



**UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS**
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

Universidad de Cienfuegos

Facultad de Ingeniería.

TRABAJO DE DIPLOMA

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico

**Título: “Bases para la implementación de un Sistema
de Gestión de la Energía en la UEB Helados de la
Empresa de Productos Lácteos Escambray basados en
las herramientas de la NC ISO-50001:2011”**

Autor: Álvaro Valle Hernández

Tutor: Dr. Mario Álvarez Guerra Plasencia

Curso: 2018-2019

Año 61 de la Revolución

Cienfuegos; 2019

Pensamiento:

Mientras no seamos un pueblo realmente ahorrativo, que sepamos emplear con sabiduría y con responsabilidad cada recurso, no nos podremos llamar un pueblo enteramente revolucionario.

Fidel Castro

Dedicatoria:

Dedico este trabajo a la persona más importante en mi vida, mi Mamá, a ella que sin importar las adversidades siempre estuvo ahí con una palabra de aliento, de cariño, a ella que cuando mis piernas temblaron ella sostuvo mi brazo. A ella por ser lo más lindo que me ha dado Dios.

A mis hermanos, a mi padrastro, a mi papa que está en el cielo, a mis tíos y tías, a mis sobrinos, a mis primos, a todas esas personas de las que voy unido por la sangre, pero más por los momentos que hemos vividos juntos.

A mi tutor y a todos mis profesores que contribuyeron a mi formación desde la enseñanza primaria hasta la universidad.

Agradecimientos:

A Dios.

A toda mi familia a los que están en mi vida y a los que se han ido para siempre.

A mis compañeros y amigos.

A mi tutor y a todos mis profesores.

A los trabajadores del Combinado lácteo de Cumanayagua.

A mis compañeros de trabajo del Politécnico José Gregorio Martínez.

A todos los que de una forma u otra han contribuido a la culminación de una de las etapas más importantes de mi vida.

Resumen:

Este proyecto tiene como objetivo fundamental aplicar los requisitos de la planificación energética necesarios para la futura implementación de un Sistema de Gestión de la Energía en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray según la Norma NC-ISO 50001:2011 la cual se sustenta en la introducción de un sistema de mejoras continuas para elevar la eficiencia energética en los procesos productivos y los servicios, por la reducción de los costos energéticos y del impacto ambiental asociado al uso de la energía. Para ello se analiza el uso y consumo pasados y presentes de la energía a partir de un inventario de equipamientos, facturas de empresas suministradoras, medidas puntuales mediante equipos específicos, instalaciones de monitorización, obteniendo las áreas, locales y equipos más consumidores de energía, se compara la correlación existente entre la energía eléctrica consumida por la empresa(kWh) y la producción(t). A partir de esta comparación se establece la línea de base y meta energética y el indicador de desempeño energético a utilizar en la entidad. Se identifican, priorizan y registran oportunidades para mejorar el desempeño energético. También quedan establecidas las medidas para disminuir el consumo de energía eléctrica en la empresa. El alcance del trabajo se enmarca en la ejecución de las tareas de la implementación de la norma. Se concluye que los resultados obtenidos en la etapa de planificación energética contribuyen a la futura implementación de un Sistema de Gestión de la Energía en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Palabras claves:

- ❖ Gestión
- ❖ Energía
- ❖ Planificación
- ❖ Portadores

Summary:

The fundamental objective of this project is to apply the energy planning requirements necessary for the future implementation of an Energy Management System in the UEB Ice Cream Company of Escambray Dairy Products according to the Standard NC-ISO 50001: 2011 which is sustained in the introduction of a system of continuous improvements to increase energy efficiency in production processes and services, by reducing energy costs and the environmental impact associated with the use of energy. To this end, the past and present use and consumption of energy is analyzed from an inventory of equipment, invoices from suppliers, specific measures using specific equipment, monitoring facilities, obtaining the areas, premises and equipment that consume the most energy. compares the existing correlation between the electric energy consumed by the company (kWh) and the production (t). Based on this comparison, the baseline and energy goal and the energy performance indicator to be used in the entity are established. Identify, prioritize and record opportunities to improve energy performance. There are also established measures to reduce the consumption of electricity in the company. The scope of the work is part of the execution of the tasks of the implementation of the standard. It is concluded that the results obtained in the energy planning stage contribute to the future implementation of an Energy Management System in the UEB Ice Cream Company of Escambray Dairy Products.

Keywords:

- ❖ Management
- ❖ Energy
- ❖ Planning
- ❖ Carriers

Tabla de contenido:

Introducción:.....	10
Capítulo I. Búsqueda bibliográfica	13
1.1 La situación energética contemporánea.	13
1.1.1 Panorama energético internacional:.....	13
1.1.2 Panorama energético de América Latina y el Caribe	15
1.2 Estado actual de la economía y uso de la energía en Cuba	16
1.3 Eficiencia energética	17
1.4 Sistemas de Gestión de la Energía.	18
1.5 Norma ISO 50001: 2011	18
1.5.1 Planificación Energética	19
1.5.2 Revisión energética.....	20
1.7 Caracterización de la Industria láctea.	21
1.7.1 Uso portadores energéticos en la industria láctea.	21
1.7.2 Eficiencia energética en la industria láctea cubana.	22
1.7.3 Eficiencia energética en la industria láctea en América Latina.	26
Conclusiones parciales.....	28
Capítulo II. Caracterización energética de la UEB Helados de la Empresa Productos Lácteos Escambray.....	29
2.1 Características fundamentales de la empresa.....	29
2.1.1 Caracterización de la gestión energética en el centro.....	29
2.1.2 Producciones fundamentales de la Empresa.	30
2.1.3 Materias primas fundamentales.	30
2.1.4 Principales Suministradores.	31
2.1.5 Principales Clientes.....	31
2.1.6 EI OBJETO EMPRESARIAL.....	32
2.1.7 MISION.	32
2.1.8 VISION:	33
2.1.9 EVALUACION DE LA ESTRUCTURA.	33
2.1.10 Estructura organizativa de la empresa.	34
2.2 Diagnóstico energético de la EPLE	35
2.2.1 Estructura de consumo de los portadores energético en la EPLE	35
2.2.2 Diagrama de Pareto.	36
2.2.3 Gráfico de control de consumo de energía eléctrica	38
2.2.4 Gráfico Producción VS Consumo	39
2.3 Análisis energético por área de la EPLE.	40

2.3.1 Estructura de consumo de energía eléctrica por área de la EPLE.....	40
2.4 Análisis Energético de la UEB Helados.	41
2.4.1 Etapas del proceso de producción del helado.....	41
2.4.2 Descripción literal del proceso de producción de helado.....	41
2.5 Características de los equipos más consumidores de energía eléctrica en la UEB Helados de la EPLE.....	46
2.5.1 Sistema de refrigeración empleado en la empresa.	46
2.5.2 Identificación de los usos significativos de la energía (USEn).....	47
2.6 Utilización de la energía eléctrica.....	48
2.6.1 Gráficos de control de la planta helados.	49
2.6.2 Gráfico de control del IDEn.....	51
2.6.3 Gráfico Consumo y Producción en el tiempo.....	53
2.6.4 Diagrama de correlación.	54
2.6.5 Diagrama de IDEn VS Producción.	57
2.6.7 Línea de base y línea meta.....	58
2.6.8 IDEn base y meta.	59
Conclusiones parciales.....	60
Capítulo III. Oportunidades de ahorro.....	61
3.1. Proyecto de mejora: Reducción de las cargas de infiltración de aire en la cámara frigorífica.....	61
3.1.1 Cálculo de las cargas por infiltración de aire en la cámara.	61
3.1.2 Cálculo del potencial de ahorro de energía por reducción de las cargas de infiltración de aire en la cámara.	63
3.1.3 Cálculo del gasto monetario (G) que se está pagando por las deficiencias existentes:.....	64
3.2 Proyecto de mejora: Sustitución del aislamiento térmico defectuoso de las tuberías de agua helada.....	64
3.2.1 Cálculo del calor absorbido en las tuberías de agua helada (Q).	64
3.2.2 Cálculo del potencial de ahorro de energía por sustitución del aislamiento defectuoso en las tuberías de agua helada.	66
3.2.3 Cálculo del gasto monetario (G) que se está pagando por las deficiencias existentes:.....	66
3.3 Cálculo del gasto monetario total que se está pagando por las deficiencias analizadas.....	67
3.4 Propuestas de medidas organizativas a implementar en la EPLE.	67
Conclusiones parciales.....	69
Conclusiones generales.	70
Recomendaciones.....	71

Bibliografía utilizada.....	72
Anexos	74

Introducción:

El cada vez más acelerado desarrollo tecnológico unido a las crecientes necesidades de la población mundial ha conducido a un desenfrenado e irracional uso de los recursos energéticos. La manera en que la sociedad utiliza la tecnología para producir y consumir la energía, es responsable de los problemas ambientales más importantes. La lluvia ácida, el daño a la capa de ozono, la contaminación y el efecto invernadero son resultado de la utilización de tecnologías inadecuadas y de una fuerte dependencia de los combustibles fósiles. En los últimos 10 años el consumo de energía en el mundo se ha incrementado, se prevé que este consumo experimente un aumento medio de un 2,5% por año hasta el 2030. De forma general, algunas naciones han concientizado la necesidad de disminuir el consumo energético, y de maximizar la eficiencia del mismo, es por ello que en el 2011 surge la Norma Internacional ISO 50 001, la cual proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, también establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía. En nuestro país las dificultades económicas resultantes de la crisis del período especial influyeron de forma determinante en las reformas emprendidas en el sector energético, es por ello que en el año 2006 queda decretada la Revolución Energética, constituyendo en esencia una transición hacia un nuevo paradigma. Aún en las empresas 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. El sector empresarial ha sido beneficiado con esta revolución energética, auxiliado además con el Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía (SGTEE) y la implementación de la norma NC - ISO 50001:2011. Debido a la importancia que representa la reducción de gastos y el aumento en la eficiencia energética en el sector empresarial cubano, la Empresa de Productos Lácteos Escambray mostró interés en el desarrollo de investigaciones en este sentido. La misión de la empresa es la elaboración de productos lácteos y derivados de la soya, para satisfacer necesidades nutricionales al gusto de la población del territorio central del país y otras provincias; del Mercado en Moneda Nacional y Moneda

Libremente Convertible, con una óptima calidad garantizada acorde a las más estrictas exigencias nacionales e internacionales, asimilando nuevas tecnologías acorde a las exigencias del Mercado y las posibilidades económicas e intereses de la organización, contando con una fuerza laboral con más de 25 años de experiencia , de gran profesionalidad y eficaz preparación.

La Empresa de Productos Lácteos "Escambray" de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos, se ubica dentro de las industrias altamente consumidoras de energía eléctrica, la incidencia fundamental la tiene la UEB Helados con los diferentes equipos del Sistema de Refrigeración por Compresión de Vapor, fundamentalmente los compresores de amoníaco, elementos vitales en el ciclo. Teniendo en cuenta lo anterior en este trabajo se desarrolla un análisis preliminar para determinar la estructura de consumo de la fábrica, identificar que portadores representan el 80 % del consumo energético total y una vez reconocidos se procede a enumerar cada receptor consumidor por portador priorizando los más consumidores, para realizar una correcta planificación energética, contribuyendo a un análisis de eficiencia energética que garantice un uso eficiente de los recursos energéticos.

Problema de investigación:

La UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray no cuenta con un Sistema de Gestión de la Energía que gestione eficientemente la utilización de los recursos energéticos.

Hipótesis:

Si se utiliza la metodología de la etapa de planificación energética de la NC-ISO 50001:2011 se podrá establecer las bases que facilitarán la implementación futura de un Sistema de Gestión de la Energía en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Objetivo general:

Aplicar los requisitos de la planificación energética necesarios para la futura implementación de un Sistema de Gestión de la Energía según la Norma NC-ISO 50001:2011 en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.

Objetivos específicos:

1. Realizar una búsqueda bibliográfica acerca del tema.
2. Realizar la caracterización energética de la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray: portadores, datos históricos, censo de carga, usos significativos de la energía, etc.
3. Determinar el índice de desempeño energético y las líneas energéticas base y meta.
4. Identificar las oportunidades de ahorro.

Capítulo I. Búsqueda bibliográfica

1.1 La situación energética contemporánea.

1.1.1 Panorama energético internacional:

Han sido varios los intentos del hombre por dar solución a la explotación irracional de los combustibles fósiles. Se han dado hechos concretos: las industrias fabrican sus productos consumiendo menos energía, los aviones y automóviles consumen menos combustibles por kilómetros recorridos y se economiza en la calefacción de las viviendas. Medidas estas encaminadas a promover el ahorro de energía a raíz de la crisis energética mundial. Cálculos revelan que desde la década del setenta y hasta el año 2010 se ha reducido en un 20% el consumo de energía en países desarrollados. (Correa, 2011)

El consumo de energía primaria en el mundo en el bienio 2016-2017, desglosada en las distintas fuentes, se muestra en la Tabla 1.1. Según el informe BP Statistical Review of World Energy de junio de 2018, en 2017, el consumo energético mundial creció el 1,91 %, valor mayor que la media de los últimos 10 años (1,7 %). Por zonas geográficas, las tasas de mayor incremento se registraron en Oriente Medio, Asia-Pacífico y África, con valores entre el 3,1% y 2,9%. El informe alude a que el crecimiento del consumo energético ha estado liderado por el gas natural y las renovables, observándose una atenuación en la mejora de la eficiencia y un incremento de emisiones de CO₂. Los combustibles fósiles siguieron siendo mayoritarios, con el 85,2 % de la demanda y 1,5 % de crecimiento. La demanda de este combustible creció el 1,4 %. EE. UU fue el mayor consumidor mundial con el 19,8 % del total, seguido por China con el 13,2 %. (Jimenez, 2018)

Tabla 1.1 Consumo de energía primaria en el mundo en el bienio 2016-2017.

Año	Petróleo	Gas natural	Carbón	Nuclear	Hidráulica	Renovables	Total
2016	4557.3	3073.2	3706	591.2	913.3	417.4	13258.4
2017	4621.9	3156	3731	596.4	918.6	486.8	13510.7
Δ2017/2016	1.42%	2.69%	0.67%	0.88%	0.58%	16.63%	1.90%

Datos en Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo).

Fuente: BP Statistical Review of World Energy, June 2018 y elaboración propia.

La energía es el impulso y un requisito fundamental para el desarrollo tanto social como económico. Desde la Revolución Industrial, el consumo energético mundial no ha parado de aumentar. Hoy por hoy, la utilización de dicha energía está ligada al estilo de vida, se consume más energía cuanto más desarrollada está una sociedad. Es por ello que, durante los últimos veinte años el reclamo de productos energéticos se ha incrementado en un 3% anual a nivel mundial. Este hecho lleva a pensar en la situación energética actual. El consumo de energía primaria se basa en energías no renovables. Aun así, no existe un grave problema con el suministro ya que se puede producir lo que se demanda. Pero al ser fuentes no renovables, éstas tardan millones de años en crearse por lo que, en un futuro no muy lejano, no se podrán ofertar o su precio será excesivamente elevado. A pesar del agotamiento del petróleo mundial los consumos seguirán incrementándose, por lo que se estima que aumente de 78 a 119 millones de barriles día entre el 2002 al 2025. En cuanto a la generación de electricidad se espera que se duplique desde la fecha hasta el 2025, a 26018 billones de KWh, donde el crecimiento más rápido lo experimentarán las economías emergentes, con un promedio de crecimiento de 4,0 % por año, en los países consolidados se prevé un aumento promedio de consumo eléctrico de 1,5 % por año. Por otro lado, cabe destacar, que las reservas mundiales de energía continuaron en ascenso y se cuenta con reservas de petróleo para cubrir la demanda actual de energía por 40 años y de gas natural por 60 años. Existen indicios para sostener que los descubrimientos continuarán en los años venideros por lo cual la seguridad energética de los países pasa más por un análisis de la distribución y geopolítica de las mismas que por una escasez en la oferta. Finalmente, se espera que en los siguientes años el consumo de energía siga liderado por la demanda de petróleo, aunque seguida muy de cerca por la demanda de gas natural, que pasará a ser el segundo energético más demandado (González Pérez, 2016)

Para este escenario será determinante el crecimiento de políticas energéticas que contribuyan a la disminución del consumo de los combustibles fósiles.

1.1.2 Panorama energético de América Latina y el Caribe

En materia de eficiencia energética los países de América Latina y el Caribe presentan situaciones muy diversas. Destacan países como México y Brasil, que desde tiempo atrás han venido consolidando sus marcos institucionales y regulatorios de apoyo a las actividades de eficiencia energética, e implementados exitosos programas en esta área. En contraste, en la gran mayoría de los países de la región los avances han sido más lentos. No obstante, desde hace ya algunos años a nivel regional se constatan importantes progresos en la materia, ya sea con la promulgación de leyes de eficiencia energética, la creación de agencias o unidades específicas encargadas de la temática, o la incorporación de planes de EE al proceso de planificación general del sector energético. La necesidad de actuar frente a los desafíos impuestos por el cambio climático también ha influido en el realce que se le está dando a los temas relacionados con la Eficiencia Energética. (Alfonso Blanco, 2017)

América Latina no ha estado alejada de los problemas energéticos mundiales y ha vivido desde hace muchos años los embates de la crisis energética internacional, fundamentalmente la de los años de la década del 70, de aquí que en este contexto nace la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Esta organización está conformada por 26 países del área (incluida Cuba), y tiene entre sus objetivos desarrollar los recursos energéticos, además de atender conjuntamente los aspectos relativos a su eficiente y su racional aprovechamiento, a fin de contribuir al desarrollo económico y social de la región. Sin embargo, es preciso señalar que los países que integran a la América Latina y el Caribe, no todos presentan las mismas condiciones desde el punto de vista energético, por ejemplo: Venezuela, México, Trinidad y Tobago, Colombia y Ecuador, son considerados exportadores netos de petróleo. Venezuela es la quinta exportadora mundial de petróleo y, cuenta con una reserva para 250 años, manteniendo el volumen vigente de extracción, con el 6,8 % de las reservas, aportando el 3,9 % de la producción. El crecimiento energético en la región estuvo liderado particularmente por la producción de gas natural, con un 3,21 % de crecimiento y de carbón con un importante ascenso en 12,67 %, mientras que la de petróleo se redujeron en 1,85 %,

Venezuela, miembro de la OPEP, se ha mantenido entre los 10 primeros productores de petróleo del mundo, a pesar de problemas ocurridos en el mismo. El país es, por tanto, clave para los mercados energéticos mundiales, con sus reservas probadas de petróleo estimadas en más de 77 mil millones de barriles. Las reservas de gas natural de Venezuela son las mayores de la región, estimadas en unos 147 Trillones de pies cúbicos (TPC). México también tiene grandes reservas de crudo con más 14 mil millones de barriles, mientras que sus reservas probadas de gas natural se estiman en aproximadamente 15 TPC. Según la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la OPEP, la región cuenta con más del 10 % de las reservas mundiales de petróleo y con más de 14 % de la producción mundial de ese hidrocarburo. (Claudio Carpio, 2006)

1.2 Estado actual de la economía y uso de la energía en Cuba

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

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

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

1.3 Eficiencia energética

Se entiende como Eficiencia Energética (EE) a la relación entre la cantidad producida de un servicio o utilidad y la cantidad de energía consumida para proporcionarlo. Una mejora de la eficiencia energética implica producir la misma cantidad consumiendo menos energía, o bien producir más cantidad consumiendo la misma energía. (Gonzalo, 2010)

Además, la industria constituye para cualquier nación uno de los pilares fundamentales de crecimiento económico, identificada simultáneamente con el incremento de la demanda de energía, especialmente con la de tipo eléctrico. Por lo tanto, el emprendimiento de políticas de EE permite cambios

sustanciales en los índices de consumo y mejoras impostergables en la optimización del uso de la energía en sus diferentes formas. (Carpio, 2013)

1.4 Sistemas de Gestión de la Energía.

El sistema de gestión de la energía es la administración eficiente en todos los aspectos relacionados a la adquisición, transportación y uso de la energía necesaria para asegurar el funcionamiento y las necesidades energéticas de la empresa. Este está compuesto por la estructura organizacional, los procedimientos, procesos y los recursos necesarios para su implementación. Un sistema de gestión energética es un conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y procesos y procedimientos para alcanzar esos objetivos. (Borroto A. M., 2006)

1.5 Norma ISO 50001: 2011

La norma ISO 50001, Energy Management Systems, publicada por primera vez en junio de 2011, 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. Esta norma fue publicada oficialmente el 15 de junio de 2011 por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y fue elaborada por un comité de expertos de más de cuarenta países. (Michel de Laire, 2017)

La Norma ISO 50 001 establece un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad. Las organizaciones pueden decidir integrar la Norma ISO 50 001 con las de otros sistemas de gestión, tales como las de gestión de calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional, responsabilidad social u otras. (Lapido Rodríguez, 2015)

