MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO
FACULTAD METALURGIA Y ELECTROMECÁNICA
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA
MOA – HOLGUÍN

Sistema Total de Gestión Energética en el Hospital Guillermo Luis Fernández - Hernández Baquero.

Trabajo de Diploma para optar por el Título de

Ingeniero Eléctrico.

Autor: Fernando Jesús Fernández Soria.

Tutor: M.Sc Gabriel Hernández Ramírez.

Co – Tutor: MSc José Ramón Miranda

Moa, Junio 2011

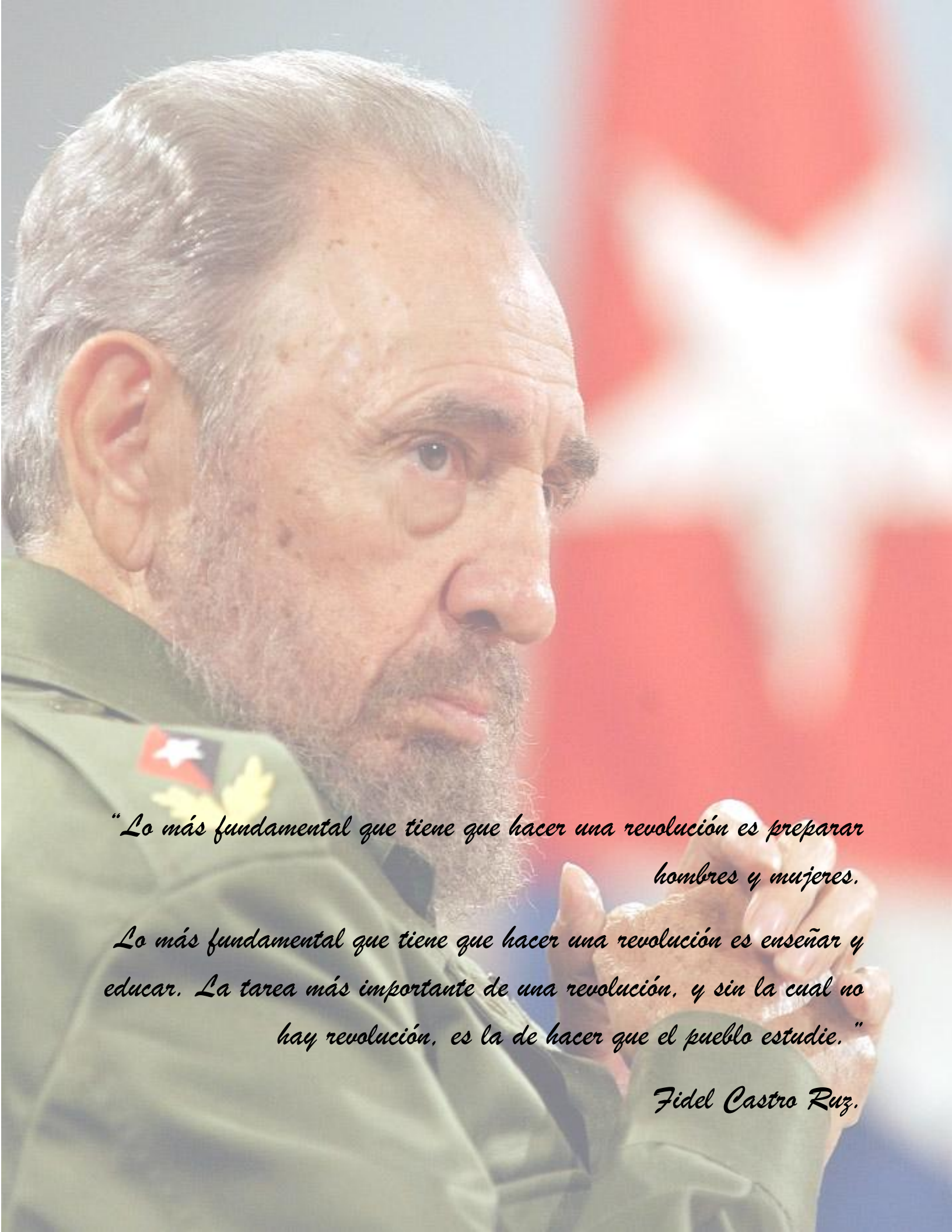
Año 53 de la Revolución

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo: Fernando Jesús Fernández Soria, autor de este trabajo de diploma titulado: “Sistema Total de Gestión Energética en el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Vaquero”, tutoreado por el MSc. Gabriel Hernández Ramírez certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Diplomante	Tutor
Fernando Jesús Fernández Soria	MSc Gabriel Hernández Ramírez

.



"Lo más fundamental que tiene que hacer una revolución es preparar hombres y mujeres.

Lo más fundamental que tiene que hacer una revolución es enseñar y educar. La tarea más importante de una revolución, y sin la cual no hay revolución, es la de hacer que el pueblo estudie."

Fidel Castro Ruz.

Dedicatoria

Este Trabajo de Diploma está dedicado en primer lugar a mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

A aquellas personas que de una u otra forma ayudaron, estos últimos cinco años, a ser de mí un profesional hoy en día.

Agradecimientos

……Sin dudar y en primer lugar a mis padres y esposa, por brindar siempre su apoyo incondicional bajo condiciones de cualquier índole…….

A mis familiares más allegados que dijeron presente cuando los necesite…….

……A mi familia con la que actualmente vivo, en especial a mi suegra por la ayuda brindada durante todo este tiempo….

……A mi tutor Gabriel Hernández Ramírez unido a José Ramón Miranda por la tutela brindada….

……A todas aquellas personas que de una forma u otra han hecho posible la realización de este trabajo aunque no los mencione a todos les estaré por siempre, muy agradecido.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad la propuesta de un Sistema para la Gestión Energética en el Hospital Guillermo Luis Fernández Hernández Baquero, tomando como punto de partida el análisis de estudios precedentes en empresas similares y en otras entidades.

Se analizó los consumos de portadores energéticos en la instalación y sus costos asociados. Mediante la realización de la supervisión energética, se establecieron las reservas en el uso de la energía la implementación de medidas organizativas y de inversión que permitirán elevar la eficiencia y la gestión energética hacia el punto más óptimo, las que posteriormente se analizarán técnica y económicamente. Se profundizó en el estudio del portador electricidad a partir del procesamiento de las lecturas recogidas en los archivos del hospital en el año 2010, expresando los resultados mediante la utilización de herramientas estadísticas básicas obteniendo de esta forma resultados satisfactorios para la solución del problema, el cual concluye con una valoración económica sobre el impacto de los principales resultados obtenidos, elaboración de conclusiones y recomendaciones de la investigación.

ABSTRACT

This work hase the proposed Energy Management System for Hospital Guillermo Luis Fernández Hernández Baquero, taking as its starting point the analysis of previous studies in similar companies and other entities.

We analyzed the consumption of energy carriers in the installation and associated costs. By conducting monitoring energy reserves were established in the use of power to implement organizational measures and investment that will increase efficiency and energy management to the optimum point, which later will be analyzed technically and economically. Deepened in the study of carrier power from the processing of the readings collected in the hospital records in 2010, expressing the results using basic statistical tools thereby obtaining satisfactory results for the solution of the problem, which concludes with an economic assessment of the impact of the main outcomes, drawing conclusions and recommendations of the investigation.

ÍNDICE

Declaración de Autoría I
Agradecimientos II
Resumen III
Abstract IV
Introducción General 1
Capítulo I: Nociones generales para la evaluación de un Sistema de Gestión. 4
1.1. Introducción 4
1.2. Actualidad. 5
1.3. Estado del arte. 6
1.4. Nociones generales de la gestión energética. 7
1.4.1. Funciones de un Sistema de Gestión Energética 8
1.4.2. Etapas en la implantación de un Sistema de Gestión Energética. 8
1.4.3. Errores que se cometen en la Gestión Energética. 8
1.4.4. Gestión total eficiente de la energía. 9
1.4.5. La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). 9
1.4.6. Conceptos básicos para una buena comprensión de la eficiencia energética. 10
1.5. Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética 11
1.5.1. Diagramas de Pareto 11
1.5.2. Intensidad energética 11
1.5.3. Diagrama de dispersión 11
1.5.4. Gráfico de control 11
1.5.5. Gráfico de Consumo y Producción 12
1.5.6. Diagramas de Dispersión y Correlación 12
1.6. Caracterización de los problemas encontrados 13
1.6.1. Factor de Potencia 13
1.6.2. Pérdidas de Energía 15
1.6.2.1.Pérdidas de energía eléctrica en los transformadores. 15

1.6.3. Facturación Eléctrica 16
1.6.3.1.Control de la Demanda Máxima 16
1.6.4. Índice de Consumo 18
1.7. Conclusiones. 19
Capítulo II: Determinación de las regularidades de un Sistema de Gestión 20
2.1. Introducción. 20
2.2. Caracterización general del Hospital Guillermo Luis Fernández-Hernández Baquero 20
2.3. Fuentes de suministro de energía eléctrica. 21
2.3.1. Caracterización e información de los circuitos principales y ramales. 22
2.4. Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero. 22
2.4.1. Registros históricos de Servicios y Energía. 23
2.4.2. Consumo anual de portadores energéticos. 23
2.4.3. Composición de los costos por portadores. 25
2.5. Comportamiento del consumo de energía anual: 26
2.5.1. Índice de consumo de electricidad: 27
2.5.2. Análisis de la facturación eléctrica: 29
2.5.3. Levantamiento de cargas instaladas. 32
2.6. Comportamiento de las potencias activa, reactiva y aparente. 34
2.6.1. Análisis al comportamiento del factor de potencia en el Hospital en el transcurso del año 2010……. 34
2.6.1.1.Penalización por factor de potencia. 36
2.6.2. Supervisión Energética. 37
2.7. Deficiencias detectadas en el empleo de la energía eléctrica. 38
2.7.1. Estado físico de las instalaciones. 40
2.8. Conclusiones. 41
Capítulo III: Implementación del Sistema de Gestión en el Hospital Guillermo Luis Fernández ‘ Hernández Baquero 42
3.1. Introducción. 42
3.2. Ineficiencias de la Gestión Energética en la Instalación. 42
3.3. Cálculos de beneficios económicos en el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero. 43
3.3.1. Cálculos de beneficios potenciales para mejorar el factor de potencia 43

3.3.2. Beneficios potenciales para mejorar la demanda contratada. 44
3.3.3. Sustitución de fuente de luz por otra más eficiente. 45
3.3.4. Falta de insulación en las redes de vapor 46
3.3.4. Falta de hermeticidad en locales climatizados. 47
3.3.5. Principales oportunidades de beneficios potenciales detectadas 48
3.4. Implementación del Sistema de Gestión Energética. 49
3.5. Plan de medidas cuantificado para el hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero para dar solución al banco de problemas energéticos. 50
3.5.1. Energía Eléctrica. 50
3.5.2. Refrigeración 51
3.5.3. Climatización 51
3.6. Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía 52
3.6.1. Acciones para implementar Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. 52
3.7. Propuestas de inversión para el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero. 53
3.8. Resultados de la inclusión en el sistema eléctrico del Banco de Condensadores en el Hospital Guillermo Luis Fernández - Hernández Baquero. 58
3.9. Conclusiones. 60
Conclusiones Generales 61
Recomendaciones 62
Bibliografía 63
Anexos 66

INTRODUCCIÓN GENERAL

Hasta los días de hoy y desafortunadamente, de un futuro no tan lejano, el 80% de las necesidades energéticas de nuestro planeta se satisfacen con la utilización de combustibles fósiles (Petróleo, Gas, Carbón). Todos ellos extinguibles, fuertemente contaminantes y utilizados en forma ineficiente, por el interés predominante de la producción de energía sobre su efecto ecológico. Gran cantidad de los problemas de uso ineficiente de la energía en la industria y los servicios se deben a la gestión inadecuada en la administración de estos recursos y no a la capacidad o actualización de la tecnología productiva o de servicios existente. La gestión energética generalmente se hace tan cíclica como lo son los aumentos y caídas de los precios de los recursos energéticos primarios que se consumen. Sin embargo, en los últimos tiempos el crecimiento de los costos energéticos ha pasado a ser parte preocupante y creciente dentro de los costos de producción y los métodos tradicionales de administración de los recursos energéticos no logran bajarlos sin realizar grandes inversiones en cambios de tecnología.

La importancia de reducir el consumo de estas fuentes primarias se ha transformado de un problema económico a un problema vital, y de un problema vital del futuro a uno de los mayores accidentes que ya padecemos en el desarrollo de la humanidad. La lluvias ácidas, las catástrofes naturales, las consecuencias del efecto invernadero y de la disminución de la capa de ozono, son secuelas que debemos curar con una nueva vía de producción energética que recorre desde el control de los procesos actuales, el incremento de su eficiencia y nuevos hábitos de consumo, hasta el cambio de estructuras a una utilización descentralizada de las fuentes renovables, inagotables y de bajo impacto ambiental.

Cuba, con pobres reservas de combustibles fósiles, está obligada a trabajar de forma sistemática al lado de la demanda para lograr disminuir los consumos totales de energía y en este caso la eficiencia energética tiene un potencial alto de ahorro y es considerado por muchos especialistas como una fuente renovable de energía sin costo ambiental. Es por ello que se han trazado estrategias para disminuir los consumos de combustibles, lo que

posibilitó que a partir de los años 90 del siglo XX, la economía cubana comenzara un proceso de reanimación económica anual consumiendo prácticamente la mitad y menos del combustible que se consumía en los años 80.

El Hospital "Guillermo Luis Fernández Hernández Baquero" cuyo objeto social es brindar servicios de salud a los ciudadanos cubanos es una instalación que cuenta con más de 21 años de explotación. No disponer de índices de eficiencia energética adecuada que posibiliten el control energético ha implicado elevados costos energéticos, por lo que la decisión de aplicar el sistema de gestión energética en el sector de la salud tuvo especial importancia, la misma forma parte de una estrategia del programa de ahorro energético que rige en el país. Dada la imperiosa necesidad de alcanzar este sustancial ahorro de energía en las diferentes ramas del sector en cuestión, en especial en el Hospital Guillermo Luis Fernández-Hernández Baquero, surge entonces la intención de hacer este estudio con el objetivo de alcanzar una posible mejora económica en esta entidad que aporte beneficios al país en general.

Situación Problémica

- Las mayores afectaciones de esta entidad se deben a la mala calidad en el sistema de suministro eléctrico y el control de los portadores energéticos, insuficiente para realizar una gestión competente para disminuir los gastos, manteniendo la calidad, esto trae consigo:
- Uso ineficiente de la energía eléctrica.

Problema

La no existencia de estrategias que permitan proponer un Sistema de Gestión Energético, debido a la falta de sistematicidad en el control de los portadores energéticos.

Objeto de estudio

Eficiencia Energética en el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero.

Campo de acción

Sistemas de Gestión Energética.

Objetivo general

Proponer un Sistema de Gestión y Uso Eficiente de la Energía en el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero.

Objetivos específicos

- Evaluar las medidas para mejorar la eficiencia energética.
- Evaluar el comportamiento de los portadores energéticos.
- Estudiar el sistema de suministro eléctrico.
- Evaluar el sistema de iluminación de la empresa producto a su incidencia sobre la calidad de la energía.
- Mejorar del factor potencia para que la entidad sea bonificada por la OBE.

Hipótesis

Si se establece las principales causas y reservas del uso no eficiente de los portadores energéticos en el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero, entonces es posible plantear un sistema de gestión energético y las oportunidades de ahorro.

Tareas de la investigación

- Toma de datos sobre el gasto de los diferentes portadores energéticos de la entidad.
- Estudio completo del sistema de distribución de energía eléctrica, desglosado por circuitos y ramales principales.
- Comprobar los niveles de Iluminación en las diferentes áreas del Hospital.
- Estudio de los diferentes Sistemas de Gestión Energéticas implementados en el país.
- Propuesta y recomendaciones de medidas para la disminución del consumo de los diferentes portadores energéticos y mejora de la calidad de energía.

Resultados esperados

Entre los resultados esperados se encuentran la reducción del consumo eléctrico de forma significativa con lo que se disminuirán las pérdidas económicas de la entidad, reducción de las pérdidas de transformación y un mejoramiento del factor de potencia para que la entidad sea bonificada.

CAPÍTULO I: NOCIONES GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN.

1.1. Introducción.

Los análisis realizados en numerosas Empresas ponen de manifiesto el insuficiente nivel de Gestión Energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los consumos y costos energéticos mediante la creación en las mismas, de las capacidades técnico - organizativas para administrar eficientemente la energía. Esta última, y el uso en cualquiera de sus formas por el hombre, han delineado el desarrollo de la sociedad humana en cada una de sus etapas evolutivas.

La humanidad, a lo largo de los años, ha perfeccionado la utilización de esta, pasando de los métodos más simples de manejo a los más complejos aplicados en la actualidad, con el fin de dar satisfacción a sus necesidades. La reducción de la demanda del consumo de la energía de los costos asociados con ellos y con las inversiones capitales en los equipos eléctricos utilizados en las instalaciones industriales y de servicios, resultan imprescindibles en la situación actual de la economía de nuestro país.

Los análisis realizados en el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente hasta el momento. El problema de explotar el recurso de eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar áreas de oportunidad, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro o conservación energética. En el presente capítulo se desarrollarán temas que incluirán una breve reseña del estado del arte, se expondrán caracterizaciones de un Sistema de Gestión Energética así como conceptos fundamentales que se irán abordando en el resto del trabajo.

