



## MAESTRÍA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Presentación en opción título de  
Master en Eficiencia Energética.

Establecimiento de las bases para la introducción de un sistema de gestión de la energía en la  
Empresa VERTICE.

Autor: Ing. Claribel Duarte Ispuria

Tutor: Dr. C Reynaldo Laborde Brown  
Consultante: M.Sc. Lidia Gertrudis Tamayo Fleites  
M.Sc. Alina María Llanes Damas

Holguín

Diciembre 2022

Año 64 de la Revolución.

## **DEDICATORIA**

A mi familia,

Por ser las personas más importantes en mi vida, mis aliados en los momentos más difíciles y mis cómplices en los momentos más felices.

Por mostrarme la importancia de la educación, los valores morales y el civismo en la sociedad.

Por enseñarme la importancia del amor, la pasión y la perseverancia al perseguir los sueños.

Les dedico cada minuto de sacrificio, cada desvelo, cada éxito y cada desacierto.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por cuidar y dirigir cada paso que doy, por bendecirme cada día con una familia hermosa, por poner siempre a las personas adecuadas en mi camino.

A los profesionales de la Universidad de Holguín que corresponden a la Facultad de Ingeniería en el Departamento de Mecánica; por compartir sus experiencias, brindar sus conocimientos, formarnos como hombres de ciencia y prepararnos para afrontar la vida.

A cada colaborador de la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE Holguín y otros, quienes muy amablemente me proporcionaron la información y los consejos necesarios para realizar este proyecto.

A mis compañeros de trabajo, por su apoyo incondicional, su comprensión y por hacer suya la felicidad de lograr mis objetivos.

A todas aquellas personas que usan su profesión como principal arma para frenar el consumismo, fomentar el desarrollo sostenible, preservar el medio ambiente y educar a la sociedad en el respeto a la naturaleza.

## **RESUMEN.**

El desarrollo de tecnologías y formas de energía que permiten mejorar la seguridad energética en el país, junto con su paulatina introducción a la matriz; asume cada vez más importancia con el paso del tiempo. Sin embargo el enfoque que se ha dado al problema energético, presta poca o nula atención al uso eficiente de la energía. En la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE Holguín, se desconoce el impacto de los costos de funcionamiento en los costos energéticos; no se planifica ni se administra el consumo de energía. La energía se considera como un gasto final variable y no como un insumo que se pueda gestionar.

El proceso de mejora de la eficiencia energética pasa por el diseño de un sistema de gestión energética en la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE Holguín. Se realizará un Diagnostico Energético para conocer en detalle la situación actual de la Empresa. Se hará uso de la Norma ISO 50001, que brinda el soporte necesario para la implementación de un SGE<sub>n</sub>, brindando la posibilidad de establecer protocolos para mejorar la eficiencia energética. Esto permitirá aprovechar mejor los recursos energéticos, crear transparencia sobre la gestión de los mismos, promover mejores prácticas de gestión reforzando conductas y políticas de gestión energética; obteniendo beneficios económicos, sociales, energéticos y ambientales.

**Palabras clave:** Sistema de gestión energética, ISO 50001, eficiencia energética, políticas, auditoría energética, monitoreo, sostenibilidad, índice de consumo energético.

## **ABSTRACT.**

The development of technologies and forms of energy that allow improving energy security in the country, together with its gradual introduction to the matrix; assumes more and more importance with the passage of time. However, the focus that has been given to the energy problem pays little or no attention to the efficient use of energy. In the Engineering and Design Services Company VERTICE Holguín, the impact of operating costs on energy costs is unknown; energy consumption is not planned or managed. Energy is considered as a variable final expense and not as an input that can be managed.

The process of improving energy efficiency involves the design of an energy management system at the Engineering and Design Services Company VERTICE Holguín. An energy diagnosis will be carried out to know in detail the current situation of the Company. The ISO 50001 Standard will be used, which provides the necessary support for the implementation of an EnMS, offering the possibility of establishing protocols to improve energy efficiency. This will make it possible to make better use of energy resources, create transparency about their management, and promote better management practices by reinforcing energy management behaviors and policies; obtaining economic, social, energy and environmental benefits.

**Keywords:** Energy management system, ISO 50001, energy efficiency, policies, energy audit, monitoring, sustainability, consumption index energetic.

# INDICE

## CONTENIDO

	<b>Contenido</b>
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEORICO CONCEPTUAL .....	6
Introducción.....	6
1.1 Estado del arte .....	6
1.1.1 Evolución y Estructura de los Sistemas de Gestión de la Energía. ....	10
1.2 Fundamentación teórica. ....	11
1.2.1 Conceptos y definiciones .....	11
1.2.2 Unidades de medida de la Energía .....	16
1.2.3 Energía y Potencia.....	17
1.2.4 Lectura e interpretación de facturas eléctricas .....	18
1.3 Principales teorías sobre los sistemas de gestión de la energía.....	20
1.3.1 Eficiencia energética, gestión de la energía y SGEN .....	23
1.3.2 Beneficios de la implementación del SGEN.....	24
1.3.3 Requisitos de la gestión energética.....	25
1.3.4 Identificación de factores de influencia.....	26
1.3.5 Establecimiento de un compromiso con el SGEN.....	26
1.3.6 Evaluación del desempeño energético.....	27
1.3.7. Establecimiento de objetivos y metas. ....	29
1.3.8. Creación de planes de acción .....	30
1.3.9. Puesta en práctica de los planes de acción .....	30
1.3.10. Evaluación de progreso .....	31
1.3.11. Reconocimiento de logros.....	32
1.4. Análisis de capacidades y preparación para la implementación de un SGE. ....	33
1.6 Auditoría energética en el marco de la ISO 50001 .....	34
1.6.1 Auditorías energéticas .....	34

## INDICE

Tipos de auditorías energéticas .....	36
1.7 Diagnósticos Energéticos .....	37
Definición .....	37
1.3.8 Tipos de diagnósticos energéticos. ....	41
Conclusiones del capítulo .....	43
<b>CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>44</b>
Introducción.....	44
2.1 Caracterización de la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño Vértice Holguín. (Edificio Central).....	44
2.1.1 Misión. ....	45
2.1.1 Visión.....	45
2.1.3 Objeto Empresarial .....	45
2.1.4 Tiene por objetivo: .....	45
2.1.5 Comprensión de la organización y su contexto. ....	45
2.1.6 Estructura organizativa del centro. ....	46
2.1.7 Breve caracterización del sistema estructural del objeto de estudio.....	47
2.1.8 Estructura organizativa. ....	47
2.1.9 Distribución eléctrica del Edificio Central VERTICE. ....	49
2.1.10 Descripción de la Pizarra Distribución General del Edificio Central VERTICE.....	51
2.2 Ejecución del trabajo. ....	51
2.2.1 Descripción de los equipos de medición utilizados.....	52
Analizador de redes.....	52
Medidor inteligente trifásico operado por transformador. P2000 MICROESTRELLA. ....	54
Conclusiones .....	54
<b>CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
Introducción.....	55
3.1 Análisis de los portadores energéticos. ....	55

## INDICE

3.2 Determinación de la potencia instalada por tipología de equipos. ....	55
3.2.1 Potencia instalada por niveles.....	57
3.2.2 Comportamiento histórico del consumo de energía. ....	59
3.2.3 Comportamiento de las principales magnitudes eléctricas .....	60
3.3 Evaluación económica y medio ambiental .....	64
3.4 Conclusiones del capítulo.....	64
Conclusiones generales:.....	65
RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	67
ANEXOS.....	69

## INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Desarrollo cronológico de los sistemas de gestión de la energía. ....	20
Tabla 2. Tabla comparativa entre eficiencia energética, SGen y Gestión Energética .....	23
Tabla 3. Etapas del Sistema de Gestión Energética ISO 50001.....	25
Tabla 5. Determinación de la potencia instalada en el edificio. ....	55
Tabla 6. Equipos de mayor demanda .....	56
Tabla 7. Levantamiento de la potencia instalada por locales en el nivel 1 del Edificio Central .....	57
Tabla 8. Levantamiento de la potencia instalada por locales en el nivel 2 del Edificio Central. .....	57
Tabla 9. Levantamiento de la potencia instalada por locales en el nivel 3 del Edificio Central. .....	58
Tabla 10. Comportamiento de las tensiones y corrientes en el circuito que alimenta el primer nivel del edificio. ....	60

## INDICE

Tabla 11. Comportamiento de las potencias y del factor de potencia en el circuito que alimenta el primer nivel del edificio.....	61
Tabla 12. Comportamiento de las tensiones y corrientes en el circuito que alimenta el segundo nivel del edificio. ....	62
Tabla 13. Comportamiento de las potencias y del factor de potencia en el circuito que alimenta el segundo nivel del edificio. ....	63
Tabla 14. Comportamiento de las tensiones y corrientes en el circuito que alimenta el tercer nivel del edificio. ....	63
Tabla 15. Comportamiento de las potencias y del factor de potencia en el circuito que alimenta el tercer nivel del edificio.....	64

## INDICE DE ILUSTACION.

Ilustración 1 Tipos de Energía. ....	12
Ilustración 2 .Visión general del sistema de Gestión de la Energía. ....	21
Ilustración 3 SGEEn bajo un enfoque de gestión integral.....	22
Ilustración 4 Factores que influyen en una organización. ....	26
Ilustración 5 Concepto de desempeño energético para un SGEEn.....	27
Ilustración 6 .Elementos del proceso y factores estáticos de evaluación del desempeño energético.....	28
Ilustración 7 Proceso de fijación de metas y objetivos energéticos ..... 29	29
Ilustración 17. Mapas de Google. Ubicación de la Empresa VERTICE. ....	44
Ilustración 18. Organización estructural del Centro.....	46
Ilustración 19. Diagrama del Edificio Central.....	47
Ilustración 20. Estructura organizativa Edificio Central.....	48
Ilustración 21. Diagrama monolineal Edificio Central. ....	50
Ilustración 22. Panel general de distribución del Edificio Central. ....	51

## INDICE

### INDICE DE GRAFICOS.

Grafica 3.1 Comportamiento de los portadores energéticos.....	55
Grafica 3.2 Levantamiento general de la potencia instalada. ....	58
Grafica 3.4 Comportamiento histórico del consumo energía en el Edificio Central.....	59
Grafica 3.5 Elementos que se registran en la facturación. ....	60

## INTRODUCCION GENERAL

### INTRODUCCION

La energía es un recurso controlable. Su uso eficiente ayuda a aumentar las ganancias a través de una reducción de costos.

Hoy en día la energía y su uso entran en la competitividad de una empresa donde dependen de un conjunto de factores cada vez más complejos y variados.

La producción de energías verdes y tecnologías que permiten mejorar la seguridad energética y al mismo tiempo reducir las emisiones de dióxido de carbono; asume cada vez más importancia con el paso del tiempo. Sin embargo el enfoque que se ha dado al problema energético, presta poca o nula atención al uso eficiente de la energía y las tecnologías existentes. Esto representa el problema más importante y silencioso a corto plazo. En otras palabras, se trabaja en la parte estructural del problema dejando de lado la parte operativa del mismo. El punto clave sería extremadamente raro encontrar una organización que no pudiera reducir significativamente sus costos de energía implementando pequeños cambios en el uso de la misma y es muy raro que la alta dirección de las organizaciones admita esta realidad tan simple. El actual modelo energético, basado en generar energía a cualquier precio para satisfacer una demanda creciente, es insostenible para cualquier sociedad desarrollada. La preocupación por preservar el medio ambiente y aumentar el grado de autoabastecimiento energético, han llevado a los países más desarrollados a orientar sus políticas energéticas hacia una reducción del consumo de energía, incentivando el ahorro y su eficiencia.

El consumo mundial de energía hasta fines del año 2014 se dispuso en 553 Cuatrillones de BTU. Se prevé que el consumo de energía experimente un incremento de un 2.5% por año hasta el 2030 llegando a 15625 Cuatrillones de BTU. El 70% del aumento de la demanda de energía, estimado para el próximo cuarto de siglo tiene su origen en los países en desarrollo, dentro de los cuales se encuentra Perú. Un nivel mayor de industrialización representa el crecimiento de sus economías y fundamenta el crecimiento energético.

En Cuba el balance energético se realiza a nivel país mediante la metodología de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), donde la matriz energética cubana se sustenta en el 95,7 % de combustibles fósiles requiriendo un cambio en su estructura con una mayor penetración de las FRE.

El contexto cubano favorece esta transición dado a que el país con la proyección de la actualización del Modelo Económico y Social en el 2011 se inicia un cambio de enfoque hacia la energía sostenible, en el 2014 con se aprueba la Política para el desarrollo prospectivo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía énfasis en elevar la

## INTRODUCCION GENERAL

eficiencia energética, un cambio de la estructura de la matriz energética actual (Correa, 2017)(Correa, et al., 2017) y su relación con la competitividad de la economía nacional; disminuyendo la dependencia de estos combustibles importados, sus costos energéticos y el impacto medioambiental.

En el año 2017 se aprueban las bases del Plan de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas para ese periodo. Con la declaración de la protección de los recursos y el medioambiente como dimensiones del desarrollo sostenible y ejes estratégicos en el Plan de desarrollo económico y social hasta el 2030, así como la actualización de los lineamientos de la Política Económica y Social referentes a los territorios con el lineamiento 17, la política energética a través de los lineamientos 204, 205, 207 y 208 (Correa, et al., 2017), el Decreto-Ley No. 345/2017 “Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía”. La instrucción y resoluciones complementarias al respecto rectorado por la Constitución de la República de Cuba en su artículo 169 reconoce la autonomía del municipio y en el artículo 75, la responsabilidad de proteger el medio ambiente y los recursos naturales con estrecha vinculación al desarrollo sostenible de la economía y la sociedad y metodología de monitoreo de los mismos [3]. Sin embargo, ninguno de ellos brinda los requerimientos ni el soporte suficiente para la implementación de sistemas de gestión energética en las organizaciones. El acceso a la energía es cada vez más costoso y perjudicial para el medio ambiente, es necesario establecer los sistemas, procesos y factores que se interrelacionan entre sí y dependen uno de otros para mejorar el desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y el consumo de la energía nos conduce a una correlación entre: calidad, los recursos humanos, la tecnología y, cada vez más, el respeto al medio ambiente en nuestro país el cual no se encuentra exento, así como de los costos de la energía por lo que se encuentra enfrascado en la actualización del modelo económico.

En la Empresa se aplican las normas NC ISO 9001:2015, NC ISO 14001:2015, NC ISO 45001 y la Resolución No. 60/11 de la Contraloría General de la República de Cuba las cuales brindan las herramientas para implementar y mantener estos sistemas, por lo que en la actualidad algunas organizaciones se encuentran inmersas en la aplicación de un sistema integrado de gestión basándose en la integración de aspectos comunes y compatibles de las normativas mencionadas anteriormente.

Debido a que los sistemas integrados proporcionan la simplificación en general, ahorro de todos los campos, en definitiva, mejora de gestión y reducción de costes, así como

## INTRODUCCION GENERAL

desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas y planes de acción mejora de la aceptación de los sistemas por parte de los usuarios.

La Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE, consumió en el 2021 un promedio anual de 35 123 kWh de energía activa y 10 215 kVAr.h de energía reactiva, evidenciando un crecimiento del 32% respecto al año 2020. El problema radica en que se desconoce el impacto de los costos de funcionamiento en los portadores energéticos, no se planifica ni se administra el consumo de energía. Tampoco se cuenta con implementación suficiente para el control de estos parámetros. En pocas palabras, la energía se considera solo como un gasto final variable y no como un insumo que se pueda gestionar. El proceso de mejora de la eficiencia energética se centra en el diseño de un sistema de gestión energética con la aplicación de la Norma ISO 50001 en la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE.

### **Situación problemática**

En la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE de Holguín, al igual que en la mayoría de las empresas del territorio se aplican determinadas medidas para el ahorro de la energía eléctrica, como son el uso limitado de los equipos de climatización, introducción de luminarias más eficientes, disminución de la carga durante los horarios picos, etc. Se aspira en la empresa a crear un sistema de gestión integrado con calidad, energía, medio ambiente, salud y seguridad del trabajo, control interno, con la aplicación de diferentes normas internacionales, sin embargo, en lo que se refiere al sistema de gestión de la energía no se han creado la bases para la instauración del mismo según la norma ISO 50001, por lo que se plantea el siguiente problema de la investigación:

**Problema de la investigación:** necesidad de crear las bases de conocimientos para la introducción de un sistema de gestión de la energía según la norma ISO 50001 en la Empresa de Ingeniería y Diseño VERTICE Holguín.

Para la solución de este problema se plantea el siguiente objetivo:

**Objetivo general:** Elaborar las bases teóricas mediante la realización de un Diagnóstico Energético en la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE de Holguín con el fin de contar con los elementos iniciales que se necesitan para la introducción de un sistema de gestión de la energía según la norma ISO 50001, en pos del mejoramiento de la eficiencia energética de dicha empresa.

Este objetivo general debe ser alcanzado a través de los siguientes objetivos específicos:

**Objetivos específicos:**

## INTRODUCCION GENERAL

Determinar las áreas y equipos que se destacan como los mayores consumidores de energía eléctrica en el edificio objeto de estudio y caracterizar el comportamiento energético de los mismos.

Determinar los puntos de potencialidades de ahorro y/o uso más racional de la energía en la empresa.

Evaluar desde los puntos de vista técnico, económico y medioambiental los beneficios que puede obtener la empresa a partir de la introducción de un sistema de gestión de la energía basado en la norma ISO 50001.

