

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



TRABAJO DE DIPLOMA.

TÍTULO: Creación de las bases para la implementación de un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001:2011 en la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero.

AUTOR: Dainel Porres Pérez.

TUTOR(ES): Dr. Félix González Pérez.

Ing. Dayron Molina Castellanos.

Año 59 de la Revolución.

Cienfuegos 2017.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS



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

Firma del autor.

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

Información Científico Técnico

Nombre y Apellidos. Firma.

Firma del Vice Decano.

Firma del Tutor.
Nombre y Apellidos.

Sistema de Documentación y Proyecto.

Nombre y Apellido. Firma.

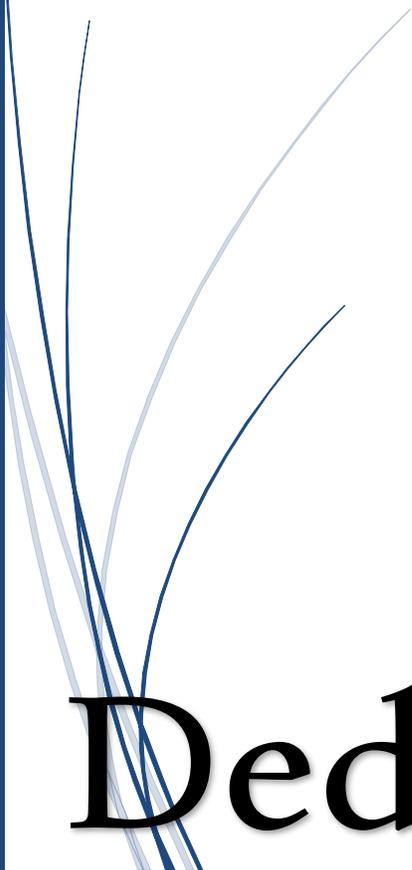


Pensamiento

Pensamiento

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”

Mahatma Gandhi.



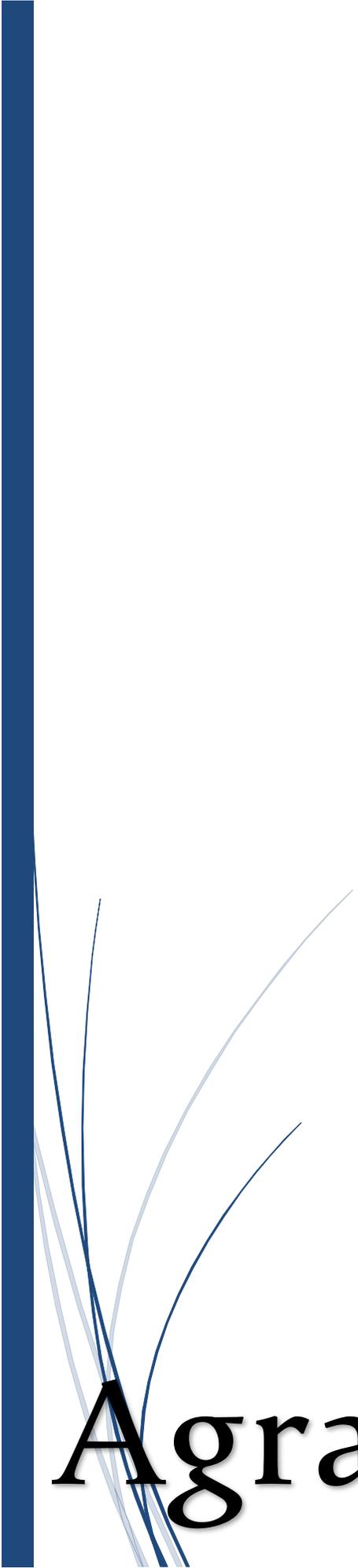
Dedicataria

Dedicatoria

A mis padres Caridad y Abel, por su apoyo incondicional y por su aliento permanente para continuar esforzándome.

A mi novia, por su cariño, amor y paciencia.

A mi familia y amigos, por ayudarme siempre.

A thick, dark blue vertical bar is positioned on the left side of the page. To its right, several thin, light blue lines curve upwards and outwards, creating an abstract, grass-like or reed-like pattern.

Agradecimie

Agradecimientos

A mis padres por ser mi fortaleza en la vida y apoyarme siempre en todo.

A mi novia por estar siempre a mi lado.

A toda mi familia y amigos que de una forma u otra contribuyeron a mi formación como Ingeniero.

A todos mis profesores y compañeros de aula, que durante toda la carrera pusieron todo su voluntad y dedicación, gracias por sus enseñanzas y compañía.

Mis agradecimientos a mis tutores, quienes durante todo el desarrollo de este trabajo fueron siempre una guía.

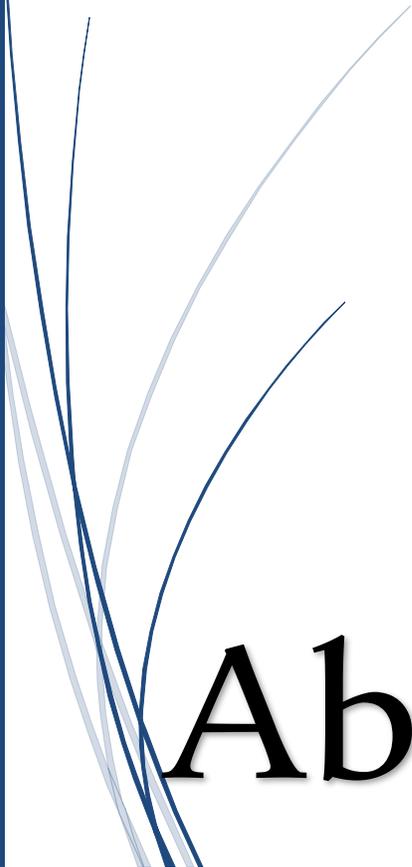


Document

RESUMEN.

El presente trabajo se realiza teniendo en cuenta la necesidad de implantación de la norma International Organization for Standardization (ISO) 50001 en la Fábrica de Ciego Montero LOS PORTALES. SA, se implementa un diagnóstico energético en la empresa basado en esta norma internacional. Para la elaboración del mismo primeramente se realiza la consulta bibliográfica, se sintetiza la situación energética mundial y las graves consecuencias que padecerá la sociedad si no se toman medidas urgentes para el uso y consumo de la energía y el impacto ambiental asociado a este gran problema. Se explica en que consiste la norma ISO 50001 y posteriormente se analizan las principales técnicas y herramientas empleadas actualmente en el análisis energético; aplicándose luego en un período de tiempo que recoge el año 2016 para lograr disminuir así el margen de error de la muestra y poder obtener un conocimiento más amplio del proceso de producción de dicha empresa. Después se determina el mayor de los portadores energéticos de la empresa de estudio. Para culminar se determinan las áreas más consumidoras de energía y se realiza un análisis más profundo para incrementar la eficiencia energética del proceso.

Palabras claves: Gestión, energía, planificación.



Abstract.

ABSTRACT.

This work is made taking into account the need for implementation of ISO 50001 in the Factory of Ciego Montero LOS PORTALES. SA, an energy diagnosis is implemented based on this International Standard. For the elaboration of the first bibliographic inquiry it takes place and the global energy situation and the serious consequences that suffer society if urgent measures for the use and consumption of energy and the environmental impact associated with this major problem is taken is synthesized. ISO 50001 is explained and then the main techniques and tools currently used are analyzed in the energy analysis, and then apply in a time period that includes the years 2016 to achieve this and reduce the margin of error sample and obtain a larger production process of the company knowledge. After the senior energetic carrier is determined. To complete consuming the energy area is determined and a deeper analysis is performed to increase energy efficiency of the process.

Keywords: Management, energy, planning.

Índice

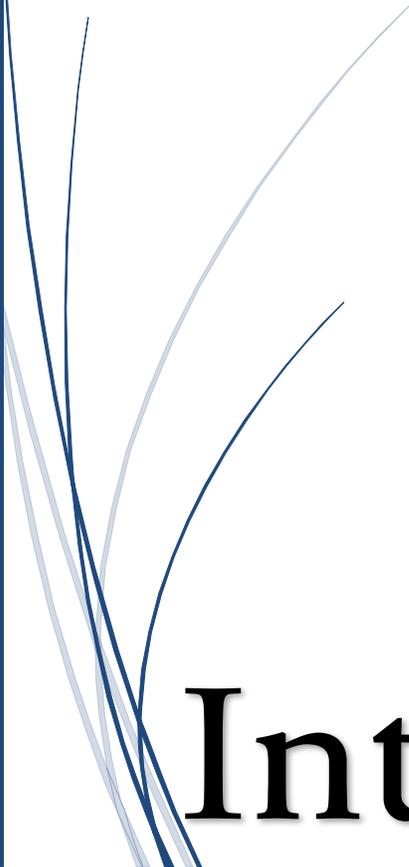
Introducción.....	1
Capítulo 1: Estado del arte sobre la gestión energética y sus particularidades en la industria de alimentos.....	5
1.1- Introducción al capítulo.	5
1.2- Fundamentos de la gestión energética.	5
1.3- Situación de la energía a nivel mundial.....	6
1.4- Situación de la energía a nivel nacional.....	7
1.5- Gestión Energética en la Industria.	11
1.6- La energía en la industria de alimentos en Cuba.....	13
1.7- Norma Internacional de Gestión Energética ISO 50001: 2011.	14
1.7.1 Surgimiento de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	14
1.7.2 Caracterización de la Norma Internacional ISO 50001: 2011.	16
1.7.3 Funcionamiento de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	17
1.7.4 Beneficios de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	18
1.7.5 Importancia de la Norma Internacional ISO 50001:2011.	20
1.8- Conclusiones parciales.	20
Capítulo 2. Herramientas y métodos para la planificación energética.....	22
2.1- Introducción al capítulo.	22
2.2- Planificación energética.	23
2.3- Requisitos legales y otros requisitos.....	24
2.4- Revisión energética.....	25
2.4.1 Análisis del uso y consumo de la energía.....	29
2.4.2 Equipos de medición a utilizar en la revisión.	30
2.5- Línea de base energética.....	30

2.6- Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.	33
2.7- Indicadores de eficiencia energética en una fábrica.	34
2.8- Establecimiento de metas.	37
2.9- Conclusiones parciales.	44
Capítulo 3. Planificación energética en la Embotelladora de Agua Mineral Natural de Ciego Montero.	46
3.1- Introducción al capítulo.	46
3.2- Generalidades sobre la empresa.	46
3.3- Breve reseña del proceso productivo para la elaboración del producto Agua Mineral Natural.	48
3.4- Descripción del proceso productivo por cada una de sus operaciones.	49
3.5- Diagnóstico energético de la empresa.	53
3.5.1 Balance general de energía.	53
3.5.2 Estructura de consumo de portadores energéticos.	53
3.5.3 Análisis del consumo de energía eléctrica.	54
3.6- Censo de cargas eléctricas.	58
3.7- Línea base energética para la Embotelladora de Ciego Montero (2016).	62
3.8- Índice de desempeño energético.	63
3.9- Metas.	64
3.10- Oportunidades de ahorro.	65
3.11- Propuestas de mejoras.	66
3.12- Conclusiones parciales.	68
Conclusiones.	70
Recomendaciones.	71
Bibliografía.	¡Error! Marcador no definido.

Anexos..... 74

Anexo 1: Diagrama de flujo del proceso de producción de Agua Mineral Natural (Línea 1)..... 74

Anexo 2: Levantamiento de equipos en la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero..... 78



Introducción

Introducción.

En toda la geografía cubana y más allá de sus fronteras son ampliamente conocidos los refrescos y aguas producidos y comercializados por la empresa mixta Los Portales S.A.; y casi se puede afirmar que todos los cubanos y los visitantes foráneos, han bebido alguno de esos líquidos para saciar la sed y complacer al paladar.

Con dichos productos, al satisfacer la necesidad humana y vital de ingerir agua y bebidas refrescantes, en especial durante las calurosas temporadas veraniegas, la entidad cubre las demandas del mercado nacional y las exportaciones, a partir de una exitosa y activa gestión mantenida durante casi tres lustros, que le ha permitido ubicarse como líder en la comercialización de aguas minerales y refrescos, y prácticamente ha desplazado las importaciones. (LOS PORTALES & CENICA, 2011)

Constituida en 1995, entre la Corporación Alimentaria de Cuba, CORALSA, y el grupo Nestlé Water, esta empresa mixta dispone en la actualidad de dos yacimientos de aguas minerales naturales en explotación: Los Portales, localizado en Guanés, Pinar del Río y Ciego Montero, ubicado en Palmira, municipio de Cienfuegos. En las fuentes naturales existentes han sido creadas instalaciones con un alto desarrollo tecnológico para garantizar productos terminados de excelente calidad y presentación.

Para facilitar la venta y el consumo, el agua mineral Ciego Montero, distinguida por su perfecto balance de minerales, sale al mercado en las denominadas botellas de polietileno Tereftalato (PET) en formatos de 500 y 1 500 mililitros y en envases similares de cinco litros de capacidad y de 330 mililitros para el agua carbonatada. (LOS PORTALES & CENICA, 2011)

En tanto, Los Portales, agua mineral libre de sodio y con bajo contenido de sales minerales, se presenta igualmente, en envases PET de 1 500 mililitros, con las dos versiones, natural y carbonatada.

Ambas aguas minerales, están avaladas por estudios clínicos y farmacológicos que demuestran la positiva acción sobre la salud humana. La excelente calidad de las mismas desde el punto de vista físico-químico y bacteriológico ha sido certificada por laboratorios especializados acreditados en el país y a nivel internacional y en las dos fábricas tienen implementado el Sistema de Gestión de la Calidad, de acuerdo con la metodología establecida por el Centro Nacional de Inspección de la Calidad (CENICA). (LOS PORTALES & CENICA, 2011), Pero la fábrica, a pesar de preocuparse por el ahorro de energía, no dispone de un sistema de gestión energética certificado.

En los años setenta, con la primera crisis del petróleo, se puso de manifiesto la vulnerabilidad del esquema energético global. Este esquema, basado en cerca de un 80 % de energía primaria proveniente de los combustibles fósiles, recursos no renovables, contaminantes en alto grado, concentrados en pocas regiones, fundamentalmente en manos de grandes consorcios transnacionales y utilizados de forma muy ineficiente, es a todas luces insostenible. El calentamiento global y el cambio climático, observados durante las últimas décadas, que tienen al sector energético como el principal causante, han acentuado la insostenibilidad del esquema global de producción y uso de los recursos energéticos del planeta. Dentro de las medidas para enfrentar los retos del cambio climático, el desarrollo económico y la seguridad energética, las que buscan mejorar la eficiencia energética son las más expeditas y económicas, al frenar, tanto el crecimiento de la demanda de energía, como el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero a corto plazo. (Borroto, Viego, Odobes, & Soldatti, 2014)

Un agente fundamental para enfrentar estos desafíos es la gestión eficiente de la energía como una solución inmediata. Esto produce la necesidad de implementar sistemas de gestión que faciliten el ahorro de la energía en las empresas. Como parte de un programa mundial a favor de la eficiencia energética, en el año 2011 se implementó la Norma Internacional ISO 50001 cuyo objetivo fundamental es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia e intensidad. Trayendo como consecuencia reducciones de costo, emisiones de

gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales por medio de la gestión sistemática de la energía.

Cuba no se encuentra excluida de dicha panorámica mundial, por lo que se llevan a cabo programas gubernamentales con vistas a realizar acciones por la mejora energética. Para lo cual se tiene identificado a la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero, perteneciente al Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL) entre las empresas más consumidoras en el territorio de Palmira. (ONURE, 2015) En la misma el portador energético significativo es el consumo de electricidad, el cual representa el 98.6 % de sus portadores energéticos según el Diagrama de Pareto realizado a partir del informe mensual de energía en la fábrica.

La entidad posee un alto nivel de automatización, pero no se aplican herramientas para el diagnóstico y control energético basado en la ISO 50001 que les permita elevar su eficiencia y competitividad, así como monitorear y diagnosticar oportunamente indicadores de producción, por lo que se plantea el siguiente problema de investigación.

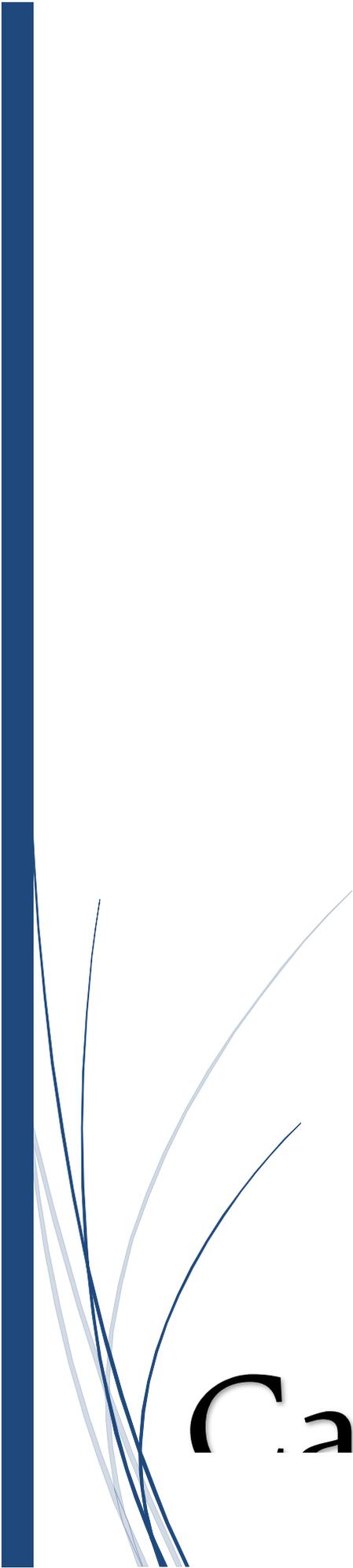
Problema de Investigación: La Fábrica Embotelladora de Ciego Montero no posee las bases para la implementación de un sistema de gestión energética que facilite la evaluación sistemática del comportamiento de las áreas o equipos de mayor consumo y la toma de las medidas necesarias en el menor tiempo posible, con el propósito de elevar su eficiencia energética.

Hipótesis: La creación de las bases para la implementación de la norma ISO 50001: 2011 en la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero, permitirá elevar la competitividad, la eficiencia real de la empresa y reducir el impacto ambiental por el uso irracional de energía en las instalaciones.

Objetivo general: Crear las bases para implementar un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001: 2011 en la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero.

Objetivos específicos:

1. Identificar las tendencias actuales de los sistemas de gestión de la energía y los avances de este campo aplicado a la industria alimenticia.
2. Explicar las diferentes herramientas para la etapa de planificación del Sistema de Gestión Energético basado en la ISO 50001: 2011.
3. Analizar el comportamiento de los Portadores Energéticos de la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero durante el año 2016.
4. Identificar áreas y equipos que consumen niveles significativos de energía.
5. Determinar el índice de desempeño energético y las líneas energéticas base y meta.
6. Identificar las oportunidades de ahorro y evaluar económicamente las propuestas de mejora.



Capítulo 1

Capítulo 1: Estado del arte sobre la gestión energética y sus particularidades en la industria de alimentos.

1.1- Introducción al capítulo.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía: éstas serían las energías alternativas.

Por otra parte, el empleo de las fuentes de energía actuales tales como el petróleo, gas natural o carbón hacen que se produzcan problemas como: la progresiva contaminación, o el aumento de los gases de efecto invernadero. Por lo tanto, el ahorro de energía, no es una cultura o un intento de proteger el medio ambiente, sino una necesidad para el ser humano.

1.2- Fundamentos de la gestión energética.

Las tecnologías para mejorar la eficiencia energética han experimentado un alto crecimiento durante los más de 30 años transcurridos desde la primera crisis del petróleo en 1973. Las innovaciones en equipos y sistemas de iluminación, en motores, en equipos de refrigeración, en controles automáticos, etc., ofrecen enormes oportunidades para ahorrar la energía.

Sin embargo, el comportamiento de la eficiencia de los sectores industrial y comercial en los países de América Latina y el Caribe ha sido errático, no reflejando el mejoramiento que se pudiera esperar a partir de la existencia de

tecnologías avanzadas mucho menos consumidoras de energía, este comportamiento de la eficiencia energética no es atribuible a fallas en el desarrollo de tecnologías eficientes, el mismo está determinado por su aplicación inefectiva, o sea, por una gestión o manejo inefectivo de la tecnología. (Borroto, Viego, Odobes, & Soldatti, 2014)

El objetivo de la gestión energética es minimizar el consumo y el costo de energía en una empresa, reduciendo las pérdidas y alcanzando los objetivos productivos previstos. La gestión energética debe producir ahorros energéticos y económicos sin afectación del confort o de los resultados productivos, la seguridad, ni los estándares ambientales.

La experiencia indica que solo se podrán alcanzar resultados significativos y perdurables en la reducción de los consumos y costos energéticos, cuando estos se obtienen como resultado del mejoramiento continuo de la gestión energética, a partir de que el manejo de la energía constituya una prioridad para la alta dirección de la empresa, esto ha provocado la necesidad de implementar sistemas de gestión energética. (Borroto & Monteagudo, 2006)

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

Según Aníbal Borroto Nordelo: un sistema de gestión constituye una estructura documentada que define la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización, y establece los procedimientos y procesos de planificación, control, aseguramiento y mejoramiento.

1.3- Situación de la energía a nivel mundial.

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 climatización 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)

Sin embargo en los países en desarrollo, aunque el consumo de energía por persona es mucho menor que en los países desarrollados, la eficiencia en el uso de energía no mejora, principalmente por la sobreexplotación de los recursos naturales, el alto índice de crecimiento poblacional, la falta de financiamiento, y el éxodo rural, que provoca el desarrollo desmedido y anárquico de las ciudades. (Borroto & Monteagudo, 2006)

Los pronósticos más recientes sugieren que para el año 2020 cerca del 85% de la población mundial vivirá en países en vías de desarrollo y serán responsables de aproximadamente el 55% del consumo total de energía. La demanda de energía en las dos últimas décadas en Asia se incrementó en aproximadamente 4.5% por año, en comparación con el 2% experimentado por EEUU y Europa. Actualmente la demanda mundial de energía está incrementándose a una tasa promedio de 3.5% anual. Se anticipa que este incremento ha de continuar, y por tanto, el consumo de energía será el doble del 2005 en el 2030 y el triple en el 2050. (Correa, 2011)

1.4- Situación de la energía a nivel nacional.

