapor de agua de los mismos de acuerdo a su capacidad, la cual se detalla:

Equipo	Capacidad (Litros)	Consumo de vapor(kg/h)	Cantidad total	Horas de trabajo
Tacho	600	300	4	5

Cálculo del consumo de energía empleado en los tachos:

Flujo del vapor de agua = 300 kg/h

Presión = 3 atm

Temperatura de entrada = 133,540 °C

Temperatura de salida = 60 °C

Entalpía de entrada del vapor de agua = 2 724.66 kJ/kg

Entalpía del condensado = 251.46 kJ/kg

Energía consumida en el tacho en un día

$$Q_c = G_v \cdot \Delta h \cdot h_t \quad (\text{Ec.2.2})$$

donde:

Δh : es la diferencia de entalpía en kJ/kg

G_v : es el gasto de vapor en kg/h

Q_c : Energía consumida en el tacho

h_t : Horas de trabajo del tacho

$$Q_c = 300 \text{ kg/h} \cdot (2724,66 - 251,46) \text{ kJ/kg} \cdot 5 \text{ h}$$

$$Q_c = 3,71 \text{ GJ/día}$$

Consumo de energía en un año (GJ/año)

Para este cálculo se consideró que la caldera trabaja 350 días y está afectada 15 días de mantenimiento en el año.

$$Q_c = 3,71 \text{ GJ/día} \cdot \text{Días trabajados} \cdot \text{Cantidad de tachos diarios}$$

$$Q_c = 3,71 \text{ GJ/día} \cdot 350 \cdot 2$$

$$Q_c = 2597 \text{ GJ/año}$$

Llevando esto a GWh/año sería

$$Q_c = 0,72 \text{ GWh/año}$$

Teniendo en cuenta que el calor útil de la caldera es 747,67 kW calculamos el consumo de energía en un año de la caldera como se muestra:

$$Q_a = Q_u \cdot 5 \text{ horas} \cdot 350 \text{ días}$$

$$Q_a = 747,67 \text{ kW} \cdot 5 \cdot 350$$

$$Q_a = 1308422,5 \text{ kWh/año}$$

$$Q_a = 1,3 \text{ GWh/año}$$

Si la energía producida por la caldera anual se le resta la consumida por los tachos se aprecia que se pierde 0,58 GWh/año.

2.5.2 Evaluación energética de la cámara de refrigeración

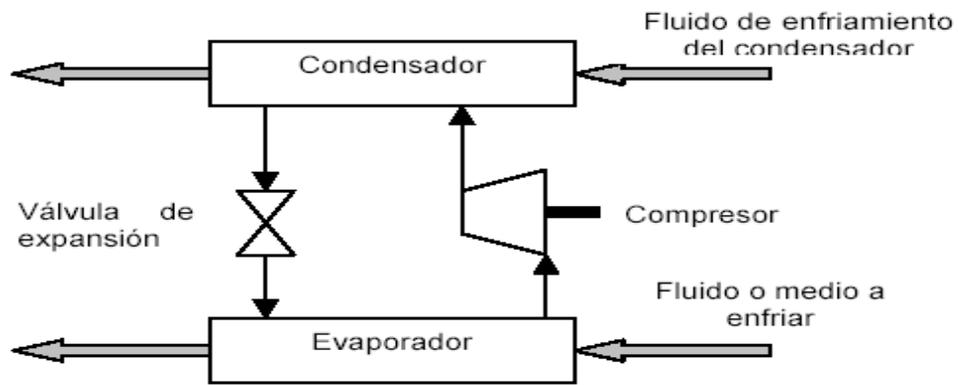
Para la evaluación energética se realizó primeramente una visita técnica con la cual se efectuó un diagnóstico preliminar y se recopiló un grupo de información como parámetros de operación, datos técnicos del equipamiento, fotos del estado técnico de la cámara (anexo 10) y referencia de los criterios y nivel de conocimiento de la operación de la cámara con el almacenero que es el responsable de la cámara fría y Jefe de Logística.

El sistema instalado es de compresión mecánica del vapor y están formados por cuatro elementos fundamentales:

- Compresor
- Evaporador
- Condensador
- Dispositivo de expansión
- Sustancia de trabajo o agente refrigerante R-22

La cámara fría existente en la Delegación Provincial del MININT es de congelación y está ubicada en el área de la cocina su montaje fue en el 2012, posee una capacidad de 5 ton. ref., en la misma se almacenan productos cárnicos como pollo, cerdo, res a una temperatura entre -12°C y -18°C . El régimen de trabajo actual es de 18 horas diarias, pues se apaga en los horarios comprendidos de 6:00 a 10:00 PM y de 11:00 AM a 01:00 PM, como parte de la toma de medidas de ahorro energético de la entidad. El sistema de refrigeración existente es por compresión mecánica del vapor, el cual puede ser representado gráficamente como se muestra:

Figura 2.15 Sistema de refrigeración por compresión mecánica del vapor



Fuente: El Autor

Deficiencias detectadas

- Aumento de las corrientes térmicas originado por la radiación solar ya que la cámara de refrigeración es de un piso con techo plano, con ausencia de protección contra el sol, posee manta asfáltica que es de color negro la cual absorbe con más facilidad los rayos solares, por lo que el techo se calienta y alcanza temperatura de más de 60 ° C, conllevando a un aumento diario de las corrientes térmicas de 20 a 30 %.
- La cámara no cuenta con cortinas de aislamiento por lo que ocasiona pérdidas de frío cada vez que se abre la puerta para sacar productos.
- El termómetro empleado en el interior de la cámara no posee el sello de apto para su uso por Metrología del Territorio.
- Se requiere aún perfeccionar la organización de productos dentro de la cámara
- La cámara no está penalizada en su interior.

Conclusiones parciales

Los gráficos de control de los diferentes años muestran que el consumo de fuel oil y la electricidad están bajo control, con excepción del mes de Febrero en el cual en fuel oil se detecta un valor anómalo en el proceso (por debajo del límite de control inferior), lo cual se debe a tiene menos días que los restantes.

Los diagramas de correlación consumo fuel oíl – producción de vapor mostraron una alta correlación de las variables monitoreadas el período 2013 al 2015, con coeficientes de determinación $R^2 > 0.75$, siendo el año 2014 con un $R^2 = 0.7556$ donde se alcanza el mayor valor. Sin embargo en los diagramas de correlación del consumo de fuel oíl- cantidad de comensales obtenido en cada año mostraron un bajo grado de correlación entre las variables. El valor mayor del coeficiente de determinación $R^2 = 0.58 < 0.75$ se obtiene en el 2014.

Los diagramas de correlación consumo de electricidad - producción de vapor evidenciaron una baja correlación entre las variables, el mayor valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0.404 < 0.75$ se alcanza en el 2014. Los gráficos de correlación consumo de electricidad –comensales, aportaron en los diferentes años un grado de correlación medio, siendo el valor más alto del coeficiente de determinación el del 2014 con $R^2 = 0.69 < 0.75$, el cual puede ser mejorado con el empleo de oportunidades de ahorro.

Se aprecian oportunidades de ahorro no evaluadas en la de generación de vapor y de la cámara de refrigeración que son los lugares que aportan el mayor consumo.

Los resultados mostrados en el diagnóstico, justifican el diseño de la etapa de planificación energética del sistema de gestión basado en la NC ISO 50001, ya que actualmente en la unidad no existen indicadores de desempeño energético, pero pueden establecerse tomándose como referencia los análisis de correlación realizados. Además existe una insuficiente preparación del personal destinado al control y uso de la energía.

Capítulo 3: Implementación de la Etapa de Planificación de la NC-ISO 50001 del 2011 para la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.

La estrategia y enfoque para la aplicación de la NC- ISO 50001 de 2011 dependerán del nivel en que se encuentre la organización en materia de gestión energética. La Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT no cuenta con una experiencia previa en este campo, por lo que se tiene como objetivo elaborar la propuesta de implementación de un sistema de gestión que considere la política y la planificación energética como primera etapa, basándose en la NC-ISO 50001 de 2011.

3.1 Compromiso y responsabilidades de la alta dirección de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.

Para lograr un compromiso de la alta dirección se caracterizó energéticamente la Unidad, demostrando por medio de diagnósticos y resultados la necesidad de implementar un sistema de gestión.

Con el objetivo de realizar el diagnóstico al sistema de dirección, control y monitoreo de la entidad se aplicó una encuesta y como resultado se obtuvo fallas en la dirección, control y monitoreo de los principales factores que influyen en la operación y planificación del desempeño energético mostrando que en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT se tiene un bajo nivel de gestión de la energía.

La aplicación de un sistema de gestión de la energía en la unidad permitirá elevar el nivel de comprometimiento de la alta dirección y como consecuencia de ello aumentará el grado de preparación en materia de energía de todo el colectivo laboral a través de la capacitación, entrenamiento e implementar acciones encaminadas al mejoramiento energético de la entidad trayendo como resultado el incremento del control, ahorro de portadores energéticos y contar con un indicador de desempeño energético.

Para iniciar este trabajo se propone invertir inicialmente en la contratación de especialistas en eficiencia energética para la capacitación de la Comisión de Energía y

algunos materiales e insumos dedicados a la gestión energética tales como la NC- ISO 50001 de 2011, manuales de conducción eficiente, uso eficiente de la energía, mantenimiento y viabilidad.

3.1.1 Alcance y límites del Sistema de Gestión Energética en Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.

La alta dirección propone el alcance y límites del Sistema de Gestión Energética con el objetivo de concentrar en ellos los esfuerzos y recursos necesarios.

Alcance: Lograr un uso eficiente de los recursos energéticos, y reducir el impacto negativo medioambiental que estos ocasionan para un mejoramiento del desempeño energético.