### **Tareas de la investigación**

- 1.- Realización de la búsqueda bibliográfica.
- 2.- Obtención de los gráficos de comportamiento de las diferentes magnitudes eléctricas del sistema de distribución.
- 3.- Identificación de las áreas y equipos que presentan los mayores consumos de energía en la empresa.
- 4.- Identificación de los puntos que representan las mayores potencialidades de ahorro y/o uso más racional de la energía.
- 5.- Evaluación económica, técnica y medioambiental de la conveniencia de introducir un sistema de gestión de la energía en la Empresa sobre la base de la norma ISO 50001.

**Objeto de la investigación:** el sistema de distribución de energía eléctrica en el Edificio Central de la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE de Holguín.

**Campo de acción:** caracterización del comportamiento de las magnitudes eléctricas en el sistema de distribución del Edificio Central de la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE de Holguín.

### **Hipótesis**

Si se realiza un diagnóstico energético del Edificio Central de la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE de Holguín, se dispondrá de la base teórica necesaria para dar inicio al proceso de introducción de un sistema de gestión de la energía según la norma ISO 50001 en dicha entidad.

### **Métodos**

#### **Métodos teóricos:**

Análisis – síntesis: para el procesamiento de la información obtenida, interpretar y analizar los resultados, para hacer una valoración del estado de los diferentes portadores en los momentos actuales.

Inducción – deducción: para llegar a conclusiones generales válidas.

## **INTRODUCCION GENERAL**

Histórico–lógico: para conocer el desarrollo y estado inicial de la problemática y objeto de estudio.

Métodos analíticos: para el conocimiento de la realidad según las diferentes vías de solución.

### **Métodos empíricos:**

Revisión de documentos: se realizó la consulta de varias bibliografías para obtener elementos importantes respecto al estado del arte de la gestión energética.

Observación científica: para realizar un diagnóstico Energético.

Mediciones técnicas: para la realización de las mediciones y poder conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetivos y funciones.

### **Aportes de la investigación (practico-ambiental)**

La actualidad del problema radica en que su solución se inserta dentro del proceso de mejoramiento continuo de las entidades de producción y servicios, donde se evidencia el mal uso de los portadores a consumir. El establecimiento de las bases para la introducción de un sistema de gestión de la energía tendrá una relevancia dentro de los valores económicos de la empresa, también en el confort en el ámbito laboral brindando a los trabajadores, pues VERTICE posee, dentro de su objeto social, brindar servicios de elaboración de proyectos arquitectónicos, ingenieros y tecnológicos además de servicios de construcción y montaje, ambos servicios - en la mayoría de las ocasiones - enfocados hacia obras para el uso de la sociedad.

**CAPÍTULO I. MARCO TEORICO CONCEPTUAL****Introducción**

En el presente capítulo se realiza un análisis crítico y se fundamentan teóricamente los diferentes aspectos relacionados con los temas que son discutidos en la bibliografía consultada, con el fin de disponer de los elementos básicos y de las tendencias actuales que resultan esenciales para el desarrollo del trabajo.

**1.1 Estado del arte**

Existe un buen número de normas y directrices para desarrollar Sistemas de Gestión Energética las cuales proporcionan el marco de trabajo para el desarrollo y la puesta en práctica de un Sistema de Gestión Energética que sea fácil de aplicar en la mayor parte de las Empresas pequeñas. No obstante, se trata tan sólo de recomendaciones y directrices, sin que exista en ella ningún requisito obligatorio.

La energía desempeña un papel decisivo en nuestra sociedad. Es un insumo fundamental para el desarrollo social y el crecimiento económico. No sólo se utiliza para satisfacer las necesidades básicas de nuestra vida cotidiana y prestar los servicios básicos (calefacción, refrigeración, cocción de alimentos, alumbrado, transporte, etc.) sino que también es un factor de la producción de primordial importancia en casi todos los sectores de la industria. Al mismo tiempo, la producción y el uso de energía son responsables en gran parte de la degradación del ambiente en todos los niveles: local, regional y mundial. Por ejemplo, la utilización de combustibles fósiles y leña contamina el aire con gases de efecto invernadero, partículas y óxidos de azufre y nitrógeno. La energía hidroeléctrica a menudo provoca graves daños ambientales debido a la inmersión de extensas superficies de tierra. Los cambios climáticos mundiales vinculados a la creciente concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera se ha convertido en un problema de envergadura a nivel mundial.

El agotamiento de recursos naturales, la acumulación de desechos, incluidos los desechos radiactivos, la deforestación, la contaminación del agua y la perturbación de la tierra constituyen algunos otros ejemplos de problemas ambientales relacionados con la energía. De acuerdo al International Energy Outlook 2013, de la US Energy Information Administration, el consumo de energía comercializada en el mundo crecerá 56 % por ciento entre 2010 y 2030. La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) presenta un reporte histórico anual en el período desde 1997 al 2006, con el fin de ofrecer una información estadística sobre portadores energéticos a nivel países, región y subregión. OLADE (2006).

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

El sector energético mundial tiene un gran reto: suplir de suficiente energía a precios razonables, de manera que no se afecte el crecimiento económico global, tarea nada fácil si se cumple la predicción de que la demanda mundial de combustibles aumente en más de un 60% de aquí al año 2030. Borroto (2002). Así lo concluye el estudio *Globalization and Energy Supply: Strategic Risk in the 21st Century* (Globalización y Suministro de Energía: Riesgo Estratégico en el siglo XXI), elaborado por Deloitte, donde se analiza el complicado panorama energético mundial.

Según el informe, los mayores responsables del aumento en la demanda serán los países en desarrollo, como Brasil, India, China y el Medio Oriente, que aumentarán cuatro veces sus necesidades de aquí al año 2030. De ser así, estas serán las responsables del 40% de los requerimientos energéticos mundiales, con lo que casi equiparán la demanda proveniente de los que antes se consideraban los mayores consumidores, como Europa Occidental, Norteamérica, Japón, Corea, Australia y Nueva Zelanda, los precios del petróleo siguen divorciados actualmente de los fundamentos de la oferta y la demanda, al menos en la perspectiva a corto plazo. Manteniéndose el aumento de precios de referencia en términos de dólares.

En efecto, se espera que en la demanda de energía se prevea un crecimiento de 65% acumulado hacia 2030, impulsado por un enorme incremento del combustible para transporte, así como un aumento de 55% en la de electricidad. En China (con un crecimiento de 10.6%) y otros países de rápido crecimiento (como la India) representaran una parte creciente del consumo del petróleo mundial. Pero en otros países desarrollados en Norteamérica, Europa occidental y Japón, que aún representan casi la mitad del consumo, se espera un estancamiento de la demanda durante el período de previsión (para 2030) disminuyendo en un 2.2% de manera progresiva. Santiesteban (2011).

La Alternativa Bolivariana para los Pueblos de nuestra América (ALBA) es hoy uno de los procesos más sobresalientes y exitosos de integración en América Latina. Esta iniciativa ha agrupado por su situación geográfica a los países productores en diferentes organizaciones: Petrocaribe, (integrada por los países del Caribe y Cuba es miembro de la misma) Petroandina, (Ecuador, Colombia, Bolivia, Perú y Venezuela, Petrosur (Argentina, Brasil, Venezuela y Uruguay), observamos que Venezuela es miembro de dos de estas organizaciones para potenciar y fortalecer la integración y además tenemos la organización denominada Petroamérica.

Desde la creación del ALBA y en el transcurso de los años 2007- 2008 se han tomado acuerdos de integración y cooperación no solamente para potenciar el desarrollo energético

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

sostenible de la región sino para potenciar otros acuerdos que propician la cooperación en los sectores de la salud, educación y comunicaciones, así como para el desarrollo de las fuentes alternativas de energía y políticas encaminadas a lograr una mejor eficiencia en el uso de los recursos energéticos. Santiesteban (2011).

Durante los primeros años del período especial en Cuba, los programas de ahorro de energía tuvieron un marcado retroceso, a causa de los trastornos de la crisis. Aun así, los trabajos en el "Programa Nacional de Fuentes Nacionales de Energía" se retomaron a partir de 1994, utilizando como referencia los parámetros alcanzados en 1989 y 1990, a fin de recuperar los niveles perdidos. Por otra parte, se abrieron otros cauces de acción, con el objetivo de incluir las nuevas formas de organización productivas (cooperativas, empresas mixtas) en estos esfuerzos. No obstante, la línea central continúa siendo el control estricto del aspecto energético en las empresas estatales, que se regula por medio de diferentes tipos de directrices.

El año 2006, fue denominado "AÑO DE LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA EN CUBA" y presupuso, como lo ha explicado en reiteradas ocasiones por el Comandante Fidel Castro, la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un sistema electro energético nacional más eficiente y seguro, y un uso racional y eficiente de la energía en todos los sectores de la sociedad cubana, haciendo del ahorro de energía el sustento fundamental del desarrollo del país. Además se logró un avance significativo con resultados a partir de la Revolución Energética que permitieron disminuir el consumo en dos millones de kilovatios/hora, equivalentes a 600 toneladas de combustible diariamente que reportan un ahorro de 60 millones de dólares al año. Arrastía ([www.cubasolar.cu](http://www.cubasolar.cu)).

La Comisión Nacional cubana de Energía consideró que por esta vía, con inversiones menores y de rápida recuperación (menos de 1,5 años) se lograría un ahorro anual del 5% del consumo del país. Más del 45% de este ahorro se obtendría en el sector industrial, el 40% en los sectores residencial y en el transporte casi un 10%. Se estima que en la industria cubana, las actividades de elevados potenciales son: el níquel, el cemento, el acero, la generación eléctrica y la refinación de petróleo y en menor medida las industrias alimentarias, del papel y servicios hospitalarios. En todas ellas las medidas de ahorro fundamentalmente se dirigen a elevar la disciplina tecnológica, mejoras técnico organizativas, adición de equipos recuperadores de energía, aprovechamiento del calor residual, sustitución por combustibles económicamente más ventajosos, mejoras en la combustión, automatización en los controles y otras.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

La provincia de Holguín en el año 2020 alcanzó buenos resultados en el consumo de energía eléctrica, consumió 1 millón 347 mil 465 MWH, el 4 por ciento por debajo de lo planificado y la generación en ese mismo periodo de las Fuentes de Energía Renovables, Parques Eólico y Parques Fotovoltaico evidenció disponibilidad acumulada del 102 por ciento. Actualmente, como indicación del Consejo de Ministros, para enriquecer la Estrategia de Desarrollo de cada municipio se implementa en cada territorio un programa de desarrollo de fuentes renovables de energía que implica, entre otras importantes medidas, que cada inversión o actividad debe concebir desde el proyecto estas alternativas energéticas. Rubiseldo (2022). Estas medidas demandan una amplia educación de todas las personas involucradas en temas relacionados con la energía, desde la lectura del metro contador y la aplicación de las tarifas, hasta el debate nuclear a escala global. Este es un aspecto decisivo para la sostenibilidad del novedoso proyecto energético cubano, que contribuirá no solo al mejor y más eficiente uso de los combustibles fósiles con que contamos, sino que además constituye una herramienta indispensable en la transición hacia una economía energética sostenible. Arrastía ([www.cubasolar.cu](http://www.cubasolar.cu)).

Las empresas pueden elegir las cláusulas que deseen incluir como prioritarias en su Sistema de Gestión Energética en función de sus necesidades y características, posteriormente y en su proceso de mejora continua podrán ir incorporando paulatinamente más cláusulas. (Colectivo de autores, España 2006). La calidad de la Gestión Energética depende de los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento energético. El motor principal para la adopción de una medida o una práctica concreta es su impacto en el rendimiento energético. Unos resultados energéticos mediocres indican la existencia de puntos débiles o carencias en la gestión energética. Además, la evaluación de la gestión energética se basa en el sistema de comparaciones (benchmarking). (Colectivo de autores, España 2006)

Se incita a las empresas a que implanten prácticas de gestión energética, así como a que se beneficien de las reducciones en el consumo de energía. De hecho, ésta debe ser la razón principal para la puesta en práctica de tales medidas. El valor de la presente norma como herramienta de comercialización es limitado. Por esta razón, está orientada al objetivo, sin que sirva como base para una verificación externa. Las auditorías internas o externas se centran en la adquisición de los datos apropiados sobre el consumo energético, así como en la evaluación del potencial de conservación de energía, en la identificación de las medidas de eficacia y en la realización de comparaciones. (Colectivo de autores, España 2006).

Según (Carvajal, Reyes Tirso, SA) el comportamiento del consumo de los portadores energéticos fundamentales a nivel de Empresa en la provincia Villa Clara Años 2002-2003

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

se detecta cuáles son los puestos claves en la industria de forma general e implantaron el procedimiento para el diagnóstico y control de los portadores energéticos.

La Comisión Permanente de Energía y Petróleo de la Asamblea Nacional (parlamento) de Venezuela evalúa hoy las potencialidades del denominado hidrógeno verde, para incorporar su uso en el proyecto de Ley de Energías Renovables y Alternativas. El presidente del comité legislativo, diputado Ángel Rodríguez, explicó que este combustible permite el desarrollo de la energía alternativa, así como la eólica o solar, por la facilidad para su generación y su potencial empleo en las ramas del transporte, el desarrollo industrial y la generación eléctrica. “En el marco de la discusión del proyecto de Ley de Energías Alternativas y Renovables este tema reviste gran importancia, y por ello será tomado en consideración porque el país cuenta con condiciones naturales y el recurso humano para su generación”, apuntó Rodríguez. (Cuba Energía 2022)

En la actualidad otras entidades han sido objeto de estudios en materia de eficiencia energética, arrojando resultados relevantes en el ahorro de portadores energéticos, implementando medidas para lograr el aumento de la eficiencia y la productividad, ejemplo de ello lo constituye el estudio de eficiencia energética realizado en el Combinado Lácteo “ Rafael Freire Torres ” de Holguín (SÁNCHEZ TORRES, 2003), en el cual se abordan temáticas como propuestas de cogeneración de energía eléctrica mediante fuentes alternativas, que proporcionan considerables ahorros en materia de portadores energéticos. (Garcés Gallardo, 2008), propone un Sistema para la Gestión Energética en el Combinado Lácteo “ El Vaquerito ” de MOA, tomando como punto de partida el análisis de estudios precedentes en empresas similares y en otras entidades, el análisis de los consumos de portadores energéticos en la empresa y sus costos asociados.

Por lo que en este trabajo se trata el establecimiento de las bases para la introducción de un sistema de gestión de la energía en la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE.

### ***1.1.1 Evolución y Estructura de los Sistemas de Gestión de la Energía.***

Los Sistemas de Gestión de la Energía son el resultado de la evolución de conceptos, enfoques y metodologías en el uso final de la energía, especialmente en el uso útil en los diferentes contextos, ámbitos y sectores en donde la energía se usa y se consume, pasando del ahorro y el uso racional de la energía a la eficiencia y el desempeño energético. Los nuevos enfoques, presentan relacionamientos con la producción, los servicios, el confort y la calidad de vida de las personas, es decir, energía que transforma materia prima en

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

productos como ocurre en la industria o en servicios, como ocurre en hospitales, hoteles, centros comerciales y oficinas.

En 2011 la Organización Internacional de Normalización, ISO elaboró una primera versión de la norma ISO 50001, Sistemas de Gestión de la Energía Requisitos con Orientación para su Uso, en la cual se recogió la experiencia internacional de mejores prácticas para la implementación, operación y mantenimiento de Sistemas de Gestión de la Energía.

En el 2018, contando con la retroalimentación de la implementación de la ISO 50001 a nivel mundial, la organización ISO expidió una actualización de la norma. La nueva edición de la norma busca compatibilidad con normas de otros sistemas de gestión. Los cambios incluyen la adopción de la estructura de alto nivel de los sistemas de gestión, términos y definiciones comunes, mayor énfasis en el rol de la alta dirección, aclaraciones, específicamente en la “revisión energética”, normalización de los indicadores de desempeño energético, detalles en el plan de recopilación de datos, entre otros aspectos.

En el presente capítulo se realiza una revisión general de la estructura y los conceptos relacionados con un Sistema de Gestión de la Energía bajo los lineamientos de la ISO 50001 y se analizan sus beneficios, para en los siguientes capítulos desarrollar las actividades y herramientas para su implementación, mantenimiento, y mejora. Cuba adopta esta norma en diciembre del 2011 como norma nacional con la referencia NC ISO 50001: 2011. La ISO 50001 está estrechamente alineada con las normas ISO 9001 (gestión de la calidad) y con la ISO 140001 (gestión medioambiental).Pérez González (2016)

La revisión de investigaciones preliminares y la práctica en el tema de estudio seleccionado, posibilitan enunciar los principales aspectos conceptuales para establecer el marco teórico referencial de la investigación; que respalda la novedad de la propuesta y los fundamentales resultados de la presente tesis. Se abordan en lo fundamental la gestión de la energía y el mejoramiento en la calidad de generación, necesidades, tendencias internacionales y nacionales al uso eficiente de la energía, la evaluación crítica de los enfoques y experiencias anteriores que sirven de base para el diseño del procedimiento propuesto, fundamentalmente en el caso cubano.

### 1.2 Fundamentación teórica.

#### 1.2.1 Conceptos y definiciones

Es necesario conocer algunos conceptos básicos del lenguaje técnico, que posibilitan un entendimiento claro en el tema, ellos son: Iglesia (2010).

- **Energía (E):** La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Es decir, la energía es la capacidad de hacer funcionar las cosas. La energía se manifiesta de diferentes

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

maneras, recibiendo así diferentes denominaciones según las acciones y los cambios que puede provocar. A continuación se muestra una clasificación de los tipos de energía. (ver ilustración 1.)



Ilustración 1 Tipos de Energía.