Esta Norma Internacional se basa en el ciclo de mejora continua Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización. Ver fig1.1

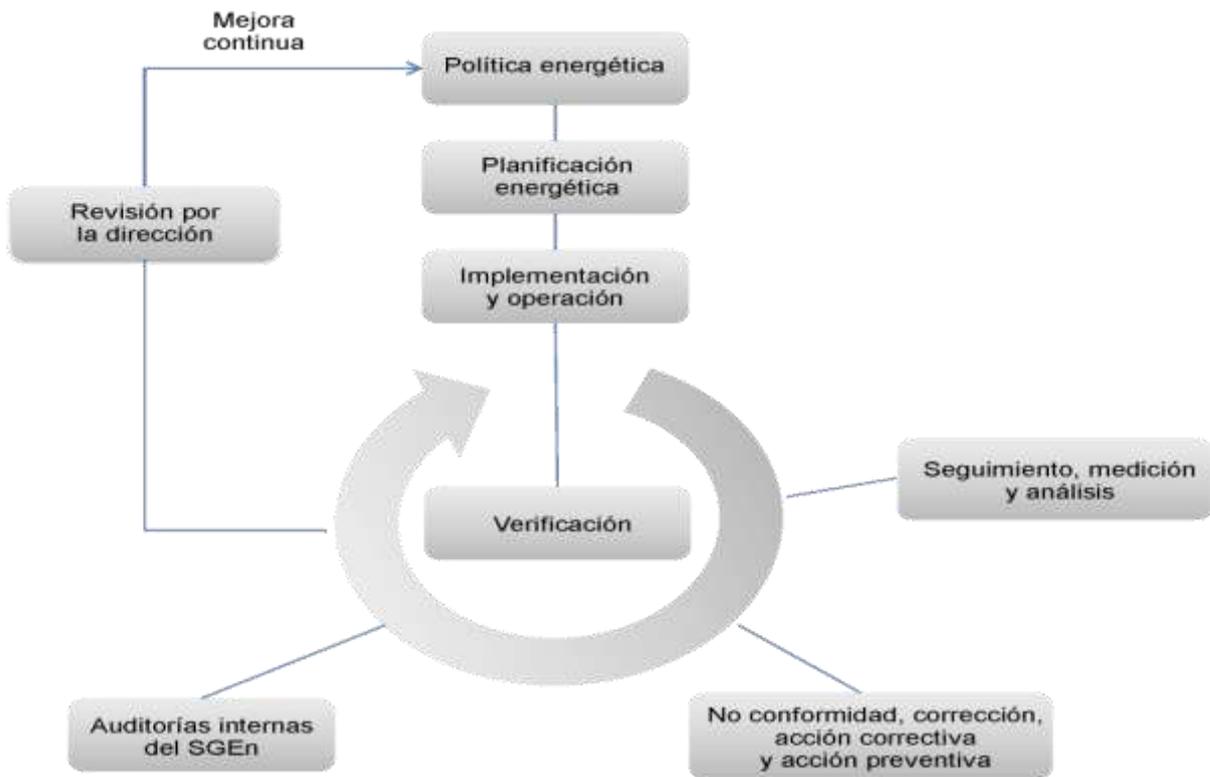


Fig1.2 Modelo del Sistema de Gestión de la Energía de la ISO 50001.
(Pérez Campo, 2012)

1.5.1 Planificación Energética

La planificación en un sistema de gestión, implica la identificación de un problema u oportunidad y a partir de allí, la planificación de las acciones necesarias para resolver dicho problema o para aprovechar la oportunidad. En un sistema de gestión de la energía, el proceso de planificación es medular para todo el sistema, tanto para su alto componente técnico, como para los resultados que en él se obtienen. El proceso de planificación comienza por conocer en detalle la situación energética de la organización a partir de mediciones y análisis de todas las actividades y factores que afectan el desempeño energético. Esto posibilita identificar oportunidades de mejora y establecer los objetivos, metas y planes de acción para la mejora continua del desempeño energético, elementos centrales del sistema de gestión. (Nordelo, 2013). En la figura 1.1 se muestra un diagrama conceptual que ilustra una planificación energética.

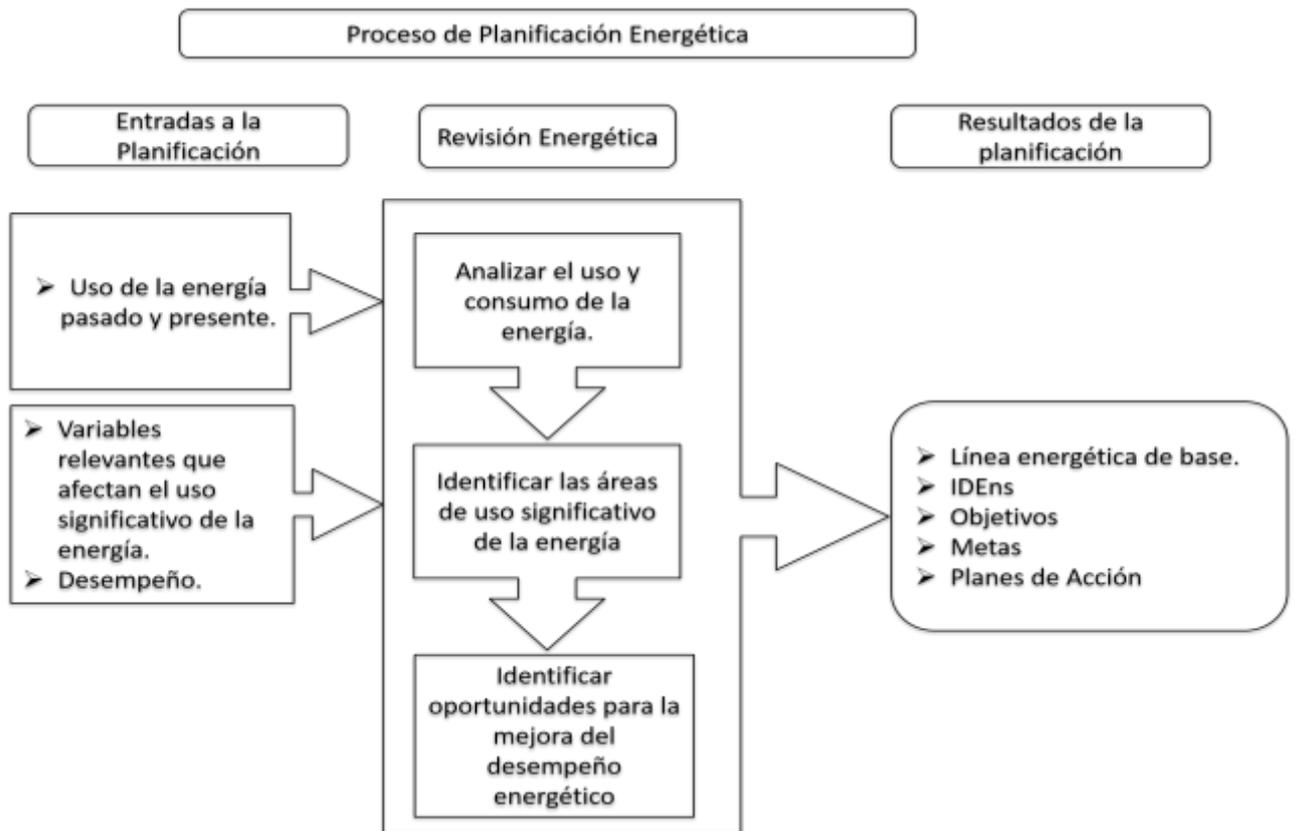


Fig.1.1 Diagrama conceptual del proceso de planificación energética
Fuente: Norma cubana NC - ISO 50 001 y elaboración propia.

1.5.2 Revisión energética

La revisión energética implica la recolección y el análisis de un conjunto de datos para caracterizar la situación energética de la organización y ofrecer la información necesaria para soportar las otras actividades y decisiones de la etapa de planificación.

La revisión energética comprende los siguientes aspectos:

- Identificación de las fuentes de energía (portadores energéticos)
- Análisis de su uso y su consumo pasados.
- Análisis de su uso y consumo presentes.
- Estimación de su uso y consumo futuros.
- Determinación de los usos significativos de la energía.
- Diagnóstico del comportamiento de los procesos, sistemas, equipos e instalaciones asociadas con los usos significativos de energía.
- Identificación de las variables relevantes que afectan los usos significativos de la energía.

- Estimación del uso y consumo futuros para el uso significativo de la energía.
- Identificación y priorización de la oportunidad para la mejora del desempeño energético.
- La metodología y los criterios utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. La revisión energética debe actualizarse a intervalos definidos, usualmente con frecuencia anual, o en respuesta a cambios sustanciales en los procesos tecnológicos, sistemas o equipos energéticos, conservando registros de las revisiones energéticas realizadas.

1.7 Caracterización de la Industria láctea.

1.7.1 Uso portadores energéticos en la industria láctea.

La utilización de energía permite asegurar la calidad de los productos que se ofrece la industria lechera, principalmente en la generación de vapor para los tratamientos térmicos y la refrigeración en la etapa de almacenamiento. Se considera que en una planta procesadora de lácteos, aproximadamente un 80% del consumo total se obtiene a través de la combustión de combustibles fósiles (diésel, gas, etc.) en tanto que el 20% restante es energía eléctrica, y de esta, la refrigeración representa entre un 30 a 40% . (RAC/CP, 2002)

Una de las industrias fundamentales para la alimentación de la población a nivel mundial la constituye la industria de producción y elaboración de productos provenientes de la leche. De forma general abarca las producciones de quesos, mantequillas, yogurt, entre otros derivados de la leche.

El proceso productivo comienza desde la transportación de la leche hasta la elaboración de los productos y tratamiento de residuales. Existen por tanto elevados consumos de energía, agua y otros portadores energéticos que se utilizan en gran escala.

La energía térmica se utiliza grandemente tanto en la esterilización como en la limpieza, pudiendo suponer hasta un 80% del consumo global. Respecto a la energía eléctrica, el máximo consumo se produce en el enfriado, y la conservación seguida de las operaciones homogenización, desaireación, clarificación, etc. Existen sin embargo una serie de sistemas de bombeo, de

compresión, y otras tecnologías asociadas a este sector que son altos consumidores de energía eléctrica.

La diversidad de procesos tecnológicos, por lo general altos consumidores de energía, que tienen lugar en los procesos productivos de la industria láctea conducen a la existencia de excelentes potenciales para el uso racional y eficiente de los portadores energéticos. Para lograr este objetivo es necesario fomentar y desarrollar una cultura energética general que abarque todos los eslabones del proceso, desde la máxima dirección hasta los operadores. Insertar mecanismos de gestión energética en las empresas, soportadas en el uso de herramientas de avanzada, y tecnologías de punta permitirán mejorar el desempeño energético, la imagen, y la competitividad de la empresa.

Las empresas productos lácteos son generalmente energo-intensivas o sea de alto consumo eléctrico por lo que en Cuba se ha establecido una directiva encaminada a la disminución del consumo energético y al uso eficiente de los recursos. Esta política energética del país está enmarcada dentro de los lineamientos establecidos en el VI congreso del PCC.

Por eso es importante realizar en este sector estudios energéticos como son diagnósticos, auditorías energéticas, implementación de sistemas de gestión, especialmente la aplicación de la norma ISO 50001 de forma tal que beneficie la eficiencia energética de las empresas.

1.7.2 Eficiencia energética en la industria láctea cubana.

En la bibliografía consultada se encontraron varios trabajos de eficiencia energética en lácteos cubanos a continuación, se harán referencias a ellos mostrando los resultados más relevantes:

- Propuesta e implementación de un sistema para el control y la administración eficiente de los recursos energéticos en el combinado lácteo de Pinar del Río. Trabajo realizado en el 2007 en la Universidad de Pinar del Río por los autores: Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, Wicher Rivera Machín, Jesús M. Valdez Lazo, Luis Manuel García Rojas. Los principales resultados de este trabajo fueron: se crearon las capacidades técnico organizativas que permiten elevar el nivel de gestión de la energía, así como la determinación de los equipos y áreas donde se

presentan los mayores consumos energéticos. Se determinó que aún no se explotan en todas sus posibilidades las Fuentes Renovables de Energía. La acción y respuesta en el ahorro y uso eficiente del agua, fue muy positiva donde se involucró todo el consejo de dirección y se palpó el ahorro en la facturación. La evaluación realizada evidencia que el control y la administración del consumo de portadores energéticos en la entidad, confronta problemas de carácter técnico-organizativo que impiden un uso más racional y eficiente de los mismos por la carencia de un sistema adecuado de dirección de la energía, lo cual justifica la implementación de la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía. Además, permitió perfeccionar el banco de problemas energéticos de la entidad. Se identificó como puesto clave el sistema de refrigeración de helados que consume 692 MWh que representa el 17,33% del consumo total de electricidad de la empresa, teniendo una producción de helados de 484,5t. (Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, 2007)

- Propuesta e implementación de un sistema para el control y la administración eficiente de los recursos energéticos en el combinado lácteo de Sandino. Trabajo realizado en el 2007 en la Universidad de Pinar del Río por los mismos autores. Los principales resultados de este trabajo fueron: Se identificó como puesto clave el sistema de refrigeración de helados que consume 110,9 MWh que representa el 12,39% del consumo total de electricidad de la empresa, teniendo una producción de helados de 189,5t (Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, Propuesta e implementación de un sistema para el control y la administración eficiente de los recursos energéticos en el combinado lácteo de Sandino., 2007)
- Propuesta e implementación de un sistema para el control y la administración eficiente de los recursos energéticos en el combinado lácteo Santa Cruz. Trabajo realizado en el 2007 en la Universidad de Pinar del Río por los mismos autores. Se identificó como puesto clave el sistema de refrigeración de leche y quesos que consume 748,9 MWh que representa el 50,5% del consumo total de electricidad de la empresa, teniendo una producción de helados de 571,5t (Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, Propuesta e implementación de un sistema para el

control y la administración eficiente de los recursos energéticos en el combinado lácteo Santa Cruz., 2007)

- Perfeccionamiento del sistema de gestión energética en el Combinado Lácteo El Vaquerito. Trabajo realizado en el 2014 en la Facultad de Metalurgia y Electromecánica, departamento de Eléctrica, por el autor Yuordhains Carrera Durán. Se presentan algunas nociones generales de la Gestión Energética, así como herramientas y funciones de un Sistema de Gestión, el uso y destino de los portadores energéticos en el Combinado Lácteo “El Vaquerito”. Se trata el comportamiento de los portadores energéticos, así como el desarrollo de las herramientas utilizada en la implantación del Sistema de Gestión, se dan a conocer los resultados de la supervisión energética. Además, se presentan los resultados del estudio general del Sistema de Suministro Eléctrico debido a su grado de importancia en la estructura energética. Se proponen las medidas organizativas e inversiones necesarias para mejorar la eficiencia y la Gestión Energética en la Empresa, a partir de las ineficiencias detectadas en el proceso del diagnóstico energético aplicado, la actualización y propuesta del Sistema de Gestión Energética eficiente, el plan de medidas de ahorro y la propuesta de los primeros pasos en la implantación de un Sistema automatizado para la Gestión Energética en la Empresa. (Durán, 2014)
- Propuesta de sustitución de tecnología en el sistema de refrigeración de la fábrica de helados del Combinado Lácteo de Pinar del Río. Trabajo realizado en el 2012 en la Universidad de Pinar del Río por los autores: Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, Wicher Rivera Machín, Jesús M. Valdez Lazo, Luis Manuel García Rojas. La carga térmica que debe vencer el sistema de refrigeración con su efecto refrigerante sobre la carga es de 80,76 kW. El sistema de refrigeración con amoniaco se comportaba de la siguiente manera: Potencia del moto-compresor = 142,4 kW, Potencia compresor = 121,04 kW, Coeficiente de funcionamiento = 2,26. El sistema de refrigeración con R404A por cada unidad se comporta de la siguiente manera: Potencia del moto-compresor = 4,6 kW, Potencia compresor = 3,91 kW, Coeficiente de funcionamiento = 2,0. Para satisfacer las necesidades de las cámaras de helado se requiere instalar

en la cámara uno siete unidades y para la dos tres. La aplicación de esta variante propuesta significa un ahorro de 213,8 Kwh. La sustitución tecnológica concebida a un costo de 935 000,00 CUC se amortiza 0,52 años. (Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, Propuesta de sustitución de tecnología en el sistema de refrigeración de la fábrica de helados del Combinado Lácteo de Pinar del Río., 2012)

- Evaluación de la gestión energética en la fábrica de helados de Bayamo. Trabajo realizado en el 2016 en la Universidad de Granma, facultad de Ciencias Técnicas, departamento de Ingeniería Mecánica, por el autor: Geovanny Rodrigo Albán Robayo. Las áreas de mayor consumo de energía eléctrica son la Sala de Máquinas y la de Preparación de Sabores con un 80,4%. El portador energético de mayor consumo en toneladas equivalente de petróleo fue la energía eléctrica con un 97 %. Las variables evaluadas energía eléctrica y la producción presentan una correlación débil, ya que los valores R2 son inferiores a 0,2 en los años 2013 y 2014. Las variables evaluadas energía eléctrica y la producción presentan una correlación fuerte, ya que el valor de R2 es 0,86, lo que se considera aceptable para el periodo evaluado del año 2015. Las variables de la energía y la Producción en el tiempo, presenta un deficiente comportamiento de forma general, para el periodo analizado (años 2013, 2014 y 20 15), ya que al aumentar una la otra disminuye y viceversa. Se evidencia una mejoría del estado energético de la Fábrica de Helados de Bayamo en el año 2015. La Gestión energética de la Fábrica de Helados es Incompetente e Inconsciente. La ecuación de la energía(MWh) en función de la producción (G)resultante fue: $E=0,5106P+55,975$ con una correlación de 0,8769. (Robayo, 2016)
- Evaluación energética de una planta de helados. Trabajo realizado en el 2016 en la Universidad Tecnológica de la Habana, Cujae, facultad de Ingeniería química, departamento de Ingeniería Química, por el autor: Yanet Sariego Toledo.El ciclo de refrigeración de la planta analizada trabaja con un coeficiente de funcionamiento de 1,75 y un rendimiento relativo del 58,35 % lo cual evidencia que hay una baja eficiencia energética y potencialidades de mejoras. El índice de consumo de electricidad en esta planta por concepto de refrigeración es de 0,047

kW-h/kg de producto. Debido a las irreversibilidades del sistema la pérdida de capacidad de trabajo en el ciclo es de 185,6 kW lo que indica que es posible mejorar la eficiencia exergética fundamentalmente en el tanque de recirculación de baja. Es posible incrementar la eficiencia energética y exergética de la planta de refrigeración si se disminuye la temperatura de condensación, pues se mejoran los indicadores de funcionamiento y en particular se disminuye el trabajo de compresión del sistema lo que conlleva a un ahorro de 40,54 kWh. (Toledo, 2016)

1.7.3 Eficiencia energética en la industria láctea en América Latina.

Además de estos trabajos realizados en la industria láctea cubana encontramos otros realizados en países de América Latina.