Las acciones de promoción del ahorro de electricidad y la cultura energética en Cuba abarcan todos los sectores incluyendo el educativo. El Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), fue la primera acción de carácter integral que se llevó a cabo. Se necesita una estrategia de ahorro y educación energética, que convierta a Cuba en una economía eficiente en el uso de la energía. No debe ser

una consigna o una suma simple de acciones comunicativas. Es necesario lograr que las personas incorporen a cada una de sus actividades la cultura del ahorro de la electricidad en hogares, escuelas, fábricas, hospitales, etc. Cultura energética es respeto ambiental. (Correa, 2011)

En Cuba se realizan numerosos esfuerzos para fomentar el ahorro energético y potenciar la cultura energética, ejemplo de ello lo es desde el año 2002 el Frente de Energías Renovables (FER), que aúna los esfuerzos para alcanzar una cultura energética y un desarrollo sostenible a partir del uso creciente de las fuentes de energía renovables. (Correa, 2011)

Entre las funciones del FER se encuentran:

- ✓ Elaborar y proponer al Gobierno la política y estrategia a seguir en cuanto al uso de las fuentes renovables de energía, así como mantener actualizado el Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía en lo relacionado a las fuentes renovables.
- ✓ Proponer y supervisar la implementación de proyectos de energías renovables y conciliar sus esquemas de financiamiento.
- ✓ Promover la creación y/o el fortalecimiento y la capacitación de grupos, instituciones y empresas capaces de realizar la investigación, la innovación tecnológica, la introducción y la divulgación de las fuentes renovables de energía para contribuir al desarrollo energético sostenible.
- ✓ Contribuir, apoyar e integrar los esfuerzos nacionales para identificar, evaluar y proponer las modificaciones necesarias al Marco Regulatorio Nacional que faciliten y promuevan la introducción y desarrollo de las energías renovables.
- ✓ Elaborar y proponer una política integral del país sobre el aprovechamiento de las posibilidades de la colaboración internacional en el campo de las energías renovables. Promover la cultura del desarrollo energético sostenible basado en el uso de las fuentes renovables de energía y su uso eficiente.
- ✓ Promover diversas vías de formación y capacitación de los recursos humanos en energías renovables.

- ✓ Potenciar al máximo el proceso de producción e integración en la industria nacional, de partes componentes, tecnologías o equipamiento a utilizar en los proyectos de energías renovables que se aprueben.
- ✓ Coordinar e integrar la actividad de investigación, desarrollo e innovación tecnológica que se realiza en los diferentes programas de ciencia e innovación tecnológica en el país.

La eficiencia energética como parte integrante del nuevo modelo de desarrollo de carácter sustentable es fundamental para la preservación, uso y consumo racional de los recursos energéticos en beneficio de la sociedad y por tanto expresión de una concepción ética en la justa distribución de los recursos energéticos del planeta en resguardo de las generaciones presentes y futuras. (Lapido, 2014)

La experiencia de Cuba en la implementación de políticas orientadas a la eficiencia energética, pasa en primer lugar por comprender que es un país con escasos recursos energéticos (petróleo, gas, carbón mineral o recursos hídricos). Por otro lado, el incremento de los costos de la energía son manifestaciones de la grave crisis política y económica en que está sumido el mundo de hoy y que repercute negativamente en el desarrollo industrial cubano. Por estas razones, es de suma importancia el uso racional y eficiente de la energía, sobre todo a partir de una mejor gestión. (Lapido, 2014)

La revolución de la energía en Cuba generó un cambio sustancial en la forma de como el país transforma y usa la energía. El objetivo fundamental de este proceso enfocaba a la transformación radical de los procesos de generación, distribución y consumo final de la electricidad, apuntando a la eficiencia energética como su principal herramienta. (Carpio & Coviello, 2013)

Esta tarea se inició aceleradamente en el año 2005. Teniendo en cuenta la dimensión del propósito, la Asamblea Nacional del Poder Popular acordó nombrar el año 2006: "Año de la Revolución Energética en Cuba".

El Estado cubano en aras de reducir los impactos ambientales, económicos y lograr una mejor calidad de vida y confort se ha trazado tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible:

- ✓ Elevación de la eficiencia energética, eliminando esquemas de consumo irracionales, usando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.
- ✓ Sustitución de fuentes de energía, por otras de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.
- ✓ Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de la combustión o las tecnologías de la gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

Son varias las acciones que se implementan hoy día para incorporar la ISO 50001 al sector industrial, ya que es evidente que es en este sector donde se consume una gran parte de la energía del país. En Cuba ya son varias las empresas en todos los sectores de la industria que han dado sus primeros pasos en la incorporación de esta norma internacional, producto de la nueva política de ahorro energético asumida por la dirección de nuestro gobierno.

Resoluciones Energéticas en Cuba.

✓ Resolución 328/07 del Ministerio de la Industria Básica.

Esta Resolución estableció la existencia de un Plan Anual de Consumo de los Portadores Energéticos para todos los Organismos de la Administración Central del Estado y los Consejos de Administración Provinciales, aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación en base a los Índices de Consumo Técnicamente fundamentados y los niveles de actividad previstos. Adicionalmente, dispuso la creación de las Direcciones de Supervisión y Control de los Portadores Energéticos, así como estableció sus obligaciones y facultades legales.

✓ **Resolución 136 del Ministerio de la Industria Básica. Reglamento Técnico de Eficiencia Energética.**

El Reglamento Técnico tuvo como objetivo establecer y controlar los requisitos técnicos de eficiencia energética, seguridad eléctrica y tropicalización a los equipos de Uso Final de la Energía Eléctrica importados, fabricados o ensamblados en el país por personas jurídicas nacionales o extranjeras, para fomentar el Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica, protegiendo al consumidor mediante la utilización de equipos de alta eficiencia energética y calidad. Este reglamento estableció el proceso de Aceptación Técnica, Autorización Técnica, Inspección y Control, Violaciones, Penalidades y Etiquetado de Eficiencia energética.

✓ **Norma Cubana NC 220 Edificaciones. Requisitos de diseño para la eficiencia energética.**

Se estableció en Cuba con carácter obligatorio mediante la Resolución 316 del 2008 del Ministerio de la Construcción para todas las nuevas edificaciones una norma que garantiza la eficiencia en el diseño de las mismas. Esta Norma abarca los siguientes tópicos:

- ✓ Parte 1. Envolvente del edificio.
- ✓ Parte 2. Potencia eléctrica y alumbrado.
- ✓ Parte 3. Ventilación y Aire acondicionado. Sistemas y Equipamiento.
- ✓ Parte 4. Suministro de agua caliente.
- ✓ Parte 5. Administración de energía.

1.5- Gestión Energética en la Industria.

La industria es uno de los sectores de la sociedad más necesitados del ahorro de energía, ya que su logro supone una mayor competitividad. Las industrias son grandes consumidoras de electricidad y aplican en sus procesos diversas estrategias de producción y tecnologías para reducir al máximo el consumo de electricidad. (Borroto, 2001)

A nivel mundial son varias las industrias que mediante la gestión de la energía se mantienen en la búsqueda de una mayor eficiencia energética, ya que esto trae consigo un aumento del capital financiero, ambiental, seguridad nacional, seguridad personal y confort humano. La eficiencia energética se debe aplicar al sector productivo de manera que se mejore el rendimiento en actividades como la producción de recursos energéticos, en la transformación y transporte de estos, en la fabricación de equipamientos industriales y en estos equipamientos, de manera que se pueda reducir el consumo energético. (Borroto, 2013)

En la actualidad, se tiene la calidad como objetivo por encima de todo, lo que se pretende conseguir es que, sin dejar de un lado la calidad, se introduzca como especificación de los productos su mayor eficiencia energética (certificado energético), esto, por ejemplo, se ha ido consiguiendo con las bombillas de bajo consumo. Se consigue no solo un menor consumo de energía, sino que además el consumidor verá reducidos los costes del uso de diferentes tecnologías. (Conferencia Regional hacia el establecimiento de una Norma Internacional para un sistema de Gestión de la Energía, 2008)

En el sector industrial se debe potenciar el ahorro y la eficiencia energética de los procesos e impulsar la fabricación de productos que sean más competentes en su uso posterior o que requieran un menor consumo de energía durante su ciclo de vida útil. (Carretero, 2012)

Se debe introducir la eficiencia energética como complemento a las fuentes de energía renovables. El desarrollo tecnológico debe impulsarlas en paralelo.

El sector industrial es muy variado y cada uno de sus subsectores tiene una evolución diferente en lo que se refiere a la eficiencia y el ahorro energético. Los subsectores con mayor potencial de ahorro son el de alimentación, el de bebidas y tabaco, la industria química, el sector de los minerales no metálicos, y el de siderurgia y fundición. (Carretero, 2012)

En cada uno de estos subsectores los costes energéticos afectan de forma diferente a los costes totales, debido a los diferentes procesos que utilizan, en algunos incluso los ahorros o cambios pueden repercutir en el producto final.

1.6- La energía en la industria de alimentos en Cuba.

La industria alimenticia en Cuba está integrada por las industrias cárnicas, lácteas, de aceite, de conservas de frutas y vegetales, molinera, confitera, de bebidas y licores, pastas alimenticias así como por la distribución de esas producciones. El Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL) ha venido incrementando la atención a la actividad de economía energética, lo que se ha evidenciado en reducciones progresivas de los indicadores de consumo en general del sector, esto ha sido el resultado de la implementación de medidas de carácter organizativas y la eliminación de despilfarro y en menor grado, en medidas de carácter técnico, tecnológico e inversiones, el ordenamiento y materialización exitosa de estos objetivos a cada nivel solo es posible lograrlo mediante el trabajo organizado en programas de trabajo para el uso racional de la energía.

La Resolución 33/86 del MINAL puso en vigor el “Reglamento para la Actividad Energética en el Ministerio de la Industria Alimenticia”, en él se establece la confección de los programas correspondientes a cada uno de los niveles administrativos subordinados en el Sistema del Ministerio, se destaca el período 2000-2003 donde se centró la atención dentro del MINAL a perfeccionar las formas y métodos de lograr la reducción de los consumos a partir de herramientas más novedosas en el tema.

Según las experiencias prácticas obtenidas se cuenta con personal preparado para llevar a cabo programas de mejoras en este sentido, logrando cuantificar medidas que representan ahorros considerables de recursos energéticos y financieros; proponer medidas de ahorro concretas para alcanzar mayores resultados de gestión energética en el sector tales como:

- ✓ Acercar los consumos energéticos en las producciones fundamentales a medidas internacionales.
- ✓ Disminuir no menos de un 3 % el consumo energético en todo el sector productivo.
- ✓ Asumir gradualmente el financiamiento en divisa del consumo de energía en un 54 % del consumo total.

La proyección estratégica del área energética presenta los siguientes objetivos:

- ✓ Máximo aprovechamiento de las fuentes de energía.
- ✓ Diagnóstico tecnológico para la actualización del equipamiento que funciona fuera de parámetros eficientes.
- ✓ Profundidad en la cultura de ahorro energético y de agua.
- ✓ Revitalización de las Comisiones de Energía en todas las estructuras del sector.
- ✓ Proyecciones encaminadas a lograr escalones superiores en la eficiencia energética.

Durante los años. 2004-2009 la política energética en general y muy específicamente en el sector alimentario, proyecta sus estrategias sobre las acciones dirigidas a aprovechar con eficiencia el consumo de la energía eléctrica, siempre teniendo en cuenta niveles encaminados a la satisfacción de las necesidades y el impacto sobre el sistema ecológico.

1.7- Norma Internacional de Gestión Energética ISO 50001: 2011.

1.7.1 Surgimiento de la Norma Internacional ISO 50001:2011.

La Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) solicitó a la Organización Internacional de Normalización (ISO) desarrollar una norma internacional de gestión de la energía, tras reconocer que la industria necesita montar una respuesta efectiva al cambio climático y la proliferación de normas de gestión de la energía. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

ISO, por su parte, ha identificado la gestión de la energía como uno de los cinco campos para el desarrollo de Normas Internacionales y, en 2008, creó un proyecto de comité, ISO/PC 242, Gestión de la Energía, para llevar a cabo el trabajo. ISO/PC 242 estuvo encabezada por los miembros de ISO de los Estados Unidos (American National Standards Institute - ANSI) y Brasil (Asociación Brasileña de Normas Técnicas - ABNT).

Los expertos de los organismos nacionales de 44 países miembros de ISO participaron en el desarrollo de la norma ISO 50001 en ISO/PC 242, junto con otros 14 países en calidad de observadores. La norma también se beneficia de la participación de organizaciones de desarrollo, entre ellas ONUDI y el Consejo Mundial de Energía (CME). (Organización Internacional de Normalización, 2011)

ISO 50001:2011 ha sido capaz de basarse en numerosas normas de gestión de la energía nacionales o regionales, especificaciones y regulaciones, incluyendo las desarrolladas en China, Dinamarca, Irlanda, Japón, República de Corea, Países Bajos, Suecia, Tailandia, EE.UU. y la Unión Europea.

En un contexto de incremento de los precios mundiales de la energía, la publicación por parte de la ISO de su Norma Internacional ISO 50001:2011 para la gestión de la energía es particularmente oportuna. ISO 50001:2011 ayuda a las organizaciones a mejorar y aumentar su eficiencia energética, y reduce los impactos del cambio climático. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

ISO 50001:2011, establece un marco para gestionar la energía a las plantas industriales, locales comerciales y todo tipo de organizaciones. Tiene una orientación de amplia aplicabilidad en los sectores económicos nacionales; se estima que la norma puede influir hasta un 60 % del consumo de energía del mundo. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Según la Organización Internacional de Normalización, ISO 50001 es desarrollada por el proyecto de comité ISO/PC242, Gestión de la energía, cuyo Presidente, Edwin Piero, comenta:

“Todos los días, las organizaciones en todo el mundo se enfrentan con cuestiones tales como, la disponibilidad de suministro de energía, confiabilidad del mismo, cambio climático y el agotamiento de los recursos. Un elemento crítico en el tratamiento de estas cuestiones es el grado de eficacia de como una organización gestiona el uso de su energía”.

ISO 50001 proporciona un modelo probado que ayuda a las organizaciones de forma sistemática a planificar y administrar su uso de energía. Con un fuerte enfoque en el rendimiento y la mejora continua. ISO 50001 contribuye a una mayor eficiencia energética y el uso prudente de la energía. Un muy alto nivel de consenso lleva a un rápido progreso de nuestra comisión hacia una publicación para mediados de 2011: Prueba de que el mundo necesita y quiere esta norma. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Roland Risser, Presidente del Grupo Técnico Asesor de los EE.UU. para ISO/PC 242, y Administrador del Programa de Tecnologías de la Construcción en el Departamento de Energía de EE.UU., subraya que:

“Esta nueva Norma Internacional proporciona el marco estructural para las empresas comerciales e industriales para mejorar continuamente su intensidad energética - ahorrar dinero, mejorar la competitividad y reducir la contaminación. Cuando las empresas pueden vincular la eficiencia a la rentabilidad, es un logro de ganar-ganar”.

1.7.2 Caracterización de la Norma Internacional ISO 50001: 2011.

ISO 50001:2011 proporciona a las organizaciones del sector público y privado estrategias de gestión para aumentar la eficiencia energética, reducir costos y mejorar la eficiencia energética. La norma tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión. (International Organization for Standardization, 2010)

Según la ISO las organizaciones multinacionales tienen acceso a una norma única y armonizada para su aplicación en toda la organización con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras. La norma tiene por objeto cumplir lo siguiente:

- ✓ Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía.

- ✓ Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- ✓ Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía.
- ✓ Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- ✓ Proporcionar un marco para promover la eficiencia energética a lo largo de la cadena de suministro.
- ✓ Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- ✓ Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como: el ambiental, el de salud y el de seguridad.

1.7.3 Funcionamiento de la Norma Internacional ISO 50001:2011.

ISO 50001:2011 se basa en el modelo ISO de sistema de gestión familiar para más de un millón de organizaciones en todo el mundo que aplican normas como la ISO 9001 (gestión de calidad), ISO 14001 (gestión ambiental), ISO 2200 (seguridad alimentaria), ISO/IEC 27001 (información de seguridad).

En particular, la norma ISO 50001, está enfocada en el ciclo de mejora continua PHVA, e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se ilustra en la Figura 1.1. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

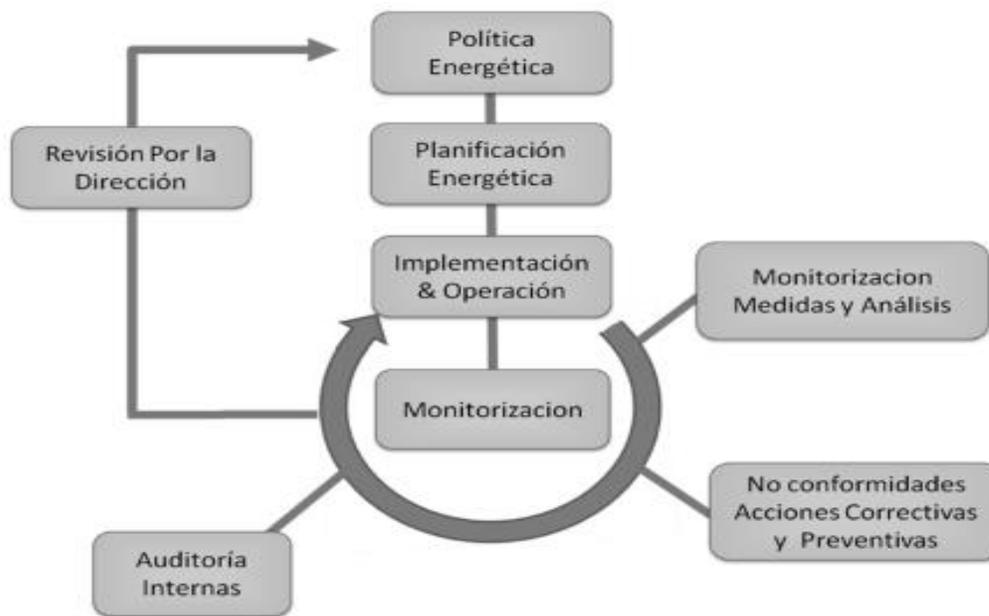


Figura 1.1 Modelo de gestión de la energía. Norma ISO 50001 (Pérez C., 2012).

En el contexto de la gestión de la energía, el enfoque PHVA puede resumirse de la manera siguiente:

- ✓ Planificar: llevar a cabo la revisión energética y establecer la línea de base, los índices de desempeño energético (IDEn), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.
- ✓ Hacer: implementar los planes de acción de gestión de la energía.
- ✓ Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinan el desempeño energético en relación a las políticas y objetivos energéticos e informar sobre los resultados.
- ✓ Actuar: tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el Sistema de Gestión Energético (SGEn).

1.7.4 Beneficios de la Norma Internacional ISO 50001:2011.

Como todas las normas de sistemas de gestión, ISO 50001:2011 ha sido diseñada para ser aplicada por cualquier organización, sea cual sea su tamaño o actividad,

ya sea en el sector público o privado, independientemente de su ubicación geográfica.

ISO 50001:2011 no fija objetivos para mejorar la eficiencia energética, depende de la organización usuaria, o de las autoridades reguladoras, eso significa que cualquier organización, independientemente de su dominio actual de gestión de la energía, puede aplicar la Norma ISO 50001:2011 para establecer una línea base y luego mejorarla a un ritmo adecuado a su contexto y capacidades, entre sus principales beneficios se encuentran los siguientes: (International Organization for Standardization, 2010)

Energéticos y Ambientales

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

De liderazgo e imagen empresarial

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

Socio-Económicos

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

1.7.5 Importancia de la Norma Internacional ISO 50001:2011.

La energía es fundamental para las operaciones de una organización y puede representar un costo importante para estas, independientemente de su actividad, se puede tener una idea al considerar el uso de energía a través de la cadena de suministro de una empresa, desde las materias primas hasta el reciclaje. (Administrator, 2010)

Según el autor mencionado además de los costos económicos de la energía para una organización, la energía puede imponer costos ambientales y sociales por el agotamiento de los recursos y contribuir a problemas tales como el cambio climático. El desarrollo y despliegue de tecnologías de fuentes de energía nuevas y renovables puede tomar tiempo.

Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas del gobierno o la economía global, pero pueden mejorar la forma como gestionan la energía en el aquí y ahora. Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos a una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía, lo que reduce tanto el costo de la energía como el consumo, la organización también contribuye positivamente en la reducción del agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del uso de energía en todo el mundo, tal como: el calentamiento global. (Administrator, 2010)

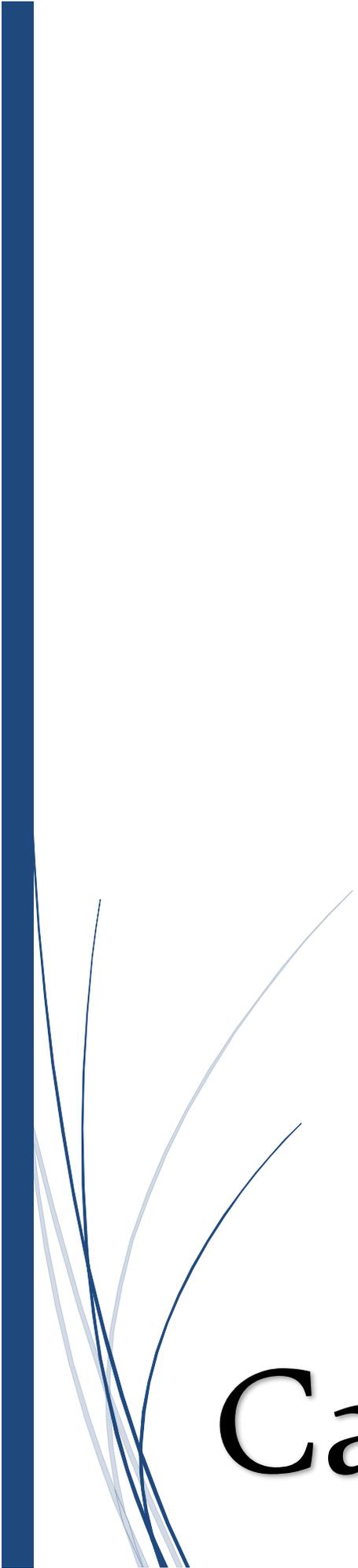
ISO 50001:2011 se basa en el modelo de sistema de gestión que ya está entendido y aplicado por organizaciones en todo el mundo. Puede marcar una diferencia positiva para las organizaciones de todo tipo en un futuro muy cercano, al mismo tiempo que apoya los esfuerzos a largo plazo para mejorar las tecnologías de energía.

