



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE GRANMA
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**



***UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Extensión “La Maná”***

Trabajo de Diploma

En opción al título de Ingeniero Electromecánico

**TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA DE LA EMPRESA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS DE LÍQUIDOS ORALES “MEDILIP”.**

Diplomante: Alexander Eduardo Pullaguari Ortega.

**Bayamo. M.N.
CURSO ACADÉMICO 2019-2020**



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE GRANMA
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Extensión "La Maná"

Trabajo de Diploma

En opción al título de Ingeniero Electromecánico

**TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA DE LA EMPRESA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS DE LÍQUIDOS ORALES "MEDILIP".**

Diplomante: Alexander Eduardo Pullaguari Ortega.

Tutor: MSc. Ing. Raúl Felipe Pacheco Gamboa. Prof. Aux.

Jefe Disciplina Integradora: Dr.C. José Eduardo Márquez Delgado. Prof. Tit.

Bayamo. M.N.
CURSO ACADÉMICO 2019-2020

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

Los abajo firmantes hacemos constar que el presente trabajo constituye la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Extensión “La Maná” en investigación realizada en Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Granma, Cuba; certificando que el mismo ha sido realizado según lo indicado en la GUÍA METODOLÓGICA PARA LA REDACCIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMES DE TRABAJOS DE DIPLOMA Y PROYECTOS DE CURSO DEL INGENIERO MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD DE GRANMA; CUBA y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura.

esta envergadura.


 MSc. Ing. Raúl Felipe Pacheco Gamboa.
 Delgado,
 Tutor


 Dr.C. Ing. José Eduardo Márquez
 Jefe Disciplina Integradora

Luego de estudiada la exposición del diplomante: **ALEXANDER EDUARDO PULLAGUARI ORTEGA**, así como las opiniones del tutor y el oponente del presente trabajo de diploma, el tribunal emite la calificación de 5


 Dr. c. Rafael Francisco Jiménez Salgado
 Presidente del Tribunal
 Nombre (s) y Apellidos. Firma


 Juan Manuel Dama Botello
 Secretario
 Nombre (s) y Apellidos. Firma


 MSc. Jorge Alexander Bosch Cabrera
 Vocal
 Nombre (s) y Apellidos. Firma



DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Firma: _____



ALEXANDER EDUARDO PULLAGUARI ORTEGA.

ALEXANDER EDUARDO PULLAGUARI ORTEGA autoriza la divulgación del presente trabajo de diploma bajo licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas. La licencia completa puede consultarse en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

ALEXANDER EDUARDO PULLAGUARI ORTEGA autoriza al Departamento de Ingeniería Mecánica adscrito a la Universidad de Granma, Cuba a distribuir el presente trabajo de diploma en formato digital bajo la licencia Creative Commons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en el repositorio de materiales didácticos disponible en:

<ftp://fct.udg.co.cu/Documentos/0-INGENIERIA%20MECANICA/TESIS/>

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, mi aspiración más grande que estuvo presente en toda mi carrera universitaria y me supo dar la suficiente fortaleza.

A mis padres a quienes quiero mucho, que con su esfuerzo, apoyo y confianza que me brindaron día a día han contribuido en gran parte en este reto de mi vida.

A todos mis docentes por ser mi guía de estudio, que con sus enseñanzas brindadas logre aprender todo lo relacionado a mi carrera.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por estar a mi lado en los momentos de felicidad y tristeza por ayudarme a construir mis sueños.

A todos los integrantes de mi familia y amigos con los cuales he compartido gran parte de los mejores años de mi vida.

RESUMEN

El siguiente trabajo fue realizado en la Empresa Laboratorio Farmacéutico Líquidos Orales (**MEDILIP**). Para el desarrollo de esta investigación fue necesario realizar una búsqueda de información acerca del estado energético de Cuba y del mundo, así como de los diferentes modelos de gestión energética que se aplican en diferentes países. Fue necesario además, aplicar las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, con el objetivo de evaluar el estado energético de este centro productivo. Entre los principales resultados de este trabajo se pueden señalar los siguientes: el coeficiente de determinación $R^2=0,2597$ fue valorado de insatisfactorio, evidenciándose una correlación débil entre las variables energía eléctrica vs producción, siguiendo una tendencia no lineal; además estas variables no poseen buena correspondencia en el tiempo, ya que en la mayoría de los meses al aumentar una de estas la otra disminuye o viceversa.

Palabras claves: Gestión energética, Indicadores energéticos, Calidad de la energía.

ABSTRACT

The following work was accomplished at the Pharmaceutical Company Laboratory Oral Liquids (**MEDILIP**). It was necessary to accomplish a quest of information about the energetic status of Cuba for the development of this investigation and of the world, that way I eat of the different models of energetic step that they apply over different countries. It was necessary besides, applying the tools of Total Efficient Gestión's Technology of the Energy for the sake of evaluating the energetic status of this productive center. Enter the principal results of this work they can indicate the following: The coefficient of determination $R^2=0,2597$ was appreciated of unsatisfactory, becoming evident a weak correlation between the variables electric power vs production, following a nonlinear tendency; Besides these variables do not possess good mail in the time, right now than the other one diminishes in the majority of the months to increase an one belonging to these or the opposite.

Key words: Energetic management, energetic Indicators, Quality of energy

ÍNDICE	
I - INTRODUCCIÓN	1
II - DESARROLLO	4
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA.....	4
1.1 Situación actual del panorama eléctrico cubano.....	4
1.2 La eficiencia energética a nivel internacional	11
1.2.1 Modelos de gestión energética aplicados a nivel mundial y en Cuba.	13
1.2.1.1 Modelo de gestión energética para la mejora de la competitividad de las empresas colombianas.	14
1.2.1.2 El modelo europeo de Sistemas de Gestión Energética, según la UNE216.301/EN-16001.	15
1.2.1.3. Modelos de gestión energética aplicados en Cuba.....	19
1.3 Trabajos relacionados con la aplicación de la eficiencia energética.	26
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	27
2.1. Caracterización del lugar donde se realizó la investigación.....	27
2.1.1. Estructura organizativa de la empresa.....	27
2.1.2. Caracterización técnica y energética de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos de Líquidos orales (MEDILIP) de Bayamo.	29
2.2. Metodología para la aplicación del sistema de gestión energética.	29
2.2.1. Metodología para la determinación de eficiencia energética en la empresa Laboratorios Farmacéuticos de Líquidos orales (MEDILIP) de Bayamo.....	29
2.5. Metodología para determinación de la potencia reactiva necesaria.....	41
2.5.1. Cálculo de los kVARs del capacitor	41
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA.....	43

3.1 Evaluación de la gestión energética de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” Medilip.....	43
3.1.1 Evaluación del comportamiento de la energía eléctrica y la producción para los años 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” (MEDILIP).	43
3.2 Valoración de la calidad de la energía.....	47
3.3. Valoración económica.	49
III – CONCLUSIONES	54
IV – RECOMENDACIONES.....	56
V - BIBLIOGRAFÍA.....	58
VI - ANEXOS.....	60

I - INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El desarrollo actual y prospectivo de la industria y los servicios, en una economía abierta y globalizada, requiere de acciones encaminadas a reducir costos y aumentar la competitividad (Campos Avella, Dorta G, & Santos, 1995). En la actualidad los recursos energéticos han pasado de ser un factor marginal en su estructura de costos de una empresa, a constituir un rubro importante en las mismas, a la vez que, la necesidad de lograr un mayor equilibrio entre economía y medio ambiente, han convertido el ahorro y el uso eficiente de la energía en una herramienta fundamental para lograr este objetivo, manteniendo el nivel de rentabilidad empresarial (A. E. Borroto Nordelo, Viego Felipe, Lapidó, & Monteagudo Yanes, 2001).

En la actualidad, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha efectuado de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar las fuentes de niveles de pérdidas, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro o conservación energética. Todos estos problemas presentados en algunas empresas cubanas es debido a que no cuentan con la cultura energética, ni con las capacidades técnico administrativas necesarias donde se pueda realizar el seguimiento y control requerido del uso racional de los portadores energéticos (A. E. Borroto Nordelo et al., 2001; Carretero Peña, 2012b; Correa Soto et al., 2014).

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, ha mostrado la posibilidad de reducir los consumos energéticos de las empresas, fundamentalmente con medidas técnico-organizativas y de baja inversión, así como organizar el control de gestión de ahorro y conservación de los portadores energéticos, identificando el grupo de soluciones técnicas más favorables a los problemas de suministro de energía. Esta tecnología ha sido diseñada con la filosofía de las ISO 9000, por lo que su implementación se inserta en los procesos de certificación y perfeccionamiento, contribuyendo a la cultura de la organización en cualquier centro de trabajo, ya sea de la producción o destinados a los servicios (A. E. Borroto Nordelo et al., 2001;

Fernández Velázquez, Carbonell Morales, & Aballe Infante, 2014; Monteagudo Yanes & Gaitan R., 2005.).

Los centros de fabricación de medicamentos poseen un consumo de electricidad en dependencia de lo que se desea producir. Sin embargo, no siempre se establecen indicadores energéticos que propicien el control de cuanto se consume de electricidad en dependencia de lo que se pretende producir. Por ejemplo, la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” (**MEDILIP**) a pesar de tener datos de estos indicadores energéticos, no realiza un control del uso de la energía eléctrica consumida en los procesos productivos.

De hecho, durante el periodo analizado en la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **MEDILIP**; años 2018 y 2019 se había penalizado dicha entidad por bajo factor de potencia, debido fundamentalmente a los equipos de alto consumo de potencia reactiva. Fue por este motivo que la entidad tomara la medida de montar un banco de capacitores para mejorar el factor de potencia.

Por todo lo anteriormente expuesto se tratará el siguiente **problema de Investigación**: ¿Cuáles indicadores energéticos se pueden implementar en la Empresa Laboratorio Farmacéutico “Líquidos Orales” **MEDILIP**, que permitan evaluar eficientemente el estado energético de dicha entidad productiva?

Objeto de Estudio:

Eficiencia Energética Empresas productivas de medicamentos.

Campo de acción:

Cálculo de los Indicadores Energéticos en la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **MEDILIP**.

Hipótesis:

Si se evaluaran correctamente los indicadores energéticos en la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **MEDILIP**, es posible aumentar la eficiencia energética trayendo como consecuencia la disminución de los costos energéticos por este concepto.

Objetivo general:

Evaluar la Eficiencia Energética en la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **MEDILIP**.

Objetivos específicos:

1. Realizar una revisión bibliográfica acerca del tema de investigación.
2. Determinar los indicadores energéticos mediante la aplicación de las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la energía durante el periodo 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **MEDILIP**.
3. Valorar los indicadores energéticos de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **MEDILIP**.
4. Evaluar económicamente el consumo energético de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **MEDILIP**.

Métodos de investigación.**a) Teóricos:**

- **Histórico Lógico:** En este método se estudia los antecedentes del tema teniendo en cuenta la investigación preliminar y sus resultados respectivos reflejados en la bibliografía.
- **Análisis y Síntesis:** Se realizó con el objetivo de estudiar, revisar y analizar estudios referentes a la temática concluyendo con síntesis de cada una de las etapas.

b) Empíricos:

- **Estadístico-Matemático:** Se aplicó en el capítulo 3, Basado en la Tecnología Total Eficiente de la energía con el objetivo de determinar los indicadores de portadores energéticos.
- **La observación.**
- **Entrevistas:** Se realizó con el objetivo de obtener la información de los datos

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.

II - DESARROLLO

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA.

1.1 Situación actual del panorama eléctrico cubano.

La revolución energética en Cuba ha significado un acelerado despegue en la aplicación de las tecnologías energéticas renovables.

Con la creación de una Comisión Nacional para la atención a las Fuentes Renovables de Energía: la Eficiencia Energética y la Cogeneración, la creación de un Vice-Ministerio de Energías Renovables adjunto al Ministerio de la Industria Básica: la implementación de programas para el desarrollo de la generación de electricidad basada en la energía eólica, el uso de la energía solar para el calentamiento de agua de uso doméstico, social y con fines industriales: el desarrollo de la capacidad hidroeléctrica y el aprovechamiento de los desechos sólidos con fines de valorización energética, así como la investigación sobre la energía geotérmica, energía oceánica y otras tecnologías, demuestran todos los avances del país a favor de una inclusión cada vez mayor de tecnologías energéticas renovables dentro del modelo de Generación Distribuida. (Pacheco G., 2006).

En el país se han instalado 7 098 sistemas fotovoltaicos (2,57 MW), con el apoyo de organizaciones no gubernamentales extranjeras y a partir de programas gubernamentales como el de la electrificación de todas las escuelas rurales del país. Este último hizo posible la instalación de estos sistemas en 2 364 escuelas rurales aisladas, lo que permitió a todos los niños en edad escolar primaria acceder a iluminación eléctrica eficiente, computadoras y televisión educativa.

En cuanto a la bioenergía, existe experiencia en el país en el uso de bagazo (residuos de la caña de azúcar) para producir energía térmica para el proceso de producción de azúcar y para generar electricidad que satisfaga la demanda de los centrales y enviar el excedente a la red nacional. La industria azucarera sigue siendo un componente estratégico del desarrollo de las fuentes nacionales de energía.

Después de la crisis económica de la década de 1990, la proporción del empleo de la biomasa cañera en el conjunto de las fuentes primarias de energía usadas en Cuba ha disminuido.

La evaluación del recurso eólico para la generación de electricidad se ha acelerado desde el comienzo de la revolución energética. Hoy día, el país tiene tres herramientas fundamentales para la toma de decisiones en la instalación de parques eólicos: el mapa de evidencias ecológicas del viento; el mapa de riesgo de huracanes, inundaciones y tormentas eléctricas, y el mapa eólico nacional. Hay un amplio programa para la aplicación del biogás, la biomasa forestal, hidroenergía, la energía solar fotovoltaica, energía solar térmica y eólica en el municipio especial Isla de la Juventud. (Pacheco G., 2006)

En la figura se muestra como en el país se ha aumentado la generación de electricidad desde el año 2010 hasta el 2018, obedeciendo a las demandas energéticas actuales, destacándose las obtenidas por las fuentes, autoprodutores y los servicios públicos (ONEI, 2019). Como se observa la mayor demanda se presentan en las fuentes y los servicios públicos, fundamentado por el incremento de las empresas y el número de viviendas.