- Gestión energética para el proceso industrial de producción de leche de consumo. Trabajo realizado en el 2014 en Bogotá, en la Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Eléctrica, por David Ricardo Neita y Juan David Quitian. El proceso de generación de agua helada es uno de los mayores contribuyentes al consumo energético, debido a que siempre en este proceso de producción de leche de consumo se deben disponer de compresores con motores de alta potencia. Este proceso presenta un comportamiento estable, pues como se observó en las mediciones su consumo de energía presenta pocas fluctuaciones manteniéndose como zona crítica en el proceso, de este depende la conservación del producto y esta debe hacerse de manera continua. Esta es una variable de potencial de ahorro energético pues todas las pequeñas, medianas y grandes empresas requieren de este proceso, de allí que se propongan soluciones que permitan reducir los consumos energéticos del proceso haciendo inversiones a maquinaria de alta eficiencia. De acuerdo al estudio económico que se llevó a cabo es importante aplicar cambios en tecnología en especial a los motores de mayores potencias, así mismo en la investigación se visualizaron pérdidas de vapor, es por eso que en los sistemas de vapor se pueden generar pequeños cambios que pueden hacer más eficientes las instalaciones en los procesos, cambios como remplazode tubería obsoleta por tubería nueva o en la que se presenta corrosión o fugas,

además de instalar trampas de vapor. Además del impacto significativo sobre las condiciones ambientales y energéticas que enfrentan los países en vía de desarrollo, este proyecto tiene un impacto directo sobre las industrias de lácteos, ya que con la implementación de un sistema de gestión de energía que mejore la competitividad de la misma se incrementan sus ingresos, así mismo estos procesos permitirán que los usuarios finales tengan a disposición un mejor producto con calidad cuyo precio final puede llegar a ser menor al reducirse los costos operativos y de mantenimiento en estos procesos, favoreciéndose la producción de este alimento primordial para la canasta familiar de la población colombiana. (Quitian, 2014)

- Evaluación y mejora de la eficiencia energética en la producción de queso fresco en la planta de Cungapite(Cañar). Trabajo realizado en el 2017 en Ecuador en la Universidad de Cuenca por el ingeniero William Néstor Bernal Neira.Uno de los elementos críticos identificados en la planta de Cungapite es la falta de información (registros) relacionada con los consumos energéticos, lo que ha llevado a sugerir, como primer elemento, la adopción de hojas de control y de registro de producto terminado, consumo de combustible y consumo de energía eléctrica. Se ha identificado que la planta de Cungapite, presenta varios elementos que deben ser revisados y corregidos para mejorar la eficiencia energética. El primero es la falta de aislamiento térmico en el sistema de transporte de vapor, así también la falta de tratamiento de agua para caldera pudiendo hacer que se genere escora al interior y reduciendo la eficiencia de la caldera y la falta de un programa de mantenimiento en los equipos productores de frío, un mal funcionamiento puede traducirse en ineficiencia energética. El desconocimiento de elementos técnicos ha sido un factor predominante para que la administración descuide importantes oportunidades de mejora y reducción de costos relacionados a los consumos energéticos. La percepción actual de la administración, sin fundamento técnico, es que el consumo eléctrico es alto, llegando al punto de paralizar equipos importantes dentro del proceso, como las cubas de recepción encargadas de mantener la cadena de frío de la leche.(Neira, 2017)

Conclusiones parciales

1. La gestión energética constituye una herramienta fundamental en el mundo moderno mediante la cual se puede administrar la energía en las distintas empresas y entidades produciendo efectos positivos desde el punto de vista económico y ambiental de las mismas.
2. Las empresas de productos lácteos para el proceso productivo requieren de un conjunto de equipos, tecnologías y medios que son altos consumidores energéticos, y por tanto en ellas se presentan excelentes oportunidades de ahorro a través de una administración de la energía efectiva.
3. Existen antecedentes de trabajos de investigación sobre la eficiencia energética en la industria láctea tanto en Cuba como en América Latina, en los que se refiere la electricidad como portador energético más utilizado y como indicador de desempeño energético (IDEn) la relación consumo eléctrico vs; producción física (ton o kg).

Capítulo II. Caracterización energética de la UEB Helados de la Empresa Productos Lácteos Escambray.

2.1 Características fundamentales de la empresa.

La Empresa de Productos Lácteos Escambray se encuentra localizada en la Zona Industrial Km. 1 en el Municipio de Cumanayagua Provincia de Cienfuegos y sus tres fábricas; Quesos, Helados y Pasteurizadora se encuentran ubicados en la misma dirección, así como sus unidades de aseguramiento y apoyo.

La entidad se encuentra en las estribaciones del macizo montañoso del "ESCAMBRAY" limita al norte con la Carretera a Manicaragua, al sur con la Finca La Cuchilla, al este con la Finca la Esperanza y al oeste con la Finca Amorín. El desarrollo creciente del ganado en el Valle del Tablón y el Abra, motiva la creación de dos Empresas productoras de leche a la que posteriormente se incluye la Empresa Pecuaria La Sierrita para conformar la trilogía de Empresas Pecuarias tributarias a la Industria.

Su construcción comenzó por la Fábrica de Quesos en el año 1973, al tener en cuenta los factores favorables existentes en esta zona geográfica y las perspectivas de amplio desarrollo concebidas para los planes lecheros circundantes de; El Tablón, El Abra, La Sierrita y Breñas.

Posteriormente y por decisión de nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, a finales del mismo año (1973), dada la ubicación de los equipos tecnológicos, se concibe la construcción de la Fábrica de Helados, que inicialmente se planificara en la ciudad de Santa Clara.

El 26 de julio de 1975 se pone en marcha la Fábrica de Helados y el 1ro de mayo de 1976 la Fábrica de Quesos, posteriormente en el año 1989 se concluye la construcción y montaje de la Planta Pasteurizadora perteneciente también a ésta entidad.

2.1.1 Caracterización de la gestión energética en el centro.

Desde su inauguración la Empresa ha sido considerada como gran consumidora de portadores energéticos. Desde el año 2000 se trabaja la política energética en la Empresa sobre la base del concepto de Tecnología

Total Eficiente de la Energía en la industria. En el concepto de conservación de energía, se relacionan todas las medidas dirigidas a racionalizar su utilización, teniendo como objetivo fundamental la obtención de un óptimo rendimiento energético, sin detrimento de la productividad en cada proceso. El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de más servicios energéticos, que es equivalente a disponer de más energía. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en los recursos naturales y en la emisión de contaminantes incluido el dióxido de carbono.

Desde 1996 la Empresa inicia un proceso de recuperación productiva y de mejoría en los índices de consumo, reflejo de una mayor eficiencia energética en la Empresa, que está aplicando la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía.

2.1.2 Producciones fundamentales de la Empresa.

- Quesos de diferentes tipos
- Leche Pasterizada
- Yogurt Natural
- Derivados de la Soya (Yogurt, queso crema, etc.)
- Helados en diferentes tipos y modalidades.

2.1.3 Materias primas fundamentales.

- Leche Fresca de Vaca
- Leche Entera en Polvo
- Leche Descremada en Polvo
- Azúcar
- Soya en Grano
- Mantequilla sin sal

- Aceites Esenciales

2.1.4 Principales Suministradores.

- Empresa Pecuaria El Tablón
- Empresa Pecuaria La Sierrita
- Empresa Pecuaria Aguada
- UNILAC (Para las Materias Primas Lácteas)
- Complejo Lácteo Habana
- MINAZ
- CUPET
- Empresa Nacional de Envases Corrugados La Esperanza
- Rayonitro.
- Empresa del Vidrio de San José de Las Lajas en la Provincia Habana
- IIIA

2.1.5 Principales Clientes.

- Empresas Gastronómicas de cada municipio de la Provincia de Cienfuegos
- Empresa de Restaurante y Alojamiento de la Provincia de Cienfuegos
- Empresa Productos Lácteos de Villa Clara
- Combinado Alimenticio Río Zaza
- Cadena OFERTAS (En diferentes provincias como Cienfuegos, Ciudad de La Habana, Sancti Spíritus, etc.)
- Empresa Comercializadora Complejo Lácteo, Varadero y Ciego de Ávila.
- Sector relacionado con la atención al turismo (Horizontes, Cubanacán, Isla Azul, Rumbos, etc.).

Competidores:

- Nestlé

- Empresa de Productos Lácteos Matanzas
- Complejo Lácteo Habana

2.1.6 EI OBJETO EMPRESARIAL aprobado para la Empresa de Productos Lácteos “Escambray”, es el siguiente:

- Realizar la compraventa de leche fresca, en moneda nacional y divisa.
- Comercializar de forma mayorista en moneda nacional y divisas en su territorio las producciones del resto de las empresas del sistema de la Unión Láctea.
- Producir, distribuir y comercializar de forma mayorista leche fluida, leche en polvo, yogurt, helados, quesos, mezclas físicas y otros productos derivados de la leche, la soya y sus análogos y otros productos lácteos y sus análogos, en moneda nacional y divisas.
- Producir y comercializar de forma mayorista mezclas físicas, en moneda nacional y divisas.
- Prestar servicios de almacenamiento y alquiler de medios de transporte refrigerados, en moneda nacional
- Ofrecer servicios gastronómicos a los trabajadores de la entidad, así como al sistema del Ministerio de la Industria Alimenticia, mediante instalaciones rústicas a tal fin, en moneda nacional.
- Realizar la compra de quesos al sector campesino, en moneda nacional.
- Efectuar la venta a los trabajadores del sistema en el territorio de los excedentes de productos cárnicos y agrícolas del autoconsumo, en moneda nacional

2.1.7 MISION.

Elaboración de productos lácteos y derivados de la soya, para satisfacer necesidades nutricionales al gusto de la población del territorio central del país y otras provincias; del Mercado en Moneda Nacional y Moneda Librementemente Convertible , con una óptima calidad garantizada acorde a las más estrictas exigencias nacionales e internacionales, asimilando nuevas tecnologías acorde

a las exigencias del Mercado y las posibilidades económicas e intereses de la organización, contando con una fuerza laboral con más de 25 años de experiencia , de gran profesionalidad y eficaz preparación.

2.1.8 VISION:

La Empresa de Productos Lácteos ESCAMBRAY está en perfeccionamiento empresarial, realiza producciones de derivados lácteos como helado, quesos especializados tradicionales y análogos, leche pasteurizada, derivado de la soya y mezclas físicas. Todas estas producciones son competitivas y redituables, con tecnología homologada a la media internacional. Las mismas satisfacen los requerimientos de los clientes del mercado nacional con un incremento progresivo de las ventas.

2.1.9 EVALUACION DE LA ESTRUCTURA.

La estructura real está formada por un Director, 4 Sub-Directores, 17 Jefe de Departamentos, 4 Áreas Especializadas, 3 Plantas de Producción, un Taller Automotor y un Taller de Mantenimiento Fabril que se interrelacionan de forma funcional y con una estructura lineal, lo cual resulta evidente que reduciendo los niveles de dirección intermedios se garantiza una mayor y mejor transmisión de información, se acelera el proceso en la toma de decisiones y se acerca la dirección a la producción.

La satisfacción personal del colectivo se expresa en un clima favorable con predominio de la cooperación mutua en función del interés general de la entidad. Dirigen la empresa los Cuadros más capaces altamente motivados y con un elevado nivel de gestión, utilizando la informática como forma de elevación de la efectividad y mantener el liderazgo en la comercialización de productos lácteos y derivados de la soya.

Existe una Estrategia Ambiental y una disminución de la contaminación. La empresa está compuesta por 738 trabajadores.

Para la producción de la EPLE se conjugan una serie de elementos que son de vital importancia tal como se muestra en la figura 2.1, como son la electricidad, la producción de vapor, enfriamiento del agua para las cámaras de frío, la materia prima necesaria para la producción de quesos, helados y productos

pasteurizados, de esta producción se extraen residuos que se utilizan posteriormente en la cría porcina.

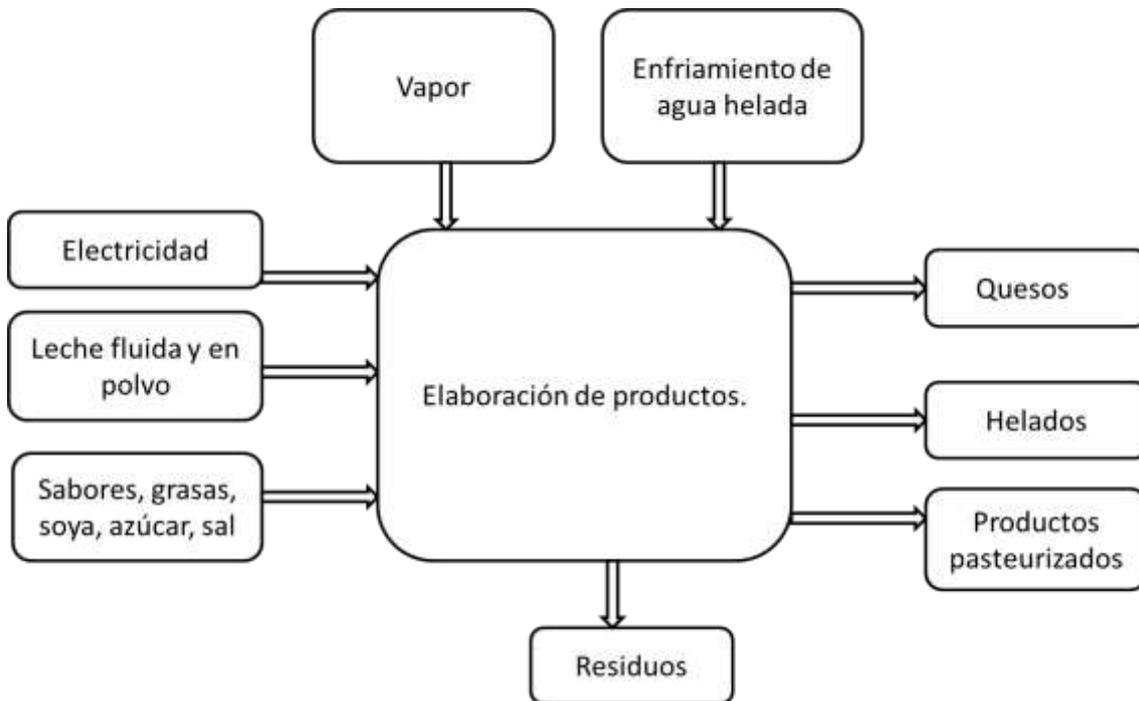


Fig. 2.1 Diagrama de flujo de la producción de la EPLE.

Fuente: Elaboración Propia.

2.1.10 Estructura organizativa de la empresa.

En el esquema de la figura 2.2 se observa la estructura organizativa y de dirección de La Empresa de Productos Lácteos Escambray, la misma se encuentra conformada por: 1. Director general 2. Vice dirección general (director adjunto) 3. Grupo de seguridad y protección 4. Subdirecciones de tecnología, recursos humanos y contabilidad y finanzas 5. 4 unidades empresariales de base (UEB) cuya misión es garantizar la producción, comercialización y transporte de los distintos productos terminados que se generan en la EPLE.

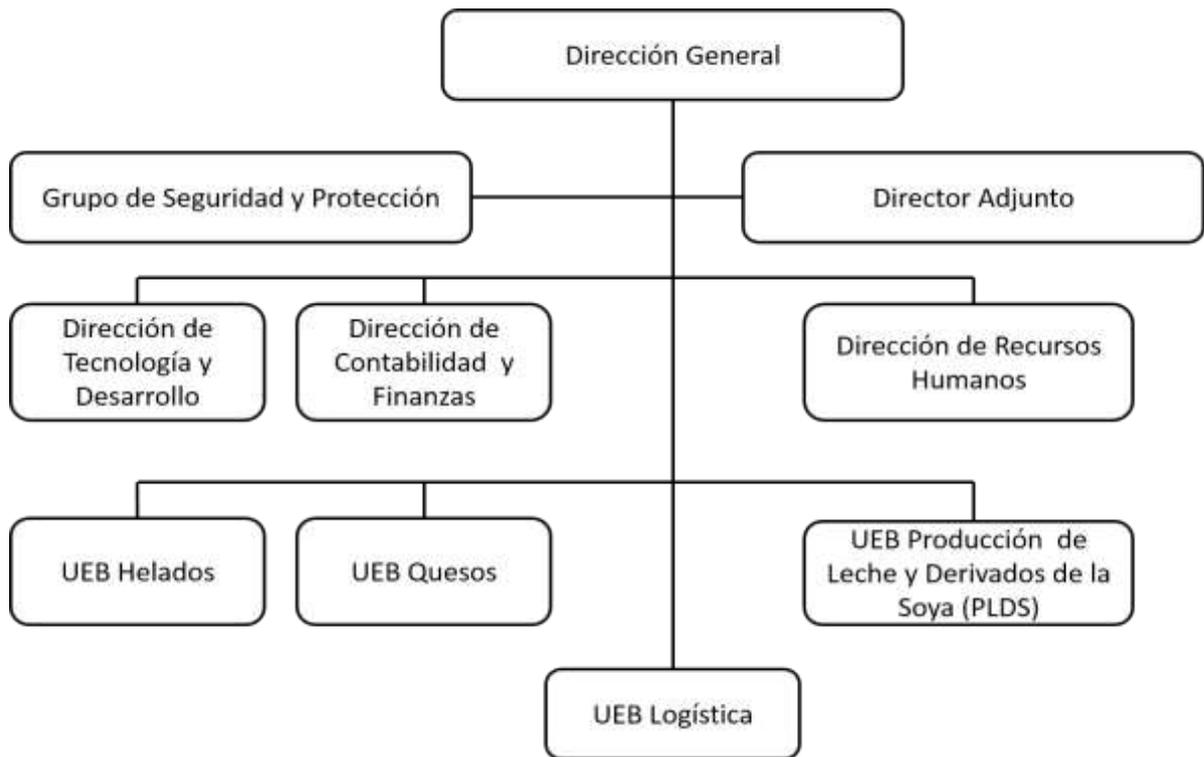


Figura 2.2 Organización estructural de la EPLE.

Fuente: Elaboración Propia.

2.2 Diagnóstico energético de la EPLE

Para el diagnóstico de la EPLE se utilizaron un conjunto de datos de consumo (electricidad MWh) y producción (toneladas de productos) en el año 2017 y 2018. Para el análisis energético se utilizan algunas de las herramientas de la ISO 50001:2011.

2.2.1 Estructura de consumo de los portadores energético en la EPLE

Para los diferentes procesos que existen en la Empresa Productos Lácteos Escambray se consumen varios portadores energéticos, tal como se muestra en la tabla 2.1 y 2.2.

Tabla 2.1 Estructura de los portadores energéticos año 2017

Portador	UM	Consumo	Consumo(TEP)
ELECTRICIDAD	MWh	5463.66	1913.26
FUEL-OIL	T	959.9415	950.63
DIESEL	T	811.19168	854.51
GASOLINA.	T	32.2048	43.61
TOTAL			3762.01

Tabla 2.2 Estructura de los portadores energéticos año 2018.

Portador	UM	Consumo	Consumo(TEP)
ELECTRICIDAD	MWh	5000,96	1751,24
FUEL-OIL	T	1137,18	1126,15
DIESEL	T	806,31	849,37
GASOLINA.	T	27,81	37,67
TOTAL			3764,42

2.2.2 Diagrama de Pareto.

La figura 2.3 y 2.4 muestra la estructura de consumo de los portadores energéticos de la EPLE en los años 2017 y 2018, se utilizará una de las herramientas de la norma ISO 50001, el Principio de Pareto, donde se analizarán los portadores energéticos que consuman hasta un 80% del consumo total de la empresa, para hacer este gráfico se convirtieron los consumos a toneladas equivalentes de petróleo.

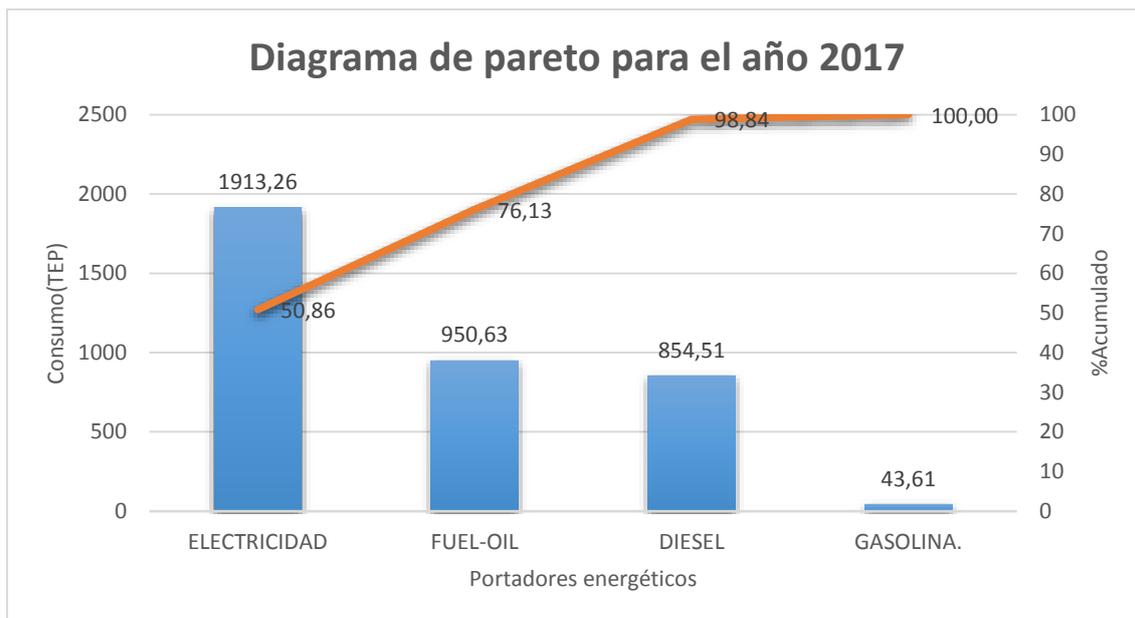


Fig. 2.3 Estructura de consumo de la EPLE en el año 2017.