1.8- Conclusiones parciales.

1. El agotamiento de los combustibles fósiles, el deterioro cada vez mayor del medio ambiente por el hombre y las necesidades de las organizaciones de

elevar su competitividad empresarial exigen la implementación de sistemas de gestión energética.

2. La industria de alimentos es una de las principales consumidoras de energía a nivel mundial, por sus características propias, por lo que debe preocuparse por hacer un uso racional de la energía.
3. En Cuba se realizan numerosos esfuerzos para potenciar la cultura energética e implantar un desarrollo energético sostenible, de lo cual no está exenta la industria de alimentos, que ya trabaja en hacer un uso eficiente de la energía.
4. La norma ISO 50001: 2011 permite establecer los sistemas y proceso necesarios para mejorar el desempeño en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia energética, su uso, consumo e intensidad; de conjunto con un compromiso social y empresarial.



Capítulo 2.

Capítulo 2. Herramientas y métodos para la planificación energética.

2.1- Introducción al capítulo.

La Norma Cubana (NC) ISO 50001, como se indica en el capítulo anterior, se basan en la filosofía del ciclo de mejora continua Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) (Ver figura 1.1)

La correspondencia de los diferentes componentes de la norma NC ISO 50001:2011 con las etapas del ciclo PHVA es dada en la tabla 2.1.

Tabla 2.1: Contenidos de la NC ISO 50001 en el ciclo Planificar-Hacer- Verificar- Actuar. (PHVA). Fuente: (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Componentes del ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar.	Contenidos de la NC ISO 50001.
Requisitos generales.	4.1 Requisitos generales. 4.2 Responsabilidad de la dirección. 4.2.1 Alta dirección. 4.2.2 Representante de la dirección. 4.3 Política Energética.
Planificar.	4.4 Planificación energética. 4.4.1 Generalidades. 4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos. 4.4.3 Revisión energética. 4.4.4 Línea base energética. 4.4.5 Indicadores de desempeño energético. 4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía.

Hacer.	<p>4.5 Implementación y operación.</p> <p>4.5.1 Generalidades.</p> <p>4.5.2 Competencia, formación y toma de consciencia</p> <p>4.5.3 Comunicación.</p> <p>4.5.4 Documentación.</p> <p>4.5.5 Control operacional.</p> <p>4.5.6 Diseño.</p> <p>4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.</p>
Verificar.	<p>4.6 Verificación.</p> <p>4.6.1 Seguimiento, medición y análisis.</p> <p>4.6.2 Evaluación de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos.</p> <p>4.6.3 Auditoría interna del SGEEn.</p> <p>4.6.4 No-conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva.</p> <p>4.6.5 Control de registros.</p>
Actuar.	<p>4.7 Revisión por la dirección.</p> <p>4.7.1 Generalidades.</p> <p>4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección. 4.7.3 Resultado de la revisión por la dirección.</p>

Dado que el objetivo de la presente tesis es crear las bases para la implementación de esta norma en la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero, lo que se corresponde con el proceso de Planificar. Es necesario destacar que los aspectos principales de este proceso son los enmarcados en el recuadro naranja en la tabla 2.1.

2.2- Planificación energética.

La organización debe llevar a cabo y documentar un proceso de planificación energética. La planificación energética debe ser coherente con la política

energética y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético. La planificación energética debe incluir una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético. Se sugiere:

1. Establecer forma y contenidos a documentar en el proceso de planificación energética. Debe quedar recogido en un documento en copia dura o en un archivo en forma digital los componentes del proceso de planificación energética.
2. De ser un proceso productivo debe elaborarse el diagrama energético productivo, señalando en las condiciones actuales las entradas y salidas de las corrientes energéticas y las producciones en cada área del proceso.
3. En la documentación del proceso de planificación energética debe reflejarse:
 - ✓ La política energética
 - ✓ Costos de energía
 - ✓ Requisitos legales y otros
 - ✓ Diagrama energético productivo
 - ✓ Energía y producción por área productiva. Energía y producción final.
 - ✓ Análisis del uso de la energía y de variables productivas para el monitoreo y control.
 - ✓ Personal determinante en el uso de la energía.
 - ✓ Oportunidades de mejoras energéticas.

Otros puntos vitales en el uso eficiente de la energía, no reflejados en los anteriores, pueden ser determinados durante el proceso de planificación y deben ser documentados.

2.3- Requisitos legales y otros requisitos.

La organización debe identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con su uso y consumo de la energía, y su eficiencia energética.

La organización debe determinar cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía, y a su eficiencia energética, y debe asegurar que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba se tengan en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGE. Los requisitos legales y otros requisitos deben revisarse a intervalos definidos.

Se sugiere que:

1. La organización debe identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con el uso, consumo de la energía y eficiencia energética. Ya sean legales o acordados por la organización y reflejados en su política energética.
2. La organización debe cumplir con los requisitos legales establecidos para cada portador energético que este en uso en sus instalaciones tales como:
 - ✓ Tarifas vigentes para cada portador, observando las particularidades de las tarifas en función del tamaño y características de las instalaciones de la organización. (Para el caso cubano ver las tarifas eléctricas.)
 - ✓ Normas de gestión técnica y de seguridad e higiene del trabajo del uso del portador energético. (Sistema eléctrico, sistema de almacenamiento y distribución y uso de combustibles líquidos y gaseosos, etc.)
 - ✓ Cuando se procede al diseño o reposición de nuevas instalaciones o equipos, la organización debe observar las legislaciones establecidas para el cumplimiento del etiquetado eficiente que la política energética define, tanto para instalaciones de proceso como de transporte.
 - ✓ Cuando las instalaciones han alcanzado el fin de su ciclo de vida y se decide la modernización en busca de incrementos de la eficiencia energética la organización debe realizar valoraciones de proyectos de cogeneración y trigeneración, o de utilización de corrientes energéticas de desechos industriales o empresariales.

2.4- Revisión energética.

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética.

Para desarrollar la revisión energética, la organización debe:

1. Analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, es decir:
 - ✓ Identificar las fuentes de energía actuales.
 - ✓ Evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía.
2. Basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identificar las áreas de uso significativo de la energía, es decir:
 - ✓ Identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía.
 - ✓ Identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía.
 - ✓ Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.
 - ✓ Estimar el uso y consumo futuros de energía.
3. Identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético.

La revisión energética debe ser actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento, sistemas o procesos.

Se sugiere:

1. La organización puede considerar que un buen punto de partida para la revisión energética lo constituye una auditoría energética.
2. En el caso cubano desde inicios de la década del 2000 se realiza la caracterización energética de la organización haciendo uso de la “Prueba de la Necesidad” (Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. Prueba de Necesidad., 2005), la cual puede ser usada para los trabajos de implementación de la norma.

3. Otro documento a utilizar que complementa el documento “Prueba de la Necesidad” los constituye el documento “Informe de la Prueba de la Necesidad”. (Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. , 2005)
4. En la revisión energética debe considerarse donde se produce un uso significativo de la energía como aquella área, sección del proceso o equipos donde existe un alto consumo energético y donde existen por tanto altos potenciales para mejorar el desempeño energético.
5. La forma más común de identificar los usos significativos de energía está dado por conocer quien tiene las mayores porciones del consumo energético. Para el caso cubano una forma muy usada cuando se aplica un SGEEn, es emplear la Regla de Pareto (80/20). (Gestión y Economía Energética, 2006)
6. Es necesario precisar que la NC ISO 50001 establece que es la Organización la que establece el criterio de que se considera uso significativo de energía para la misma.
7. En la tabla 2.2 se sugiere el flujo de organización de la revisión energética, que complementado con los documentos señalados en los incisos 2 y 3 pueden contribuir a una efectiva revisión energética.

Tabla 2.2: Elementos a considerar en la Revisión Energética. Fuente: (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Flujo de actividades para la Revisión Energética de la Organización	
<u>Actividades</u>	<u>Acciones</u>
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir el alcance técnico ✓ El ámbito físico ✓ Las fuentes y canales de información ✓ Establecer el programa de trabajo y planificar la campaña de medidas
Visita a instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estado técnico de las instalaciones ✓ Análisis de los suministros energéticos

inspección	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Criterios de utilización de equipos y portadores energéticos
Recogida de datos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Características de las energías utilizadas. Energía eléctrica, combustibles, otras. ✓ Autoproducción de energía ✓ Otras fuentes energéticas ✓ Particularidades del proceso de producción o los servicios ✓ Tecnologías horizontales y de servicios ✓ Medición y recogidas de datos
Contabilidad energética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Generación, consumos energéticos y costos anuales. ✓ Balances energéticos de los consumos por tipos de instalaciones. ✓ Razón de generación, consumo y/o consumos específicos
Propuestas de mejoras	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis de las propuestas de mejoras. Desarrollo de proyectos. ✓ Elaboración de la cadena de mejoras. Ordenamiento por impacto y costos ✓ Recomendaciones y propuestas de buenas prácticas.
Informe final	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definición del objeto y alcance del informe ✓ Metodología y generalidades ✓ Estado de las instalaciones ✓ Contabilidad y análisis energético ✓ Análisis de propuesta de mejoras.

2.4.1 Análisis del uso y consumo de la energía.

El objetivo central de este requisito es identificar patrones y tendencias globales en el uso y el consumo de todas las fuentes de energía utilizadas por la organización. Ello posibilita comprender como ha sido y como es actualmente el desempeño energético, estimar comportamientos futuros, establecer diferencias con los valores reales, y decidir hasta qué punto sus variaciones son aceptables. Este análisis permite, además, tener una primera impresión de las áreas de mayor consumo y de algunos potenciales de mejora.

El cumplimiento de ese objetivo depende en gran medida de la calidad de los datos a que la organización tenga acceso, pues ello definirá el tipo de análisis que se puede realizar. De cualquier modo, estos datos deben, inicialmente, permitir describir de manera general la situación pasada y presente del sistema energético de la organización. Se recomienda que los datos abarquen al menos un período de dos años de operación.

Antes de realizar cualquier tipo de análisis es recomendable filtrar y normalizar para de esta manera subsanar posibles errores en las mediciones, así como tener en cuenta la influencia de factores relevantes, tales como el nivel de producción y la temperatura ambiente, en el desempeño energético.

Dentro de las herramientas posibles a utilizar para gestionar y presentar los datos recopilados se encuentran:

- ✓ Listas, tablas, gráficas, hojas de cálculo en general.
- ✓ Software especializado para la gestión de datos

Y para normalizar los datos se pueden usar:

- ✓ Filtrado de datos.
- ✓ Técnica de la producción equivalente.
- ✓ Técnica de horas-grados o (días-grados).

Para analizar las tendencias y patrones del consumo de energía y de sus variables de influencia las posibles herramientas a emplear incluyen:

- ✓ Diagrama de Pareto.
- ✓ Gráfico de consumo de energía y producción en el tiempo.
- ✓ Análisis de regresión.
- ✓ Análisis de tendencias de sumas acumulativas (CUSUM).
- ✓ Gráfico base 100.

2.4.2 Equipos de medición a utilizar en la revisión.

- ✓ Analizador de redes eléctricas: Miden directamente o calculan los diferentes parámetros eléctricos de una red: tensión, intensidad, potencia y energía activas y reactivas, factor de potencia, etc. Permite realizar análisis de calidad de la energía.

2.5- Línea de base energética.

La organización debe establecer una línea de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía de la organización. Los cambios en el desempeño energético deben medirse en relación a la línea de base energética.

Deben realizarse ajustes en la línea de base cuando se den una o más de las siguientes situaciones:

- ✓ Los IDEn ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización.
- ✓ Se hayan realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía.
- ✓ Sí lo establece un método predeterminado.

La línea de base energética debe mantenerse y registrarse.

Para la elaboración de la línea base se sugiere:

1. Debe revisarse lo que plantea la propia norma en su punto 3 términos y definiciones y en punto A.4.4. de la tabla 2.1. Ello puede dar ideas, cuando

se conoce el proceso, de que elementos pueden servir para definir la línea base.

Para el caso cubano en los sistemas de gestión elaborados a partir del Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía (SGTEE) se considera una buena práctica hacer uso de un gráfico de correlación del portador energético que desea ser estudiado contra (vs.) la producción relacionada al mismo. Este gráfico también se ha denominado en el sistema como gráfico de Energía vs. Producción. Un ejemplo del mismo se da en la figura 2.2.

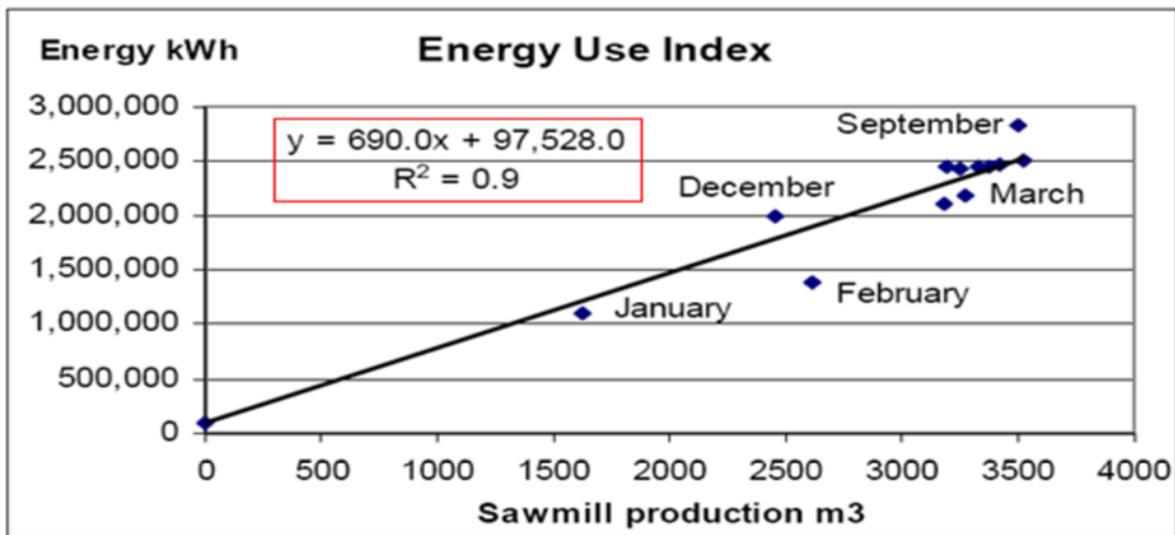


Figura 2.2: Energía eléctrica (kWh) vs. Producción del aserradero (m³). Fuente: (Energy Audit Manual, 2007)

2. Constituye este gráfico una valiosa herramienta para establecer la línea base porque:
 - ✓ Da el comportamiento del consumo energético en función de la producción para un período de tiempo establecido. Para el ejemplo dado en la figura 2.2, toma el consumo energético y la producción mes a mes para el análisis del año.
 - ✓ Ofrece la posibilidad de tener la ecuación de la energía de la organización estudiada y el coeficiente de correlación (R^2) que indica lo adecuado del modelo de regresión. Para los estudios energéticos se

acepta como bueno un valor de $R^2 \geq 0,75$. (Gestión y Economía Energética, 2006)

- ✓ 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 (690,0) representa la pendiente de la línea y muestra la rapidez de cambio del consumo energético ante variaciones del nivel productivo.
 - ✓ La ecuación de energía obtenida de este gráfico, si $R^2 \geq 0,75$, permite ser usada para realizar pronóstico de consumo energético para los diferentes niveles productivos.
3. Indicaciones de cómo construir el gráfico de Energía vs. Producción la puede consultar en (Gestión y Economía Energética, 2006)

La figura 2.3 muestra el gráfico de Energía vs. Producción para una empresa productora cuya unidad de medida es hectolitro (hl). Esta figura muestra la línea base de la organización.

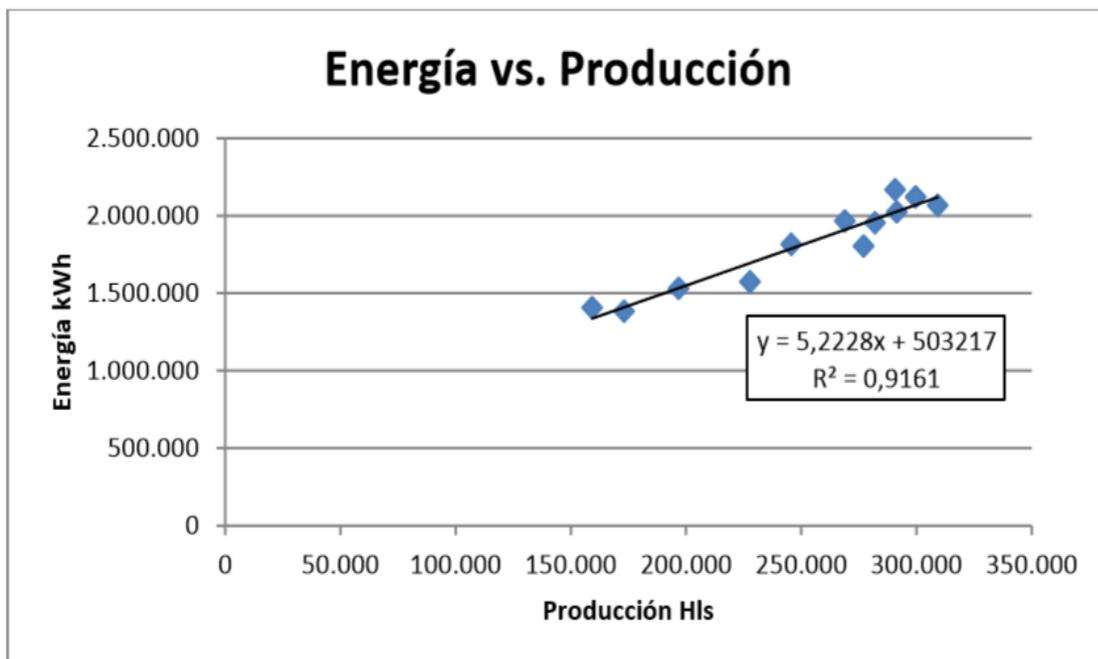


Figura 2.3: Línea base de la organización con su ecuación de energía y su coeficiente de correlación $R^2 \geq 0,75$. Fuente: Gestión y Economía Energética, 2006.

4. Es de gran utilidad esta herramienta porque si $R^2 \geq 0,75$, lo cual indica un adecuado ajuste del modelo a los puntos experimentales, la ecuación de energía en función de la producción puede ser empleada para definir el Indicador de Desempeño Energético (IDEn) de la organización o del proceso en estudio.
5. Si $R^2 \leq 0,75$ puede ocurrir que otros factores pueden estar influyendo en el consumo energético y no solo el nivel productivo. Para el caso cubano se ha definido y utilizado el concepto de Producción Equivalente. La forma de cómo proceder en este caso puede ser estudiada en (Gestión y Economía Energética, 2006)

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

La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de la organización. Deben establecerse plazos para el logro de los objetivos y metas.

Los objetivos y metas deben ser coherentes con la política energética. Las metas deben ser coherentes con los objetivos. Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización debe tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y como se identifican en la revisión energética. También debe considerar sus condiciones financieras, operacionales y comerciales, así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas.

La organización debe establecer, implementar y mantener planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas.

Los planes de acción deben incluir:

- ✓ La designación de responsabilidades.
- ✓ Los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales.
- ✓ Una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético.
- ✓ Una declaración del método para verificar los resultados. Los planes de acción deben documentarse y actualizarse a intervalos definidos.

2.7- Indicadores de eficiencia energética en una fábrica.

Usualmente la eficiencia energética se evalúa a través de los llamados indicadores de eficiencia energética que permiten medir “cuán bien” se utiliza la energía para producir una unidad de producto o prestar un servicio. Un índice energético es un parámetro que indica de qué forma se está utilizando la energía para suplir los servicios energéticos en una fábrica, un indicador que posibilita evaluar los consumos energéticos ante una base comparable.

El análisis de su comportamiento histórico, de su evolución y tendencias, permite identificar oportunidades de ahorro de energía y proponer proyectos de mejora.

Los índices energéticos son también usados para comparar la forma de utilización de la energía entre diferentes fábricas y entre distintas tecnologías para cubrir un servicio dado, posibilitando establecer metas y generalizar la aplicación de las mejores experiencias.

Los indicadores de eficiencia energética adoptan diferentes formas dependiendo de los objetivos buscados. Se utilizan en general como indicadores de eficiencia energética: los índices de consumo, los índices de potencia instalada, los índices de eficiencia y los índices económico-energéticos.

Índices de Consumo

Un índice de consumo o consumo específico de energía se define como la cantidad de energía por unidad de producción o servicios, medidos en términos físicos (productos o servicios prestados). Estos indicadores relacionan la energía

consumida con parámetros característicos de la actividad expresados en unidades físicas. Por ejemplo, en el caso de los edificios se utilizan para el consumo total de energía los índices de kJ/m²-año o kJ/ocupante-año para la parte térmica, y para la electricidad kWh/m²-año o kWh/ocupante-año. En el caso de hospitales se utiliza también el de kWh/cama ocupada-día. Dependiendo de las tareas que se cumplen en el edificio o en la institución se puede determinar otros índices de consumo basados en la unidad de producción o de costo de esa institución, como por ejemplo en una universidad podría ser kWh/crédito, o en una central telefónica en kWh/par telefónico. (Borroto, 2008)

Índices de Potencia

Los índices de potencia instalada se utilizan en las etapas de diseño, en el diagnóstico energético y para realizar análisis comparativos entre diferentes instalaciones. Estos índices en el caso de las fábricas expresan la potencia instalada por áreas, bien la potencia total o para los diferentes sistemas por separado en W/m². (Borroto, 2008)

Índices de Eficiencia

Los índices de eficiencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de equipos o sistemas específicos. Pueden expresarse de forma adimensional en fracción o en porcentaje, o por la relación de dos dimensiones de energía o potencia. Así se puede expresar que una caldera tiene una eficiencia de 85 % o que una unidad de aire acondicionado tiene una razón de eficiencia energética (Energy Efficiency Ratio) de 0.65 kW/tonelada de refrigeración. (Borroto, 2008)

Índices Económico-Energéticos

Los índices económico-energéticos relacionan una magnitud energética con una económica, tal como la intensidad energética que expresa el consumo de energía por unidad de valor añadido. En otros casos este tipo de índice relaciona dos magnitudes económicas, pero una de ellas relacionada con la energía. Tal es el caso del índice que expresa el porcentaje que representan los gastos energéticos dentro de los gastos totales de operación de una fábrica.