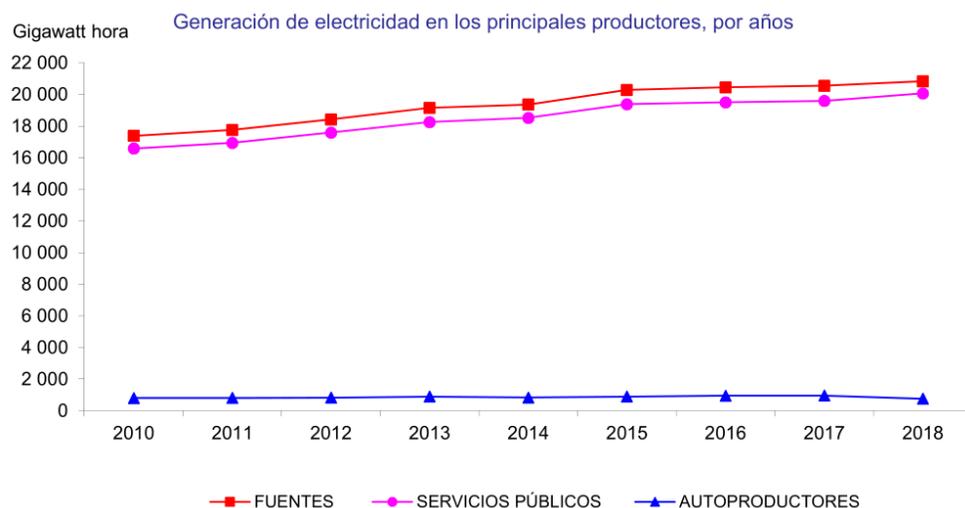


Figura 1.1 Generación de electricidad por productores

Por su parte en la figura 1.2 se presentan los resultados de la generación de electricidad por consumo de combustible fósil y renovable, donde se aprecia que los mayores valores se obtienen en fuel oil y el crudo cubano. (ONEI, 2019)

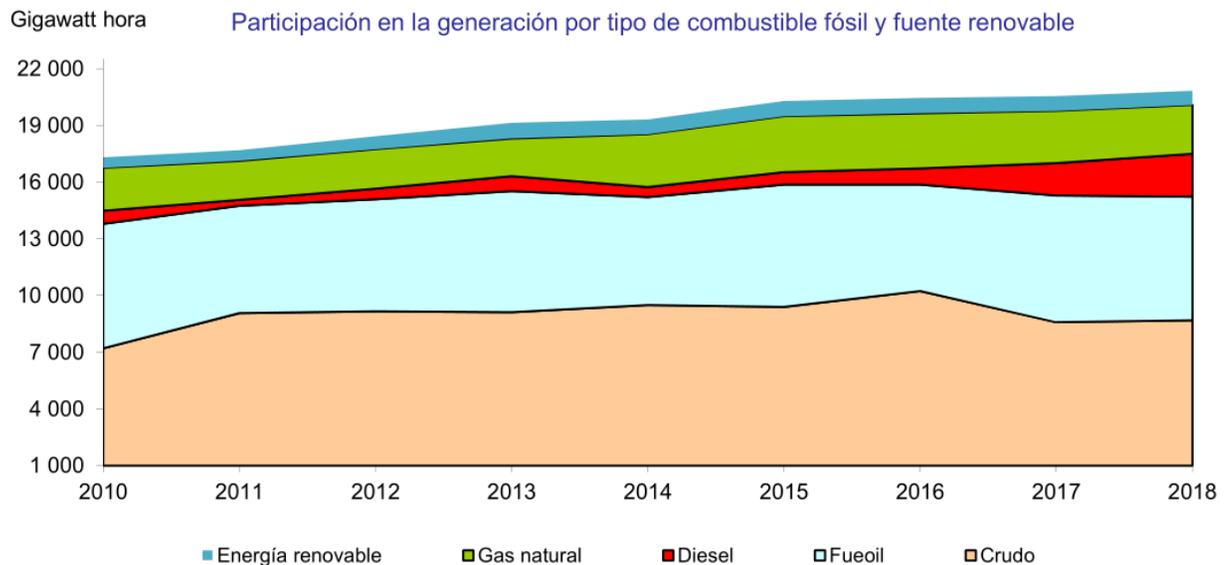


Figura 1.2 Generación de electricidad utilizando combustible fósil y fuente renovable.

Actualmente en Cuba las energías renovables representan sólo el 4,3% de la generación eléctrica del país, para el 2030 se prevé sean el 24% de esa generación.

El país produce hoy 18 mil millones de kW*h cada año. Para el 2030 se prevé alcanzar los 30 mil millones de kW*h; más de la mitad de ese crecimiento se hará a través de fuentes renovables de energía. (ONEI, 2019)

Con esos objetivos se potenciará el desarrollo de la energía eléctrica producida a partir de fuentes renovables por ejemplo:

a) DESARROLLAR ENERGÍA EÓLICA EN EL PAÍS.

Para lograr este objetivo se propone:

- Instalar una capacidad de generación de 633000 kW,
- Se requerirán 1 120 MM USD
- Tiempo recuperación 4 – 6 años

Para el desarrollo del programa eólico se cuenta con la experiencia adquirida durante la operación de los 4 parques eólicos existentes en el país. (ONEI, 2019)

- Ciego de Ávila, Turiguanó 1999: 2AGx 225 kW
- Isla de la Juventud, Los Canarreos 2007: 6 AGx 275 kW
- Holguín, Gibara 1: 6AGx 275 kW
- Holguín, Gibara 2: 6AGx 850 kW

Se cuenta con un mapa eólico de todo el país, donde se pueden apreciar que las mayores potencialidades están en el norte del territorio Centro–Oriental.

Los análisis técnicos recomiendan la instalación en el sistema eléctrico de unos 633 000 kW instalados en 13 lugares, como puede observarse las principales posibilidades están en el norte de Ciego de Ávila, Camagüey, la Tunas, Holguín y en el municipio Maisí de la provincia de Guantánamo.

Se trabaja ya en la construcción de un parque eólico de 51 000 kW en la provincia Las Tunas.

Es estratégica la participación de la industria nacional en la fabricación de varias de las partes que forman un aerogenerador, esto permitiría reducir los costos de importación y la creación de fuentes de empleo.

Una vez instalada toda la capacidad, se estima la generación de 1 630 Millones de kWh/año, el 5,4 % del total de la energía prevista para el año 2030.

b) DESARROLLO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA SOLAR:

- Se prevé instalar una capacidad de 700 000 kW
- El costo de la inversión es de 1 050 MM USD
- Tiempo recuperación 11 – 13 años

Para el desarrollo de este programa se tendrán presentes las primeras experiencias en el uso de esta tecnología en pequeños sistemas conectados al sistema eléctrico y en más de 8 000 sistemas aislados. (ONEI, 2019)

En los últimos dos años se han instalados 12 000 kWh en 8 parques, y se trabaja en la instalación de 10 000 kWh antes del primer trimestre del 2015.

La potencia a instalar según los estudios realizados es de 700 000 kWh y su ubicación debe ser lo más cerca posible a los consumidores, utilizando los techos de los principales consumidores, que reúnan las condiciones necesarias y en tierras sin valor agrícola.

La capacidad actual de ensamblaje de 10 000 kWh en paneles fotovoltaicos en la Empresa de Componentes Electrónicos “Ernesto Che Guevara” de Pinar del Rio con posibilidad de ampliación hasta 50 000 kWh anualmente, así como la fabricación de las estructuras soporte en la planta de galvanizar de “Nueva Paz” y en un futuro próximos en otras fábricas del grupo GSIME, representan sin dudas fortalezas para el desarrollo del uso de esta fuente. Hoy logramos que la industria participe en un 60 % de la inversión. (ONEI, 2019)

Al estar instalada toda la capacidad, se estima la generación de 1 050 Millones de kW*h/año, el 3.5% del total de la energía prevista para el año 2030.

c) DESARROLLAR LA HIDROENERGÍA

- Instalar una capacidad de 56 000 kW
- El costo de la inversión es de 110 MM USD
- Tiempo recuperación 4 – 6 años

En el país se encuentran funcionando 147 instalaciones de generación con energía hidráulica, de ellas 30 están conectas al sistema eléctrico y 117 están aisladas, las cuales brindan servicio a 8 486 viviendas y 416 objetivos económicos y sociales.

El potencial disponible permite llegar en los próximos años a más de 100000 kW, para lo cual hay que instalar unos 56 000, 88 kW en presas y trasvases.(ONEI, 2019)

d) DESARROLLAR LAS BIOELÉCTRICAS

- Se instalará una capacidad de generación de 755 000 kW
- Se requerirán 1 290 MM USD

- Tiempo recuperación de la inversión 6 – 8 años



Figura1.3. Central 5 de Septiembre, en Cienfuegos.

La industria azucarera cubana está llamada a contribuir con el cambio de la matriz energética nacional con una participación del 14% en el 2030, con inversiones que irá incorporando paulatinamente como se establece en la política aprobada. Esto es factible a partir del programa de crecimiento cañero, así como la disponibilidad de marabú en las áreas aledañas a los centrales y su sincronización al Sistema Electroenergético Nacional, con una infraestructura agrícola e industrial distribuida en toda la isla, lo que reduce las pérdidas de distribución.

Esta es una industria que produce su propio combustible el cual es renovable y amigable con el medioambiente, ya que el CO₂ que emite el bagazo al quemarse en las calderas, ya la caña lo absorbió por fotosíntesis al crecer, no incrementándose su presencia en la atmósfera durante este proceso fabril.

En su proyección estratégica AZCUBA contempla el programa denominado bioeléctrica, que consiste básicamente en elevar los parámetros de eficiencia del área termo energética de 19 centrales, para generar altos niveles de electricidad excedente. (ONEI, 2019)

Con ello poner en marcha hasta el 2 030 unos 755 000 kW con alta eficiencia.

Estos centrales son:

- 30 de noviembre en Artemisa
- Héctor Molina en Mayabeque
- Jesús Rabí y Mario Muñoz en Matanzas
- Panchito Gómez Toro y Héctor Rodríguez en Villa Clara
- 5 de septiembre en Cienfuegos
- Uruguay en Sancti Spíritus
- Ciro Redondo y Ecuador, Ciego de Ávila
- Brasil y Batalla de las Guásimas en Camagüey
- Majibacoa y Antonio Guiteras en Las Tunas
- Cristino Naranjo, Urbano Noris y Fernando de Dios de Holguín
- Grito de Yara en Granma
- Julio Antonio Mella de Santiago de Cuba.

De los cuales ya se negocian con mayor avance 3 de ellos; Jesús Rabí, Ciro Redondo y 5 de septiembre que serán los primeros 140 000 kW a poner en marcha en los próximos años.

Aunque la misión primaria del área termo energética de estos 19 centrales será siempre garantizar las energías térmica y eléctrica necesarias para producir azúcar, en ellos estaremos en condiciones de cogenerar con alta eficiencia durante los 150 días de zafra y un tiempo adicional con biomasa cañera almacenada y marabú.

Con el objetivo de que se reduzcan los costos inversionistas con el tiempo, estamos organizando el encadenamiento con la industria nacional entre las empresas de AZCUBA y las empresas del MINDUS para la fabricación de calderas de medios y altos parámetros del vapor en la Fábrica de Calderas de AZCUBA y el desarrollo de componentes como estructuras metálicas, en la planta METUNAS. También con las empresas del MICONs se trabaja de conjunto en la planificación de su construcción y montaje. (ONEI, 2019)

Asimismo, con las empresas del MINAG y el MINDUS buscando la forma más eficiente para asegurar el suministro de marabú de tierras aledañas a estos centrales, y que en

un futuro se podrán destinar a alimentos y a plantaciones energéticas, y con la UNE respecto al enlace con el SEN.

1.2 La eficiencia energética a nivel internacional

La gestión energética está vinculada a cinco tipos de programas que se han desarrollado en el mundo, tendientes a lograr una optimización de la eficiencia energética como son:

1) Gestión del lado de la demanda.

Los países en vía de desarrollo se valen principalmente, de auditorías energéticas, campañas informativas y mecanismos incentivadores de la demanda (descuentos o devolución de impuestos), para lograr que productos energéticamente eficientes penetren en el mercado. Un indicador común para medir el impacto ha sido el de los kW*h año ahorrados; y para captar recursos para operar los programas han recurrido a cofinanciamiento y donaciones de agencias multilaterales (Birner & Martinot, 2005).

El menú de alternativas, como Birner y Martinot (2005) lo denominan, y que han sido implementadas en diferentes países en vías de desarrollo, comprende campañas educativas dirigidas a los consumidores sobre características, costos y beneficios de las Tecnologías Energéticas Eficientes (TEE); campañas comunicativas para incrementar la sensibilidad del consumidor y lograr una mayor difusión de las TEE, reducción de los precios de comercialización de la tecnología mediante reembolsos o subsidios, realización de compras masivas y apertura de licitaciones, provisión de mecanismos de financiación para los consumidores, establecimiento de programas de recompra y reciclaje tecnológico, y facilitación de acuerdos voluntarios para consumidores industriales para mejorar el uso adecuado de la energía. Como se puede apreciar dependiendo de la problemática que se requiera intervenir, una única alternativa no resulta suficiente para lograr el impacto deseado.

2) Gestión del lado de la oferta

Las transformaciones del mercado deben ser complementadas desde la oferta con el fin de dar un mayor realce a las fuerzas del mercado. Así, las intervenciones van tanto del lado de la demanda como del lado de la oferta, intervenciones que conjuntamente

permiten una efectiva transformación del mercado (Birner & Martinot, 2005; Sarkar & Singh, 2010).

En este sentido, Birner y Martinot (2005), identifican varias alternativas que se han fungido del lado de la oferta: provisión de asistencia técnica y transferencia de conocimiento técnico a los fabricantes para actualizar sus diseños de productos o mejorar en calidad; apoyo en el desarrollo de estándares mínimos de eficiencia y códigos en construcción; facilitación de acuerdos voluntarios con fabricantes y distribuidores; provisión de incentivos financieros a los fabricantes y comercializadores; provisión de pruebas de calidad, y financiamiento para la actualización de fabricantes.

De acuerdo a lo esbozado en Birner y Martinot (2005), tanto el manejo del lado de la demanda como del lado de oferta, suponen que nuevas instituciones y cambios regulatorios ayuden a exhibir resultados más satisfactorios en la transformación del mercado y su sostenibilidad en el tiempo.

1) Manejo mediante ESCO

Otro mecanismo que ha sido utilizado y que ha dado señales para encausar las medidas en pro de un uso más adecuado del recurso energético, es el enfoque de programas de eficiencia energética mediante Empresas de Servicios Energéticos. (Mijares Escobar, 2013). El objetivo central de este tipo de compañías es orientar a los consumidores en la identificación, empaquetamiento, financiación, ejecución y supervisión de proyectos de ahorro energético y ayuda prestada mediante la forma de *energy performance contract* (Sarkar & Singh, 2010). Se deduce que la ventaja de este modelo es que permite direccionar y superar barreras institucionales. No obstante, las condiciones locales de los mercados determinarán que tan efectiva puede ser la gestión energética mediante este esquema.

4) Mecanismos financieros

Otra forma de promover programas de eficiencia energética ha sido mediante el uso de canales financieros que van desde creación de fondos especiales, líneas de crédito, programas de garantía de préstamos, hasta subsidios y concesiones (Sarkar y Singh, 2010).

- Estas medidas generales de implementación de programas tendientes a que se incorporen medidas de eficiencia energética en los diferentes eslabones económicos, presentan dificultades de implementación y se hace necesario un enfoque con visión de largo plazo para validar resultados satisfactorios y aprehensión por parte de los agentes económicos (Sarkar y Singh, 2010).

5) Programas de eficiencia energética a nivel empresarial

A continuación se presentan dos programas de propósito y campo específicos de la eficiencia energética a nivel empresarial, para lo cual se reseñan la experiencia alemana y la sueca. En el caso alemán, la gestión energética se ha implementado mediante el establecimiento de Redes Locales de Aprendizaje en Eficiencia Energética (RLAEE). Las características de las RLAEE han sido: recolección de información sobre el uso de la energía por parte de las firmas; auditorias en sitio; reuniones regulares monitoreadas por expertos (4 veces al año); acuerdos sobre objetivos conjuntos para el mejoramiento de la eficiencia energética, y reducción de emisiones y monitoreo especializado (Jochem y Gruber, 2007). En general los participantes de las redes han confirmado la reducción importante de costos de transacción y una mayor implantación debido a las reuniones, experiencias y *know-how* compartidos, y expertos invitados (Jochem y Gruber, 2007).

En fin, se puede concluir que la eficiencia energética constituye hoy una herramienta indispensable de una empresa ya sea dedicada a los servicios y actividades productivas (Albistur Marín, 2014; Del Pilar Castrillon, González, & Quispe, 2013) (Carrillo Rojas, Andrade Rodas, Barragán Escandón, & Astudillo Alemán, 2014) (Correa Soto et al., 2014).

1.2.1 Modelos de gestión energética aplicados a nivel mundial y en Cuba.

Los modelos de gestión energética aplicados a nivel mundial persiguen como único objetivo, la reducción de los consumos energéticos con una mayor producción o servicio posible. Para poder analizar estos, nos basaremos en la descripción de una serie de modelos de gestión energética que se tratarán de forma independiente. Modelo de gestión energética mejora la competitividad de las empresas colombianas.

1.2.1.1 Modelo de gestión energética para la mejora de la competitividad de las empresas colombianas.

Un antecedente en este campo lo constituye la Norma MSE 2000 “Management System for Energy”, desarrollada por el Georgia Tech Energy and Environmental Management Center (EEMC) y adoptada en los Estados Unidos como norma nacional ANSI/MSE 2000, la cual establece los elementos requeridos para un programa sostenible y de mejoramiento continuo de la gestión energética organizacional (Cadena, 2007 ; J. C. Campos Avella et al., 2008).