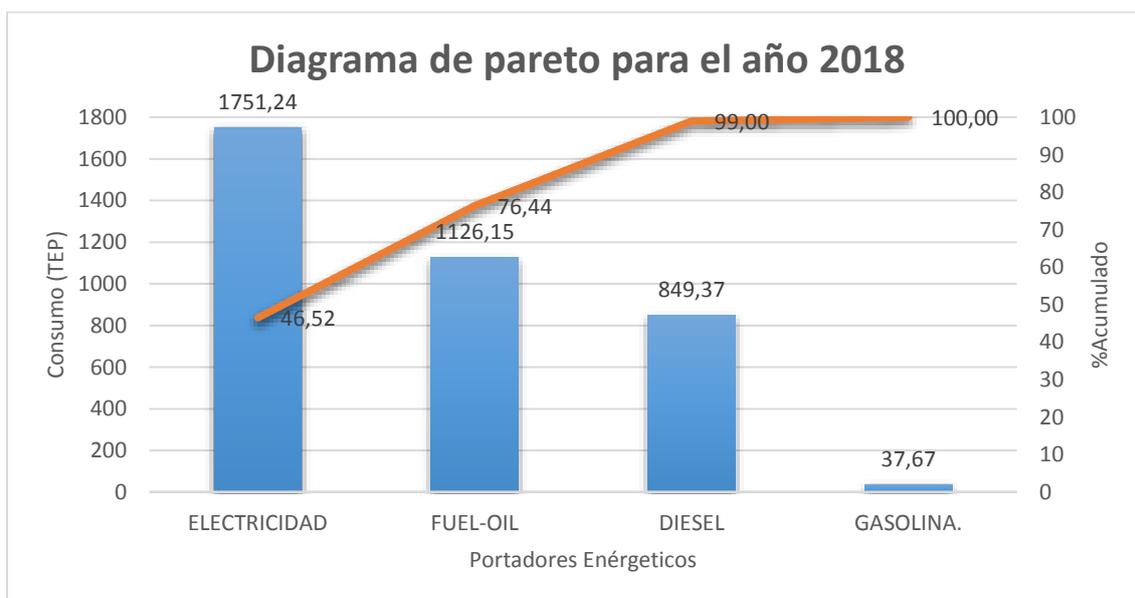


Fig. 2.4 Estructura de consumo de la EPLE en el año 2018.

Se aprecia en la figura 2.3 y 2.4 que el portador energético que más se consume en la empresa es la energía eléctrica con un 50.86% en el año 2017 y con un 46.52% en el año 2018 de energía equivalente, esto responde a la presencia de una gran cantidad de equipos y tecnologías de producción en la entidad que son grandes consumidores de energía eléctrica, por tanto, se hará un análisis de este portador a nivel de empresa y después a nivel de las UEB productivas. Según el principio de Pareto se analizará los portadores que

representen el 80% del consumo total de la empresa, por tanto, se debería analizar el consumo de fuel oil pero por falta de datos y de tiempo solo se analizará el portador más utilizado.

2.2.3 Gráfico de control de consumo de energía eléctrica

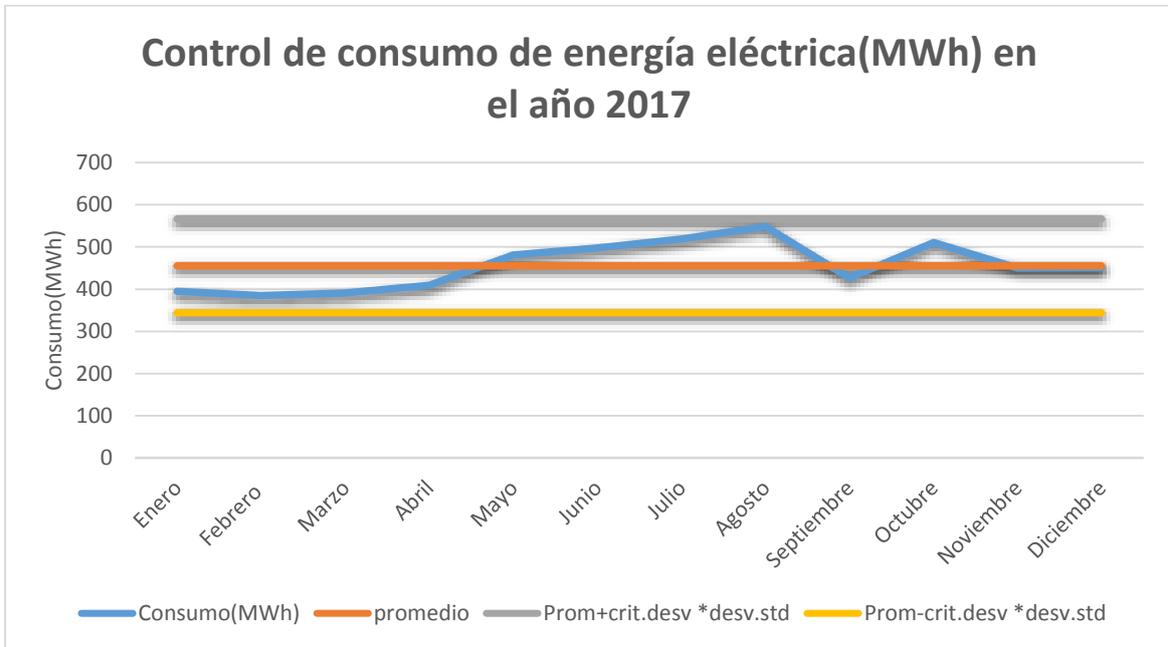


Fig. 2.5 Gráfico de control de consumo de energía eléctrica en el año 2017.

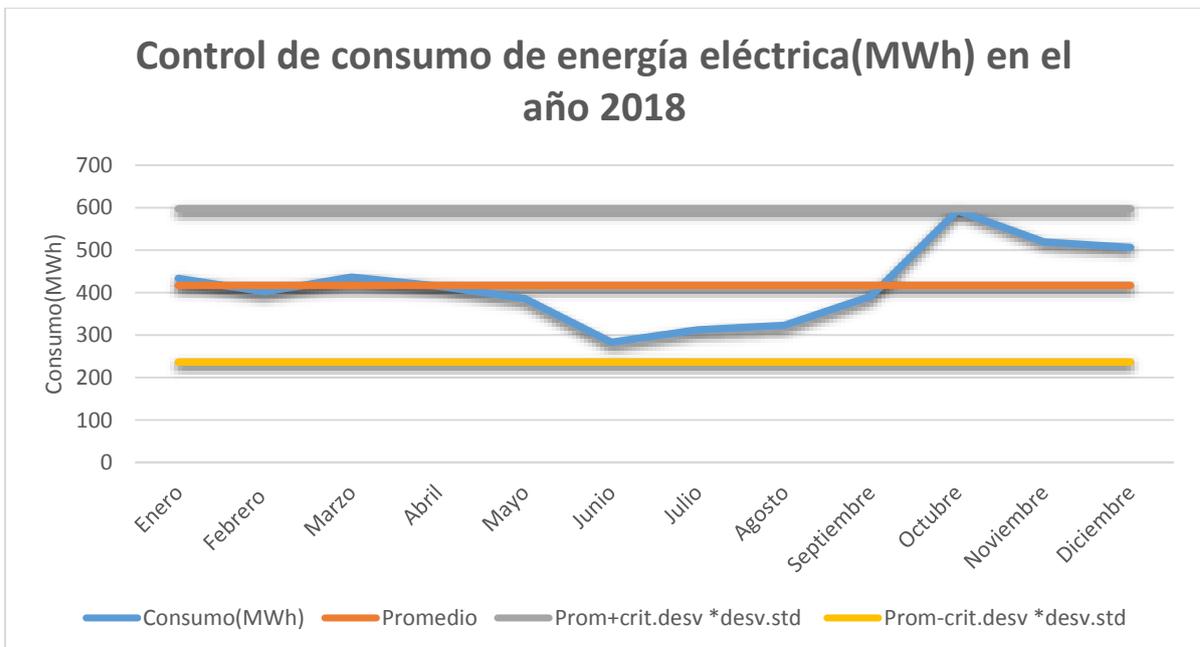


Fig.2.6 Gráfico de control de consumo de energía eléctrica en el año 2018.

El gráfico del 2017 nos muestra que en la temporada de lluvia hay un aumento en el consumo de energía eléctrica, esto se debe a que aumenta el acopio de leche y a su vez la producción de la empresa, en cambio en los meses de seca disminuye el consumo pues disminuye la producción. El gráfico del 2018 presenta un comportamiento anormal pues la UEB Helados estuvo detenida durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre por deterioro tecnológico en sus equipos, debido a esto la planta tuvo que producir más en los otros meses para tratar de cumplir el plan, debido a esto se incrementó el consumo en los meses finales del año.

2.2.4 Gráfico Producción y Consumo en el tiempo

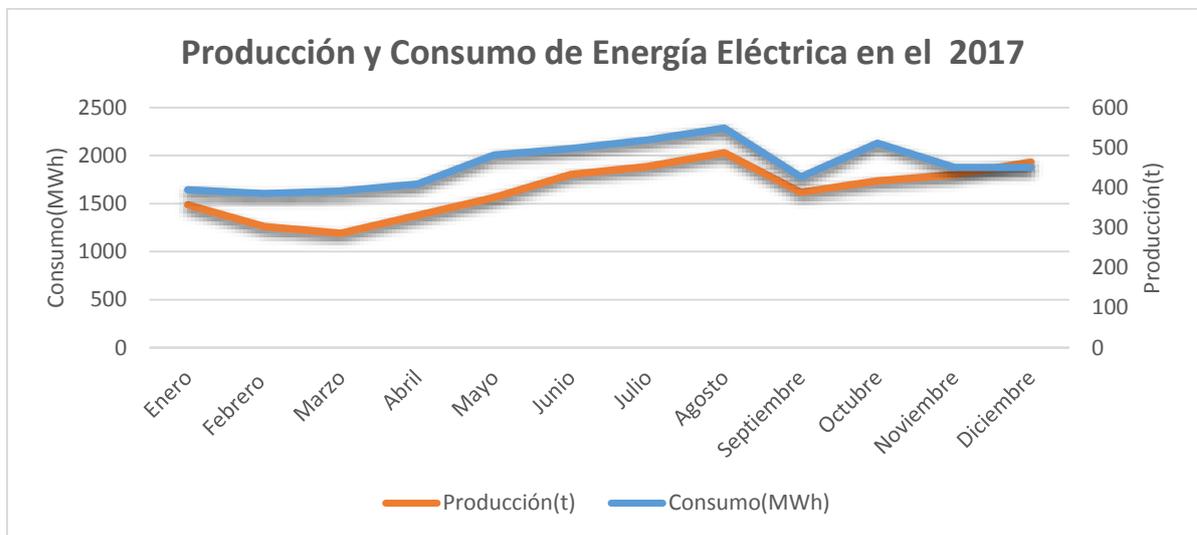


Fig.2.7 Producción VS Consumo año 2017

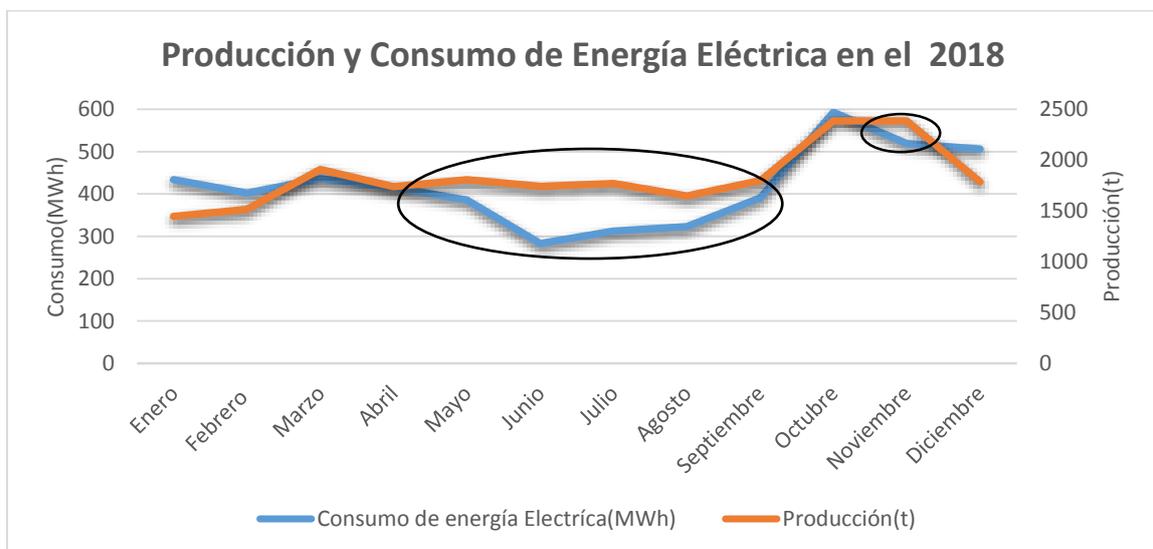


Fig.2.8 Producción VS Consumo año2018

Los gráficos muestran la producción contra el consumo de energía eléctrica, reflejando que existe una dependencia de una variable respecto a la otra, evidenciándose mejor en el 2017 donde a un aumento de la producción le corresponde un aumento del consumo de electricidad y viceversa.

2.3 Análisis energético por área de la EPLE.

2.3.1 Estructura de consumo de energía eléctrica por área de la EPLE.

Al ser la electricidad el portador más consumido se hará un análisis de este portador, analizando los consumos en las UEB productivas. En la figura 2.9 y 2.10 se observa el consumo de energía eléctrica por las distintas áreas que existen en la empresa en el año 2017 y 2018 respectivamente.

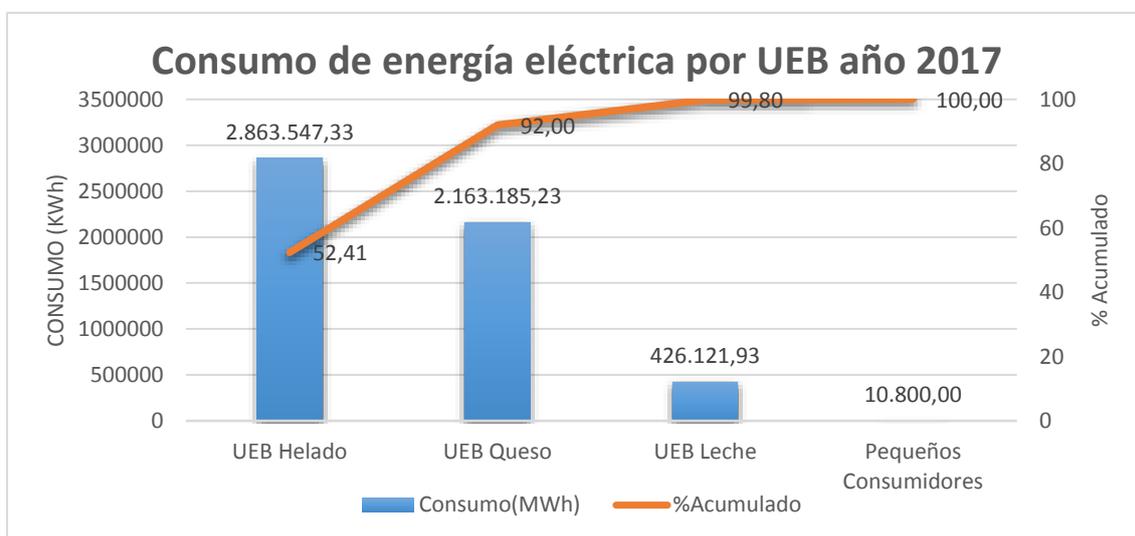


Fig.2.9 Consumo de energía eléctrica por UEB en el 2017

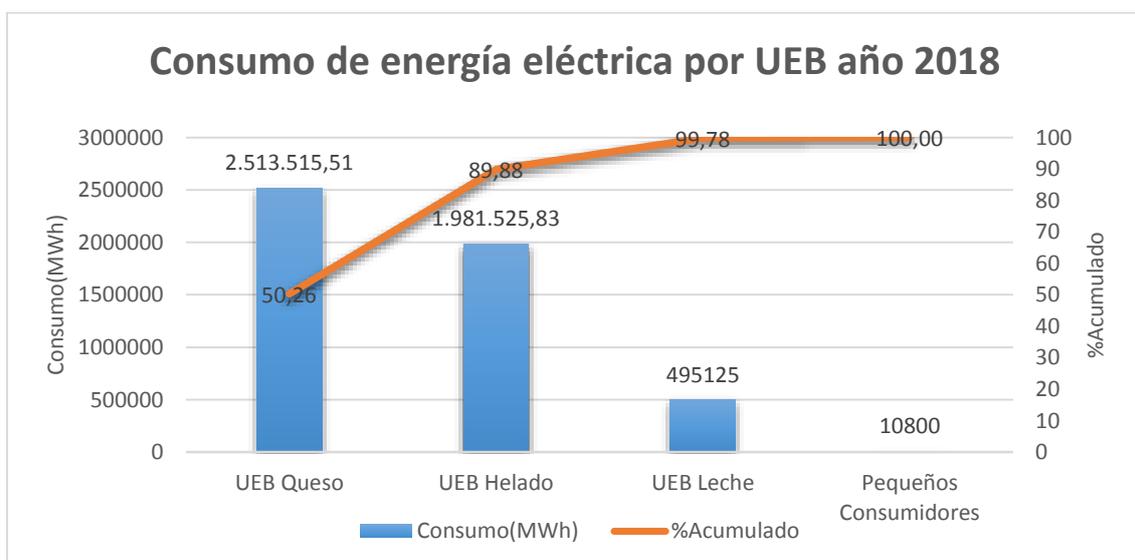


Fig.2.10. Consumo de energía eléctrica por UEB en el 2018.

Se aprecia que las áreas más consumidoras son la UEB Helados y la UEB quesos acumulando entre las dos el 92% y el 89.88% del consumo total de la empresa. El trabajo se enfocó en el área del helado debido precisamente porque es allí donde se centran la mayor cantidad de problemas energéticos que reinan en la EPLE en la actualidad, teniendo esta planta equipos altos consumidores de energía eléctrica. Para este análisis se tomaron los años 2016, 2017 y 2018.

2.4 Análisis Energético de la UEB Helados.

2.4.1 Etapas del proceso de producción del helado.

El proceso consta de las siguientes etapas:

1. Recepción de leche fresca.
2. Disolución de azúcar (Preparación de sirope).
3. Disolución de grasa.
4. Disolución de las leches en polvo (LDP, LEP).
5. Disolución de ingredientes (sal, estabilizadores).
6. Mezclaje.
7. Filtración.
8. Regeneración.
9. Homogenización.
10. Pasteurización.
11. Enfriamiento con agua a temperatura ambiente.
12. Enfriamiento con agua helada.
13. Maduración o envejecimiento.
14. Congelación.
15. Envasado.
16. Almacenamiento y distribución.

2.4.2 Descripción literal del proceso de producción de helado.

Recepción de la leche fresca.

Después de llegada la leche o crema, esta es impulsada mediante una bomba positiva de 10000l/h de capacidad hacia los tanques de almacenamiento, pasando posteriormente por un desaerador y por un enfriador de placas, que

tiene una capacidad de 10000l/h, la cual la enfría a una temperatura no mayor de 10°C evitando el desarrollo de microorganismos patógenos y, por supuesto, un aumento de la acidez de la leche debido a la descomposición de los mismos logrando ocasionar serios problemas, ya que corre el riesgo de una posterior coagulación de estas materias primas imposibilitando la fabricación de la mezcla. A la llegada de la leche el operador de recibo tomará muestras y las enviará al laboratorio para medir la acidez y la temperatura de estas materias primas.

Luego de ser enfriado el producto, es almacenado en tanques isotérmicos de doble pared, con agitadores de paleta lo que permite mantener la mezcla homogénea, de acero inoxidable con una capacidad de 10000 litros. La temperatura de almacenamiento será no mayor de 10°C gracias a que entre las dos paredes del tanque se mantiene circulando agua fría, ocurriendo en esta etapa un cambio físico de la materia prima.

Disolución de azúcar

El agua pasa a través de un intercambiador de calor donde es calentada a una temperatura de 95°C, pasando al tanque para que al final tenga una temperatura de 90°C aproximadamente, ya calentada el agua comienza la recirculación por el disolutor donde se abre el saco y se vierte el azúcar que mediante un eyector la envía a la tubería de agua que es donde se mezcla.

También se podrá disolver el azúcar en agua caliente en un tacho, en el cual se verterá el azúcar en agua caliente y después se enviará hacia los tanques de almacenamiento o los tanques pesas, mediante una bomba centrífuga de 10000l/h de capacidad. El sirope de azúcar preparado tendrá una concentración de 66-68°Bx y se almacena en un tanque isotérmico, con agitador de paleta, de capacidad de 15000 litros. Durante el tiempo que dura este evento el sirope se mantendrá en constante agitación para evitar grandes sedimentaciones, ocurriendo un cambio físico.