Otros Indicadores de Eficiencia Energética

En los edificios se utilizan también otros indicadores, dentro de los cuales se pueden citar como ejemplos el índice de emisiones, expresado en kg CO₂/m²-año, indicador empleado para la certificación energética de edificios por la Unión Europea, y el indicador de consumo de agua, expresado en m³/ocupante-día.

En relación con la profundidad del análisis y la interpretación de los resultados, mientras mayor sea el nivel de agregación de la información utilizada, por ejemplo, al nivel de la fábrica, los indicadores pueden englobar diversos efectos lo que puede hacer más difícil determinar las causas de desviaciones o comportamientos anómalos.

Un monitoreo y control energético efectivo en una fábrica requiere de la utilización de un conjunto de indicadores de diferentes tipos, y no solo al nivel general, sino estratificados hasta el nivel de las áreas y equipos mayores consumidores. (Borroto, 2008)

Para el caso cubano ha sido muy utilizado en los procesos industriales y de servicios el Índice de consumo (IC) o Indicador de Desempeño Energético (IDEn) definido a partir del gráfico de correlación de Energía vs. Producción. De éste gráfico se obtiene la ecuación, $E = m \cdot P + E_0$, con un nivel de correlación significativo, $R^2 \geq 0,75$ la hace válida para el trabajo y valores del término $R^2 \leq 0,75$ no se considera adecuado para considerar aceptable la correlación entre las variables.

La expresión de la función IC o (IDEn) = f (P) se obtiene dividiendo la ecuación de energía entre el valor de la producción (P).

$$IC = E/P = m + E_0/P$$

$$IC = m + E_0/P \quad 2.1$$

El gráfico IC vs. P es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje x, al valor de la pendiente m de la expresión $E = f (P)$, cuando $P \geq P_{nominal}$. Ver figura 2.4.

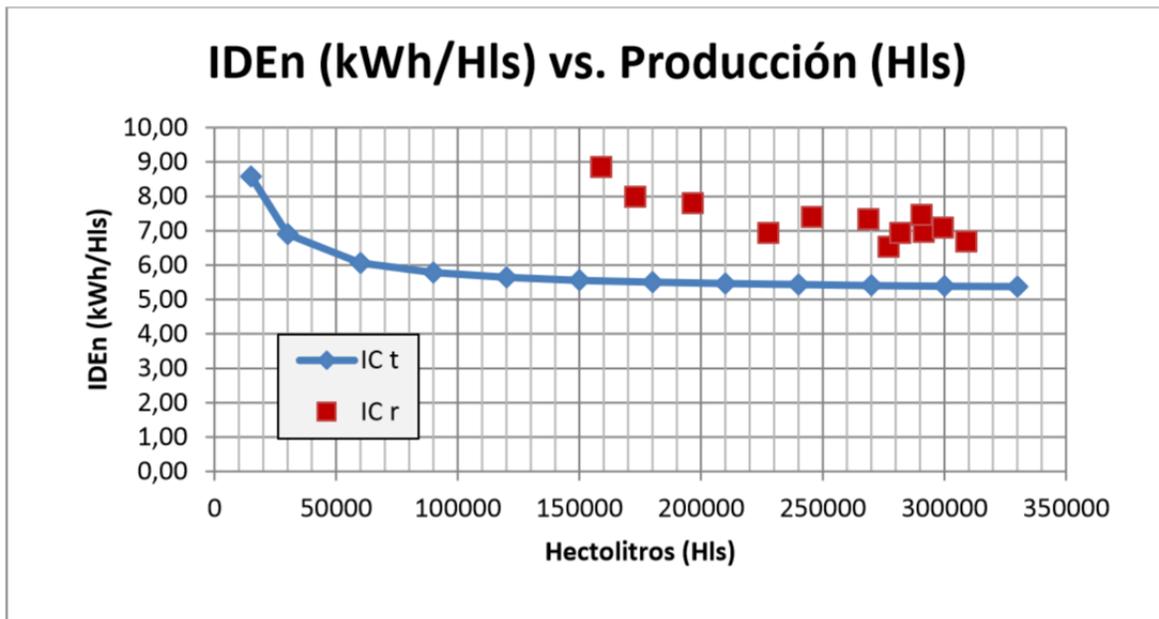


Figura 2.4. Herramienta que muestra el IDEn (kWh/Hls) vs. Producción en hectolitros (Hls). Fuente: (Energy Audit Manual, 2007)

La figura 2.4 muestra en azul la línea de comportamiento del IDEn en función de la producción sustituyendo valores teóricos de producción, a iguales intervalos de distribución, en la ecuación de energía de la organización. Los puntos en rojo muestran el valor de los IDEns reales obtenidos por la organización.

Es de gran utilidad esta herramienta porque permite realizar la evaluación del proceso comparando el comportamiento real obtenido del indicador con el que debería tener para igual valor de producción. Indicaciones de cómo construir el gráfico de IDEn vs. Producción la puede consultar en (Gestión y Economía Energética, 2006)

2.8- Establecimiento de metas.

Como se ha señalado anteriormente, para que exista la acción de control debe existir un objetivo, una meta a lograr, contra la cual comparar el resultado, determinar las desviaciones y ejecutar las acciones correctivas que correspondan.

Las metas deben ser retadoras y a la vez alcanzables, que impliquen avance, que presenten grados de dificultad, acordadas, colegiadas con el personal involucrado,

que constituyan un compromiso de todos. Las metas deben tomar en consideración los ahorros alcanzados producto de medidas organizativas, de mantenimiento e inversiones ejecutadas para la mejora de la eficiencia energética.

Para establecer las metas se pueden utilizar diversas fuentes de información:

- ✓ Comportamiento histórico. Mejores valores del comportamiento.
- ✓ Datos técnicos del equipo o sistema.
- ✓ Comparativa o Benchmarks típicos y de buenas prácticas en función del tipo de fábrica, sistema y equipo.
- ✓ Pruebas técnicas en condiciones controladas.

Las metas deben ser establecidas por cada centro de costos para estimular acciones positivas de gestión, y deben ser revisadas anualmente.

Usualmente las metas se establecen como parte de la política energética, por ejemplo, alcanzar una reducción del 20 % en el índice general de consumo de energía (kWh/m²-año) en los próximos 5 años, o disminuir los gastos energéticos en un 10 % con relación al año anterior. (Borroto, 2008)

Se considera aconsejable la utilización de los mejores valores obtenidos en la elaboración de la Línea Base, para con ellos obtener la Línea Base Meta. La figura 2.5 muestra un ejemplo de lo dicho anteriormente.

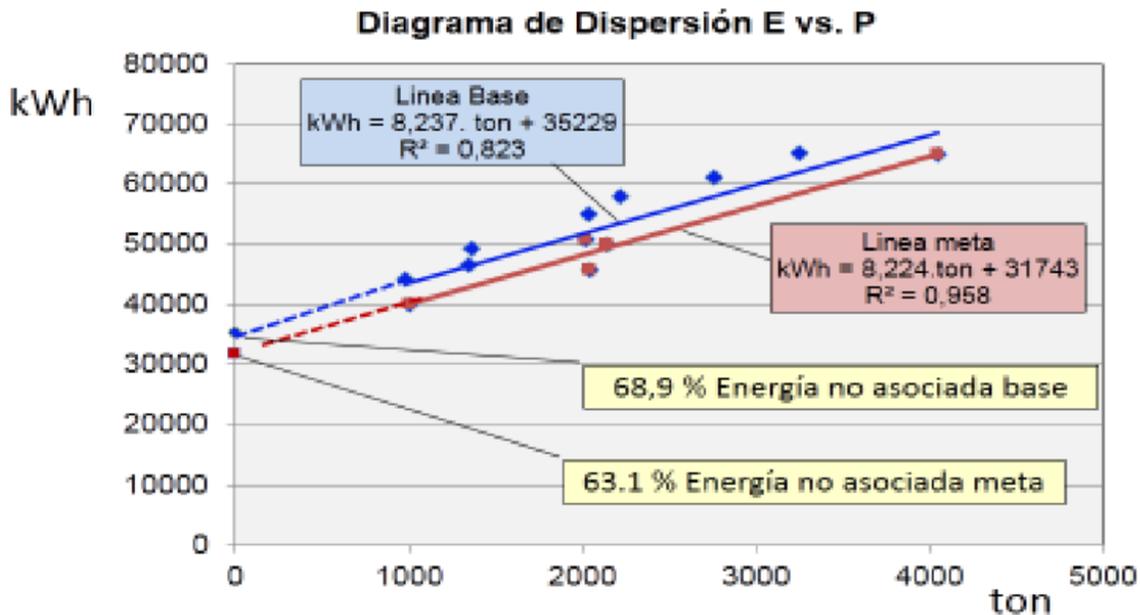


Figura 2.5: Elaboración de la Línea Base Meta a partir de la Línea Base de la organización. Fuente: (Boroto, 2008)

Además de los gráficos ya tratados en la Planificación Energética pueden ser usados otros tipos de gráficos como son:

- Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM).

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del periodo base hasta el momento de su actualización. El gráfico de tendencia resulta útil porque permite:

- ✓ Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos.
- ✓ Comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción.
- ✓ Determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base.
- ✓ Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

Para elaborar el gráfico de tendencias o de sumas acumulativas se debe:

1. Seleccionar el período base de comparación.
2. Determinar para el período seleccionado la expresión de relación del consumo de energía y la producción asociada: $E = m \cdot P + E_o$, con un coeficiente de correlación significativo.
3. Recopilar los valores de E y P para el período actual donde se evaluará la tendencia.
4. Elaborar la tabla de valores de tendencia según el siguiente formato:

Tabla II.5: Valores de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

Período (día, mes, año)	E_a	P_a	$ET = m \cdot P_a + E_o$	$E_a - ET$	Suma acumulativa [[$(E_a - ET)_i + (E_a - ET)_{i-1}$]

Donde:

- ✓ E_a – energía consumida en el período actual
- ✓ P_a – producción realizada asociada a E_a , en el período actual.
- ✓ ET – energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período actual, P_a .
- ✓ m , E_o – pendiente y energía no asociada directamente al nivel de producción de la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida para el período seleccionado como base.
- ✓ $(E_a - ET)$ – diferencia entre la energía consumidos en el período actual y la que se hubiera consumido en el período base para igual producción.
- ✓ Suma acumulativa. Se acumula la suma de las diferencias. Es una suma algebraica (si un valor es negativo y otro positivo se resta). El primer período no tiene suma acumulativa; este coincide con el valor de la diferencia $E_a - ET$.

Elaborar el gráfico en un sistema de coordenadas x, y. En el eje x se registran los períodos (mes 1, mes 2,...) y en el eje y el valor de la suma acumulativa.

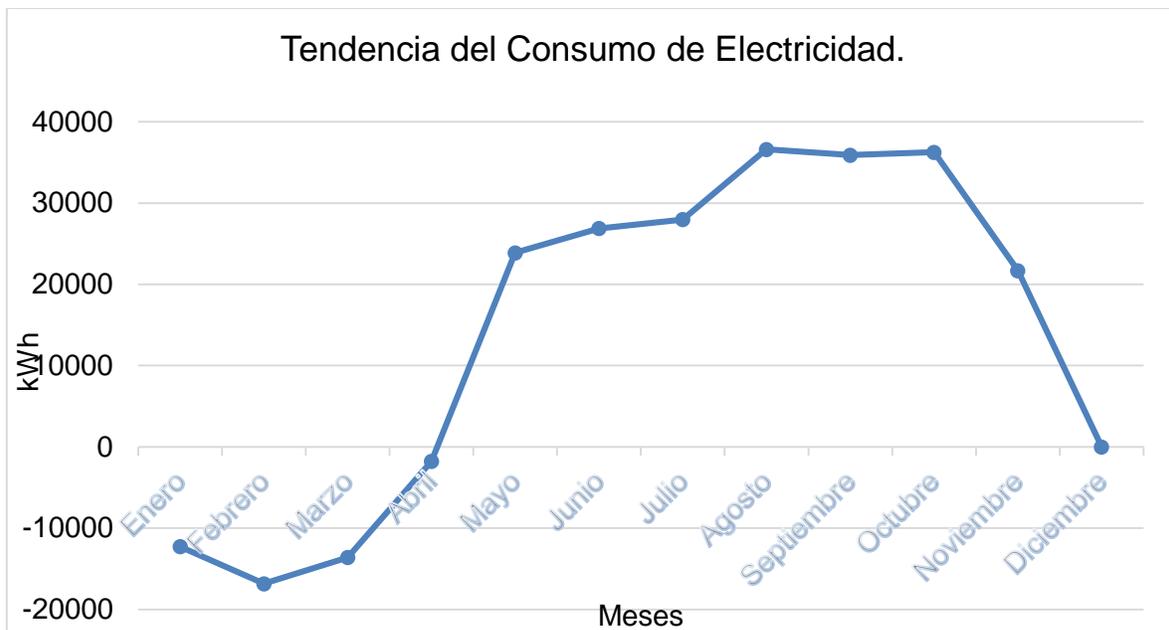


Fig. 2.6: Gráfico de tendencia de consumo de electricidad. Fuente: Elaboración propia.

La utilidad del gráfico de tendencia para reducir y controlar los consumos energéticos está dada porque permite:

- ✓ Monitorear los consumos energéticos con respecto al año o el semestre anterior a nivel de empresa, área o equipos altos consumidores.
- ✓ Evaluar la tendencia de la empresa en eficiencia energética.
- ✓ Determinar la efectividad de medidas de ahorro a nivel de empresa, área o equipo.
- ✓ Cuantificar las mejoras o disminuciones de la eficiencia energética a nivel de empresa, área o equipo.
- ✓ Diagrama de Pareto

Otro gráfico de mucha utilidad en el proceso de Planificación es el diagrama de Pareto. Estos son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

La utilidad del Diagrama de Pareto está dada porque permite:

- ✓ Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- ✓ Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- ✓ Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

En el eje horizontal se escriben las categorías en orden descendente de su valor. En el eje vertical izquierdo se dibuja la escala del valor de las categorías; en el eje vertical derecho se dibuja la escala del porcentaje del valor de las categorías. Sobre las barras se escribe el valor del porcentaje de cada categoría respecto al total. Sobre el gráfico de barras se dibuja la línea que une los puntos acumulativos de los porcentajes de las categorías seleccionados. La figura 2.7 muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto.

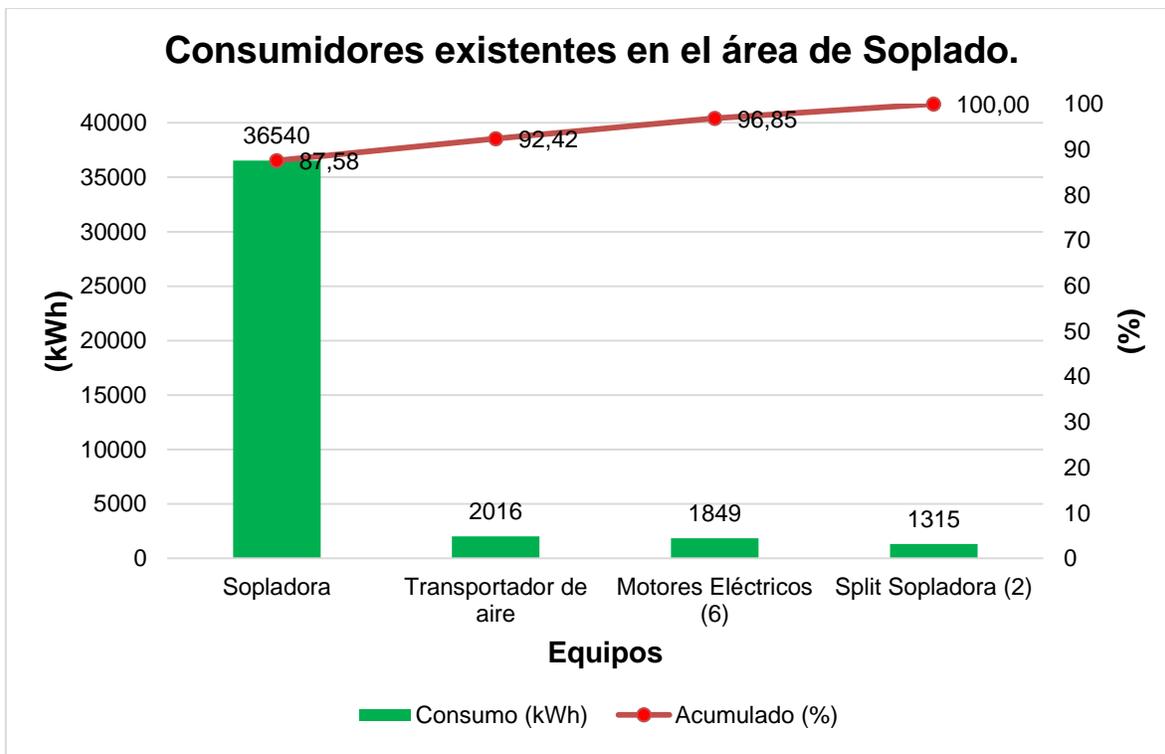


Fig. 2.7. Diagrama de Pareto de consumidores energéticos en el Área de Soplado.
Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de Pareto posibilita:

- ✓ Identificar el 20% de los portadores energéticos de las fábricas que producen el 80% del consumo total equivalente, realizando un diagrama de Pareto de los consumos equivalentes de energía por portador energético.
- ✓ Identificar el 20% de las áreas de la empresa que producen el 80% del consumo energético de un portador energético específico, realizando un diagrama de Pareto de los consumos energéticos de ese portador para las diferentes áreas que lo utilizan en la fábrica.
- ✓ Identificar el 20% de los equipos que producen el 80% del consumo energético de un portador específico, realizando un diagrama de Pareto de los consumos de ese portador para todos los equipos que lo utilizan.
- ✓ Realizar de igual forma que lo explicado en los 3 puntos anteriores, diagramas de Pareto para los costos energéticos.

- ✓ Identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la empresa, realizando un diagrama de Pareto de las pérdidas energéticas equivalentes para todos los equipos donde estas son significativas.

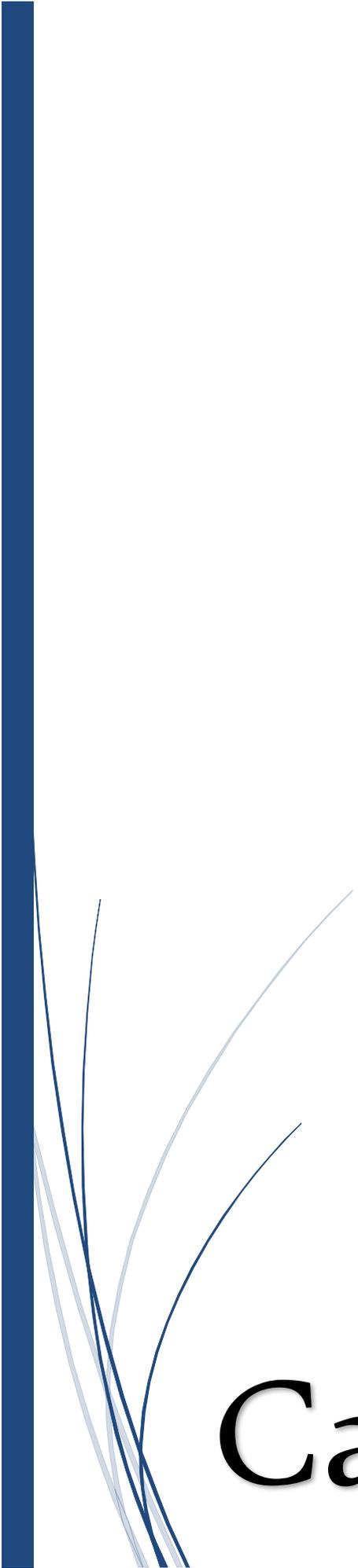
Haciendo uso del método de estratificación para el control y reducción de los consumos y costos energéticos se puede:

- ✓ Identificar el número mínimo de equipos que provocan la mayor parte de los consumos totales equivalentes de energía de la empresa.
- ✓ Identificar el número mínimo de las causas de pérdidas que provocan la mayor parte de los sobreconsumos de energía de la empresa.
- ✓ Identificar el número mínimo de áreas o equipos que provocan los mayores costos de energía de la empresa.
- ✓ Identificar factores o variables de control que pueden influir sobre los consumos, pérdidas y costos energéticos.
- ✓ Identificar causas de comportamientos no esperados de las variaciones de los consumos energéticos.

2.9- Conclusiones parciales.

1. Se caracterizó la etapa de planificación energética como una de las más importantes dentro del ciclo (P-H-V-A), incluyéndose dentro de ella requisitos tales como:
 - ✓ Requisitos legales y otros requisitos.
 - ✓ Revisión energética.
 - ✓ Línea base energética.
 - ✓ Índices de desempeño energético.
 - ✓ Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía.
2. Se describieron las herramientas a emplear para darle cumplimiento a estos requisitos, siendo estas:
 - ✓ Diagrama de Pareto
 - ✓ Gráfico de consumo de energía y producción en el tiempo.

- ✓ Análisis de regresión.
 - ✓ Análisis de CUSUM.
3. Mediante el análisis del uso y consumo de la energía se puede conocer las áreas de mayor consumo y algunos potenciales de ahorro en cada una de ellas.
 4. Para desarrollar una buena revisión energética se debe analizar el uso y consumo de la energía donde se identifican las fuentes de energía y se evalúe el uso y consumo pasado y presente de la energía.



Capítulo 3.

Capítulo 3. Planificación energética en la Embotelladora de Agua Mineral Natural de Ciego Montero.

3.1- Introducción al capítulo.

En el presente capítulo se implementa la fase preliminar del sistema de gestión basado en la ISO 50001 y se realiza la caracterización general de la empresa, objetivos, misión, visión, estructura organizativa y descripción de los principales procesos. Posteriormente se despliega la fase de planificación energética para la cual se hace un análisis del comportamiento de los principales portadores energéticos utilizados en la empresa Embotelladora de Agua Mineral Natural de Ciego Montero.