Otra experiencia importante lo constituye la Norma IEEE Std 739-1995: “Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities,” del Institute of Electrical and Electronics Engineers, reconocida también como Norma Nacional Americana (ANSI). El Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE), fue desarrollado en el marco del proyecto de investigación “Programa de Gestión Integral de la Energía” para el “Sector Productivo Nacional” adelantado por el Grupo de Investigación en Energías (GIEN), de la Universidad Autónoma de Occidente y el Grupo de Investigación en Gestión Eficiente de la Energía (GIEE), de la Universidad del Atlántico, con el financiamiento de Conciencias y la Unidad de Planeamiento Minero Energético, (UPME), del Ministerio de Minas y Energía. En el mismo se fomenta la sostenibilidad ambiental y se propone la gestión integral de la energía para alcanzar ahorros hasta del 25 % en costos energéticos, visibles antes del primer año de su aplicación, y será puesto al servicio de las pequeñas, medianas y grandes empresas colombianas (J. C. Campos Avella et al., 2008).

En este modelo de Gestión Integral de la Energía, similar en su espíritu a los sistemas de mejora continua de la calidad, la propuesta concilia el interés común de preservar el medio ambiente por parte de los seres humanos y el sector empresarial, se oriente a reducir sus costos de operación y aumentar su competitividad.

Solo en la primera de sus tres etapas, en la que se efectúa la caracterización energética e identificación de potenciales de ahorro, se logra reducir, con poca o ninguna inversión, a partir de la actualización de la estructura técnica organizativa de los procesos y la concientización del personal, los costos energéticos hasta un 20 %.

Etapas de implementación del MGIE.

Por formular cambios en la cultura energética empresarial, el modelo debe incorporarse a la estructura organizativa de la entidad, lo que significa que su aplicación está directamente ligada a la voluntad política de la dirección.

- Así, la primera etapa muestra a la dirección, mediante la caracterización energética de la empresa, dónde tiene pérdidas y cuáles son los potenciales de ahorro e identifica la serie de proyectos a desarrollar a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de brindar datos para el análisis de rentabilidad de la estrategia y facilitar la toma de decisión de implementarla o no.
- La segunda etapa consiste en la adecuación organizativa y locativa de la empresa en función de la eficiencia energética integral, que incorpora aspectos como la capacitación del personal, cambios de procedimientos de mantenimiento, operación y producción; evaluación tecnológica, medición de generación y uso de energía, incorporación de modelos tecnológicos e intervenciones de empresas contratistas especializadas en procesos de mediciones y optimizaciones, entre otros.
- La tercera etapa propone el seguimiento constante al modelo de gestión, midiendo los ahorros efectivos de acuerdo con las medidas de eficiencia energética incorporadas.

1.2.1.2 El modelo europeo de Sistemas de Gestión Energética, según la UNE216.301/EN-16001.

En 1997, los países industrializados se comprometieron, a través del Protocolo de Kyoto, a llevar a cabo un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Se puede decir que este punto supuso el comienzo de una estrategia para el ahorro y la eficiencia energética en el sector industrial.

Como consecuencia, se desarrollaron una serie de compromisos relacionados con la seguridad en el suministro de energía, así como el aumento de la importancia de las fuentes de energía renovables, que dieron lugar a la publicación de diversas normas de eficiencia energética en varios países, como es el caso de la IS 393:2005 en Irlanda, la DS 2403:2001 en Dinamarca, la SS 627750:2003 en Suecia y la ANSI/MSE 2000:2005 en Estados Unidos (Carretero Peña, 2012a; Tejeda, 2007).

Por tanto, si se toma en consideración lo planteado anteriormente, y a raíz de la Directiva Europea 2006/32/CE sobre “la eficiencia del uso racional de la energía y los servicios energéticos”, mediante la que se instaba a los países miembros a desarrollar las labores de normalización en este campo, en España, a finales del año 2007, se publica la norma UNE 216301 de Sistemas de Gestión Energética, (SGE) que se presenta como una herramienta que permite a las organizaciones alcanzar los compromisos energéticos suscritos a través de la implantación de una política energética y la gestión de los procesos energéticos de su actividad (Tejeda, 2007).

Esta norma es aplicable a organizaciones de todo tipo que deseen mejorar la eficiencia energética de su actividad de forma sistemática, incrementar el aprovechamiento de energías renovables o demostrar ante terceros, a través de la certificación, su política energética.

El principal objetivo del Sistema de Gestión Energética es proveer una metodología para fomentar la eficiencia en las organizaciones, el ahorro y la disminución de las emisiones de los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático, es decir, fomentar la mejora del desempeño. En sí mismo el SGE es un medio, no un fin (Tejeda, 2007).

Algunos de los beneficios derivados de la implantación de un SGE son:

1. Optimización del uso de la energía.
2. Fomento de la eficiencia energética en las organizaciones.
4. Disminución de las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero.
5. Mayor aprovechamiento de las energías alternativas y renovables.
6. Reducción de los riesgos derivados de las oscilaciones de los precios de los recursos energéticos.

Esta norma es aplicable a organizaciones de todo tipo que deseen mejorar la eficiencia energética de su actividad de forma sistemática, incrementar el aprovechamiento de energías renovables o demostrar ante terceros, a través de la certificación, su política energética.

El principal objetivo del Sistema de Gestión Energética es proveer una metodología para fomentar la eficiencia en las organizaciones, el ahorro y la disminución de las emisiones de los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático, es decir, fomentar la mejora del desempeño. En sí mismo el SGE es un medio, no un fin (Tejeda, 2007).

Algunos de los beneficios derivados de la implantación de un SGE son:

1. Optimización del uso de la energía.
2. Fomento de la eficiencia energética en las organizaciones.
4. Disminución de las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero.
5. Mayor aprovechamiento de las energías alternativas y renovables.
6. Reducción de los riesgos derivados de las oscilaciones de los precios de los recursos energéticos.
7. Cumplimiento con los requisitos legales en materia energética.

Se puede concluir que la finalidad del Sistema de Gestión Energética es la de proporcionar a las organizaciones, independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta que facilite la reducción de los consumos de energía, los costos financieros asociados y consecuentemente las emisiones de gases de efecto invernadero.

Otros modelos aplicados mundialmente.

Según Gómez R. y Santos L. (1998), Del Pilar Castrillón et al; (2013) la gestión energética juega un papel fundamental en la actualidad, pues de una correcta aplicación de los procedimientos de esta, así serán los resultados que se deriven. De hecho al aplicar correctamente los procedimientos se notarán ahorros de recursos energéticos en más de un 10 %.

En la tabla 1.1 se muestran los sistemas de gestión energética aplicados a nivel mundial, siendo Estados Unidos el país que más estudios ha realizado en mejorar los procesos energéticos (Vidal, Quispe, Prías, & Campos, 2006 ; Vidal, Quispe, Prías, & Campos, 2007).

Tabla 1.1. Sistemas de gestión energética aplicados a nivel mundial.

CENTRO DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y MEDIO AMBIENTE GEORGIA	SISTEMA DE GESTIÓN ENEGÉTICA. NORMA ANSI MSE 2000	USA
CEEMA	GESTIÓN TOTAL EFICIENTE DE LA ENERGÍA	CUBA
G.G. Rajan	OPTIMIZACIÓN ENERGY EFFICIENCIES IN INDUETRY	USA
CIPEC	CANADIAN INDUSTRY PROGRAM FOR ENERGY CONSERVATION	CANADA
NPC	NATIONAL PRODUCTIVITY COUNCIL	USA
W. SMITH	PROCESO INDUSTRIAL Y EFICIENCIA ENERGÉTICA	CANADA
EVE. ENTE VASCO DE ENERGÍA	GESTIÓN ENERGÉTICA INTEGRAL.	ESPAÑA
VICTORIA	DEVELOPING AN ENERGY MANAGEMENT SYSTEM. STATE GOBERNMNT OF VICTORIA	AUSTRALIA
UNIVERSIDAD FEDERAL DE GOYAS	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y USO RACIONAL DE LA ENERGYA	BRASIL
PNL	AN ENERGY EFFICIENCY GUIDE FOR INDUSTRIAL PLANT MANAGERS	UCRANIA

Aspectos comunes sobre los modelos fueron analizados por Vidal et al; (2006), Campos et al; (2008) y Prías (2001) los cuales se dan a conocer a continuación:

- Tienen como objetivos inmediatos: reducir costos, impacto ambiental y elevar competitividad.
- Son basados en el modelo general de mejora continua.
- El liderazgo de la implementación y aplicación del modelo está en la gerencia.
- Existe una entidad colectiva que dirige y evalúa la implementación y operación del modelo: Comité de Energía, Equipo de Mejora Energética u otras.
- Existe un representante de gerencia que organiza y controla las actividades del modelo en la empresa.

- Utilizan la figura de equipos de mejoras temporales para implementar programas, tareas o medidas de eficiencia energética.
- Incluyen la actividad de monitoreo y control de indicadores a nivel de procesos y empresa, aunque los indicadores pueden ser de consumo, de eficiencia y de gestión.
- La mayor parte de los modelos enfocan su gestión en cambios organizacionales, preparación de los recursos humanos, cambios tecnológicos, mantenimiento y mejora de equipos y cambios de los procedimientos operacionales y de gestión

Estos aspectos, comunes a los modelos analizados nos indican el estado de la cultura organizacional para el uso eficiente de la energía ya generalizada en esta área de gestión a nivel internacional. Existen aspectos, sin embargo, que, son tratados de forma diferente en los modelos de gestión energética a nivel empresarial. Estos contenidos constituyen la cultura emergente aún no generalizada en los mismos.

1.2.1.3. Modelos de gestión energética aplicados en Cuba.

Antecedentes sobre sistemas de gestión aplicados en Cuba.

En Cuba se han estado realizando acciones sobre las diferentes formas para reducir los consumos energéticos, donde se han puesto en marcha algunos programas como son:

- Programa de ahorro de la energía eléctrica en Cuba (PAEC).
- Programa de ahorro y uso racional del agua (PAURA)
- La ley 81 sobre el medio ambiente.
- La gestión energética hotelera.

La gestión energética en Cuba.

Según Campos et al; (1995), Borroto et al; (2001) y Cavas (2013), la eficiencia energética y la conservación de la energía son dos conceptos muy relacionados entre sí, pero diferentes. La conservación de la energía es obtenida cuando se reduce el consumo de la energía, medido en sus términos físicos. La eficiencia energética es el

resultado, por ejemplo, del incremento de la productividad o el desarrollo de tecnologías de menores consumos de energía. La eficiencia energética es obtenida cuando se reduce la intensidad energética de un producto dado (consumo de energía por unidad de producto), o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida o los niveles de confort. La eficiencia energética contribuye a la conservación de la energía. Lo que se persigue en ambas es mitigar la situación de que la humanidad, en los últimos 200 años, ha consumido el 60% de los recursos energéticos fósiles que fueron creados durante 3 millones de años, pero en un caso se espera reducir el valor total del consumo y en otro ser más eficiente en el uso.

La gestión energética en Cuba no se materializa fuertemente hasta que se comienza a implementar a nivel nacional la denominada “Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía” (TGTEE). Esta fue elaborada por docentes del centro de estudios de energía y medio ambiente (CEEMA) de la universidad de Cienfuegos, Cuba. Su basamento se relaciona con los pasos siguientes:

- Prueba de necesidad.
- Compromiso de la alta dirección.
- Diagnóstico socio ambiental y energético de primer, segundo y tercer nivel.
- Diseño de un plan de mejora.
- Organización y composición de equipos de mejora.
- Aplicación de acciones y medidas.
- Seguimiento y control.

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, (TGTEE), ha demostrado la posibilidad de reducir los consumos energéticos de las empresas, fundamentalmente con medidas técnico-organizativas y de baja inversión, así como organizar el control y gestión de ahorro y conservación de los portadores energéticos, identificando el grupo de soluciones técnicas más favorables a los problemas de suministro de energía. Ha sido diseñada con la filosofía de las ISO 9000, por lo que su implementación se inserta en los procesos de certificación y perfeccionamiento, contribuyendo a la cultura de la

organización (A. Borroto Nordelo et al., 2002; A. E. Borroto Nordelo et al., 2001; Monteagudo Yanes & Gaitan R., 2005.)

Para implantar la TGTEE es necesario realizar la prueba de necesidad. Esta prueba constituye el primer paso para crear un sistema de gestión total por la eficiencia energética en la empresa. De los resultados de esta prueba depende que los especialistas y la alta dirección, decidan, con elementos técnicos y económicos, continuar con la implantación y dedicar recursos materiales y humanos a esta actividad. La metodología que se presenta sirve de guía para alcanzar los objetivos planteados en esta etapa y confeccionar el informe que se debe presentar a la alta dirección de la empresa. La prueba de la necesidad, en sí, constituye un resultado importante, al caracterizar e identificar los principales problemas energéticos de la empresa en el ámbito general. En el orden práctico, sus resultados permiten la planificación objetiva de los índices de consumo, la modelación de los comportamientos históricos y la cuantificación de la influencia de diferentes factores globales en los consumos, costos energéticos y gastos totales de la empresa, aspectos todos que se usan en las etapas subsiguientes de la implantación del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (A. E. Borroto Nordelo et al., 2001; Monteagudo Yanes & Gaitan R., 2005.):

Para comenzar a aplicar la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía se establecen los siguientes objetivos:

- Caracterizar el estado de eficiencia energética y de impacto ambiental de la empresa.
- Determinar potenciales globales de disminución de consumo, de costos energéticos e impactos ambientales en la empresa.
- Determinar la necesidad de la empresa de implantar un sistema de gestión total eficiente de la energía.

Las actividades a realizar para implementar la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía son:

- Recopilación de información y datos.

- Diagnóstico de recorrido en las instalaciones de la empresa.
- Entrevistas a dirigentes, técnicos, operadores y obreros de la empresa.
- Procesamiento de la información.
- Elaboración del Informe Final de la Prueba de la Necesidad.

Etapas en la implementación de un sistema de gestión energética.

De acuerdo a Campos et al; (2008), Venegas y Botero (2012), Aragón et al; (2013), Carretero (2012a) y Carrillo (2014) en los sistemas de gestión energética, o de administración de energía se pueden identificar tres etapas fundamentales :

- Análisis preliminar de los consumos energéticos.
- Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (Planes de Acción).
- Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.
- Sistema de mejora continua.

Debe señalarse además que, en muchos, casos la administración de energía se limita a un plan de medidas de ahorro, para garantizar el mejoramiento continuo.

Análisis preliminar de los consumos energéticos.

Para establecer un sistema de gestión energética, un primer paso es llevar a cabo un análisis de los consumos energéticos, caracterizar energéticamente la empresa y establecer una estrategia de arranque. Esta etapa tiene como objetivo esencial conocer si la empresa efectivamente se viese significativamente beneficiada si implantara un sistema de gestión energética que le permitiera abatir costos por sus consumos de energía, alcanzar una mayor protección ante los problemas de suministro de la energía, reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de sus productos o servicios, y de esta forma elevar sus beneficios.

Contar con un buen sistema de gestión energética resulta particularmente importante para las industrias energointensivas, y en general, para las empresas en las cuales la

facturación por energéticos puede llegar a representar una elevada fracción de los gastos totales de operación.

Después de realizada la prueba de necesidad, se debe evaluar el nivel de gestión utilizando las herramientas propuestas por esta tecnología.

Esta tecnología consta además de una serie de herramientas utilizadas para evaluar el nivel de gestión energética como son:

- Gráfico de Energía Vs Producción en el tiempo.
- Diagramas de Dispersión y Correlación.
- Gráfico de índice de Consumo de Energía-Producción.
- Gráfico de Control del consumo energético.
- Gráfico de Tendencia o Sumas Acumulativas.
- Diagrama de Pareto.
- Estratificación.

Sistema de monitoreo y control energético.

Otro elemento importante que tiene en cuenta esta tecnología lo constituye el sistema de monitoreo y control. La misma cuenta con tres etapas fundamentales: la información, el control y el mejoramiento. En general, el control es la acción de hacer coincidir los resultados con los objetivos y persigue elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso (A. E. Borroto Nordelo et al., 2001).