- **Gestión:** Acción y efecto de gestionar. Acción y efecto de administrar. Cuasicontrato que se origina por el cuidado de intereses ajenos sin mandato de su dueño.
- **Gestión energética:** conjunto de acciones encaminadas al uso, conservación y aprovechamiento de los portadores energéticos. El concepto de gestión lleva implícito el objetivo de eficiencia, por lo que la gestión energética implica aprovechar los portadores energéticos de modo racional y eficiente aplicando criterios basados en una filosofía de ahorro y aprovechamiento sostenible.
- **Portadores energéticos:** es toda la amplia gama de derivados del petróleo, el carbón vegetal, el alcohol desnaturalizado y el gas manufacturado (o gas de ciudad). El grupo de los derivados del petróleo incluye una amplia variedad de productos energéticos útiles que se obtienen a partir del procesamiento del petróleo en las refinerías, entre los cuales se encuentran las gasolinas, los turbo combustibles y los combustibles Diesel (gasóleos) de extraordinaria demanda universal.
- **Tensión:** Denominado también como voltaje o diferencia de potencial es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica, En el Sistema Internacional de Unidades, la diferencia de potencial se mide en Volt (V).

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- **Corriente eléctrica:** la corriente eléctrica es el flujo neto de carga eléctrica que circula de forma ordenada por un medio o material conductor, la unidad de medida es el amperio (A).
- **Potencia:** La potencia es la capacidad de producir o demandar energía de una máquina eléctrica, equipo o instalación por unidad de tiempo, En todo circuito eléctrico, para el funcionamiento de los diferentes equipos y máquinas se encuentran presentes las siguientes potencias: Potencia Aparente, Potencia Activa y Potencia Reactiva:

$$W = V * A \quad (1.1)$$

- **La potencia instalada:** se refiere a la potencia activa máxima continua, que es capaz de entregar un bloque o unidad generadora medida en los terminales del generador.
- **Potencia activa (P):** este tipo de potencia también la puedes encontrar como potencia real o potencia absorbida, y hace referencia a toda aquella potencia que es aprovechada durante la transformación de la energía eléctrica en un sistema o circuito de corriente alterna. En términos simples, es la potencia real que utiliza un circuito para trabajar. Su unidad de medida es el kilowatt (kW) y se identifica con la letra P.

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varnothing = I \cdot Z \cdot I \cos\varnothing = I^2 \cdot Z \cdot \cos\varnothing = I^2 \cdot \quad (1.2)$$

donde:

R: Resistencia de circuito ( $\Omega$ )

I: Intensidad de la corriente eléctrica (A)

U: Tensión o voltaje (V)

Cos $\varnothing$ : Factor de potencia

Debido a lo indicado anteriormente se puede plantear que la potencia activa es consecuencia a la presencia de elementos resistivos dentro de la red eléctrica.

- **Potencia reactiva (Q):** Llamada también potencia magnetizante, se simboliza con la letra Q expresada en volt ampere reactivo (var), resulta necesaria para el funcionamiento de ciertas máquinas y dispositivos eléctricos (motores, transformadores, bobinas, relés, etc.) Pero no puede transformarse en potencia mecánica o calorífica útil, y causa pérdidas adicionales en los equipos que transportan la energía:

$$Q = V * I * \text{sen}\varphi \quad (1.3)$$

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- **Potencia aparente (S):** de un circuito eléctrico de corriente alterna, es la suma de la energía que disipa dicho circuito en cierto tiempo en forma de calor o trabajo y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes. Se le representa con la letra S y su unidad de medida se expresa en volt-ampere (VA):

$$S = V \text{ (volt)} * I \text{ (ampere)} \text{ (1.4)}$$

También se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{(Activa)^2 + (Reactiva)^2} \text{ (1.5)}$$

- **Factor de Potencia (FP):** es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente: otra forma de calcular el factor de potencia es calculando el coseno del ángulo del triángulo de potencias: El factor de potencia no tiene unidades. Su valor máximo es uno, cuando el valor de la potencia reactiva es cero. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

$$FP = \frac{kWh}{(kWh)^2 + (kVARh)^2} \quad FP = \cos \left( \arctan \frac{kVARh}{kWh} \right) \text{ (1.6)}$$

- **La capacidad instalada:** de una central eléctrica o de una empresa, está determinada por la sumatoria de las capacidades instaladas de todas sus unidades generadoras.
- **Eficiencia energética:** entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar la calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones.
- **Eficacia:** es la contribución de los resultados obtenidos al cumplimiento de los objetivos trazados.
- **Efectividad:** es la generación sistemática de resultados consistentes integrando eficacia y eficiencia.
- **Índice de gasto energético:** gastos en energéticos por pesos de gastos totales de la empresa. Generalmente se expresa en centavos de gastos energéticos por pesos de gastos totales. Este indicador está afectado por la fluctuación de los precios de sus componentes y no constituye un indicador de eficiencia energética, pero da una idea del peso del consumo energético en los gastos totales.
- **Intensidad energética:** a nivel de empresa este indicador puede determinarse como la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

mercantil total. Nos refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción.

- **Puesto clave:** es el equipo específico que tiene una gran incidencia en el consumo de energía eléctrica.
- **Índice de consumo:** unidades de producto terminado por unidad de energía consumida. Este valor de índice de consumo puede ser calculado por tipo de producto o como índice de consumo general en el caso que el tipo de producción lo permita (si son varios productos diferentes pero de un mismo material el índice puede reducirse a toneladas de ese material etc.)
- **Sistema de gestión de la energía (SGEn):** conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.
- **Equipo de gestión de la energía:** persona(s) responsable(s) de la implementación eficaz de las actividades del sistema de gestión de la energía y de la realización de las mejoras en el desempeño energético.
- **Objetivo energético:** resultado o logro especificado para cumplir con la política energética de la organización y relacionado con la mejora del desempeño energético.
- **Desempeño energético:** resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.
- **Indicador de desempeño energético (IDEn):** valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización.
- **Política energética:** declaración por parte de la organización de sus intenciones y dirección globales en relación con su desempeño energético, formalmente expresada por la alta dirección.
- **Revisión energética:** determinación del desempeño energético de la organización basada en datos y otro tipo de información, orientada a la identificación de oportunidades de mejora.
- **Servicios energéticos:** actividades y sus resultados relacionados con el suministro y/o uso de la energía.
- **Meta energética:** requisito detallado y cuantificable del desempeño energético, aplicable a la organización o parte de ella, que tiene origen en los objetivos energéticos y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- **Uso de la energía:** forma o tipo de aplicación de la energía.
- **Uso significativo de la energía (USE):** uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.
- **Alta dirección:** persona o grupo de personas que dirige y controla una organización al más alto nivel.
- **Sistema de gestión:** sistema para establecer la política y los objetivos para lograr cumplir los requisitos de calidad que una organización requiere. Según Nordelo (2007) un sistema de gestión lo constituye una estructura documentada que define la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización, y establece los procedimientos y procesos de planificación, control, aseguramiento y mejoramiento. Además establece claramente las responsabilidades, los procedimientos, el entrenamiento, la verificación interna, las acciones correctivas preventivas y el mejoramiento continuo.
- **Sistema de gestión energético:** es un conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y a su vez implementa procesos y procedimientos para alcanzar esos objetivos (Borroto et al., 2006).

### 1.2.2 Unidades de medida de la Energía

La energía se define como la capacidad que tienen los cuerpos para poder realizar cambios en sí mismos o en otros cuerpos.

En el Sistema Internacional de unidades, la unidad correspondiente a la energía es el joule (J).  $1 \text{ J} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ .

#### a) Unidades de medida de la energía

- **La caloría (Cal):** Se define como la cantidad de calor para subir  $1^\circ\text{C}$  la temperatura de un gramo de agua, es una unidad del sistema técnico.
- **El Joule (J):** Es la unidad de energía o trabajo y se puede definir como el trabajo realizado o la energía consumida por la aplicación de una fuerza de 1 Newton para mover 1 kg.
- **El BTU:** Es la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de 1 libra de agua en condiciones atmosféricas normales a 1 grado Fahrenheit. En el aspecto de los aires acondicionados, un BTU mide la cantidad de calor que una unidad de aire acondicionado puede extraer de la habitación.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- **Kilowatts/hora:** Es una unidad de energía expresada en forma de unidades de potencia x tiempo, con lo que se da a entender que la cantidad de energía de la que se habla es capaz de producir y sustentar una cierta potencia durante un determinado tiempo. Así, un Watts-hora es la energía necesaria para mantener una potencia constante de un watt (1 W) durante una hora, y equivale a 3600 joule.

### 1.2.3 Energía y Potencia

Se puede iniciar definiendo a la energía como la capacidad que se tiene para causar transformaciones o cambios además la energía puede transformarse de una forma a otra. Si se mide la rapidez a la cual se producen los cambios de energía o la rapidez a la cual se consume la energía, se obtendrá una cantidad llamada Potencia. Se puede definir entonces a la potencia como la rapidez a la cual se transforma o utiliza la energía.

En otras palabras, la potencia cuantifica si una transformación de energía es rápida o lenta Matemáticamente, se puede expresar de la siguiente manera:

La potencia es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo. Puede asociarse a la velocidad de un cambio de energía dentro de un sistema, o al tiempo que demora la concreción de un trabajo. Por lo tanto, es posible afirmar que la potencia resulta igual a la energía total dividida por el tiempo.

$$Potencia = \frac{Energia}{Tiempo} \quad (1.7)$$

La potencia es una cantidad importante, se mide en unidades de energía entre tiempo, usualmente Julios por segundo (J/s), también llamados Watts (W) o Vatios. Es decir

$$1 \text{ watt} = \frac{Joule}{segundo} \quad (1.8)$$

El watt es una unidad de potencia muy utilizada, especialmente para medir la potencia de electrodomésticos o equipos pequeños. Sin embargo, cuando se desea medir la potencia demandada por un edificio o una máquina industrial se utiliza la siguiente unidad: El kilowatt algunas veces, suele utilizarse el prefijo kilo (k), para representar mil (1,000) watt como se muestra a continuación: (Universidad Centroamericana " José Simeón Cañas" (UCA), 2007)

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

#### a) Relación entre energía y potencia

La energía y la potencia están relacionadas por la fórmula (7). Esto es lo mismo que decir:

$$Energia = Potencia \times Tiempo \quad (1.9)$$

Este es un resultado muy importante, el cual establece que la energía es el producto de la potencia del equipo por el tiempo. En otras palabras, si se conoce la potencia de un equipo

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

y se multiplica por el tiempo que se tiene encendido dicho equipo, se puede calcular cuánta energía utilizó ese aparato durante dicho tiempo.

Existe una unidad de energía que se puede definir en base a la fórmula anterior. Esta unidad de medición es fundamental, pues es la unidad con la cual se mide la energía eléctrica que se utiliza en hogares y empresas. (Universidad Centroamericana " José Simeón Cañas" (UCA), 2007).

Usando la fórmula (9), se define la unidad de energía más usada para la electricidad, el kilowatt-hora (kWh):

$$1kWh = 1kW \times 1 h$$

### **1.2.4 Lectura e interpretación de facturas eléctricas**

Es importante saber leer e interpretar las facturas eléctricas. Conocer la factura eléctrica es necesario para interpretar la información suministrada.

Las principales variables incluidas en la factura son:

- Energía consumida (kWh)
- Demanda facturada (kW)
- Factor de potencia
- Días facturados
- Tarifas del período

El costo de la energía eléctrica depende de los tipos de fuente de generación existentes en el país y su aporte para cubrir la demanda.

Tarifas para el cobro de la energía eléctrica en las empresas e instituciones de nuestro país, conformación de la factura.

El proceso de facturación a los clientes como en todas las partes del mundo se hace a partir de las lecturas obtenidas del contador de energía y aplicando la tarifa correspondiente a las características del cliente, que en nuestro caso son aplicables según la resolución 66/2021 publicado en la gaceta oficial de la República de Cuba GOC-2021-347-Ex26.

Existen 8 tarifas eléctricas aplicables a los consumidores del estatal mayor.

#### **GRUPO M: TARIFAS PARA CONSUMIDORES EN MEDIA TENSIÓN.**

Aplicación: Se aplica a todos los servicios de consumidores, excluyendo a los clasificados como de Alta Tensión, que se alimentan de una subestación o banco de transformadores exclusivo, existiendo entre el transformador de suministro y el consumidor, solo la acometida, Se clasifican los servicios según la codificación por la actividad principal que desarrollan los mismos.

**M1-A, TARIFA DE MEDIA TENSIÓN CON MEDICIÓN DE TRES REGISTROS.**

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

Aplicación: Se aplica a todos los servicios de consumidores clasificados como de Media Tensión con equipo de medición de tres registros,

\$ 94,00 mensual por cada kW de máxima demanda contratada en el horario comprendido entre las 5:00 y las 21:00 horas,

Por cada kWh consumido en el horario pico:  $(3,1672 \text{ \$/ kWh} * K + 0,8595 \text{ \$/ kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$ .

Por cada kWh consumido en el horario del día:  $(1,5869 \text{ \$/kWh} * K + 0,8595 \text{ \$/ kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

Por cada kWh consumido en el horario de la madrugada:  $(1,0601 \text{ \$/ kWh} * K + 0,8595 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

Para el cálculo de la facturación del cargo fijo mensual, se considera:

- El valor de demanda máxima contratada en el horario comprendido entre las 05:00 y las 21:00 horas,
- Si la demanda máxima registrada en el horario establecido, es mayor que la demanda máxima contratada, se factura la contratada al precio de la tarifa y el exceso al triple de su valor, \$ 282,00 por cada kW,
- Solo se permite contratar dos valores de demanda al año, por períodos no menores de tres meses a los consumidores cíclicos o por períodos de alta y baja en el caso de las instalaciones hoteleras,
- Se aplican el Factor de potencia y el Factor K,

### M3-B, TARIFA DE MEDIA TENSIÓN PARA PRODUCTORES AGROPECUARIOS CON TRES REGISTROS DE ENERGÍA.

Aplicación: Se aplica a todos los servicios de regadíos y producciones agropecuarias con tres registros de medición, ya sean estatales o campesinos particulares que posean esta instalación con metro independiente de la vivienda, Por cada kWh consumido en el horario pico: 3,4272 pesos por kWh consumido en horario pico de 5:00 pm a 9:00 pm Por cada kWh consumido en el horario del día: 1,8469 pesos por kWh consumido en horario de 5:00 am a 5:00 pm (450 GACETA OFICIAL 13 de abril de 2021). Por cada kWh consumido en el horario de la madrugada: 1,3201 pesos por kWh consumido en horario de 9:00 pm a 5:00 am.

### GRUPO B: TARIFAS PARA CONSUMIDORES EN BAJA TENSIÓN.

Aplicación: Se aplica a todos los servicios de consumidores cuya acometida se alimente de un circuito secundario de distribución,

Se clasifican los servicios según la codificación por la actividad principal que desarrollan los mismos.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

### B-1 TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN.

Aplicación: Se aplica a todos los servicios de consumidores clasificados en Baja Tensión, se aplica a las formas de gestión no estatal que ejercen su actividad económica fuera de la vivienda, se aplica a los servicios residenciales con las formas de gestión no estatal que realizan su actividad económica dentro de la vivienda, que de forma opcional soliciten el cambio a esta tarifa.

### 1.3 Principales teorías sobre los sistemas de gestión de la energía

El surgimiento de los SGEN es parte del proceso que en el ámbito internacional se da a partir de la década de los 70's, la cual se caracterizó por una crisis de los energéticos, de tal forma que los SGEN surgen como una herramienta esencial que ha impulsado el desempeño energético a nivel mundial. Ver tabla 1

Tabla 1. Desarrollo cronológico de los sistemas de gestión de la energía.

Historia de los SGEN	
1970	Crisis del petróleo. Gestión de la producción y compra de energía, servicios energéticos y conservación de la energía
1988	Las industrias comienzan a desarrollar programas de eficiencia energética
1990	Australia: AS 3595. Programas de Gestión Energética – Guía para evaluación financiera de proyectos.
1992	Australia: AS 3596. Programas de Gestión Energética – Guía para definición y análisis de ahorro de energía y costos.
1995	EE. UU.: ANSI 739. IEEE Recomendación práctica para la Gestión Energética en instalaciones industriales y comerciales. Canadá: Plus 1140. Guía para la gestión energética voluntaria. China: GB/T 15587. Guía para la gestión energética en las empresas industriales.
2000	EE. UU.: ANSI/MSE 2000: 2000
2001	Dinamarca: DS 2403: 2001
2003	Suecia: SS 627750: 2003
2005	Irlanda: I.S. 393: 2005 Holanda: Sistema de Gestión Energética – Guía para uso
2007	España: UNE 216301: 2007 Corea del sur: KSA 4000: 2007 Alemania: Gestión energética – Términos y definiciones
2009	Sudáfrica: SANS 879: 2009 China : GB/T 23331 : 2009 Europa: EN 16001: 2009
2011	Estándar Internacional ISO 50001: 2011 México: NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011

### Surgimiento de los SGEN

La estructura de un sistema de gestión de la energía corresponde con los enfoques y actividades relacionadas con la implementación, operación y mantenimiento de un sistema de gestión de acuerdo con la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) que permite integrar las mejores prácticas en la gestión de la energía en todos los ámbitos y niveles de la organización para la lograr la mejora continua del desempeño energético, tal como se describe en la figura

## MARCO TEORICO REFERENCIAL



Ilustración 2 .Visión general del sistema de Gestión de la Energía.

**P para Planificar:** Un plan de energía es lo primero que se debe hacer. Esta es la determinación de la línea de base inicial de energía, los indicadores de rendimiento energético, los objetivos estratégicos y operativos de energía y los planes de acción.