Límites: El límite es la Unidad de Logística que está ubicada dentro de la instalación Delegación Provincial del Ministerio del Interior, situada en Alturas de Versalles, Consejo Popular Versalles, del Municipio y Provincia Santiago de Cuba, considerando como variables el fuel oíl consumido en la generación de vapor en el Área de caldera y la electricidad consumida en la explotación de la cámara de refrigeración del Área de almacenes.

3.1.2 Designación del representante de la dirección en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT

La Unidad posee dentro de su plantilla de recursos humanos no posee el cargo de un energético, este trabajo está comprendido dentro de los deberes funcionales del Jefe de Logística que es el representante designado ante la alta dirección para el sistema de gestión energética y que en caso de requerir asesoramiento técnico debe de recurrir al energético de la provincia. El representante ante la alta dirección para la eficiencia energética tiene que tener las siguientes cualidades:

- Liderazgo.
- Perspectiva adecuada de la importancia y la función que desempeña la energía en la organización.

-
- Habilidades para dirigir al equipo.
 - Saber manejar cualquier tipo de conflictos.
 - Capacidad para comunicarse e interactuar, de forma verbal y escrita con todos los trabajadores.
 - Conocimientos de la actividad fundamental que se desarrolle en la unidad.
 - Conocimientos de la energía y de los factores que pudiera estar afectando su comportamiento.
 - Buen juicio para saber cuándo es necesario solicitar ayuda externa de consultores para que contribuyan en la solución de problemas.

El representante de la dirección para el sistema de gestión energético se recomienda que se capacite con conocimientos técnicos que permitan una formación en el desempeño energético.

El Jefe de Logística en cargo será designado por resolución de la institución al cual se le asignan sus funciones y responsabilidades, que incluye:

- Asegurarse de que el sistema de gestión energética se establezca acorde con NC- ISO 50001 del 2011.
- Identificar una o varias personas, autorizada por un nivel apropiado de dirección, para trabajar con él en apoyo de las actividades de gestión energética.
- Informar a la alta dirección sobre el desempeño energético.
- Asegurarse de que la planificación de las actividades de gestión energética estén diseñadas para apoyar la política de la unidad.
- Definir y comunicar las responsabilidades y autoridades con el fin de facilitar una gestión energética efectiva.
- Promover la toma de conciencia de la política y objetivos energéticos en todos los niveles de la organización.

3.1.3 Conformación de la Comisión Energética de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.

El Jefe de Logística de la Unidad, asesorado por el energético de la provincia en función serán las personas encargadas, por sus conocimientos, de seleccionar un equipo de trabajo multidisciplinario con todas aquellas áreas claves en el desempeño energético, donde se trabajará con un personal preparado, con liderazgo y capaces de desarrollar iniciativas de mejoras para el sistema de gestión energética.

Con el objetivo de lograr una efectividad en materia de gestión energética para principiantes, se hace necesaria la contratación de auditores externos capaces de capacitar el personal designado a la comisión de energía.

La conformación de la Comisión Energética encabezada por el Jefe de Logística de la Unidad, estará constituida por las áreas claves que determinan el desempeño energético, las mismas se relacionan a continuación:

- Operador de caldera
- Almacenero.
- Jefe de cocina

Cada una de estas áreas tendrá su propio personal, que puede ser uno o más activistas que colateralmente facilitarán el desarrollo del desempeño energético. Cada una de estas personas encargadas tendrá la responsabilidad de controlar, actuar, verificar e informar al líder designado de su área y este a su vez al Jefe de Logística que recepcionará, decidirá e informará a la alta dirección sobre el comportamiento de los portadores energéticos.

Las actividades a realizar para el mejoramiento en el desempeño energético de la unidad serán propias de cada una de las áreas con designación de responsabilidad en el activista de área.

En la tabla 3.1 se exponen las áreas con las actividades y el responsable para garantizar un buen desempeño energético.

Tabla 3.1 Actividades para el desempeño energético.

Recursos Humanos.		
Actividades	Responsable	Frecuencia
1-Contratación de especialistas en materia de eficiencia energética para capacitar a la Comisión de Energía.	Jefe de Logística y Oficial de Cuadros de la Logística Provincial	Cada 3 meses por 1 año.
2-Capacitación al operador de Caldera en temas de uso eficientes de generador de vapor.	Jefe de Logística y Oficial de Cuadros de la Logística Provincial	Mensual
3-Capacitación del Jefe de Logística y Almacenero materia de eficiencia en la explotación de cámara de refrigeración.	Jefe de Logística y Oficial de Cuadros de la Logística Provincial	Mensual.
4-Montaje de un sistema de estimulación que permita incentivar el sistema de gestión.	Jefe de Logística y Oficial de Cuadros de la Logística Provincial	Mensual.
5-Reconocimiento de la participación de los trabajadores, ante su colectivo laboral, que accionen en función de la eficiencia energética.	Jefe de Logística y Oficial de Cuadros de la Logística Provincial	Semanal.
6-Informar de acciones realizadas en materia de eficiencia energética.	Jefe de Logística y Oficial de Cuadros de la Logística Provincial	Mensual
Área de caldera.		
Actividades	Responsable	Frecuencia

1-Antes de encender la caldera, realizar una extracción de fondo larga o sacar toda el agua de la caldera y reponerla con agua que tenga todos los parámetros en norma y continuar haciendo extracciones una vez al día.	Operador de caldera.	Diario, una vez al día
2- Registrar el control de operaciones consumo diario de combustible y vapor consumido	Operador de caldera.	Diario.
3-Controlar el índice de consumo de la caldera.	Operador de caldera.	Mensual.
4-Realizar aforo al tanque de combustible.	Jefe de Logística	Una sola vez
5-Diagnóstico de estado técnico de la caldera.	Comisión técnica.	Mensual.
6-Solicitar a la empresa ALASTOR los servicios de: <ul style="list-style-type: none"> • Reparación de la llave de paso en el depósito para el tratamiento con químico del agua de alimentar a la caldera para eliminar salideros y pintar el depósito. • Insulación de los tramos de tuberías expuestos al medio sin aislamiento térmico 	Jefe de Logística y Operador de Caldera	Una sola vez
7-Informar al energético de actividades realizadas.	Jefe de Logística	Mensual.
8-Incluir en los planes de inversión el montaje en la caldera de magnetizadores	Jefe de Logística y	I Trimestre 2018(Período

en el combustible a la entrada del generador de vapor y de emulsionador para mezclar fuel oíl con agua.	Energético Provincial	preparación técnica 2019)
9- Diseñar o comprar un intercambiador de calor que aproveche la energía de los gases residuales para precalentar el aire de entrada al quemador.	Jefe de Logística , Energético Provincial y Operador de Caldera	I Trimestre 2018(Período preparación técnica 2019)
10-Utilización del vapor para los fines que estuvo concebido en su diseño original cocción, fregado y mesa caliente.	Jefe de Logística , Energético Provincial y Operador de Caldera	I trimestre 2018
Área de almacenes		
Actividades	Responsable	Frecuencia
1- Ajustar los termostatos de acuerdo a las temperaturas al máximo admitido para los diferentes productos y tomar en consideración el tiempo de rotación de los mismos.	Almacenero	Diario
2- Organizar el área el interior de la cámara de refrigeración y garantizar el uso adecuado de ganchos, paillets y estantes.	Jefe de Logística y Almacenero	Diario
3- Controlar el cumplimiento de la desconexión de las cámaras frías en los horarios comprendidos de 6:00 a 10:00 PM y de 11:00 AM a 01:00 PM.	Jefe de Logística y Almacenero	Diario
4- Informar índice de consumo de la cámara de refrigeración.	Almacenero	Mensual

5-Certificar que el termómetro está apto para su uso con el Centro de Metrología del Territorio.	Jefe de Logística y Almacenero	En el período establecido
6-Incluir en los planes de inversión panelizar la cámara de refrigeración	Jefe de Logística y Energético Provincial	I Trimestre 2018(Período preparación técnica 2019)
Introducir los productos en las cámaras a la menor temperatura posible.	Almacenero	Diario
6-Informar al energético de actividades realizadas.	Jefe de Logística y Almacenero	Mensual.
7- El uso de cortinas de aislamiento a la entrada de la cámara de refrigeración	Jefe de Logística y Almacenero	I trimestre 2018
8-Utilización alternativa para protección contra el sol en el techo del área de cocina para disminuir el efecto de la radiación solar (terrazas verdes, pintura blanca, tela metálica, etc).	Jefe de Logística y Almacenero	I trimestre 2018

También se permite integrar a la comisión energética aquellas personas que por voluntad propia e iniciativas decidan aportar al desempeño energético de la entidad.

3.1.4 Definición de la Política Energética en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.

Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.

La Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT, tiene como tarea fundamental satisfacer las necesidades de las condiciones de vida, de trabajo, alimentación y asistencia médica de las fuerzas orgánicas y personal recluso del

MININT, de manera técnica, eficiente y económicamente eficaz, priorizando los sistemas de enfrentamiento y centros penitenciarios, sustentado en un control interno satisfactorio y en el trabajo de un colectivo unido y altamente calificado, consciente de su responsabilidad social y comprometida con la sostenibilidad energética y medio ambiental por lo que se compromete a:

- Garantizar los servicios con la máxima eficiencia energética justificable económicamente.
- Asegurar la información y los recursos necesarios para lograr nuestros objetivos y metas energéticas.
- Lograr la mejora continua del desempeño energético de nuestra unidad.
- Cumplir todos los requisitos legales y otros con respecto al uso de portadores energéticos.
- Reducir los consumos de combustible de fuel oil y el de electricidad con la aplicación de las oportunidades de ahorro identificadas.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.
- Actualizar regularmente nuestra política energética y comunicarla a todo el personal para su participación consciente en la mejora del desempeño energético.