Para llevar a cabo la acción de control deben existir; un estándar (objetivo a lograr); una medición del resultado y herramientas que permitan comparar los resultados con el estándar e identificar las causas de sus desviaciones y variables de control, sobre las cuales actuar para acercar el resultado al estándar.

Necesidad del Control.

El control de cualquier proceso es una necesidad real, pues el medio en que se desarrollan los procesos es dinámico y provoca desviaciones que deben ser corregidas.

El control permite identificar todas las desviaciones y corregir las que sean posibles, señalando cuándo se hace necesario efectuar una mejora general en el proceso. En el caso particular de la eficiencia energética, pueden agregarse a las causas anteriores de necesidad del control las siguientes:

- El precio de la energía cambia, provocando el cambio en los estándares.
- El estado técnico de los equipos consumidores cambia, produciendo cambios en los resultados.
- La actitud, motivación y nivel de competencia de gerentes, subgerentes, operarios y empleados, respecto al uso de la energía, se modifica con el tiempo en función de las prioridades de la empresa. Sólo un sistema de control energético puede mantener la atención sobre estos aspectos.

Proceso de control.

El proceso de control, en su organización, consta de las siguientes etapas:

1. Establecer los lugares de control (áreas, equipos).
2. Establecer los indicadores de control.
3. Establecer las variables de control y su relación con los indicadores de control.
4. Establecer las herramientas de medición de los indicadores de control.
5. Establecer los estándares.
6. Establecer las herramientas de comparación de los indicadores con los estándares de detención de causas de desviaciones o de diagnóstico.

Un proceso de control general incluye una etapa de mejoramiento del proceso, cuando la acción sobre las variables de control no es suficiente para corregir las constantes variaciones que en este se presentan. Esta etapa consiste en una revisión periódica de procedimientos y evaluación técnico-económica de posibilidades de inversión que producen, sin duda, un cambio en los estándares y en los resultados del control frecuente (A. E. Borroto Nordelo et al., 2001).

Método de control.

El proceso de control se puede realizar de diferentes formas. En los sistemas de control energético es recomendable utilizar el método de control selectivo.

La selección de las áreas y equipos se realiza sobre la base de la estructura de consumo y de pérdidas energéticas de la empresa. Se cubre el 20 % de las áreas o equipos que provocan el 80 % de las posibles pérdidas energéticas en la empresa. Este método incluye el control por excepción, o sea, dentro de estas áreas o equipos se priorizan aquellas que tienen tendencia a las mayores desviaciones.

Estos programas se materializan con el establecimiento a escala nacional de la denominada “Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía” (TGTEE), según Borroto et al; (2001).

Sin embargo, todos los elementos descritos anteriormente nos dan la medida de que todos los participantes en ejecutar las acciones de un sistema de gestión energética están preparados o que con algunas tareas se pueden materializar lo referido al ahorro de energía, fundamentada por la administración eficiente de esta.

Según Pacheco (2006) en Cuba aún persisten algunos elementos negativos en el sistema de gestión energética empresarial como son:

1. La mayor parte de las empresas desconocen cuantitativamente el impacto de los costos energéticos en los costos de producción y no cuentan con modelos específicos que relacionen ambos parámetros.
2. Los indicadores principales de gestión energética que utilizan las empresas son consumo e índice de consumo. No hay indicadores de control de la eficiencia energética a nivel gerencial.
3. La planificación del consumo de energía en la totalidad de la muestra analizada señala que el consumo de energía se planifica por históricos absolutos.
4. Aunque existe mantenimiento predictivo y preventivo, el mantenimiento predominante es correctivo. No se conoce el concepto de mantenimiento dirigido a la eficiencia energética y este se realiza cuando la actividad productiva lo requiere y no por planeación del mantenimiento.

5. En la totalidad de las empresas de la muestra se planifica la producción sin tener en cuenta los índices de consumo energético de los equipos de procesos productivos.
6. La instrumentación para el control energético es insuficiente, lo que provoca además la asignación de costos energéticos unitarios a los procesos productivos por prorrateo o estimación.
7. La mayor parte de la muestra de empresas señala falta de financiamiento para implementar medidas de ahorro.
8. El control de la gerencia sobre la eficiencia energética se basa en el cambio del índice de consumo y la factura energética en el tiempo.
9. En la mayoría de las empresas la responsabilidad de la eficiencia energética se encuentra en el área de mantenimiento o medio ambiente, no existe un vínculo definido del resto de las áreas con la eficiencia energética de la empresa.

1.3 Trabajos relacionados con la aplicación de la eficiencia energética.

Los trabajos de Gouyonnet Licea (2012) realizado en las Empresa Mecánica de Bayamo y Mijares Escobar (2013) en UBPC “La Jagua”, perteneciente a la UEB Bartolomé Masó Márquez, realizan el análisis de la gestión energética aplicando las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). En el primer trabajo las variables analizadas son el consumo de la energía eléctrica vs producción mercantil (en pesos), dejando de analizar las toneladas producidas en las áreas, mientras que en el segundo trabajo este análisis se realiza entre los consumos de combustibles por las diferentes labores de preparación de suelo y siembra de la caña de azúcar, mediante el uso de la maquinaria. En ambos casos se hace un análisis diferente, aunque coinciden en la aplicación de las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), donde se evidenciaron la débil correlación entre las variables analizadas ya que r estuvo por debajo de 0,75.

Almachi et al; (2010), efectuaron la evaluación del nivel de gestión total y eficiente de la energía en la Pasteurizadora El Alba, donde se determina el grado de administración de los energéticos en dicha empresa a través de las herramientas para establecer un

sistema de gestión total eficiente de la energía (SGTEE). Se determinó que en el año 2009 no existe total correspondencia entre los consumos de los portadores energéticos: electricidad versus producción, no siendo así para el portador diésel que si mostró una alta correlación de 0,93.

La eficiencia energética es analizada en los centros de producción de medicamentos, de forma similar a los centros de producción de otros tipos de artículos como se explica en el acápite 1.2 y 1.3, ya que se tienen en cuenta las variables producción y energía consumida. Una investigación realizada por Díaz Molina et al; (2012) se analizan los consumos energéticos por áreas de producción de medicamentos. En este se procedió a analizar la estructura del consumo en el año 2010 por cada portador energético: electricidad, gas licuado, alcohol A, alcohol D, grasas y lubricantes, diesel y gasolina para la obtención del producto intermedio 2-(2 nitrovinil) furano (G-0), el Ingrediente Farmacéutico Activo 2-bromo-5-(2-bromo-2-nitrovinil)-furano (G-1) y el vitrofural.

En este estudio solo se aplica el diagrama de Pareto, para identificar las áreas de mayor consumo energético y conocer las causas que provocaron los mayores consumos de energía eléctrica. En este caso no se aplicaron otros tipos de herramientas que permiten identificar los verdaderos problemas relacionados a la eficiencia energética.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Caracterización del lugar donde se realizó la investigación.

En la figura 2.1 se muestra una vista general de la empresa Laboratorios Farmacéuticos de Líquidos orales (MEDILIP) de Bayamo. Su puesta en marcha comienza en Enero del 2000 con una línea de Jarabe y una de Polvos, en el año 2001 comienza su producción y se incorpora al proceso productivo una segunda línea de Jarabe, en el año 2002 comienza la puesta en marcha de la línea de Suspensión, a finales del año 2003 se pone en explotación la cuarta línea de medicamentos, esta es de uso tópico (externo), ya en el 2004 se ubican brigadas en doble turno, en el 2005 se pone en marcha la segunda línea de tópico y en el 2006 la línea de Gotas, en enero del 2012 se ponen en marcha las maquinas estuchadoras con el objetivo de incrementar la productividad y mayor calidad en la presentación del producto final.



Figura 2.1 Vista general de Empresa Laboratorios Farmacéuticos de Líquidos orales (MEDILIP).

2.1.1. Estructura organizativa de la empresa.

Cantidad de trabajadores: **411**

De ellos:

☞ Hombres: **215**

☞ Mujeres: **195**

☞ Por edades: hasta 35 años: 227; de 36 a 55 años: 170 y más de 56 años: 13

Por nivel de escolaridad:

☞ **138** Nivel Superior,

☞ **131** Técnicos de Nivel Medio,

☞ **78** de Nivel Medio Superior y

☞ **63** de Nivel Medio (Secundaria).

Objeto Empresarial de la Empresa Laboratorio Farmacéutico “Oriente”, integrada al Grupo de las Industrias Biotecnológica y Farmacéutica, BioCubaFarma:

☞ Producir y comercializar medicamentos, productos naturales, nutracéuticos y equipos médicos.

Misión: “Producir Medicamentos en forma de Líquidos (Soluciones, Suspensiones y Emulsiones) y Polvos, tanto sintéticos como naturales para satisfacer las necesidades de la población y apoyar la obra solidaria de la revolución con calidad total, un mínimo de costo y un personal altamente calificado”.

Visión: “Lograr niveles de eficiencia, eficacia y gestión de la calidad en los procesos y productos farmacéuticos que nos permita homologarnos con líderes mundiales”.

Carpeta de Productos: Ácido Nalidixico Suspensión, Alcohol 70 %, Alprazolam, Benzalconio Antioxidante concentrado, Benzoato de Bencilo 10 %, Brea Champú Medicinal, Celulosa Microcristalina Suspensión Oral, Cloranfenicol Suspensión, Clorpromazina Gotas, Cloruro de Benzalconio, Cloruro de Potasio Solución, Complejo Vitamínico B Jarabe, Cosedal, Difenhindramina Jarabe, Digoxina Infantil Gotas, Domperidona, Efedrina 1 % Gotas Nasales, Elixir Paregórico Solución, Fenitoína Suspensión, Fenobarbital Elixir, Gel hidróxido de Aluminio, Hidrato de Cloral Jarabe, Ibuprofeno, Iodo Povidona 10 %, Ketotifeno, Levamisol, Lidocaína 2 %, Loción de Calamina, Loratadina, Metilbromuro de Homatropina, Metoclopramida, Multivitaminas, Pahomín, Paracetamol, Pepsiclor, Permetrina 1 %, Peróxido de Hidrógeno 7 % ,

Piperazina, Primidona, Risperidona, Salbutamol, Solución Antiséptica, Sulfato de Zinc, Tiomersal, Tramadol, Valproato de Sodio, Venatón, Vitamina A y D2, Vitamina C, Vitamina D2, Vitamina D2 Forte, Zidovudina y Pico Sulfato.

2.1.2. Caracterización técnica y energética de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos de Líquidos orales (MEDILIP) de Bayamo.

Las áreas y puestos claves no son más que aquel equipo o lugar específico que tiene una gran incidencia en el consumo real de energía eléctrica y/o combustibles. En esta fábrica tenemos como puestos claves las líneas de elaboración y envases de los productos realizados, por ser la energía eléctrica el principal portador energético en la industria. De hecho, esta industria cuenta con 6 líneas de elaboración y envases, y un laboratorio de investigación, que son las áreas de mayor consumo de energía eléctrica. En los anexos 1 y 2, se muestran los equipos empleados en la empresa.

2.2. Metodología para la aplicación del sistema de gestión energética.

2.2.1. Metodología para la determinación de eficiencia energética en la empresa Laboratorios Farmacéuticos de Líquidos orales (MEDILIP) de Bayamo.

El método utilizado en el trabajo fue el Analítico-Investigativo (selectivo), donde se procedió al cálculo de los principales indicadores energéticos-productivos y se valoró su estado actual.

Los cálculos se realizaron con ayuda de los programas profesionales Microsoft Excel 2003 y el software STATGRAPHICS Centurión versión 15.

Para poder implementar un sistema de gestión energética en la empresa Laboratorios Farmacéuticos de Líquidos orales (MEDILIP) de Bayamo, se procedió a establecer las etapas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) y del MGIE como son:

- Análisis preliminar de los consumos energéticos.
- Se aplican las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).

Debe señalarse que en muchos casos la administración de energía se limita a un plan de medidas de ahorro de energía, no garantizándose el mejoramiento continuo.

- **Análisis preliminar de los consumos energéticos**

Para establecer un sistema de gestión energética, un primer paso es llevar a cabo un análisis de los consumos energéticos, caracterizar energéticamente la empresa y establecer una estrategia de arranque.

Esta etapa tiene como objetivo esencial conocer si la empresa efectivamente se viese significativamente beneficiada si implantara un sistema de gestión energética que le permitiera abatir costos por sus consumos de energía, alcanzar una mayor protección ante los problemas de suministro de la energía, reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de sus productos o servicios, y de esta forma elevar sus beneficios. El análisis preliminar abarca la información de las fuentes y consumos de portadores energéticos, de los del proceso productivo, distribución general de costos, indicadores globales de eficiencia y productividad, etc.

- **Diagnóstico y Auditoría Energética.**

El diagnóstico y la auditoría energética forma una etapa básica, de máxima importancia dentro de todas las actividades incluidas en la organización, seguimiento y evaluación de un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el que a su vez constituye la pieza fundamental en un sistema de gestión energética.

Para el diagnóstico energético se emplean distintas técnicas para evaluar grado de eficiencia con que se produce, transforma y usa la energía. El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

En resumen, los objetivos del diagnóstico energético son:

1. Evaluar cuantitativamente y cualitativamente el consumo de energía.

2. Determinar la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos
3. Identificar potenciales de ahorro energético y económico.
4. Establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.
5. Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.

- **Diagnóstico Energético Preliminar.**

También llamado diagnóstico de recorrido. Consiste en una inspección visual de las instalaciones energéticas de la planta, en la observación de parámetros de operación, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento, así como de la información estadística global de consumos y facturaciones por concepto de electricidad, combustibles y agua. Con este diagnóstico se obtiene un panorama global generalizado del estado energético y una idea preliminar de los potenciales de ahorros energéticos y económicos.

De este tipo de diagnóstico se derivan medidas de ahorro o de incremento de eficiencia energética de aplicación inmediata y con inversiones marginales, y se obtiene una idea preliminar sobre otras posibles medidas de ahorro.

El diagnóstico preliminar comprende la realización de una visita de uno o dos días a la instalación y la elaboración y entrega de un informe breve dentro de un término aproximado de una semana.

- **Diagnóstico Energético de Nivel 1 (DEN 1).**

Consiste esencialmente en una recolección de información y su análisis, poniendo el énfasis fundamental en la identificación de fuentes de posible mejoramiento en el uso de la energía.

El DEN1 se centra en el análisis de los equipos y sistemas de conversión primaria y distribución de energía, los equipos auxiliares, sin abarcar los procesos tecnológicos.

Analiza principalmente sistemas tales como generación y distribución de vapor, generación y suministro de electricidad, sistemas de refrigeración, aire acondicionado, agua, aire comprimido, iluminación, etc.

Ofrece una visión detallada de los patrones de utilización y costos de la energía y permite definir un conjunto de medidas de ahorro, evaluadas técnica y económicamente. Proporciona la información necesaria para un diagnóstico de nivel 2 (DEN2).

Un diagnóstico energético de nivel 1 puede realizarse en un término aproximado de tres a seis semanas, dependiendo de las características de la instalación y del alcance del diagnóstico y los recursos disponibles, incluyendo una visita inicial (un día), el trabajo de campo (una a dos semanas), el trabajo de gabinete (dos a tres semanas) y la elaboración y presentación del informe final (una o dos semanas).

Los objetivos específicos de un DEN1 pueden ser:

- Recopilación y desarrollo de una base de datos de consumo y costos de energía y de producción.
 - Definición de índices energéticos globales.
 - Evaluación de la situación energética de la planta.
 - Identificación de medidas de ahorro de energía.
 - Evaluación del nivel de instrumentación y su utilidad en el control energético.
 - Establecimiento de estrategias para el establecimiento de un programa de ahorro de energía.
 - Identificar necesidad y conveniencia de realizar un diagnóstico de nivel 2.
- **Diagnóstico Energético de Nivel 2 (DEN 2).**

Este tipo de diagnóstico abarca todos los sistemas energéticos, tanto equipos de conversión primaria y distribución, como del proceso tecnológico. Incluye además, los aspectos de mantenimiento y control automático relacionados con el ahorro y uso eficiente de la energía.