1.2. Actualidad.

Al iniciarse la Revolución Industrial, el hombre ya había comenzado a multiplicar sus fuerzas por el uso de diversas fuentes de energía, que empleó inicialmente en la producción y aprovechamiento del vapor con fines industriales y de transporte, lo cual, indudablemente constituyó el despertar hacia lo que sería el uso, a gran escala, de la energía. Estas primeras manifestaciones solo incidieron, de forma indirecta, en beneficio de la población. En la actualidad el consumo mundial de la energía eléctrica es del orden de 14,91 millones de GWh generados por plantas térmicas (80%), hidráulicas (15%), nucleares (4%), y de otros combustibles primarios (1,3%). Sin embargo, la distribución de estos consumos es muy desigual en diferentes partes del mundo, ya que mientras los países desarrollados consumen la mayor parte de la energía total, los más pobres tienen índices de consumo muy bajos. En el período 80- 89 en Cuba existía un adecuado balance oferta - demanda de portadores energéticos, creciendo el consumo de energía debido al desarrollo del país a una tasa promedio anual del 4 %. En el período 90 - 93, con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció desde el 78 % hasta el 53 % y la de combustibles, en prácticamente 2 años, se redujo a menos del 50 %. Actualmente el control de la eficiencia energética empresarial se efectúa fundamentalmente a través de índices de consumo al nivel empresarial, municipal y provincial. Sin embargo, en muchos casos estos índices no reflejan adecuadamente la eficiencia energética de la empresa, no se han estratificado hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores, y en ocasiones no se pone en el análisis de dichos índices el énfasis necesario. (Colectivo de autores, 2002), (Navarro, Armelio del Monte, 2001). El desarrollo actual y perspectivo del país requiere de acciones encaminadas a reducir costos, aumentar la competitividad de las empresas, contribuir a la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, ante una economía cada vez más abierta y globalizada.

1.3. Estado del arte.

La eficiencia energética y el uso racional de los portadores energéticos presentan en estos momentos una necesidad de desarrollo sostenible, donde la industria, los servicios y el sector residencial realizan importantes esfuerzos. El Proyecto de Gestión Eficiente de Energía (PGEE) es un sistema de gestión de la eficiencia energética a nivel empresarial que sirve para elevar la capacidad técnico - organizativa y para lograr una administración eficiente de la energía y su impacto ambiental en las empresas mayores consumidoras de energía. 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). La eficiencia energética es una de las alternativas menos costosa y menos contaminante de todas y se convierte en una fuente no agotable y aplicable a todo tipo de entidades.

En Cuba (BORROTO NORDELO, 2006) la Comisión Internacional de Energía consideró que, con inversiones menores y de rápida recuperación (menores de 1,5 años) se logrará un ahorro anual del 5% del consumo del país. Más del 45% de este ahorro se obtendría en el sector residencial y de servicios, y casi un 10% en el transporte. Por una parte se aprende a obtener la energía de forma económica y respetuosa con el medio ambiente, y por otra es un deber elemental de justicia.

Usar eficientemente la energía significa no emplearla en actividades innecesarias, conseguir hacer las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías, sistemas de vida y de trabajo que ahorren energía, es lo más importante para lograr un auténtico desarrollo que se pueda llamar sostenible. (VIEGO FELIPE, 2007).

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 Hospital Guillermo Luis

Fernández – Hernández Baquero, 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.

1.4. Nociones generales de la gestión energética.

La Gestión Energética es un procedimiento organizado de previsiones y control del consumo de energía con el fin de obtener el mayor rendimiento posible sin disminuir el nivel de prestaciones. (Borroto ,2001). El sector industrial es un candidato ideal para aplicar un programa de medidas de ahorro debido a su importancia como sector económico y consumidor de energía. Entendiendo por eficiencia energética el logro de los requisitos establecidos por el cliente con menos gastos energéticos posible y la menor contaminación ambiental por este concepto. Un Sistema de Gestión Energética se compone de la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

El objetivo fundamental de la Gestión Energética como subsistema de la gestión empresarial es sacar el mayor rendimiento posible a todos los portadores energéticos que son necesarios para una actividad empresarial. Dentro de esta idea el sistema de gestión habrá de responder a determinadas funciones, que tendrán que implementarse en relación con los servicios de la empresa. En un sentido más amplio puede ser la comprensión de la elección de las fuentes de energía, las negociaciones con los suministradores y el control de los suministros, almacenamiento y distribución lo cual comprende:

- Optimizar la calidad de los portadores energéticos disponibles y su suministro.
- Disminuir el consumo de energía manteniendo e incluso aumentando los niveles de producción o servicios.
- Obtener de modo inmediato ahorros que no requieran inversiones apreciables.
- Lograr ahorros con inversiones rentables.
- Demostrar la posibilidad del ahorro energético de la entidad.
- Disminuir la contaminación ambiental y preservar los recursos energéticos.
- Diseñar y aplicar un programa integral para el ahorro.

- Establecer un sistema metódico de contabilidad analítica energética en la empresa. (Colectivo de Autores, SA), (Colectivo de autores, SA).

1.4.1. Funciones de un Sistema de Gestión Energética

Un Sistema de Gestión Energética ha de cumplir determinadas funciones que deben implementarse en relación con los servicios de la empresa para alcanzar los objetivos.

- **Aprovisionamiento:** Este aspecto comprende la elección de los portadores energéticos. Las negociaciones con los suministradores, el control de los suministros y su almacenamiento así como su distribución.
- **Análisis Energéticos:** En este punto es necesario establecer dos tipos de análisis Energéticos, uno de auditoría o diagnóstico y el otro de consumo de portadores. (Colectivo de autores, SA), (Fernández, Puerta Juan F, SA) (. (Colectivo de autores, España 2006).

1.4.2. Etapas en la implantación de un Sistema de Gestión Energética.

En general, en todos los sistemas de gestión energética o de administración de energía se pueden identificar tres etapas fundamentales:

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

1.4.3. Errores que se cometen en la Gestión Energética.

- Se atacan los efectos y no las causas de los problemas.
- Los esfuerzos son aislados, no hay mejora integral en todo el sistema.
- No se atacan los puntos vitales.
- No se detectan y cuantifican adecuadamente los potenciales de ahorro.
- Se consideran las soluciones como definitivas.
- Se conforman creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas.

1.4.4. Gestión total eficiente de la energía.

Es un conjunto de acciones técnico - organizativas para administrar eficientemente la energía, que aplicadas de forma continua, con la filosofía de gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, de control y de evaluación del uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de conservación de la energía y de la reducción de sus costos. El sistema es capaz de identificar un número muy superior de medidas triviales y de baja inversión para la reducción de los costos energéticos; entrena, capacita y organiza los recursos humanos que deciden la reducción de los consumos y gastos energéticos, creando una nueva cultura energética; instala en la empresa procedimientos, herramientas y capacidades para su uso continuo y se compromete con su consolidación.

En la implementación de una gestión energética suele presentarse una serie de dificultades que pueden ser en general, la insuficiente especialización del personal técnico y la falta de conciencia de ahorro. Es de vital importancia y necesario que técnicos y operarios desarrollen un nivel de pertenencia del trabajo a realizar y aptitudes encaminadas a la búsqueda y puesta en práctica de nuevas soluciones, así como un buen nivel de conocimiento de estos para una satisfactoria asimilación de la tecnología. (SÁNCHEZ TORRES, 2003).

1.4.5. La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).

La TGTEE es un paquete de procedimientos, de herramientas técnico - organizativas y software especializado, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía. Su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un plan de medidas, sino esencialmente elevar las capacidades técnico-organizativas de la Empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

Dentro de la tecnología incluye:

- La capacitación al Consejo de Dirección y especialistas en el uso de la energía.

- Establece un nuevo sistema de monitoreo, de evaluación, de control y de mejora continua del manejo de la energía.
- Identifica las oportunidades de conservación y el uso eficiente de la energía en la empresa.
- Propone, en orden de factibilidad, las medidas para el aprovechamiento de las oportunidades identificadas.
- Organiza y capacita a los trabajadores vinculados al consumo energético en hábitos de uso eficiente.
- Prepara a la empresa para autodiagnosticarse en eficiencia energética.
- Establece en la empresa las herramientas necesarias para el desarrollo y el perfeccionamiento continuo de la Tecnología.

La TGTEE permite, a diferencia de las medidas aisladas, abordar el problema en su máxima profundidad, con concepto de sistema, de forma ininterrumpida y creando una cultura técnica que permite el auto desarrollo de la competencia alcanzada por la empresa y sus recursos humanos. (Colectivo de Autores, SA), (Colectivo de autores, España 2006).

1.4.6. Conceptos básicos para una buena comprensión de la eficiencia energética.

Eficiencia: es la optimización de los recursos utilizados para la obtención de los resultados u objetivos previstos.

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.

Eficiencia energética: es la optimización de los recursos energéticos para alcanzar los objetivos económicos de la Empresa. Se mide a través de indicadores de eficiencia energética.

1.5. Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética

1.5.1. Diagramas de Pareto

El Diagrama de Pareto es una gráfica en forma de barras que clasifica en forma descendente factores que se analizan en función de su frecuencia, importancia absoluta o relativa. Adicionalmente permite observar en forma acumulada la incidencia total del factor en estudio. Es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

1.5.2. 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 mercantil total. Nos refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción. Todos los indicadores de eficiencia y de consumo energético dependen de condiciones de la producción y los servicios de la empresa como: factor de carga (es la relación de la producción real respecto de la capacidad productiva nominal de la Empresa), calidad de la materia prima, estado técnico del equipamiento, etc.

1.5.3. Diagrama de dispersión

Es un gráfico que muestra la relación entre dos parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico x, y si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, determinar su carácter. La observación del diagrama de dispersión nos indica, que existe una tendencia a que los valores altos de nivel ocupacional están asociados a los valores altos de consumo.

1.5.4. Gráfico de control

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una Variable en función de ciertos límites establecidos. Generalmente se usan como instrumento de Autocontrol por los círculos y grupos de calidad y resultan muy útiles como apoyo a los diagramas causa y efecto, cuando logramos aplicarlos a cada fase del proceso y

detectar en cuales fases se producen las alteraciones. Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio (M) del parámetro de salida muy probable de obtener, mientras que a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar (3S) del valor medio.

Utilidad del Gráfico de Control.

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

1.5.5. Gráfico de Consumo y Producción

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada. Muestran períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción. Permiten identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.

1.5.6. Diagramas de Dispersión y Correlación

En un gráfico que muestra la relación entre 2 parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico (x, y) si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, qué carácter tiene esta. Muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí y por tanto si el indicador es válido o no. Permite establecer nuevos indicadores de control. Permite determinar la influencia de factores productivos de la Empresa sobre las variables en cuestión y establecer nuevas variables de control.

1.6. Caracterización de los problemas encontrados

1.6.1. Factor de Potencia

Operar, con un bajo factor de potencia, una instalación eléctrica, además del impacto en el pago de electricidad, tiene otras implantaciones de igual o mayor significación, particularmente en relación con la capacidad de los equipos de transformación y distribución de la energía eléctrica y con el uso eficiente de las máquinas y aparatos que funcionan con electricidad.

El concepto del factor de potencia, los efectos que se presentan cuando su valor es reducido y los métodos para corregirlo, no son temas nuevos. Sin embargo, su análisis es un problema permanente y de obligada importancia para todos aquellos cuya actividad se relaciona con la operación eficiente de las instalaciones eléctricas industriales y el ahorro de energía. La mayoría de las cargas industriales son de naturaleza inductiva. Precisamente las cargas inductivas son de origen del bajo factor de potencia, con los inconvenientes que esto ocasionan.

Inconvenientes de un bajo factor de potencia:

- Una disminución de la capacidad de los equipos de generación, distribución y maniobra de la energía eléctrica.
- Un incremento en las pérdidas de cobre.
- Una deficiente regulación de voltaje.
- Un incremento en la facturación de energía eléctrica

Esta potencia reactiva ha sido tradicionalmente suministrada por las empresas de electricidad, aunque puede ser suministrada por las propias industrias. Al ser suministradas por las empresas de electricidad deberá ser producida y transportada por las redes, ocasionando necesidades de inversión en capacidades mayores de los equipos y redes de transmisión y distribución. Todas estas cargas industriales necesitan de corrientes reactivas para su operación. El factor de potencia es el cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, consumida por una carga o instalación determinada:

Tradicionalmente siempre se ha denominado "coseno de φ" (cos φ) dado que trigonométricamente coincide con el coseno del ángulo que forman ambos vectores de potencia, siendo φ el ángulo de desfase entre tensión y corriente.

$$FP = \frac{P}{S} = \cos\varphi$$

Ecuación 1.1. Factor de Potencia

Causas que provocan un bajo factor de potencia en el circuito de distribución de una entidad.

Cuando la cantidad de equipos es apreciable los requerimientos de potencia reactiva también se hacen significativos, lo cual produce una disminución exagerada del factor de potencia. Un alto consumo de energía reactiva puede producirse como consecuencia principalmente de:

- Un gran número de motores.
- Presencia de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- Una subutilización de la capacidad instalada en equipos electromecánicos, por una mala planificación y operación en el sistema eléctrico de distribución.
- Un mal estado físico de la red eléctrica y de los equipos de la industria.

Las cargas puramente resistivas, tales como alumbrado incandescente, resistencias de calentamiento, etc. no causan este tipo de problema ya que no necesitan de la corriente reactiva, sin embargo, como podemos comprobar con la presencia de armónicos en las redes, estos también suponen pérdidas en las mismas, las cuales contribuyen a elevar más aún la energía aparente necesaria.

Esto nos lleva, por tanto, a las siguientes conclusiones:

Un bajo factor de potencia es, por tanto, el resultado de un alto contenido de cargas inductivas como de cargas no lineales, consumidoras de corrientes no senoidales.

El coseno de φ representa las pérdidas de carácter puramente inductivo dentro de la instalación, a las cuales debemos añadir (en muy menor proporción) las pérdidas a frecuencias armónicas.

Ventajas de mejorar el factor de potencia.

- Reducción de la factura eléctrica: Por lo general, para tomar plena ventaja de la bonificación, se acostumbra a compensar hasta un factor de potencia cercano al 96% (que es el máximo posible a bonificar) aunque siempre una decisión final debe estar acompañada de un adecuado análisis económico.
- Liberación de capacidad en el sistema: Cuando los capacitares o motores sincrónicos están operando, ellos suministran los requerimientos de potencia reactiva de las cargas y reducen la corriente circulante, desde la fuente hasta el punto de ubicación de los compensadores. Los medios compensadores pueden utilizarse para reducir la sobrecarga de los circuitos; si estos no están sobrecargados, puedan permitir el incremento de su capacidad de carga.
- Reducción de las pérdidas: La mayoría de las instalaciones, las pérdidas de energía en el sistema de distribución representan entre (2.5-7.5%) de la energía consumida por las cargas. Esto depende de la variabilidad de las cargas, el calibre y la longitud de los circuitos.

1.6.2. Pérdidas de Energía

1.6.2.1. Pérdidas de energía eléctrica en los transformadores.

Los transformadores son equipos indispensables en los sistemas industriales debido a que son máquinas estáticas, cuya misión es transmitir energía eléctrica desde un sistema con una tensión dada a otro sistema con una tensión deseada .Tiene una importancia capital dentro de los sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica. Pues han permitido la preponderancia de la corriente alterna y la capacidad de utilizar en cada sector los niveles de tensión más apropiados y económicos, atendiendo a factores tales como: potencia a transmitir, seguridad de utilización, longitud de líneas.

Análisis de las Pérdidas de un transformador

- Pérdidas en el circuito magnético (Po). Denominadas también Pérdidas en el hierro o Pérdidas en vacío, ya que se determinan mediante el ensayo de vació del transformador

son independientes de la carga a que este sometido el transformador y prácticamente invariables a tensión y frecuencia constante.

- Pérdidas por efecto Joule en los devanados (Pcu).Se deben a las Pérdidas en los embobinados del transformador debido a las resistencias existentes en estos (efecto Joule). Se denominan también Pérdidas en el cobre, ya que los devanados suelen fabricarse en cobre, aunque a veces se realizan en aluminio. Varían proporcionalmente con el cuadrado de la corriente, si se conocen las Pérdidas producidas por este concepto en régimen nominal Pcc, cuando el transformador funcione con un índice de carga "c".

$$Pcu = Po + C2 * Pcc$$ **Ecuación 1.2. Pérdidas en el Cobre**

Las Pérdidas de un transformador Pp, que trabaje con un índice de carga "c" Serán.

$$Pp = Po + Pcu = Po + C2 * Pcc$$ **Ecuación 1.3. Pérdida de un transformador Pp que trabaje con índice de carga "c".**

1.6.3. Facturación Eléctrica

1.6.3.1. Control de la Demanda Máxima

El control de la demanda máxima y del consumo de energía eléctrica, consiste en la administración y el control de las cargas eléctricas para reducir cargos por demanda máxima de potencia y por consumo de energía, durante ciertos períodos de tiempo de acuerdo con la tarifa eléctrica que se aplica.

Ventajas

- Reducir los pagos por demanda máxima.
- Reducir el costo de la energía consumida, a partir fundamentalmente de la reducción de las cargas y de que las operaciones sean desplazadas en el tiempo hacia horarios en los cuales el costo de los kWh sea más reducido.
- Disminuir las pérdidas en líneas y transformadores y su costo asociado.

- Reducir la capacidad necesaria de los conductores, transformadores y equipos de distribución y maniobra de la energía eléctrica, así como de generación, si existen.
- Mejorar la regulación de voltaje.