**H para Hacer:** En esta fase la planificación y la acción se llevan a cabo las mejoras que son dirigidas y aplicadas.

**V para Verificar:** La acción solo tiene sentido si conduce al resultado deseado. Los planes ejecutados en la fase Hacer deben ser continuamente comprobados para asegurar su efectividad.

**A para el Actuar:** Las medidas constantes se desglosan en informes. Estos constituyen la base de estudios adicionales, con el fin de mejorar el desempeño relacionado con la energía y el SGE.

La decisión de la implementación de un sistema de gestión energético es importante ya que, en el entorno actual, el uso eficiente de recursos se vuelve relevante en la sustentabilidad de las organizaciones.

Un sistema de gestión energética representa un conjunto de requerimientos interrelacionadas entre sí para lograr la mejora sostenida y continua del desempeño energético a través de los resultados de acciones implementadas en todo el sistema.

La efectividad de un SGE dependerá en gran medida del compromiso y disponibilidad de todos los actores involucrados en la organización para gestionar el uso y el costo de la

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

energía, además de realizar los cambios que sean necesarios en el día a día para facilitar estas mejoras y la reducción en los costos e impacto al medio ambiente.

### a) Aplicación de un SGen en el ámbito de la gestión integral

Actualmente, un gran número de organizaciones ya han incorporado un Sistema de Gestión como parte de la administración de sus negocios, dentro de los cuales se pueden encontrar:

- Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001
- Sistemas de Gestión de Seguridad Alimentaria (ISO 22000)
- Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS 18001)
- Sistemas de Gestión Ambiental (14001)



Ilustración 3 SGen bajo un enfoque de gestión integral.

Como se muestra en la ilustración anterior, un SGen tiene la ventaja de poder ser fácilmente integrado a cualquier sistema de gestión ya existente en una organización. La nueva estructura de alto nivel (HLS, por sus siglas en inglés) facilita la incorporación al generar más elementos en común, así como tener una visión de planeación y evaluación del riesgo.

Es de interés considerar sistemas integrados ya que la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño VERTICE actualmente implementa un sistema de gestión de la calidad basada en ISO9001.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

### 1.3.1 Eficiencia energética, gestión de la energía y SGEN

Tabla 2. Tabla comparativa entre eficiencia energética, SGen y Gestión Energética

EFICIENCIA ENERGETICA	SGEn	GESTION DE LA ENERGIA
Enfoque por proyecto, rara vez se da seguimiento en el tiempo al proyecto implementado.	Sostenido por una estructura documental. Asegura que las actividades son realizadas conforme a su planeación, que se verifican los resultados de las actividades emprendidas y se toman acciones, en función de la desviaciones observadas entre lo planeado y realmente concebido. (circulo de Deming)	Las actividades de gestión de la energía no son realizadas de manera sistemática. Pueden llevar a una disminución de los Consumos energéticos, pero generalmente estos esfuerzos no son sostenidos en el tiempo
Involucramiento de las áreas técnicas, generalmente de mantenimiento o de producción. Las otras áreas de la organización no tienen conocimiento de proyecto implementado.	Involucramiento de todas las áreas de la organización, técnica como no técnica, desde recursos humanos hasta compras o comunicación.	Involucramiento de las áreas encargadas de los temas energéticos.
Implementación proyectos técnicos, de sustitución de equipos, de modificación de un diseño.	Implementación de proyectos técnicos de mejora, pero incluye también campañas de toma de conciencia, la definición de criterios de diseño, y selección de criterios de evaluación de compras, un plan de capacitación, etc.	
Algunos proyectos de la lista de eficiencia energética se llegan a implementar y en pocos de ellos se miden los resultados	La medición y evaluación de resultados son una parte fundamental del SGen.	

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

### **1.3.2 Beneficios de la implementación del SGE.**

Los beneficios e impactos de la implementación de un SGE se orientan en primer lugar al cambio e innovación organizacional y de la cultura propiamente dicha en relación a la gestión de la energía. Esto se refleja en la incorporación de políticas, responsabilidades, procesos y procedimientos, para el seguimiento de indicadores de desempeño e identificación de oportunidades en el uso, el consumo y la eficiencia energética de la organización y el cumplimiento de metas.

Al implementar un SGE, una organización tiene beneficios técnicos, sociales y económicos.

➤ **Beneficios técnicos.**

- a) Con el diagnóstico energético, se obtiene un mapeo energético que permite conocer los aspectos más importantes del consumo de energía.
- b) El proceso de planificación energética permite identificar y aprovechar el potencial de mejora de desempeño energético.
- c) De acuerdo con estadísticas generales, con la implementación de un SGE, se reduce de 10% a 20% el consumo energético de la organización.
- d) Los principales consumidores son identificados y monitoreados. Se sigue puntualmente el desempeño energético de la organización a través de indicadores.
- e) Se promueve un enfoque global del sistema que se contrapone a la concentración de la atención en los grandes equipos.
- f) En control operacional se mejora, se reducen los tiempos perdidos, se evitan los retrocesos.
- g) Se estructura y uniforma la documentación de los proyectos de eficiencia.

➤ **Beneficios sociales**

- La implementación de un SGE requiere un cambio en la cultura de la organización. El personal se siente motivado para aprender y realizar nuevas actividades.
- El personal relacionado con el SGE está mejor capacitado.
- La imagen de la compañía se fortalece interna y externamente
- Tener un SGE permite cumplir con ciertos requisitos de responsabilidad social o ambiental (certificaciones exigidas por el mercado, por ejemplo).
- Tener la certificación ISO50001 muestra de manera transparente el compromiso real de la organización para mejorar su desempeño energético.
- El proceso de mejora implica que se involucre la cadena de valor del negocio (proveedores, clientes, etc.)

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

### ➤ Beneficios económicos

- Se reducen los costos energéticos y por lo tanto se incrementa la competitividad de la organización.
- Se pueden optimizar las compras relacionadas con el suministro de energía al conocer y controlar los consumos energéticos.
- Se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, sin afectar la productividad.
- Los beneficios obtenidos se documentan de manera fidedigna, lo que puede ser de utilidad en caso de buscar un financiamiento externo para implementar proyectos de mejora.

### 1.3.3 Requisitos de la gestión energética.

A continuación se muestra el esquema de las etapas para el diseño e implementación de un sistema de gestión energética según la ISO 50001 y los requisitos que se deben cumplir en cada etapa como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Etapas del Sistema de Gestión Energética ISO 50001.

Requisitos de la gestión energética		
PLANEAR	Identificar el escenario inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar factores de influencia</li> <li>• Definir responsabilidades de la alta dirección</li> </ul>
	Establecer el compromiso con el SGEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir alcances y límites del SGEN</li> <li>• Designar un representante de la dirección</li> <li>• Establecer un equipo de gestión energética</li> <li>• Definir una política energética</li> </ul>
	Evaluar el desempeño energético	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y evaluar requisitos legales y otros</li> <li>• Recopilar datos energéticos</li> <li>• Establecer usos significativos de energía</li> <li>• Definir la línea base energética e indicadores de desempeño energético</li> <li>• Registrar oportunidades de mejora</li> <li>• Desarrollar un sistema de seguimiento</li> </ul>
	Establecer objetivos y metas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar un marco de trabajo</li> <li>• Estimar potencial de mejora</li> <li>• Definir objetivos y metas</li> </ul>
	Crear planes de acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir etapas y fines</li> <li>• Asignar funciones y destinar recursos</li> </ul>
HACER	Poner en práctica los planes de acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer competencias</li> <li>• Elaborar un plan de comunicación y sensibilización</li> <li>• Establecer documentación del SGEN</li> <li>• Generar controles operacionales</li> <li>• Incorporar el desempeño energético en el proceso de diseño</li> <li>• Establecer criterios de compras</li> </ul>
VERIFICAR	Evaluar el progreso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar seguimiento y control</li> <li>• Medir los resultados</li> <li>• Revisar los planes de acción y SGEN</li> </ul>
ACTUAR	Reconocer logros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar revisiones por la dirección</li> <li>• Tomar decisiones para mejorar el SGEN</li> <li>• Evaluar la conformidad</li> </ul>

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

### 1.3.4 Identificación de factores de influencia.

El comienzo de un SGE<sub>n</sub> es un trabajo que requiere determinar los factores de influencia internos y externos que intervienen en las prioridades de negocio de la organización, como lo pueden ser factores sociales, ambientales y económicos. (CONUEE/GIZ, 2016)



Ilustración 4 Factores que influyen en una organización.

### 1.3.5 Establecimiento de un compromiso con el SGE<sub>n</sub>

El compromiso de la organización es un factor crítico para la eficacia del SGE<sub>n</sub> y la mejora continua del desempeño energético, por lo que para determinar el nivel del mismo es recomendable reflexionar sobre las preguntas siguientes:

- ¿Es importante el uso y eficiencia de la energía en la organización?
- ¿Se tiene conciencia del costo de las pérdidas de energía en la organización?
- ¿Se conocen las tendencias sobre uso y regulación en materia de energía?
- Invertir en tecnología, ¿es la única ruta para disminuir el consumo de energía?
- ¿Cuánta energía se consume por unidad de producción?
- ¿Puedo incrementar mi productividad con un SGE<sub>n</sub>?
- ¿Puedo perder competitividad si no implemento un SGE<sub>n</sub>?

La organización, a través de la alta dirección y el equipo de gestión de la energía, tendrá elementos para definir el nivel de esfuerzo necesario para cumplir sus responsabilidades y qué aspectos se encuentran en el SGE<sub>n</sub>. La alta dirección asume como responsabilidad el asegurarse del correcto funcionamiento en todos los niveles de la organización. Su compromiso se manifiesta especialmente en dos elementos: asignar un representante como responsable del sistema y en la política energética.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

### a) Descripción detallada de requisitos.

- Definir el alcance y límites del SGEN mediante su identificación en las actividades de los sitios e instalaciones de la organización.
- Designar un representante de la dirección cuyas responsabilidades contemplan: proponer y definir objetivos, dar seguimiento al progreso del programa de gestión de la energía y promoverlo al interior de la organización.
- Establecer un equipo de gestión de la energía el cual será el principal responsable de ejecutar el programa de gestión de la energía.
- Definir y escribir una política energética como base del SGEN, para establecer líneas de acción orientadas a un mejor desempeño energético a través de la gestión de la energía. (CONUEE/GIZ, 2016)

### **1.3.6 Evaluación del desempeño energético.**

Entender cómo, dónde y por qué se consume la energía en una organización es primordial para poder observar e identificar oportunidades de mejora del desempeño energético. La obtención de resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía en la organización permiten administrar y controlar más adecuadamente los recursos.

El concepto de desempeño energético considera los usos que se dan a la energía (dónde se está utilizando la energía), la forma en que se consume (las cantidades utilizadas de los diferentes energéticos), la intensidad energética (la energía necesaria para obtener una unidad de producto o servicio) y las medidas disponibles para fomentar la eficiencia y el ahorro de energía como se muestra en la figura.



Ilustración 5 Concepto de desempeño energético para un SGEN.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

Dentro del proceso de mejora continua, la organización puede elegir entre una amplia gama de actividades que tengan impacto positivo sobre su desempeño energético, y por lo tanto, la organización requiere realizar una planificación del desarrollo del SGE y registrar la metodología y criterios que utilizará para tal propósito.

En esta etapa se puede realizar una comparación entre los consumos pasados y los actuales, así como estimar los consumos futuros de energía que se tendrían si no se implementan acciones de mejora.

Para realizar una evaluación del desempeño energético (ver figura 1.5), las organizaciones deben:

- Identificar requisitos legales y otros requisitos referentes a la forma de utilización de la energía.(ver anexo 1)
- Analizar sus consumos pasados y/o presentes de energía, incluyendo las fuentes de energía.(ver anexo 2 )



Ilustración 6 .Elementos del proceso y factores estáticos de evaluación del desempeño energético.

Lo anterior, con objeto de establecer incluir la(s) Líneas de Base Energética (LBE) e Indicadores de desempeño energético (IDEn), que tendrán como finalidad ayudar a definir un parámetro inicial para la evaluación de los resultados obtenidos por la organización una vez realizadas las actividades descritas en los planes de acción.

### a) Descripción detallada de requisitos

- Identificar y evaluar los requisitos legales y de otra índole que deben considerarse con relación al uso, consumo de energía y la eficiencia energética.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- Recopilar datos sobre usos y consumos de energía utilizada por la organización, pasados y presentes, incluyendo las fuentes de energía.
- Definir los Usos Significativos de la Energía (USEn) para identificar los factores que influyen en el desempeño energético en función de los patrones y tendencias en el uso y consumo de la energía. (CONUEE/GIZ, 2016)

### 1.3.7. Establecimiento de objetivos y metas.

Una vez definido y priorizado el inventario de oportunidades de mejora del desempeño energético, se fijan objetivos y metas acordes a la política energética y a la información obtenida de la evaluación del desempeño energético. (Ver figura)



Ilustración 7 Proceso de fijación de metas y objetivos energéticos

Los objetivos y metas de desempeño energético conducen las actividades de gestión de la energía y promueven la mejora continua. Los integrantes de la organización pueden apoyar los esfuerzos de la gestión de la energía si se logra una comunicación y promoción correcta de los objetivos y metas.

El cumplimiento de los objetivos se detalla y cuantifica en las metas energéticas, que se transforman en actividades diarias dentro de la organización en el marco de la política energética.

Concretar metas claras y medibles mediante indicadores comparables en el tiempo es fundamental para la comprensión de los resultados esperados, el desarrollo de estrategias eficaces y la obtención de los beneficios financieros esperados. Los objetivos y metas son desarrollados y documentados por el equipo de gestión de la energía en consenso con la alta dirección.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

### a) Descripción detallada de requisitos

- Determinar el marco de trabajo el cual identifica los niveles de la organización pertinentes y el tiempo de cumplimiento para lograr los objetivos y metas.
- Estimar el potencial de mejora a partir de la línea de base energética, indicadores de desempeño energético y usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora se determina el orden de ejecución de los proyectos a realizar.
- Establecer objetivos y metas claras y medibles, con plazos concretos, en función del alcance y límites del SGEEn. (CONUEE/GIZ, 2016)

### **1.3.8. Creación de planes de acción**

Una vez que se tienen establecidos y registrados los objetivos y metas, la organización se encuentra preparada para el desarrollo de una hoja de trabajo para la mejora del desempeño energético, misma que es la base para la creación de los planes de acción. Las organizaciones exitosas han utilizado un plan de acción detallado para asegurar un proceso sistemático orientado al seguimiento del desempeño energético. A diferencia de la política energética, los planes de acción se actualizan con mayor regularidad, con la intención de reflejar logros obtenidos, cambios en el desempeño y los cambios de prioridades.

### a) Descripción detallada de requisitos

- Definir etapas y fines; cada plan de acción debe incluir su objetivo y metas específicas, así como las etapas (tiempos de ejecución) que contempla.
- Asignar funciones y destinar recursos; un plan de acción debe definir el objetivo del mismo, las metas, las acciones específicas, el responsable para cada acción, la fecha compromiso para cada uno de ellos, los recursos necesarios así como el plan de verificación de las metas y objetivos (CONUEE/GIZ, 2016)

### **1.3.9. Puesta en práctica de los planes de acción**

Esta etapa corresponde a la operación día a día del SGEEn. Incluye la implementación, la evaluación y seguimiento de las acciones orientadas a mejorar el desempeño energético de la organización.

Para asegurar el logro de los objetivos y metas es importante contar con el apoyo y la cooperación de todas las personas involucradas en los diferentes niveles de la organización.

### a) Descripción detallada de requisitos

- a) Fortalecer competencias para impulsar el desarrollo del personal involucrado en la operación del SGEEn en su formación.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- b) Elaborar un plan de comunicación y sensibilización, el cual facilita la puesta en marcha de los planes de acción, genera los mecanismos para dar a conocer la información requerida por las partes interesadas e involucra a todos los niveles de la organización.
- c) Establecer documentación del SGEEn para asegurar el funcionamiento de la gestión de la energía y demostrar su mejora continua.
- d) Generar controles operacionales que garantizan el buen funcionamiento de las instalaciones/ sistemas/proceso/equipos y obtener ahorros a partir de oportunidades de costo nulo o bajo.
- e) Incorporar el desempeño energético en el proceso de diseño y de abastecimiento, donde se establece el enfoque para nuevas instalaciones, modificaciones, renovaciones de equipos, sistemas y procesos que tienen un impacto significativo en el desempeño energético.
- f) Establecer criterios de compras, con objeto de incorporar implicaciones de niveles de uso, consumo y eficiencia energética en la adquisición de servicios de energía, productos y equipos, así como la compra de energéticos. (CONUEE/GIZ, 2016)

### **1.3.10. Evaluación de progreso**

En esta etapa se consolidan los datos y la información que previamente se ha generado para evaluar el progreso de un SGEEn, tomando en consideración dos aspectos:

- Los datos de uso y consumo de la energía, el desempeño energético.
- Las actividades realizadas bajo el marco de los planes de acción; los controles operacionales se llevan de manera rutinaria.

Ya en un paso anterior se habló del desarrollo de un Sistema de Seguimiento que se realiza para el desempeño energético e incluye a los USEn y sus variables pertinentes, los IDEn y LBEEn. A estos datos energéticos se agregan para este punto:

- Los planes de acción, su cumplimiento para alcanzar objetivos y metas.
- La evaluación del consumo real contra el esperado.

Lo anterior con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en función de los objetivos y metas de mejora en el desempeño energético establecidos.