Esta política energética debe ser discutida con todos los actores claves para lograr el comprometimiento con el sistema de gestión a aplicar. Este documento debe ser aprobado y firmado por el director, una vez aprobada esta debe ser comunicada a todos los empleados y posteriormente mantener a toda la organización informada del progreso y resultados alcanzados con su implementación, promoviendo la retroalimentación a través de la formulación de ideas y sugerencias por parte del personal para su perfeccionamiento. La misma puede sufrir cambios de acuerdo con las necesidades propias de la entidad valorado por la comisión de energía.

3.1.5 Establecimiento del plan de implementación del sistema de gestión energética.

Para la implementación de este plan se establece un marco de tiempo de un año debido a que por ser esta una unidad relativamente pequeña y con escasos conocimientos en materia de eficiencia energética. El plan de implementación es elaborado por el representante de la dirección, Jefe de Logística asesorado por el Energético de la Provincia y de conjunto con la comisión energética, este documento puede ser actualizado cuando sea necesario, siempre y cuando se le comunique a la comisión energética y a todas aquellas personas que tengan responsabilidad en este. Ver anexo 11.

Para la confección del plan de implementación se establece las tareas y la documentación los demás elementos quedan propuestos a interés de la entidad y a partir del momento en el cual se comience la implementación de la planificación energética según lo establecido por NC- ISO 50001 del 2011.

3.2 Planificación Energética de la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT.

Dada que la Unidad no posee un sistema de gestión energética que permita identificar la influencia de los portadores energéticos principales sobre la actividad fundamental que realizan se hace necesario la planificación de acciones para resolver y aprovechar dicha oportunidad.

3.2.1 Requisitos legales y otros requisitos.

La Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT rige su trabajo con la Orden 01/98 referente al ahorro de energía eléctrica y la Orden 35/2005 de Vice Ministro Primero del Ministerio del Interior, que reglamenta que hay que optimizar los recursos energéticos en función de cumplir los planes aprobados, ambas órdenes están en correspondencia con los lineamientos de la política económica y social aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba 226, 227,229, 230 y 253, además debe

cumplir con los requisitos establecidos en los Manuales de Procedimientos de la Especialidad de Logística.

3.2.2 Revisión energética.

La revisión energética realizada en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT fue para el año 2014, para ello se realizó la recopilación del conjunto de datos que ofrecerá la información necesaria para caracterizar su situación energética.

Para desarrollar la revisión energética hay que registrar y documentar cada una de las acciones, esta debe ser actualizada a intervalos definidos (anual) y las mismas deben ser conservadas para mantener un sistema de seguimiento pasado y presente del uso de combustible.

3.2.3 Análisis del uso y consumo de los portadores energéticos.

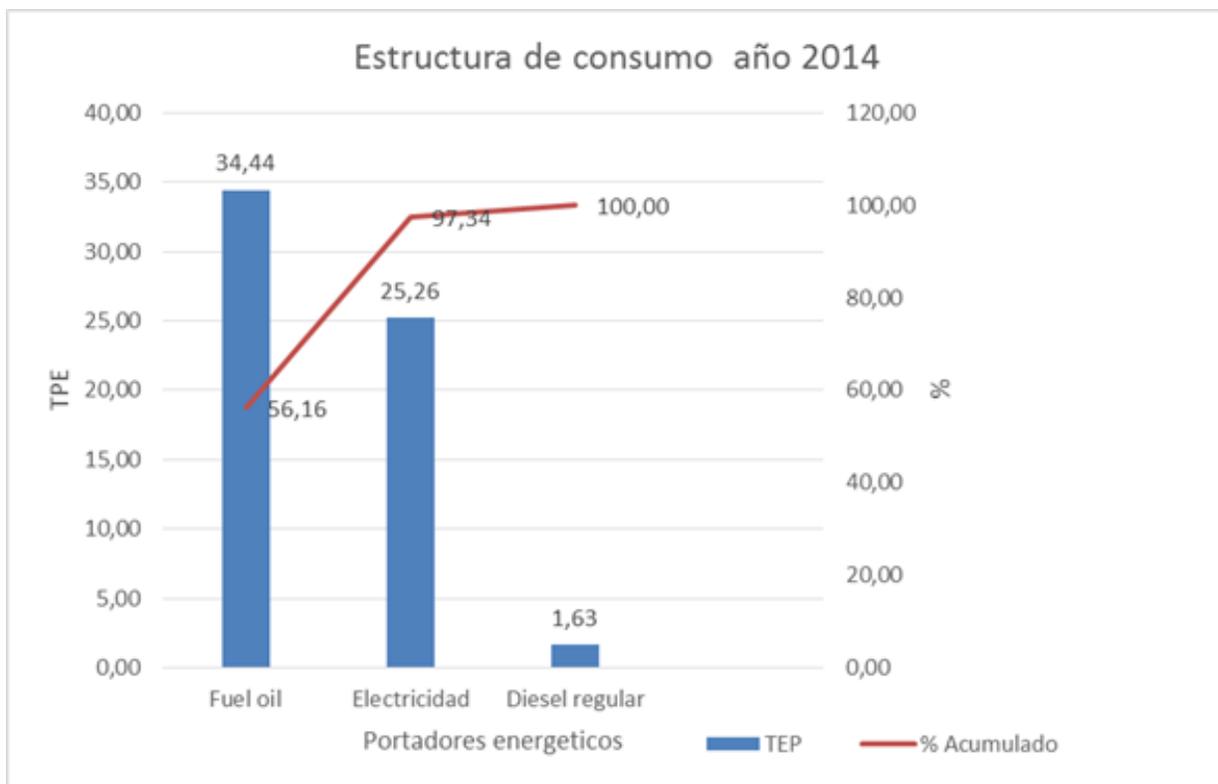
Los análisis energéticos realizados en capítulo anterior muestran que en el período 2013 al 2015, el año 2014 es el que presenta los coeficientes de determinación más altos en los estudios de correlación de los portadores energéticos principales; por lo que se toma este año como referencia para desarrollar la línea base.

Aplicando la herramienta de identificar el 20% de los que consume el 80% de la energía a través del gráfico de Pareto se obtuvo la tabla 2.5 y la figura 2.10, mostrando dos portadores significativos el combustible fuel oíl que tiene el mayor peso (56.16%) y la electricidad (25.26%).

Tabla 2.5. Portadores energéticos del año 2014

No	Portador	UM	TEP	%	% Acumulado
1	Fuel oíl	T	34,44	56,16	56,16
2	Electricidad	MWh	25,26	41,18	97,34
3	Diesel regular	T	1,63	2,66	100,00
Total			61,33	100	

Figura 2.10 Estructura de consumo año 2014.

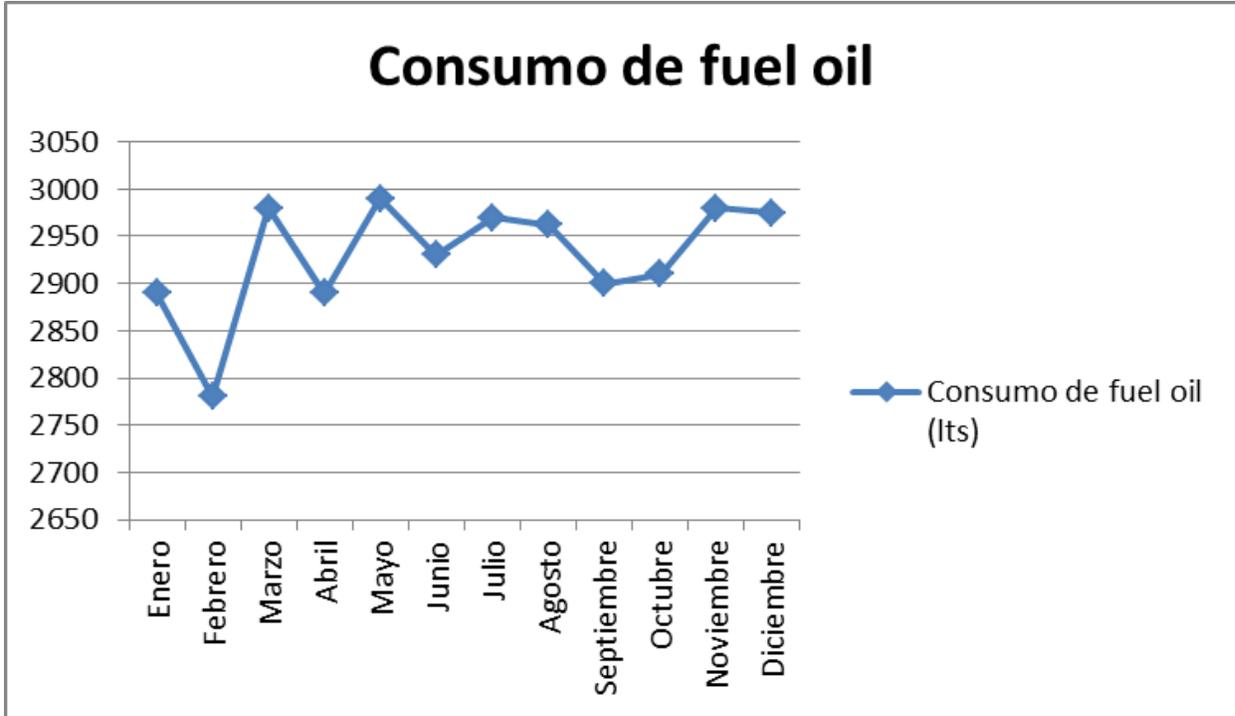


Fuente: El Autor

Al analizar el uso del combustible fuel oil, se comprobó que el 100%, es empleado en la actividad productiva (generación de vapor), teniendo éste el peso fundamental en el desarrollo de la actividad principal de la unidad.