3.2- Generalidades sobre la empresa.

La fábrica dispone de un importante yacimiento de Agua Mineral Natural ubicada en el Municipio de Palmira, poblado de Ciego Montero, construida en el año 1966, con tecnología Búlgara, esta planta fue remodelada en 1993, en el que pasa a formar parte de la Empresa Mixta CUBAGUA S.A. entidad asociada por una parte a Caball de Bastos y por otra a CORALSA, y posteriormente entre San Pellegrino y CORALSA. (LOS PORTALES & CENICA, 2011)

En el año 1993 comienza el montaje de la primera línea de PET que hubo en Cuba que comienza a producir en el año 1994. La planta cuenta con un moderno laboratorio donde se realizan los análisis físico-químicos y microbiológicos que determinan la conformidad del producto.

En sus inicios el embotellado se hacía del pozo # 1, ubicado a 600 metros del área perimetral del centro, entran en explotación, dos pozos nuevos ubicados en el área de Blanquizal y que se encuentran aproximadamente a 1560 metros de la planta, donde a través de tuberías de policloruro de vinilo (PVC) grado alimentario es bombeada el agua mineral hasta la producción existiendo un depósito

intermedio para el embotellado. En la actualidad se encuentra asociada al grupo Nestlé.

Ubicación: Carretera de Baños, Ciego Montero, Municipio Palmira, provincia Cienfuegos.

Productos elaborados: Agua mineral natural envases de 500, 1500 y 5000 ml.

No. de Licencia Sanitaria de la Planta: 08/04

No. De los Registros Sanitarios de los Productos: R 089/00-V de fecha 15 de Septiembre del 2003.

No. de Trabajadores de la planta: La planta presenta una plantilla general de 54 trabajadores, de ellos son 11 Mujeres y 43 Hombres, 18 de nivel superior, 25 medio Superior, 11 de nivel medio. Son militantes del PCC 17 y 4 militantes de la UJC.

Cantidad de trabajadores por nivel de escolaridad en la empresa.

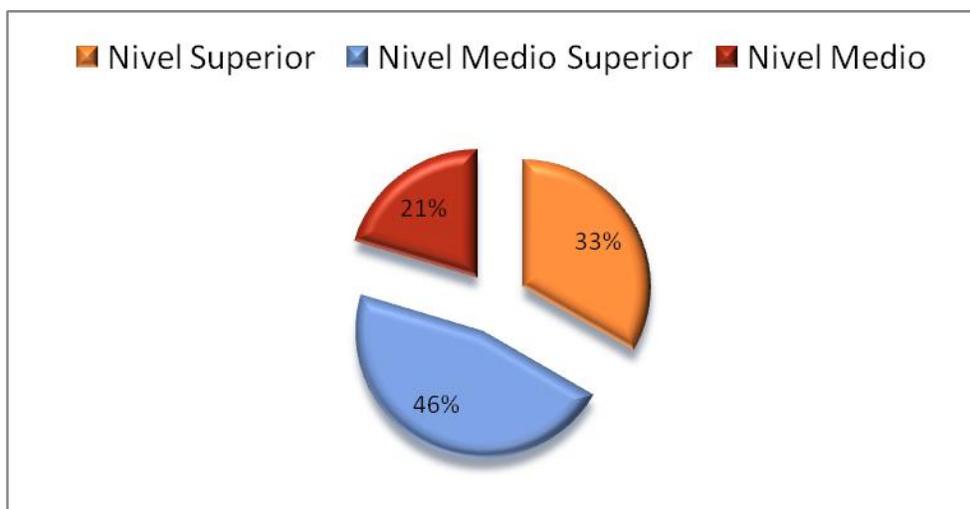


Figura 3.1: Distribución de los trabajadores en la embotelladora Ciego Montero según el nivel de escolaridad. Fuente: Elaboración propia.

Misión: Producir y comercializar agua mineral natural, carbonatada y refrescos que satisfagan las necesidades crecientes del mercado.

Visión: Ser líder del mercado nacional con reconocimiento internacional de nuestras marcas.

Valores Compartidos

Los valores compartidos de los ejecutivos y todos los trabajadores son:

- Sentido de pertenencia
- Diálogo abierto.
- Integridad.
- Juicio profesional.
- Compromiso.

Sus principales clientes son: Agencias de Distribución de todo el país como son Villa Clara, Wajay, Santiago de Cuba, Varadero, Camagüey y Holguín, estas distribuyen a; Rumbos, Islazúl, Caracol, Artex, Cimex, Campismo, Materia Prima, Pesca, AUSA, Transporte, ENSUNA, ITH, SEPSA, UGBD.

Sus principales proveedores son:

- Novapet
- Corvaglia
- Bericap
- Rotomet
- Euromet
- Macresac
- Famex

3.3- Breve reseña del proceso productivo para la elaboración del producto Agua Mineral Natural.

El agua mineral natural es bombeada desde los pozos al interior de la planta. En el área del soplado se fabrican las botellas PET que serán posteriormente llenadas, las botellas sopladas son trasladadas mediante transportadores

neumáticos a la insufladora donde las mismas son esterilizadas con aire ionizado, a continuación, son llenadas con agua mineral natural, todo el proceso antes mencionado debe cumplir con las buenas prácticas de manufactura para garantizar la inocuidad del producto.

Después del llenado, se tapan mediante una taponadora ubicada junto a la llenadora, posteriormente pasan por la etiquetadora y por el video jet, donde se le incorporan todos los datos que identifican el producto, que son necesarios para el control de la calidad del mismo, los envases provenientes del codificador llegan a esta área a través de una banda transportadora donde las botellas entran a la empacadora ocurriendo automáticamente la envoltura del paquete con polietileno retráctil y el empacado del mismo en el horno, luego los paquetes continúan por una banda transportadora hasta el Paletizador el cual conforma los pallet.

En cada pallets se colocan 112 paquetes de las botellas de 1500 ml, en el caso de las botellas de 500 ml serían 175 paquetes y en el de 5000 ml 84 cajas, después de paletizados estos son transportados hasta la enfardadora que no es más que la envoltura de los pallet cargados en polietileno estirable donde se le coloca una tarjeta dentro que contiene impreso el número de pallet, el lote y la fecha, esto se hace automáticamente y es trasladado por un monta cargas hasta el almacén de productos terminados en espera de su liberación para proceder a su comercialización, este proceso desde el inicio hasta el final tiene que cumplir con las buenas prácticas de fabricación e higiene. (Ver Anexo 1)

3.4- Descripción del proceso productivo.

El proceso está compuesto por 12 operaciones (Anexo 1), las cuales son descritas a continuación:

Sistema de Recepción de Preformas: La carretilla hidráulica transporta las cajas de preformas hasta el volteador y este procede al volteo de estas en la tolva de alimentación.

Máquina Conformadora de Botellas: Las preformas son conducidas hasta la máquina a través de una banda elevadora de transportación. El objetivo de esta máquina es la conformación de la botella a partir de la preforma. El primer paso para la confección de la botella es acondicionar térmicamente la preforma que significa calentarla en el horno hasta que la temperatura esté entre 90 y 110 °C, lográndose este calentamiento mediante la utilización de lámparas de radiación infrarroja. Con este tratamiento se consigue que el material de la preforma se reblandezca para facilitar los procesos ulteriores que se llevaran a cabo para la conformación de la botella. Las preformas calentadas son introducidas en los moldes, donde se realiza el estirado-pre soplado de la preforma a una presión de aire de 4-8 bar y el soplado de la misma a una presión de 24 bar. Hay instalada una sopladora, que trabaja a un ritmo de 4200 botellas/hora.

Sistema de transportación neumático: transporta las botellas a la salida de la máquina hasta el área de Llenado-Tapado. Este sistema está compuesto por 7 ventiladores (distribuidos a lo largo de la guía transportadora) los cuales succionan el aire del medio y lo filtran, para proporcionar el impulso necesario para que las botellas se muevan a lo largo de la guía transportadora.

Máquina Insufladora: La botella es conducida hasta la máquina mediante la banda transportadora. La insufladora es un equipo rotatorio automático destinado a realizar la higienización interior de los envases. Se hace pasar aire filtrado por el interior de la botella y por el exterior se le sopla con aire ionizado logrando que las partículas adheridas a la botella se desprendan y sean succionadas por una bomba de vacío y enviadas al exterior del local.

Máquina de Llenado–Tapado: La botella es conducida hasta la máquina llenadora (con 50 válvulas disponibles) mediante un transportador aéreo que las entrega a una rueda de muescas encargada de situar exactamente la botella en el soporte de cuello correspondiente que a su vez la eleva hasta la válvula de llenado, pasando al final de la misma, hasta la estrella que las conduce hasta los cabezales de la taponadora donde ocurre la colocación y apriete de las tapas.

Máquina Etiquetadora: Los envases provenientes de la máquina de llenado y tapado llegan a la etiquetadora a través de una banda de transportación. La función de esta máquina es la de colocar la etiqueta a la botella. Las botellas son administradas por un sinfín al carrusel central el cual traslada la botella desde la entrada hasta la salida. Al mismo tiempo los platillos de apoyo de fondo rotan para facilitar el proceso de recogida y pegado de la etiqueta. La cinta de las etiquetas pasa por un mecanismo de corte que las va seccionando y entregándolas a una rueda transportadora que funciona al vacío y garantiza el traslado de las etiquetas y que estas al pasar por el rodillo encolador, recojan la cantidad de pegamento correspondiente. Ésta rueda hace contacto en un punto tangente con la botella que rota y se traslada en el carrusel central, entregándole la etiqueta. Después la botella pasa por una banda que garantiza el correcto sellado de las etiquetas. Por último, son entregadas a la estrella de salida para ser colocadas en la banda transportadora que las llevará hacia el codificador.

Equipo Codificador: Los envases provenientes de la máquina de llenado y tapado llegan al codificador a través de una banda de transportación, la función de este equipo es la de imprimir sobre la tapa de la botella los siguientes mensajes: mes y año de vencimiento, el lote que corresponde al día de su elaboración, la hora de producción y el turno.

Máquina Empacadora: El empaque se realiza mediante una máquina la cual conforma los paquetes en dependencia del formato que se esté produciendo y posteriormente los envuelve en una película polietileno termorretráctil.

Horno de Termoencogimiento: Al pasar el paquete por el horno de termo encogimiento el film se contrae y adquiere la forma del paquete. Este proceso ocurre gracias a la temperatura existente en el horno y a los flujos de aire que suministran los ventiladores a través de conductos dispuestos dentro del horno. Los paquetes cuando salen del horno llegan al Paletizador mediante una banda transportadora.

Palatización: Los paquetes al llegar al Paletizador son organizados en correspondencia a la camada que se esté conformando según las indicaciones del formato correspondiente al surtido en elaboración, en cada pallet de los surtidos de 500 ml se colocan 175 paquetes distribuidos en 7 camadas de 25 paquetes para un total de 2100 botellas por pallet, en el caso de los surtidos de 1250 ml y 1500 ml en cada pallet se colocan 112 paquetes en cuatro camadas de 28 paquetes cada una para un total de 672 botellas por cada pallet. Entre camada y camada el Paletizador va colocando de manera automática los separadores de cartón.

Máquina Enfardadora: Los pallets provenientes del Paletizador llegan hasta este equipo mediante la estera transportadora, primeramente se le coloca de manera automática la película de cubre pallet y posteriormente pasa a la plataforma giratoria donde se realiza la envoltura del mismo con polietileno estirable de 23 micras, una vez envuelto el pallet pasa al transportador de salida donde se le coloca la tarjeta de identificación del pallet la cual contiene los siguientes datos. N°. del pallet, fecha de fabricación y el turno que lo produjo.

Almacenamiento: Los pallet son extraídos de la envolvedora mediante un montacargas el cual los traslada hasta el lugar de almacenamiento de los mismos donde permanecen hasta que sean comercializados. (Ver Anexo 1).

El proceso cuenta con:

- ❖ Una producción masiva: Ya que solamente se elabora en la empresa ese tipo de producto, desarrollándose grandes volúmenes de producción haciéndose de manera ininterrumpida, además este proceso requieren de alta especialización.
- ❖ Un flujo continuo: Se debe a la manera en que fluye el proceso, ya que la producción es masiva.
- ❖ Una estructura por línea: Se debe a la distribución espacial que tiene el proceso en función del tipo de producción y flujo de producción, siendo de esta forma ya que la producción no se detiene.

3.5- Diagnóstico energético de la empresa.

Para el diagnóstico en la empresa se utilizaron los datos del consumo (electricidad kWh) de los 12 meses del año 2016, luego de que se efectuó la modernización de la planta. Para el análisis energético se incorporan un conjunto de procedimientos y herramientas innovadoras en el campo de la gestión energética, así como todos los elementos necesarios para que exista verdaderamente control de la eficiencia energética.

3.5.1 Balance general de energía.

En la empresa el portador energético predominante es la electricidad, por lo que el estudio se enfoca en el mismo.

Censo de carga.

Para la realización del censo de carga, se realizó un inventario de los equipos consumidores de energía eléctrica en cada área para identificar los usos significativos de la energía (USEn) ver anexo # 2. Un análisis de los USEn apunta principalmente a los Compresores y a la sopladora como máximos consumidores de energía.

3.5.2 Estructura de consumo de portadores energéticos.

En la empresa Embotelladora de Agua Mineral Natural de Ciego Montero los principales portadores energéticos son la electricidad, la gasolina especial, el diesel y los aceites. (Ver Figura 3.2)

A partir de los datos suministrados por la gerencia de la empresa, correspondientes al año 2016 se construye el gráfico siguiente:

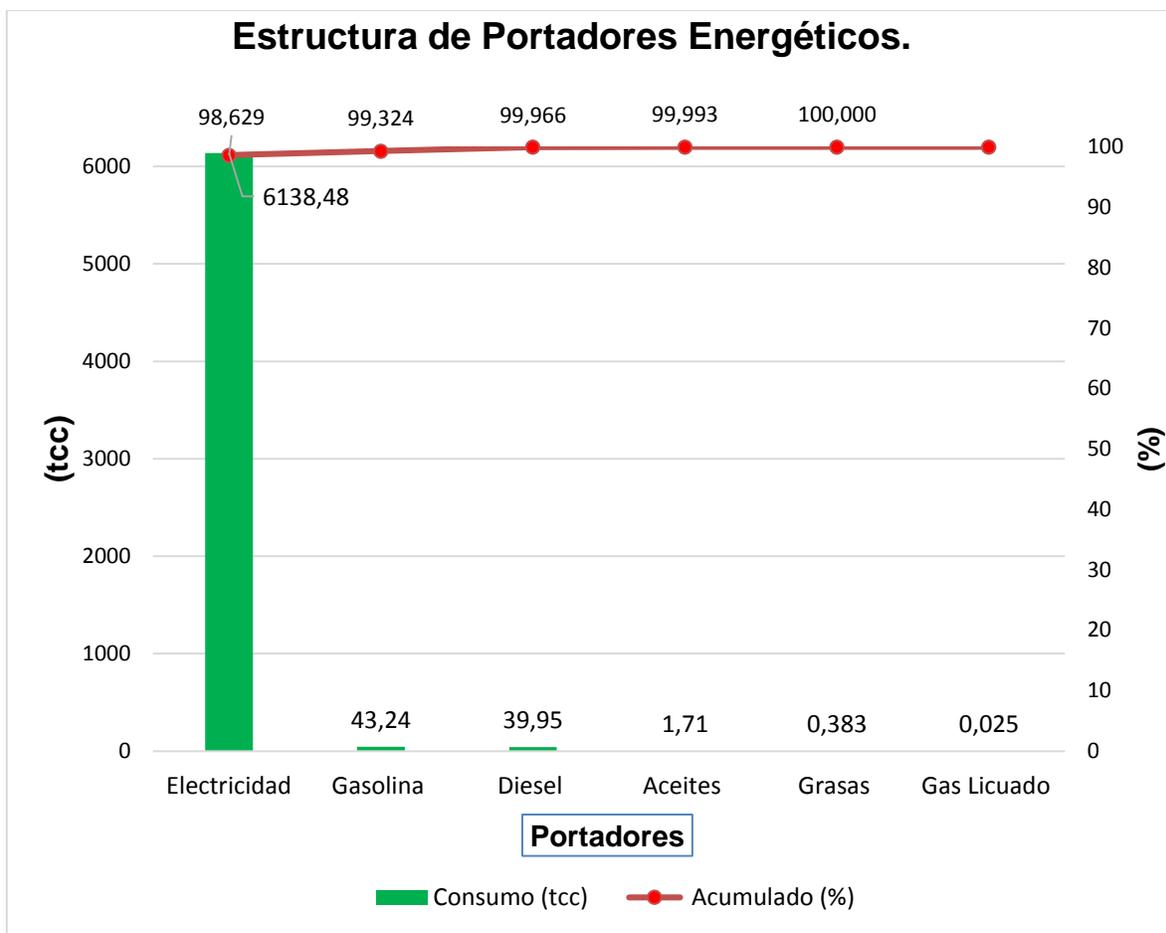


Figura 3.2: Estructura de los portadores energéticos de la Embotelladora de Ciego Montero (2016). Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se observa que el portador energético más importante de la fábrica es la electricidad (98.6 % del total), por tanto de acuerdo con el principio de Pareto se concentra la atención en ese portador energético.

3.5.3 Análisis del consumo de energía eléctrica.

En la figura 3.3 se muestra el comportamiento del consumo real de energía eléctrica y el plan de energía eléctrica realizado por la empresa, en cada mes del año 2016.

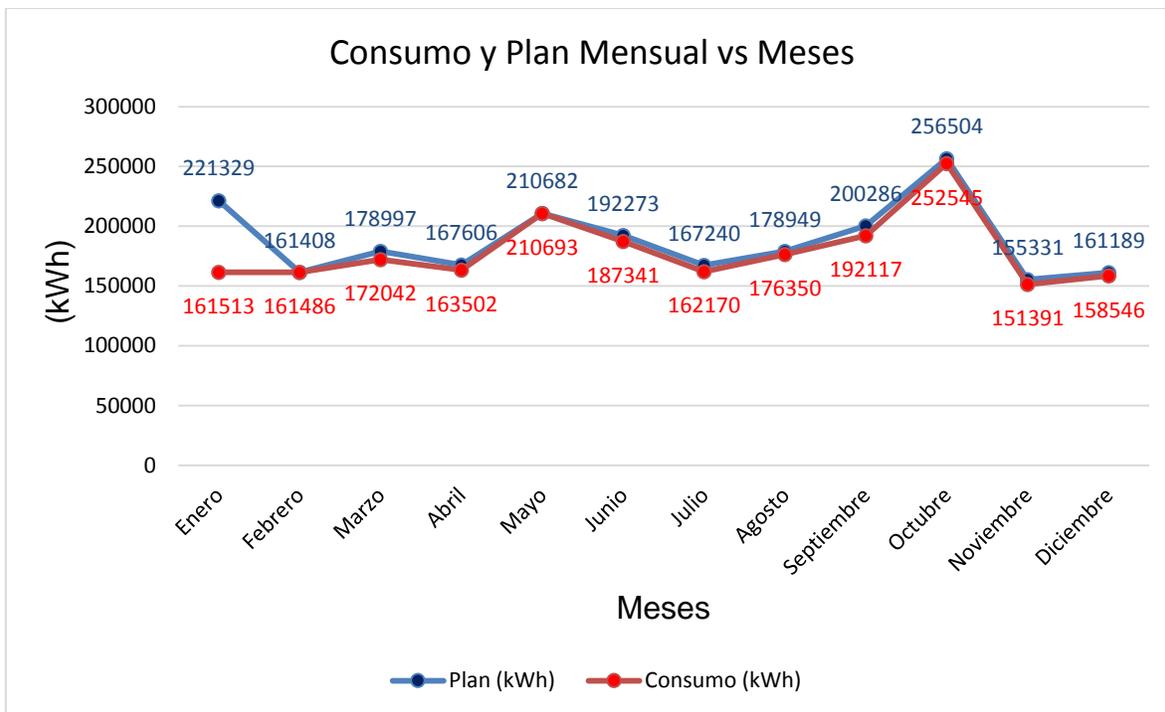


Figura 3.3: Gráfico de consumo de energía eléctrica y plan de energía eléctrica de la empresa en (kWh) para cada mes del año 2016. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la representación se pudo analizar que en el mes de enero el consumo (161513 kWh) está muy por debajo del plan de la empresa (221329 kWh), esta diferencia es resultado de una mala planificación por parte del energético de la empresa, que no consideró los primeros 5 días del mes donde no hubo producción. En el resto de los meses del año el consumo se comporta muy bien con respecto al plan. A pesar de que en los meses de febrero y mayo el consumo real supera en algunos kWh al plan, lo que se debe a una mayor demanda de agua en el mercado durante estos meses y se refleja en una mayor producción.

Las figuras 3.4, 3.5 y 3.6 muestran los gráficos de control de consumo en kWh para cada mes del año 2016 a partir de los datos brindados por la empresa.