Derretimiento de grasa vegetal

La grasa vegetal es derretida en un derretidor centrífugo, de 1000Kg/h de capacidad, a una temperatura de 41-43°C y bombeada a través del tanque

balanza por una bomba centrífuga al tanque de almacenamiento. El derretidor de grasa se realiza colocando está en un cubo con agua caliente entre los 60-65°C. Al derretirse se facilita el drenaje y es llevada al derretidor y bombeada por bombas centrífugas al tanque de almacenamiento.

Además, existe un sistema de soplado para arrastrar hacia el tanque todos los productos que quedan pegados a la tubería. Estos productos son almacenados en el tanque de doble pared, con agitador de paleta para mantener homogénea la temperatura de la mezcla. Las paredes están aisladas térmicamente y la capacidad del tanque es de 6000 litros. Durante el tiempo que dure el almacenamiento la masa se mantendrá en constante agitación, ocurriendo un cambio físico por aumento de la temperatura del componente con el fin de licuarla.

Disolución de la leche descremada en polvo (LDP)

El agua es precalentada a una temperatura de 28-30°C para facilitar la disolución, es almacenada en el tanque de la mezcla y circulada entre los tanques mezcladores, con agitador de paleta, con el fin de facilitar la disolución de la LDP y el embudo disolutor por donde se adiciona la leche descremada. Este procedimiento sirve para disolver crema de leche en polvo y leche entera en polvo, así como dextrosa de leche. Este evento se realiza mediante la recirculación desde el tanque hasta el embudo disoluto, existiendo cambios físicos en la misma.

Disolución de ingredientes

La leche es calentada antes de añadirle los ingredientes, tales como sal y estabilizador con el fin de aumentar la solubilidad de los mismos. Los ingredientes son adicionados lentamente y mezclados hasta su total disolución. En el caso del estabilizador debe ser disuelto en la leche a una temperatura ambiente y mezclado con azúcar a una relación de dos a cuatro según su peso. La temperatura de disolución de los ingredientes es de 50-55°C, permitiendo un cambio físico.

Pesaje

El objetivo de esta operación es pesar los distintos componentes utilizados en las mezclas en un tanque isotérmico con agitador destinado al efecto. Los distintos componentes que intervienen en la mezcla previamente determinada según formulas y estandarizaciones, son bombeados mediante una bomba centrífuga desde los tanques correspondientes hacia el tanque pesa. Para realizar esta operación se selecciona en la pizarra central el componente a pesar, y se coloca en el digital la cantidad que se desee cuantificar. Una vez terminado el primer paso se van seleccionando los demás componentes de la misma forma. Esta operación puede realizarse de forma natural.

Mezclado

Luego de estar situadas en los tanques mezcladores isotérmicos la LDP y la dextrosa de leche para el caso de helados especiales o para el caso de helados normales otra combinación posible que garantice el contenido de grasa y SNG, los ingredientes pesados en el evento anterior se mezclan en el tanque de mezclado.

La mezcla preparada en cada tanque mezclador es filtrada y bombeada hacia el tanque balanza del pasteurizador de donde es bombeada por una bomba centrífuga hacia la sección de regeneración, en un rango de temperatura de 28-30°C. En esta zona es calentada hasta 71°C y posteriormente pasa al homogenizador de 8000l/h de capacidad, donde es sometido a presión para disminuir el tamaño de los glóbulos de grasa de macro a micromoléculas para obtener una mezcla uniforme en forma de emulsión permanente y así obtener un rendimiento estable en el helado. En el caso de helados Coppelia la presión debe ser de 157-166 MPa y para helados normales de 117MPa, debido a que presenta un porcentaje menor de grasa que los helados especiales. Luego pasa de nuevo al pasteurizador para eliminar las bacterias patógenas que existen en la mezcla donde se pasteurizan aproximadamente a 86°C durante 15 segundos. Si la mezcla alcanza la temperatura deseada pasa a la sección de regeneración en sentido inverso, donde se enfriará con la mezcla que entra al pasteurizador a 44-50°C, pasando a la sección de enfriamiento con agua a temperatura ambiente. De ahí pasa a la sección de enfriamiento con agua

helada, saliendo con una temperatura de 5⁰C. Si la mezcla no alcanza la temperatura de pasteurización esta es desviada por la válvula de diversificación para el tanque balanza comenzando nuevamente el proceso.

Posteriormente se procede a la saborización de la mezcla con el objetivo de incorporar ingredientes y aditivos alimentarios. Esta operación se realiza vaciando en el embudo saborizador los sabores y colores preparados, de donde son bombeados e incorporados a la mezcla. También se podrá saborear por encima de los tanques de envejecimiento, manteniendo las debidas condiciones higiénicas que permitan que el producto no se contamine.

Envejecimiento

Esta mezcla saborizada es enviada a los tanques isotérmicos de envejecimiento donde permanecen un tiempo no menor de 4 horas y no mayor de 24 horas, lo que se hace con el objetivo de formar un gel en la fase líquida producto de la acción del estabilizador. Además, permite la hidratación de las proteínas para darle suavidad, textura y disminuir el derretimiento del helado. La temperatura en el tanque de envejecimiento debe permanecer entre los 4-6⁰C, debido a la acción de los agitadores, los que mantienen homogénea la temperatura de los mismos para evitar el aumento de la acidez.

Congelación

La mezcla, una vez envejecida, pasa a los congeladores continuos con el fin de ser congelado mientras es batida, para incorporar aire en un porcentaje determinado en dependencia del tipo de helado que sea. En este equipo el helado alcanza una temperatura de -4 a -6⁰C y es bombeada por medio de bombas rotatorias positivas, siendo envasadas posteriormente en diferentes envases. El producto, una vez envasado, es transportado hacia las neveras de almacenamiento a una temperatura de -30⁰C.

En la figura 2.12 se muestra el diagrama del proceso productivo de la planta de helados.

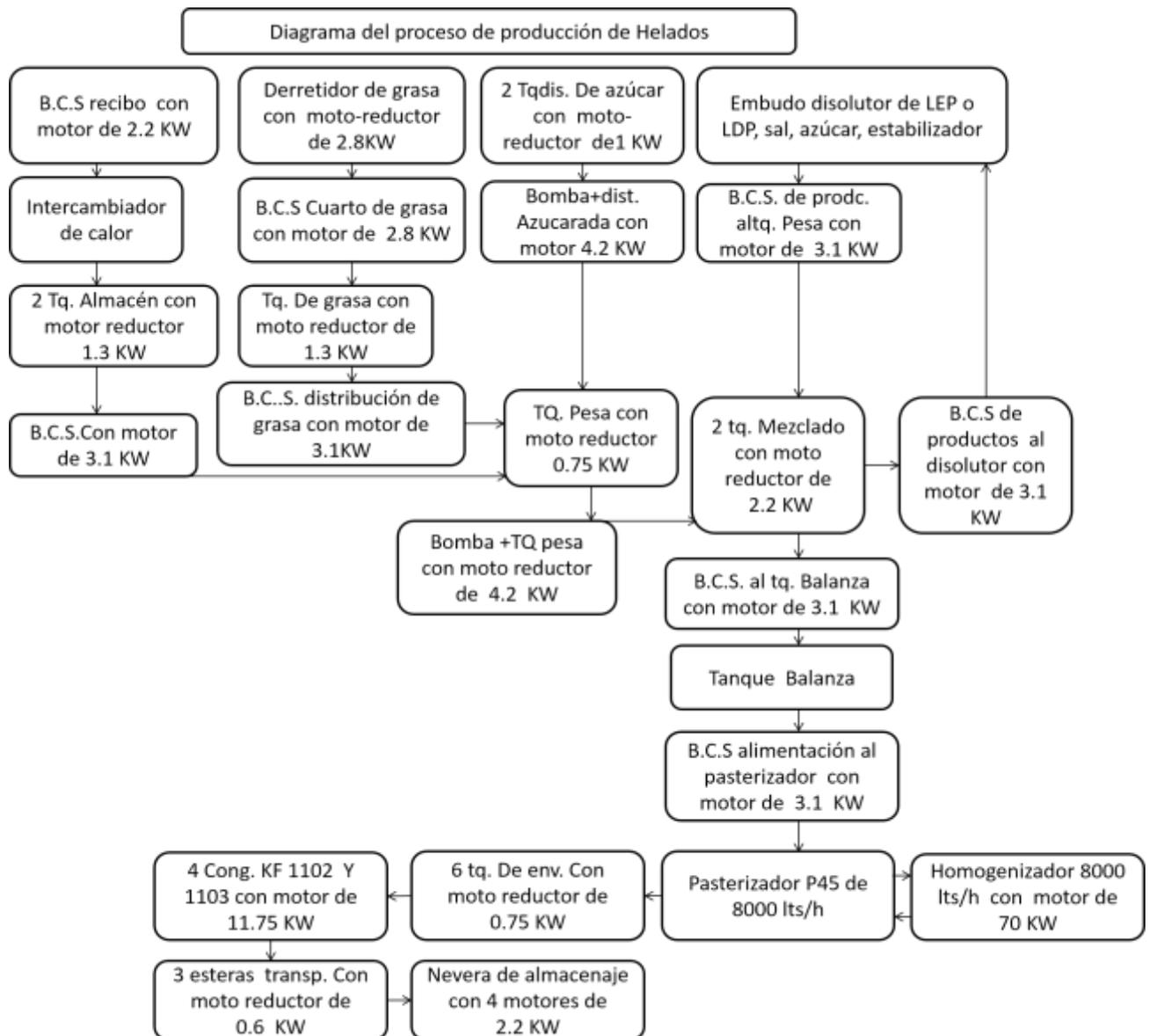


Figura 2.11 Diagrama del proceso productivo de la planta de Helados.

2.5 Características de los equipos más consumidores de energía eléctrica en la UEB Helados de la EPLE.

2.5.1 Sistema de refrigeración empleado en la empresa.

La refrigeración es un proceso por el que se reduce la temperatura de un espacio determinado manteniéndola con un propósito, como la conservación de alimentos; en este caso particular evita el crecimiento de bacterias e impide algunas reacciones químicas. En la industria es ampliamente utilizada la refrigeración mecánica, la que obtiene el enfriamiento constante mediante la circulación de un refrigerante en un circuito cerrado, donde se evapora y se

vuelve a condensar en un ciclo continuo. Para mantener el enfriamiento es necesario un suministro continuo de energía y un método para disipar el calor. Para cada refrigerante existe una temperatura específica de vaporización asociada a cada presión, por lo que basta controlar la presión del evaporador para obtener la temperatura deseada. En el condensador existe una relación similar entre presión y temperatura. (Guanipa, 2010)

El sistema de refrigeración utilizado en la empresa es el sistema de refrigeración por compresión de vapor de múltiples etapas, utilizando como refrigerante el R-717(amoniaco). En el sistema intervienen 2 líneas de compresores, una de alta y otra de baja presión. Existe una cámara frigorífica de -30°C cuyas dimensiones son 24 metros de largo, 24 metros de ancho y 6 metros de alto, los productos se almacenan en parles, la capacidad de almacenaje de la nevera se aprovecha en un 50%, las paredes están recubiertas con poliuretano expandido, cuenta con 4 difusores, las dimensiones de la puerta de la cámara son: 2.5 metros de alto, 2.5 metros de largo y 0.20 metros de ancho.

2.5.2 Identificación de los usos significativos de la energía (USEn).

La UEB cuenta en su sistema de refrigeración con 6 compresores de amoniaco, de ellos 5 de tornillo y uno reciprocante, actualmente hay tres fuera de operación. En la Sala de Máquinas también se encuentra el banco de hielo, el depósito de amoniaco del banco de hielo, dos bombas de amoniaco, tres bombas de agua helada, un tanque de Lubricación o de restitución de aceite el cual de forma semiautomática completa el aceite de los compresores.

Las tablas 2.3 y 2.4 muestran las principales características de los equipos más consumidores de energía eléctrica de la planta de helados de la EPLE identificados así por su potencia y el tiempo en que se utilizan.

Tabla 2.3. Características de los compresores de Refrigeración.

Compresores de amoniaco de la UEB Helados							
No	Equipos tecnológicos	Marca	Modelo	Capacidad Kcal/h	Capacidad kW	Voltaje (V)	Potencia (kW)
1	Compresor de tornillo RVA	Stal	SVA-54 - 3	135000	157	440	230
2	Compresor de tornillo	Bingshan	JZLGCA16B21	400000	465	440	220
3	Compresor recíprocante HP-3	Chino	8AS17	450 000	523	440	190
4	Compresor de tornillo HP-1	Stal	SVA-54 - 1	450 000	523	440	180
5	Compresor de tornillo LP-1	Stal	SVA-54 - 3	135000	157	440	86
6	Compresor de tornillo LP-2	Stal	SVA-56 - 3	190000	220	440	86

Tabla.2.4 Características de las bombas de la UEB Helados.

Datos de las bombas de la UEB Helados						
No	Equipos tecnológicos	Marca	Modelo	Capacidad m³/h	Voltaje V	Potencia kW
1	Bomba de agua de servicio # 3	Soviética	K90/45	90,0	440	30
2	Bomba agua de servicio # 1	Soviética	4K-12T	110	440	22
3	Bomba de agua de servicio # 2	Soviética	4K-12T	110	440	22
4	Bomba de agua helada	ASEA	NH-65-50-16	34,9	440	7,5
5	Bomba de agua helada	ASEA	NH-65-50-16	34,9	440	7,5
6	Bomba de agua helada	ASEA	NH-65-50-16	34,9	440	7,5
7	Bomba de amoníaco	Hermetic.	CAN 2/3	4,8	440	2,23
8	Bomba de amoníaco	Hermetic.	CAN 2/3	4,8	440	2,23

2.6 Utilización de la energía eléctrica

La energía eléctrica es el principal portador energético de la planta, las máquinas y equipos que participan en la elaboración y conservación dependen

de este portador para alcanzar los niveles de producción planificados por la EPLE. La estratificación de los consumos de energía eléctrica se realizó a la planta de helados pues se identificó como la más consumidora de electricidad. Se analizará en los años 2016, 2017 y 2018.

2.6.1 Gráficos de control de la planta helados.

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. La tabla 2.5 muestra los valores de consumo de energía eléctrica y de producción de los años 2016, 2017 y 2018 necesarios para el análisis que se hará a continuación.

Tabla 2.5. Valores de producción y consumo de la planta de helados en los años 2016, 2017 y 2018.

Meses	2016		2017		2018	
	Producción (t)	Consumo (kWh)	Producción (t)	Consumo (KWh)	Producción (t)	Consumo (KWh)
Enero	269,28	164316,10	280,28	209920	364,22	222816,00
Febrero	370,48	210635,40	291,5	198257	308,20	218796,80
Marzo	394,02	207213,40	415,8	219564	395,74	213083,00
Abril	393,08	202577,20	406,78	241255	373,52	186920,00
Mayo	439,74	244122,40	399,74	254731	169,06	149949,00
Junio	435,82	230264,00	282,48	212256	14,30	35561,00
Julio	321,42	204727,80	423,5	261278	11,30	35664,00
Agosto	426,08	239074,30	420,64	274840	16,80	34252,00
Septiembre	309,06	206976,40	266,64	204799	53,46	102533,00
Octubre	425,44	236410,10	355,74	268504	532,04	293207,00
Noviembre	338,02	220120,00	188,76	220033	465,60	248146,93
Diciembre	282,38	213101,30	379,72	221386	482,40	240597,10
Total	4404,82	2579538,40	4111,58	2786823	3186,64	1981525,83

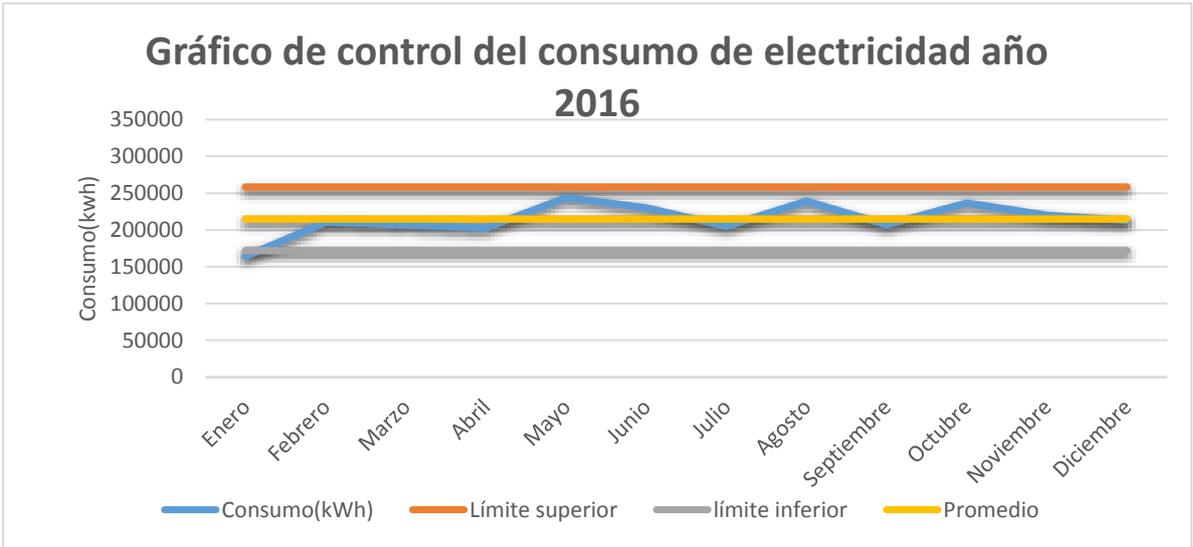


Fig2.13 Gráfico de control del consumo de electricidad en el año 2016.

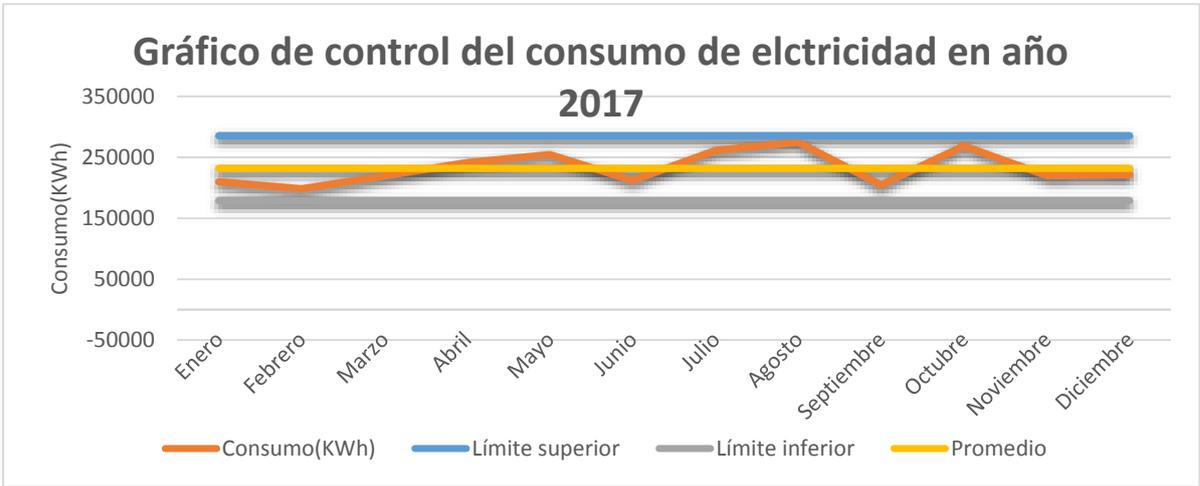


Figura2.14. Gráfico de control del consumo de electricidad en el año 2017.

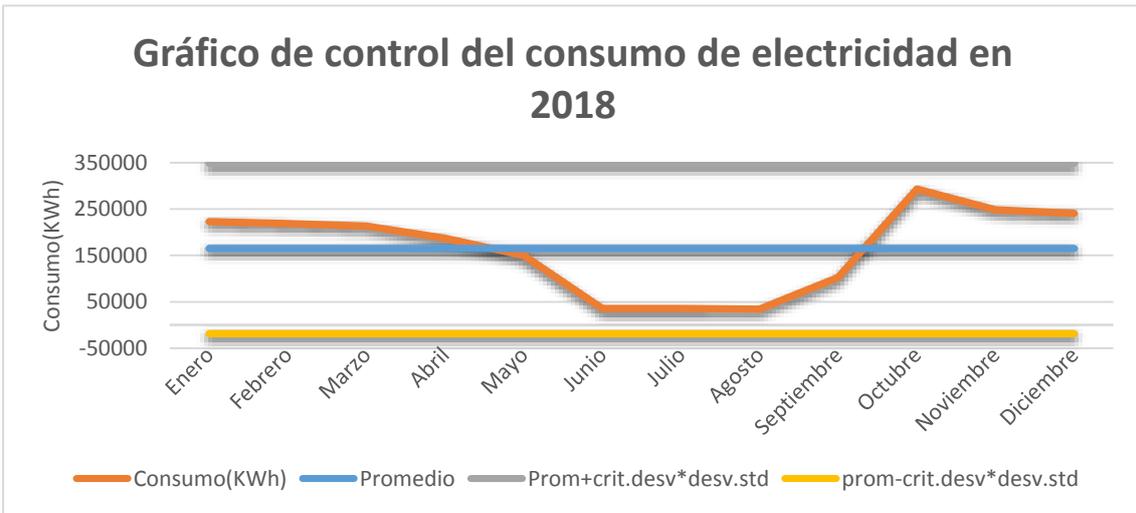


Figura2.15. Gráfico de control del consumo de electricidad en el año 2018.