Los resultados de dicha evaluación permiten:

- Actualizar actividades.
- Crear nuevos planes de acción.
- Identificar las mejores prácticas.
- Establecer nuevas metas de desempeño

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- a) Descripción detallada de requisitos
- Dar seguimiento y control; incluye el desarrollo de sistemas enfocados a facilitar la evaluación periódica de los planes de acción ejecutados;
  - Medir los resultados; comparando el desempeño alcanzado con los objetivos y metas establecidos, y
  - Revisar los planes de acción y el SGE<sub>n</sub>; mediante un análisis de la funcionalidad de dichos planes con el propósito de identificar las mejores prácticas. (CONUEE/GIZ,2016)

### **1.3.11. Reconocimiento de logros**

Es el aspecto final para evaluar los resultados del sistema corresponde a la alta dirección, para la toma de decisiones.

Es acá donde se mejoran todas las etapas del SGE<sub>n</sub>, incluyendo el desempeño energético, los controles operacionales, el diseño, la comunicación y las adquisiciones.

Un tipo de reconocimiento es la evaluación independiente. Esta puede buscarse ante partes interesadas que se encuentren fuera de las fronteras de la organización, pues mejora el posicionamiento competitivo y la reputación de la organización.

- a) Descripción detallada de requisitos
- Realizar revisiones por la Dirección; ayuda a fortalecer la implementación y adopción general en una organización que está en proceso de mejora continua, debido a que se necesita el apoyo y compromiso de la alta dirección.
  - Tomar decisiones para mejorar el SGE<sub>n</sub>; dar seguimiento a las decisiones y acciones, derivadas de la revisión por la dirección, para asegurar las mejoras y ajustes pertinentes al SGE<sub>n</sub> y al desempeño energético de manera que se aporte valor a la organización. Lo anterior, asegura que se completa el ciclo de mejora (PHVA) en su componente “Actuar”.
  - Evaluar la conformidad, donde se recibe una auditoría por parte de alguien independiente a la organización, se identifican áreas de oportunidad y se les procesa como operaciones para su incorporación a las prácticas normales en las que participa todo el personal. (CONUEE/GIZ, 2016)
  - Genera una cultura organizacional orientada a la gestión de la energía.

La gestión de la energía implica que hay que prestar atención a la energía de manera sistemática con el objetivo de mejorar continuamente el desempeño energético de la organización y de mantener las mejoras logradas. Es la base que asegura que las organizaciones recorran constantemente el ciclo consistente en elaborar políticas

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

(incluyendo la evaluación de los objetivos); planificar acciones, implementarlas y verificar sus resultados; revisar las mejoras obtenidas, y actualizar las políticas y los objetivos, de acuerdo con sus necesidades.

La implementación de un sistema de gestión de la energía no es un objetivo en sí mismo. Lo que importa son los resultados del sistema: la mejora en el desempeño energético gracias a la atención cotidiana al factor energía. El funcionamiento del sistema de gestión de la energía depende de la voluntad de la organización para gestionar el uso y los costos de la energía, y para hacer los cambios necesarios en sus operaciones cotidianas para facilitar estas mejoras y así reducir costos.

### **1.4. Análisis de capacidades y preparación para la implementación de un SGE.**

El análisis de capacidades consiste en identificar y conocer el estado inicial, las condiciones, elementos, recursos y otros factores con los que cuenta una empresa para implementar, operar y mantener un SGE. En la etapa de análisis de capacidades y preparación para la implementación de un SGE, se identifican las fortalezas y necesidades de mejora de la empresa para la implementación de un sistema de gestión de la energía bajo los requisitos de la ISO 50001 y se generan recomendaciones de mejora.

Este análisis requiere de una caracterización energética, tecnológica y organizacional, mediante la recopilación de información histórica pasada y actual, la aplicación de herramientas de evaluación de capacidades, diagnósticos de recorrido en las instalaciones de la organización y la identificación de oportunidades de mejora del desempeño energético. El análisis de capacidades y la caracterización energética en general le permitirá a la organización definir el alcance de la implementación del SGE y su integración con otros sistemas. Incluso, la organización podría identificar que antes de iniciar la implementación del SGE requiere de un plan de fortalecimiento de capacidades en el que se evalúen aspectos organizacionales y operacionales. Dentro de este proceso la empresa debe tener en cuenta las capacidades de recopilación de información para lo cual será necesario considerar sistemas de medición, por ejemplo de consumos asociados a la producción en el caso de la industria o la curva de demanda para otro tipo de organizaciones.

Para la caracterización energética se requiere el levantamiento de la matriz energética de la empresa, el análisis de la demanda y de los consumos y usos finales de la energía, la identificación de áreas, procesos y equipos con uso significativo de la energía para la construcción del diagrama energético-productivo; como también, la identificación de las variables relevantes que afectan en forma significativa el desempeño energético e información para la formulación de los principales indicadores de desempeño energético y

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

la construcción de la línea base energética utilizando información actual e histórica de consumo y producción en un periodo representativo de la operación.

Algunas de las capacidades organizacionales complementarias para la implementación de un SGE corresponden al análisis y evaluación de los sistemas de gestión de la organización (Ambiental, Calidad, SISO, entre otros) relacionados con su estado de madurez y nivel de integración; el diagnóstico de fortalezas y debilidades existentes para la gestión energética.

### **1.6 Auditoría energética en el marco de la ISO 50001**

Una auditoria es la aplicación de un conjunto de técnicas, que permiten determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control del programa de ahorro de energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuanta es desperdiciada (Saravia, 2017).

#### **1.6.1 Auditorías energéticas**

Cada vez con mucha más frecuencia en las últimas décadas, las auditorías energéticas han logrado identificar y reducir las demandas de energía cada día más costosas. Se ha logrado reducir los gastos y avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible. Esto ha hecho que las auditorías energéticas sean cada vez más populares (Saravia, 2017)

En los inicios de la industria petroquímica, el físico francés Antoine Henry Beckerel afirmo que el petróleo era un compuesto demasiado valioso para ser quemado. El científico francés se refería a la riqueza de compuestos útiles y no a su uso como combustible.

Sin embargo el uso del petróleo ha sido como combustible predominante, como claro motor del desarrollo industrial durante décadas y ha puesto la posibilidad de disponer de energía de una manera más sencilla, económica y abundante.

Su importancia en la sociedad industrial es tal que su control se ha convertido en un auténtico panorama político económico internacional.

Esta gran dependencia unida a una situación de debilidad del dólar, se toma la decisión en un momento determinado, por parte de la Organización de Productores de Petróleo (OPEP) de limitar el suministro a los países que apoyasen a Israel, dieron lugar a una primera crisis del petróleo en el año 1973. Las consecuencias económicas fueron devastadoras a nivel mundial lo que hizo pensar a los países desarrollados el peligro que suponía esta gran dependencia de un combustible con características geoestratégicas tan determinadas. Por primera vez se comienza a hablar de la necesidad de emplear un uso de firmas más racional las reservas disponibles. Aparece el concepto de eficiencia energética, se crean agencias de la energía y se comienza a investigar sobre posibles alternativas. Una de las medidas

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

resultantes de la primera crisis del petróleo fue el intento de identificar y evaluar (auditar) las actividades industriales con mayores consumos de energía tanto en EEUU como en España y en el resto del países industrializados. El conocimiento de cómo las empresas contratan su energía, como la consumen en sus procesos y cuanto repercute en sus costos, su posición relativa respecto a otras empresas similares y las posibles mejoras para disminuir el costo energético, constituyen el origen del desarrollo de las auditorías energéticas. Debido siempre a la dependencia del petróleo y la debilidad del dólar producen una nueva discontinuidad, la segunda crisis del petróleo de 1979-1984. En esta nueva crisis se pone en manifiesto que los esfuerzos realizados para evitar este tipo de situaciones no son suficientes, se encontraron las siguientes alternativas para reducir el consumo del petróleo: reconversiones industriales y energías renovables.

Debido a esta segunda crisis surgen las siguientes medidas: en 1979 en EEUU se crea el plan Residential Conservation Services en el cual las empresas eléctricas debían realizar auditorías energéticas en casa sin costo. Paralelamente, en el sector terciario se desarrollan las “Empresas de servicios Energéticos (ECOs)” como punta de partida de los estudios de viabilidad. Estas empresas son compañías que brindan a sus clientes servicios de planificación, realización y en algunos casos financiamiento de medidas de mejora de la eficiencia energética de sus instalaciones. En España se aparece el IDEA y se hace un primer intento de la implementación de energías renovables, apareciendo un gran número de ordenanzas solares, se aprueba el primer plan energético que supone la incorporación de las energías solar fotovoltaica y eólica, se aprueba el código técnico de la edificación.

Sin embargo la situación de dependencia sigue siendo muy alta y la aparición de tensiones en el mundo financiero internacional así como la demanda de china y otras economías emergentes, provoca la crisis del 2008 con una componente energética importante (Saravia, 2017)

### Objetivos y metas de una auditoría energética

El objetivo final de una auditoría energética es la identificación de medidas técnicas y administrativas rentables para el ahorro de energía en toda la organización. Sin embargo para el cumplimiento de este objetivo es preciso plantearse las siguientes metas.

#### *Análisis preliminar de datos*

Realizar un análisis preliminar de datos sobre consumo, costos de energía y de producción, para mejorar el entendimiento de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos del edificio.

#### *Obtención del balance energético global*

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

Es importante la obtención del balance energético global del edificio, así como los balances energéticos de los equipos y las líneas de producción intensivas en consumo de energía para identificar las áreas prioritarias de análisis.

### *Evaluar volúmenes de ahorro*

Para determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.

### *Análisis costo/Beneficio*

Analizar las relaciones entre los costos y beneficios de las diferentes determinaciones dentro del contexto financiero y gerencial de la empresa, para poder priorizar su implementación.

### *Cartera de proyectos*

Elaborar una cartera de proyectos de ahorro de energía rentables y desarrollar un plan de acción para la realización de los mismos, incluyendo metas, fechas y responsabilidades. (Saravia, 2017)

## **Tipos de auditorías energéticas**

### *1. Auditoría Energética de primer nivel*

Esencialmente es una recolección preliminar de información y el análisis de esta, con énfasis en la identificación de fuentes evidentes y posibles para el mejoramiento en el uso de energía.

### *2. Auditoría Energética de segundo nivel*

Proporciona un análisis completo de todos los sistemas energéticos en una planta, tanto equipos como sistemas auxiliares, analizando también los detalles en los procesos. En este tipo de auditoría la medición de los parámetros eléctricos de los principales equipos consumidores de energía es fundamental. (Saravia, 2017).

#### **a) Metodología de una auditoría energética**

Es importante, previo a la realización de las acciones concretas que requiere toda auditoría energética, definir cuál será el procedimiento para alcanzar los objetivos propuestos, cuál será el conjunto de tareas y el método empleado para la recolección, análisis y muestra de resultados. A continuación se muestra los pasos sugeridos para la realización de una auditoría energética.

#### *Visita preliminar*

Es importante contar con una mirada previa de la magnitud del trabajo a realizar, para lo cual es pertinente una visita preliminar de reconocimiento que permita planear y preparar los recursos y el tiempo requerido para tal fin. También se puede aprovechar para pedir la información preliminar como facturación e indicadores preliminares.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

### *Planear los recursos y el tiempo*

En esta etapa se puede hacer una revisión de toda la información que se dispone y se puede identificar claramente la instrumentación necesaria para realizar la toma de datos.

### *Recopilar datos del sitio*

Es importante ir a campo y tomar datos como: consumos mensuales de los diferentes energéticos, la producción de la planta durante los mismos periodos, los horarios de operación de las instalaciones, la identificación de los principales consumidores de energía.

### *Toma de mediciones*

Es necesario completar los datos recopilados de la planta, para que se tenga un mejor respaldo técnico en áreas donde la información de las instalaciones no esté disponible. También es necesario comprobar la operación del equipo más importante en términos del consumo para tener una base para las estimaciones de ahorros potenciales y tener una idea objetiva de la eficiencia de las instalaciones.

### *Análisis de datos*

El análisis de datos incluye: desarrollar una base de datos de consumos de la planta, calcular los costos de los energéticos, elaborar balances energéticos de la planta y calibrarlos con los datos de facturación disponibles, preparar índices de consumo de energía y evaluar la operación de la planta.

### *Estimación del potencial de ahorro*

Como resultado del análisis de la información y de las propuestas, se calcula el potencial de ahorro en términos de: disminución de la demanda, energía ahorrada, ahorro económico, gases de efecto invernadero evitados.

### *Presentación del reporte final*

La adecuada presentación de los datos es fundamental ya que es un factor determinante para la puesta en marcha o no de las medidas. Una buena propuesta debe basarse en hipótesis sólidas y un buen análisis financiero que evalúe y plantee inteligentemente las propuestas que mejor reflejen un cambio. (Saravia, 2017).

## **1.7 Diagnósticos Energéticos**

### **Definición**

Un diagnóstico energético es la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con que se produce, transporta y usa la energía.

### **Objetivos.**

- Identificar dónde y cómo es utilizada la energía en todas sus formas

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- Identificar dónde, cómo y cuánta energía es desperdiciada
- Establecer potencialidades termo económicas de ahorro y conservación de la energía
- Establecer medidas de conservación y ahorro de la energía
- Evaluar la posibilidad técnica y económica de las medidas propuestas.
- Establecer indicadores de eficiencia energética y de consumo en proceso
- Establecer metas generales de ahorro y conservación de la energía.
- Establecer estrategias de operación de menor costo y mayor eficiencia.

### **Actividad.**

Para cumplir los objetivos del diagnóstico se requiere realizar diversas actividades, entre las cuales se pueden mencionar:

- Establecer los regímenes de trabajo más frecuentes de los procesos.
- Medir los distintos flujos másicos, energéticos y exergéticos.
- Determinar los valores de las pérdidas energéticas y exergéticas en cada etapa y en el proceso.
- Registrar las condiciones de operación de equipos, instalación y procesos.
- Efectuar las metodologías de balances de materia, energía, exergía y termoeconómicos que permiten sistemáticamente detectar pérdidas, desperdicios de energía y sus potenciales de recuperación.
- Calcular la eficiencia energética y exergética e índices energéticos de consumo reales y actualizar los de diseño.
- Determinar potenciales de incremento de eficiencia y de ahorro en varias clasificaciones: sin grandes inversiones, con inversiones, mediante cambios tecnológicos del proceso.

### **Aspectos a diagnosticar.**

#### **Operativos:**

- Inventario de equipos consumidores de energía.
- Inventario de equipos generadores de energía.
- Regímenes de trabajo de diseño y reales de equipos y el sistema.
- Inventario de la instrumentación existente y la necesaria o requerida.
- Posibilidades de sustitución de equipos por otros más eficientes o menos consumidores.
- Estado técnico de equipos, sistemas productores, consumidores, transportadores o acumuladores de energía.

#### **Económicos:**

- Precios actuales y posibles cambios de los precios energéticos.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- Costos energéticos de la empresa o institución y su impacto en los costos totales.
- Estimación económica de las pérdidas y los desperdicios.
- Índices de consumo específico de energía.
- Posibilidades económicas de acomodo de carga o aprovechamiento de tarifas preferenciales de compra de energéticos.
- Evaluación económica de medidas de ahorro o de incremento de la eficiencia energética (inversión - efecto económico)
- Relación beneficio - costo de medidas para eliminar desperdicios.
- Análisis de sensibilidad.

### **Energéticos:**

- Formas y fuentes de energía utilizadas.
- Posibilidades de sustitución de energéticos o de cambio de tarifas.
- Volúmenes consumidos.
- Estructura del consumo (a niveles de empresas, dpto., procesos)
- Balance de materia, energía, exergía.
- Diagrama de distribución de la energía y la exergía.
- Posibilidades de autogeneración y cogeneración.

### **Políticos:**

- Tarifas eléctricas.
- Política de precios de los energéticos.
- Política de comercialización de energéticos.
- Programa de uso de las fuentes nacionales de energía.

### **Experiencias:**

Evaluar todas las experiencias que se encuentren sobre el proceso que se trabaja en el ámbito:

- Local.
- Nacional
- Internacional

### ***Información requerida para el diagnóstico.***

#### **Operativa:**

- Manuales de operación de equipos consumidores de energía.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- Manuales de operación de equipos generadores de energía.
- Cartas de regímenes o esquemas térmicos del proceso para cada nivel de operación.
- Valores reales de operación actual.
- Reportes periódicos de mantenimiento.
- Requerimiento tecnológico del proceso productivo.
- Normativas de producción y uso de la energía.

### **Energética:**

- Balance de materia, energía y exergía.
- Serie de consumo histórico de energía.
- Información sobre fuentes alternas de energía y equipos recuperadores.
- Valores nominales de los indicadores energéticos de equipos y procesos en general.

### **Económica:**

- Serie estadística de producción.
- Costos de producción.
- Costos de energéticos.
- Costos de amortización de cada equipo principal.
- Costos de mantenimiento de cada equipo principal.
- Valor de retorno de la inversión inicial por equipos.
- Costos de reposición asociados a cada equipo principal.
- Valor inicial de los equipos.

### **Política:**

- Precios de los tipos de combustibles consumidos.
- Tarifas eléctricas existentes y tarifas que usa la empresa.
- Normalización del consumo de electricidad.
- Disposición de otras fuentes energéticas.

### ***Instrumentos necesarios para las mediciones de campo.***

- Medidores de velocidad de flujo en tuberías y equipos.
- Radiómetros ópticos.
- Pirómetros digitales.
- Contadores de energía eléctrica.
- Analizador de gases de la combustión.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

- Tacómetros
- Medidores de velocidad del aire.
- Termómetros
- Luxómetros

### ***Áreas de aplicación.***

- Motores eléctricos y bombas
- Sistemas eléctricos
- Compresores
- Sistemas de refrigeración
- Áreas de oficina (iluminación, acondicionamiento ambiental, aparatos eléctricos).
- Vehículos automotrices.
- Equipos o sistemas consumidores de calor, frío y energía eléctrica.
- Sistema de tuberías.