Un diagnóstico de nivel 2 puede ser la continuación, una etapa subsiguiente de un diagnóstico de nivel 1, aunque no necesariamente, ya que se puede plantear directamente un DEN2, el que por supuesto incluirá todo lo referente al DEN1. El período para la realización de un diagnóstico de nivel 2 puede extenderse hasta 12 a 15 semanas.

Para efectuar las evaluaciones de los consumos energéticos en los diferentes sectores productivos se emplearon los elementos y herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, y el Sistema de Gestión Integral de la Energía (Juan C. Campos Avella et al., 2008), las cuales se muestran a continuación:

1. Diagrama Energético-Productivo.

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de materiales (incluidos residuos) y de energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la empresa. También, en el diagrama se muestran los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semi-procesados si los hubiera. Es conveniente expresar las magnitudes de la energía consumida en cada etapa del flujo grama por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.

2. Gráficos de Control.

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas, causa y efecto, para detectar en cuáles fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio M del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que se aleja de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro caen bruscamente, si no

aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente nulo para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar del valor medio.

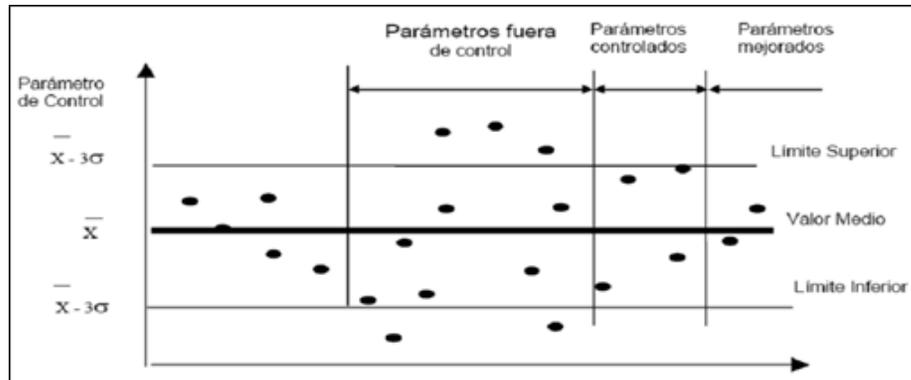


Figura 2.2. Gráfico de control de la energía.

Este comportamiento (que debe probarse en caso que no exista seguridad que ocurra) permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado. Para que todo esto se lleve a cabo se debe tener en cuenta lo siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \tag{2.1}$$

Donde:

\bar{X} : Media aritmética o promedio de las mediciones efectuadas.

n: Número de mediciones efectuadas.

X_i : Son los consumos de energía eléctrica (kW*h) medida en un periodo dado.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \tag{2.2}$$

$$LCS = \bar{X} + S * t \tag{2.3}$$

$$LCI = \bar{X} - S * t \tag{2.4}$$

Donde:

LCS: Límite de control superior.

LCI: Límite de control inferior.

S: Desviación cuadrática media para la muestra en cuestión.

t: Es factor de confiabilidad, para el caso analizado $t = 3$, o sea una confiabilidad del 95 %.

El gráfico consta de la línea central y las líneas límites de control (figura 2.2). Los datos de la variable cuya estabilidad se quiere evaluar se sitúan sobre el gráfico. Si los puntos situados se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior, entonces las variaciones proceden de causas aleatorias y el comportamiento de la variable en cuestión es estable. Los puntos fuera de los límites tienen una pauta de distribución anormal y significan que la variable tuvo un comportamiento inestable. Investigando la causa que provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso.

Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E – P vs. T).

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y puede establecerse a nivel de empresa, área o equipos.

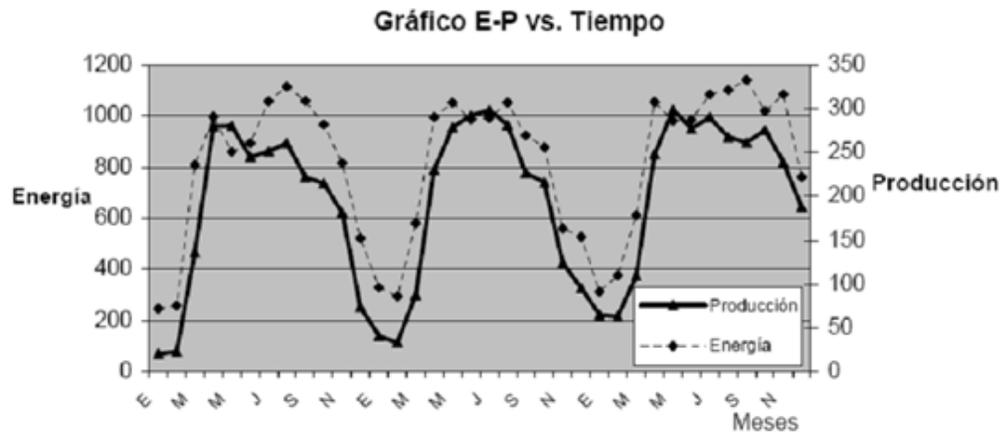


Figura 2.3. Gráfico de energía-producción en el tiempo.

3. Diagramas de Dispersión y Correlación.

Es un gráfico que muestra la relación entre 2 parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico x-y si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, qué carácter tiene esta.

La utilidad de los diagramas de dispersión y correlación, es que muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí, para conocer si el indicador es válido o no.

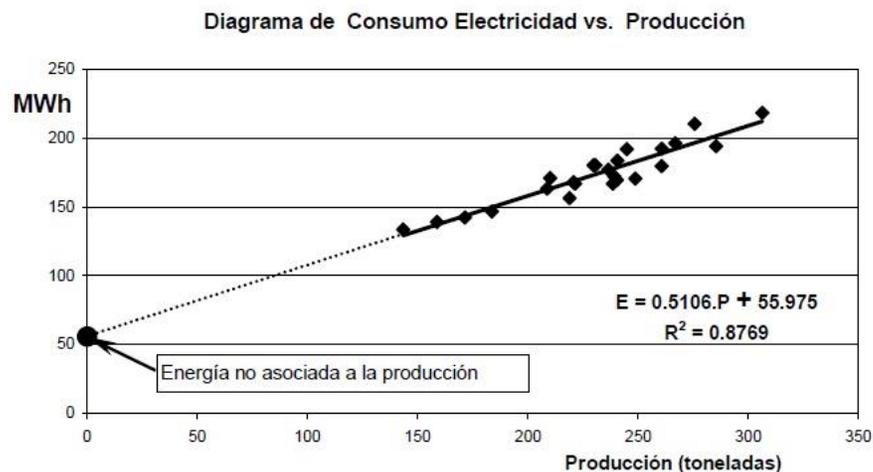


Figura 2.4 Gráfico de correlación y dispersión de las variables evaluadas consumo energía eléctrica-producción.

- Permite establecer nuevos indicadores de control.
- Permite determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre las variables en cuestión y establecer nuevas variables de control.

4. Diagrama índice de consumo–producción (IC vs. P).

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P y la ecuación, $E = m.P + E_0$, con un nivel de correlación significativo.

La expresión de la función $IC = f(P)$ se obtiene de la siguiente forma:

$$E = m * P + E_0 \quad 2.5$$

$$IC = E/P = m + E_0/P \quad 2.6$$

$$IC = E_o/P + m$$

2.7

El gráfico IC vs. P es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje x, al valor de la pendiente m de la expresión $E = f(P)$.

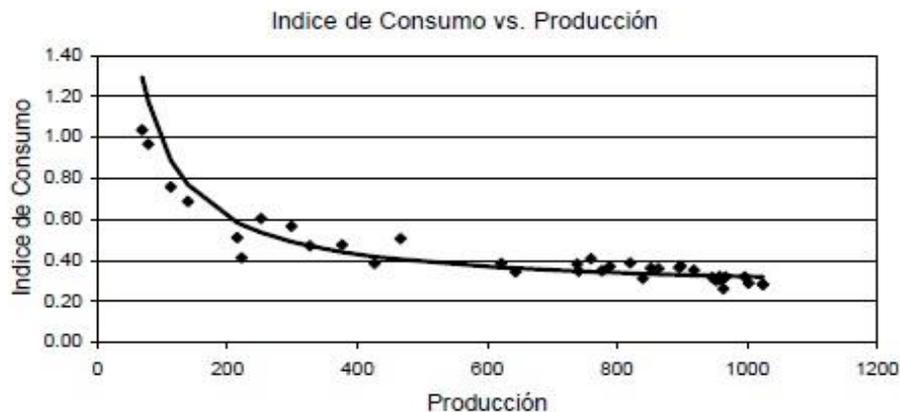


Figura 2.5 Gráfico de índice de consumo vs producción.

Se aplica cuando la correlación entre las dos variables tratadas E-P, sea significativa. Este gráfico es muy importante, y pues nos permite evaluar la eficiencia energética de la entidad.

La curva anterior muestra cómo el índice de consumo aumenta al disminuir el nivel de la producción realizada.

En la medida que la producción se reduce debe disminuir el consumo total de energía, como se aprecia de la expresión $E = f(P)$, pero el gasto energético por unidad de producto aumenta. Esto se debe a que aumenta el peso relativo de la energía no asociada a la producción respecto a la energía productiva. Si la producción aumenta, por el contrario, el gasto por unidad de producto disminuye, pero hasta el valor límite de la pendiente de la ecuación $E = f(P)$. En el gráfico IC Vs P existe un punto donde comienza a elevarse significativamente el índice de consumo para bajas producciones. Este punto se puede denominar punto crítico. Producciones por encima del punto crítico no cambian significativamente el índice de consumo; sin embargo, por debajo del punto crítico éste se incrementa rápidamente.

El gráfico IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores. Valores de IC por debajo de la curva que representa el comportamiento del índice durante el período de referencia comparativa, indican un incremento de eficiencia del proceso; en el caso contrario existe un potencial de disminución del índice de consumo igual a la diferencia entre el IC real (sobre la curva) y el IC teórico (en la curva) para igual producción. También se pueden establecer sobre este gráfico las metas de reducción del índice proyectadas para el nuevo período e ir controlando su cumplimiento.

5. 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 período base hasta el momento de su actualización.

La utilidad del gráfico radica en conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos, en comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción, en determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base y, en evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

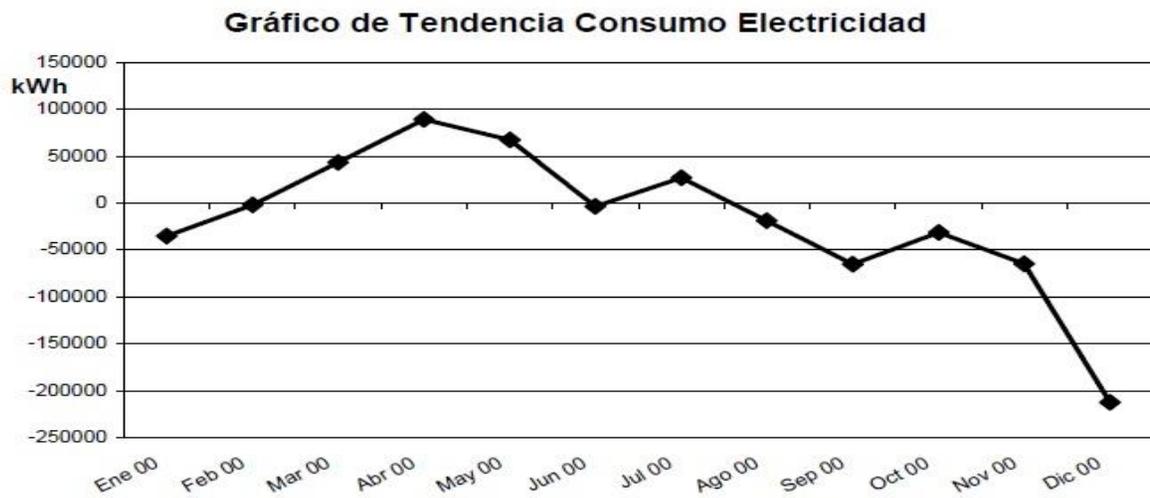


Figura 2.6 Gráfico de tendencia o sumas acumulativas (CUSUM)

6. Diagrama de Pareto.

Los diagramas de Pareto 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 es la de 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, la de 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, y la de determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

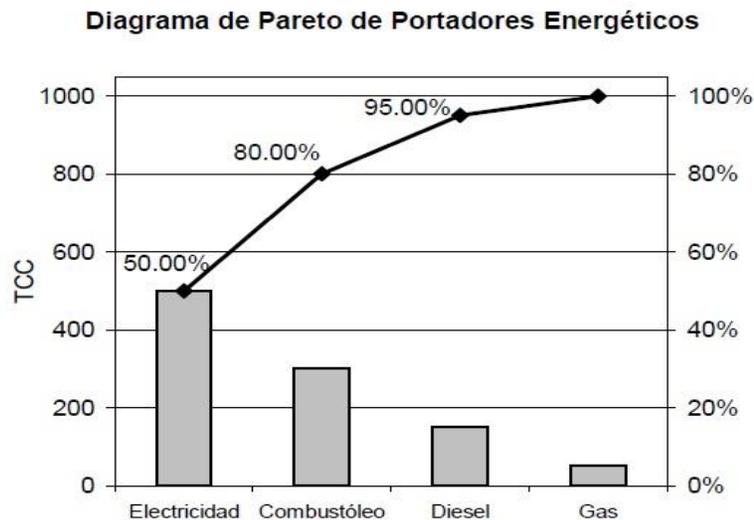


Figura 2.7 Diagrama de Pareto.

7. Estratificación.

Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto, aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general. La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular.

Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.

La estratificación es un método de análisis, no consta de un diagrama particular. Consiste en utilizar las herramientas de diagramas para profundizar en las capas interiores de las causas. Si se estratifica un diagrama de Pareto, en cada capa se utiliza un diagrama de Pareto para encontrar las causas particulares más influyentes en el efecto estudiado. Si se estratifica un gráfico de control, se subdivide el gráfico en períodos, máquinas, áreas, para encontrar la influencia de estos elementos en la variabilidad del gráfico. Si se aplica la estratificación a un diagrama de dispersión, se agrupan los puntos por materiales, fabricantes, periodos, para encontrar las causas de una alta dispersión.

2.5. Metodología para determinación de la potencia reactiva necesaria.

2.5.1. Cálculo de los kVARs del capacitor

Para la determinación del Q_r se aplicará la formula siguiente:

$$Q_r = P * (Tan\phi_1 - Tan\phi_2) \quad 2.8$$

$$Tan\phi = \frac{kVAR}{kW} \quad 2.9$$

Despejando ϕ se obtiene que:

$$\phi = arcTan\left(\frac{kVAR}{kW}\right) \quad 2.10$$

$$FP = Cos\phi \quad 2.11$$

Despejando ϕ de la ecuación 2.11 obtenemos:

$$\phi_1 = arcCos(FP_1), \text{ para el factor de potencia real}$$

$$\phi_2 = arcCos(FP_2), \text{ para el factor de potencia deseado}$$

$$FP_{1real} = Cos\phi_1 \quad 2.12$$

$$FP_{2deseado} = Cos\phi_2 \quad 2.13$$

La potencia reactiva será:

$$Q_r = P * Tan\phi \text{ de aquí que: } kVAR = kW * Tan(arcCos(FP)) \text{ en kVAR} \quad 2.14$$

La potencia reactiva requerida para elevar el FP1 (real) a FP2 (deseado)

$$Q_r = kW * [tg * (arccosFP_1) - tg * (arccosFP_2)]kVar \quad 2.15$$

Donde:

Q_r : Los kVARs del capacitor

P: Potencia activa

FP_1 y FP_2 : son los factores de potencia real y el deseado.

En cálculos prácticos y por facilidad

$$Q_r = P * K \quad 2.16$$

Donde:

K: Factor que se utiliza para corregir el factor de potencia. Este factor se determina en tablas en función del factor de potencia medido (real) y el deseado.

Pasos para la corrección del factor de potencia.

1. Determinar el Fp promedio.
2. Determinar el Fp deseado.
3. Determinar la potencia reactiva necesaria para la compensación, en dependencia del banco de capacitores a instalar.