Generalmente el consumo del portador energético electricidad es el que incidente en el costo total de los portadores de una empresa. La facturación por este motivo tiene determinadas implicaciones que se reflejan en la estructura de la ecuación general de la tarifa eléctrica:

$$\$ = \left[CD \cdot Dc + \left(P_p \cdot kWh_{pico} + P_m kWh_{mad} + P_d kWh_d\right) \cdot K + I_{\Delta Ptransf}\right] \cdot \left(\frac{Fp_{normado}}{Fp_{real}} - 1\right)$$

Ecuación 1.4. Ecuación general de la tarifa eléctrica

Donde:

$: Costo total del consumo de energía eléctrica.

CD: Costo del kW para la demanda contratada.

Dc: Demanda contratada.

Pp: Precio del kWh en horario pico

Pm: Precio del kWh en horarios de la madrugada

Pd: Precio del kWh en horario del día.

K: Factor del Combustible.

$I_{\Delta Ptransf}$: Pérdidas por transformación:

$\frac{Fp_{normado}}{Fp_{real}} - 1$: Factor que tiene en cuenta el aprovechamiento de la energía a través del comportamiento del factor de potencia de la instalación.

El costo por demanda contratada representa entre el 30 y el 40% de los costos totales de la factura. Algunas empresas por temor a pasarse de lo contratado tienen un cargo fijo adicional que le pesa en su economía, y en el peor de los casos desconocen que se puede contratar hasta dos veces la demanda en el año.

El costo por energía consumida, independientemente del horario y del tipo de tarifa que se tenga, es el más importante, en el cual se puede trabajar en reducirlo a partir del

conocimiento de las características del consumo. Por tanto un reconocimiento detallado del sistema de suministro eléctrico de cualquier instalación permite realizar mejoras encaminadas a mejorar el balance de las cargas, la disminución de perturbaciones en la onda de tensión (calidad de la energía).

Las pérdidas por transformación, pasan a la factura en caso que las mediciones de la energía se realicen por la parte de baja del transformador de fuerza. Si las mediciones se realizan por alta estas no se tienen en cuenta. Pero se destaca que el empleo eficiente de la potencia instalada de transformación permite reducir los costos por este motivo. En ocasiones se cuentan con transformadores que en el transcurso de los años se mantienen con un coeficiente de utilización muy bajo, si este mismo transformador fuera de una potencia menor las pérdidas serían menores a partir de que son menores las pérdidas en el cobre y en el hierro.

El factor de potencia, es el indicador del grado de aprovechamiento de la energía en un sistema de suministro eléctrico. Los costos por penalización por el bajo factor de potencia oscilan entre el 3 y el 15%, sin embargo existen empresas que pueden adoptar medidas al respecto con pequeñas inversiones.

1.6.4. Índice de Consumo

Unidades de producto terminado por unidad de energía consumida:

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.). Si se consumen diferentes tipos de energía para un mismo producto debe determinarse el consumo equivalente haciendo compatibles los diferentes tipos. Permite su comparación con las normas de consumo establecidas para Empresas.

1.7. Conclusiones.

- La eficiencia energética y el uso racional de los portadores energéticos presentan en estos momentos una necesidad de desarrollo sostenible, donde la industria, los servicios y el sector residencial realizan importantes esfuerzos.
- La Gestión Energética es un procedimiento organizado de previsiones y control del consumo de energía con el fin de obtener el mayor rendimiento posible sin disminuir el nivel de prestaciones.
- La realización de este tipo de estudio en entidades similares, ha permitido detectar los problemas existentes en las empresas, posibilitando la aplicación de medidas que han logrado notables avances con respecto del ahorro de energía.

CAPÍTULO II: DETERMINACIÓN DE LAS REGULARIDADES DE UN SISTEMA DE GESTIÓN

2.1. Introducción.

En este capítulo se realizará el estudio de cómo explotar el recurso eficiencia energética en el Hospital Guillermo Luis Fernández-Hernández Baquero del territorio, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro para la conservación energética. Se presentan los resultados del estudio general del sistema de suministro eléctrico debido a su grado de importancia en la estructura energética.

Se aborda además los aspectos relacionados con la iluminación en el sentido de describir e identificar las particularidades de su empleo. Se definen desde el punto de vista técnico, las deficiencias y las posibilidades de mejoras en cada uno de los elementos analizados.

2.2. Caracterización general del Hospital Guillermo Luis Fernández-Hernández Baquero

El Hospital Guillermo Luís se encuentra Ubicado en el Reparto Caribe a 2 Km del centro de la ciudad de Moa, en la provincia Holguín, es de carácter general docente, su campo de acción en el servicio hospitalario comprende los municipios Moa, Sagua de Tánamo, Frank país y otros aledaños. Su Objeto Social es brindar servicios de salud a los ciudadanos cubanos en las especialidades y modalidades que caracterizan a la entidad, efectuar el control higiénico epidemiológico del medio intra-hospitalario, realizar actividades de investigación y desarrollo en las actividades que le son afines y actividades de educación para la salud a la población, brindar atención integral de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la salud en la población.

2.3. Fuentes de suministro de energía eléctrica.

El Hospital "Guillermo L Fernández Hernández Baquero por las características de su equipamiento y los servicios que presta está considerado un consumidor de primera categoría, este consta de un número considerable de nodos con cargas de diferente naturaleza y niveles de tensión. Esto hace que los análisis de flujo de carga sean muy complejos y requieran del apoyo de la modelación y de las mediciones de los parámetros del sistema para poder realizar una evaluación y efectuar mejoras en los índices de calidad y eficiencia de la red.

A la entidad se le suministra la energía eléctrica a través de los circuitos 21 de las Coloradas o expreso y 2 del Caribe, ambos líneas de media tensión (13.8 kV). Tiene una subestación con un transformador en aceite que tiene una potencia de 1000 kVA y reduce el voltaje a 480 V. Este cuenta además con dos sistemas de generación diesel de 600 kVA = 480 kW. Cada uno para caso de emergencia. Según el esquema monolineal (Anexo 4), de dicha subestación salen dos circuitos principales: Circuito de Emergencia que alimenta aproximadamente el 77% de la carga nominal del hospital y circuito normal que alimenta aproximadamente el 23% de la carga nominal, estos circuitos van a las pizarras de distribución (PGD), las cuales poseen breakers automáticos de donde se manipula el suministro de energía eléctrica a los transformadores ubicados en las diferentes áreas del hospital, los mismos son del tipo seco con conexión Δ/Y aterrada. Dichos transformadores reducen el voltaje de 440 V a 220 V y 127 V con el neutro según el servicio que interese brindar, voltaje apto para la utilización de los equipos eléctricos (médicos y no médicos).

Áreas o Sistemas más representativos en el consumo de portadores energéticos

Los procesos más consumidores de energía eléctrica en la entidad son:

- Climatización.
- Refrigeración.
- Caldera.
- Sistema de Bombeo de agua.
- Tomógrafo.

2.3.1. Caracterización e información de los circuitos principales y ramales.

Subestación principal.

Transformador principal: 13800 V – 480 V. Alimenta todo el hospital (suministro de la red nacional).

En este transformador en caso de algún problema existente los autorizados a trabajar en el son los operadores de la empresa eléctrica, encargándose también de la conexión y desconexión del circuito del cual se va alimentar.

Características:

Potencia: 1000 kVA.

Frecuencia: 60 Hz.

Fases: 3.

Conexión: Δ/YH-11.

Características del primario: 13200 V con 43,75 A.

Características del secundario: 460 V con 1250 A.

Peso total: 4890 Kg.

Peso del aceite: 1225 Kg.

Marca: TM 1000/10-74T1.

Fabricación: Ex URSS.

Cantidad de taps: 5.

2.4. Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero.

Para analizar el consumo de los portadores en la empresa se obtuvo la información en la oficina del energético de la entidad, así como datos y trabajos realizados, dicha información no está actualizada pudiendo comprobar que no existe un control continuo en el consumo de los portadores, en el centro se consumen los siguientes portadores energéticos.

- Energía Eléctrica
- Diesel
- Fuel Oil

2.4.1. Registros históricos de Servicios y Energía.

En el grafico 2.1 se puede conocer el registro histórico de la producción y energía anual, para poder tener una breve idea del comportamiento de los portadores de estos últimos años, con respecto al incremento que ha tenido los servicios prestados a la población contra la energía consumida en kWh.

Año	Servicios	Energía (kW/h)
2008	69817	905098
2009	73133	830503
2010	88849	827792

Tabla 2.1 Registro Histórico de Servicios contra Energía.

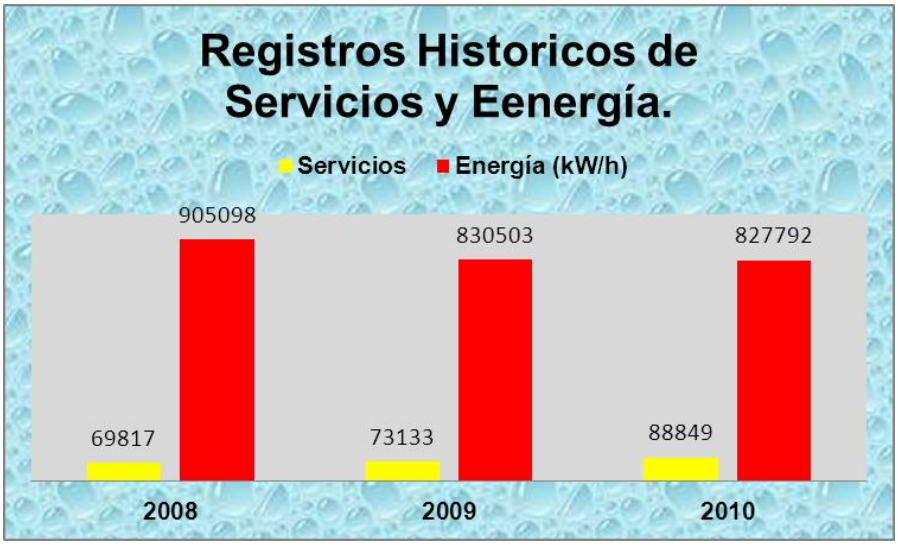


Grafico 2.1. Registro histórico de Servicios y Energía.

2.4.2. Consumo anual de portadores energéticos.

Para el análisis de los portadores energéticos de la entidad, en la Tabla 2.2 se partió de los datos recogidos de la facturas de los consumos de los diferentes portadores en los departamentos de economía y mantenimiento, dicha información está actualizada pudiendo

comprobar que existe un control continuo en el consumo de los portadores, en el centro se consumen los siguientes datos.

Con diferentes informaciones y mediciones se pudo realizar el siguiente gráfico de Pareto donde se llevaron los portadores a toneladas de petróleo equivalente (TEP), se observa que la electricidad es el portador más significativo con un 64.30%, el fuel oil un 27.10%, el diesel 8.00% y la gasolina es la menos significativa con un 0,60%.Esto nos ayuda a centrar nuestro estudio de eficiencia en la electricidad siendo estos los más explotado.

Portadores	**tcc**	**%**	**% Acumulado**
Energía Eléctrica	175	94.02	94.02
Fuel oíl	10.6	5.69	99.71
Gas licuado	0.41	0.22	99.93
Diesel	0.13	0.07	100
Total	186.14	100	393.66

Tabla 2.2.Composición de portadores (tcc).

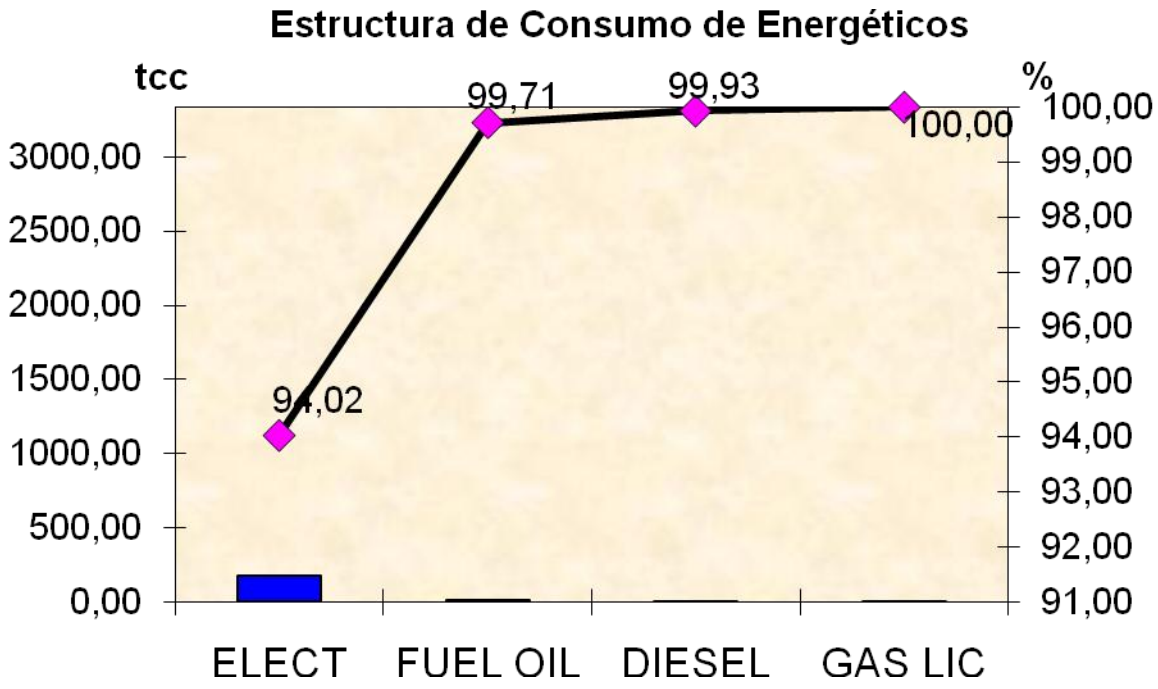


Gráfico 2.2. Gráfico de Pareto de los portadores energéticos.

2.4.3. Composición de los costos por portadores.

El gráfico 2.3 corresponde a los costos por portadores de la instalación. Observando que la electricidad con un consumo de 130972.8 (MP) en el año 2010 es el más significativo de todos, representando en la misma el 73% de la energía total consumida en la entidad, el consumo de la misma está determinado por los niveles de servicios de cada mes.

Portadores	Costo (MP)
Electricidad	130972.8
Fuel oíl	13874.37
Gas licuado	27718.97
Diesel	5495.38

Tabla 2.3. Costos por Portadores.