### ***Nivel de cultura energética***

- Actitud del personal hacia el uso eficiente de energéticos.
- Hábitos operacionales del personal que provocan derroche de energía.
- Conocimiento del personal de los índices energéticos de cada área y de la empresa en general.
- Conocimiento del personal de los aspectos que provocan pérdidas o derroches de energía en su área y del costo de energéticos.
- Capacitación del personal hacia el ahorro, conservación y uso eficiente de la energía.

### ***1.3.8 Tipos de diagnósticos energéticos.***

**Diagnóstico de primer grado:** Consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación, así como, el análisis de información estadística de consumos y pagos por concepto de energía eléctrica y combustible. Su objetivo fundamental es detectar medidas de ahorro o de incremento de eficiencia energética cuya aplicación es inmediata y con inversiones marginales.

**Diagnóstico de segundo grado:** Consiste en el desarrollo del balance másico y térmico en condiciones reales de operación de áreas, equipos y sistemas con el objetivo de determinar su eficiencia energética e índices de consumos. Estos valores se comparan con el análisis

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

detallado de los registros históricos y con los valores de diseño. A partir de la comparación se establecen las desviaciones y se buscan sus causas (condiciones de operación de equipos, estado técnico, variación de regímenes de trabajo, etc.). Finalmente se deben evaluar desde el punto de vista económico, las medidas que se recomiendan llevar a cabo; se deben establecer los indicadores de consumo y de eficiencia de control en cada área y equipo, así como presentar recomendaciones de un programa de mejoramiento continuo de estos indicadores.

**Diagnóstico de tercer grado:** Comienza con un diagnóstico de segundo grado. Consiste en determinar no solo el uso eficiente de la cantidad de la energía sino también de su disponibilidad total o calidad. Se desarrolla el balance másico, térmico, exergético, entrópico y termoeconómico de cada equipo y del sistema en las condiciones reales de operación; se determinan las pérdidas de calidad y cantidad de la energía, sus causas y los sobreconsumos de energía primaria (combustible o energía eléctrica) que provocan las mismas.

**Diagnóstico de cuarto grado:** En este diagnóstico se utilizan técnicas de simulación de procesos con la finalidad de estudiar no sólo las condiciones de operación nominales sino diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos. También el sistema de simulación en computadora permite el control periódico de todos los indicadores y su registro histórico con facilidad sin necesidad de contratar especialistas. Este tipo de diagnóstico permite implantar un sistema de mejoramiento continuo de la eficiencia con sus estructura organizativa específica en la empresa que genera y establece proyectos de mejora continuas en diferentes áreas utilizando todas las herramientas básicas, medias y especiales para el incremento de eficiencia y el ahorro de energía.

Las recomendaciones derivadas de este diagnóstico se dividen en: de corto, mediano y largo plazo, algunas implican modificaciones de tipo tecnológico e inversiones importantes, como puede ser lograr el autoabastecimiento energético.

Durante la realización de los diagnósticos energéticos se suele emplear los diagramas de Pareto, los cuales son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. 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, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

**Conclusiones del capítulo**

- 1.- Los referentes teóricos abordados sobre la gestión energética demuestran que la energía es un recurso que se puede gestionar mediante un proceso de mejora continua. Al hacerlo, se obtienen múltiples beneficios, entre los que destacan la reducción de costos y el incremento de la eficiencia energética.
2. La gestión energética ocupa a la mayoría de los países y empresarios. En Cuba especialmente, es parte de la política del Estado, como uno de los Lineamientos del Partido y cuenta además con basamentos legales, donde se dictan los requerimientos para su implementación en el sector estatal.

## CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Introducción

En este capítulo se aborda la descripción detallada del objeto de estudio, su ubicación, estructura, objeto social, composición de su sistema de energía eléctrica con los datos más precisos posibles, sobre qué se hizo para llevar a cabo la investigación, que pasos se siguieron, procedimientos para la recopilación de la información, cómo se procesó la información, cómo se realizaron las mediciones, esquemas de mediciones, cómo se realizó el levantamiento de la potencia instalada, qué expresiones se utilizaron para los cálculos. Así como las características técnicas de los equipos de medición utilizados.

### 2.1 Caracterización de la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño Vértice Holguín. (Edificio Central)

La Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño de Holguín, VERTICE, perteneciente a la OSDE (Organización superior de dirección empresarial) de ingeniería y diseño, tiene su domicilio en la calle Frexes # 358 esquina a Guiteras del Municipio de Holguín, fue creada mediante Resolución No. 214/04 del Ministerio de Economía y Planificación y por la 389/04 del Ministerio de la Construcción y asentada en el Registro de Constructores con la Licencia 255-05 y 537-05, ambas del veintitrés de febrero del dos mil cinco, renovada por la Resolución número 79-2011 de fecha nueve de marzo del dos mil trece. VERTICE fue traspasada a la OSDE de Diseño e Ingeniería mediante la Resolución 1071 -14 de fecha veintiséis de diciembre de dos mil catorce del Ministro de Economía y Planificación y la Resolución 387-14 de fecha 30 de diciembre de 2014 del Ministro de la Construcción, ubicación de nuestro objeto de estudio. (ver figura )



Ilustración 17. Mapas de Google. Ubicación de la Empresa VERTICE.

**2.1.1 Misión.**

Proporcionar a los clientes y partes interesadas los servicios de ingeniería y diseños de la construcción altamente cualificados y competitivos; generar mayor bienestar, desarrollo personal y profesional de los trabajadores y contribuir al desarrollo sostenible de la comunidad y el entorno.

**2.1.1 Visión**

Somos una organización de alto desempeño en los servicios de Ingeniería y Diseño.

**2.1.3 Objeto Empresarial**

Objeto Social de la Empresa de Servicios de Ingeniería y Diseño de Holguín, VERTICE, siendo en lo sucesivo el siguiente:

1. Brindar servicios de Ingeniería en dirección integral de construcción de inversiones y obras.
2. Prestar servicios técnicos-profesionales de proyección, diseño, ingeniería, consultoría y topografía aplicados a la construcción.

**2.1.4 Tiene por objetivo:**

Demostrar la capacidad de la empresa para suministrar servicios que satisfagan los requisitos reglamentarios aplicables.

Aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios.

Lograr una mejora continua en el desempeño energético y ambiental de la organización, minimizando los impactos ambientales causados por la organización.

Lograr un capital humano motivado, protegiendo su salud e integridad en relación a la prevención y control de los riesgos identificados en los procesos y actividades con los que interaccionan.

**2.1.5 Comprensión de la organización y su contexto.**

VERTICE realizó el análisis estratégico a partir de los escenarios en los que se desempeña y del análisis del entorno interno y externo aplicando la matriz DAFO. Para la determinación del contexto externo se consideraron cuestiones relativas a:

**Ámbito económico**

Desarrollo de las obras para los programas del turismo, viales, la vivienda, obras industriales, sociales.

Necesidad cada vez más creciente de utilizar las fuentes de energía renovable.

Problemas ambientales causados por la acción del hombre como el agotamiento de los recursos naturales, de la capa de ozono, la desertificación y la sequía, el calentamiento global, etc. Cambio climático.

**Ámbito tecnológico.**

- Introducción de nuevas tecnologías en el proceso de diseño. Ejemplo software REVIT.
- Las tecnologías de la informática y las comunicaciones avanzan más rápidamente en el mundo y en el país. La empresa no puede alcanzar el ritmo necesario para permanecer constantemente actualizada, de ahí que se mantiene con un alto por ciento de obsolescencia en el equipamiento tecnológico. Lo mismo sucede con el parque de equipos automotores.

**Ámbito socio-cultural.**

- Las necesidades de mejorar económicamente provocan el éxodo de trabajadores hacia la ejecución de obras del Turismo por la promulgación de los nuevos sistemas de pago. La fluctuación de la fuerza también ocurre hacia las cooperativas no agropecuarias o cuenta propia.

**2.1.6 Estructura organizativa del centro.**

La estructura organizacional del centro está compuesta por un Director General, la Dirección Adjunta, y demás componentes de la Infraestructura: Sistema de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de una organización, la U.E.B: Unidad Empresarial de Base, y las UGDC: Unidad de Gestión y Dirección de la Construcción; se reconoce al Especialista en Gestión de la Energía como el responsable en velar por el cumplimiento de la política energética en la empresa.

En la Figura se observa la estructura organizativa de la Empresa en su composición general

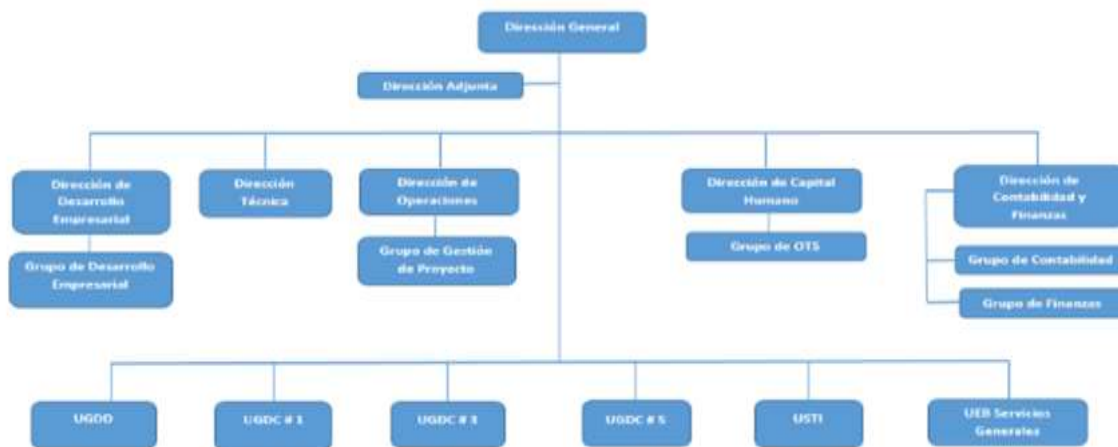


Ilustración 18. Organización estructural del Centro.

### **2.1.7 Breve caracterización del sistema estructural del objeto de estudio.**

El Edificio Central de la Empresa presenta una construcción que data de los años 1950, su primer nivel conto en aquel momento con un sistema estructural de pórticos de hormigón armado, muros de mampostería entre columnas y placa monolítica fundida in situ. Luego se hicieron algunas ampliaciones en segundo y tercer nivel, dándole continuidad a las columnas del primer nivel, fundiendo vigas de hormigón armado y utilizando losas prefabricadas en la cubierta. (Ver figura). La estructura del edificio cuenta con una instalación que ocupa alrededor de 30x40m<sup>2</sup> divididas de la siguiente manera.



Ilustración 19. Diagrama del Edificio Central

### **2.1.8 Estructura organizativa.**

El Edificio Central VERTICE cuenta con una estructura organizativa vinculada a los procesos de producción y dirección administrativa para el desarrollo de la Empresa (ver anexo 3), este servicio dentro de los 13 que en estos momentos tenemos contratados se caracteriza por ser uno de los más altos consumidores de las fuentes de energía identificadas (ver anexo 4) lo cual trae consigo incidencias en la provincia. Se cuenta además con un parque vehicular de 25 equipos de estos 20 autos ligeros, 3 motocicletas y 2 equipos de carga y pasaje. Con el decursar de los años los servicios que se prestan en esta instalación de la empresa han ganado en prestigio gracias al minucioso trabajo realizado en aras de atender de la mejor manera a todos los clientes. Se ha logrado un crecimiento y desarrollo sostenido a nivel de organización, calidad técnica del personal e infraestructura. Además, se ha podido

llevar a cabo una serie de proyectos principalmente para el sector del turismo y vivienda logrando muy buenos resultados. (Figura)



Ilustración 20. Estructura organizativa Edificio Central.

La instalación se encuentra dividida en 7 departamentos:

❖ **Dirección General y Dirección Adjunta.**

- Garantizar que la política indique su compromiso con la mejora continua de la eficiencia y efectividad en el uso de los recursos energéticos, la reducción del impacto ambiental, el uso de fuentes alternativas, la calidad y la pertinencia de los recursos energéticos y la operación.
- Garantizar que esta se revisa y se priorizan los objetivos descritos en la política y se asegura el soporte requerido para cumplirlos.
- Aprobar los Planes definidos para la gestión de la eficiencia energética en la entidad.
- Asegurar que se realiza el proceso de Revisión por la Dirección en los períodos establecidos.

❖ **Dirección de Operaciones.**

- Garantizar que todos los procesos productivos se realizan cumpliendo con las medidas de ahorro energético de la entidad.
- Garantizar que todos los procesos productivos cumplan con los requisitos legales y reglamentarios aplicables y vigentes a cada servicio.
- Concebir desde la conceptualización del servicio con EL CLIENTE, la eficiencia energética y el uso de las fuentes renovables de energía.

- Aportar los datos necesarios para la realización del proceso de Revisión por la Dirección en los períodos establecidos.
- Cumplir con el Plan de Acción para alcanzar los Objetivos y Metas Energéticas.

❖ **Dirección Técnica.**

- Identificar correctamente la base legal y reglamentaria referida a la eficiencia energética en cada uno de los servicios contratados.
- Verificar la realización de proyectos de Eficiencia energética que contribuyan al mejor desempeño de la entidad y al logro de los objetivos energéticos trazados.
- Cumplir con el Plan de Acción para alcanzar los Objetivos y Metas Energéticas.

❖ **Dirección de Desarrollo Empresarial.**

- Asegurar que el SGEEn se implementa, se mantiene y se mejora de acuerdo a los requisitos de la NC ISO 50001.
- Garantizar la realización del seguimiento y desarrollo de los procesos y procedimientos de monitoreo del SGEEn.
- Asegura la identificación y aplicación de las Acciones Correctivas para el SGEEn.
- Cumplir con el Programa de auditorías internas planificadas, así como el seguimiento a las NC identificadas.
- Informar los resultados de las Auditorías Internas al Consejo de Dirección.
- Cumplir con el Plan de Acción para alcanzar los Objetivos y Metas Energéticas.

❖ **Dirección UGDD y USTI.**

- Cumplir correctamente con la base legal y reglamentaria referida a la eficiencia energética en cada uno de los servicios contratados.
- Asegurar que se cumplan las medidas de ahorro energético de la entidad en cada proceso productivo.
- Cumplir y hacer cumplir las regulaciones de la Licencia Energética en los servicios de Diseño y durante la Dirección y Administración de las Obras de construcción.
- Asegurar la realización de proyectos de Eficiencia energética que contribuyan al mejor desempeño de la entidad y al logro de los objetivos energéticos trazados.
- Cumplir con el Plan de Acción para alcanzar los Objetivos y Metas Energéticas.

**2.1.9 Distribución eléctrica del Edificio Central VERTICE.**

Para desarrollar la investigación eléctrica, se comenzó por la necesidad de conocer la situación problemática en el sistema eléctrico del objeto en cuestión de estudio, lo que se

logró a través de un levantamiento eléctrico de la instalación, detectándose algunas afectaciones para su buen funcionamiento:

#### *Edificio Central*

1. Tiene una pizarra general para alimentar sus circuitos, todos parten de un interruptor general al que se encuentran conectados los diferentes circuitos del objeto.
2. Los interruptores de la pizarra de fuerza que existen en el segundo nivel, no tienen identificación ni se conocen sus características.
3. Existe un 90 % de circuitos con derivaciones realizadas en el falso techo sin una protección.
4. Las medidas de ahorro energéticas aplicadas, no cuentan con un respaldo del sistema eléctrico y dependen de la voluntad de los hombres.

El servicio se alimenta de un banco exclusivo compuesto por tres transformadores monofásicos con capacidad total de 120 kVA y tensiones 120/240 V por baja, la conexión es en delta abierta, alimentación simple , el metro contador de Media Tensión con equipo de medición de tres registros, se aplica la tarifa de medición M1-A. (Ver figura)

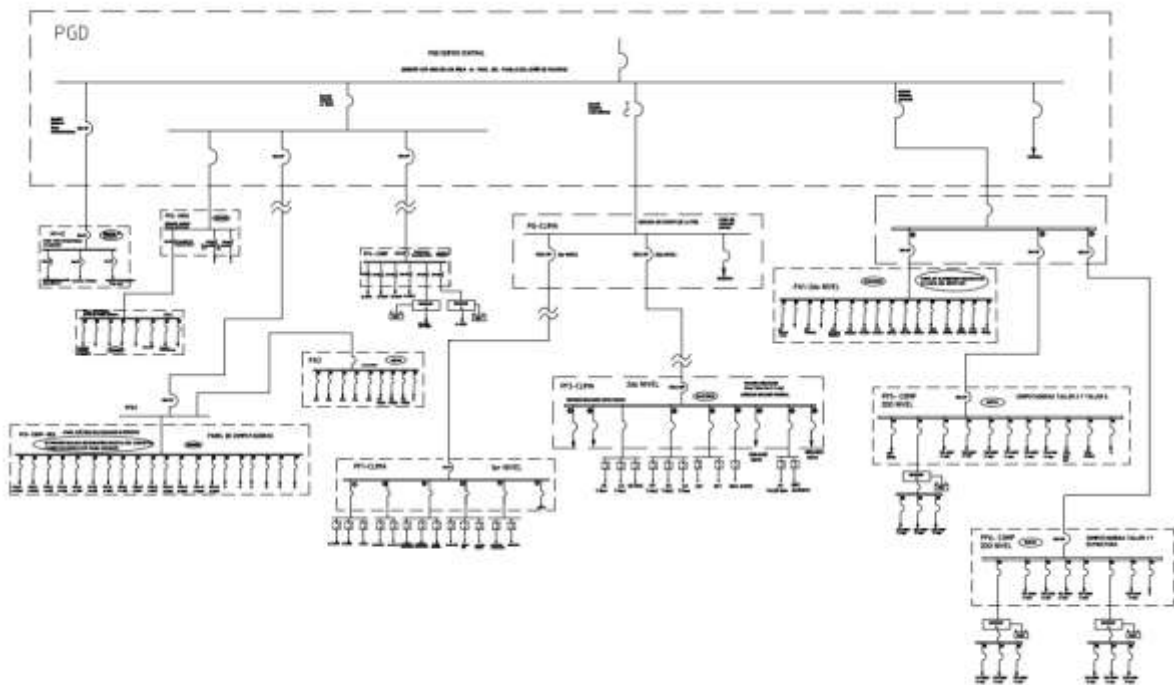


Ilustración 21. Diagrama monolineal Edificio Central.