Como se observa en la figura 2.13 y 2.14 el consumo de energía de la planta varía en dos periodos en el año, en el período seco ocurre menos producción por lo tanto se consume menos debido a la carencia de materia prima, en los meses de lluvia ocurre lo contrario. El gráfico de la figura 2.15 presenta un comportamiento anormal debido a que la planta estuvo detenida durante cuatro meses de junio a septiembre.

2.6.2 Gráfico de control del IDEn.

El indicador de desempeño energético utilizado en la empresa es el consumo de electricidad en kWh vs. la producción en toneladas. En las figuras 2.16, 2.17 y 2.18 se muestra el comportamiento del Indicador de Desempeño Energético (IDEn) en el tiempo para la planta de helados en los años 2016, 2017 y 2018.

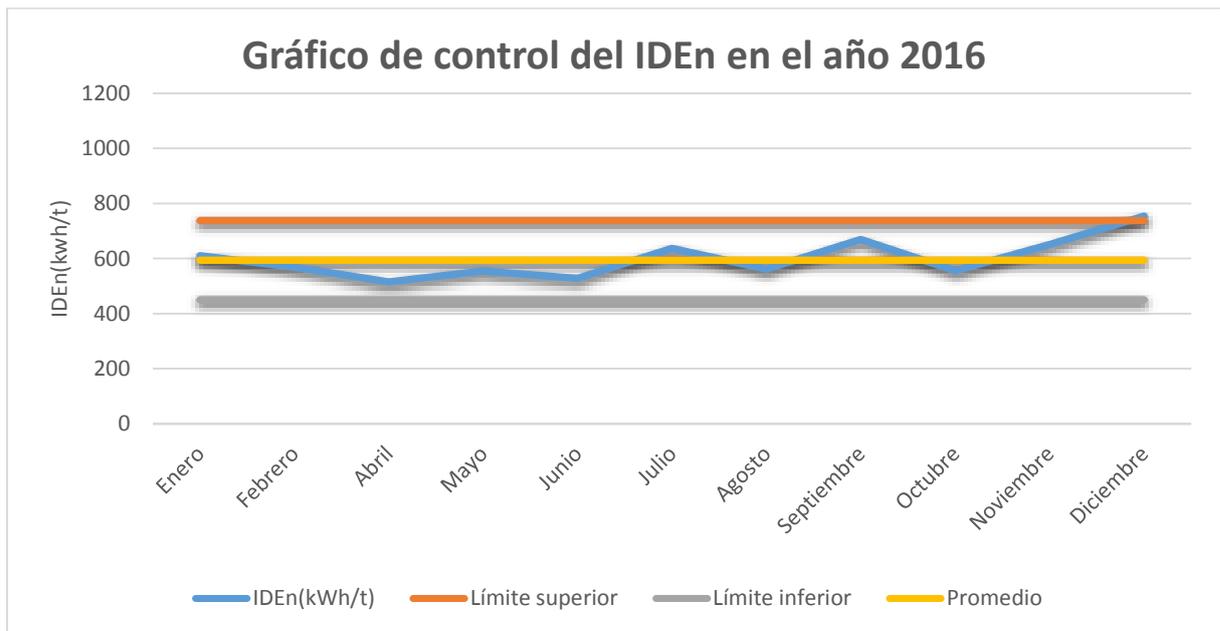


Fig.2.16 Gráfico de control del IDEn en el año 2016.

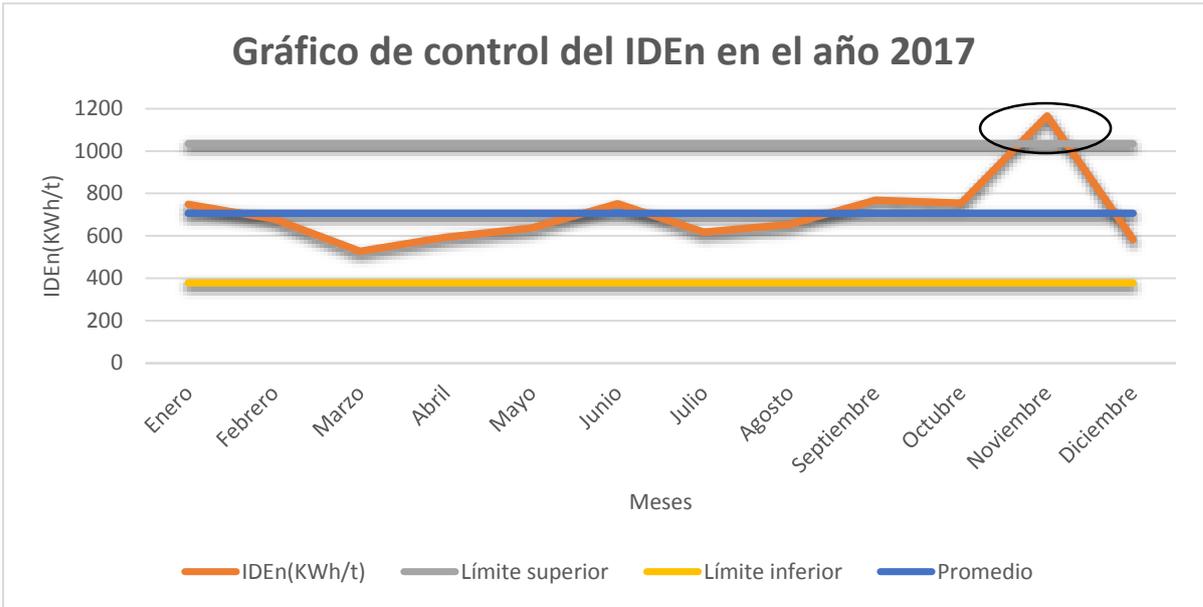


Figura 2.17. Gráfico de control del Indicador de Desempeño Energético de la planta de helados en el 2017.

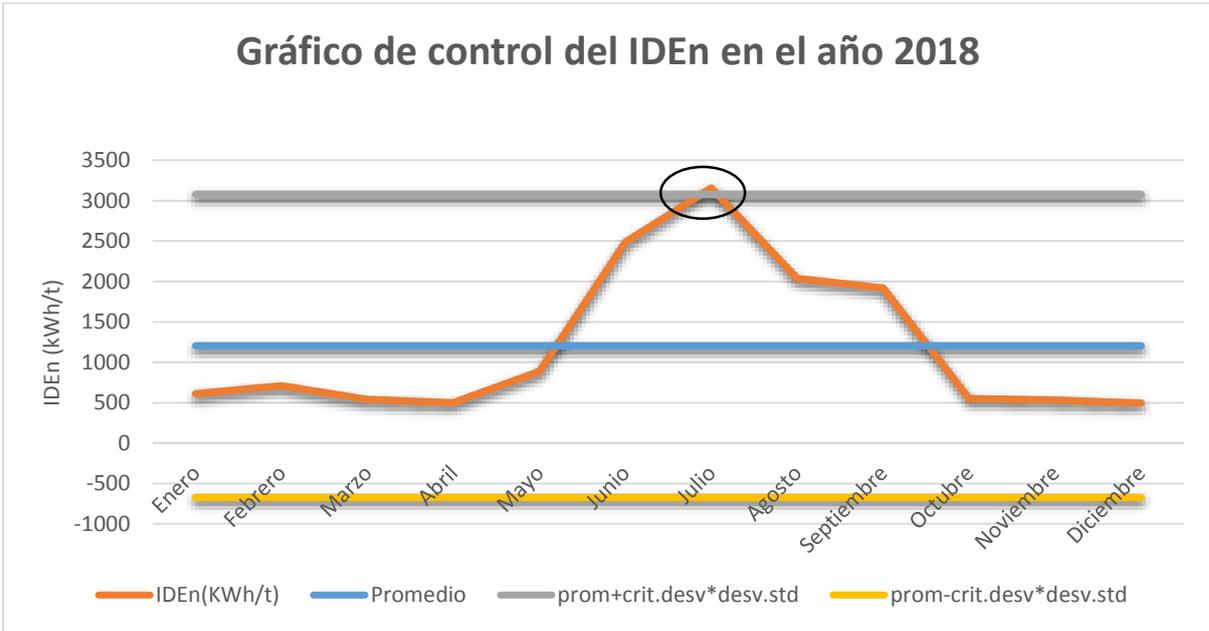


Figura 2.18 Gráfico de control del Indicador de Desempeño Energético planta de Helados en el 2018.

En el gráfico de control se evalúa el comportamiento del Indicador de Desempeño Energético (IDEn) utilizado en la empresa (kWh/t), evidenciándose un comportamiento relativamente estable encontrándose dentro del rango de control, en los meses de junio a septiembre del 2018 el índice de consumo aumentó en la UEB Helados debido a que la producción disminuyó en gran

proporción con respecto al consumo, el consumo se ve afectado pues aunque no exista producción, las cámaras frigoríficas tienen que mantenerse en funcionamiento.

2.6.3 Gráfico Consumo y Producción en el tiempo.

Las figuras 2.19, 2.20 y 2.21 muestran los gráficos de comportamiento del consumo de energía y la producción de helados respectivamente en los años 2016, 2017 y 2018.

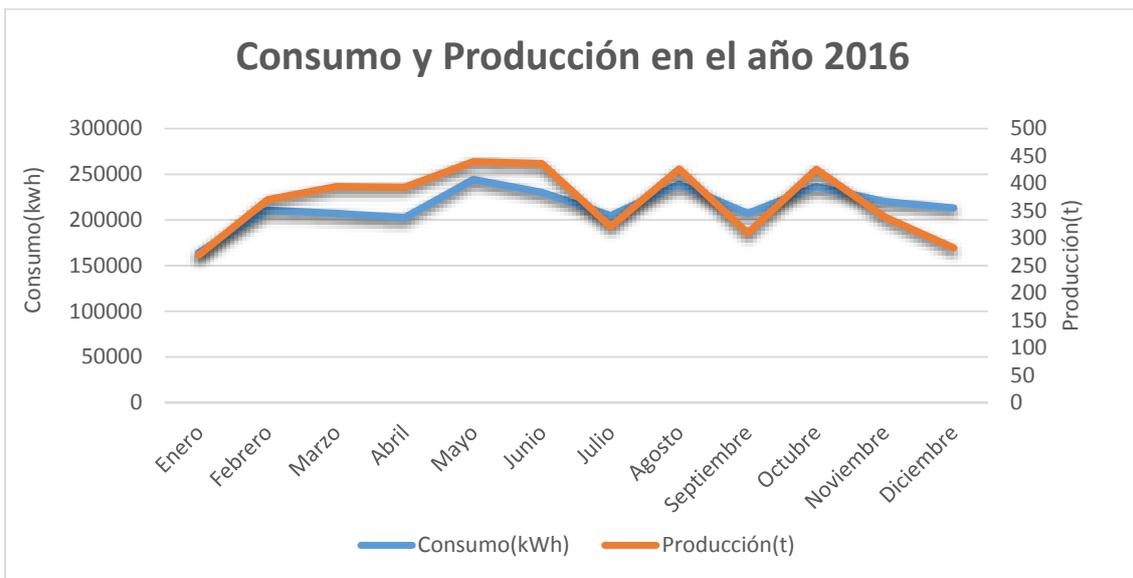


Fig.2.19 Gráfico de consumo de electricidad y la producción en el tiempo.

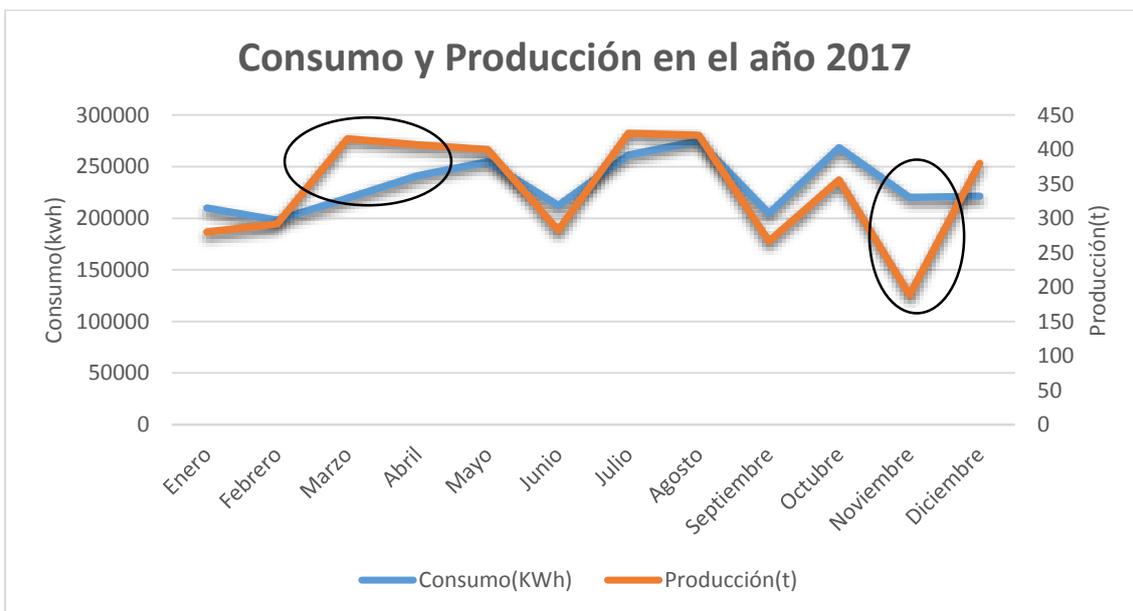


Figura.2.20. Gráfico de consumo de electricidad y producción en el tiempo.

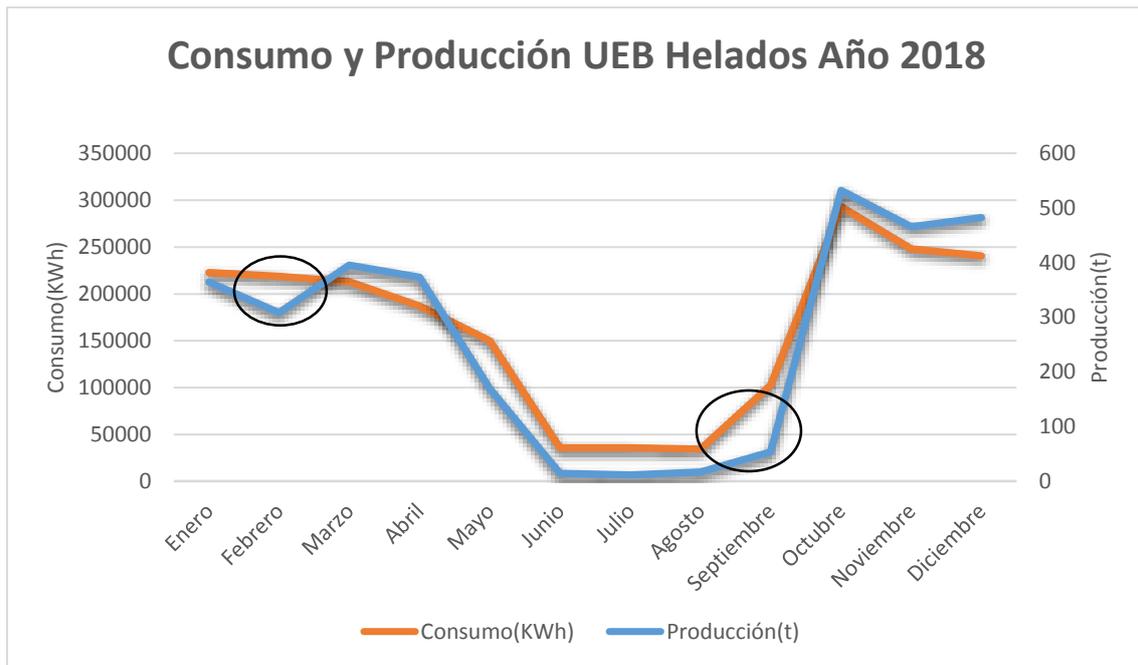


Figura 2.21 Gráfico de energía y producción planta de helado.

Los gráficos 2.19, 2.20 y 2.21 muestran una relación bastante estable entre el consumo de energía y la producción para ambos años, existen meses que la producción baja y el consumo no disminuye en la misma proporción debido a la razón explicada anteriormente, aunque no exista producción, al menos las cámaras de frío y parte del equipamiento tienen que mantenerse en funcionamiento.

2.6.4 Diagrama de correlación.

En las figuras 2.22, 2.23y 2.24 se ilustra la correlación que existe entre las variables de energía consumida y toneladas producidas en la planta de helados en los años 2016, 2017 y 2018 respectivamente. Después en la figura 2.25 para considerar una mayor matriz de datos se unieron los tres años.

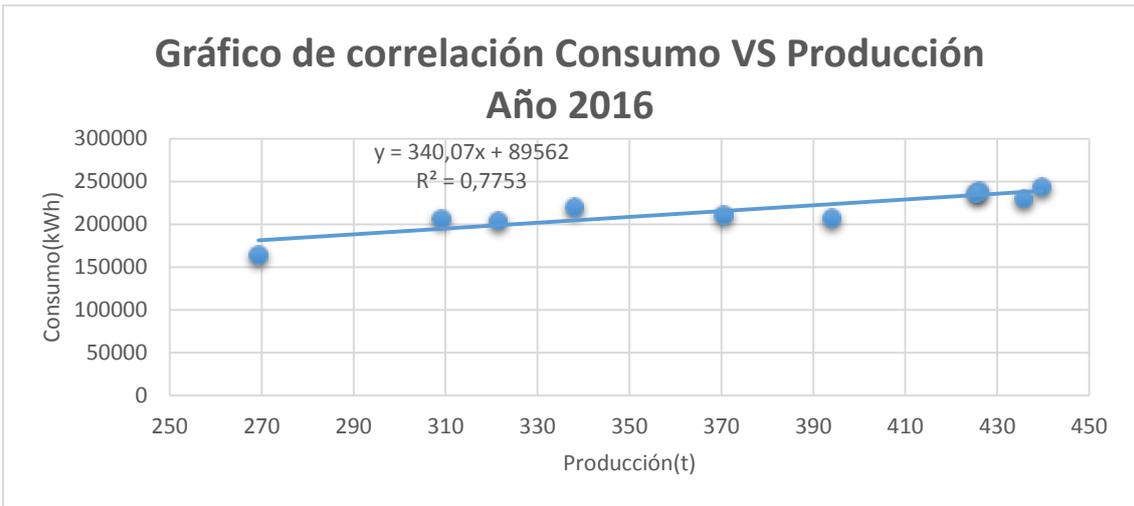


Fig.2.22 Gráfico de correlación Consumo VS Producción en el año 2016

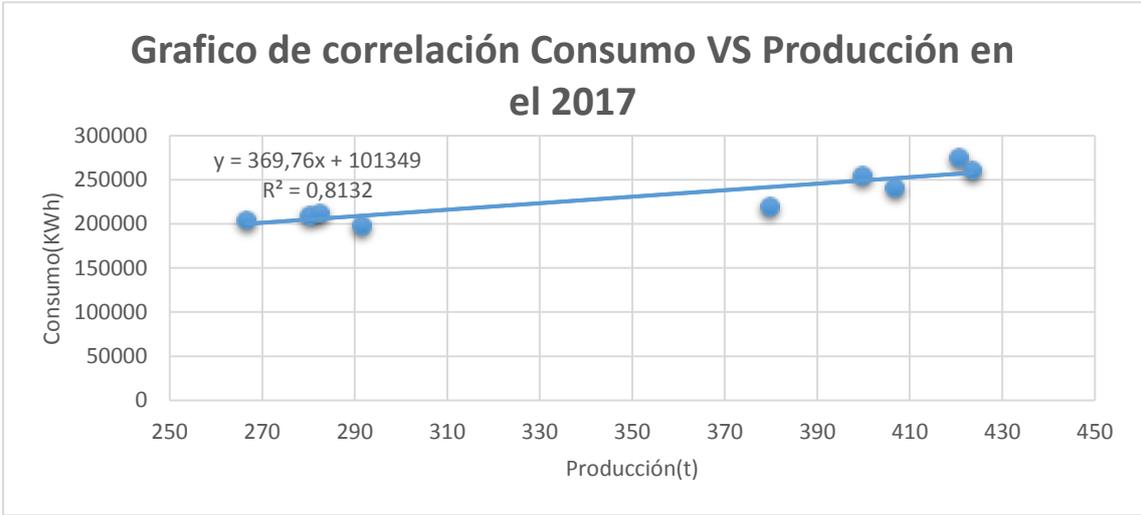


Figura.2.23. Diagrama de correlación planta de Helados en el 2017.