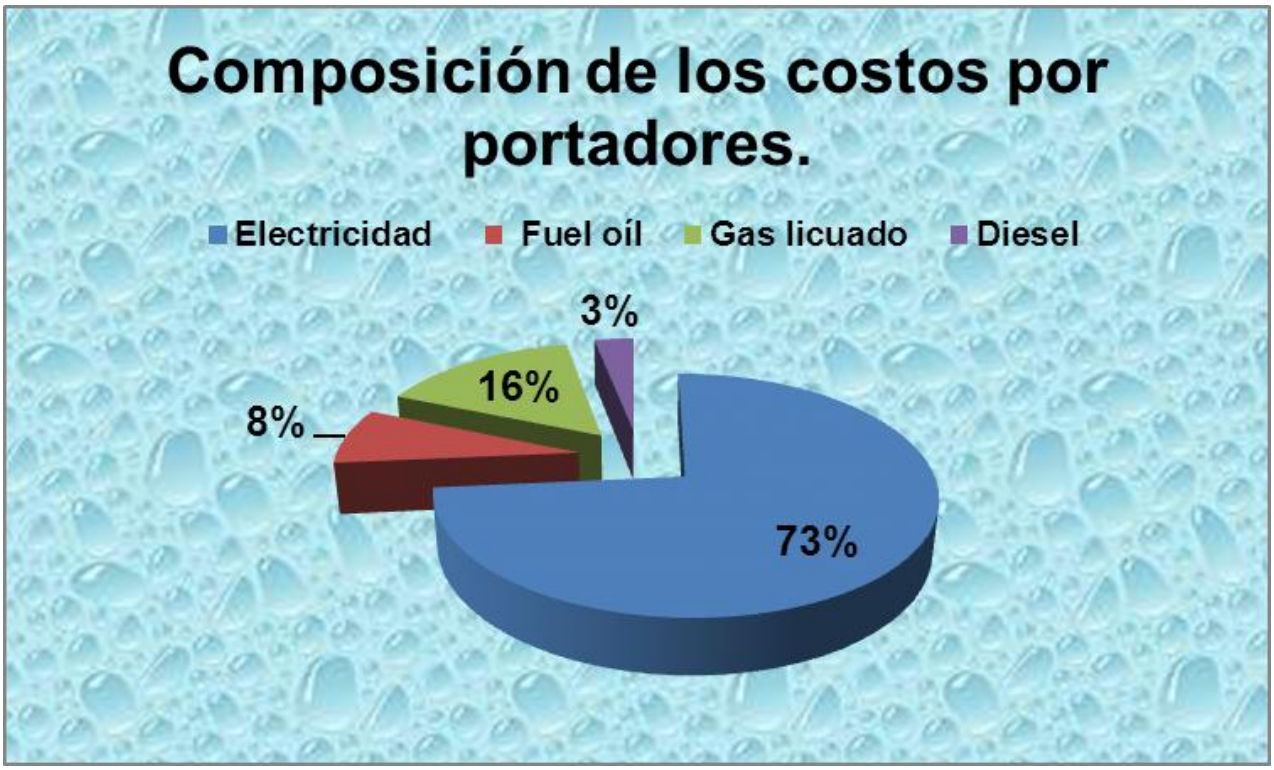
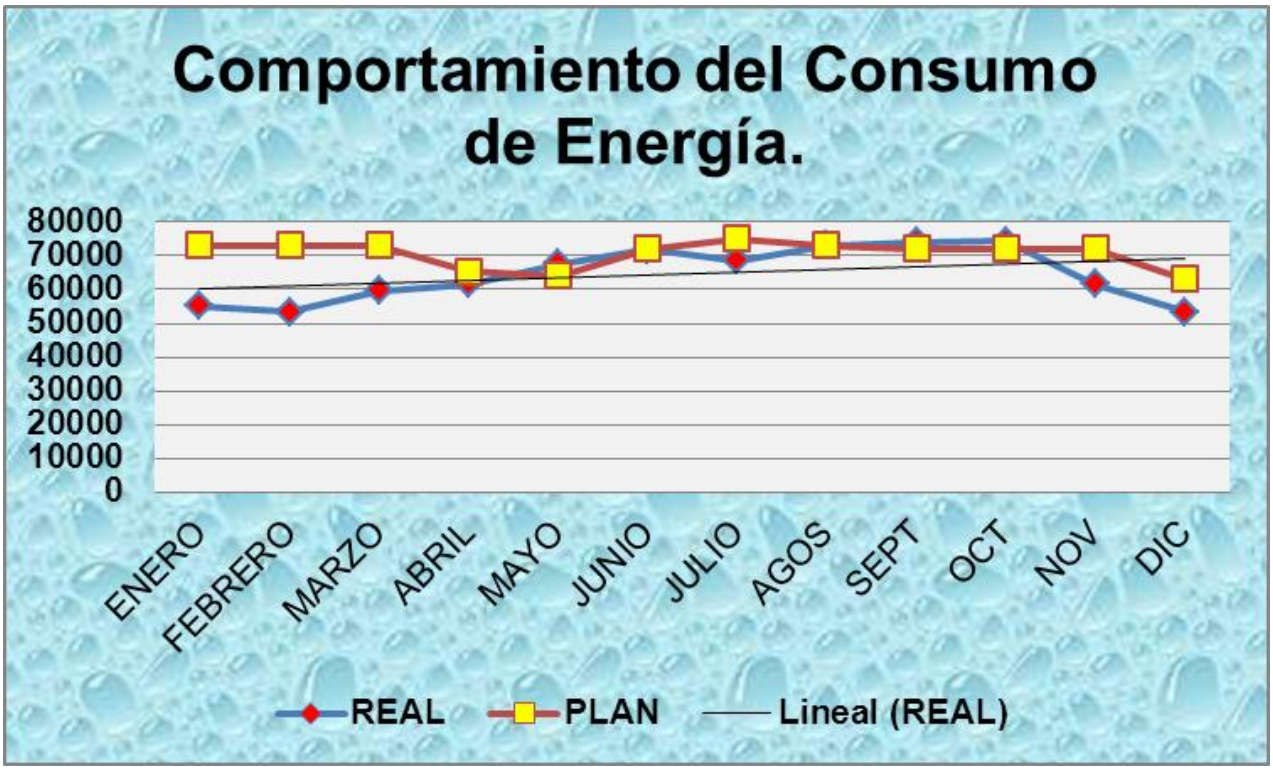


Gráfico 2.3. Composición de los Costos por Portadores.

2.5. Comportamiento del consumo de energía anual:

El gráfico 2.4 muestra el comportamiento del plan de consumo de energía eléctrica durante el año 2010, lo que utilizamos como tiempo base para realizar el análisis de este portador. El mismo se obtuvo luego de analizar las diferentes facturas por meses para ver cuál ha sido el comportamiento de toda la energía eléctrica que se consumió.



.Gráfico 2.4. Comportamiento del Consumo de Energía. (Ver Anexo 1 Tabla 1.1)

El gráfico 2.4 corresponde al consumo total que se le ha facturado a la instalación, percatándonos que los meses de mayor gasto de energía en los diferentes años son los meses comprendidos desde mayo hasta octubre, a partir de estos meses comienza a estabilizarse el consumo de energía. Esto se debe a la situación que presenta el clima de nuestro país en los meses de verano, en los cuales la temperatura aumenta drásticamente y para mantener las condiciones óptimas de trabajo de los equipos de Electromedicina se requiere un mayor trabajo del equipamiento de clima.

2.5.1. Índice de consumo de electricidad:

Para realizar el análisis de la electricidad primeramente se analizó la base de datos disponible del año 2010. En la siguiente figura el índice de consumo de electricidad se recuerda que el mismo está definido como la cantidad de kWh entre los pacientes atendidos,

es decir kWh /pac. Para mostrar más claramente se muestra el gráfico del índice de consumo teniendo en cuenta la energía eléctrica consumida.

En el gráfico 2.5 se aprecia el comportamiento entre el consumo de energía (kWh) y los servicios prestados por la entidad. En los meses de verano de julio y agosto podemos constatar que el consumo está por encima de los servicios prestados, esto se debe a que en estos meses los planes de casos vistos de pacientes son más bajos, por la ausencia de personal en la entidad, y por el clima que presenta el clima de nuestro país en los meses de verano, en los cuales la temperatura aumenta drásticamente y para mantener las condiciones óptimas de trabajo de los equipos de electromedicina se requiere un mayor trabajo del equipamiento de clima .

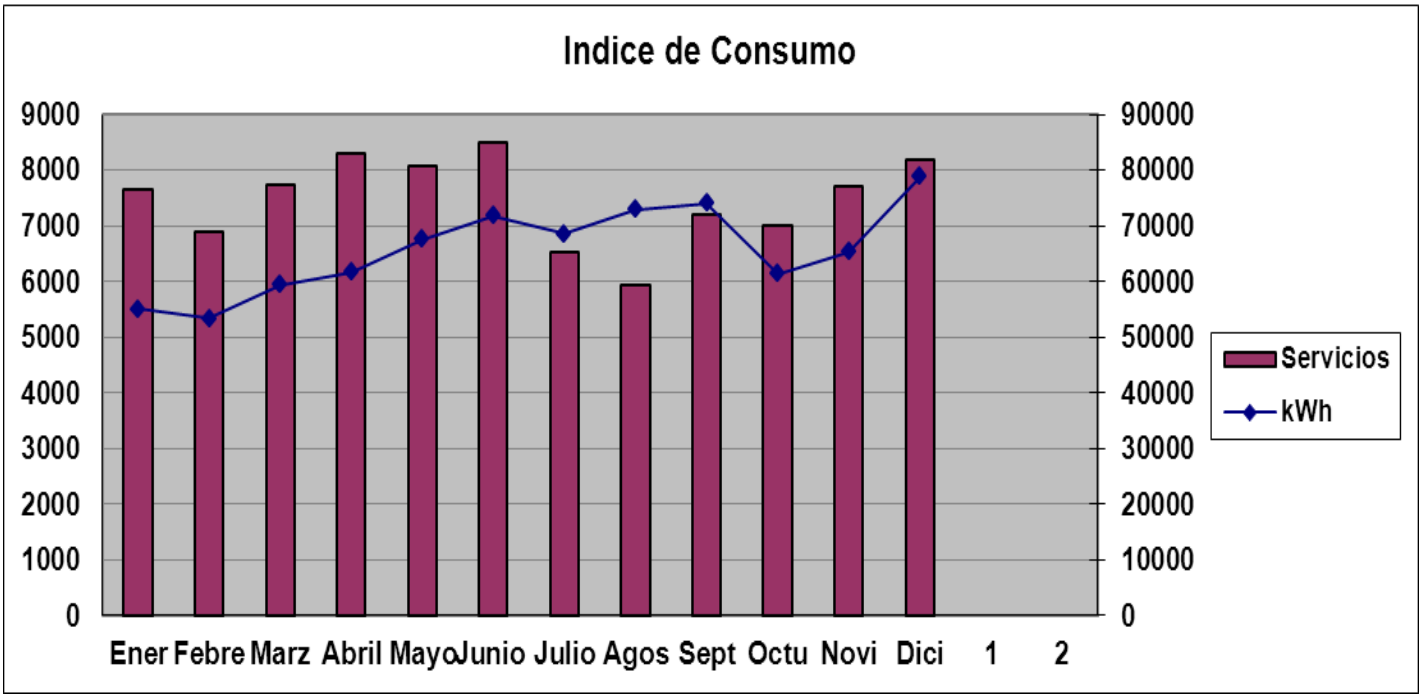


Gráfico 2.5. Energía contra Servicios prestados. (Ver Anexo 1 Tabla 1.2)

Cuando se analiza en forma de gráfico de dispersión con coeficiente de correlación $R^2 \geq 0{,}75$, el índice de consumo de electricidad se obtiene gráficos que demuestran la no correlación entre la cantidad de pacientes atendidos y los kWh. En el gráfico 2.6 se observa que no

existe correlación con un coeficiente $R^2 = 0.4416$, además de que el valor de la pendiente es negativo.

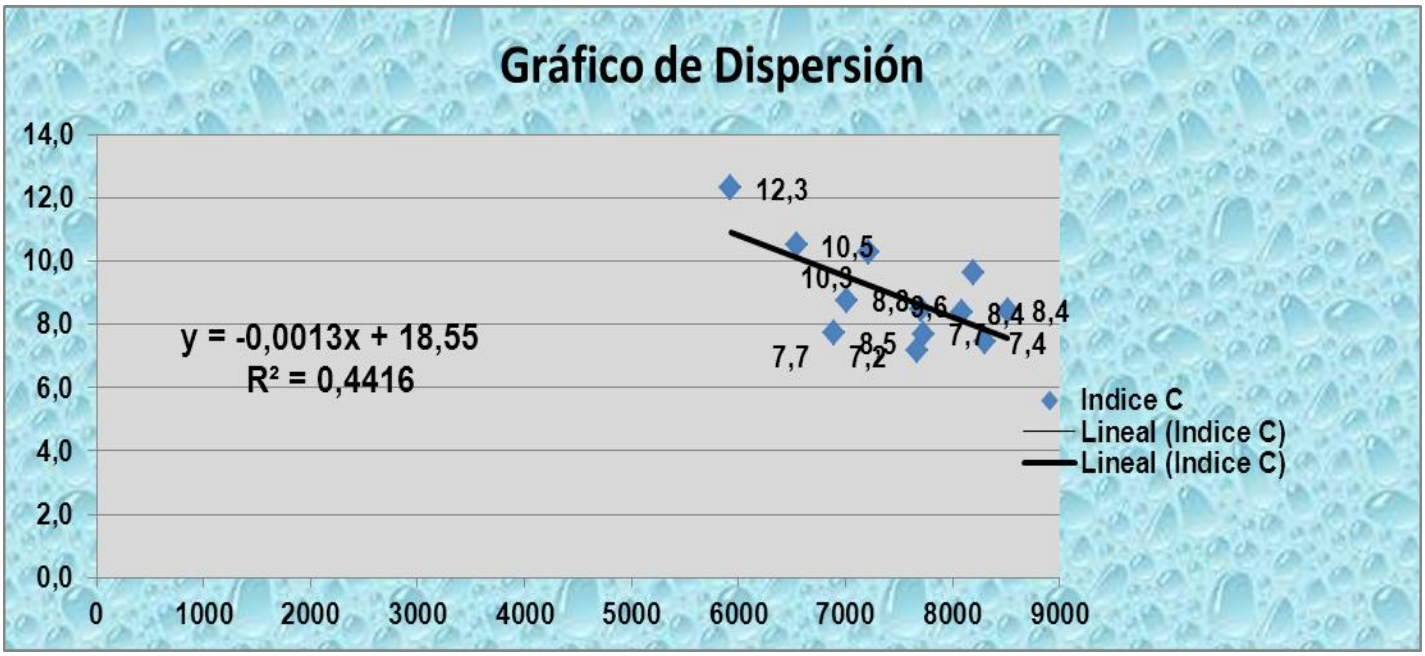


Gráfico 2.6. Gráfico de Dispersión.

Mediante el gráfico de la figura 2.5 podemos ver que en los primeros meses del año 2010 el índice de consumo alcanza su mayor valor, debido a que históricamente se ha estudiado que en este periodo el plan de servicios se eleva producto a las actividades del hospital (cirugías partos, ingresos etc.) Los meses de menor índice son los de verano producto al poco personal en la entidad.

2.5.2. Análisis de la facturación eléctrica:

Mediante el Acuerdo No. 3944, del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, fueron aprobados, con carácter provisional hasta tanto sea adoptada la nueva legislación sobre la organización de La Administración Central del Estado, el objetivo y las funciones y atribuciones específicas de este ministerio, entre las que se encuentra la de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política de precios del Estado.

Se aplicará a los servicios de consumidores clasificados como de Media Tensión con instalaciones de cogeneración u otras que generen energía eléctrica, cuya demanda máxima

del SEN sea igual o inferior a su capacidad de generación (en kW) en explotación activa o mantenimientos planificados, cuya extensión sea inferior a un mes completo de la facturación de electricidad. En caso que la industria cese su explotación activa por tiempo continuo, superior a un mes completo de facturación, se aplicará en toda su envergadura la tarifa correspondiente a este nivel de voltaje.

La tarifa eléctrica aplicada al Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero es la siguiente:

Tarifa de media tensión (M-1.A) ,20h o más de servicios, 5$ mensuales x cada kW contratado en horario pico (17:00-21:00).

- $ 0.083 por cada kWh consumido en el horario pico.
- $ 0.042 por cada kWh consumido en el horario del día.
- $ 0.028 por cada kWh consumido en horario de madrugada.

Las industrias contratarán la máxima demanda para el control de la penalización, sobre la base de la capacidad real necesaria (capacidad real de todas las instalaciones eléctricas deducidas las capacidades de su instalación de generación disponible), más la capacidad de su mayor instalación de generación propia, pero nunca mayor del 90 % de la capacidad instalada de transformación.

Si la demanda máxima registrada en el horario de día y pico es mayor que la contratada, se facturará el exceso al triple del valor de la demanda de la tarifa de media tensión M-1.A., o sea $ 15,00 por kW en exceso.

Se aplica la cláusula del factor de potencia.

Se aplica la cláusula de ajuste por variación del precio del combustible.

Se penalizará con un factor de potencia menor de 0.90.

Entre 0.90 y 0.92, no habrá penalización ni bonificación, quedando la factura sin variación.

Se bonificará con un factor de potencia de 0.92 hasta 0.96.

Cuando el factor de potencia sea mayor de 0.96, la bonificación se calculará utilizando el valor de 0.96.

En el gráfico 2.7 se muestra el análisis de la tarifa eléctrica en los años del 2008 hasta abril del 2011, donde se puede percatar que el 2011 lleva un 20% del total de los gastos de facturación.

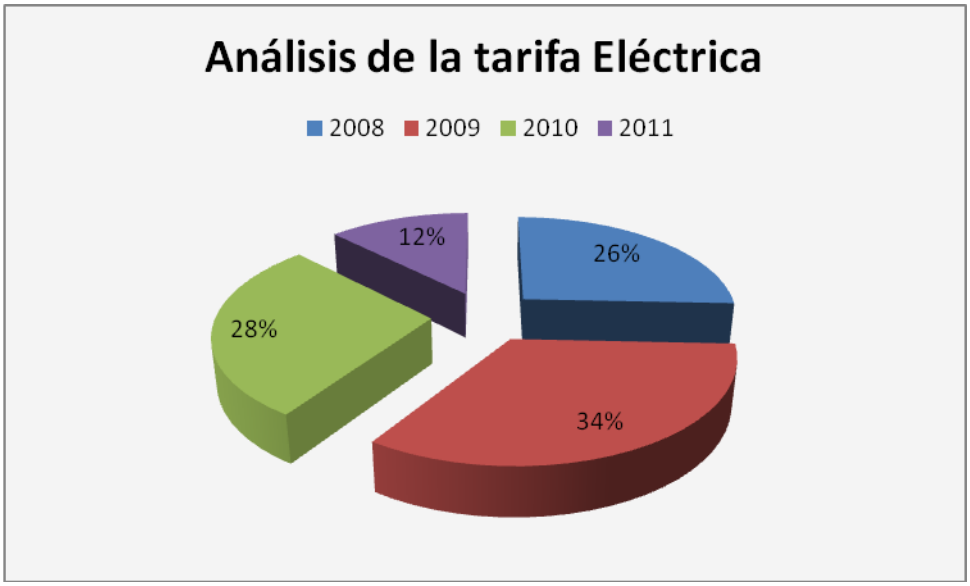


Gráfico 2.7. Análisis de la tarifa eléctrica por año. (Ver Anexo 1 Tabla 1.6)

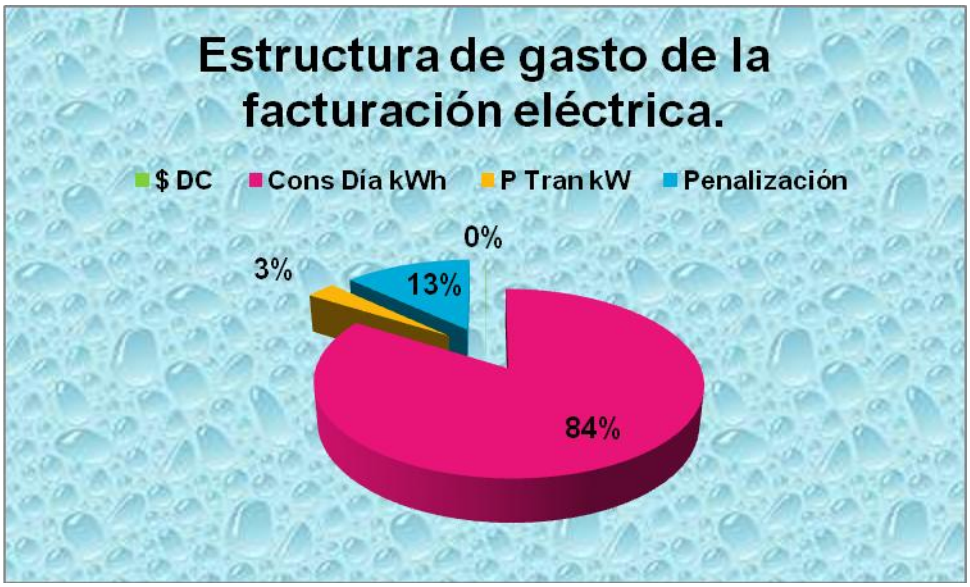


Gráfico 2.8. Estructura de gasto de la facturación eléctrica. (Ver Anexo 1 Tabla 1.7)

En el gráfico 2.8 se aprecia que el consumo durante el día es el que más aporta a la facturación eléctrica con un 84%, seguido por las penalizaciones con un 13%, debido al bajo factor de potencia existente en la instalación.