Para el caso de estudio se utilizó el analizador de redes, cuyos datos se muestran a continuación:

Marca Qualistar: CA8332B / CA8334B Analizador de redes eléctricas trifásicas

Principales magnitudes medidas:

-Tensiones RMS AC+DC: tensiones simples hasta 480 V; tensiones compuestas hasta 960 V, Corrientes TRMS AC+DC hasta 6500 A (según los sensores), Tensiones y corrientes Peak, mín., máx., promedio. Además se mide frecuencia de 40 a 70 Hz, Potencias activas, reactivas y aparentes por fase y acumuladas, energías activas consumidas, reactivas capacitivas, inductivas y aparentes, así como Armónicos en tensión, corriente o potencia hasta el orden 50°.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA.

3.1 Evaluación de la gestión energética de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” Medilip.

3.1.1 Evaluación del comportamiento de la energía eléctrica y la producción para los años 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” (MEDILIP).

En la figura 3.1 el Diagrama de Pareto nos indica todos los portadores energéticos con su acumulado y se muestra que la energía eléctrica y el diésel son los portadores que alcanzaron más del 93.65 % y el de mayor impacto es la electricidad. Por tanto, las áreas que poseen mayor cantidad de equipos eléctricos como son: las líneas de producción 1 hasta la 6 de elaboración y envase, así como mantenimiento.

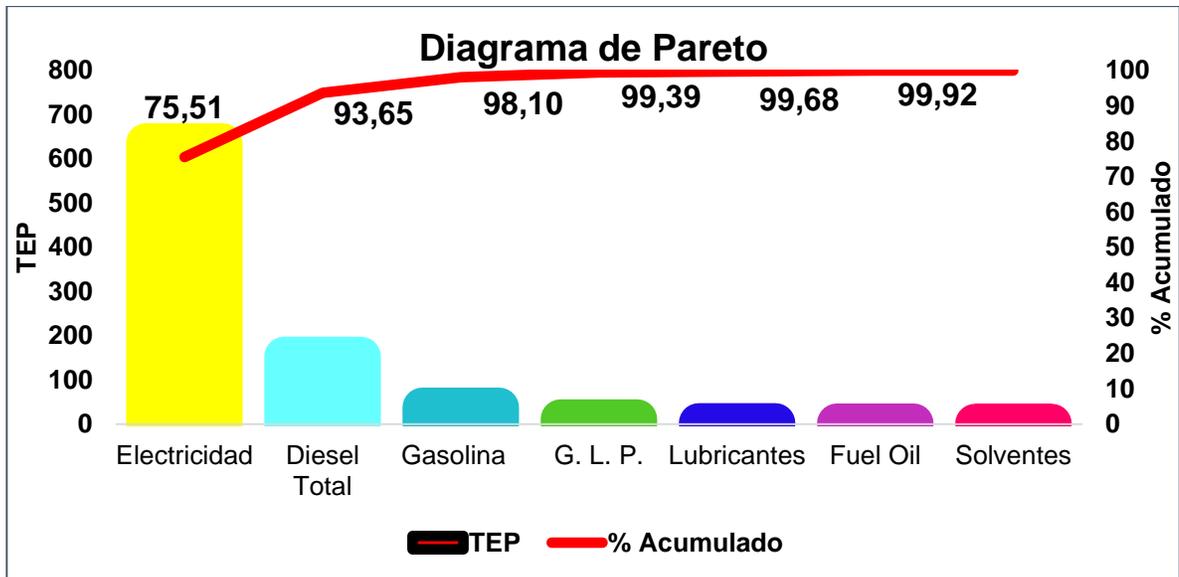


Figura 3.1 Diagrama de Pareto para los años 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **Medilip**.

Como se aprecia en la figura 3.2, la variable evaluada energía eléctrica se encuentra entre los límites de control, presentando un comportamiento estable, ya que no existen más de 7 meses consecutivos por encima de la media durante el periodo analizado. De

hecho, no existen comportamiento de sesgos y anomalías en el consumo de energía eléctrica, en el periodo analizado.

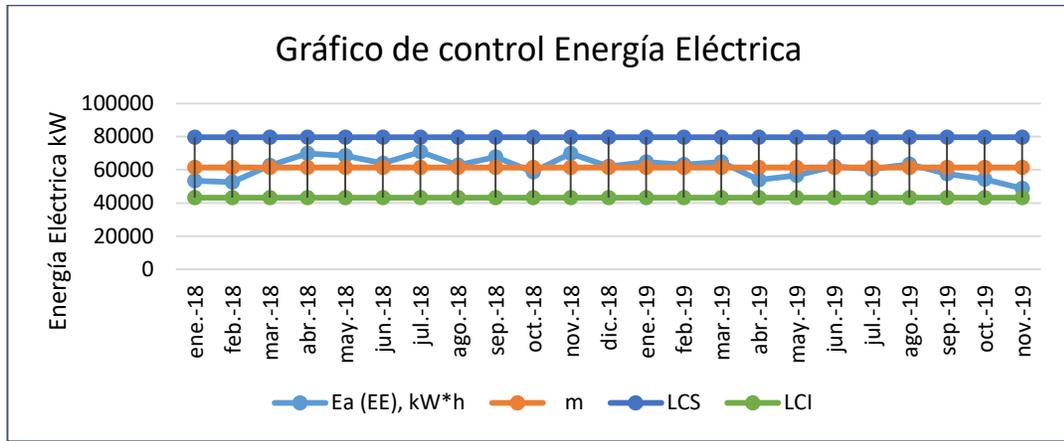


Figura 3.2 Diagrama de Control de la Energía Eléctrica para los años 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” (MEDILIP).

A través de la figura 3.3 se representan los resultados de las variables evaluadas energía eléctrica vs producción en el tiempo, donde se observa que existe un comportamiento inestable entre ambas variables, ya que en la mayoría de los meses la tendencia es aumentar la energía eléctrica con la disminución de la producción o viceversa. Esta causa es debido a que no existe un ajuste lineal de la curva, así como la no correspondencia entre estas variables, provocando una administración deficiente de la energía para la producción planificada.

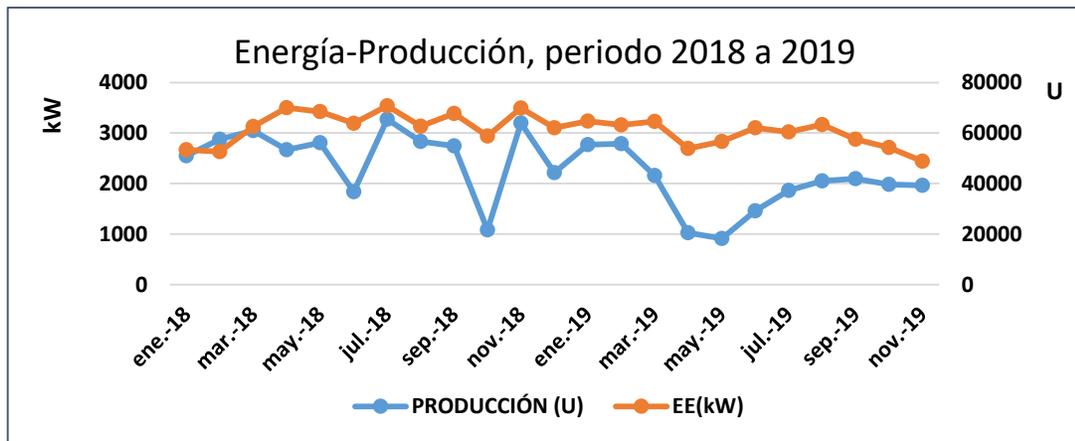


Figura 3.3 Diagrama de Energía y Producción en el Tiempo para los años 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” Medilip.

En el figura 3.4 se observa que el índice de determinación (R^2) es de 0,2597, este resultado es considerado no aceptable, de acuerdo a lo establecido por Borroto et al (2001), ya que el mismo se encuentra por debajo de $R^2 = 0,75$. Como existe una correlación débil entre las variables evaluadas energía eléctrica vs producción, se observa que para cero valores de producción se consumen 50113 kW*h de energía eléctrica, o sea, son aquellas energías acumulativas no asociadas al proceso productivo durante el periodo evaluado.

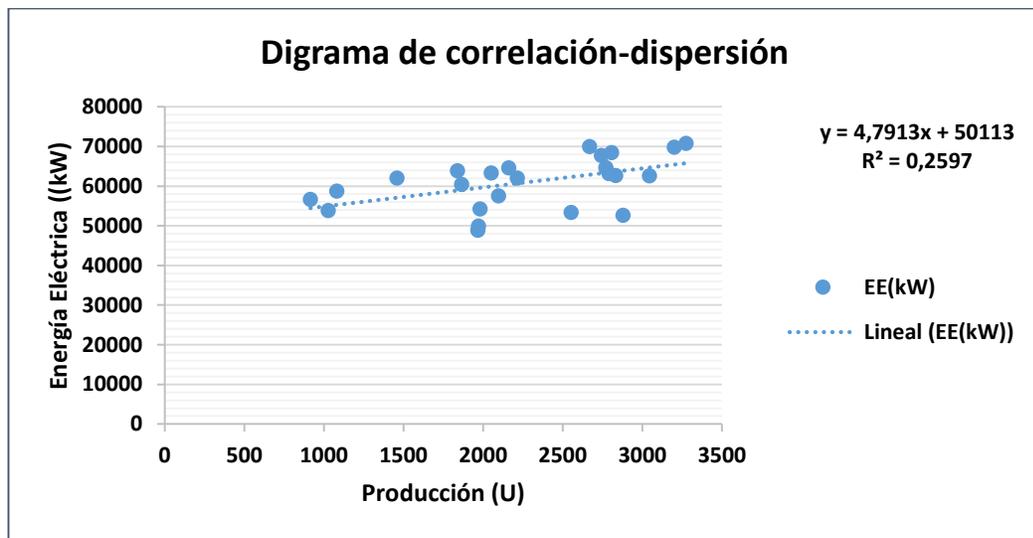


Figura 3.4 Diagrama de Correlación y Dispersión para los años 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **Medilip**.

En la figura 3,5 se muestran los valores reales del consumo de energía y el teórico vs producción, donde se aprecia que para valores inferiores a una producción de 1 838,483 U el índice de consumo de energía se incrementa rápidamente, indicando una producción crítica. Por tanto debe tratarse que la producción este acorde con la energía consumida para que aumente la eficiencia energética en las líneas de producción de medicamentos.

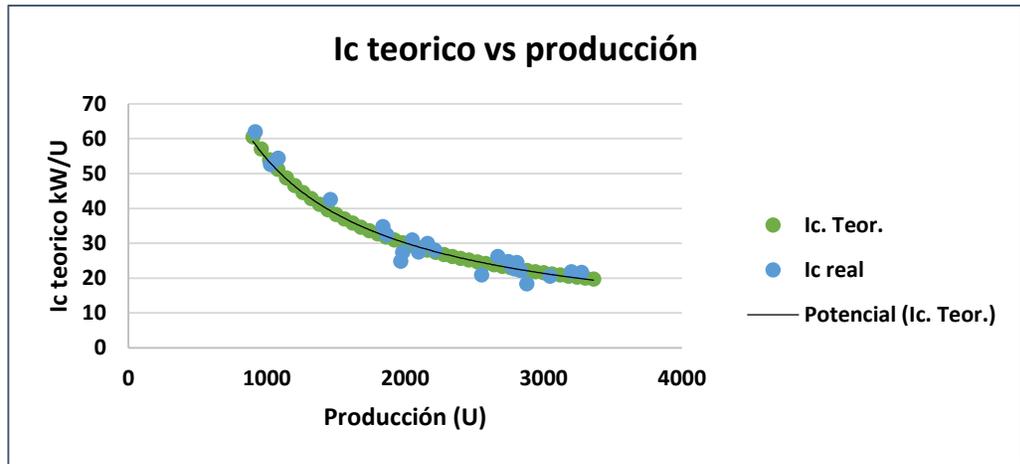


Figura 3.5. Diagrama de Ic vs producción para los años 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **Medilip**.

Por otra parte, en la figura 3.6 se muestran los resultados de la tendencia (CUSUM), donde se aprecia que, el consumo de energía eléctrica del año 2019 tiende a disminuir en comparación con la energía eléctrica consumida durante el año 2018, lo que evidencia un sustancial ahorro de este portador energético, y la disminución de los costos energéticos en la empresa.

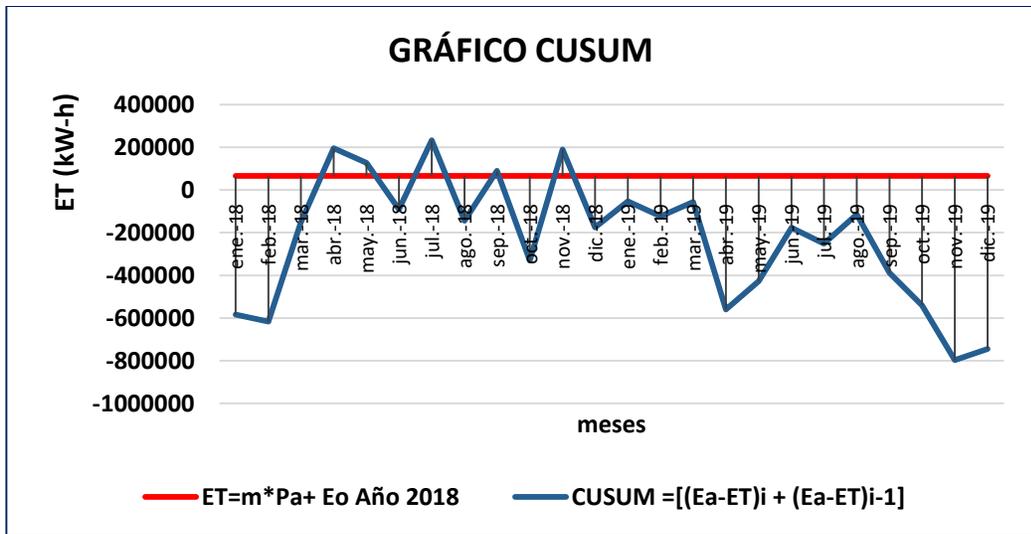


Figura 3.6. Gráfico de tendencia o sumas acumulativas (CUSUM), para los años 2018 y 2019 de la Empresa Laboratorios Farmacéuticos “Líquidos Orales” **Medilip**.

3.2 Valoración de la calidad de la energía

En la figura 3.7 se observa que no existe distorsión armónica en la tensión ya que las fases se encuentran al mismo voltaje en todo momento con una tensión de 380 voltios. La caída de tensión fue resultado de una falla en el fluido eléctrico durante las horas 6 am hasta las 7 pm.

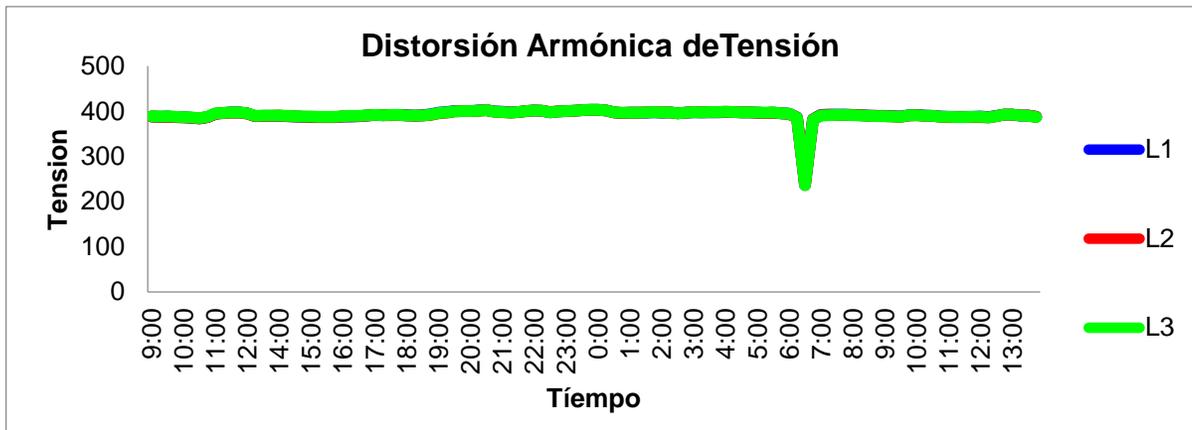


Figura 3.7 Distorsión armónica de tensión.