En el año analizado el consumo de fuel oil presentó un comportamiento irregular por meses (Figura 3.1), con valor mínimo de 2780 litros, en febrero que es un mes corto, y un valor máximo de 2990 lts en Mayo motivado por un alza en el número de comensales, la tendencia de la actividad productiva nunca va ser lineal ya que está relacionada con los niveles de aseguramientos de productos para la cocción y el número de comensales determinado por los niveles de actividad que se tengan en el mes.

Figura 3.1 Consumo de fuel oil por meses año 2014.

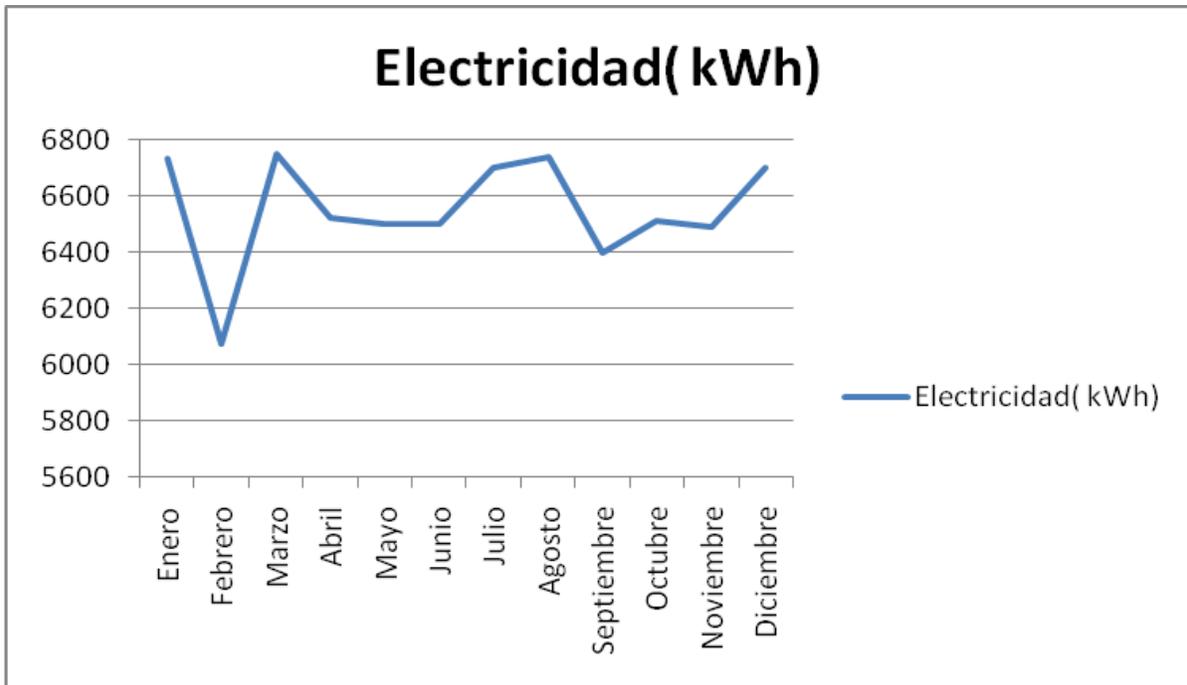


Fuente: El Autor

La electricidad durante el 2014 también presentó un comportamiento irregular por meses (figura 3.2), con un valor pico 6747 kWh en Marzo motivado a la realización de acciones constructivas en la cocina y valor mínimo 6075 kWh en Febrero.

Los análisis arrojan tendencia de incremento del consumo de electricidad en los meses de Junio a Agosto y en Diciembre, está motivado a que el aumento de la temperatura ambiente en los meses de verano provoca un incremento del uso del equipamiento de refrigeración y ventiladores, además todos estos meses están afectados siempre por aseguramientos al enfrentamiento para celebración de Aniversarios de repercusión nacional en el país.

Figura 3.2 Consumo de electricidad por meses año 2014.



Fuente: El Autor

La unidad toma como indicador de desempeño energético, para el caso del fuel oíl, la relación entre el combustible fuel oíl consumido y producción de vapor [litros/kg de vapor producidos] teniendo en cuenta el alto grado de correlación que muestra la figura 2.22. En el caso de la electricidad toma como indicador la relación entre consumo de electricidad y comensales [kWh/comensales] a partir de los resultados que aporta la figura 2.18.

3.2.4 Identificación de los usos significativos de combustible fuel oíl y la electricidad.

Los usos significativos del combustible fuel oíl y electricidad están referidos en los epígrafes 2.4 y 2.5 de la caracterización energética, resultados que serán utilizados en otros puntos de este capítulo.

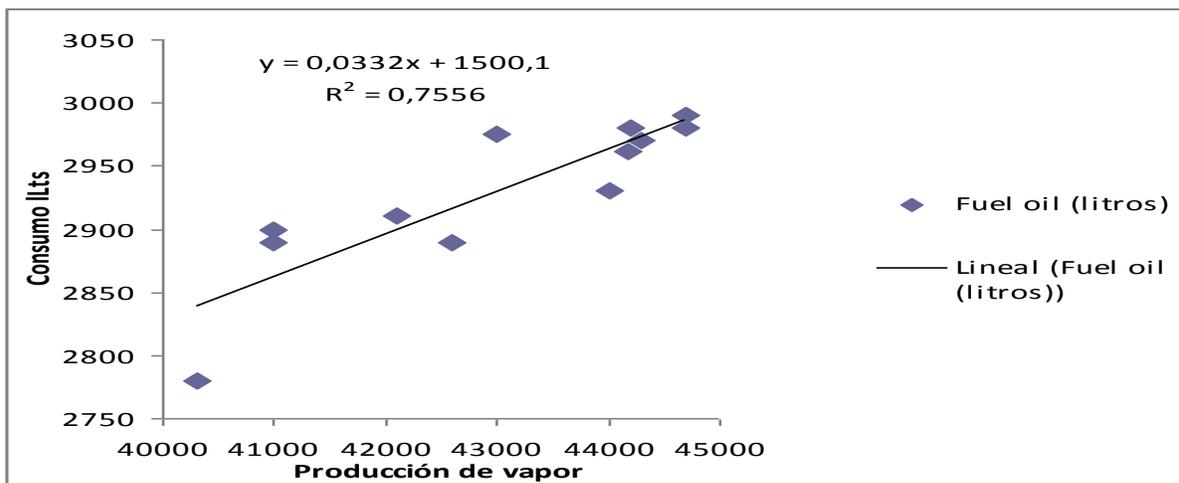
3.2.4.1 Identificación de las variables claves que afectan el consumo del combustible fuel oíl y la electricidad, establecimiento de las líneas base, meta y el indicador de desempeño energético.

El combustible fuel oil es el portador energético principal que consume un 56.16% que es el dedicado a la actividad productiva, en la caracterización energética de la unidad se analizó la correlación existente del fuel oil con dos variables, la cantidad de comensales y la producción de vapor de la caldera.

El gráfico de control del consumo de fuel oil evidenció que sólo existe un punto de consumo fuera de los límites de control motivado a que este mes es atípico de 28 días por lo que consumo quedó por debajo del límite de control inferior. El consumo medio mensual es de 2929,75 litros y la desviación estándar $\sigma = 57.91$.

El Diagrama de correlación del consumo de fuel oil-comensales obtenido, mostró un grado de correlación bajo entre las variables, con un valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0.58 < 0,75$. Sin embargo el diagrama de correlación consumo de fuel oil – producción de vapor, figura 2.10, mostró un coeficiente de determinación, $R^2 = 0.7556$, que demuestra un resultado válido para ser tomado como línea base energética ya que los mismos tienen valores superiores al 75%.

Figura 2.10 Diagrama de correlación consumo de fuel oil – producción de vapor año 2014.

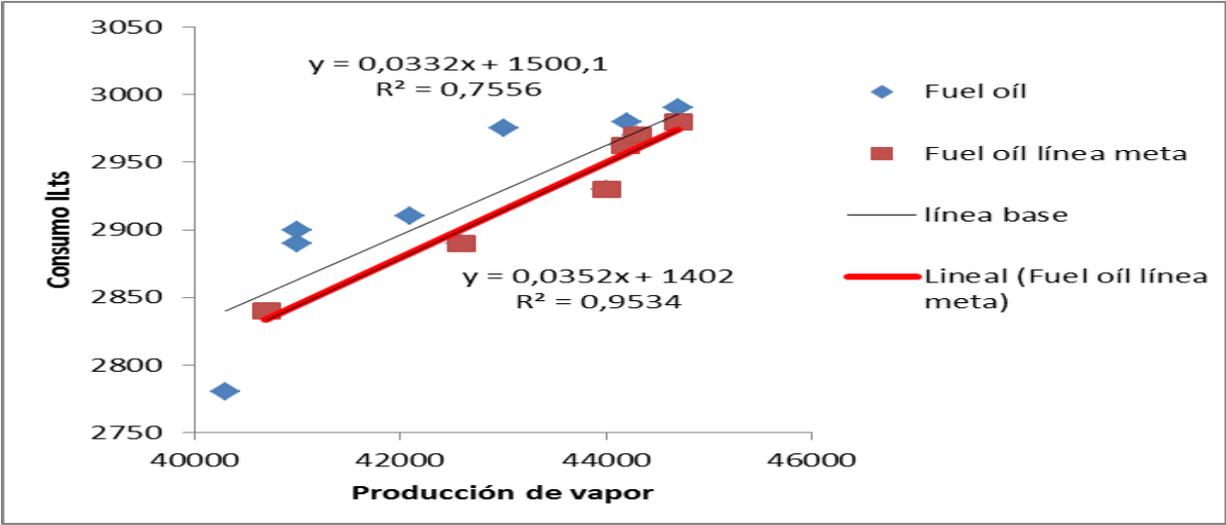


Fuente: El Autor

La correlación existente entre las variables estableció una ecuación de dependencia lineal con un comportamiento ideal analizado estadísticamente, obteniéndose como resultado la línea base del desempeño energético. Los puntos del diagrama de

dispersión que están por debajo de la línea de tendencia son puntos de oportunidades de ahorro, exceptuando el punto de menor valor de consumo de combustible, que es anómalo y no se tomará. Bajo este criterio se puede trazar una nueva correlación con mejores oportunidades en el desempeño energético, que aplicándole el análisis de correlación nos permitirá obtener la línea meta con el objetivo de reducir el consumo de combustible fuel oil. La figura 3.3 muestra el comportamiento de la línea meta para las variables analizadas.