2.5.3. Levantamiento de cargas instaladas.

Para tener una idea general de las cargas instaladas en la empresa se realizó un levantamiento cuyo resultado aparece en la tabla correspondiente al Anexo 1 (Ver tabla 1.6.). Como resultado del análisis realizado se tiene que la potencia instalada es 1307.76kW. Con toda la información recuperada, es posible conocer la estructura de esta carga instalada, con la cual se tiene una idea del peso que representa cada familia de equipos en la composición global de los consumidores mostrándose estos resultados en el gráfico 2.9.

Los equipos de climatización y la refrigeración son los que definen el consumo de energía eléctrica en el hospital.

Como se observa en esta gráfico, el mayor peso de consumo en la carga instalada en la entidad recae sobre la climatización, la cual representa un 81%, seguida por los equipos de lavandería los cuales suman un 4%, continúan la iluminación general con un 3%, al igual que los equipos de electromedicina con un 2% y por último los equipos de cocina y esterilización que son los menores consumidores del hospital.

Estratificando el consumo de potencia activa a partir de cálculos estimados del tiempo de trabajo de todas las cargas del hospital se pudo realizar un gráfico de Pareto. Se tomó como base la misma estructura de la potencia instalada pero en este caso el gráfico de barra y el de porciento acumulativo indican que entre la climatización, somatón y la iluminación general se consume aproximadamente el 90 % de la energía eléctrica (Ver gráfico 2.10.).

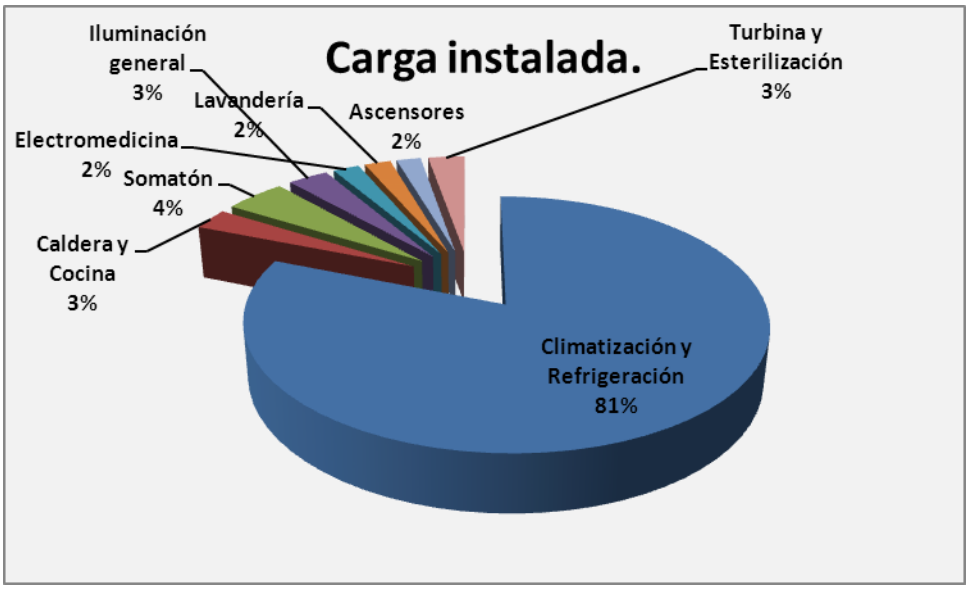


Gráfico 2.9. Estructura de las cargas instaladas. (Ver Anexo 1 Tabla 1.3)

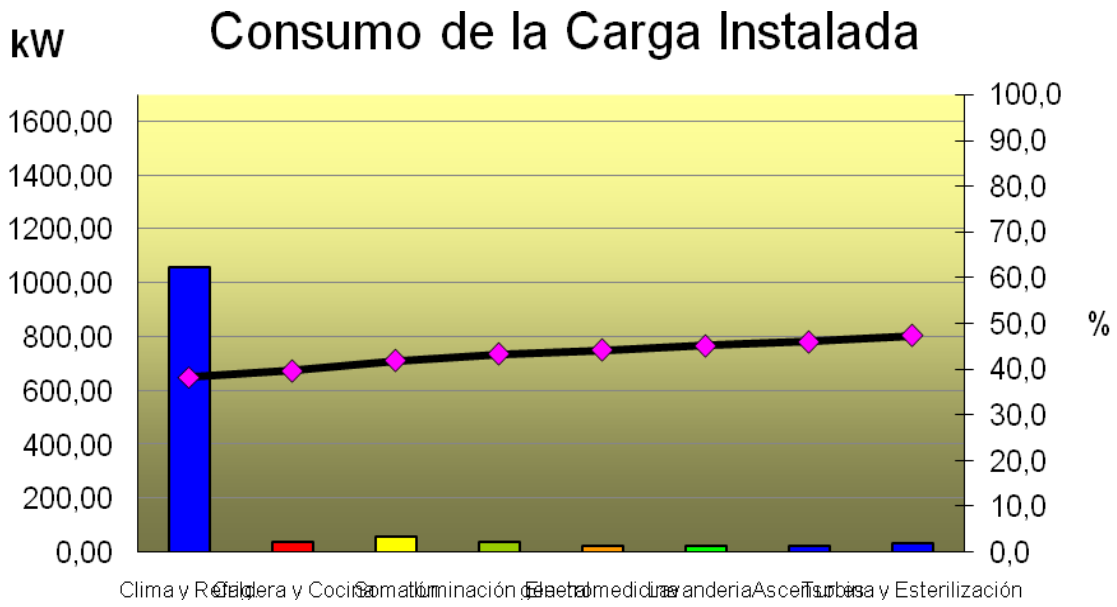


Gráfico 2.10. Gráfico de Pareto del pronóstico de la demanda tomando como referencia la estructura de la carga instalada. (Ver Anexo 1 Tabla 1.3)

2.6. Comportamiento de las potencias activa, reactiva y aparente.

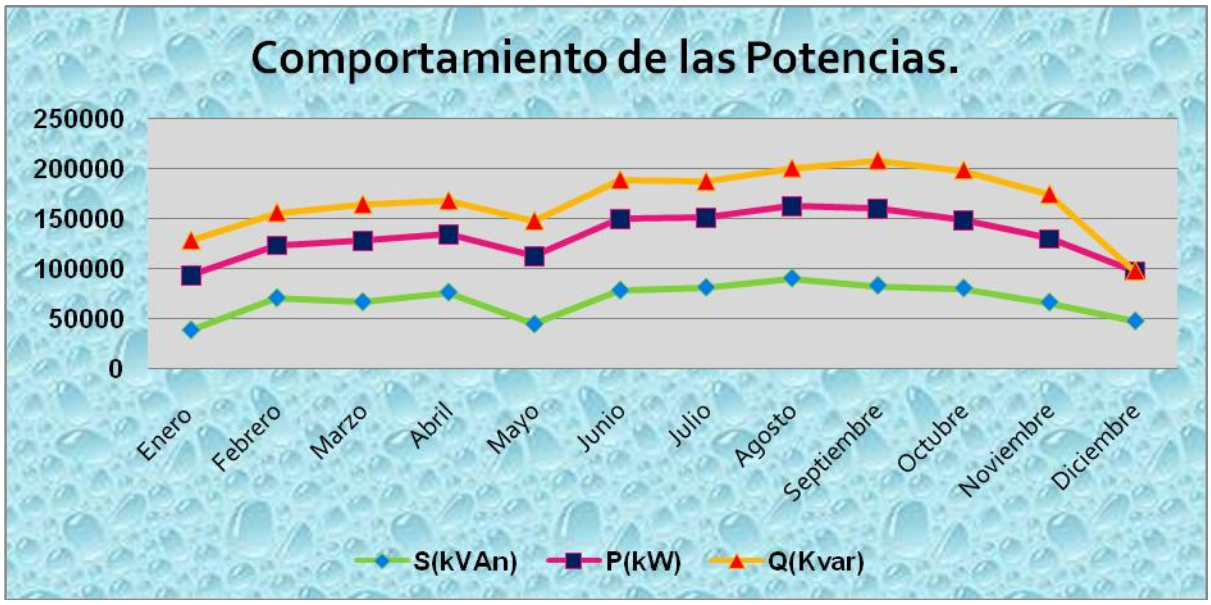


Gráfico 2.11. Comportamiento de las potencias Activa, Reactiva y Aparente.

El gráfico 2.11 representa el comportamiento de las potencias trifásicas P, Q, y S de la entidad. Con este gráfico se llegó a la conclusión de que el mismo esta subcargado, donde el mayor valor de la potencia aparente en ese año es de 250 kVA lo que equivale a un coeficiente de carga del transformador de un 25 % aproximadamente, por debajo de la capacidad nominal del transformador que es de 1000 kVA. Además se puede observar en la figura que la diferencia entre el consumo de potencia activa y aparente es muy pequeña a consecuencia del bajo consumo de reactivos de manera general, lo cual se manifiesta en un factor de potencia que oscila entre 0.83 y 0.87.

2.6.1. Análisis al comportamiento del factor de potencia en el Hospital en el transcurso del año 2010.

El factor de potencia energéticamente hablando es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente del circuito, es una medida del grado de aprovechamiento de la energía eléctrica; como se muestra en el gráfico 2.12 el factor de potencia en el del hospital se

encuentra fuera de los parámetros establecidos para un óptimo funcionamiento, Por lo que se concluye que existe una descompensación del factor de potencia que requiere una atención inmediata.

Para el análisis del comportamiento del factor de potencia en el sistema se puede ver en la figura donde existe un bajo factor de potencia incluso con valores muy pequeños como 0.50, esto es debido a la falta de instalación de banco de condensadores que regulen el cosφ del centro. En las lecturas dio un promedio de 0.83 lo que demuestra la falta de instrumentos y de tecnología para la regulación del mismo.

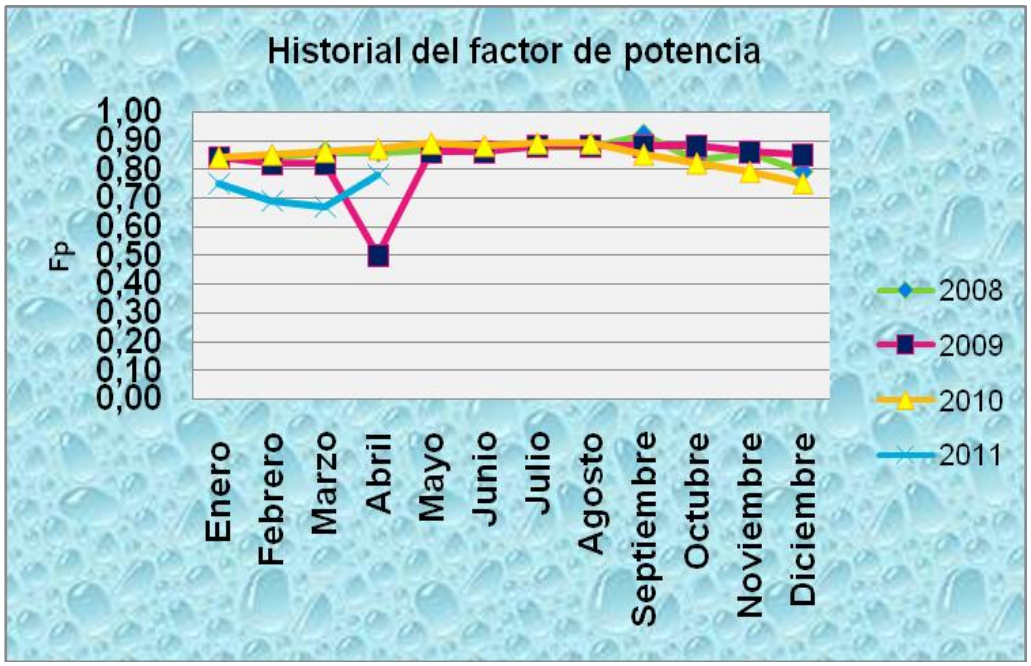


Gráfico 2.12. Historial del Factor de Potencia. (Ver Anexo 1 Tabla 1.8)

2.6.1.1. Penalización por factor de potencia.

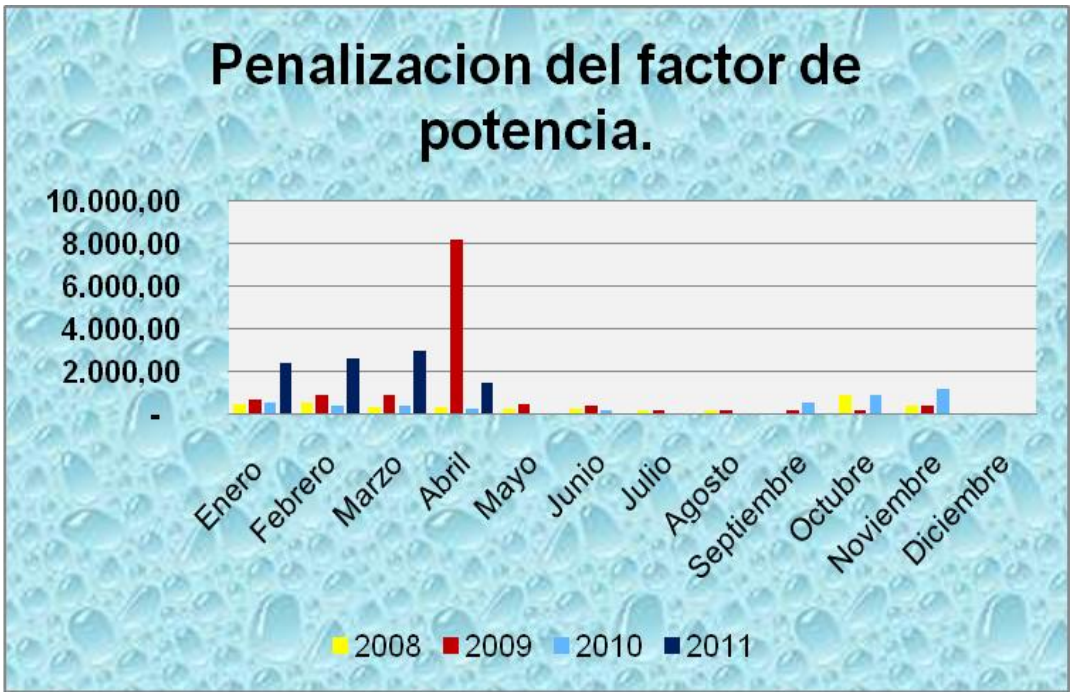


Gráfico 2.13. Importe por penalización del Fp. (Ver Anexo 1 Tabla 1.9)

Como se ha podido observar en el gráfico 2.13 los años que más han afectado la economía del hospital producto de las penalizaciones del bajo factor de potencia ha sido el año 2010, la cifra estaba valorada en más de 8000CUP, con respecto al 2011 el estudio se realizó hasta abril y lleva más de $2000 CUP, por eso es preciso la reducción en el costo de la electricidad para mantener un el nivel de consumo de potencia reactiva por debajo del valor penalizable, según el sistema tarifario en vigor. Ya que un factor de potencia alto permite la optimización de los diferentes componentes de una instalación. Se evita el sobredimensionamiento de algunos equipos, sin embargo, para lograr los mejores resultados a nivel técnico, la corrección debe llevarse a cabo lo más cerca posible de los receptores.

2.6.2. Supervisión Energética.

Objetivos de la Supervisión Energética.

Objetivos Generales

Teniendo en cuenta la necesidad de control y uso eficiente de los portadores energéticos como pilar fundamental para el desarrollo y sustento de la economía, la prestación de servicios y operación estable del Sistema Electro energético Nacional, se trazan los siguientes objetivos generales:

- Supervisar la existencia, aplicación y cumplimiento de la Gestión Energética.
- Supervisar el control y uso racional y eficiente de la Energía Eléctrica en las Instalaciones.
- Supervisar el estado técnico de los sistemas, equipos y dispositivos consumidores de energía, así como el estado técnico de las instalaciones y la gestión de mantenimiento.
- Cuantificar los ahorros potenciales empleando mediciones o cálculos estimados basados en la experiencia práctica.
- Supervisar la existencia, aplicación y cumplimiento de la Gestión Energética.
- Supervisar el control y uso racional y eficiente de la Energía Eléctrica en las Instalaciones.
- Supervisar el estado técnico de los sistemas, equipos y dispositivos consumidores de energía, así como el estado técnico de las instalaciones y la gestión de mantenimiento.
- Cuantificar los ahorros potenciales empleando mediciones o cálculos estimados basados en la experiencia práctica.