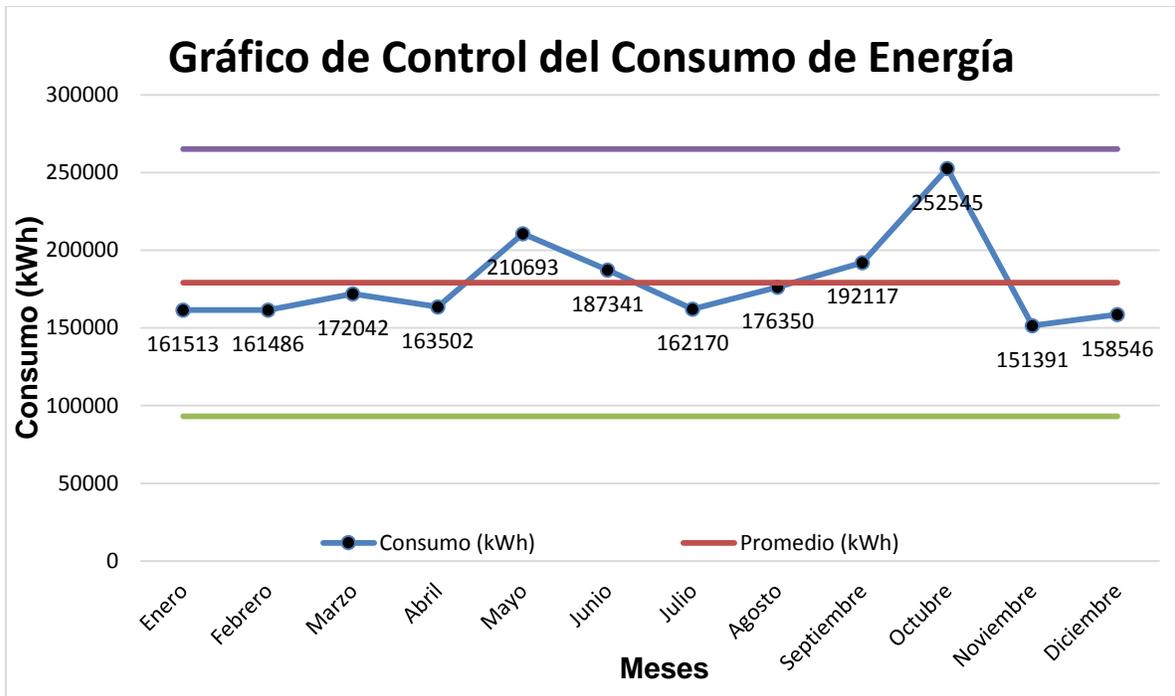


Figura 3.4: Gráfico de control del consumo (kWh). Fuente: Elaboración propia.

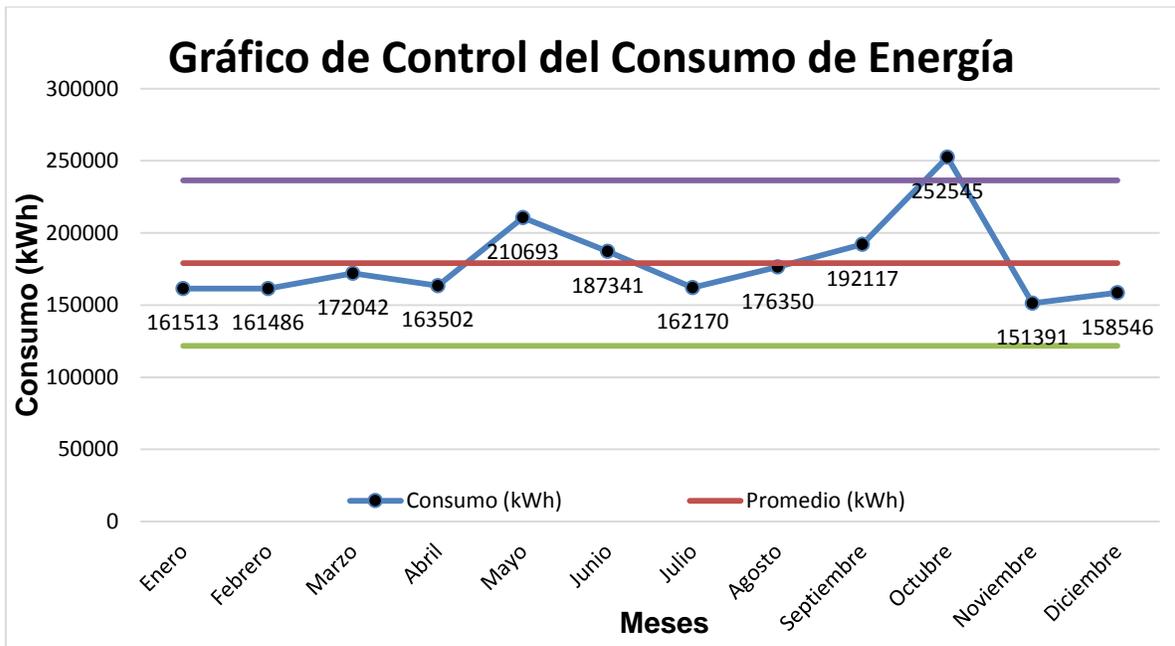


Figura 3.5: Gráfico de control del consumo (kWh). Fuente: Elaboración propia.

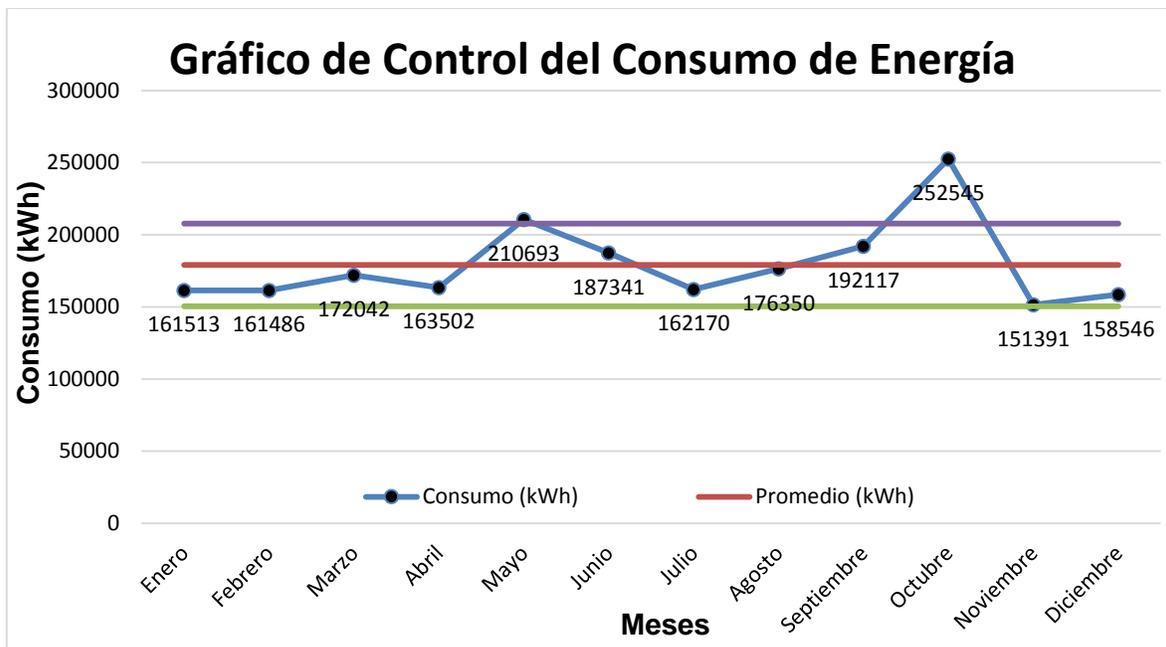


Figura 3.6: Gráfico de control del consumo (kWh). Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 3.4, 3.5 y 3.6 el consumo medio mensual es igual a 179141.3 kWh y la desviación estándar es $\sigma = 28646.3$ kWh.

Cuando el Límite Superior = Promedio + 3 x Desviación Estándar y el Límite Inferior = Promedio - 3 x Desviación Estándar (Ver Figura 3.4) todos los puntos de consumo están controlados, cuando el Límite Superior = Promedio + 2 x Desviación Estándar y el Límite Inferior = Promedio - 2 x Desviación Estándar (Ver Figura 3.5) se observa que en el mes de Octubre el consumo sobrepasa los límites de control y en la figura 3.6 donde el Límite Superior = Promedio + Desviación Estándar y el Límite Inferior = Promedio - Desviación Estándar se ven los meses de Mayo y Octubre fuera de control. Como se muestra en la figura 3.7 estos resultados no son alarmantes ya que este aumento en el consumo se debe a un aumento inesperado en la producción de estos meses.

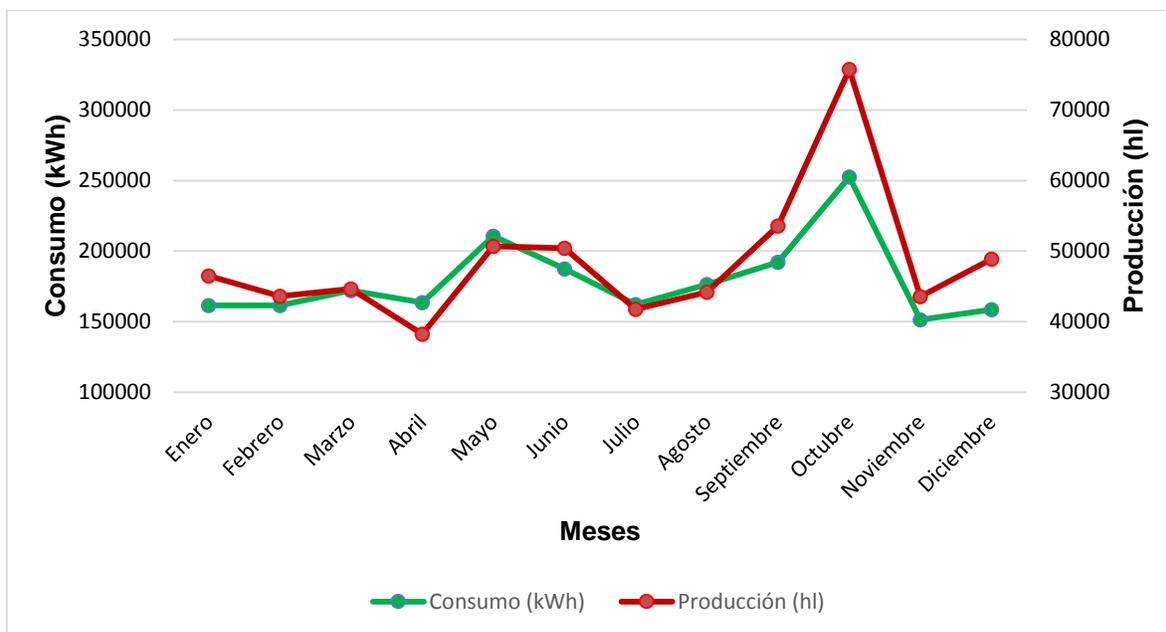


Figura 3.7: Gráfico de Consumo y Producción vs meses en la Embotelladora de Ciego Montero. Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de la figura 3.7 muestra que en la mayoría de los meses del año 2016 el consumo se encuentra entre 150000 y 200000 kWh mientras la producción se encuentra entre 40000 y 50000 hectolitros de agua. También se puede observar que en la mayoría de los meses la producción y el consumo se encuentran muy cerca, a excepción del mes de octubre donde la producción es de 75759.33 hectolitros de agua y el consumo es de 525545 kWh. Esta irregularidad en el gráfico es gracias a un aumento en la producción del envase de 5 litros, debido a la necesidad de enviar este producto a nuestras provincias orientales por el paso de un ciclón tropical por esa zona.

3.6- Censo de cargas eléctricas.

El censo de cargas se realiza con el fin de tener un inventario de todos los consumidores de energía eléctrica instalados en las diferentes áreas. (Ver Anexo 2). Este se realiza sobre las bases de los datos nominales de potencia y el tiempo estimado de funcionamiento. A partir de este se elaboran los diagramas de Pareto que permitirán determinar los equipos y las áreas que consumen alrededor del

80% de la energía y así designar los usos significativos de la energía en la instalación.

Para ello se divide la empresa en las siguientes áreas:

- 1- Equipos Auxiliares.
- 2- Soplado.
- 3- Etiquetado, Codificado y Empaquetado.
- 4- 5 litros.
- 5- Llenado.
- 6- Paletizado.
- 7- Laboratorio.
- 8- Oficinas.
- 9- Comedor.
- 10-Mantenimiento.
- 11-Pozos.
- 12-Módulo Habitacional.

La figura 3.8 refleja las áreas de consumo de energía eléctrica en la Embotelladora de Ciego Montero durante el año 2016.

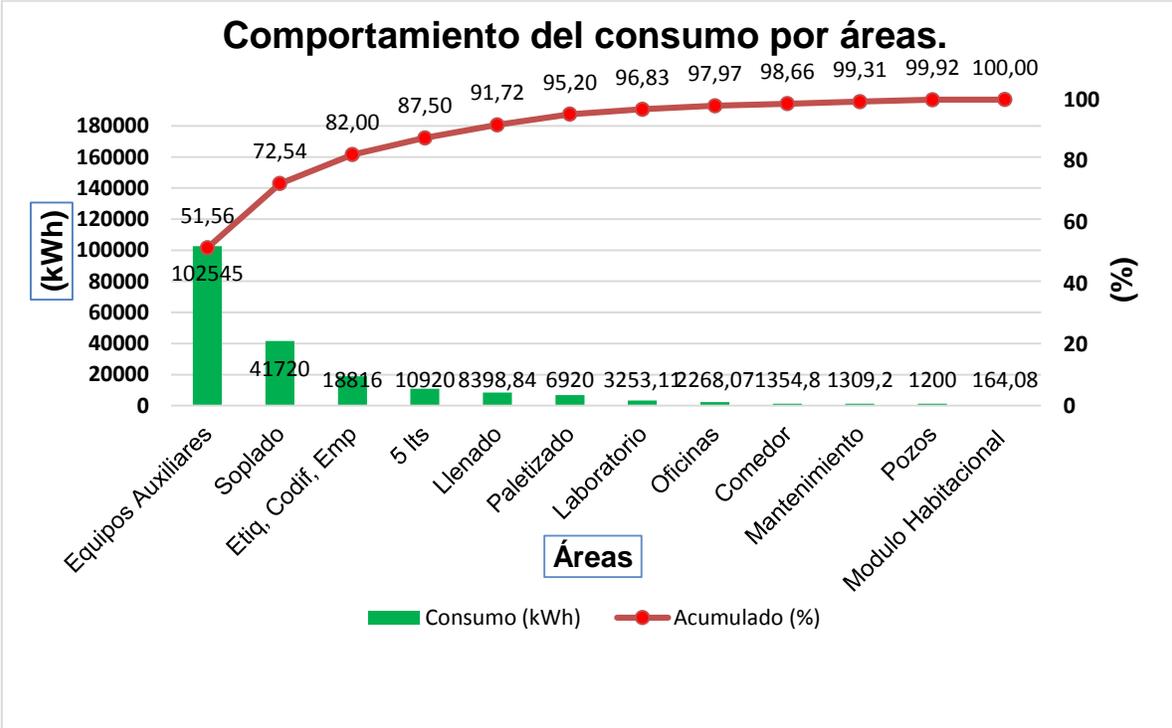


Figura 3.8 Diagrama de Pareto correspondiente a las áreas de consumo de energía eléctrica en la Embotelladora de Ciego Montero (2016). Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el diagrama las áreas que más energía consumen son la de Equipos Auxiliares, la de Soplado y la de Etiquetado, Codificado y Empaquetado. Representando más del 80% de consumo eléctrico, por lo cual se profundizará en ellas.

La Figura 3.9 muestra un diagrama de Pareto correspondiente a los equipos eléctricos existentes en el Área de Equipos Auxiliares, que es el de mayor consumo en la empresa.

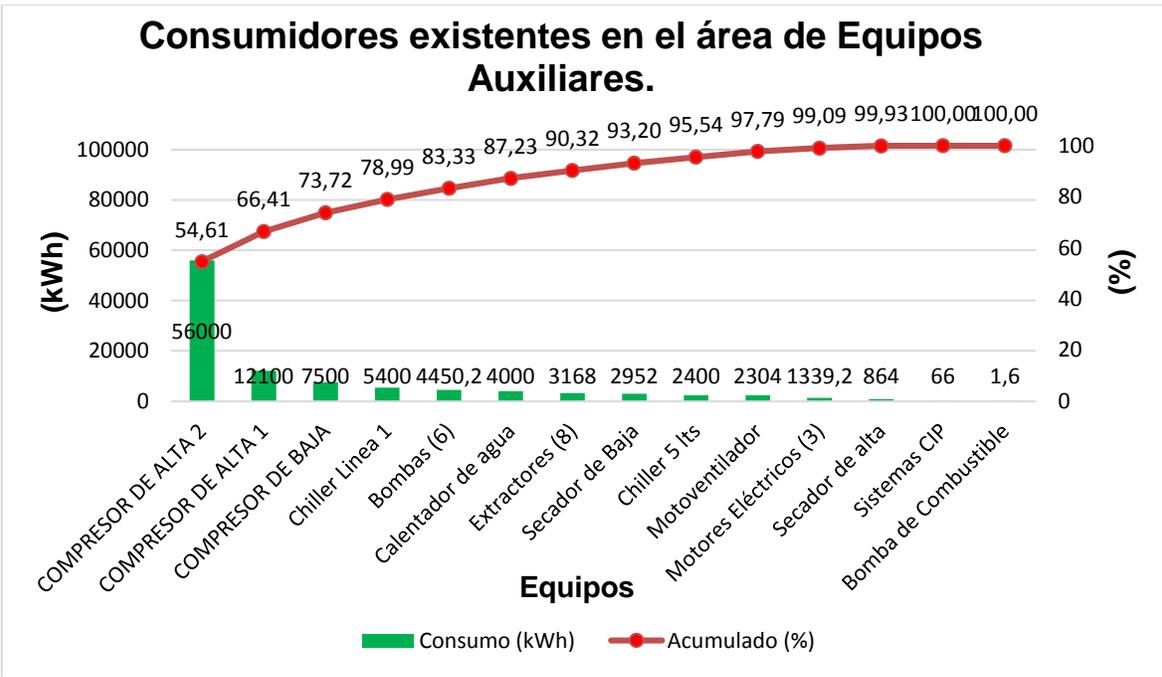


Figura 3.9 Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área de Equipos Auxiliares. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura los equipos que más energía consumen en esta área son los 3 compresores utilizados en el proceso de soplado de los envases, estos representan el 73.7 % del consumo total del área. Además del equipo de enfriamiento de la línea número 1 (Chiler) y de las 6 bombas de agua. Consumiendo entre todos estos el 83.3 % de la energía en esta área.

La Figura 3.10 muestra un diagrama de Pareto correspondiente a los equipos eléctricos existentes en el Área de Soplado.

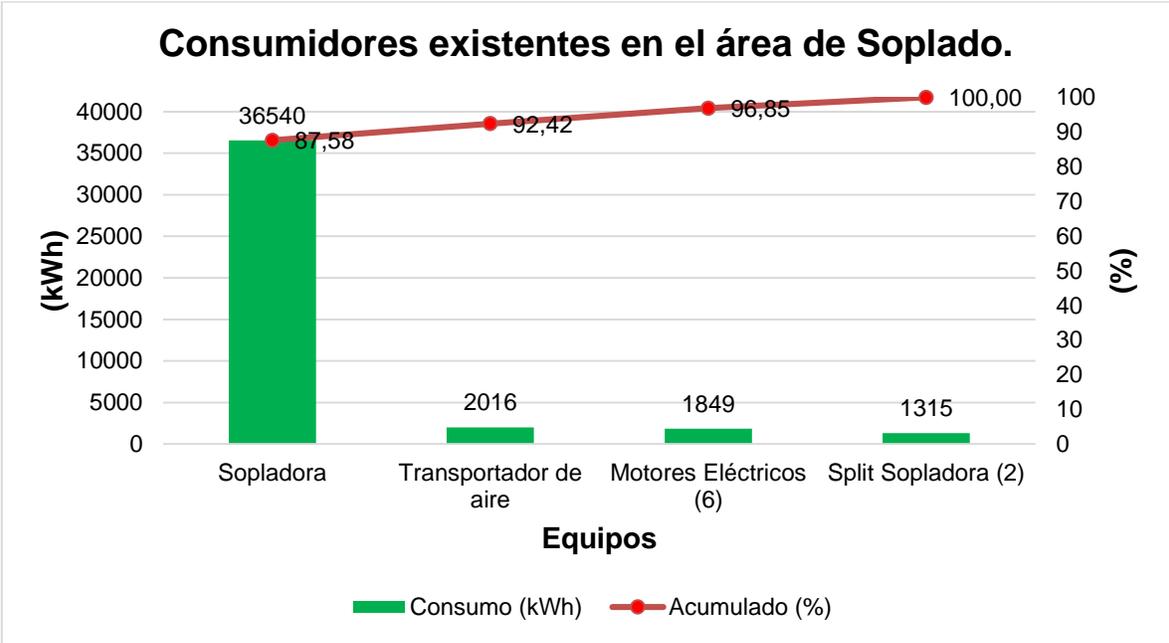


Figura 3.10 Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área de Soplado. Fuente: Elaboración propia.

Esta figura muestra claramente que el equipo mayor consumidor de esta área es la sopladora debido a que tiene una potencia de 58 kW y trabaja prácticamente durante todos los días del mes, consumiendo más del 85 % de la energía de esta área. Los demás equipos se comportan similares entre ellos, consumiendo entre 3 y 5 % de la energía en el área de soplado.

La Figura 3.11 muestra un diagrama de Pareto correspondiente a los equipos eléctricos existentes en el Área de Etiquetado, Codificado y Empaquetado.

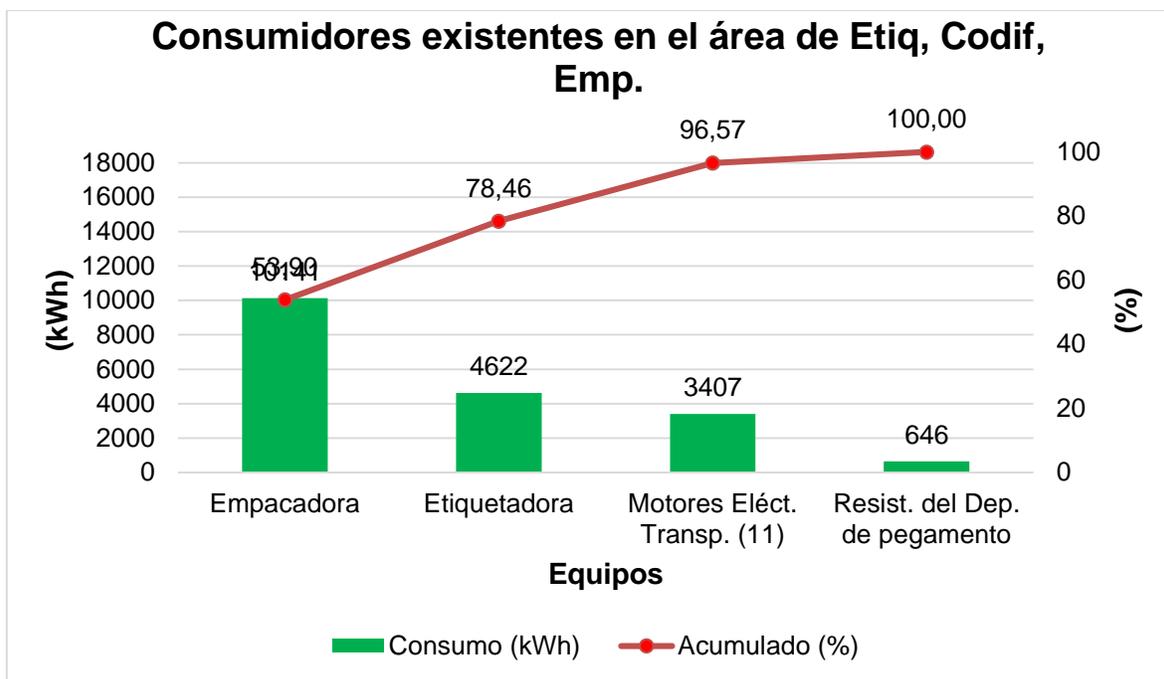


Figura 3.11 Diagrama de Pareto correspondiente a los equipos consumidores de energía eléctrica en el área de Etiquetado, Codificado y Empaquetado. Fuente: Elaboración propia.