En la figura 3.8 se observa que existe desfase de intensidad de la corriente eléctrica, entre las líneas 1, 2, 3 y el neutro. Esto ocurre por tener más carga la fase 1 y 3 que es utilizada en los sistemas de climatización.

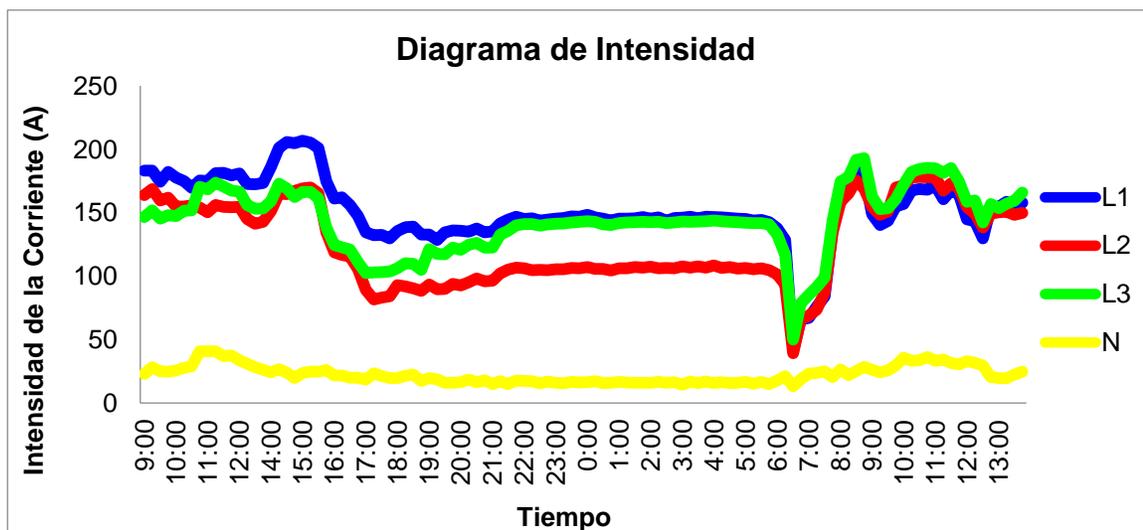


Figura 3.8 Diagrama de Intensidad de la corriente.

En la figura 3.9 se observa que existe una pequeña distorsión en la potencia para las fases 1, 2 y 3 con respecto al neutro en el horario de 13:45 (1:45 pm) a 20:00 (8:00pm). De hecho, entre las líneas el desfase es muy pequeño, por lo que no afecta la calidad de la energía.

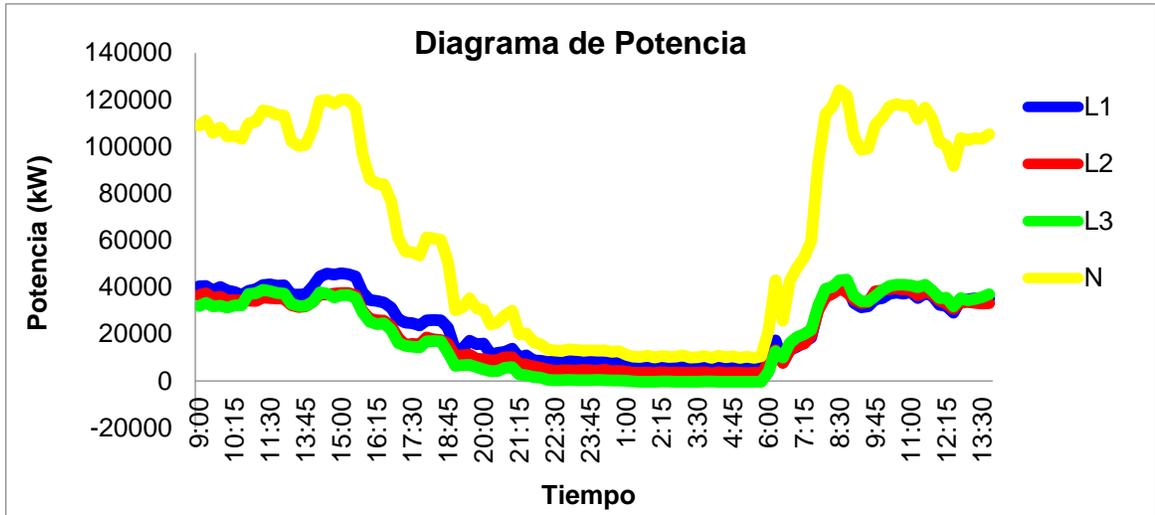


Figura 3.9 Diagrama de potencia.

En la figura 3.10 observamos que existió desfase entre las líneas de la potencia reactiva, siendo los motores eléctricos y transformadores de lámparas fluorescentes elementos de potencia reactivas que provocaron la afectación del factor de potencia por debajo de 0.90.

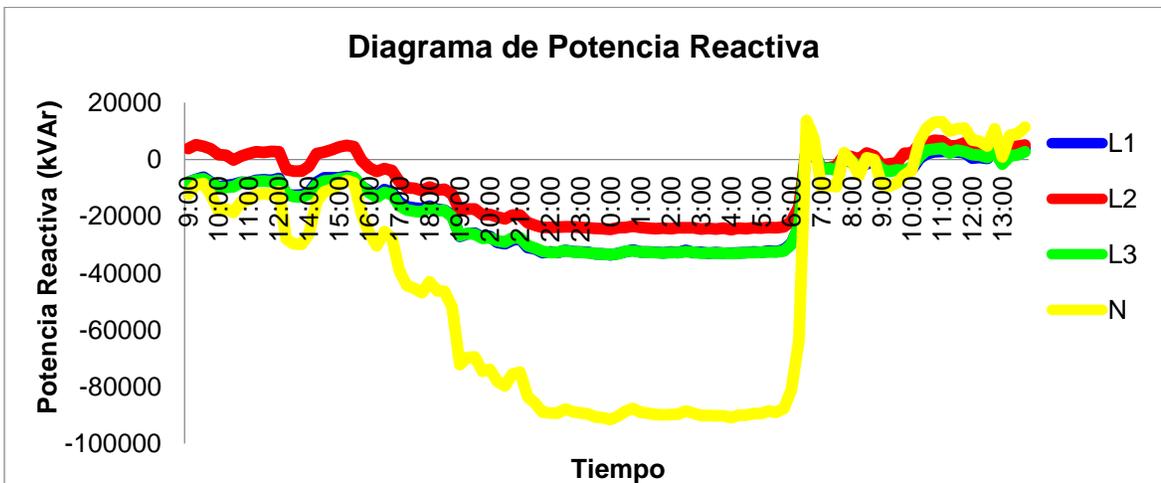


Figura 3.10 Diagrama de potencia reactiva (VAR).

En la figura 3.11 se aprecia que el factor de potencia de la instalación está en un estado aceptable desde las 8.30 horas hasta las 16.30 pm, debido a que dicha entidad cuenta con un banco de capacitores, pero en el horario de 18.30 pm hasta 6.30 am el factor de potencia baja a 0,11 ocurriendo una situación excepcional debido a que faltó el fluido de la red eléctrica y el equipo se encontraba mal instalado para este tipo de situación que media la potencia en red. No obstante, al volver el fluido se estabilizó el factor de potencia entre las 7 am hasta 13 pm horas.

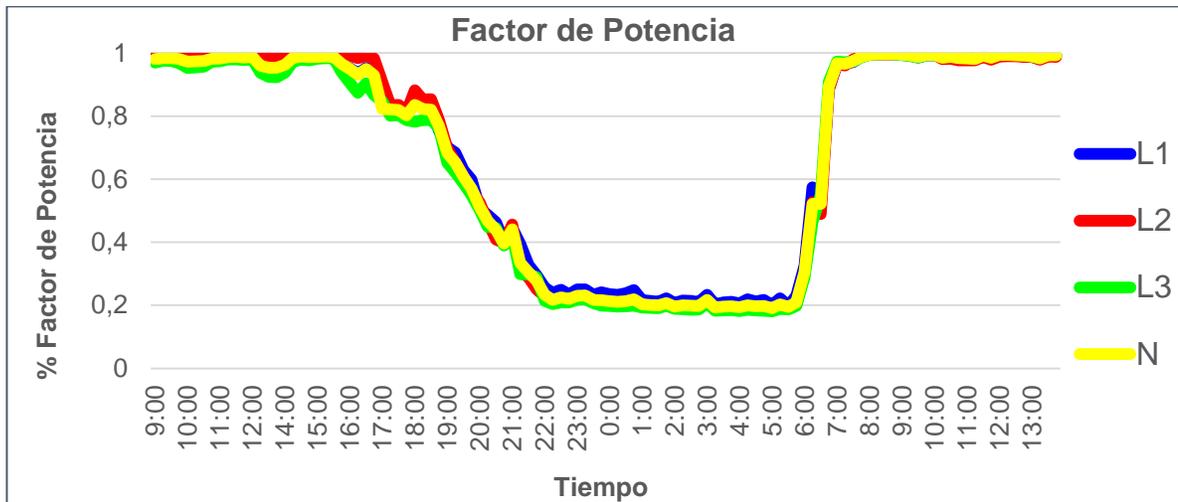


Figura 3.11 Diagrama de factor de potencia

3.3. Valoración económica.

Como se aprecia en el figura 3.12 el importe del consumo de la energía eléctrica del año 2018 fue de 145 985,16 pesos en CUC, en comparación con el 2019 de 140 111,81 CUC, que generó un ligero ahorro con respecto al año anterior de 104.19 %.

La energía eléctrica en la Empresa de Laboratorios Farmacéuticos de Líquidos Orales **Medilip** representa menos del 1% de los gastos generales de la empresa pero no podemos decir que es insignificante porque la Unión Nacional Eléctrica en nuestro país compra el combustible para la generación de energía eléctrica y la misma subsidia gran parte el costo de este combustible para poder brindarle el servicio a la población y otras instituciones que no tienen como pagar lo que realmente cuesta la electricidad.



Figura 3.12. Costos de la energía eléctrica para el periodo 2018 y 2019.

III - CONCLUSIONES

III – CONCLUSIONES

1. El portador de mayor incidencia en los consumos de energía en TEP fue la energía eléctrica con 75,51%.
2. Se determinó el coeficiente de determinación $R^2=0,2597$, evidenciándose una correlación débil entre las variables energía eléctrica vs producción, ya que R^2 está por debajo de 0,75.
3. Se consumieron 50113 kW-h de energía eléctrica no asociados al proceso productivo.
4. Las variables evaluadas energía eléctrica vs producción no presentan buen comportamiento en el periodo evaluado, ya que al aumentar una la otra disminuye y viceversa.
5. Se mejora el factor de potencia por la compensación de las energías reactiva mediante la puesta en marcha de un banco de capacitores.
6. La gestión energética de la empresa fue evaluada de incompetente consiente.

IV - RECOMENDACIONES

IV – RECOMENDACIONES

1. Realizar estudio para la mejora de los procesos productivos de las líneas de elaboración y envase.
2. Realizar una buena planificación de la producción para aprovechar al máximo los equipos que consumen corriente eléctrica.
3. Implementar medidas de ahorro en las áreas no vinculadas al proceso productivo.
4. Implementar indicadores energéticos para valorar el estado de administración de la energía.

V - BIBLIOGRAFÍA

V - BIBLIOGRAFÍA

- Albistur Marín, F. X. (2014). La transición energética: un reto al desarrollo sostenible. *Cuadernos del CENDES Año 31 Tercera Época, Vol. 86*, 149-115.
- ALMACHI, C., OLMEDO, H., VIZUETE, R., & LENIN, E. (2010). Evaluación del nivel de gestión total y eficiente de la energía en la Pasteurizadora El Alba, Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, UTC. Latacunga.
- Álvarez, D. (2001). Épocas para plantar la caña de azúcar. *ATAC (Cuba) 62(1)*, 7-10.
- Aragón, C. S., Pamplona, E., & Vidal Medina, J. R. (2013). Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. *Gestão & Produção, Vol. 20*, 525-536.
- Birner, S., & Martinot, E. (2005). Promoting energy-efficient products: GEF experience and lessons for market transformation in developing countries. *Energy Policy, Vol. 33(14)*, 1765-1779.
- Borroto Nordelo, A., Monteagudo Yanes, J. P., de Armas Teyra, M., Pérez Landín, J., Montesino Pérez, M., & Montelíer Hernández, S. (2002). *Ahorro de Energía en Sistemas Termomecánicos*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, Unión Eléctrica.
- Borroto Nordelo, A. E., Viego Felipe, P., Lapidó, M., & Monteagudo Yanes, J. P. (2001). *Gestión Energética Empresarial* (primera ed. Vol. 1). Cienfuegos: CEEMA, Universidad de Cienfuegos.
- Cadena, Á. I. (2007). La política energética colombiana y los "Retos de Coordinación". *Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes, Vol. 25*, 104-113.
- Campos Avella, J. C., Dorta G, R., & Santos, L. (1995). Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas. *Energy Manager, Vol. 2*, 5-7.
- Campos Avella, J. C., Lora Figueroa, E. D., Tovar Ospino, I., Prias Caicedo, O. F., Quispe Oqueña, E. C., & Vidal Medina, J. R. (2008). Modelo de gestión energética para el sector productivo nacional. *Revista Magazin, Vol. 6, No. 1*, 23-27.
- Campos Avella, J. C., Lora Figueroa, E. D., Tovar Ospino, I., Prias Caicedo, O. F., Quispe Oqueña, E. C., & Vidal Medina, J. R. (2008). Modelo de gestión energética para el sector productivo nacional *Vol. 6, No. 1*, 23-27.
- Sistema de gestión de eficiencia energética ISO 50001:2011 (2012a).
- Carretero Peña, A. (2012b). *Sistema de Gestión de Eficiencia Energética ISO 50001:2011: La contribución a la eficiencia energética de los sistemas de gestión y las auditorías energéticas*. Paper presented at the Cumbre de Gestión Sostenible 2012, Madrid, España.
- Carrillo Rojas, G., Andrade Rodas, J., Barragán Escandón, A., & Astudillo Alemán, A. (2014). Impact of electrical energy efficiency programs, case study: Food processing companies in Cuenca, Ecuador. *DYNA, Vol. 81*, 41-48.
- Cavas-Martínez, F., Gallardo, J. A., Fernández-Pacheco, D. G., & Conesa, J. (2013). *Improvement of integral energy efficiency in the northwest regional hospital of Murcia (IV area – Murcian health service)*. Paper presented at the 17th International Congress on Project Management and Engineering Logroño, 17-19th July 2013, Cartagena, Murcia-España, Servicio Murciano de Salud.