Todo esto refleja de una forma clara las deficiencias organizativas y técnicas que inciden negativamente en el control y uso de los portadores energéticos y el estado técnico de las instalaciones.

Objetivos Específicos.

- Realizar una selección de las áreas, equipos y sistemas de mayor incidencia en el consumo de energía y determinar las posibles potencialidades de ahorro.

- Realizar una selección de las áreas, equipos y sistemas de mayor incidencia en el consumo de energía y determinar las posibles potencialidades de ahorro.
- Supervisar el Sistema de producción y de distribución de aire comprimido.
- Supervisar el Sistema de Climatización y de Iluminación.

Actividades para realizar la supervisión Energética.

- Reunión inicial en la entidad.
- Integración del grupo de trabajo.
- Determinación de la información necesaria para la supervisión.
- Selección de unidades, áreas y equipos a supervisar.
- Planeación de los recursos y el tiempo.
- Revisión de los lugares claves.
- Recopilación de información.
- Elaboración del plan de mediciones.
- Mediciones en campo, recopilación y filtrado de los datos.
- Procesamiento de datos y análisis de resultados.
- Determinación de posibles medidas de ahorro.
- Estimación del potencial de ahorro energético y económico.
- Definición de medidas de ahorro y proyectos de mejora de la eficiencia energética.
- Elaboración y presentación del informe final de la supervisión.

2.7. Deficiencias detectadas en el empleo de la energía eléctrica.

Factor de potencia del Servicio Eléctrico

- El Factor de potencia (***Cosφ***.) del Servicio Eléctrico se comportan por debajo de 0.9, el promedio en el año es de 0.83.
- Por concepto de penalización por bajo Factor de Potencia han efectuado un pago total en el año de $ 12.888.00, siendo el promedio en el servicio de $ 1.074.00.

- Insuficiente chequeo en el cumplimiento de las medidas contenidas en el Programa Energético (suciedad en los filtros de los aires acondicionados y falta de hermeticidad en locales climatizados).
- Control del uso de la energía
- Incorrecta utilización de los Índices de Consumo Físicos en la Planificación del Consumo de Energía Eléctrica, se llevan de forma global y se Incumplen los Índices de consumo Reales con los Planificados en el centro de consumo por lo que el comportamiento de la intensidad energética es en ascenso.

Participación de la Administración

- Incorrecta contratación de la Máxima Demanda del servicio eléctrico ya que la contratada es de 300 kW y la real promedio mensual es de 123 kW durante el año 2010, solo en el mes de Abril, alcanzó 133 kW, en Mayo y Septiembre alcanzó 131 kW, quedando en un 41 % por debajo de la contratada.
- Insuficiente análisis de los indicadores energéticos del centro y seguimiento a las deficiencias detectadas en los Consejos de Dirección
- No existe evidencia de la aplicación de métodos de estimulación individual para el uso racional de los portadores energéticos.
- No existe evidencia de la aplicación de medidas disciplinarias, administrativas o de otra índole ante violaciones de lo establecido en el Programa Energético.

Sistema de iluminación

- Ineficiencias en el empleo de la iluminación artificial (existen 839 lámpara ineficiente de 40W).
- Seccionalización de circuitos de alumbrado.
- Luces y Otros Equipos innecesarios operando en la Hora Pico.

Sistemas de Refrigeración

- Ineficiente operación de los sistemas climatización destinados a refrigerar aire para climatizar el ambiente en zonas de trabajo.

Sistema de producción y distribución de vapor

- Falta de insulación en válvulas (8) del sistema de distribución de vapor (6 en área de lavandería, 1 en la reductora de vapor, 1 en casa caldera).
- Falta de insulación en 28 m de tubería de 2" en la redes del sistema de distribución de vapor (alrededor de 6 m en la reductora de vapor, 10 m en el área de lavandería, 2 m en el área casa caldera y alrededor de 10 m en el área de secado).

Redes de vapor y condensado.

Salideros en las redes de vapor del sistema de distribución de vapor, (válvula de seguridad de la caldera, unión universal, salidero de vapor en uniones y válvulas del área de lavandería, salidero de vapor en manguera que alimenta la plancha # 2 en el área de secado, válvula en la reductora de vapor), las cuales fueron solucionadas durante el periodo de la supervisión.

2.7.1. Estado físico de las instalaciones.

Sistemas de producción de Aire Comprimido o de Vacío.

- Inadecuada correa en el sistema de transmisión del motor que alimenta el compresor de aire, lo que provoca ineficiencia en el motor e incremento de consumo en el área de la lavandería.

Sistemas de Climatización

- Falta de hermeticidad en locales climatizados, (huecos en paredes, filtraciones por las orillas donde están instalados los aires, ventanas) (Sala de quemados, cuerpo de guardia, terapia intensiva e intermedia, cuidados intensivos), que provocan el funcionamiento ineficiente del equipo.

2.8. Conclusiones.

En el presente capítulo fueron objeto de análisis los consumos históricos de portadores energéticos, mediante el cual se pudo constatar que los mayores consumos de la empresa recaen en la Electricidad con un 94.02%. Dentro el análisis se pudo observar que poseen un factor de potencia de 0.83, se establecieron los Índices de consumo del Hospital. Mediante la supervisión energética realizada se conocieron los problemas existentes con respecto al nivel de conocimiento de los trabajadores sobre gestión y eficiencia energética, el estado del equipamiento y las instalaciones, los cuales afectan la operatividad y fiabilidad del sistema.

CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN EN EL HOSPITAL GUILLERMO LUIS FERNÁNDEZ – HERNÁNDEZ BAQUERO

3.1. Introducción.

La utilización racional de la energía requiere de métodos racionales que enfoquen la solución del sobre consumo, el exceso de pérdidas, la explotación de las instalaciones, desde el punto de vista técnico económico y ambiental. Por otra parte las diferentes soluciones y medidas a implantar están basadas en un análisis integral que se corresponda con las características específicas del consumidor.

Este capítulo tiene como objetivo proponer las alternativas para mejorar la eficiencia energética en el uso de la energía eléctrica del hospital, a partir de las ineficiencias detectadas en el proceso de diagnóstico energético y realizar una valoración económica del mismo.

3.2. Ineficiencias de la Gestión Energética en la Instalación.

Según los análisis realizados en los capítulos I y II podemos decir que los elementos principales que caracterizan la gestión energética de la Instalación son:

- Insuficiente análisis de los índices de eficiencia energética.
- Desconocimiento de la incidencia de cada portador energético en el consumo total.
- La instrumentación es insuficiente para el control de la eficiencia energética
- No existen mecanismos efectivos para lograr la motivación por el ahorro de energía.
- Sistema de información y planificación energética poco efectivos
- Desconocimiento por los trabajadores de la tarifa aplicada a la empresa.
- Los equipos más consumidores no cuentan con metas de consumo
- No existe un sistema de divulgación interno de las experiencias en materia de ahorro de energía.

3.3. Cálculos de beneficios económicos en el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero.

3.3.1. Cálculos de beneficios potenciales para mejorar el factor de potencia

Si se conecta al hospital un banco de condensadores, se podrá ahorrar anualmente una suma de dinero considerable, pudiendo realizar de esta forma otras inversiones en beneficio de la entidad.

Factor de Potencia.	Beneficios potenciales	
	kWh/año	$ /año
Mejora del Factor de Potencia en HGLFHB	-	1274.4

Tabla 3.1. Beneficios potenciales.

Método de cálculo estimado empleado.

Los beneficios económicos se pueden obtener empleando los siguientes datos y ecuaciones:

(FPD) Factor de potencia deseado (0.94)	200.4
(FPB) Factor de potencia base (0.92)	9419.33
(Ippa)Importe por penalización anual	1074
(Itpa) Importe total promedio anual	10493.33

Tabla 3.2. Datos para el cálculo estimado.

Ecuación para determinar el Importe por FP = 0.9 anual (IFP=0.90)

$$IFP(0.90) = Itpa - Ippa$$

Ecuación 3.1. Importe por Factor de Potencia

Ecuación para determinar el Importe por Bonificación por elevar el FP a 0.94 (IFP=0.94)

$$IFP(0.94) = \left[\left(\frac{0.92}{0.94}\right) - 1\right] x IFP(0.90)$$

Ecuación 3.2. Importe por Bonificación.

Ecuación para determinar el Importe Ahorrado Anualmente (IAA).

$$IAA = IFP(0.9) + IFP(0.94)$$

Ecuación 3.3. Importe horrado Anualmente.

3.3.2. Beneficios potenciales para mejorar la demanda contratada.

Demanda Contratada	Beneficios potenciales	
	kWh/año	$ /año
Demanda contratada mayor a la real registrada		3975.00

Tabla 3.3. Demanda contratada

Método de cálculo estimado empleado

Los beneficios económicos se pueden determinar empleando los siguientes datos y ecuaciones:

(DMC) demanda máxima contratada:	220
(DMRP) demanda máxima real promedio:	123
(DMR) demanda máxima registrada:	133
(PKDC) precio por cada kW de demanda contratada:	5

Tabla 3.4. Datos para el cálculo estimado

Ecuación para el cálculo de la demanda máxima contratada propuesta:

$$MDP = \frac{DMRP \times 100\%}{80\%}$$

Ecuación 3.4. Demanda máxima contratada.

Ecuación para el cálculo del beneficio potencial ($/año):

$$BP = (DMC - MDP)xPKDCx12$$

Ecuación 3.5. Beneficio Potencia

Fuente de Luz propia	Beneficios potenciales	
	kWh/año	$ /año
Cambio de 839 lámparas fluorescentes ineficientes (40W) x lámparas fluorescentes eficientes (32 W).	73730	11059.5

Tabla 3.5. Beneficios potenciales de iluminación.

3.3.3. Sustitución de fuente de luz por otra más eficiente.

En el análisis de iluminación se hizo un levantamiento de la cantidad de lámparas, cuyo resultado se recogen, donde se pudo comprobar que existen aún un número considerables de lámparas que podrían ser sustituidas, de 40 W por 32 W. Esto le traería a la entidad grandes beneficios debido a que si se hacen estos cambios se podrá ahorrar anualmente una suma de dinero considerable.

Fuente de Luz propia	**Beneficios potenciales**	
	kWh/año	$ /año
Cambio de 839 lámparas fluorescentes ineficientes (40W) x lámparas fluorescentes eficientes (32 W).	73730	11059.5

Tabla 3.6. Beneficios potenciales de iluminación.

Método de cálculo empleado

La Energía Eléctrica Ahorrada se puede determinar empleando los siguientes datos y ecuaciones:

(PLNE) Potencia instalada de las lámparas no eficientes existentes (kW)	33.6
(PLE) Potencia instalada de las lámparas eficientes (kW)	13.4
(Tal) Tiempo de trabajo anual del alumbrado.	3650

Tabla 3.7. Datos para el cálculo estimado.

Ecuación para el cálculo de (CLNE), consumo de lámparas no eficientes existentes (kWh)

$$CLNE = PLNExTal$$ **Ecuación 3.6. Consumo de lámparas no eficientes.**

Ecuación para el cálculo de (CLE), consumo de las lámparas eficientes (kWh)

$$CLE = PLExTal$$ **Ecuación 3.7. Consumo de lámparas eficientes.**

Ecuación para el cálculo de la Energía Eléctrica Ahorrada (Ea):

$$Ea = CLNE - CLE$$ **Ecuación 3.8. Energía Eléctrica Ahorrada**

Nota: En la realización del cálculo se tuvo en consideración como promedio el factor de uso de las luminarias en los diferentes locales alrededor de 10h.

3.3.4. Falta de insulación en las redes de vapor

Insulaciones en las redes de Vapor	Beneficios potenciales	
	kWh/año	$ /año
Insulación de 28m de tuberías de 2” y de 8 válvulas de las redes de distribución de vapor	1 715.5	248.75

Tabla 3.8. Insulación en las redes de vapor

Método de cálculo empleado

Se tuvo en cuenta para el cálculo la diferencia de temperatura de trabajo del vapor con el medio ambiente (125 grados C) y la presión del vapor (8.5 atm), el diámetro (2") y longitud del cada tramo de tubería sin insular (28m) y por tablas se determinó las pérdidas de energía en k Cal/metros lineales * hora; se empleó la siguiente fórmula para el cálculo de las pérdidas en ton * hora fuel oíl.

Se asumió que cada válvula sin insulación representa 1 m de tubería sin insular. (8 válvulas = 8 m)

Pérdidas (ton * hora) = (# metros x k Cal/metros lineales * hora) / (9 600 k Cal/Kg. x 1 000 Kg. / ton)

Diámetro (‘’)	Longitud (m)	Pérdidas (k Cal/metros lineales*hora)	Ton * hora
2	28	399	0.0012

Tabla 3.9. Datos de beneficio de las tuberías de vapor.

Se llevó este total x hora a 4 horas diarias de trabajo de la caldera = 0.028 ton * día, se convirtió la ton de Fuel oíl a TCC utilizando el factor de conversión 0.9903 =0.028, este resultado se divide por el factor de conversión de TCC a Electricidad (0.340) = 0.082 MWh * día x 1000 = 82 kWh*día x 365 días al año = 29930 kWh/año

3.3.4. Falta de hermeticidad en locales climatizados.

Locales Climatizados	Beneficios potenciales	
	kWh/año	$ /año
Logrando la hermeticidad en Locales Climatizados (huecos en paredes, filtraciones en ventanas donde están instalados los aires (Terapia intermedia, Cardiología, Cuerpo de guardia, etc.).	3532.032	529.8048,00

Tabla 3.9. Beneficios potenciales en los locales climatizados.

Método de cálculo

Potencia instalada 18 aires acondicionados (kW): (18 aires acondicionados x 560 W)/1000 = 10.08kW

Se le aplica el 4 % de pérdidas x Falta de Hermeticidad = 0.4032 kW

Tiempo de trabajo: 8 h/día

Potencia ahorrada anual (kWh/año) = (Potencia Instaladas x pérdidas)/100 x Tiempo de trabajo x 365 días

= 0.4032 kW x 24 h x 365 días = 3532.032 kWh/año

3.3.5. Principales oportunidades de beneficios potenciales detectadas

No.	Descripción	Beneficios Potenciales	
		kWh/año	$ /año
1	Cambio de 839 lámparas fluorescentes ineficientes (40W) x lámparas fluorescentes eficientes (32 W).	73730	11059.5
2	Logrando la hermeticidad en Locales Climatizados	3 532.032	529.80
3	Insulación de 28m de tuberías de 2" y de 8 válvulas de las redes de distribución de vapor.	1 715.5	248.7
4	Demanda contratada mayor a la real registrada	215 865	3975.0
5	Mejora del Factor de Potencia en Hospital Guillermo Luis	168298	1274.4
6	Aplicación de métodos de estimulación para el uso racional de portadores energéticos que se vinculen directamente con el desempeño de cada trabajador en el centro.	-	-
7	Aplicación de medidas disciplinarias, administrativas o de otra índole ante violaciones de lo establecido en el Programa Energético.	-	-
Total		463 140.5	17087.4

Tabla 3.10. Beneficios potenciales.

3.4. Implementación del Sistema de Gestión Energética.

- Mantener el máximo de eficiencia en el almacenamiento, distribución, consumo y utilización de la energía y sus residuales, con el propósito de seguir la disminución sistemática de los índices de consumo e influir de forma decisiva en la mejoría de los servicios prestados por el Hospital.
- Mantener una adecuada organización y control de la contabilidad de los portadores energéticos.
- Desarrollar una ética de la conservación de la energía, favoreciendo la protección del Medio Ambiente.
- Tomando como guía el Capítulo 8 del Manual para la organización de la dirección técnica en la producción, referido a la Gestión Energética, como un instrumento didáctico y práctico, mantener un trabajo dinámico, que nos permita una labor más eficiente en todo lo concerniente a los portadores energéticos.
- Perfeccionar la metodología y ejecución de las Inspecciones y Auditorías Energéticas, de forma que quede en cada una de ellas bien definido dónde están las dificultades, cuantificando las pérdidas y dictando las medidas concretas y necesarias para su erradicación.
- Determinar dónde están las potencialidades de ahorro de portadores energéticos y confeccionar los programas para su explotación.
- Confeccionar el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), Plan y Programa de Economía Energética con mejor calidad, compatibilizado con el Plan de Negocios y el aseguramiento de los presupuestos para la ejecución de las inversiones, de ser estas necesarias.
- Preparar un personal capacitado para integrar el Grupo de Economía Energética, que sea capaz de enfrentar cualquier reto técnico que se le presente.
- Mejorar la vinculación que existe entre el comportamiento de los indicadores energéticos y los resultados económicos.

- Establecer dentro del sistema de estimulación la bonificación por ahorros de portadores energéticos, en especial al personal que influye directamente en esos ahorros.
- Integrar la preparación, la divulgación y la información energética, a fin de aumentar la educación hacia el control y el uso racional de la energía.
- El Sistema de Gestión Energética elaborado para implantarlo en el Hospital debe estar confeccionado a partir de la integración de diez elementos fundamentales:
- Estructura y organización del Grupo de Economía Energética.
- Auditoría Energética.
- Programa de Economía Energética.
- Reglamentación Técnica de Equipos y Sistemas, para asegurar el Uso Racional de la Energía.
- Planificación Energética.
- Inspección Energética.
- Investigación e Innovación Tecnológica.
- Preparación del Personal y Divulgación Energética.
- Evaluación de resultados.