En esta área el equipo mayor consumidor es la empacadora que tiene una potencia de 42 kW debido a su gran horno. Luego la etiquetadora que tiene una potencia de 14 kW pero trabaja muchas horas al día. Le siguen los motores eléctricos de los transportadores que son de potencia pequeña pero son 11 y trabajan continuamente. Entre estos 3 equipos suman más del 96 % del consumo del área.

3.7- Línea base energética para la Embotelladora de Ciego Montero (2016).

A partir de la revisión energética inicial se pudo recopilar los valores de consumo de energía eléctrica (kWh) y la producción (hl) en el período de enero a diciembre del año 2016.

En la Figura 3.12, se muestra el gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs la producción (hl) para dicho período de tiempo.

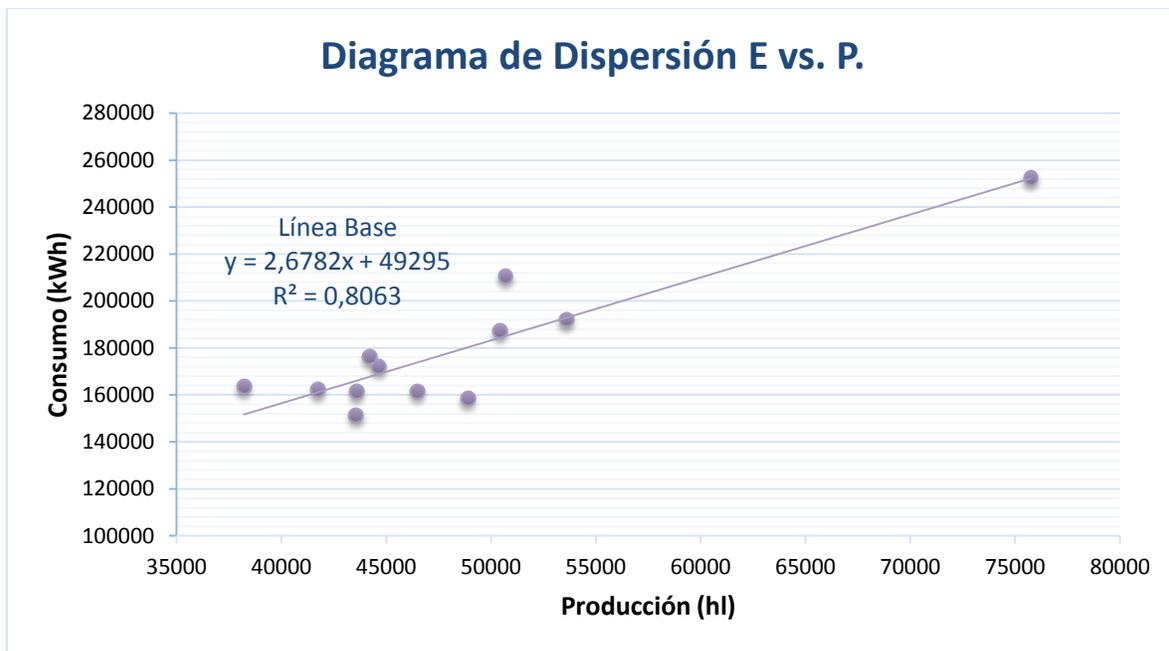


Figura 3.12: Gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs la producción (hl) en el año 2016. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura anterior existe una alta correlación entre el consumo de electricidad (kWh) y la producción (hl), $R^2 \geq 0,75$. Esto indica que existe una dependencia directa entre el consumo y los hectolitros de agua embotellados y demuestra que este índice de consumo es apropiado para evaluar la eficiencia energética de la empresa.

3.8- Índice de desempeño energético.

El Índice de desempeño energético (IDEn) se construyó en función de la producción sustituyendo valores teóricos de producción, a iguales intervalos de distribución, en la ecuación de energía de la organización. Ver figura 3.13.

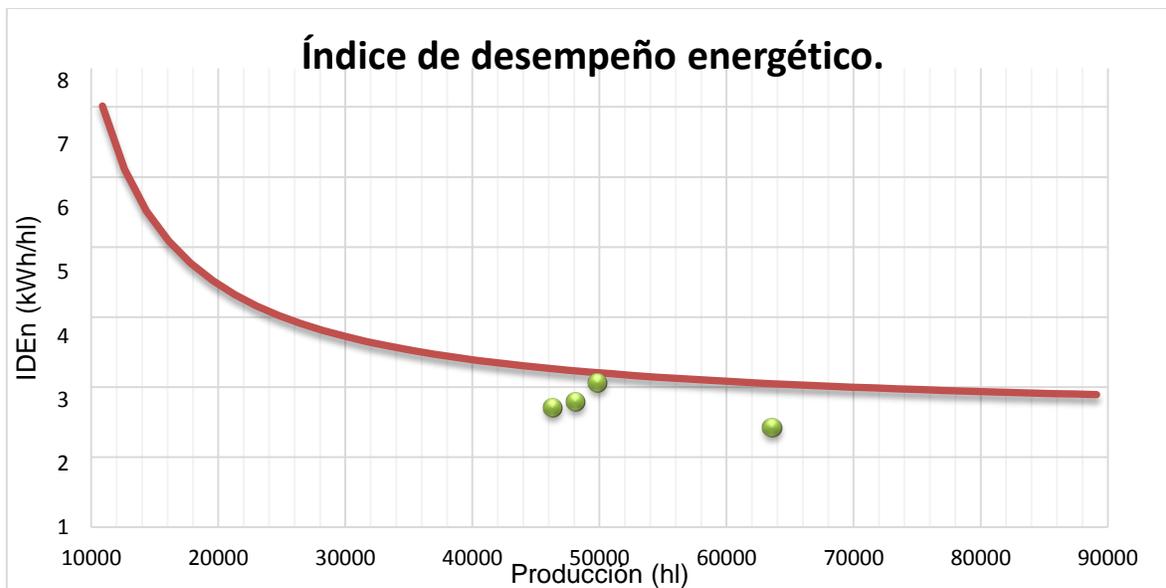


Figura 3.13: Gráfico del índice de desempeño energético. Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura, la curva de color rojo indica el comportamiento del IDEn en función de los valores teóricos de producción, mientras que los puntos de color verde corresponden a los IDEns de los primeros 4 meses del presente año, los cuales se encuentran por debajo de la curva. Lo que significa que en lo que va de año se ha realizado un uso eficiente de la energía ya que los valores por debajo de la curva muestran un buen comportamiento de la energía y por encima de ella un mal desempeño energético.

3.9- Metas.

Para el año 2016 tomando los valores de mejor comportamiento energético y a partir de estos se traza la línea meta. Ver figura 3.14.

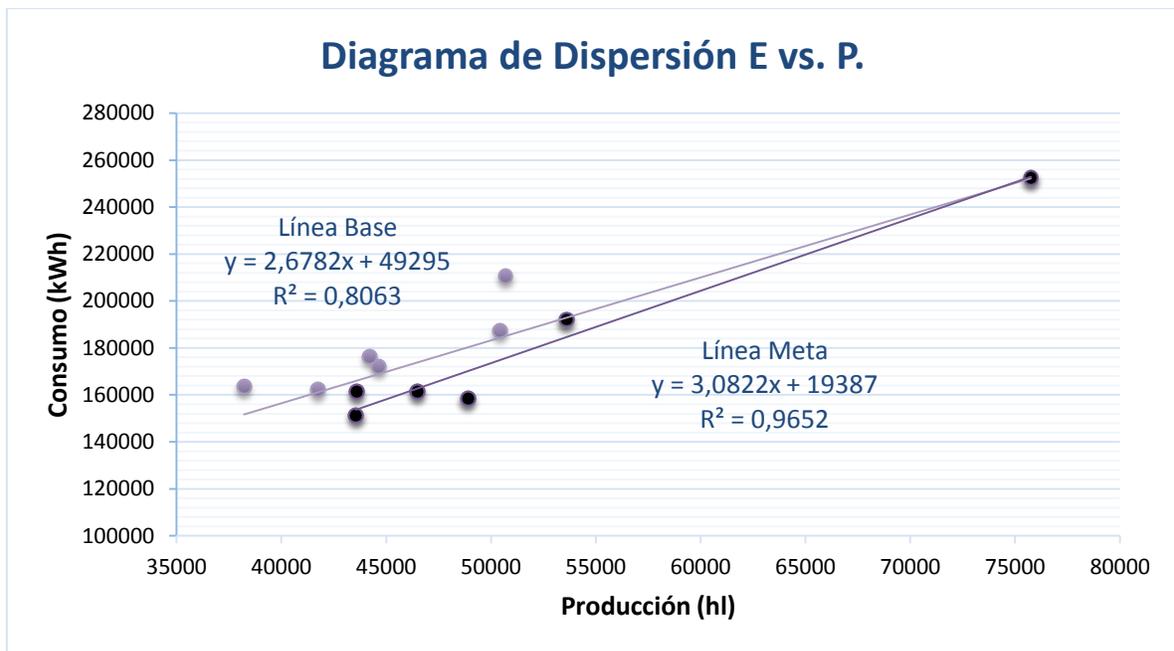


Figura 3.14: Gráfico de dispersión para las líneas energéticas base y meta en la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura anterior, la línea meta energética tiene un valor de correlación ($R^2 = 0,965$), mientras que el valor de correlación de la línea base energética es ($R^2 = 0.806$). Por lo que debemos considerar esta línea meta energética como futura línea base energética para la fábrica.

3.10- Oportunidades de ahorro.

- ✓ En locales climatizados ajustar los termostatos de los equipos de climatización a 24 °C.
- ✓ Utilización de cortinas en ventanas y puertas para disminuir la ganancia de calor.
- ✓ Reducir las entradas de aire exterior mediante adecuada hermeticidad de las puertas y empleo de brazos hidráulicos.
- ✓ Apagar los equipos de climatización en habitaciones vacías.
- ✓ Limpiar los evaporadores y condensadores de los equipos de climatización periódicamente.
- ✓ Limpiar los filtros de los equipos de climatización semanalmente.

- ✓ Apagar las computadoras durante los periodos de comida, en caso de reuniones o actividades de duración superior a una hora, al final de la jornada laboral y durante los fines de semana.
- ✓ Configurar la computadora para activar el modo “dormir” de acuerdo con las necesidades.
- ✓ Apagar las impresoras locales siempre que no estén siendo utilizadas.
- ✓ Apagar las impresoras compartidas al final de la jornada laboral y fines de semana. En estas aplicaciones, usar impresoras que dispongan de sistemas de ahorro de energía.
- ✓ Pintar paredes y techos de colores claros.
- ✓ Aprovechar el máximo la luz natural, colocando papel traslucido en ventanas y puertas de vidrio, dejando pasar la luz y rechazando el calor.
- ✓ Iluminar puntos específicos en lugar de iluminar fondos.
- ✓ Cambiar luminarias fluorescentes a diodos emisores de luz (LED).

3.11- Propuestas de mejoras.

Como se demuestra en el presente capítulo, los equipos más consumidores en la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero son los compresores, encargados de suministrar aire comprimido de baja presión para el accionamiento de los cilindros neumáticos de las diferentes máquinas y aire comprimido de alta presión para el estirado y soplado de las botellas.

Luego de realizar un análisis del trabajo de estos equipos, no se encontró ninguna propuesta de mejora ya que estos están controlados por variadores de frecuencia que varían su velocidad de trabajo dependiendo de la señal que reciben de un flujómetro conectado a la tubería de salida de aire. Además tienen sistema de entrada y salida de los compresores calculados por el proveedor que depende del formato de agua que se esté produciendo.

Durante un recorrido por la fábrica se observó que la mayoría de las luminarias existentes son LED (Diodo Emisor de Luz), pero aún existen instaladas 36

lámparas fluorescentes dobles en el almacén de piezas y 8 en el taller, estos suman 88 tubos fluorescentes de 40 W, 2850 lúmenes y 13 000 horas de vida útil.

Aunque signifique un ahorro muy pequeño, se propone cambiar estas luminarias por unas de tecnología LED que son mucho más eficientes energéticamente (24W, 3000 lúmenes y 50000 horas de vida útil)



Figura 3.15: Tubo LED T8 24 W 1200mm. Fuente: (www.mercadolibre.com.mx).

Costo anual del consumo de las luminarias fluorescentes de 40W:

$$Costo_{40W} = T_{tubos} * 216 \frac{h}{mes} * 0,04 \frac{kW}{tubos} * 0,20 \frac{\$}{kWh} * 12 \frac{meses}{año} \quad (3.1)$$

$$Costo_{40W} = 88 tubos * 216 \frac{h}{mes} * 0,04 \frac{kW}{tubos} * 0,20 \frac{\$}{kWh} * 12 \frac{meses}{año}$$

$$Costo_{40W} = 1824,8 \frac{\$}{año}$$

Costo anual del consumo de las luminarias LED 24 W:

$$Costo_{24W} = T_{tubos} * 216 \frac{h}{mes} * 0,024 \frac{kW}{tubos} * 0,20 \frac{\$}{kWh} * 12 \frac{meses}{año}$$

$$Costo_{24W} = 88 tubos * 216 \frac{h}{mes} * 0,024 \frac{kW}{tubos} * 0,20 \frac{\$}{kWh} * 12 \frac{meses}{año}$$

$$Costo_{24W} = 1094,8 \frac{\$}{año}$$

Ahorro monetario anual por la sustitución de tubos de 40W fluorescente a LED 24W:

$$Ahorro = Costo_{40W} - Costo_{24W} \quad (3.2)$$

$$Ahorro = 1824,8 \frac{\$}{año} - 1094,8 \frac{\$}{año}$$

$$Ahorro = 730 \frac{\$}{año}$$

Costo Total de la inversión (Ct):

$$Ct = T_{tubos\ 24W} * Precio \quad (3.3)$$

$$Ct = 88 * \$10,76$$

$$Ct = \$ 946,88$$

Período simple de recuperación de la inversión (PSRI):

$$PSRI = \frac{\text{Costo Total de la inversión}}{Ahorro} \quad (3.4)$$

$$PSRI = \frac{\$946,88}{\$730}$$

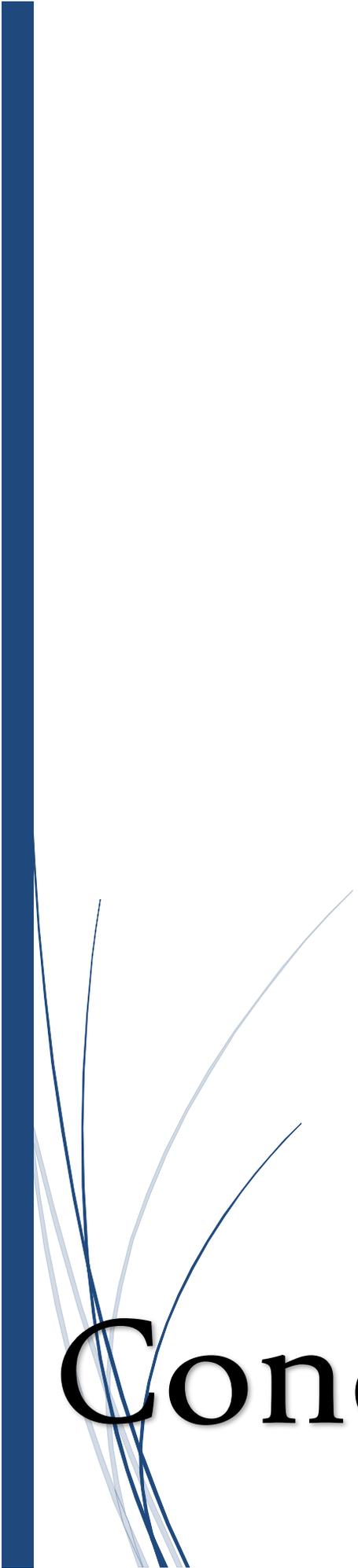
$$PSRI = 1,3 \text{ años}$$

El período simple de recuperación de la inversión es de 1 año y cuatro meses.

3.12- Conclusiones parciales.

1. Se realizó el análisis de los portadores energéticos donde se muestra que la electricidad representa más del 98 % de los mismos.
2. Con el censo de cargas eléctricas se demostró que el área de mayor consumo eléctrico es el de Equipos Auxiliares con más del 51 % y en esta área se encuentran los compresores de aire que son los equipos mayores consumidores de energía.
3. Se construyó un diagrama de dispersión de energía consumida contra producción, donde se llega a la línea base con una correlación R^2 mayor de 0.75, lo que significa que el Índice de Consumo que se eligió es adecuado para la empresa. A partir de esta línea base se realiza la línea meta.

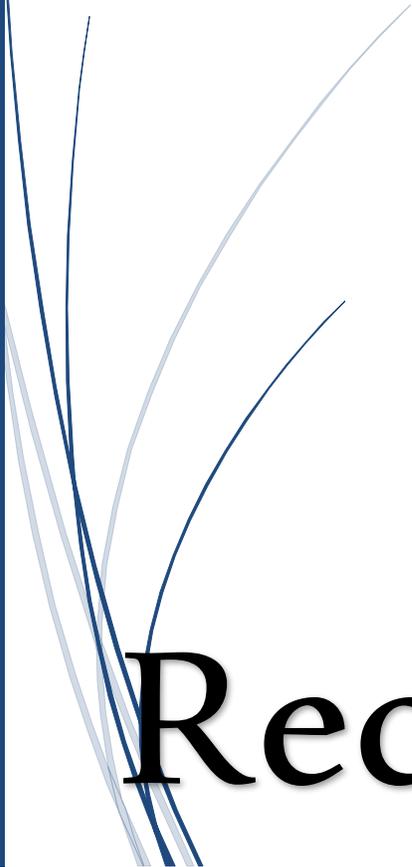
4. Se encontraron algunas posibilidades de ahorro y se analizó la propuesta de cambio de luminarias que indicó una reducción en el consumo energético de 3 650 kWh/año, lo que significa un ahorro monetario de 730 \$/año.

A thick, dark blue vertical bar is positioned on the left side of the page. To its right, several thin, light blue lines curve upwards and outwards, creating an abstract, organic shape.

Conclusione

Conclusiones.

1. En la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero quedan establecidas las bases para la implementación de un Sistema de Gestión Energética basado en la NC ISO 50001:2011 que permitirá monitorear y controlar el uso eficiente de sus recursos energéticos.
2. La electricidad abarca el 98.6 % de los portadores energéticos. El uso del diesel es en los autos o cuando ocurre un fallo eléctrico que obligue a la empresa a utilizar el grupo electrógeno.
3. Uno de los mayores consumidores de energía son los compresores, ya que tienen motores eléctricos de 75, 110 y 200 kW y de ellos depende el funcionamiento de toda la línea de producción.
4. Se logró obtener las líneas base y meta de energía vs producción, para los procesos de producción de la fábrica con correlaciones (R^2) superiores a 0,75, que permitieron a su vez obtener la curva de IDEn.
5. El análisis de la oportunidad de ahorro por el cambio de luminarias ofrece una reducción en el consumo energético de 3 650 kWh/año, lo que significa un ahorro monetario de 730 \$/año.



Recomendaci

Recomendaciones.

1. Capacitar a los trabajadores de la empresa acerca de Gestión Energética y de la NC ISO 50001:2011.
2. Continuar con el estudio de nuevos indicadores capaces de medir el consumo de energía acorde al formato de producción que se esté elaborando.
3. Cumplir con las metas propuestas para lograr la reducción del consumo de energía eléctrica y el aumento de la eficiencia energética en la instalación.



Bibliografía.

Bibliografía

Administrator. (2010). *ISO 50001*.

Borroto Nordelo, A. (2001). *Gestión energética empresarial*. Cienfuegos, Cuba

Borroto Nordelo, A. (2013). *Recomendaciones metodológicas para la implementación de sistemas de la gestión de la energía según la norma ISO 50001*. Cienfuegos: Universo Sur.

Borroto Nordelo, A. E. (2008). *Manual de Eficiencia Energética en Edificios Públicos*. Quito.

Borroto Nordelo, A. E., & Monteagudo Yanes, J. P. (2006). *Gestión y Economía Energética*. Universidad de Cienfuegos, Cuba: Universidad de Cienfuegos.

Borroto Nordelo, A. E., Viego Felipe, P., Odobes Deldado, N., & Soldatti, M. E. (2014). *Barreras y factores claves para promover la eficiencia energética en la industria*. Cienfuegos: Universidad y Sociedad.

Carpio, C., & Coviello, M. F. (2013). *Eficiencia energética en América Latina i el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio*.

Carretero Peña, J. M. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. España: AENOR.

Conferencia Regional hacia el establecimiento de una Norma Internacional para un sistema de Gestión de la Energía. (2008).

Correa Soto, J. (2011). *Mejora de eficiencia energética en la empresa Cereales Cienfuegos*. Universidad de Cienfuegos.

Energy Audit Manual. (2007). New Zealand.

Gestión y Economía Energética. (2006). Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente.

International Organization for Standardization. (2010). *Futura Norma de Gestión Energética*.

Lapido Rodríguez, M. (2014). *Mejora de la eficiencia energética del sector productivo cubano*. Cienfuegos.

LOS PORTALES & CENICA. (2011). Manual de Sistema de Gestión Integrado .
Ciego Montero, Cienfuegos, Cuba.