Figura 3.3 Diagrama de correlación de la línea base y línea meta del consumo de fuel oil – producción de vapor año 2014



Fuente: El Autor

Como se puede apreciar con línea meta se tiene un mejoramiento del factor de determinación $R^2= 0.95$ el cual es posible alcanzar con la utilización de las oportunidades de ahorro. El resultado obtenido durante la correlación es válido para evaluar el buen desempeño energético, valor superior al 75%, lo cual significa que puede ser utilizado como indicador de desempeño energético.

El uso de la línea meta está acorde con los resultados anteriormente plasmados, los mismos al ser tomados, de los propios puntos de la actividad desarrollada da la posibilidad de ahorrar combustible sólo con reordenamiento en la actividad de productiva. El índice de consumo promedio para la línea base es de 0.068 litros de fuel

oíl / kg de vapor producido y para la línea meta es de 0.067 litros de fuel oíl / kg de vapor producido.

Del resultado de la curva del análisis de dispersión de la figura anterior se puede constatar la efectividad demostrada en la correlación, aplicando la ecuación obtenida y sustituyendo en el índice de consumo como variable independiente se determina el indicador de desempeño energético, que no es más que la relación entre la energía del proceso productivo y la producción; para este caso son los litros de combustible consumido [L] entre la producción de vapor [kg], ecuación 3.1.

$$\text{ID fuel oíl} = L / \text{kg vapor producido} \quad (3.1)$$

Despejando el combustible de la ecuación 3.1 y sustituyéndolo en la ecuación obtenida de la recta de la correlación ecuación 3.2, se puede determinar el indicador de desempeño energético.

$$\text{ID fuel oíl} * (\text{kg vapor producido}) = a * (\text{kg vapor producido}) + b \quad (3.2)$$

Despejando el indicador de desempeño y simplificando se obtiene la ecuación 3.3:

$$\text{ID fuel oíl} = \frac{a * (\text{kg vapor producido})}{\text{kg vapor producido}} + \frac{b}{\text{kg vapor producido}}$$

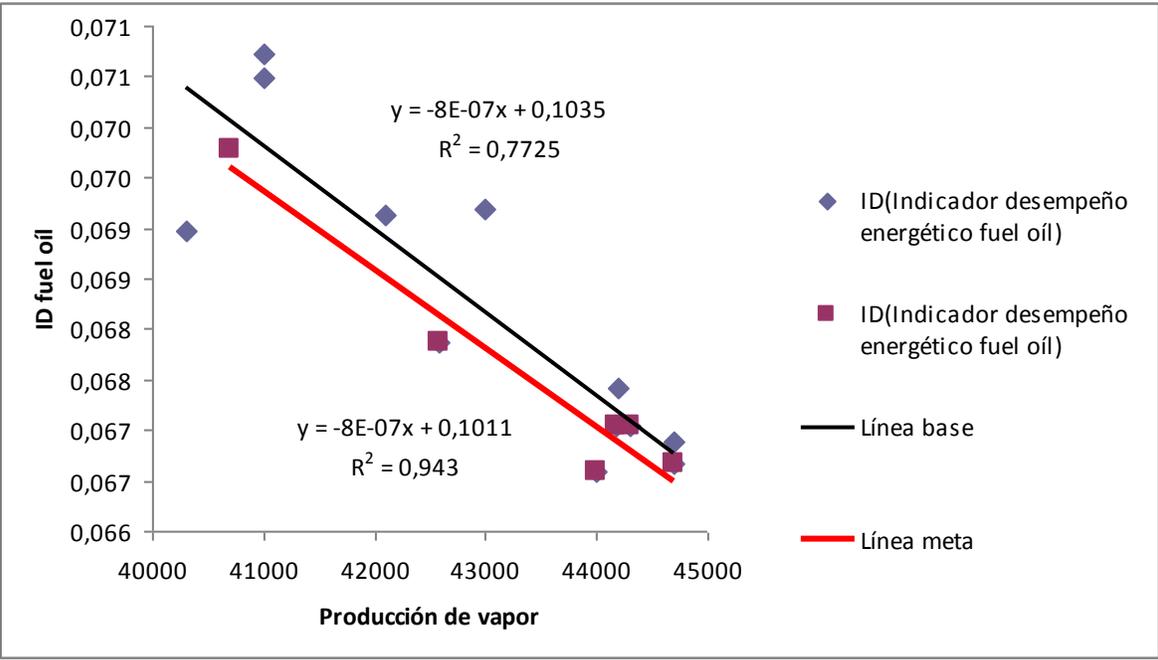
$$\text{ID fuel oíl} = a + \frac{b}{\text{kg vapor producido}} \quad (3.2)$$

Esta ecuación 3.2 es la del desempeño energético, que tiene en cuenta el valor de la pendiente de la recta [a] y la energía no asociada a la actividad productiva [b] entre los (kg vapor producido)].

Los (kg vapor producido) serían la variable independiente que tomaría desde valores inferiores a la actividad productiva desempeñada hasta valores muy superiores, pudiéndose graficar el comportamiento teórico del indicador energético respecto a la ecuación de correlación.

El gráfico 3.4 muestra el diagrama de correlación de la línea base y la línea meta del indicador de desempeño prácticamente paralela a la línea base con un comportamiento muy similar en el desempeño energético para valores elevados de producción y un mejoramiento en los valores más bajos de producción, posee un coeficiente de determinación más alto de 0.94 lo cual muestra que originando oportunidades de ahorro de energía para una misma actividad productiva mejora la correlación entre las variables, lográndose que para un mismo valor de producción existen diferentes desempeños energéticos respecto a la línea base y la línea meta. Para la confección de la línea meta fue desechado el punto anómalo de menor valor de consumo de vapor con vista a que no distorsionara su comportamiento.

Figura. 3.4 Diagrama de correlación de la línea base y línea meta indicador de desempeño del consumo de fuel oil – producción de vapor año 2014.



Fuente: El Autor

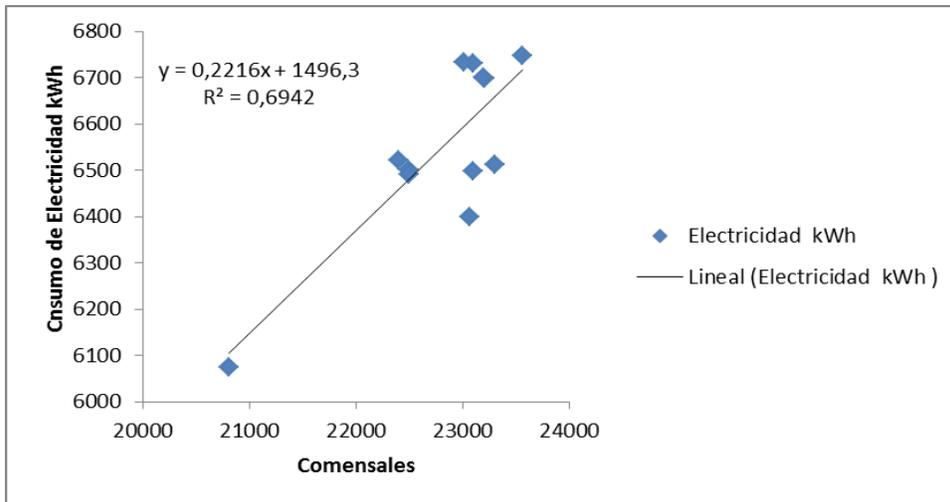
Para determinar el combustible asociado entre las líneas base y meta se utilizó la ecuación de la recta $y = m \cdot x + b$ donde [y] significa el combustible consumido y se le sumó el 1% de disminución del consumo del combustible que se aporta según los estudios realizados por el CENEA con el uso magnetizadores en el combustible a la

entrada del generador de vapor. Como resultado se obtiene que el combustible necesario para la actividad realizada en el período es menor para una misma producción, la diferencia de combustible para una misma producción significa el ahorro de combustible que se tiene si se produce sobre la línea meta, que para nuestro caso tiene un significado de 0.51 ton de fuel oil al año significando esto un ahorro de un 1.5 % aproximadamente respecto al actual consumo.

La electricidad con un 41,18 % de incidencia en el consumo total de los portadores energéticos resultó ser el otro portador que determina el 80 % del consumo total de la unidad en la caracterización energética, mostrando en el gráfico de control del consumo de electricidad, que no existen puntos de consumo fuera de los límites de control, un consumo medio mensual de 6550,58 kWh y una desviación estándar $\sigma = 184.5$ kWh. El análisis de correlación del consumo de electricidad se realizó con dos variables, la producción de vapor de la caldera y la cantidad de comensales, obteniéndose los gráficos 2.14 y 2.18.