### **2.1.10 Descripción de la Pizarra Distribución General del Edificio Central VERTICE.**

Descripción del panel principal del sistema de distribución.

El panel principal del Edificio Central se encuentra ubicado en el piso 1 al costado de la pared que da al lateral izquierdo de la entrada principal de la edificación, el mismo se ubica muy próximo al banco de transformadores. El mismo es el encargado de distribuir la energía a toda la instalación, por lo que están compuestos por 11 interruptores no automáticos de ellos tres con 3 trifásicos y 8 monofásicos. Trabajos de años anteriores realizados a este panel brindan la siguiente información, la cual se mantiene actualmente, ya que se pudo comprobar a través de estudios y mediciones eléctricas realizadas sobre el mismo. Por lo que el interruptor no automático 1 alimenta el edificio. El interruptor no automático 2 y 3 son los encargados de alimentar el local del servidor que se ubica en el primer nivel del edificio, los interruptores no automáticos 4 y 5 alimentan el tercer nivel, los interruptores no automáticos 6 y 7 alimenta los interruptores 8,9,10 y 11 alimentan el primer nivel. Este panel se encuentra en buen estado. (Ver figura)



Ilustración 22. Panel general de distribución del Edificio Central.

### **2.2 Ejecución del trabajo.**

Para la ejecución del trabajo se realizó un estudio de carga con levantamiento de la potencia instalada y medición de las corrientes, tensiones y potencias en el circuito principal y en los circuitos secundarios.

.Para la recolección de los datos se presentó dos vías. La primera fue a través de la información entregada directamente por la facturación del servicio en la empresa eléctrica (planillas de consumo eléctrico); la segunda fue obtenida a través de una inspección en terreno a los procesos de producción y equipos instalados en las diferentes áreas de la organización, con la consecuente medición de la potencia eléctrica instalada con las

herramientas establecidas. Los datos recopilados abarcaron un periodo de 10 meses, desde enero hasta octubre de 2022.

A partir de aquí se revisó el banco de problemas de la organización, haciendo énfasis en los problemas energéticos que no estaban debidamente identificados (ver anexo 1). También se determinó la carencia de medios de medición y la falta de gestión para la adquisición de los mismos, la captación de datos estadísticos de los portadores claves, la falta de atención y la no identificación de los trabajadores y jefes intermedios que son determinantes en los consumos de estos portadores, en este sentido se pudo constatar algunos de los problemas detectados estaban dados por la falta de conocimientos, lo que provocó el diseño de un Plan de Capacitación que introdujera temas relacionados al ahorro, control y uso racional de los portadores energéticos (ver anexo 2). Todo esto coadyuvó a la realización del diagnóstico energético de la instalación.

Se realizó un levantamiento energético general del sistema de suministro eléctrico en el edificio, para tener en cuenta la carga instalada en cada local, siendo posible determinar las condiciones técnicas y el consumo de la energía eléctrica. Para esto se realizaron las mediciones de las principales magnitudes eléctricas en el panel de este edificio permitiendo evaluar el comportamiento de las cargas en distintas áreas y en general, para así confeccionar una base de datos con todas las mediciones eléctricas tomadas y aplicar los conocimientos para la obtención de los resultados a través de los objetivos propuestos.

Para la realización de esta investigación se realizaron mediciones en el panel eléctrico. Las mediciones se realizaron de la siguiente manera: 3 mediciones diarias comprendidas en los horarios de 9:00 AM a 11:00 PM y de 13:00 PM a 15:00 PM a lo largo de una semana y en intervalos de una hora exceptuando el fin de semana. Se establece este horario teniendo en cuenta que siendo una instalación de oficinas y talleres de producción de ingeniería y diseño, fuera de este rango de tiempo el consumo es mínimo y se mantiene estable. En dichas mediciones se tomaron los siguientes datos en cada fase: voltaje (V), corriente (I), potencia activa (P), potencia reactiva (Q), potencia aparente (S) y el factor de potencia (fp). El instrumento utilizado fue un medidor de potencia UNI-T UT233.

### ***2.2.1 Descripción de los equipos de medición utilizados***

#### ***Analizador de redes***

El equipo utilizado en esta investigación fue un analizador de redes modelo UNI-T UT233 (ver anexo 3). El UT-233 de UNI-T es un instrumento de gancho para la medición en circuitos monofásicos y trifásicos True RMS rango máximo de corriente 1000 A con función de inspección de secuencia de fases. Monitorea la calidad de la energía de manera efectiva. El

mismo fue empleado para realizar mediciones puntuales monofásicas en cada fase. El mismo puede medir la tensión, la corriente, la potencia activa, la potencia aparente, la potencia reactiva, el factor de potencia, el ángulo de fase, la frecuencia, la energía activa, entre otras. Éste instrumento de medición está compuesto por una pinza o tenaza en su parte superior con la que se puede medir la intensidad de la corriente, consta además de cuatro conductores y sus respectivas pinzas pertenecientes a la fase 1, la fase 2, la fase 3 y al neutro, de colores rojo, azul, amarillo y negro respectivamente. Dichas pinzas son utilizadas para la medición de la tensión en cada fase del circuito. El funcionamiento de la pinza o tenaza medidora se basa en la medida indirecta de la corriente circulante por un conductor a partir del campo magnético o de los campos que dicha circulación de corriente genera. Recibe el nombre de tenaza porque consta de un sensor, en forma de tenaza, que se abre y abraza el cable cuya corriente queremos medir. Este método evita abrir el circuito para efectuar la medida, así como las caídas de tensión que podría producir un instrumento clásico. Por otra parte, es sumamente seguro para el operario que realiza la medición, por cuanto no es necesario un contacto eléctrico con el circuito bajo medida ya que, en el caso de cables aislados, ni siquiera es necesario levantar el aislante. Para utilizar la tenaza, hay que pasar un solo conductor a través de la misma, si se pasa más de un conductor a través del bucle de medida, lo que se obtendrá será la suma vectorial de las corrientes que fluyen por los conductores y que dependen de la relación de fase entre las corrientes. En el caso del funcionamiento de las pinzas utilizadas para medir el voltaje se deben colocar mismas en los bornes del circuito a medir o en una sección del cable que no tenga aislante, cumpliendo con estos requisitos en las pinzas y en la tenaza podemos medir la tensión y la intensidad de la corriente respectivamente que pasa por el circuito que se analiza. Teniendo estos datos el mismo equipo nos ofrece potencia activa, reactiva, aparente, etcétera. El medidor de potencia posee un Display: Multi LCD, cuyo máximo valor de medida es 9999 y en el cual se muestran los datos obtenidos durante la medición y un pequeño teclado con el que se pueden elegir las distintas funciones de las que dispone el equipo, que pueden ser: Save (memoria del equipo, que pueden ser de 99 posiciones de memoria máximo, mediciones simples o continuas), máximo y mínimo valor de casi todos los parámetros (expuesto en las secciones de arriba), posibilidad de iluminación del display (luz blanca), conexión con ordenador a través del puerto USB, con el botón Select se puede obtener el voltaje, la corriente, la frecuencia, la potencia activa, la reactiva y la aparente, el factor de potencia, la energía, el número de fases, etc. El equipo puede realizar 3 muestras por segundo, tiene un diámetro máximo de la pinza o tenaza medidora de 55 mm, posee una

barra analógica de medición, se alimenta a través de 4 pilas AA de 1.5 V, sus dimensiones son 303 mm x 112 mm x 39 mm y su peso es de 601 gramos.

Con este instrumento registrador se realizaron las mediciones eléctricas puntuales para determinadas cargas. También se utilizó en el levantamiento de las cargas instaladas de cada local. Las especificaciones de precisión para el instrumento se pueden encontrar en el anexo.

***Medidor inteligente trifásico operado por transformador. P2000 MICROESTRELLA.***

El Contador Bluestar P2000-T cumple con las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) estándar IEC62053-21 (Clase 1) y 22 (Clase 0,2S y 0,5S) para contadores de energía estática. Las características principales del contador P2000-T incluyen componentes de ajuste no físicos, procesamiento de señal digital, filtros digitales, corrección de error digital, calibración digital, inmunidad a la fluctuación de temperatura y excelente estabilidad. Debido a su multiplicador de sobrecarga de 10 veces, P2000-T puede registrar el uso de energía de carga extremadamente baja, sus mediciones precisas de tensiones, corrientes, factor de potencia y potencias pueden reemplazar una serie de instrumentos indicadores y transmisores. Las especificaciones de precisión para el instrumento se pueden encontrar en el anexo 4.

### **Conclusiones**

Los métodos que se aplicaron en este trabajo son reconocidos y válidos para las mediciones eléctricas y para el procesamiento de la información. Se realizó una descripción del suministro eléctrico del área tomada como objeto de estudio. Los equipos de medición utilizados en las mediciones contaron de la precisión requerida para determinar el comportamiento de las magnitudes eléctricas en el Edificio Central.

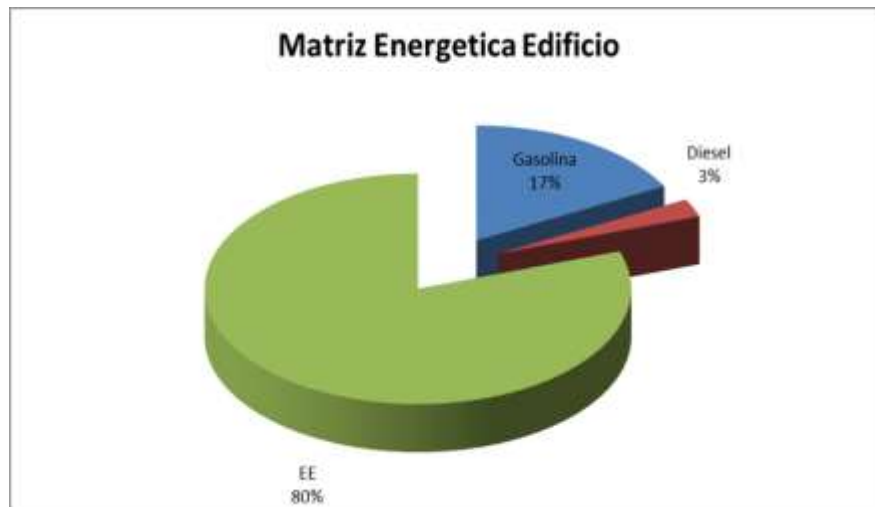
### CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### Introducción

En el capítulo se muestran mediante tablas y gráficos los resultados obtenidos en la investigación con su respectiva interpretación.

#### 3.1 Análisis de los portadores energéticos.

El esquema de los portadores energéticos de la instalación según análisis de Pareto se muestra en la gráfica 3.1.



Grafica 3.1 Comportamiento de los portadores energéticos.

La gráfica muestra que el mayor portador energético es la electricidad, con un 85 %, seguido por el Diésel con un 7%, luego la gasolina con 8 %. Se observa que el portador Electricidad representa más del 80% del total de portadores por lo que la teoría de Pareto recomienda prestar principal atención a éste indicador, pues es el que más oportunidades de ahorro y mejoras ofrece para aumentar la eficiencia energética.

#### 3.2 Determinación de la potencia instalada por tipología de equipos.

Para determinar las principales fuentes de consumo, se realizó un levantamiento de carga en el edificio que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Determinación de la potencia instalada en el edificio.

Equipos	Cantidad	Potencia	% P. total
Medio informático	97	43.650	37.29
Aire de ventana	18	34.200	29.22
Ventilador de pie	7	0.336	0.29
Ventilador de pared	35	1.925	1.64
Impresora Canon	13	0.195	0.17
Dispensador de agua	3	3.600	3.08

Microwawe	4	5.800	4.95
Tetera de acero inoxidable	5	7.500	6.41
Televisor HATEC HAIER	4	0.560	0.48
Split M2 Quay 1200 BTU	6	8.400	7.18
Plotters	4	1.600	1.37
Copiadoras	1	1.440	1.23
Escáner	1	0.020	0.02
Grabadora	1	0.025	0.02
Ventilador de techo	2	0.140	0.12
Mini bar	1	0.276	0.24
Refrigerador	1	0.450	0.38
Cocina Eléctrica	1	0.002	0.00
Split	5	1.800	1.54
Lámpara LED de 18 W	143	2.574	2.20
Lámpara LED T-10 W	156	1.560	1.33
Bombillos LED	3	0.027	0.02
Lámpara F-32 W	29	0.928	0.79
Lámpara F 18 W	1	0.018	0.02
Lámpara F 17 W	2	0.034	0.03
Total	543	117.060	

En la tabla 6 se observan los equipos de mayor consumo del edificio representados por cantidad de ese tipo instalados como los medios informáticos, así como los demás equipos que tienen una mayor demanda que se encuentran en distintos locales y por lo tanto son los de alta repercusión en el consumo de energía eléctrica en esta instalación.

Tabla 6. Equipos de mayor demanda

Equipos de mayor demanda en el edificio	
Tipología	Cantidad
Aire de ventana	18
Medio informático	97
Split M2 Quay 1200 BTU	6
Microwawe	4
Tetera de acero inoxidable	5
Copiadoras	1
Plotters	4

**3.2.1 Potencia instalada por niveles.**

Los resultados del levantamiento de carga en los distintos niveles que componen la instalación del edificio se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 7. Levantamiento de la potencia instalada por locales en el nivel 1 del Edificio Central

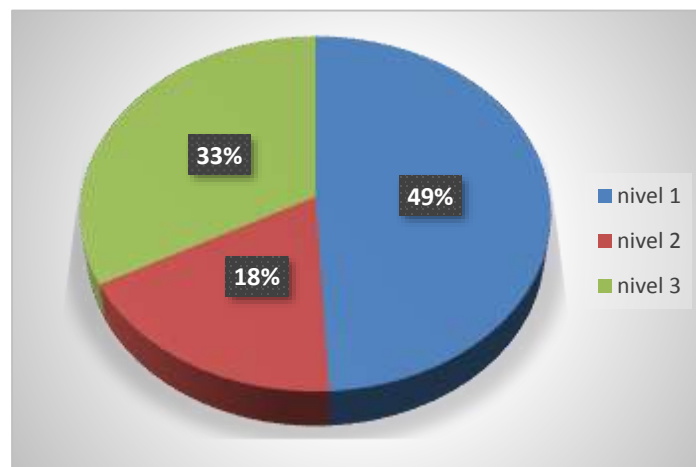
<b>Local</b>	<b>Total</b>
Grupo Técnico	6.026
Dirección Técnica	2.1667
Dirección Desarrollo Empresarial	2.9947
Grupo de Informática	7.277
Grupo de Gestión de Proyectos	9.654
Dirección Operaciones	2.542
Servidor	18.934
Grupo de Archivo y Reproducción	11.899
Director USTI	2.041
Recepción	0.208
Entrada	0.091
Pasillo	2.774
Baño de mujeres	0.064
Baño de Hombres	0.128
<b>Total</b>	<b>66.7994</b>

Tabla 8. Levantamiento de la potencia instalada por locales en el nivel 2 del Edificio Central.

<b>Local</b>	<b>Total</b>
Salón de reuniones.	1.6
Secretaria	2.452
Pantry	1.414
Dirección Adjunta	2.085
Baño	0.028
Escalera	0.018
Grupo de Servicios Técnicos	14.735
Dirección General	2.043
<b>Total</b>	<b>24.375</b>

Tabla 9. Levantamiento de la potencia instalada por locales en el nivel 3 del Edificio Central.

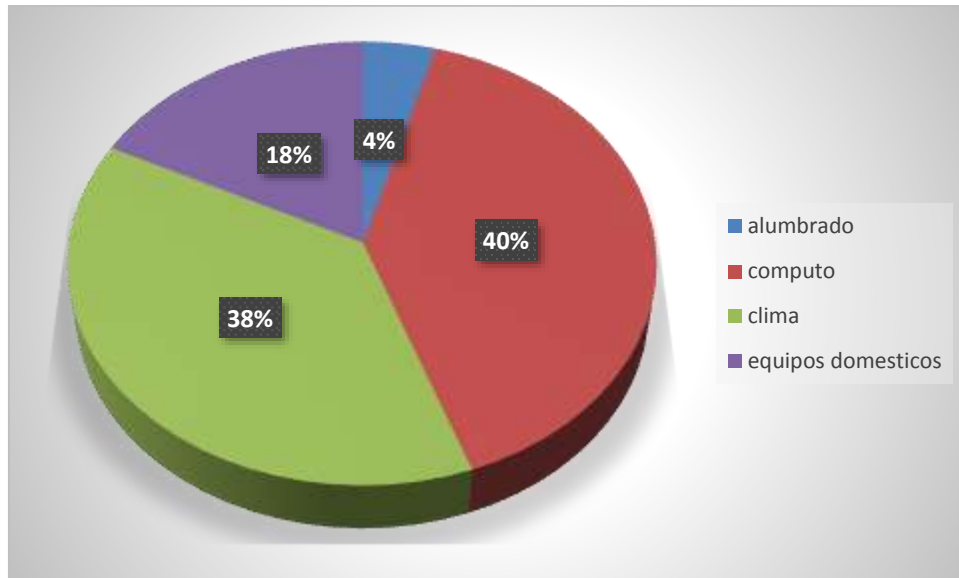
Local	Total
Taller especialidades	12.206
Taller Estructura	13.926
Equipo Diseño 2	9.532
Taller Instalaciones Especiales	3.617
Control a la Producción	3.541
Equipo Diseño 6	0.586
Pasillo	1.23
Baño Hombres	0.01
Baño Mujeres	0.01
Escaleras	0.064
Total	44.722



Gráfica 3.2 Levantamiento general de la potencia instalada.