ONURE. (2015). *Revisión Energética*. Palmira.

Organización Internacional de Normalización. (2011). *Gana al desafío con energía ISO 50001*.

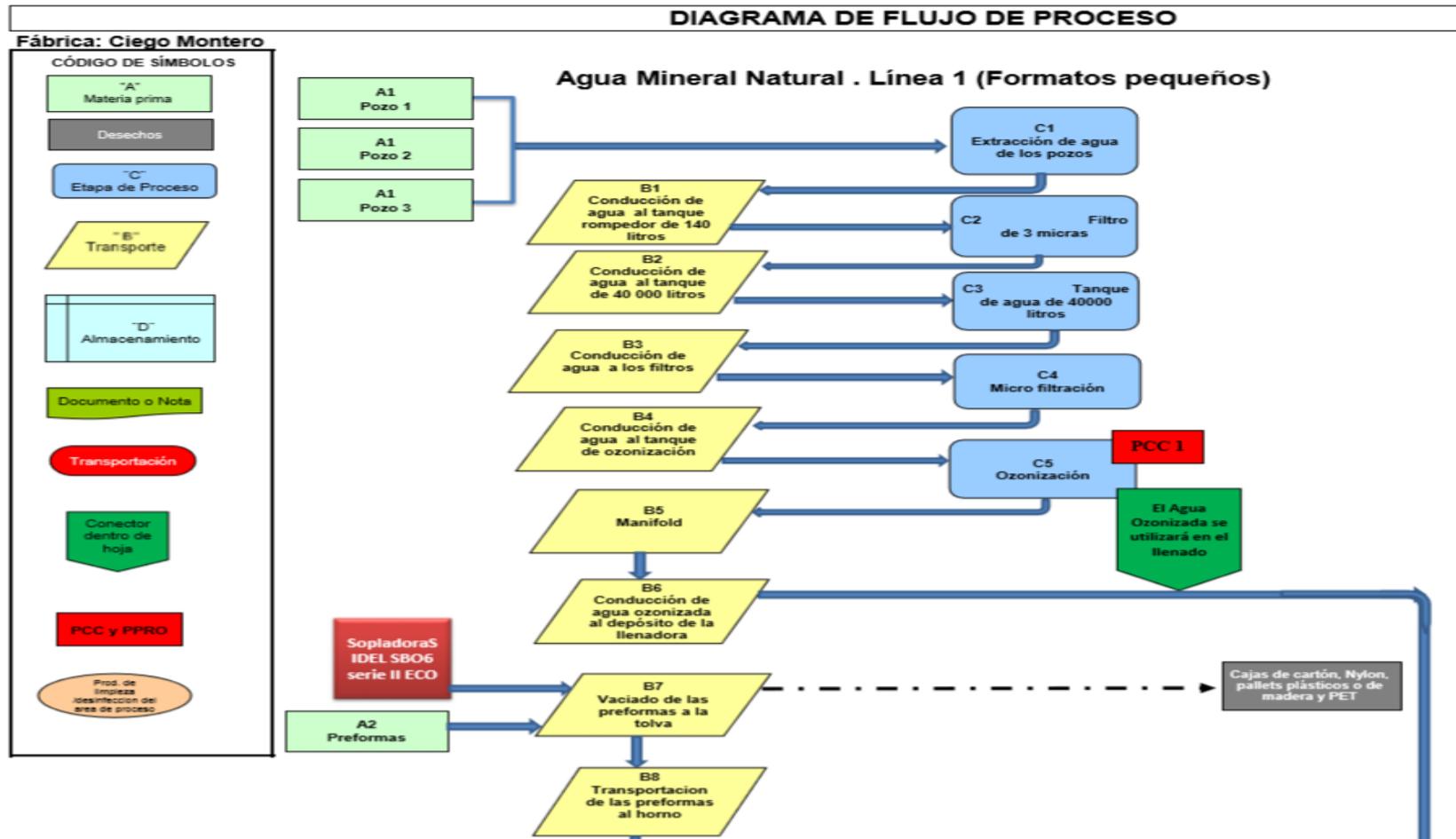
Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. . (2005). Prueba de Necesidad.
Gestión Energética.

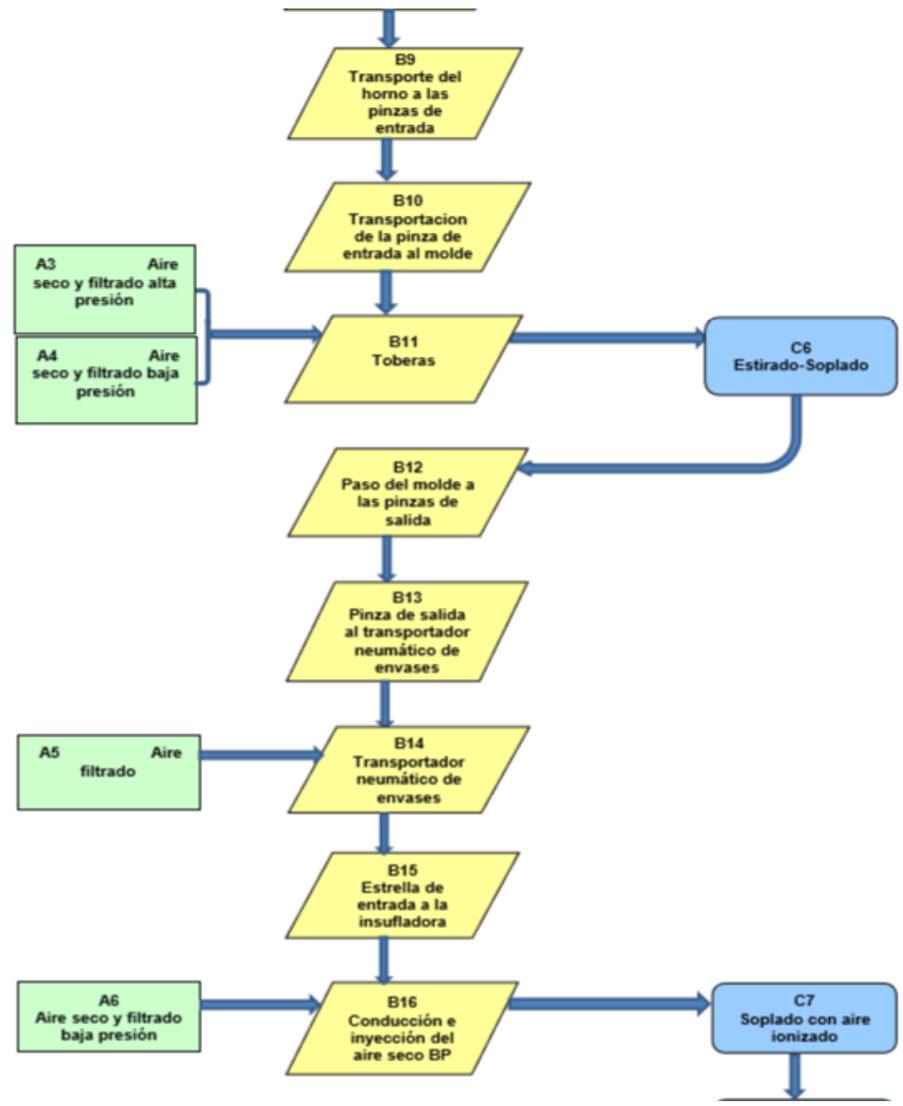


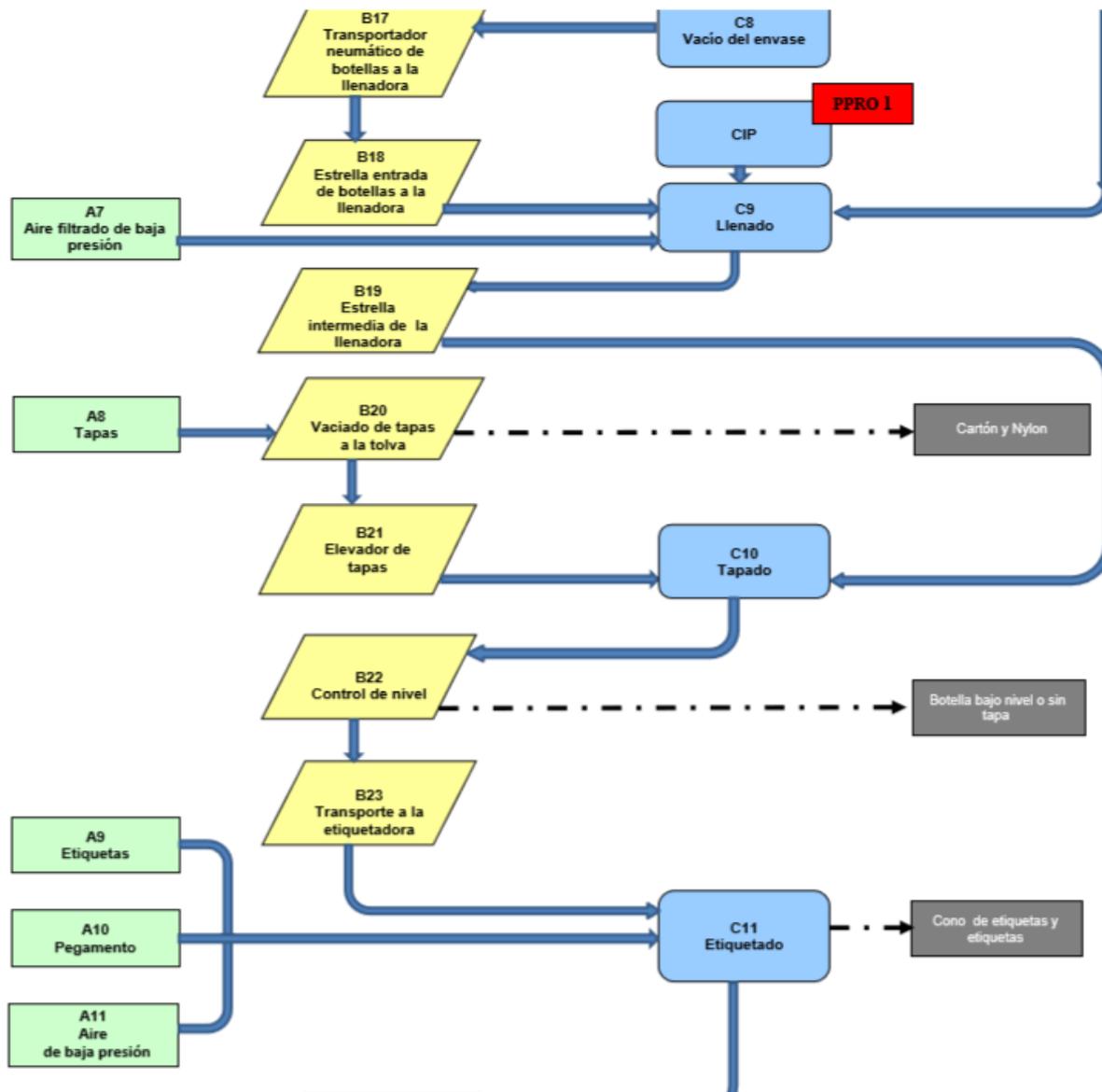
Anexos.

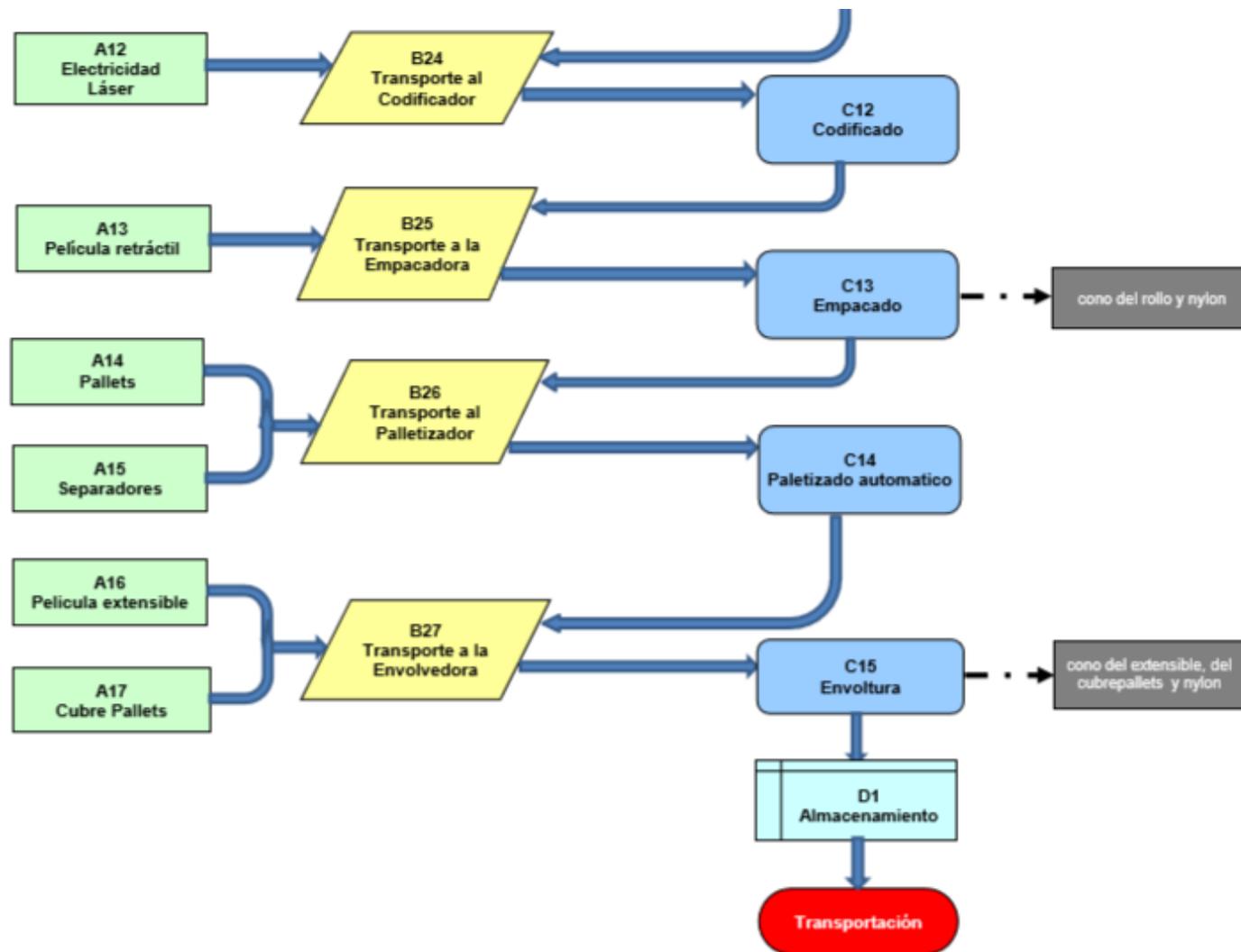
Anexos.

Anexo 1: Diagrama de flujo del proceso de producción de Agua Mineral Natural (Línea 1).









Anexo 2: Levantamiento de equipos en la Fábrica Embotelladora de Ciego Montero.

Equipo	Marca	Área	Potencia (kW)	Cantidad
Aire acondicionado	SAMSUNG	Ofic. Secretaría	1,85	1
Aire acondicionado	PANASONIC	Ofic. Calidad	3,52	1
Refrigerador	LG	Ofic. Calidad	0,085	1
Fotocopiadora	CANON	Oficina de Contabilidad	0,066	1
Split	Panasonic	Oficina de Contabilidad	3,22	1
Aire acondicionado	TAYSHI	Ofic. Facturación	1,28	1
Aire acondicionado	PANASONIC	Ofic. Dirección	2,6	1
Refrigerador	LG	Ofic. Dirección	0,09	1
Aire acondicionado	LG	Ofic. MA y SST	0,7	1
Aire acondicionado	LG	Ofic. Tecnología	0,7	1
Refrigerador	LG	Ofic. Tecnología	0,07	1
Aire acondicionado	PANASONIC	Ofic. Transporte	3,52	1
Split	TAYSHI	Salón d Reuniones	2,75	1
Aire acondicionado	VINCE	Ofic. J Turno	1,05	1
Refrigerador	LG	Ofic. J Turno	0,95	1
Agitador Magnético	VELP	Laboratorio	0,8	1
Autoclave vertical	SELECTA	Laboratorio	3,6	1
Calentador Eléctrico	ARISTON	Laboratorio	1,2	1
Campana	ICEM	Laboratorio	0,4	1
Destilador	GFL	Laboratorio	1,5	1
Destilador	BICASA	Laboratorio	2	1
Baño Termostático	FISHER SCIENTIFIC	Laboratorio	0,09	1
Campana de Flujo Vertical	GELAIRE	Laboratorio	0,055	1
Hornillo Agitador Magnético	CVAN	Laboratorio	0,08	1
Horno de Convención	MEMMERT	Laboratorio	1,91	1
Incubadora Termostática	HLLY GALLI	Laboratorio	0,2	3
Medidor de Espesor	PANAMETRIC	Laboratorio	0,027	1
Medidor de Microorganismo	LEICA	Laboratorio	0,04	1
Microscopio Binocular	CARTOW	Laboratorio	0,03	1
Minibar	DAEWOO	Laboratorio	0,06	1
Aires Acondicionados	TAYSHI	Laboratorio	2,5	1
Split Laboratorio	CHIGO	Laboratorio	2,5	2
Extractores			0,55	8
Bomba de Combustible	PIUSI	Equipos Auxiliares	0,5	1
Chiller	Frigomecanica	Equipos Auxiliares	20	1

Bomba	DBA	Equipos Auxiliares	3,9	1
Chiller	CTA	Equipos Auxiliares	18	1
Sistemas CIP	CAMINOX	Equipos Auxiliares	2,2	1
Bomba	INOXPA	Equipos Auxiliares	4	2
Motor eléctrico	abb	Equipos Auxiliares	4,5	2
COMPRESOR DE ALTA 1	abc	Equipos Auxiliares	110	1
COMPRESOR DE ALTA 2	ABC	Equipos Auxiliares	200	1
Secador de alta	ULTRATROC	Equipos Auxiliares	1,2	1
Motobomba de Agua	KSB	Equipos Auxiliares	2,2	1
Bomba	EBARA	Equipos Auxiliares	4,1	1
Motor eléctrico		Equipos Auxiliares	0,36	1
Motoventilador	ELECTRAMO	Equipos Auxiliares	3,2	1
COMPRESOR DE BAJA	ABC	Equipos Auxiliares	75	1
Secador de Baja	ATLAS COPCO	Equipos Auxiliares	4,1	1
Calentador de agua		Equipos Auxiliares	400	1
Bomba	ZDELLER	Equipos Auxiliares	0,37	1
Bomba Sumergible	GROUNDFOSS	Pozos	3,73	2
Bomba Sumergible	GRUNDFOS	Pozos	5,5	1
Aire Acondicionado	DAEWOO	MTTO	1,2	1
Aire Acondicionado	TAYSHI	MTTO	3,6	1
Refrigerador	SAMSUNG	MTTO	0,105	1
Máquina de Soldar	ELEKTROSTA	MTTO	5	1
Caja de Agua	SEGERE	MTTO	1,7	1
Motor eléctrico	R96401	MTTO	0,5	1
Motor eléctrico	ERNPOM	MTTO	2,6	1
Etiquetadora	MCF	Etiq, Codif, Emp	14	1
Resistencias del depósito de pegamento		Etiq, Codif, Emp	1,5	4
Motor eléctrico	ABB	Etiq, Codif, Emp	0,4	3
Motor eléctrico	ABB	Etiq, Codif, Emp	1,5	1
Motor eléctrico	COEL	Etiq, Codif, Emp	0,75	1
Motor eléctrico	ABB	Etiq, Codif, Emp	5,5	1
Motor eléctrico	LEROY SOMER	Etiq, Codif, Emp	4,4	1
Motor eléctrico		Etiq, Codif, Emp	1,75	1
Empacadora	OCME	Etiq, Codif, Emp	42	1
Motor eléctrico	SIEMENS	Etiq, Codif, Emp	0,86	1
Motor eléctrico	SEIPEE	Etiq, Codif, Emp	1,5	3
Motor eléctrico	SEIPEE	Etiq, Codif, Emp	1,1	1
Motor eléctrico	MOTOVARIO	Etiq, Codif, Emp	0,76	1
Motor eléctrico	SEIPEE	Etiq, Codif, Emp	1,1	5
Bomba de vacío	PERRIER	Llenado	2,1	1
Motor eléctrico	SEIPEE	Llenado	1,5	2

Motor eléctrico	ABB	Llenado	3,6	1
Llenadora	Melegari	Llenado	8	1
Tapadora	AROL	Llenado	0,37	1
Transportador bajo cuello	Melegari	Llenado	2,2	1
MOTOVARIADOR	Melegari	Llenado	1,1	2
Sistema de Ozonización	AERAQUE	Llenado	2,3	1
Split Llenadora	CARRIER	Llenado	2,5	2
Motor eléctrico	ABB	Llenado	0,75	1
Paletizador	MCF	Paletizado	12	1
Envolvedora de pallets	WULFTEC	Paletizado	5	1
Motor eléctrico	BALDOR	Paletizado	0,56	3
Motor eléctrico	BALDOR	Paletizado	1,5	1
Motor eléctrico	BALDOR	Paletizado	0,2	2
Motor eléctrico		Paletizado	0,75	2
Motor eléctrico	SEW-USO COME	Soplado	2,2	3
Transportador de aire		Soplado	7,2	1
SOPLADORA	SIDEL	Soplado	58	1
Split Sopladora		Soplado	2,5	2
Motor eléctrico	SNT	Soplado	0,5	3
Envolvedora automática de barras	edos	5 lts	3,5	1
Codificador Láser	Allprint	5 lts	10	1
Aspirador Industrial	cfm	5 lts	1,6	1
Sistema de Etiquetado		5 lts	2	1
Motor eléctrico	SEIPEE	5 lts	0,75	8
Sistema de llenado de 5 lts	metalnova	5 lts	5	1
Manilladora	MCF	5 lts	2,9	1
Sopladora	SIPA	5 lts	60	1
Caja de Agua	SEGERE	Comedor	2,7	1
Horno de micro-ondas		Comedor	0,8	1
Refrigerador	LG	Comedor	0,22	1
Split de Comedor		Comedor	3,5	1
Split Habitación	Panasonic	Modulo Habitacional	1,22	3