El diagrama de correlación del consumo de electricidad-producción de vapor obtenido, mostró un grado de correlación bajo entre las variables, con un valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0.404 < 0,75$ y ocasionado por la existencia de un valor de energía no asociada a la producción: consumo durante el proceso de arranque de equipamientos asociados a la producción y de áreas no productivas como almacenes, local de elaboración de alimentos y administrativo, etc. Para el caso del diagrama de correlación del consumo de electricidad-comensales aportó un coeficiente de determinación $R^2 = 0.69 < 0.75$, mostrando una relación media entre las variables, posee posibilidades de mejorarse a partir del aprovechamiento de oportunidades de ahorro de energía que dispone la unidad. Teniendo en cuenta todos los elementos anteriores se tomó como línea base energética de este portador la del diagrama de correlación del consumo de electricidad-comensales, figura 2.18.

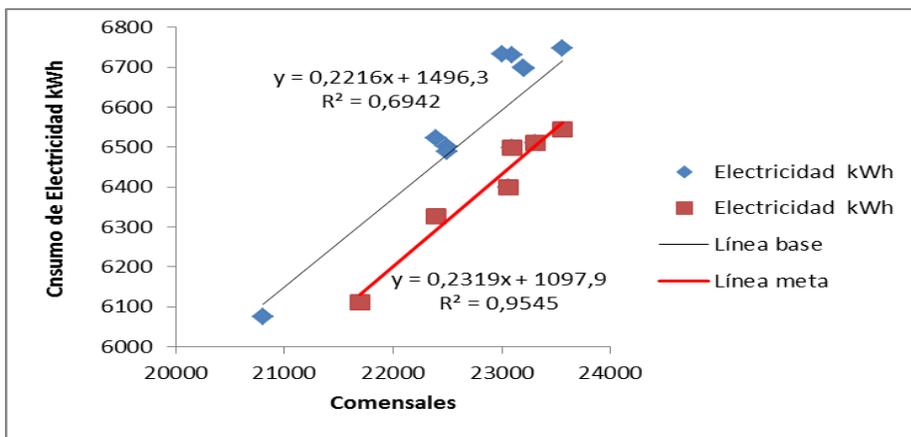
Figura 2.18 Diagrama de correlación del consumo de electricidad-comensales año 2014.



Fuente: El Autor

Al realizar el diagrama de dispersión con los puntos que están por debajo de la línea de tendencia que son los puntos de oportunidades que permitirán trazar una nueva correlación con mejores oportunidades en el desempeño energético para el consumo eléctrico se obtiene la figura 3.6 en la cual se muestra la línea meta con el objetivo de reducir el consumo de electricidad.

Figura 3.6 Diagrama de correlación de la línea base y línea meta del consumo de electricidad-comensales año 2014.



Fuente: El Autor

Claramente con la línea meta se tiene un mejoramiento en la correlación de las variables, aumentando el factor de determinación $R^2 = 0.95$ el cual es posible alcanzar

con la utilización de las oportunidades de ahorro, lo cual significa que puede ser utilizado como indicador de desempeño energético.

El consumo de electricidad asociado entre las líneas base y meta se determinó de las ecuaciones de las rectas, mostrándose con la línea meta con relación a la línea base que para una mismo nivel de actividad en un período dado un consumo menor, esta diferencia de consumo de electricidad para una mismo nivel de actividad significa el ahorro, que para nuestro caso tiene un valor de 1.95 MWh al año significando esto un ahorro de un 2.5 % aproximadamente respecto al actual consumo.

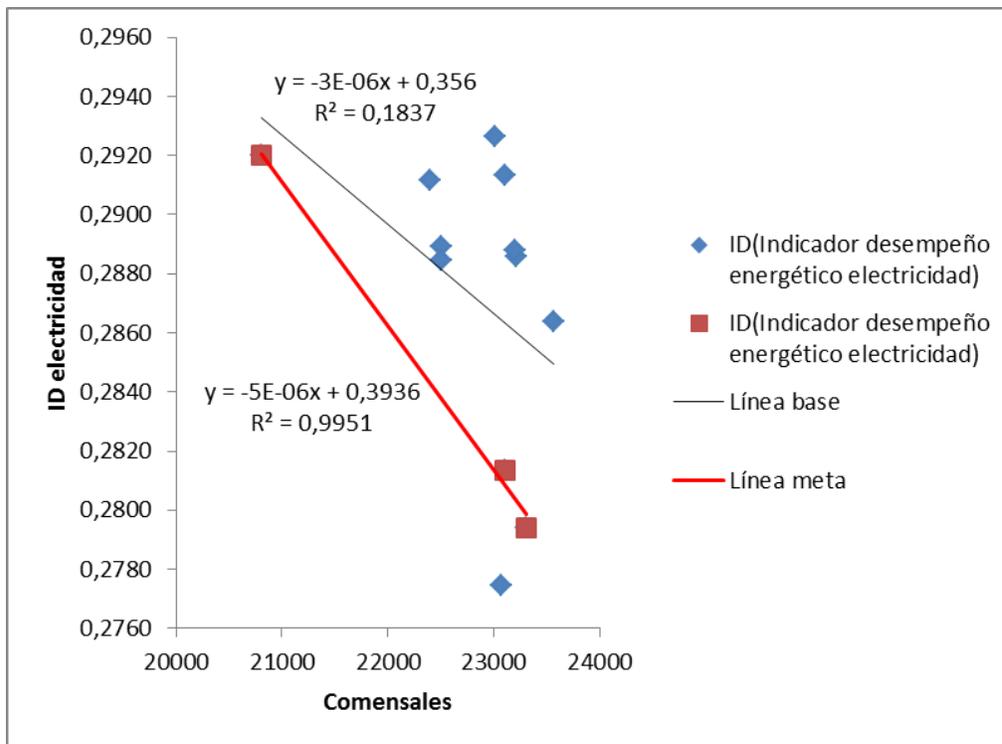
Aplicando la ecuación obtenida en la línea y sustituyendo en el índice de consumo como variable independiente se determina el indicador de desempeño energético de forma similar como el caso del fuel oil quedando la ecuación 3.3 que es la que tiene en cuenta el valor de la pendiente de la recta:

$$\text{ID electricidad} = a + \frac{b}{\text{Comensales}} \quad (3.3)$$

Comensales

Los comensales serían la variable independiente que tomaría desde valores inferiores en dependencia del nivel de actividad en un período, pudiéndose graficar para valorar el comportamiento teórico del indicador de desempeño energético respecto a la ecuación de correlación de la línea base y la línea meta, resultando el gráfico 3.7, donde se evidencia un mejoramiento sustancial del coeficiente de determinación entre el indicador de desempeño en la línea meta e índices de desempeños energético menores para un mismo nivel de actividad. El ID promedio calculado para la línea meta es de 0.28 kWh / Comensales y el de la línea base 0.29 kWh / Comensales.

Figura 3.7 Diagrama de correlación del indicador de desempeño del consumo de electricidad-comensales año 2014.



Fuente: El Autor

Para determinar la emisión de CO₂ por consumo de electricidad se tuvo presente el factor de emisión con valor de 0.795 t CO₂/ MWh tomado en la bibliografía que se refiere. (Colectivo de autores, n.d.) (Aplicaciones Industriales, 2010) A partir de este dato y conociendo que el ahorro de electricidad es de 1.95 MWh, el valor calculado aportó que se deja de emitir al medio ambiente 1.55 t CO₂ de emisiones de gases de efecto invernadero de CO₂ por consumo de electricidad y una disminución del gasto de la electricidad en el año en un 2.5 % que representa \$ 341. La emisión de CO₂ por consumo de fuel oíl se realizó por los cálculos realizado por el procedimiento empleado en la bibliografía. (Rodríguez del Rey, 2013). El factor de emisión el combustible del fuel oíl es $F_e = 2.61 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{L}}$ y el consumo de combustible fuel oíl que se ahorra es $C_c = 518.7 \text{ L}$. Emisiones de CO₂ = $F_e * C_c$.

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 2.61 \text{ kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{L}} * 518.7 \text{ L} = 1353.807 \text{ kg CO}_2 = 1.35 \text{ ton CO}_2$$

Se deja de emitir al medio ambiente por concepto de ahorro de combustible fuel oíl 1.35

tonCO₂ de emisiones de gases de efecto invernadero y una disminución del gasto del combustible fuel oíl en el año en un 1.5 % que representa \$ 402.02.

La impacto ambiental asociado a la línea meta reside en que se deja de emitir al medio ambiente un total de 2.90 ton CO₂ de emisiones de gases de efecto invernadero y una disminución a los gastos energéticos actuales de un 1.63 % que representa \$ 742.02.

3.2.4.2 Estimación del uso y consumo futuros de los usos significativos del combustible fuel oíl y la electricidad.

Para la estimación de este uso y consumo futuros se puede utilizar la herramienta de dispersión para hallar la correlación con diferentes valores de producción predecir la cantidad necesaria de combustible o el consumo eléctrico de acuerdo a los comensales, se puede observar en el capítulo III figura 3.3 y 3.6.

3.2.5 Identificación, priorización y registro de oportunidades de mejora del desempeño energético.

Las oportunidades de mejora del desempeño energético deben ser continuas para que puedan contribuir eficazmente a su mejoramiento. Las mejores oportunidades estarían encaminadas a adaptar el uso a la necesidad, que no es más que reducir directamente el consumo de la producción de vapor y la electricidad a satisfacer la necesidad o requerimiento de energía con el mínimo desperdicio o exceso. Existen un grupo de oportunidades de tipos organizativas, técnicas y tecnológicas que pueden usarse para lograr mejorar el desempeño energético.

Medidas Organizativas.

1. Capacitar e instruir al Jefe de Logística, operador de caldera, almacenero y jefe de cocina en materia de eficiencia energética.
2. Análisis presente del consumo de combustible de la caldera y el consumo eléctrico en la unidad y de los indicadores de eficiencia.
3. Montar un sistema de estimulación que incentive el sistema de gestión.