En la gráfica 3.2 hace referencia a la potencia instalada de manera general en el Edificio Central, donde el nivel 1 se representa la mayor potencia, debido a la cantidad de motores que posee el local de archivo y reproducción y el servidor general de la Empresa.

Como resultado final se muestra en la gráfica 3.3 cómo se comporta cada equipo consumidor con respecto a la potencia total que se demanda, por lo que se puede observar como el mayor por ciento de las cargas inciden mayormente en los motores que se encuentran en equipos de cómputos distribuidos en todos los niveles de la instalación.



Grafica.3.3. Por ciento de la potencia total que representa cada equipo instalado.

**3.2.2 Comportamiento histórico del consumo de energía.**

En los gráficos 3.4 y 3.5 se muestran los comportamientos históricos de la facturación según registros del contador de energía en la empresa, durante este año 2022. Se observa la tendencia a una disminución en el uso de energía eléctrica, esto conlleva a una correlación positiva en la introducción de los principales parámetros que rigen la política de la norma ISO 50001 sobre la gestión de la energía.



Grafica 3.4 Comportamiento histórico del consumo energía en el Edificio Central



Grafica 3.5 Elementos que se registran en la facturación.

### 3.2.3 Comportamiento de las principales magnitudes eléctricas

Se realizaron las mediciones de las principales magnitudes eléctricas en el panel de este edificio permitiendo evaluar el comportamiento de las cargas en distintas áreas y en general, para así confeccionar una base de datos con todas las mediciones eléctricas tomadas.

Tabla 10. Comportamiento de las tensiones y corrientes en el circuito que alimenta el primer nivel del edificio.

#### Mediciones Monofásicas

Hora	Ua (V)	Ia (A)
9:15a.m	118.6	40.8
10:15am	120	5.6
11:30pm	119.7	4.7
13:20pm	117	54.9
14:15 pm	120	0.9
14:35 pm	115.9	6.5
15:00 pm	214	4.3

**Mediciones Trifásicas**

Hora	Ua (V)	Ub (V)	Uc (V)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)
10:30am	119.2					
		119	119.1	1.4	8.2	7.8
13:40pm	117.5	118.1	117.9	1.9	8.6	7.9

Se representa el comportamiento de la corriente promedio por fase del panel eléctrico del área. En la misma se observa que se producen dos picos altos de corriente en el horario de las 9:15 horas con 40.8 A y las 13:20 horas con 54.9 A, para la fase A. Por lo que se puede explicar que el aumento de corriente en esos picos se debe a que la potencia activa en ese horario posee valores que son elevados. Esto se debe a que es la hora en que hay mayor carga conectada en el área y, si aumenta la potencia, aumenta la corriente.

Tabla 11. Comportamiento de las potencias y del factor de potencia en el circuito que alimenta el primer nivel del edificio.

**Mediciones Monofásicas**

Hora	Pa (kW)	f.p A
9:15a.m	4.66	-0.99
10:15am	-0.66	-0.99
11:30pm	-.055	-0.99
13:20pm	6.33	0.99
14:15pm	-0.99	0.99
14:35pm	0.43	0.59
15:00pm	-0.76	-0.84

**Mediciones Trifásicas**

Hora	Pa (kW)	Pb (kW)	Pc (kW)	f.p A	f.p B	f.p C
10:30a.m	-0.06	-0.42	-0.62	-0.48	-0.45	0.67
13:40p.m	-0.1	-0.41	0.61	-0.5	-0.42	0.67

Se observa también el comportamiento del factor de potencia entre 0.59 y 0.99. Este incrementa su valor a partir de las 10:00 horas hasta las 13:00 horas con un valor de 0,99. Esto denota la presencia de las mayores cargas conectada en ese horario.

Tabla 12. Comportamiento de las tensiones y corrientes en el circuito que alimenta el segundo nivel del edificio.

**Mediciones Monofásicas**

Hora	Ua (V)	Ia (A)
10:30a.m	116.5	13.6
13:30pm	117.2	13.4

**Mediciones Trifásicas**

Hora	Ua (V)	Ub (V)	Uc (V)	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)
10:50a.m	116.3	117.2	117.7	38.2	13.2	13.3
14:00pm	117	116.8	117	24	8.6	17.3

Se representa el comportamiento de la corriente promedio por fase del panel eléctrico del área. En la misma se observa que se produce picos altos de corriente en el horario de las 11:00 horas y las 13:15 horas con, para la fase A. Por lo que se puede explicar que el aumento de corriente en esos picos se debe a que la potencia activa en ese horario posee valores que son elevados. Esto se debe a que es la hora en que hay mayor carga conectada en el área y, si aumenta la potencia, aumenta la corriente.

Tabla 13. Comportamiento de las potencias y del factor de potencia en el circuito que alimenta el segundo nivel del edificio.

#### Mediciones Monofásicas

Hora	Pa (kW)	f.p A
10:30a.m	1.45	0.96
13:30p.m	1.41	0.94

#### Mediciones Trifásicas

Hora	Pa (kW)	Pb (kW)	Pc (kW)	f.p A	f.p B	f.p C
10:50a.m	3.77	0.45	1.9	-0.87	-0.99	0.94
14:40p.m	-2.19	-0.01	-1.98	-0.8	-0.023	-0.99

Se observa el comportamiento del factor de potencia entre 0,95 y 1. Este incrementa su valor a partir de las 10:30 horas hasta las 14:00 horas con un valor de 0,99.

Tabla 14. Comportamiento de las tensiones y corrientes en el circuito que alimenta el tercer nivel del edificio.

Hora	Ua (V)	Ia (A)
10:02a.m	119.5	17.5
11:06am	118.7	18.4
11:42pm	119.5	0.9
1:24pm	119	1.5
2:00 pm	115.8	18.3
2:40 pm	116.7	1.4

Se representa el comportamiento de la corriente promedio para el nivel 3 del panel eléctrico del área. En la misma se observa que se mantiene estable el consumo de corriente en los horarios medidos.

Tabla 15. Comportamiento de las potencias y del factor de potencia en el circuito que alimenta el tercer nivel del edificio.

Hora	Pa (kW)	f.p A
10:02 a.m	1.9	0.92
11:06 am	-1.97	-0.93
11:42 am	0.11	0.99
1:24 am	-0.17	-0.99
2:00 pm	1.92	0.92

Se observa también el comportamiento del factor de potencia entre 0,92 y 0.99. Este incrementa su valor a partir de las 11:00 horas hasta las 15:00 horas con un valor de 0,99. Esto denota la presencia de las mayores cargas conectada en ese horario.

### 3.3 Evaluación económica y medio ambiental

El estudio económico para dar solución a los problemas existentes con el ahorro de electricidad en el área se concretan evaluando los resultados obtenidos en la mediciones, donde se observa que el aporte de potencia reactiva que hacen los equipos, nos puede permitir un porcentaje de reducción de las pérdidas en el alimentador, esto se traduce en un ahorro anual de 10011,64 CUP en esta área por concepto de reducción de pérdidas de, con una bonificación de 9783.5 CUP por mantener un alto factor de potencia, aplicando la tarifa M1A en esta instalación.

La reducción de pérdidas al mantenerse el factor de potencia alto contribuye con el mejoramiento del medio ambiente, representando una menor cantidad de combustible fósil a quemar y una disminución en la emisión de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera de aproximadamente 1.51605 toneladas de CO<sub>2</sub>.

### 3.4 Conclusiones del capítulo

1. Existen indicadores de consumo a nivel de Empresa pero no se han podido normar los índices de consumo en áreas y equipos mayores consumidores.
2. Se llevan a cabo algunas acciones para ahorrar electricidad o combustibles, basadas en el récord histórico de la Empresa, pero en forma aislada y con seguimiento parcial, sus resultados no son los esperados
3. Existe una incipiente divulgación gráfica sobre la necesidad del ahorro a nivel de Empresa.
4. La potencia instalada que posee el edificio 135.896 kW total.

**Conclusiones generales:**

1. Los resultados del diagnóstico realizado mediante la utilización de la norma ISO 50001, evidencian la necesidad de mejorar la administración en el caso del uso y consumo de la energía eléctrica.
2. Se determinan los factores que inciden en una insuficiente gestión energética y las potencialidades de ahorro existentes en el centro.
3. Se realizó un levantamiento de las cargas.
4. El análisis de las series históricas de los consumos energéticos a través de las herramientas correspondientes evidencian que se debe de mejorar en obtener normativas de consumo de los portadores energéticos.

**RECOMENDACIONES**

1. Realizar un continuo estudio de la potencia instalada en el edificio
2. Profundizar en el estudio sobre comportamiento en cuanto a calidad de la energía de las cargas conectadas
3. Profundizar en el tema de capacitación del personal técnico e ingeniero de los talleres de diseño con el objetivo de consolidar el trabajo realizado y lograr mayor eficiencia energética en la empresa.
4. Generalizar este trabajo al resto de las unidades de la empresa y a otras empresas de proyectos de la provincia.
5. Realizar análisis de factibilidad para la introducción de fuentes renovables de energía en el edificio.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS****REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Á. Cruz, "Sistema para la Gestión Energética en el CAI Antonio Guiteras," (2009)
2. ACOSTA CUENCA, H. (2011). Mejoramiento de la Eficiencia energética en los frigoríficos de ENFRIGO. Tesis de Maestría en Eficiencia Energética. Universidad de Holguín.
3. Arias.Lusson," Diagnóstico Energético en el área Docente 2 del ISMMM" (2018)
4. Borroto Nordelo, A. (2006). Gestión y economía energética. Cienfuegos: Universo Sur.
5. Berroa.Borrell, "Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en la "CTE Carlos M. de Céspedes." (2007)
6. Borroto, A. (2013). Recomendaciones metodológicas para la implementación de sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001. Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.
7. Centro de Formación para la Integración Regional. (2009, Diciembre) CEFIR. [Online]. <http://cefir.org.uy>
8. Casas Fernández, L. (2011). Sistemas Electroenergéticos. Tomo I y II, Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
9. Correa Soto, J., Borroto Nordelo, A., 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, 35(1), 38-47.
10. Eguiluz L. I. (2011) Eficiencia del consumo de la Energía Eléctrica. Criterios para su facturación. / Edit. Universidad de Cantabria. España.
11. Energy Information Administration, "International Energy Statistics," Washington DC, Table notes 2014.
12. Echendia Diez " Diseño de un Sistema de Gestion Energética para la aplicación de la Norma ISO 50001 en el Campus de la Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo. (2016)
13. Fundación MAPFRE, Guía práctica para la implementación de un Sistema de Gestión Energética. Henares, España: AEDHE, (2011).
14. Higino Acoltzi, "Gestión de Energía ISO50001. México, (2011).

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

15. Hernández Gallardo, S., & Pérez-García, W. (2013). Herramienta para el diagnóstico de la gestión en gobiernos locales cubanos. *Ingeniería Industrial*, 34(3), 239-251. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/3604/360433595002/>
16. Hernández A.T. 2020. "Panorama de la situación energética en América Latina". Disponible en: <https://co.boell.org/es/2020/04/15/panorama-de-la-situacion-energetica-en-america-latina>
17. <https://www.datosmundial.com/america/cuba/balance-energetico.php> (2020)
18. <https://www.cubaenergia.cu/publicaciones> 2022.
19. Jordi Sierra, Segunda Edición, 2008 Guía Técnica de Eficiencia Energética eléctrica. España. Disponible en: <http://circuitor.es/es/formación/eficiencia-energetica-elctrica/realizar-estudio-de-eficiencia-energetica-elctrica>.
20. Manual Circuitor AR5-L. Disponible en: <http://docs.circuitor.com/docs>.
21. Manual MICROSTAR modelo P 2000- T. Disponible en: <https://www.microstarelectric.com/support/download-center/>
22. Manual de estadística energética, 2017 <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0380.pdf>
23. Norma Cubana. NC ISO 50001: 2011. Sistemas de Gestión de la Energía-Requisitos con ORIENTACIÓN PARA SU USO (ISO 50001:2011, IDT).
24. Peña García, E. (2009). Estrategia para el desarrollo e implementación de un Sistema de Monitoreo y Control Energético para el gobierno provincial de Cienfuegos. (Tesis de Maestría en Eficiencia Energética). Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
25. Prensa latina (2020) Cuba por el uso racional y eficiente de la energía
26. Resolución 66/2021 publicado en la gaceta oficial de la República de Cuba GOC-2021-347-Ex26
27. Rubiseldo, P.E (2022) Los contadores de energía digitales y su contribución en los trabajos de mejoramiento de la eficiencia energética. [Tesis de maestría no publicada]
28. S. Santiago, "La eficiencia energética y la competitividad empresarial estado actual y tendencias futuras," (2008)
29. Sergio García Beltrán (CIRCE), L. K. (2010). Uso de la energía en los edificios, Manual para estudiantes. España: IUSES
30. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, "Balance Nacional de Energía 2014," OSINERGMIN, Lima, 2014



## ANEXOS

### Anexo 3.Registro de entradas y salidas

<b>REGISTRO DE ENTRADAS Y SALIDAS</b>		
<b>ALCANCE</b>	Abarca todas las actividades que se realizan en la empresa	
<b>LIMITE</b>	Sin límite se analizan todos los procesos	
<b>PROCESO</b>	Productivos y de Gestión administrativa	
<b>ENTRADAS</b>  (portador energético)	<b>PROCESO:</b>  <b>OPERACIONES/ACTIVIDAD</b>	<b>SALIDAS</b>  (Objetivos, Metas, Línea de base energética, IDEns, Planes de acción de GE, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electricidad</li> <li>• Gasolina</li> <li>• Diésel</li> </ul>	Productivos y de Gestión Administrativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos energéticos</li> <li>• Metas energéticas</li> <li>• Línea de base energética</li> <li>• IDEns</li> <li>• Oportunidades de mejoras y ahorro</li> <li>• Planes de acción de GE</li> <li>• Actividades específicas del Plan de ahorro energético</li> </ul>

## ANEXOS

### Anexo 4.Registro de las fuentes de energía identificadas

<b>REGISTRO DE LAS FUENTES DE ENERGÍA IDENTIFICADAS</b>			
<b>No.</b>	<b>FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE</b>	<b>PROCESOS/ACTIVIDADES</b>	<b>AREAS CON INCIDENCIA ENERGETICA: INST.FÍSICAS/SIST. Y EQ. TECNOLOGICOS</b>
1			
2			
<b>No.</b>	<b>FUENTES DE ENERGÍA NO RENOVABLE</b>	<b>PROCESOS/ACTIVIDADES</b>	<b>AREAS CON INCIDENCIA ENERGETICA: INST.FÍSICAS/SIST. Y EQ. TECNOLOGICOS</b>
1	Electricidad:	Estratégicos, Claves y de Apoyo/alumbrado de oficinas, explotación de los equipos de oficina, clima, refrigeración, etc.	Oficinas de la UGDD, OC, USTI
2	Combustibles fósiles: gasolinas, Diesel, grasas y lubricantes.	Claves y de Apoyo/transportación del personal, prestación de servicios	O.C

## ANEXOS

### Anexo 5 Amperímetro de gancho



#### UT-233



Especificaciones		
Funciones	Rango	Precisión
Corriente CA (A)	40A / 100A / 400A / 1000A	$\pm (2\% + 5)$
Tensión CA (V)	15V / 100V / 300V / 600V	$\pm (1,2\% + 5)$
Frecuencia (Hz)	500Hz~20Hz	$\sqrt{\quad}$
Potencia Activa (W)	0.01KW-600KW	$\pm (3\% + 5)$
Potencia Aparente (VA)	0.01KVA~600KVA	$\pm (3\% + 5)$
Potencia Reactiva (VAR)	0.01KVAr~600KVAr	$\pm (4\% + 5)$
Factor de Potencia	0,3-1	$\pm (0,02\% + 2)$
Ángulo de Fase (°)	0° ~ 360°	$\pm 1^\circ$
Energía (Wh)	1~9999KWh	$\pm (3\% + 2)$

Características Generales	
Fuente de Alimentación	4 Pilas AA Alcalinas de 1.5V (LR16)
Tamaño del LCD	46mm x 42mm
Color	Rojo y Gris
Peso	601G
Dimensiones	303 mm x 112 mm x 39 mm
Accesorios	Cables de Prueba, Pilas, Puntas Caimán, Cable de Datos USB, Estuche, Software de CD

### Anexo 6. Contador de Energía Eléctrica P2000-T



Conexión: Trifásica de 4 hilos

Entrada de tensión: 3x 57,7/100V - 240/415V

Corriente: 3x1(10) A

Frecuencia: 60Hz

Temperatura de trabajo: -25 °C a 60