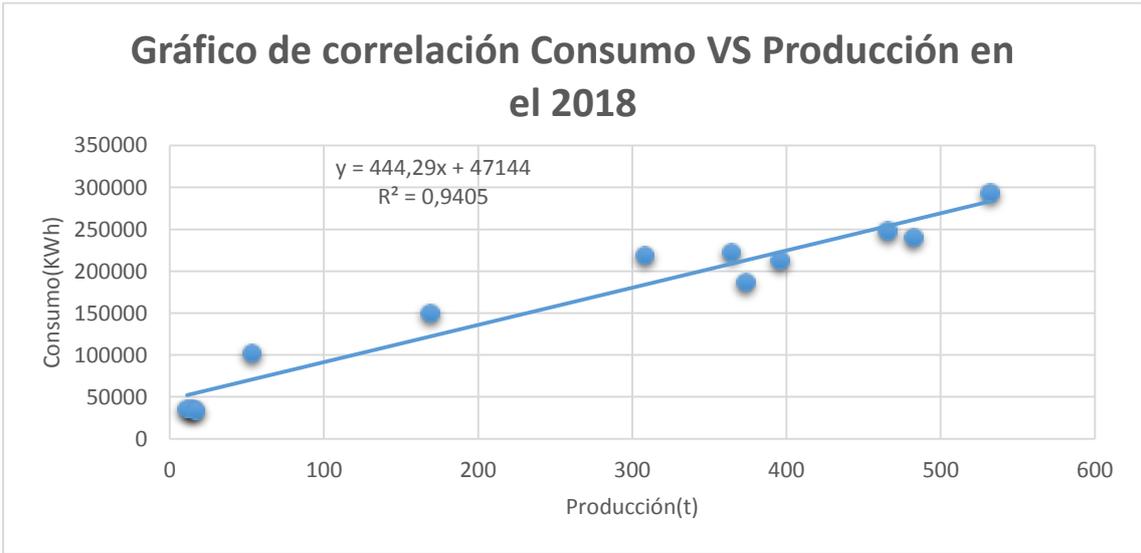


Figura.2.24. Diagrama de correlación planta de Helados en el 2018.

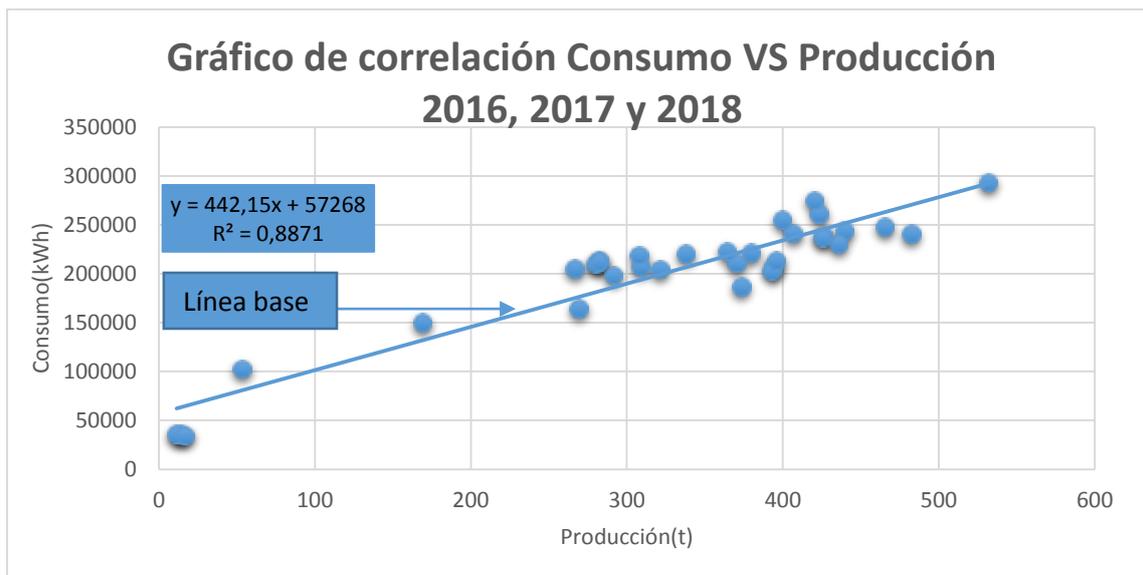


Fig.2.25 Diagrama de correlación planta de Helados en los años 2016, 2017 y 2018.

La ecuación de energía obtenida de este gráfico, como posee $R^2 \geq 75$, permite ser usada para realizar pronóstico de consumo energético para los diferentes niveles productivos. Las expresiones que caracterizan dicha correlación están dadas por las ecuaciones que están en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 resultados de los gráficos de correlación.

Año	Ecuación	R^2
2016	$y = 369.76x + 101349$	0.7753
2017	$y = 444,29x + 47144$	0.8132
2018	$y = 340,07x + 89562$	0.9405
2016-2017-2018	$y = 442,15x + 57268$	0,8871

Con un coeficiente de correlación $R^2 = 0.7753$ para el 2016, $R^2 = 0.8132$ para el 2017 y $R^2 = 0.9405$ para el 2018. La literatura y la experiencia acumulada en los trabajos realizados por el CEEMA indican que se pueden considerar adecuados, a los efectos de estos análisis energéticos, valores del coeficiente de correlación $R^2 \geq 75$. Por tanto, en la UEB Helados el coeficiente de correlación da por encima de este valor y se considera una correlación buena entre las variables analizadas.

Después de analizar los gráficos del 2016, 2017 y 2018 para tener una mayor precisión garantizada en el análisis de una mayor cantidad de datos se realizó un gráfico los tres años unidos del cual se obtuvo que $R^2 = 0,8871$, por tanto, el IDEn utilizado en la empresa es válido. Además, esta línea se adopta como la línea base energética de la empresa.

El término independiente en la ecuación de energía representa la energía no asociada al proceso productivo o dicho de otra forma es el gasto energético fijo de la empresa para cualquier nivel de producción. Su reducción constituye una buena oportunidad para la mejora del desempeño energético. En la ecuación de la energía el término que acompaña a la producción (340.07 en 2016, 369.76 en 2017, 444.29 en 2018, y para los tres años juntos 442.15) representa la pendiente de la línea y muestra la rapidez de cambio del consumo energético ante variaciones del nivel productivo.

2.6.5 Diagrama de IDEn VS Producción.

La figura 2.26 muestra el gráfico de comportamiento del Indicador de Desempeño Energético (IDEn) real contra la producción para la planta con los datos de los tres años.

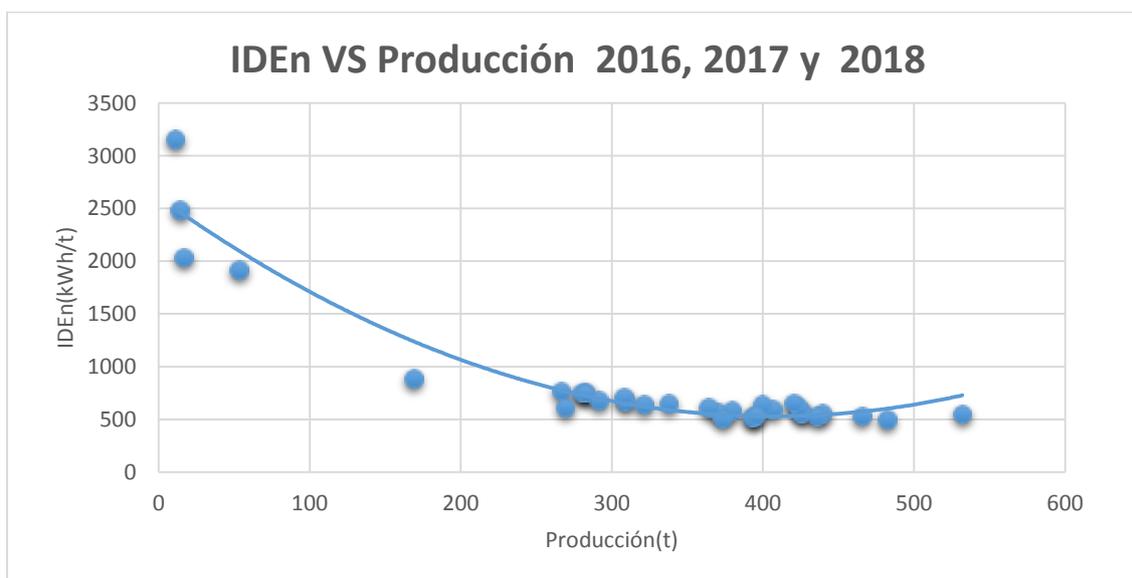


Fig.2.26 Diagrama de IDEn VS Producción 2016, 2017 y 2018

A partir de la ecuación de correlación obtenida para la línea base se muestra en la figura 2.27 el valor del IDEn en las condiciones base.

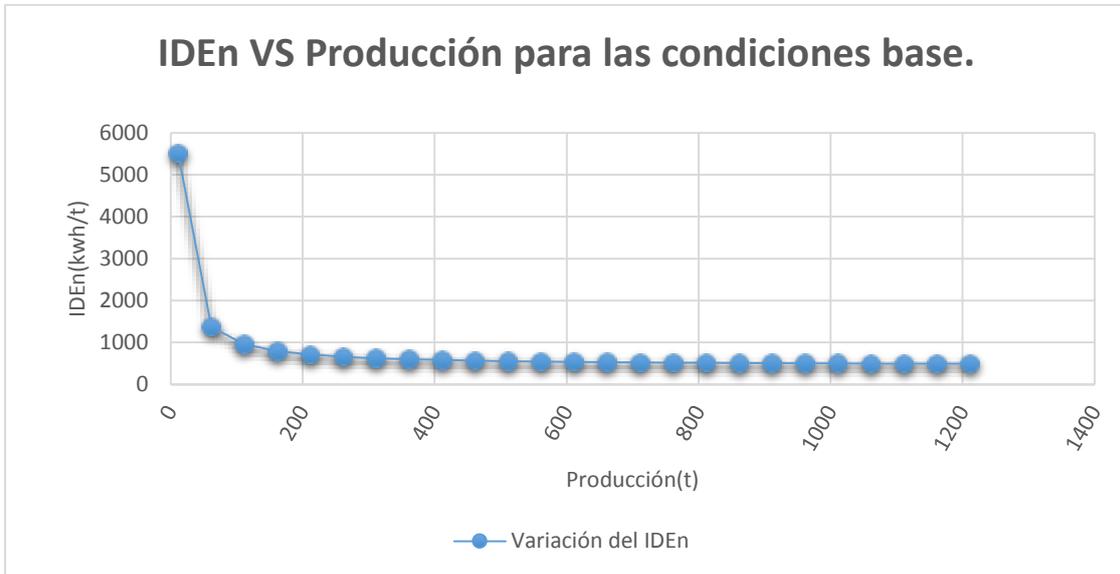


Fig.2.27 Gráfico del IDEn vs Producción en las condiciones base.

2.6.7 Línea de base y línea meta.

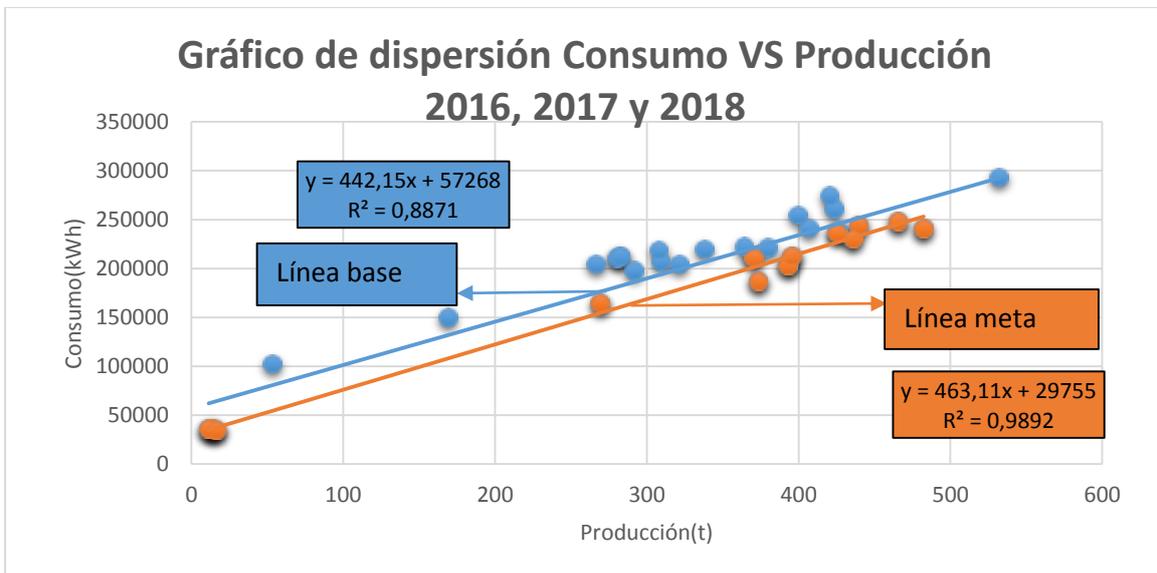


Fig.2.28 Línea de base y línea meta.

Después de determinarse la línea base energética se determina la línea meta. En este caso se adopta como criterio considerar para el ajuste solo aquellos puntos que se encuentran por debajo de la línea base.

La línea meta permite cuantificar el ahorro potencial que puede obtenerse en la planta. Este potencial de ahorro ha sido calculado para niveles de producción

en el rango de 250-500 t/mes, pues en ese rango se encuentran la mayor cantidad de valores de producción de la planta. Para ello se calcula la energía que debe consumirse de acuerdo a la línea base y se hace lo mismo para la línea meta. Se calcula la diferencia y se determina el promedio. El ahorro potencial para estos niveles productivos es de 19653kWh/mes

La línea meta está caracterizada por la ecuación 2.1.

$$y = 463,11x + 29755 \quad (2.1)$$

Se reduce en un 48,04% la energía no asociada a la producción respecto a la línea base.

2.6.8 IDEn base y meta.

En cada gráfico IC vs P existe un punto donde comienza a elevarse significativamente el índice de consumo para bajas producciones. Este punto se puede denominar punto crítico. Producciones por encima del punto crítico no cambian significativamente el índice de consumo; sin embargo; por debajo del punto crítico este se incrementa rápidamente. (Yanes) En el gráfico de la figura se ubica el valor de la producción crítica calculado.

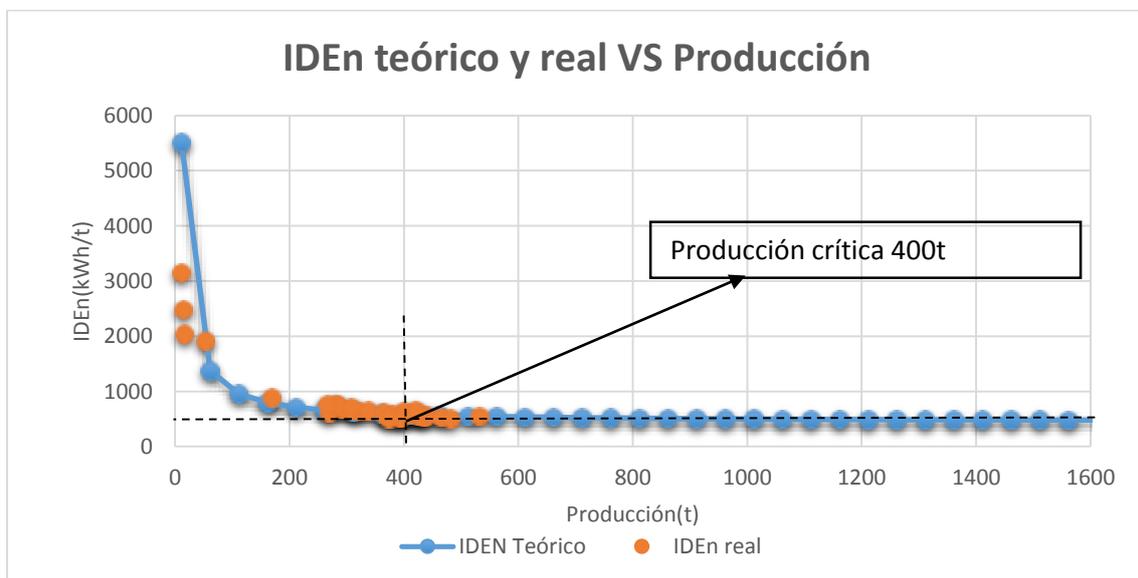


Fig.2.29 IDEn teórico y real VS Producción.

Después de analizar el gráfico del IDEn VS Producción se aprecia que la producción crítica calculada 400t es correcta pues a valores inferiores de producción el IDEn alcanza valores muy elevados. Podemos ver en estos gráficos que a medida que los valores de producción se acercan a cero el IDEn

tiende a infinito, las curvas características de estos gráficos describen una hipérbola equilátera, con asíntota horizontal al valor de la pendiente de la ecuación $E=f(P)$.

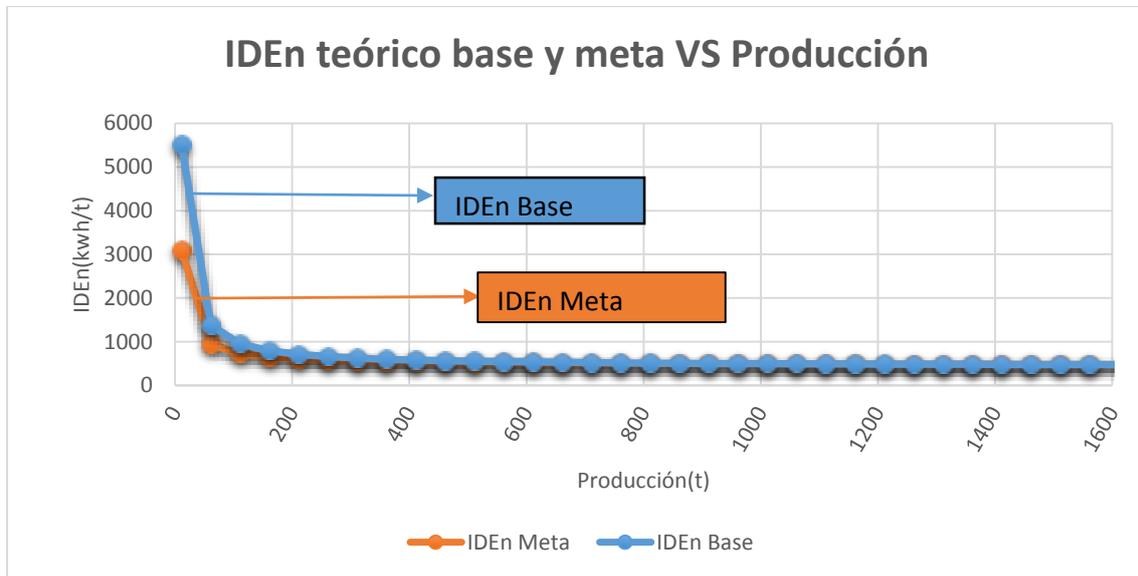


Fig.2.30 IDEn teórico base y meta VS Producción.

Conclusiones parciales.

1. La estructura de consumo de portadores energéticos de la empresa muestra la energía eléctrica representa el mayor consumo (48,69%), siendo las plantas de helado y de queso las áreas de mayor incidencia.
2. El IDEn utilizado en la UEB Helados (kWh/t) es efectivo pues muestra un valor del coeficiente de correlación de 0,8871.
3. La inestabilidad en el proceso productivo de la planta afecta considerablemente el desempeño energético de la misma. Se calcula que la producción crítica debe ser 400 toneladas,
4. La aplicación de las herramientas línea base y meta permite determinar un potencial de ahorro teórico para la planta de 19 653 kWh/mes.

Capítulo III. Oportunidades de ahorro.

Una vez definidas las líneas base y meta resulta necesario identificar las oportunidades de ahorro existentes en la UEB Helados para lograr la meta propuesta. Para ello se realiza un diagnóstico de recorrido por la planta y se identifican aquellos factores que inciden en el desempeño energético del sistema de refrigeración (cámara frigorífica) y los equipos de producción de helado (sistema de distribución de agua helada).

Los proyectos de mejoras que se proponen se centran en dos aspectos fundamentales:

1. Reparación de juntas y puertas de la cámara refrigerada para disminuir al máximo las pérdidas por infiltraciones de aire.
2. Sustitución del aislamiento defectuoso de las tuberías de agua helada en la planta.