-
4. Aprovechar la colaboración con el entorno para el asesoramiento técnico y preparación del personal.
 5. Introducir los productos en las cámaras a la menor temperatura posible.

Medidas Técnicas.

1. Inspección técnica al funcionamiento de la caldera diario.
2. Antes de encender la caldera, realizar una extracción de fondo larga o sacar toda el agua de la caldera y reponerla con agua que tenga todos los parámetros en norma y continuar haciendo extracciones una vez al día.
3. Realizar aforo al tanque de combustible.
4. Solicitar los servicios técnicos de reparación a la empresa ALASTOR de:
 - Reparación de la llave de paso en el depósito para el tratamiento con químico del agua de alimentar a la caldera para eliminar salideros y pintar el depósito.
 - Insulación de los tramos de tuberías expuestos al medio sin aislamiento térmico.
5. Organizar el área el interior de la cámara de refrigeración según las normas técnicas con el uso adecuado de ganchos, paillets y estantes.
6. Controlar el cumplimiento de la desconexión de las cámaras frías en los horarios comprendidos de 6:00 a 10:00 PM y de 11:00 AM a 01:00 PM.
7. Certificar que el termómetro está apto para su uso con el Centro de Metrología del Territorio.
8. El uso de cortinas de aislamiento a la entrada de la cámara de refrigeración.

Medidas Tecnológicas.

1. Establecer un sistema de mantenimiento acorde al establecido por el fabricante.
2. Preparar documentación técnica para incluir en los planes de inversión:
 - Montaje en la caldera de magnetizadores en el combustible a la entrada del generador de vapor y de emulsionador para mezclar fuel oil con agua.

-
- Diseño o compra un intercambiador de calor que aproveche la energía de los gases residuales para precalentar el aire de entrada al quemador.
 - Panelizar la cámara de refrigeración
3. Ajustar los termostatos de acuerdo a las temperaturas al máximo admitido para los diferentes productos y tomar en consideración el tiempo de rotación de los mismos.
 4. Utilización del vapor para los fines que estuvo concebido en su diseño original cocción, fregado y mesa caliente.

Estas medidas están planteadas por nivel de prioridad y las mismas según su categorización deben desempeñarse de acuerdo a su nivel de competencia que se clasifican en organizativas, técnicas y tecnológicas.

3.2.6 Establecimiento de objetivos, metas y planes de acción.

Los objetivos deben estar encaminados a la política energética para poder establecer las metas las cuales se deben ser cumplidas mediante los planes de acción.

Política Energética1: Garantizar los servicios con la máxima eficiencia energética justificable económicamente.

Objetivo: Establecer un sistema de gestión.

Meta 1: Compromiso de la alta dirección.

Plan de Acción1: Demostrar la necesidad de un sistema de gestión energética.

Meta 2: Crear la Comisión de eficiencia energética.

Plan de acción2: Seleccionar el personal idóneo, interesado y capacitado para formar parte de la comisión de energía.

Meta 3: Capacitar y entrenar a la Comisión de energía.

Plan de Acción3: Establecer un sistema de capacitación externo para la preparación del personal de la comisión energética.

Política Energética 2: Asegurar la información y los recursos necesarios para lograr nuestros objetivos y metas energéticas.

Objetivo: Establecer un sistema de control de la información sobre el consumo de combustibles y la electricidad.

Meta 1: Establecer un registro de las entradas y salidas de combustible.

Meta 2: Establecer registros del uso de la caldera teniendo en cuenta la producción de vapor, las planificaciones y hechos eventuales.

Plan de acción: Coordinar un sistema que garantice y asegure el flujo de la información de la actividad productiva.

Política Energética 3: Lograr la mejora continua del desempeño energético de nuestra unidad.

Objetivo: Reducir el consumo de fuel oíl 1.5 % y de electricidad 2.5%.

Meta 1: Lograr el máximo posible aprovechamiento de la producción de vapor y de la electricidad.

Plan de Acción1: Utilización del vapor para los fines que estuvo concebido en su diseño original cocción, fregado y mesa caliente.

Meta 2: Trazar estrategias para la disminución del consumo de fuel oíl y la electricidad. y gestionar inversiones encaminadas a las mejoras tecnológicas en la unidad.

Plan de Acción 2: Montar en la caldera de magnetizadores en el combustible a la entrada del generador de vapor y de emulsionador para mezclar fuel oíl con agua.

Plan de acción 3: Diseño o compra un intercambiador de calor que aproveche la energía de los gases residuales para precalentar el aire de entrada al quemador.

Plan de Acción 4: Utilizar alternativas para protección contra el sol en el techo del área de cocina, donde está ubicada la cámara de refrigeración para disminuir el efecto de la radiación solar (terrazas verdes, pintura blanca, tela metálica, etc.).

Plan de Acción 5: Panelizar la cámara de refrigeración para disminuir las pérdidas por las paredes.

Meta 3: Explotar técnicamente en la unidad equipos eléctricos y la caldera en buen estado técnico.

Plan de Acción1: Establecer un sistema de control, revisión y mantenimiento de los medios que definen el consumo energético.

Política Energética 4: Cumplir todos los requisitos legales y otros con respecto al uso de portadores energéticos.

Objetivo: Establecer los requisitos legales.

Meta 1: Conocimiento de normas para el uso del combustible fuel oíl.

Plan de Acción1: Implementar las normas establecidas por CUPET para el uso del combustible.

Meta 2: Establecer procedimientos legales para realizar el aforo del tanque combustible y modelos de control del mismo.

Plan de Acción 2: Establecer una documentación por resolución que avale la evaluación esporádica y eventual de las normas de consumo de la caldera.

Política Energética 5: Reducir el consumo de combustible por toneladas transportadas.

Objetivo: Establecer un indicador de desempeño energético que correlacione el combustible fuel oíl con los kg de vapor producidos; así como de la electricidad consumida con los comensales.

Meta 1: Buscar una correlación que tenga un intervalo de confianza superior al 75%.

Plan de Acción 1: Aplicación del diagrama de dispersión a la información del uso de combustible de fuel oíl y la electricidad

Meta2: Tomar como indicadores de desempeño energético litros de combustible/ cantidad de vapor producido (L /kg) para el caso del fuel oíl y de consumo de electricidad / comensales (kWh / comensales)

Plan de Acción 2: Recopilación de datos para el análisis de los indicadores de eficiencia.

Política Energética 6: Reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Objetivo: Reducir 2.90 t de emisiones de gases de efecto invernadero, proveniente de consumo de combustible fuel oíl y la electricidad, así como los gastos energéticos actuales en un 1.63%.

Meta1: Reducir el consumo de combustible de fuel oíl en un 1.5% y el de electricidad en 2.5%.

Plan de Acción1: Explotación de la caldera y del equipamiento de refrigeración sobre la línea meta propuesta.

Política Energética 7: Actualizar regularmente nuestra política energética y comunicarla a todo el personal para su participación consciente en la mejora del desempeño energético.

Objetivo: Establecer un sistema de comunicación donde se actualice y comunique el estado del desempeño energético de la unidad.

Meta1: Involucrar al personal de la Comisión de energía en una estrategia de comunicación.

Plan de Acción1: Aglutinar el personal interesado con iniciativas de mejoras del desempeño energético.

Meta2: Hacer visibles los resultados y ahorros obtenidos durante la aplicación del sistema de gestión energético.

Plan de Acción2: Estrategias de comunicación, gráficas y verbales para informar de los resultados del sistema de gestión.

Conclusiones parciales:

El diseño de la implementación de la etapa de planificación energética de la norma ISO 50001 del 2011 en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT ha permitido arribar a las siguientes conclusiones:

1. Se establece para la unidad los elementos necesarios para el desarrollo e implementación de la planificación energética.
2. La aplicación de las herramientas del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía permitió determinar dos indicadores que caracterizan el desempeño energético de la unidad combustible/cantidad de vapor producido (L /kg) y consumo de electricidad / comensales (kWh / comensales).
3. El establecimiento de la línea base del consumo de fuel oíl con una correlación de más de 75% para el consumo de este portador permitió establecer para los intervalos de oportunidades una línea meta con una correlación 94.3%, lo cual significa un ahorro posible de un 1.5% del combustible de fuel oíl total consumido actualmente y en el caso del establecimiento de la línea base del consumo de electricidad con una correlación de media de 69.42% para el consumo de este portador permitió establecer para los intervalos de oportunidades una línea meta con una correlación 95.4%, aportando aproximadamente un valor de ahorro de 1.95MWh al año que representa el 2.5 % respecto al actual consumo de electricidad.
4. Se establece para la entidad los objetivos, metas y planes de acción para la implementación de la planificación energética.
5. El impacto ambiental asociado al combustible que se utiliza en el cálculo de la línea meta, representa la magnitud que se deja de emitir al medio ambiente equivalente a un total de 2.90 tonCO₂ de emisiones de gases de efecto invernadero y una

disminución a los gastos energéticos actuales de un 1,63 % que representa \$742.02.

Conclusiones generales.

La terminación de la presente investigación permite que se arribe a las siguientes conclusiones:

1. La caracterización energética demostró que el desempeño energético de la unidad se encuentra en un bajo nivel de gestión energética y que debe direccionarse la preparación de la capacitación del personal en el uso de la energía, para identificar las oportunidades de conservación y uso eficiente de la energía en la unidad.
2. La implementación del procedimiento para la planificación energética según requerimientos de la NC ISO 50001: 2011 permitirá elevar la eficiencia y eficacia energética, mejorando el desempeño energético en la Unidad de Logística de la Delegación Provincial del MININT Santiago de Cuba.