- Correa Soto, J., Borroto Nordelo, A. E., Alpha Bah, M., González Álvarez, R., Curbelo Martínez, M., & Díaz Rodríguez, A. M. (2014). Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011. *Ingeniería Energética, Vol. 35*((1)), 38-47.
- Del Pilar Castrillon, R., González, A. J., & Quispe, E. C. (2013). Mejoramiento de la eficiencia energética en la Industria del cemento por proceso húmedo a través de la implementación del sistema de Gestión Integral de la Energía (GIE). *Dyna 80, Vol. 177* 115-123.
- Díaz-Molina, M. I., Rodríguez-Rico, I. L., Rodríguez-Negrín, Z., & Cuellar-de la Cruz, M. E. (2012). Gestión energética en la producción del ingrediente farmacéutico activo 2-bromo-5-(2-bromo-2-nitrovinil)-furano y vitrofural. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Vol. 46*(num 2), 38-41 pag.
- Fernández Velázquez, L., Carbonell Morales, T., & Aballe Infante, L. (2014). Aplicación de Gestión Total Eficiente de Energía en el Centro Internacional de Salud "La Pradera". *Ingeniería Energética, Vol. 35*, 112-121.
- Gómez, R., & Santos, L. (1998). Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas. (pp. 80). Cienfuegos, Cuba: Editorial UCF.
- Gouyonnet Licea, J. (2012). *Evaluación de la gestión energética de la Empresa Mecánica de Bayamo*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Granma, Universidad de Granma.
- Mijares Escobar, M. (2013). *Valoración de la Gestión energética de la UBPC "La Jagua", perteneciente a la UEB Bartolomé Masó Marquez*. (Trabajo de Diploma), Universidad de Granma, Universidad de Granma.
- Monteagudo Yanes, J. P., & Gaitan R., O. G. (2005.). Herramientas para la gestión energética empresarial. *Scientia et Technica, Vol. XI*((29)), 169-174.
- ONEI. (2019). Electricidad en CUBA indicadores seleccionados. La Habana: Oficina Nacional de estadística e Información Retrieved from www.onei.cu.
- Pacheco G., R. F. (2006). *Gestión de la energía y agua de la Universidad de Granma*. (Tesis de Maestría), Universidad de Cienfuegos, Cuba, CEEMA.
- Pacheco Gamboa, R. F. (2006). *Gestión de la Energía y Agua de la Universidad de Granma*. (Tesis de Maestría en Eficiencia Energética), Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, 2006., Cienfuegos, Cuba.
- Sarkar, A., & Singh, J. (2010). Financing energy efficiency in developing countries-- lessons learned and remaining challenge. *Energy Policy, Vol. 38*((10)), 5560-5571.
- Tejeda, O. (2007). *Norma AENOR-UNE 216301:2007 Sistema de Gestión Energética*. Barcelona, España.
- Vanegas, J., & Botero, S. (2012). Eficiencia energética en microempresas de Medellín: un estudio de valoración de barreras. *Lecturas de Economía, Vol. 77*, 129-161.
- Vidal Medina, J. R., Quispe, E., Prías, O., & Campos Avella, J. C. (2006). *Análisis comparativo de las metodologías aplicadas internacionalmente para la gestión energética*. . Paper presented at the Memorias II Congreso Internacional sobre Uso Racional y Eficiente de la Energía, Cali, Colombia.
- Vidal, J. R., Quispe, E., Prías, O., & Campos, J. C. (2006). *Análisis comparativo de las metodologías aplicadas internacionalmente para la gestión energética*

Vidal, J. R., Quispe, E., Prías, O., & Campos, J. C. (2007). *Modelos de gestión. Un análisis crítico*. Conferencia retrieved from

VI - ANEXOS

VI - ANEXOS

ANEXO 1. CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS POR LINEAS DE PRODUCCIÓN.

LÍNEA1-ELABORACIÓN Y ENVASE				Empresa laboratorios líquidos orales								
			CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS									
						PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS						
TARJET A	NOMBRE DE LA LINEA O DPTO	MARCA Y PAÍS	KVA	KW	Vol	HZ	I(amp)	I(amp)	RPM	FASES		
No	UBICACIÓN							Real				
1	Bomba R-40	Siemens Alemania		1,5	220/380	60	6,2/3,5	3,30	1680	3		
2	Bomba R-30	Siemens Alemania		0,85	220/380	60	3,8/2,2	2,10	1360	3		
3	Motor Reductor T. de Alm -# 1	Tiemen Italia		1,5	220/380	60	6,8/3,3	3,10	1740	3		
4	Molino Coloidal	PROBST Aleman		11	380	60	23,2	21,10	3800	3		
5	Reactor Tanque Concentrado	T4132M4A Italia		7,5	220/380	60	26,6/13,3	12,80	1740	3		
6	Reactor Tanque Redispersión	41912U,CGE Italia		5,2	220/380	60	18,6/9,3	8,60	1450	3		
7	Filtro Prensa	Siemens Alemania		1,1	220/380	60	5,85/2,9	2,70	1360	3		
8	Motor Reductor T. de Alm -# 2	Tiemen Italia		3	220/380	60	12,6/6,6	6,40	1740	3		
9	Split	Carrier/USA		6,500	220	60	28,8	0,00		1		
10	Motor Plato Surtidor	Cechi-Renato Italia		0,85	220/380	60	3,8/2,2	2,00	1480	3		
11	Motor Estera	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8	1,60	1480	3		
12	Agitador de Producto	Lenzen Aleman		0,85	220/380	60	3,8/2,2	2,30	3600	3		
13	Motor Tapador	WURDE Aleman		0,44	220/380	60	2,4/1,3	1,50	1092	3		

14	Motor Principal	Cechi-Renato Italia		0,85	220/380	60	3,8/2,2	2,20	1480	3
15	Motor Estera Salida	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8	1,70	1480	3
16	Motor Plato Pulmon	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8	1,60	1480	3
17	Motor Separador de Frasco	OGSGW USA		20	90	60	0,32	0,30	180	1
18	Motor Rebobinado	STE-SY4-USA		0,8	110	60	6	5,87	60	1
19	Motor Amasador	Rodine-USA		0,06	110	60	0,74	0,60	139	1
20	Motor Estera	Rodine-USA		0,08	130	60	0,91	0,89	84	1
21	Motor Estera Final	España		1	220/440	60	1,4/0,8	0,76	1360	3

ANEXO 1. CONTINUACIÓN

LÍNEA · 2 -ELABORACIÓN Y ENVASE				Empresa laboratorios líquidos orales								
				CONTROL DE MOTORES								
						PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS						
TARJETA	NOMBRE DE LA LINEA O DPTO	MARCA Y PAÍS	KV A	KW	Vol	H Z	I(amp)	I(amp)	RP M	FASE S		
No	UBICACIÓN							Real				
22	Bomba R-40	Siemens Alemania		1,5	220/380	60	6,2/3,5	3,30	1680	3		
23	Motor Reductor T. de Alm -# 1	Tiemen Italia		1,5	220/380	60	6,8/3,3	3,12	1740	3		
24	Molino Coloidal	PROBST Aleman		11	380	60	23,2	22,56	3800	3		
25	Reactor Tanque Concentrado	R0,2162M4 Italia		10	380	60	45,2/22,6	21,10	1740	3		
26	Reactor Tanque Redispercion	Tiemen Italia		3	220/380	60	14,6/6,8	6,62	1730	3		
27	Motor Reductor T. de Alm -# 2	Tiemen Italia		1,5	220/380	60	6,8/3,3	3,26	1740	3		
28	Split	Carrier/USA		6,500	220	60	28,8	0,00		1		
29	Motor Plato Surtidor	Cechi-Renato Italia		0,85	220/380	60	3,8/2,2	2,00	1480	3		
30	Motor Estera	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8	1,60	1480	3		
31	Agitador de Producto	Lenzen Aleman		0,85	220/380	60	3,8/2,2	2,30	3600	3		

32	Motor Tapador	WURDE Aleman		0,44	220/380	60	2,4/1,3	1,50	109 2	3
33	Motor Principal	Cechi-Renato Italia		0,85	220/380	60	3,8/2,2	2,20	148 0	3
34	Motor Estera Salida	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8	1,70	148 0	3
35	Motor Plato Pulmon	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8	1,60	148 0	3
36	Motor Separador de Frasco	OGSGW USA		20	110	60	0,32	0,30	180	1
37	Motor Rebobinado	STE-SY4-USA		0,8	110	60	6	5,87	60	1
38	Motor Amasador	Rodine-USA		0,06	110	60	0,74	0,65	139	1
39	Motor Estera	Rodine-USA		0,08	130	60	0,91	0,89	84	1
40	Motor Estera Final	España		1	220/440	60	1,4/0,8	0,76	136 0	3

ANEXO 1. CONTINUACIÓN

LÍNEA 3-ELABORACIÓN Y ENVASE				Empresa laboratorios líquidos orales								
				<u>CONTROL DE MOTORES</u>								
						<u>PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS</u>						
TARJETA	NOMBRE DE LA LINEA O DPTO	MARCA Y PAÍS	KVA	KW	Vol	HZ	I(amp)	I(amp)	RPM	FASES		
No	UBICACIÓN							Real				
41	Bomba R-30	Siemens Alemania		0,85	220/380	60	3,8/2,2		1360	3		
42	Filtro Prensa	Siemens Alemania		1,1	220/380	60	5,85/2,9		1360	3		
43	Reactor Tanque Concentrado	Siemens Alemania		7,5	220/380	60	26,62/13,31		1740	3		
44	Reactor Tanque Redispersión	Tiemen Italia		1,5	220/380	60	6,8/3,3		1740	3		

45	Split	LG Korea		3,100	220	60	14			1
46	Motor Plato Surtidor	Cechi-Renato Italia		0,85	220/380	60	3,8/2,2		1480	3
47	Motor Estera	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8		1480	3
48	Motor Tapador	Cechi-Renato Italia		0,33	220/380	60	1,6/0,72		1380	3
49	Motor Principal	Cechi-Renato Italia		0,85	220/380	60	3,8/2,2		1480	3
50	Motor Estera Salida	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8		1480	3
51	Motor Plato Pulmon	Cechi-Renato Italia		0,55	220/380	60	3,2/1,8		1480	3
52	Motor Separador de Frasco	OGSGW USA		20	90	60	0,32		180	1
53	Motor Rebobinado	STE-SY4-USA		0,8	110	60	6		60	1
54	Motor Amasador	Rodine-USA		0,06	110	60	0,74		139	1
55	Motor Estera	Rodine-USA		0,08	130	60	0,91		84	1
56	Motor Estera Final	España		1	220/440	60	1,4/0,8		1360	3

ANEXO 1. CONTINUACIÓN

LINEA · 4 -ELABORACION Y ENVASE				Empresa laboratorios líquidos orales								
			<u>CONTROL DE MOTORES</u>									
					PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS							
TARJETA	NOMBRE DE LA LINEA O DPTO	MARCA Y PAIS	KVA	KW	Vol	HZ	I(amp)	I(amp)	RPM	FASES		
No	UBICACIÓN							Real				
57	Bomba R-40	Siemens Alemania		1,5	220/380	60	6,2/3,5	3,45	1680	3		
58	Filtro Prensa	Siemens Alemania		1,1	220/380	60	5,85/2,9	2,7	1360	3		
59	Reactor Tanque Concentrado	OTiCO OLINDO Italia		7,5	220/380	60	26,62/13,31	13,1	1740	3		
60	Reactor Tanque Redispersión	Tiemen Italia		1,5	220/380	60	6,8/3,3	3,25	1740	3		
61	Split	LG Korea		3,100	220	60	14	12		1		

62	Plato surtidor		0,250						
63	Llenadora		0,750						
64	Retapadora		0,440						
65	Sopladora								
66	2 Transportadores		0,186						
67	Plato pulmón		0,246						
68	Transportador		0,280						
69	Etiquetadora		0,850						
70	Retractiladora		15,135						
71	Estuchadora	Etipak	1,200	380		2			

ANEXO 1. CONTINUACIÓN

LÍNEA - 5			Empresa laboratorios líquidos orales								
			<u>CONTROL DE MOTORES</u>								
			PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS								
TARJETA	NOMBRE DE LA LINEA O DPTO	MARCA Y PAÍS	KVA	KW	Vol	HZ	I(amp)	I(amp)	RPM	FASES	
No	UBICACIÓN						Real				
1	Motor de Tanque Concentrado	Melcomilano		7,500	220 – 380	60	26,3/15,2	15		3	
2	Motor Reductor	Tiemme		1,500	220 – 380	60	6,8/3,3	3,1		3	
3	Bomba R-30			0,850	220-380	60	3,8/2,2	2,2		3	
4	Plato surtidor	COMAS		0,250	220-381	60	1,5/0,8	0,8		3	
5	Llenadora	COMAS		0,750	220-382	60	2,1/1,2	1,1		3	

6	Retapadora		0,440	220 – 380	60	1.3/0,8	0,72		3
7	Transportador		0,900	220-380	60	4,2/2,4	2,1		3
8	Transportador		0,250	220-380	60	1,6/0,8	0,69		3
9	Plato pulmón		0,246	220-380	60	2/1,15	1,1		
10	Transportador		0,750	220/440	60	3,5/2	1,54		3
11	Etiquetadora	CVC LABELER	0,850	110	60				3

ANEXO 1. CONTINUACIÓN

LÍNEA - 6			Empresa laboratorios líquidos orales								
			<u>CONTROL DE MOTORES</u>								
					PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS						
TARJETA	NOMBRE DE LA LINEA O DPTO	MARCA Y PAÍS	KVA	KW	Vol	HZ	I(amp)	I(amp)	RPM	FASES	
No	UBICACIÓN							Real			
1	2 Motor Reductor			1,5	220/380	60	6,2/3,5	3,3	1680	3	
2	Bomba R-40			0,85	220/380	60	3,8/2,2	2,1	1360	3	
3	Filtro prensa			1,5	220/380	60	6,8/3,3	3,3	1740	3	
4	Plato surtidor			0,250	380	60	1,5/0,8	0,75	3800	3	
5	Lavadora de frascos				220/380	60			1740	3	
6	Llenadora			0,750	220/380	60	2.1/1.2	1,2	1450	3	

7	Retapadora			0,440	220/380	60	1.3/0,8	0,7	1360	3
8	2 Transportadores			0,186	220/380	60	1,3/0,37	0,3	1740	3
9	Plato pulmón			0,246			2/1,15	1,2		
10	Transportador			0,280	220/380	60	1,4/0,81	0,76	1480	3
11	Etiquetadora			0,850	110	60				

ANEXO 2. ÁREA DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento			Empresa laboratorios líquidos orales								
			CONTROL DE MOTORES								
						PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS					
TARJETA	NOMBRE DE LA LINEA O DPTO	MARCA Y PAÍS	KVA	KW	Vol	HZ	I(amp)	I(amp)	RPM	FASES	
No	UBICACIÓN							Real			
1	Motor de Cierra	Rusia			220/440	60	11.6/5.7	5,2	1730	3	
2	Motor de Cepillo	POQONU		10,800	220 – 440	60	18/9	8,4		3	
3	Motor de Rodillo			2,4	220/380	60	11.7/7.3	6,5	1430	3	
4	Motor de Mesa			2,4	220/380	60	11.7/7.3	6,8	1430	3	
5	Motor Principal			6	220/380	60	18/9.0	8,2	6750	3	
6	Cepillo Manual			0,82	220	60	2,7	2,3	100	3	
7	Motor Torno de Madera	Rusia		1,2	220/380	60	11.5/7.2	6,75	1750	3	
8	Escaladora	Rusia		4	220/440	60	15/7.3	6,8		3	
9	Sierra Sinfin			2,2	220/440	60	9/4.5	4,3		3	
10	Lijadora	Rusia		4	220/440	60	15/7.3	7,1	1750	3	
11	Aire Acondicionado	LG		0,924	220	60	5,56	5,45		3	
12	Ventilador de Techo			0,18	220	60	1,2	1,1	900	3	
13	Ventiladores Coaxiales			0,075	220	60	0,85	0,72	1660	3	
14	Ventiladores Coaxiales			0,075	220	60	0,85	0,72	1660	3	
15	Ventilador Extrator			1,2	220/380	60	6.5/3	2,4	1220	3	
16	Motor de Zapatillas	Uvoldi		2	220/380	60	7/3.5	3,2	1750	3	
17	Taladro Radial	Uvoldi		6,14	380	60	10	10		3	
18	Talladro de Columna	Electronec		1	220/380	60	3.8/2.6	2,5	850/1700	3	
19	Recortador	Uvoldi		8	380	60	0,74	0,73	139	3	
20	Esmeriladora	HEBES		1,200	220-380	60	13/6,4	5,9		3	
21	Esmeriladora			4,000	220-440	60	15/7,3	6,7		3	
22	Torno grande	MOMAC		6,000	380	60	9,6	9,3		3	

23	Torno chiquito	MOMAC		4,000	380	60	7,2	7,1		3
24	Segueta eléctrica	UBOLDI		1,500	220-380	60	3,6	3,4		3
25	Taladro de columna	BIMAK		1,000	220-380	60	3,8/2,6	2,4		3
26	Prensa Hidráulica	METALIC		22,000	220-380	60				3
30	Taladro Radial	UBOLDI		6,140	380	60	10,0	8,8		3
31	Motor de Zapatillas	Uvoldi		2	220/380	60	7/3.5	3,1	1750	3