Existen otras áreas como es el caso de la sala de máquinas donde pueden realizarse valoraciones desde el punto de vista termodinámico para identificar potenciales de ahorros importantes. En estas áreas cualquier mejora estaría asociada al cambio de tecnologías más eficientes que son costosas y que la empresa en la actualidad no está en condiciones de llevar a cabo. Por esta razón se centró el análisis en los proyectos de mejoras señalados anteriormente.

3.1. Proyecto de mejora: Reducción de las cargas de infiltración de aire en la cámara frigorífica.

3.1.1 Cálculo de las cargas por infiltración de aire en la cámara.

Cierta cantidad de aire exterior penetra en la cámara cada vez que se abre su puerta, y además también penetra por otras fuentes de infiltración tales como rendijas, juntas de puertas, etc, por lo cual se hace necesario llevar el aire así infiltrado desde las condiciones del ambiente exterior hasta las de la cámara, constituyendo esto una carga más a vencer por el equipo de refrigeración denominada carga térmica de infiltración.

A partir de la metodología que expone la Copeland se determina la cantidad de calor que se pierde al medio por infiltraciones de aire (Q_i) en la planta de helados por la ecuación 3.1.

$$Q_i = V * CA * CR \quad (\text{BTU}/24\text{h}) \quad (3.1)$$

Donde:

V- volumen (pie^3)

CA-Promedio de cambios de aire en 24 horas para cámaras de almacenaje debido a la apertura de puertas e infiltración (tabla 8 del Manual de la Copeland)

CR- Calor removido en aire de enfriamiento a las condiciones de las cámaras de almacenamiento (tabla 9 de la Copeland- BTU/pie^3)

Debemos destacar que utilizamos medidas en el sistema inglés porque la metodología concibe las tablas y factores en ese sistema. No obstante, los resultados finales se refieren al S.I. que son las pérdidas cuantificadas expresadas en kW o W.

La tabla 3.1 muestra las principales dimensiones y parámetros para la cámara de refrigeración de la planta de helados de la EPLE. Los valores de los coeficientes CA y CR se multiplican por un factor de uso (Fuso) que tiene en consideración la frecuencia y tiempo de apertura de la puerta de la cámara, y que está en dependencia además de la temperatura interior. En este caso el factor que se tomó es de 2 porque la cámara tiene un uso excesivo.

De la tabla 9 Parte III del Manual de la Copeland para temperaturas interiores de las cámaras de -22°F , humedad relativa del 60%

Temperatura	CR
-20	3,34
-22	x
-25	3,34

$$\frac{-22 - (-25)}{-20 - (-25)} = \frac{x - 3,45}{3,34 - 3,45}$$

$$X=3,38$$

$$CR=3,38 \cdot Fuso=3,38 \cdot 2=6,76 \text{ BTU/ pie}^3$$

La tabla 3.1 muestra los resultados de los cálculos de las cargas de infiltración.

Tabla 3.1. Parámetros de la cámara de refrigeración de la planta de helados.

Dimensiones de la cámara de la planta de helados.				
Ancho(m)	Largo(m)	Alto(m)	Volumen(pie ³)	
24	24	6	122 015,76	
Dimensiones de la puerta		CA	CR	Qi Helados (BTU/24hrs)
Ancho(m)	Largo(m)			
2,5	2,5	2,2	6,76	1 814 618,4

$$Q_i=1\ 814\ 618,4 \text{ BTU/24hrs}$$

$$Q_i=75\ 609,09 \text{ BTU/hrs}$$

3.1.2 Cálculo del potencial de ahorro de energía por reducción de las cargas de infiltración de aire en la cámara.

Cálculo de la cantidad de energía (kWh) innecesaria que está consumiendo el compresor debido al mal estado de las juntas de las puertas de las cámaras. Aquí se tiene en cuenta que 1TR son 12 000BTU/h

$$1\text{TR} \text{-----} 12000\text{BTU/h}$$

$$X \text{-----} 75\ 609,09\text{BTU/h}$$

$$X=6,3\text{TR}$$

En sistemas de refrigeración que trabajen a temperaturas de evaporación alrededor de 0 F, (-17 °C) requiere 2 HP de potencia por cada tonelada de refrigeración de capacidad.(Guanipa, 2010)Basado en esto se estima la potencia del compresor que se requiere para suplir el déficit de energía eléctrica para la planta.

1TR ----- requiere 2 HP de potencia

6,3TR -----X HP

X=12,6HP

Se requiere un compresor de 12,6 HP= 9,26 kW para suplir las pérdidas ocasionadas por las excesivas infiltraciones de aire en la cámara de helado. Cabe destacar que la puerta de la cámara tiene problemas con la resistencia eléctrica lo que dificulta el cierre de la puerta.

Como los compresores funcionan 23 horas al día la energía que se ahorraría por un buen sellado en las cámaras de frío en el año se determina de la siguiente forma:

$$E = 9,26 \text{ kW} \times 23\text{h/día} \times 365 \text{ día}$$

$$E = 77\,737,7 \text{ kWh / año}$$

Donde E = Energía anual

3.1.3 Cálculo del gasto monetario (G) que se está pagando por las deficiencias existentes:

Tarifa de la EPLE:

La ecuación 3.2 muestra la tarifa eléctrica contratada por la empresa.

$$G = (0.029\$/KW * K + 0.064\$/KW) * KW \quad (3.2)$$

K=5,7748 (dato de la empresa)

$$G = (0,029\$/KW * 5,7748 + 0,064\$/KW) * 77\,737,7$$

$$G = 17\,993,88 \text{ \$/año.}$$

3.2 Proyecto de mejora: Sustitución del aislamiento térmico defectuoso de las tuberías de agua helada.

3.2.1 Cálculo del calor absorbido en las tuberías de agua helada (Q).

Debido al deterioro del aislamiento térmico en las tuberías de agua fría se absorbe cierta cantidad de calor del medio lo que atenta contra la eficiencia del sistema. Para el cálculo de dichas pérdidas se toma una temperatura de la superficie de la tubería de 3°C.

La expresión utilizada en este caso se obtiene del texto ``Transmisión de calor`` tomo I(Sachenco, 1973) (ecuación 3.3).

$$Q = \alpha * A(T_{\alpha} - T_s) \quad (3.3)$$

α - coeficiente local de transmisión de calor o coeficiente de aire estancado entre (5 y 10), $W/m^2 \text{ } ^\circ C$

A-área, m^2

t_s - temperatura de la superficie sin considerar aislamiento, $3 \text{ } ^\circ C$

t_s - temperatura de la superficie considerando aislamiento, $25 \text{ } ^\circ C$

t_{α} -temperatura del medio, $30^\circ C$

$$Q = \alpha * \pi * d * l(T_{\alpha} - T_s)$$

Las tablas 3.2 y 3.3 muestran los resultados del cálculo de las perdidas en las tuberías de agua fría.

Tabla 3.2. Pérdidas de calor en tuberías de agua fría sin aislamiento

No	Diámetro de la tubería(mm)	Longitud(m)	Q Helados(W)
1	50 mm (2")	63	1 907,75
2	70 mm (2"1/2)	25	1 039
Total			2 946,75

Tabla 3.3. Pérdidas de calor en tuberías de agua fría con aislamiento

No	Diámetro de la tubería(mm)	Longitud(m)	Q Helados(W)
1	50 mm (2")	63	346,18
2	70 mm (2"1/2)	25	192,42
Total			538,6

Cantidad de calor que se dejaría de absorber en las tuberías de agua fría si estuviesen aisladas (Q_{Total}):

La pérdida de calor total en las tuberías de agua fría se determina a partir de la diferencia de las sumatorias de las pérdidas de calor con y sin aislamiento (Q_{th}). Ecuación 3.4.

Pérdidas de calor en el helado (Q_{th})

$$Q_{th} = Q_{sin.aisl} - Q_{con.aisl} \quad (3.4)$$

$$Q_{th} = 2\,946,75 - 538,6$$

$$Q_{th} = 2\,408,15 \text{ W}$$

Tomando en consideración que 3520 W es equivalente a 1 Tonelada de Refrigeración (TR)

Tenemos que:

$$Q_{total} = 2408,15 \text{ W} / 3520 \text{ W} = 0,68 \text{ TR.}$$

El indicador de rendimiento promedio de los compresores instalados en la empresa es de 2,3 kW / TR (según la tabla 2.3).

Las pérdidas de potencia en las tuberías serían de:

$$0,68 \text{ TR} \times 2,3 \text{ kW} / \text{TR} = 1,56 \text{ kW}$$

Las pérdidas de potencia en las tuberías de agua helada son de 1,56 kW

3.2.2 Cálculo del potencial de ahorro de energía por sustitución del aislamiento defectuoso en las tuberías de agua helada.

Como las pérdidas de potencia en las tuberías de agua helada son de 1,56 kW se calcula la energía consumida por estas pérdidas teniendo las mismas consideraciones que para las cargas por infiltraciones de aire. Se toma todo el año ya que, aunque algunos compresores por rotura o mantenimiento estén fuera de servicio los que necesita el sistema van a estar operando.

$$1,56 \times 23 \times 365 = 13\,096,2 \text{ kWh/año}$$

3.2.3 Cálculo del gasto monetario (G) que se está pagando por las deficiencias existentes:

A partir de la ecuación 3.2 se determina el costo de la energía que se pierde en las tuberías de agua fría.

G tub.agua fría =3030,44 \$/año.

Considerando que 1 \$ = 1 CUC

3.3 Cálculo del gasto monetario total que se está pagando por las deficiencias analizadas.

$G_{total} = G_{inf.aire} + G_{tub.agua\ fría}$

$G_{total} = 17\ 993,88 + 3\ 030,44$

$G_{total} = 21\ 024,32\text{CUC/año}$

3.4 Propuestas de medidas organizativas a implementar en la EPLE.

El plan de medidas constituye un aspecto clave que permite ir aprovechando el potencial de racionalidad que presenta la empresa. El control del consumo de los portadores energéticos debe ir acompañado de una serie de medidas diseñadas para alcanzar niveles de consumo acorde con las posibilidades reales. Esto debe entenderse como racionalidad en la utilización de la energía necesaria para garantizar la calidad de la producción terminada y la satisfacción de las exigencias del cliente.

En la EPLE, se tiene que velar porque se cumplan las acciones encaminadas al control de la eficiencia energética en la planta.

El plan de medidas en una primera etapa está orientado a tres categorías:

1. Medidas de planificación, control y evaluación.
2. Medidas para disminuir el uso indebido de equipos e instalaciones.
3. Medidas de pequeñas y medianas inversiones, dirigidas a aumentar la calidad de las mediciones y mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones.

MEDIDAS DE PLANIFICACIÓN, CONTROL Y EVALUACIÓN.

1. Planificar el consumo de portadores energéticos en función de la línea meta determinada.
2. Medir el consumo diario, estimación de gastos y evaluar el cumplimiento del plan propuesto.
3. Informar a las áreas de la situación energética diariamente y la necesidad de usar racionalmente la energía.

4. identificar medidas en cada local no productivo entre las que se debe incluir el establecimiento de un horario estricto del uso de la climatización, iluminación, y todo aquello que consuma energía.
5. Control del cumplimiento del plan de medidas. Comunicar en matutinos, y reflejar en murales los resultados alcanzados.
6. Creación de la comisión de uso racional de la energía de la empresa, Integrada por los operadores de los usos significativos de la energía, jefes de las principales áreas consumidoras, la dirección y mantenimiento.
7. Garantizar la entrega de copias de facturas eléctricas y conciliar con los controles diarios de consumo llevados por el energético.
8. Mantener actualizada a la dirección en caso de cambios de tarifas de los portadores energéticos, la máxima demanda y el factor de potencia.
9. Actualización diaria de los registros primarios en los usos significativos de la energía, análisis de índices de consumo físicos y de las causas de sus desviaciones con los operarios y jefes de los puestos claves.

Medidas para disminuir el uso indebido de equipos e instalaciones.

1. Planificar los periodos de producción estables de la EPLE en función de la existencia real de materias primas.
2. Ajustar los horarios de producción de la planta.
3. Establecer estrategias operacionales en la sala de máquinas que permita operar los sistemas más eficientes en función de las necesidades de producción.

Medidas de pequeñas y medianas inversiones, dirigidas a aumentar la calidad de las mediciones y mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones.

1. Instalación de medidores de flujo para el mejor control de gasto de portadores energético (agua y combustibles).

2. Modernizar la instrumentación de la planta para efectuarlos diagnósticos energéticos.
3. Implementar los proyectos de mejora propuestos: Reducción de las cargas de infiltración en la cámara y sustitución del aislamiento de tuberías de agua helada.

Conclusiones parciales.

1. La implementación de los proyectos de mejoras previstos a realizar en la EPLE, conjuntamente con la ejecución de otras medidas generales permitirán mejorar el desempeño energético de la empresa sensiblemente y constituyen un punto de partida para impulsar la gestión energética de este sector empresarial.
2. Los proyectos de mejora calculados en la UEB Helados representan un ahorro de 90833,9kWh/año con un impacto económico asociado ascendente a 21024,32CUC/año.

Conclusiones generales.

1. El continuo desarrollo tecnológico ha provocado el insaciable consumo de recursos energéticos afectando el entorno económico mundial por lo que la gestión energética constituye una herramienta fundamental en el mundo moderno mediante la cual se puede administrar la energía.
2. En la Empresa de Productos Lácteos Escambray se utilizan como portadores energéticos fundamentales la electricidad, el fuel oil, el diesel y la gasolina. El portador energético que presenta el consumo más importante es la electricidad (en el 2017 un 50.86% y en el 2018 un 46.52% del total del consumo de portadores energéticos de la empresa) y las áreas de consumo más significativo son: las UEB Helados y las UEB Quesos (en conjunto en el 2017 un 92 % y en el 2018 un 89.88% del total del consumo de electricidad de la empresa).
3. Se evalúan los usos significativos de la energía (por equipos) teniendo en cuenta el funcionamiento, modo de operación y parámetros de control que inciden en su funcionamiento, resultando como los más consumidores de la UEB Helados los compresores de amoníaco y las bombas de agua.
4. El indicador de desempeño energético analizado es el de kWh/t mostrando valores de correlación adecuados ($R^2 = 0.7753$ para el 2016, $R^2 = 0.8132$ para el 2017 y $R^2 = 0.9405$ para el 2018) por lo que pueden ser utilizados en el Sistema de Gestión Energético de la empresa.
5. Los proyectos de mejora calculados en la UEB Helados representan un ahorro de 90833,9 kWh/año con un impacto económico asociado ascendente a 21024,32 CUC/año.
6. Todos estos resultados resultan valiosos para la implementación de un Sistema de Gestión Energética en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray, que asegure la mejora continua del desempeño energético de la organización y la obtención de las metas propuestas.

Recomendaciones.

- ❖ Hacer una valoración económica de los proyectos de mejoras propuestos en este trabajo.
- ❖ Realizar un estudio más profundo en la UEB Helados que determine si las dimensiones de la cámara frigorífica están en correspondencia con sus condiciones de explotación.
- ❖ En los puntos por encima o por debajo de las curvas identificar los factores productivos que han provocado ese comportamiento y establecer conclusiones acerca de su influencia en los consumos.

Bibliografía utilizada.

- Achote, A. D. (2010). Propuesta de Mejoramiento de la Eficiencia Energética en el sistema de refrigeración de la línea de leche del Combinado Lácteo de Pinar del Río.
- Alfonso Blanco, A. Y. (2017). *Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y oportunidades*.
- Aníbal Borroto Nordelo, Á. R. (2010). *Combustión y generación de vapor*. La Habana: Félix Varela.
- Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, W. R. (2007). *Propuesta e implementación de un sistema para el control y la administración eficiente de los recursos energéticos en el combinado lácteo de Pinar del Río*.(Tesis de grado) Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río.
- Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, W. R. (2007). *Propuesta e implementación de un sistema para el control y la administración eficiente de los recursos energéticos en el combinado lácteo de Sandino*.(Tesis de grado) Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río.
- Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, W. R. (2007). *Propuesta e implementación de un sistema para el control y la administración eficiente de los recursos energéticos en el combinado lácteo Santa Cruz*. (Tesis de grado) Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río.
- Aylet Teresita Lorenzo Iglesias, W. R. (2012). *Propuesta de sustitución de tecnología en el sistema de refrigeración de la fábrica de helados del Combinado Lácteo de Pinar del Río*.
- Borroto, A. (1998). El verdadero costo de la energía. . *Mundo Eléctrico Colombiano*, 12(32), 134-138.
- Borroto, A. M. (2006). *Gestión y Economía Energética MAA*. Cienfuegos. Cuba.
- Bravo Hidalgo, D. (2015). Energía y desarrollo sostenible en Cuba. . *Centro Azúcar*, 42(2), 14-25.
- Cáceres, M. D. (2012). Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. . *Mundo pecuario*, 8(1), 16-32.
- Carpio, C. &. (2013). *Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe: Avances y Desafíos del Último Quinquenio*. Santiago de Chile.
- Claudio Carpio, M. F. (2006). *EFICIENCIA ENERGÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: AVANCES Y DESAFÍOS DEL ÚLTIMO QUINQUENIO*. Santiago de Chile.
- Correa, J. (2011). *Mejora de la eficiencia energética en la empresa Cereales*.
- Díaz, E. (14 de Julio de 2016). *La crisis energética en Cuba, explicada*. Recuperado de: www.periodismodebarrio.com
- Martínez Díaz, M. S. (s.f.). *Factibilidad del uso de la refrigeración por absorción en el combinado lácteo de Cumanayagua*. Cienfuegos.
- Durán, Y. C. (2014). *Perfeccionamiento del sistema de gestión energética en el Combinado Lácteo El Vaquerito*.
- González Pérez, M. D. (2016). *Protocolo de obtención de líneas base*. ingeniería energética, Sevilla.

- Gonzalo, J. L. (2010). Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades. . *Mecánica y Electricidad*, 8.
- Guanipa, G. (2010). *Sistemas de Refrigeración*.
- ISachenco, V. (1973). *Transmisión de calor* . Moscú: Pueblo y educación.
- Jimenez, A. G. (Octubre de 2018). PANORAMA ENERGÉTICO Y ENERGÍA NUCLEAR. *Nuclear España*, 40.
- Lapido Rodríguez, M. (2015). *La Red de Eficiencia Energética en acciones nacionales para la implementación de la norma NC ISO 50001*.
- Lapido Rodríguez, M. (2015). *La Red de Eficiencia Energética en acciones para la implementación de la norma NC ISO 50001*.
- López Alcantud, J. G. (2005). Papel de la energía en nuestras vidas: una ocasión privilegiada para el estudio de la situación del mundo. *Revista de Enseñanza de la Física*, 18(2), 53-91.
- Lapido Rodríguez, L. M. (2010). *Consideraciones sobre Refrigerantes y Cargas Térmicas*.
- Michel de Laire, Y. F. (2017). *Beneficios de los Sistemas de Gestión de Energía basados en ISO 50001 y casos de éxito*. Agencia Chilena de Eficiencia Energética.
- Neira, W. N. (2017). *Evaluación y mejora de la eficiencia energética en la producción de queso fresco en la planta de Cungapite*. Cuenca.
- Nordelo, A. B. (2013). *Recomendaciones metodológicas para la implementación de sistemas de gestión de la energía según la norma ISO 50001*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Normalización, O. I. (2011). *NC ISO 50001: 2011*.
- Ovidio Alberto, A. V. (2006). *Cuba ante el problema global de la energía*.
- Pérez Campo, A. (2012). *Herramientas soporte para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001:2011*.
- Petroni, O. D. (2012). *La norma internacional ISO 50001*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación , Buenos Aires.
- Quitian, D. R. (2014). *Gestión energética para el proceso industrial de producción de leche de consumo*. Bogotá.
- RAC/CP. (2002). *Prevención de la Polución in la industria lechera*. Paris.
- Robayo, G. R. (2016). *Evaluación de la gestión energética en la fábrica de helados de Bayamo*. Bayamo.
- Toledo, Y. S. (2016). *Evaluación energética de una planta de helados*. Habana.
- Valdés-Lazo, J. M.-I.-R. (2012). Propuesta de sustitución de tecnología en el sistema de refrigeración de la fábrica de helados del Combinado Lácteo de Pinar del Río. . *Revista Avances*, 14(2), 181.
- Yanes, A. B. (s.f.). *Gestión y economía energética*. Cienfuegos: UNIVERSO SUR.

Anexos



Anexo1 Compresores de amoniaco de la sala de máquinas de la UEB Helados.



Anexo2 Compresores de aire de la sala de máquinas de la UEB Helados.



Anexo3 Bombas del sistema de bombeo de agua de la empresa.



Anexo4 Bomba de amoniaco de la sala de máquinas de la UEB Helados.



Anexo5 Congeladores de la sala de producción de helados.



Anexo6 Condensador evaporativo del sistema de refirgeración.



Anexo7 Sala de máquinas del helado.