-
3. Se aporta por primera vez en la provincia, para una Unidad de Logística de su tipo, el indicador de desempeño energético para el consumo de fuel oíl, L / kg de vapor producidos, con una correlación de 77.25% para la línea base y 94.3% para la línea meta. Para el caso del consumo de electricidad se obtuvo como indicador de desempeño energético consumo de electricidad (kW.h) /comensales, con una correlación de media de 69.42% para la línea base y 95.45% para la línea meta.
 4. La obtención de la línea meta y las aplicaciones de medidas encaminadas al mejoramiento del desempeño energético, como resultado muestran que se obtendrá un ahorro en el año, de 0.51 toneladas de combustible fuel oíl y de 1.95MWh de consumo de electricidad; dejándose emitir al medio ambiente un total de 2.9 tonCO₂ de emisiones de gases de efecto invernadero y disminuyéndose los gastos energéticos actuales en un 1,63 % que representa \$ 742.02.

Recomendaciones

1. Se debe realizar acciones de capacitación sobre la ISO 50001 a directivos del MININT, para su comprensión y facilitar su implementación en la institución.
2. Realizar la implementación de inmediato de la planificación energética propuesta y dar seguimiento al comportamiento de las acciones tomadas para cumplir con la línea meta trazada.
3. Realizar los análisis costos y beneficios para las inversiones propuestas en el trabajo.
4. Generalizar este estudio a las Unidades de Logística con característica similares en el MININT.

Bibliografía

- American National Standards Institute (2008), A Management System for Energy.” ANSI/MSE
- Andrés Jiménez, G. (n.d.) Herramientas gerenciales para la optimización del consumo energético. Estados Unidos: INCAE Business School.
- Arrastía Ávila, M. A. (2010a). Mayor eficiencia energética.
- Arrastía Ávila, M. A. (2010b). Revolución energética global.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2007). Sistema de gestión energética.
- Asociación Española para la Calidad, (n.d.). Gestión de la Energía. Madrid: AEC
- Borrás, N., Carmona, S., Estrany, F., & Oliver, R. (2007).). El cambio climático: los combustibles fósiles y las energías renovables, 92-100.
- Borroto Nordelo, A. E. (2009) Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. Cienfuegos, Cuba: Universidad de Cienfuegos,
- Borroto Nordelo, A. E. (2011). Los sistemas de gestión energética y la nueva norma internacional ISO 50001 Cienfuegos, Cuba.
- Borroto Nordelo, A. E. (2000) Ahorro de Energía en la Generación y Distribución del Vapor.
- Borroto Nordelo, A. E., & Monteagudo Yanes, José P. (2006). *Gestión y Economía Energética*. Cienfuegos, Cuba: Universidad de Cienfuegos.
- British Standards Institution. (2011). ¿Qué son los sistemas de gestión?
- Brown, M.L. (n.d.) Management Systems for Energy,” in Encyclopedia of Energy
- Campos Avella, J. C. (2008) *Tecnologías para el manejo de la información energética*. Barranquilla, Colombia: .Universidad del Atlántico.
- Campos Avella, J. C. (2012) La ISO 50001 y su impacto en la gestión energética empresarial,” presented at the Simposio Iberoamericano de Eficiencia Energética e ISO 50001, Cali, Colombia,
- Campos Avella, J. C. (2012) Sistemas de gestión energética NTC-ISO 50001. Bogotá, Colombia.

- Campos Avella, J. C., Prías Caicedo, O. F., Quispe Oqueña, E. C., Vidal Medina, J. R & Lora Figueroa, E. D. (2008) El MGIE, un modelo de gestión energética para el sector productivo nacional. *El Hombre y la Máquina*, 30.
- Campos Avella, J. C., (2008) Tecnologías para el manejo de la información energética. Barranquilla: Universidad del Atlántico.
- Carretero Peña, A. & García Sánchez, J. M. (2012) *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. España: AENOR ediciones.
- CEEMA, (2009). Ahorro de energía en sistemas de suministro eléctrico.
- CEEMA. (2002). Manual de procedimientos para efectuar la prueba de la necesidad en una empresa.
- Colectivo de autores (2010) *Estimado de reducción de la emisión de CO₂ por acciones de ahorro de electricidad en las condiciones de Cuba*. Santiago de Cuba, Cuba: Universidad de Oriente
- Colectivo de autores, (2002) *Ahorro de Energía en Sistemas Termodinámicos, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente*. Cienfuegos, Cuba: Editorial, Universo Sur.
- Colectivo de Autores, (2008) Normalización en el Ámbito de la Gestión Energética.
- Colectivo de autores, (2009) *Temas Avanzados de Refrigeración y Climatización, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente*. La Habana, Cuba: Editorial, Félix Varela.
- Colectivo de autores. (2006) Gestión y economía energética. Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.
- Colectivo de Autores. (2010) Aplicaciones Industriales. *Revista Ingeniería Energética*. XXXI, 1-5.
- Comisión Nacional de Energía, (1987). Sistemas de Generación y Distribución de Vapor. Cálculos Rápidos. Comisión Nacional de Energía. Ciudad de la Habana, Cuba: CNE.
- CONAE. (1997) Metodología para el desarrollo de diagnósticos energéticos en sistemas de generación y distribución de vapor, CONAE, Versión 1.4.

- Cuba. Partido Comunista de Cuba, (2012) *Documentos del Partido comunista de Cuba*. La Habana, Cuba: PCC.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2002) Directiva 2002/91/Ce Del Parlamento Europeo Y Del Consejo.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2010) Directiva 2002/91/Ce Del Parlamento Europeo Y Del Consejo.
- División de Recursos Naturales e Infraestructura, (2010). CEPAL.
- Energy Star (n.d.) Recuperado de www.energystar.gov.
- Federal Ministry for the Environment, (2010) Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and Federal Environment Agency (UBA), "DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice. A Guide for Companies and Organizations.
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and Federal Environment Agency (UBA), (2010). DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice. A Guide for Companies and Organizations.
- Fernández Pérez, R. D., (2008). *Determinación de Indicadores de Eficiencia Energética en la UCF*. Cienfuegos, Cuba: Universidad de Cienfuegos.
- Greenpeace, A. (2010). Guía verde de eficiencia energética. Recuperado de <http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/cambio-climatico/revolucion-energetica/guia-verde-de-eficiencia-energ.pdf>.
- Guzmán, A. (2010). Sector Energético en América latina. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos93/sector-energetico-america-latina-y-caribe/sector-energetico-america-latina-y-caribe4.shtml#ixzz2t7rf2nkh>
- Hernández Guzmán, A. (2011). *Norma de Gestión Energética para la Universidad de Cienfuegos a partir de la ISO 50001*. Cienfuegos, Cuba: Universidad de Cienfuegos.
- Horta, L. A., (2010). Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Colección Documentos de Proyectos Naciones Unidas.
- Horta, L. A., (2010). Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Colección Documentos de Proyectos Naciones Unidas.

- International organization for standardization (ISO) (2011). ISO 50001:2011, Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso.
- Lambert, I. (2011). Caracterización Energética.
- Lapido Rodríguez M., Gómez Sarduy, J., Borrroto Nordelo, A. & Monteagudo Yanes, J. (2012), La Red de Eficiencia Energética en Acciones Nacionales para la Implementación de la Norma NCISO50001”, Memorias de Universidad 2012, La Habana Cuba, 2012.
- Lapido Rodríguez, M. (n.d.), *Incremento de la eficiencia térmica operacional en calderas pirotubulares.*, Cuba.
- Lapido Rodríguez, M., Gómez Sarduy J., Borrroto Nordelo A., & Monteagudo Yanes J., (2012) La Red de Eficiencia Energética en Acciones Nacionales Para La Implementación De La Norma NC ISO 50001”, Presentado en Universidad 2012, La Habana Cuba.
- Manual De Procedimientos Para Efectuar La Prueba De La Necesidad. (n.d.)Cienfuegos, Cuba.
- Medina, A. D. (2008). *Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos.* (Tesis de Maestría) Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- Normalización, O. I. (junio 2011). *Gana el desafío de la energía con la ISO 5000.* Recuperado de http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es. Pdf.
- Oficina Nacional de Normalización. (2011). *Sistema de Gestión de la Energía- Requisitos con Orientación para su Uso (ISO 50001:2011).* La Habana, Cuba: ONN.
- Pérez Campo, A. (2012) Herramientas soporte para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001: 2011”, (Tesis en opción al título de Master en Eficiencia Energética). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- Pérez Garay, L. (1972), *Generadores de vapor.* La Habana, Cuba: ENPES.
- Pérez Lago L., (n. d.). Sistemas de Gestión Ambiental.
- Ramírez Torres, (2008). *Normalización en el ámbito de La Gestión Energética.* La Habana, Cuba.

- Rodríguez del Rey, A.L.E. (2013) *Implementación de la Etapa de Planificación Energética basado en la NC-ISO 50001 del 2011 en la Empresa Camiones Cienfuegos*, (Tesis en opción al título de Master en Eficiencia Energética), Universidad "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos.
- Rojas Ruiz F. (2008). Sistema de Gestión Ambiental.
- Sánchez, S. & Borroto A. (2008) *Manual de eficiencia energética en edificios públicos*. Quito, Ecuador.
- Sánchez, S. & Borroto A. (2008) *Manual de eficiencia energética en edificios públicos*. Quito, Ecuador.
- Shields, C., (1969) *Calderas, Tipos, Características y Funciones*. Ciudad de la Habana, Cuba: Edición Revolucionaria.
- Sustainable Energy Authority of Ireland (2006), "I.S. 393:2005 Energy Management Systems Technical Guideline.
- Sustainable Energy Authority of Ireland, (2006) I.S. 393:2005 Energy Management Systems Technical Guideline. Estados Unidos: SEAI.
- Universidad del Atlántico and Universidad Autónoma de Occidente. (2007) Guía para la implementación de Sistema de Gestión Integral de la Energía.