3.5. Plan de medidas cuantificado para el hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero para dar solución al banco de problemas energéticos.

Para la mejor utilización de los equipos y así lograr un incremento de la eficiencia energética, se trazaron un grupo de medidas:

3.5.1. Energía Eléctrica.

- Garantizar la lectura diaria del metro contador del hospital en general.
- Realizar mensualmente auditorías energéticas en toda el área del hospital.
- Se hará uso racional de los elevadores, solo se moverá en ellos el personal que realmente lo necesite. (de 3 solo se quedara 1 trabajando después de las 5pm.Se ahorra 22kWh).

- Se desplazará el funcionamiento del horario pico (5pm-9pm.22kW) el uso racional de todos los motores eléctricos, motobombas para agua, etc.
- Mantener limpios los bombillos ahorradores y luminarias fluorescentes, así como los acrílicos que protegen las lámparas para no disminuir el nivel de iluminación del hospital.
- Desconectar los trasformadores de lámparas que no se usen, ya que están deterioradas y tratar de recuperarlos en mantenimiento (ahorro 1.1kWh).
- Garantizar el mantenimiento de todos los motores, incluyendo el alineamiento y engrase de los puntos móviles de apoyo, para así brindar una operación segura y con buena eficiencia energética (ahorra 140kWh diario).
- Evitar que el tanque de agua elevado y los dos de reserva de nefrología se desborden y así se logrará ahorrar agua y electricidad (ahorra 11kWh).
- Instalar banco de condensadores para así mejorar el factor de potencia y evitar las penalizaciones de la OBE (ahorra $300.00 mensual promedio).
- Seccionalizar los circuitos eléctricos de iluminación (ahorra hasta un 30%).

3.5.2. Refrigeración

- Asegurarse que las puertas cierren herméticamente, revisando periódicamente las juntas para que sellen correctamente (ahorra 400kWh diario).
- No introducir productos calientes en las cámaras de refrigeración (ahorra 2220kWh diario).
- No sobrecargar de productos los refrigeradores ni las cámaras, solamente mantenerlas a su capacidad normal. (ahorra 400kWh).

3.5.3. Climatización

- No utilizar los acondicionadores de aire no tecnológicos en los horarios picos, instalar brazos hidráulicos y bisagras de vaivén en las puertas de los locales climatizados, no abrir estas puertas frecuentemente ya que así se pierde energía (en 5 horas 16.8 kWh).
- Limpiar cada 15 días los filtros de los acondicionadores de aire y los Split para evitar sobre consumo. Fijar el termostato de los equipos a 24 grados centígrados (4.5 kWh).

- Revisar los salideros de aire por ventanas y puertas (ahorra hasta un 20%, 18 kWh).
- Plantas Eléctricas Auxiliares (Grupo Electrógenos) Volvo - Penta 600kVA.
- Maximizar la utilización de las plantas en horarios picos, se alimentará un 73% de todo el hospital y no de la red nacional. Se ejecutará esta acción en cuanto la OBE lo solicite. Hasta 250 kWh cuando se necesite.
- Controlar el consumo de diesel y el tiempo de trabajo de las Ptas. Eléctricas.
- Evitar que las mismas trabajen por debajo de su carga nominal ya que son en estos casos ineficientes.

3.6. Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía

La utilización racional de la energía requiere de métodos racionales que enfoquen la solución del sobre-consumo, el exceso de pérdidas, la explotación de las instalaciones, desde el punto de vista técnico-económico y ambiental. Por otra parte las diferentes soluciones y medidas a implantar están basadas en un análisis integral que se corresponda con las características específicas del consumidor

Para lograr la eficiencia energética de forma sistemática es necesaria la aplicación apropiada de un conjunto de conocimientos y métodos que garanticen esta práctica. Ellos deben ser aplicados a los medios de trabajo, los recursos humanos, los procesos, la organización del trabajo, los métodos de dirección, control y planificación. A tal efecto, se ha desarrollado una tecnología para la Gestión Energética en las entidades, que sintetiza la experiencia, procedimientos y herramientas obtenidas en la labor por elevar la eficiencia y reducir los costos energéticos en la industria y los servicios.

3.6.1. Acciones para implementar Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía.

- Capacitación al Consejo de Dirección y especialistas en el uso de la energía.
- Establecimiento de un nuevo sistema de monitoreo, evaluación, control y mejora continua del manejo de la energía.
- Identificación de las oportunidades de conservación y uso eficiente de la energía en el hospital.

- Proposición, en orden de factibilidad, de los proyectos para el aprovechamiento de las oportunidades identificadas.
- Organización y capacitación del personal que decide en la eficiencia energética.
- Establecimiento de un programa efectivo de concientización y motivación de los recursos humanos del hospital hacia la eficiencia energética.
- Preparación de la entidad para auto diagnosticarse en eficiencia energética.

3.7. Propuestas de inversión para el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero.

El Hospital ha sido penalizado por bajo Factor de Potencia en estos últimos años, por lo que proponemos mejorarlo mediante la instalación de un banco de condensadores. Logrando disminuir el consumo de reactivo con la consecuente mejora del factor de potencia, donde nos permite la disminución de las pérdidas en todo el sistema, donde podemos liberar capacidades en los equipos, reduciendo las caídas de tensión, así como lograr que la instalación en su conjunto tenga un factor de potencia superior. Esto reduce el costo de electricidad, cuando la tarifa incluye recargos por bajo factor de potencia y bonificaciones por valores elevados, lo cual suele ser la mayor ventaja económica de esta propuesta.

La potencia reactiva no puede ser anulada debido a que muchos equipos la utilizan para su funcionamiento, sin embargo su circulación por transformadores y líneas de las instalaciones produce pérdidas de energía, lo que hace necesario llevar de la mano estos elementos inversamente proporcionales para solucionar satisfactoriamente el problema. Tenemos que el factor de potencia actual en la instalación es de 0.83 por lo que es necesario instalar un banco de condensadores, para que este sea elevado a 0.94 y de esta forma la instalación sería bonificada.

Cálculo del banco de condensadores para el mejoramiento del Factor de potencia.

Datos:

$Pn = Potencia\ Aparente\ nominal.$

$$\boldsymbol{cos\varphi(real) = 0.83}$$

$$cos\varphi(deseado) = 0.94$$

$$Pa = Potencia\ Activa\ demandada$$

$$Qc = Cantidad\ de\ reactivo\ que\ se\ necesita\ para\ compensar$$

$$Q = Potencia\ reactiva.$$

Cálculos:

$$Sn = 1000kVA$$

$$Pa = Sn * cos\varphi(0.83)$$ **Ecuación 3.9. Potencia activa**

$$Pa = 830kW$$

Mejora del Factor de Potencia.

$$Qc = Pa * (0.309)$$ **Ecuación 3.10.**

$$Qc = 257\ ckVAr.$$

Se necesitan 0.309 kVAr por cada kW de la carga para mejorar el factor de potencia. (Ver Anexo 2).

Para una carga de 830 kW se necesitan 256.47kVAr de compensación de reactivo.

Compensación en los terminales del transformador.

$$Q = \sqrt{Sn^2 - Pa^2}$$

Ecuación 3.11. Potencia reactiva

$$Q = 557.76\ kVAr$$

$$Qsist = Q - Qc$$ **Ecuación 3.12. Potencia reactiva del sistema**

$$Qsist = 301.29kVAr$$

$$S1 = \sqrt{Pa^2 + Qsist^2}$$ **Ecuación 3.13. Potencia aparente**

$$S1 = 882.9kVA$$

Comprobación del $cos\varphi$

$$cos\varphi = \frac{Pa}{S1}$$

$$cos\varphi = 0.94$$

Compensación para incrementar la potencia activa disponible.

Para una carga de 100kW y un factor de potencia de 0.83 inductivo la potencia aparente de la carga adicional es de

$$S2 = \frac{P(carga\ adicional)}{fpinductivo}$$ **Ecuación 3.14. Potencia aparente para una carga adicional**

$$S2 = 125kVA$$

La potencia reactiva para la carga adicional seria

$$Q2 = \sqrt{S2^2 - P2^2}$$ **Ecuación 3.15. Potencia reactiva para una carga adicional**

$$Q2 = 75kVAr$$

La potencia total a alimentar será:

$$Pt = P1 + P2$$ **Ecuación 3.16. Potencia total.**

$$Pt = 930kW$$

La máxima capacidad reactiva de un trasformador de 1000 kVA cuando entrega 930 kW seria

$$Q2 = \sqrt{S2^2 - P2^2}$$

$$Q2 = 367kVAr$$

La potencia total demandada por la instalación después de conectada la carga adicional seria:

$$Qt = Q1 + Q2$$ **Ecuación 3.16. Potencia reactiva total.**

$$Qt = 632.76kVA$$

El banco mínimo de capacitores a instalar es

$$Qc = 265.76kVAr$$

Cálculos de las pérdidas por transformación antes de la compensación.

Datos:

$$Pfe = Pérdidas\ en\ el\ hierro\ 2.594kW$$

$$T1 = T3 = Tiempo\ de\ trabajo\ del\ transformador\ en\ horas.\ 720h$$

$$Pcu = Pérdidas\ en\ el\ cobre.11.115kW$$

$$Pt(ac) = Pfe * T1 + (\frac{kVAr}{kVAn})^2 * Pcu * T3$$ **Ecuación 3.11. Pérdidas por transformación antes de la compensación.**

$$Pt = 110282.90/año$$

Pérdidas después de la compensación.

$$Pt(DC) = Pfe * T1 + (\frac{S1}{kVAn})^2 Pcu * T3$$ **Ecuación 3.12. Pérdidas por transformación después de la compensación**

$$Pt(Dc) = 96358.03kW/año$$

Ahorro en pérdidas después de la compensación.

$$\Delta Pt = Pt(ac) - Pt(dc)$$ **Ecuación 3.13. Ahorro en pérdidas después de la compensación.**

$$\Delta Pt = 168298.44kW/año$$

Capacidad Liberada.

$$kVA1 = \frac{Pa}{cos\varphi 1}$$ **Ecuación 3.14. Capacidad liberada.**

$$kVA1 = 954$$

$$kVA2 = kVA1 * (cos\varphi 1 - cos\varphi 2)$$ **Ecuación 3.15. Pérdidas**

$$kVA2 = 882.95$$

$$kVAL = kVA1 - kVA2$$

$$kVAL = 71.05$$

3.8. Valoración Económica

A continuación se presenta un estudio del impacto que produce la compensación de la potencia reactiva en los sistemas eléctricos, para ello se han cuantificado las pérdidas actuales que se tienen en el sistema, el costo que representa la implementación de las inversiones necesarias, y el tiempo de recuperación.

Los indicadores dinámicos para la evaluación de las inversiones, parten del desarrollo de un modelo, en el que se consideran las entradas (ingresos) y las salidas (gastos) de efectivo a causa de realizar el proyecto, calculando el flujo resultante en varios años.

Costo de los Banco de condensadores

El costo estimado de los bancos de condensadores se valora según la oferta de la firma suministradora, en el caso que se ocupa la firma suministradora es la Corporación COPEXTEL, S.A., esta firma ya incluye el costo de los bancos de condensadores.

Bancos de capacitores automáticos 230 y 440 V, 3Ø, 60 Hz, compuestos de condensadores VARPLUS2 con membrana de supresión, resistencia de descarga y fusible de protección incluidos. Construidos con materiales compatibles con el ambiente, Regulador Automático /

Manual NR-6 con microprocesador y protecciones (desconexión y reconexión automática) por regulación inestable, baja tensión, sobretensión, sobretemperatura, sobrecargas armónicas, Disyuntor General interbloqueado con la puerta. MARCA MERLIN GERIN. Contactores TELEMECANIQUE tipo LC1.

Ahorro en Pérdidas Eléctricas.

Cuando se realiza la compensación en cualquier entidad, se reduce en gran medida las pérdidas, permitiendo un ahorro monetario.

Pérdidas AC	Pérdidas DC	Ahorro pérdidas
110282.90 kW/año	96358.03 kW/año	168298 kW/año

Tabla 3.11. Ahorro en pérdidas eléctricas.

No.	Descripción.	Costo Total (CUC).
1.	Banco de Condensadores de 260 kVAr	3120

Tiempo de recuperación de la inversión.

$$Ta = inversión\ total / penalizaciones + ahorro\ en\ pérdidas$$

$$Ta = 0.013$$

La inversión se recupera en menos de un mes aproximadamente.

3.8. Resultados de la inclusión en el sistema eléctrico del Banco de Condensadores en el Hospital Guillermo Luis Fernández - Hernández Baquero.

- Ahorro por pérdidas de energía eléctrica 168298 kW/año.
- Ahorro por concepto de penalización en el orden de $ 58983.24 MN al año.
- Pago por concepto de bonificación que equivale $ 14880.27 MN al año.

Otro aspecto a tener en cuenta es la disminución de la demanda contratada desde valores de (300 kW hasta 220 kW), representa una disminución en cuanto al pago por demanda contratada de $ 3975.

Facturación:

Importe Cargo Variable (ICV) = [(Prp * Cp) + (Prd * Cd)] * K

Cargo Variable = [(0.083*108874) + (0.04*449273)] * 1.486 = 40133.089

Importe Cargo Fijo (ICF) = Prcf * Dc

Cargo Fijo = 5.00 * 250 = 1250

Importe de pérdidas.

IPerd =168298

Importe Facturación Normal (IFN) = ICF + ICV + IPERD

(IFN) =58281.089

Importe Factor de Potencia (IFP) = IFN * [(fpnormal / fpreal) – 1]

Penalizaciones:

Caso 1 Penalización: IFP = 58281.089*[(0.90/0.83) – 1]

IFP = 4915.27*12=58983.24

Bonificación:

IFP = 58281.089* [(0.92/0.94)-1]

IFP = -1240.023*12 = -14880.27 al año

3.9. Conclusiones.

Durante el desarrollo de este capítulo se dieron a conocer las ineficiencias detectadas en el Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero; se realizó la propuesta de un Sistema de Gestión total de la energía del centro; se realizaron los cálculos para las principales oportunidades de beneficios detectadas para un total de $21 887.00 al año por eliminar los problemas detectados y se realizó la valoración económica de las medidas.

CONCLUSIONES GENERALES

Luego del análisis de las condiciones actuales, los resultados expuestos, las medidas adoptadas y la implementación del Sistema para la Gestión Energética en el Hospital Guillermo Luis Fernández - Hernández Baquero, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se propone un Sistema de Gestión y Uso Eficiente de la Energía que permite determinar el ahorro de los portadores energéticos.
- Se pudo determinar que el portador de mayor incidencia es la Electricidad con un 94.02%.
- El diagnóstico realizado en el Hospital arrojo los siguientes beneficios potenciales:
  1. Ahorro de $11 059.5 al año con el cambio de 839 lámparas fluorescentes ineficientes (40W) x lámparas fluorescentes eficientes (32 W).
  2. Ahorro de $ 529.08048,00 al año logrando la hermeticidad en Locales Climatizados
- Con la compensación de reactivo propuesta se logra un ahorro de energía de 168 298 kWh/año, un ahorro por concepto de penalización de $ 58 983.24 MN al año.
- Mejorando el factor de potencia a 0.94 la entidad obtiene una bonificación equivalente a $ 14 880.27 MN al año.
- Con la disminución de la demanda contratada desde valores de (300 kW hasta 220 kW), se logra un ahorro de $ 3 975.00.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio sobre la futura compactación del Hospital Pediátrico Pedro Soto Alba al Hospital Guillermo Luis Fernández – Hernández Baquero.

- Crear un plan de medidas de ahorro técnicamente fundamentada en la entidad que tenga como objetivo principal la utilización de los equipos altos consumidores en los horarios de menor demanda.

- Capacitar al personal técnico para que eleven su nivel en cuanto a la explotación del sistema de distribución de energía y pueda reducir las pérdidas de dicho sistema.

- Sustituir el transformador principal por uno de menor capacidad dejando un margen de capacidad para futuras aplicaciones en el sistema.

- Maximizar la utilización de las plantas (Grupos Electrógenos) en horarios picos, se alimentará un 73% de todo el hospital y no de la red nacional. Se ejecutará esta acción en cuanto la OBE lo solicite. Hasta 250 kWh cuando se necesite.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta Marrero, Gustavo. Sicrometría práctica del aire exterior. Editorial científico - técnica. 1999. 126 pág.
2. ALEMÁN LÓPEZ, J. F.; H. ECHEMENDÍA MOURE. Gestión empresarial con vistas a disminuir la demanda máxima de la Red en la empresa de Alcoholes Finos de Caña SA. (ALFICSA). Cienfuegos: Forum de Ciencia y Técnica, 2006.
3. Álvarez., Y. B. (2009). Tesis: Compensación de la energía reactiva en el Hospital Guillermo Luis Fernández - Hernández Baquero. Moa.
4. ASHRAE Handbook 2001, Consulta Técnica.
5. Babón, González. J. El ahorro energético como ayuda a la competitividad de las empresas. [s.l]. [s.n], [s.a].
6. Barea, A. P. (2010). Tesis: Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía en el CAI ¨Urbano Noris¨. Moa.
7. BORROTO NORDELO, A.E; et. al. Libro de Gestión Energética en el sector Productivo y los Servicios. Cienfuegos: Centro de estudios de energía y medio ambiente (CEEMA), 2006
8. CAMPOS J. C. La eficiencia energética en la competitividad de las empresas, Cienfuegos, 2000
9. CARVAJAL REYES, T. Estudio de la eficiencia energética de las empresas azucareras y su impacto en el redimensionamiento industrial. [s.l]. [s.n], [s.a].
10. CAMPOS AVELLA, J. C. La Eficiencia Energética en la competitividad de empresas. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 1998.
11. CARDET GONZÁLEZ, E. Estudio y análisis del sistema eléctrico de la Empresa de envases de Aluminio de Holguín. Darío Rodríguez Piña. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2004.
12. CASAS FERNANDEZ, L. et. al. Temas Especiales de sistemas Eléctricos Industriales. Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, 2006.
13. Comisión Nacional para el ahorro de energía. Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética. [On line]. [Consulado Febrero 2009]. Disponible en: http:// www.conae.gob.mx.
14. Cómo Ahorrar Energía Eléctrica". FIDE.México D.F., pág. 17 (1992).

15. CRUZ GUERRA, J. L. Eficiencia Energética en el uso de la Energía Eléctrica en la Empresa Comercializadora ITH-ABATUR. Gabriel Hernández Rodríguez; Reyniel Cruz P. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2004.
16. Cubano, C. E. (1997 - 2008). Reglamento Electrotécnico Cubano. Ciudad de la Habana.
17. Elementos básicos de diagnóstico energético orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía. [s.l]. [s.n], [s.a].
18. FERNÁNDEZ PUERTA, J. F. La problemática del consumo de agua en la industria azucarera. [s.l]. [s.n], [s.a].
19. FEODOROV, A. A. Suministro Eléctrico de Empresas Industriales. 2 ed. La Habana. Editorial Pueblo y Educación, 1993.
20. García, Adriano, y colectivo de autores, diagnóstico de la economía energético nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía, Cuba, 2000
21. Gestión Energética y competitividad Empresarial. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.
22. Gestión Energética Empresarial: Eficiencia energética en Cuba. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.
23. Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2006.
24. HERNÁNDEZ BATISTA, O. E. Gestión Energética en el Hotel Miraflores. Moa.2008. Reineris Montero Laurencio; Marislaidis Reyes Locadio. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2008.
25. Hernández, H. G. (2009). Tesis: Diagnóstico Energético de la Empresa de Proyectos del Níquel. Moa.
26. Manual de Gestión Energética. España: [s.n], 2006.
27. Minas, objetivos y plan de acciones para la cogeneración de electricidad con biomasa cañera en la centrales azucarera, [s.l]. [s.n], [s.a].
28. Ministerio de economía, informe diagnóstico del departamento energético, [s.n], 2000
29. MOLINA, V; BRAUDILIO, J; CARBALLO, N. El empleo de la cadena de valor en la búsqueda de la competitividad. [s.l]. [s.n], [s.a].
30. MONTE NAVARRO, A del. La modernización empresarial en Cuba. [s.l]. [s.n], [s.a].
31. RESTREPO, V. HERNÁN, Á. Memorias del diplomado Gestión Total Eficiente de la Energía. Cienfuegos: [s.n], 1999.
32. Rojas, Y. H. (2010). Tesis: Sistema Total de Gestión Energética en el CAI Loynaz Echavarría. . Moa.

33. RONDÓN, G. Base de datos de medida de eficiencia energética en los principales sectores de la economía Tolimense. Colombia: Ibagué, 2001.
34. Suárez, J. H. (2010). Tesis: Perfeccionamiento del Sistema de Gestión Energética en el Cárnico Luís F. Fuentes. Moa.
35. TAMAYO, E. Técnicas modernas en la conversión y conservación energética. [[s.l]. [s.n], [s.a].

ANEXOS

Anexo 1: Tablas utilizadas en el Capítulo 2.

Tabla 1.1. Comportamiento del consumo de energía.

MES	REAL	PLAN
ENERO	55171	72970
FEBRERO	53405	72970
MARZO	59514	72970
ABRIL	61718	65331
MAYO	67671	64046
JUNIO	71878	72000
JULIO	68683	75000
AGOS	73039	73000
SEPT	74101	72000
OCT	74452	72000
NOV	61520	72000
DIC	53318	63000

Tabla 1.2. Índice de consumo.

Meses	Servicios (pac)	kWh
Enero	7665	55171
Febrero	6895	53405
Marzo	7735	59514
Abril	8301	61718
Mayo	8090	67671
Junio	8517	71878
Julio	6543	68683
Agosto	5928	73039
Septiembre	7216	74101
Octubre	7014	65389
Noviembre	7707	67580
Diciembre	8193	78952

Tabla 1.3 Levantamiento de la carga instalada.

Familia de equipos	Consumo (kW)
Climatización y Refrigeración	1058,8
Caldera y Cocina	36,80
Somatón	60,00
Iluminación general	39,76
Electromedicina	26,00
Lavandería	26,00
Ascensores	24,00
Turbina y Esterilización	36,00

Tabla 1.4. Consumo de energía activa y reactiva en todo el año.

PotAct (kWh)		Pot React (kVAr)
Meses	Día	Día
Enero	30585	192.94
Febrero	30979	194.74
Marzo	35238	196.84
Abril	35721	187.65
Mayo	39409	200.90
Junio	40406	214.67
Julio	37675	189.96
Agosto	40660	197.71
Septiembre	40362	192.43
Octubre	40251	205.06
Noviembre	34269	187.28
Diciembre	28973	177.03

Tabla 1.5. Importe por penalización del Factor de Potencia

Meses	Importe por Penalización de Factor de Potencia.
Enero	549,22
Febrero	442,58
Marzo	396,11
Abril	277,42
Mayo	98,13
Junio	210,20
Julio	100,94
Agosto	107,02
Septiembre	589,81
Octubre	905,40
Noviembre	1223,82
Diciembre	1.427,90
Total	6328,55

Tabla 1.6. Análisis de la tarifa eléctrica por año

Año	Consumo
2008	99954,15
2009	130972,8
2010	109829,98
2011	48587,88

Tabla 1.7 Estructura de gasto de la facturación eléctrica.

Año	Demanda Contratada	Día	Pérdida	Penalizaciones
2008	450	643689	23098	4221,1
2009	300	491732	24068	3541,24
2010	300	449273	23724	6328,55
2011	250	107851	7709	9531,12

Tabla 1.8. Historial del factor de Potencia

Año	2008	2009	2010	2011
Enero	0,84	0,84	0,84	0,75
Febrero	0,84	0,82	0,85	0,69
Marzo	0,86	0,82	0,86	0,67
Abril	0,86	0,50	0,87	0,78
Mayo	0,87	0,86	0,89	
Junio	0,87	0,86	0,88	
Julio	0,88	0,88	0,89	
Agosto	0,88	0,88	0,89	
Septiembre	0,92	0,88	0,85	
Octubre	0,83	0,88	0,82	
Noviembre	0,86	0,86	0,79	
Diciembre	0,84	0,85	0,75	

Tabla 1.9. Comportamiento de las potencias del sistema.

Comportamiento de las potencias en el 2010			
Meses	**P(kW)**	**Q(kVAr)**	**S(kVAn)**
Enero	54441	35165,41	38896,15
Febrero	52570	32579,96	70927,62
Marzo	60996	36192,9	67081,6
Abril	58361	33074,7	76583,14
Mayo	68159	34918,89	44831,42
Junio	71599	38645,05	78578,65
Julio	69935	35828,76	81538,2
Agosto	72569	37178,2	90669,76
Septiembre	77101	47782,91	83400,3
Octubre	68355	49479,27	80702,5
Noviembre	63755	44002,37	66588,29
Diciembre	49977	177.03	47871,6

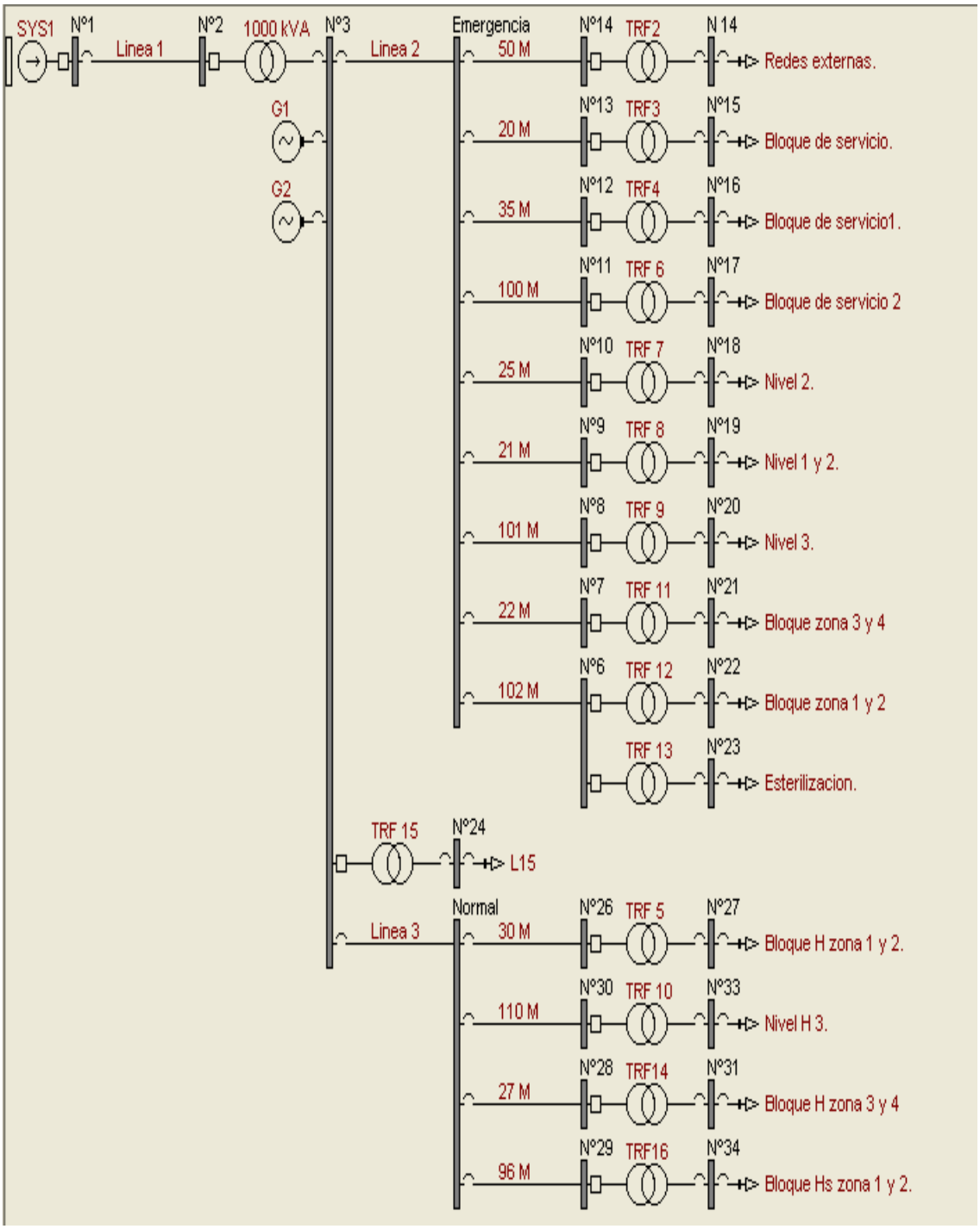
Tabla 1.10. Importe por penalización del Factor de Potencia

Año	2008	2009	2010	2011
Enero	523,83	733,54	549,22	2402,55
Febrero	549,47	911,50	442,58	2.643,78
Marzo	392,37	912,15	396,11	3.020,35
Abril	380,16	8.218,12	277,42	1.464,44
Mayo	315,59	493,18	98,13	
Junio	285,68	413,24	210,20	
Julio	214,10	226,83	100,94	
Agosto	209,79	233,56	107,02	
Septiembre	-	248,10	589,81	
Octubre	947,40	222,72	905,40	
Noviembre	402,71	434,33	1.223,82	
Diciembre	-	493,97	1.427,90	

Anexo 2: Tabla de buscar el Factor K para el Cálculo de los Bancos de Condensadores.

FACTOR DE POTENCIA ORIGINAL (cosφ1)	Factor de potencia que se desea (cosφ2)										
	1.00	**0.99**	**0.98**	**0.97**	**0.96**	**0.95**	**0.94**	**0.93**	**0.92**	**0.91**	**0.90**
0.65	1.169	1.027	0.966	0.919	0.877	0.840	0.806	0.774	0.743	0.714	0.685
0.66	1.138	0.996	0.935	0.888	0.847	0.810	0.775	0.743	0.712	0.683	0.654
0.67	1.108	0.966	0.905	0.857	0.816	0.779	0.745	0.713	0.682	0.652	0.624
0.68	1.078	0.936	0.875	0.828	0.787	0.750	0.715	0.683	0.652	0.623	0.594
0.69	1.049	0.907	0.846	0.798	0.757	0.720	0.686	0.654	0.623	0.593	0.565
0.70	1.020	0.878	0.817	0.770	0.729	0.692	0.657	0.625	0.594	0.565	0.536
0.71	0.992	0.849	0.789	0.741	0.700	0.663	0.629	0.597	0.566	0.536	0.508
0.72	0.964	0.821	0.761	0.713	0.672	0.635	0.601	0.569	0.538	0.508	0.480
0.73	0.936	0.794	0.733	0.686	0.645	0.608	0.573	0.541	0.510	0.481	0.452
0.74	0.909	0.766	0.706	0.658	0.617	0.580	0.546	0.514	0.483	0.453	0.425
0.75	0.882	0.739	0.679	0.631	0.590	0.553	0.519	0.487	0.456	0.426	0.398
0.76	0.855	0.713	0.652	0.605	0.563	0.526	0.492	0.460	0.429	0.400	0.371
0.77	0.829	0.686	0.626	0.578	0.537	0.500	0.466	0.433	0.403	0.373	0.344
0.78	0.802	0.660	0.599	0.552	0.511	0.474	0.439	0.407	0.376	0.347	0.318
0.79	0.776	0.634	0.573	0.525	0.484	0.447	0.413	0.381	0.350	0.320	0.292
0.80	0.750	0.608	0.547	0.499	0.458	0.421	0.387	0.355	0.324	0.294	0.266
0.81	0.724	0.581	0.521	0.473	0.432	0.395	0.361	0.329	0.298	0.268	0.240
0.82	0.698	0.556	0.495	0.447	0.406	0.369	0.335	0.303	0.272	0.242	0.214
0.83	0.672	0.530	0.469	0.421	0.380	0.343	0.309	0.277	0.246	0.216	0.188
0.84	0.646	0.503	0.443	0.395	0.354	0.317	0.283	0.251	0.220	0.190	0.162
0.85	0.620	0.477	0.417	0.369	0.328	0.291	0.257	0.225	0.194	0.164	0.135
0.86	0.593	0.451	0.390	0.343	0.302	0.265	0.230	0.198	0.167	0.138	0.109
0.87	0.567	0.424	0.364	0.316	0.275	0.238	0.204	0.172	0.141	0.111	0.082
0.88	0.540	0.397	0.337	0.289	0.248	0.211	0.177	0.145	0.114	0.084	0.055
0.89	0.512	0.370	0.309	0.262	0.221	0.184	0.149	0.117	0.086	0.057	0.028
0.90	0.484	0.342	0.281	0.234	0.193	0.156	0.121	0.089	0.058	0.029	-
0.91	0.456	0.313	0.253	0.205	0.164	0.127	0.093	0.060	0.030	-	-
0.92	0.426	0.284	0.223	0.175	0.134	0.097	0.063	0.031	-	-	-
0.93	0.395	0.253	0.192	0.145	0.104	0.067	0.032	-	-	-	-
0.94	0.363	0.220	0.160	0.112	0.071	0.034	-	-	-	-	-
0.95	0.329	0.186	0.126	0.078	0.037	-	-	-	-	-	-
0.96	0.292	0.149	0.089	0.041	-	-	-	-	-	-	-
0.97	0.251	0.108	0.048	-	-	-	-	-	-	-	-
0.98	0.203	0.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo 3: Ubicación de los transformadores en el Hospital.

No	S, KVA	Up, V	Us, V	Is, A	Conexión	Piso	Ubicación
T 1	1000	13800	460	1250	Δ/Y	1	Cuarto subestación
2	37	440	220/127	97	Δ/Y	1	Entrada a las plantas eléctricas
3	15	440	220/127	39	Δ/Y	1	Al lado del baño de mantenimiento
4	75	440	220/127	160	Δ/Y	1	Al lado del taller de los eléctricos "C".
5	16	440	220/127	42	Δ/Y	1	Al lado del taller de los eléctricos "C".
6	50	440	220/127	131	Δ/Y	1	
7	45	440	220/127	118	Δ/Y	1	
8	37	440	220/127	42	Δ/Y	3	Banco de la sala de Ortopedia. No 1
9	16	440	220/127	42	Δ/Y	3	Banco de la sala de Ortopedia. No 2
10	16	440	220/127	42	Δ/Y	3	Banco de la sala de prematuros.
11	16	440	220/127	42	Δ/Y	3	Banco de nefrología
12	10	440	220/127	26	Δ/Y	3	Banco al lado del salón de operaciones.
13	150	440	220/127	131	Δ/Y	3	
14	27	440	220/127	71	Δ/Y	3	Banco al lado del salón de operaciones.
15	50	440	220/127	396	Δ/Y	3	Salón de operaciones
16	16	440	220/127	42	Δ/Y	4	Sala de obstetricia.
17	50	440	220/127	131	Δ/Y	4	Sala de puerperio.

Anexo 4: Monolineal Hospital