



REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINEROMETALÚRGICO
"Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMÉNEZ"
FACULTAD DE METALURGIA ELECTROMECÁNICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS DE GRADO EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA

*Título: Sistema de Gestión Total de la Energía en el
Instituto Superior Minero Metalúrgico.*

Autor: Jorlis Jiménez Martínez

Tutores: MSc. Gabriel Hernández Ramírez

Ing. Alexis Abad Brocard

Moa 2011

Año 53 de la Revolución.

Declaración de Autoridad

Yo: Jorlis Jiménez Martínez

Autor de este trabajo de diploma titulado “Diagnóstico energético en el área Docente del ISMM,” 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)

(Tutores)

Pensamiento



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

Fidel Castro Ruz

Agradecimientos

A todos los que hicieron posible la realización de este trabajo y en especial quisiera agradecer en este momento a todos los que me ayudaron a llegar hasta aquí y a los que colaboraron con este trabajo de una forma u otra.

A todos muchas gracias.

Dedicatoria

A todos lo que realmente me quieren...

Resumen

En el presente trabajo se hace referencia al consumo de energía eléctrica en el área docente del ISMMM. Para la investigación se realizó una búsqueda bibliográfica de los temas relacionados con el diagnóstico energético e indicadores, tanto en el instituto, como otras instalaciones en entidades de la provincia. Se exponen los fundamentos teóricos de las herramientas, actividades y objetivo a la hora de realizar un diagnóstico energético ya sea de primero, de segundo o de tercer grado. También se analiza el estado actual en que se encuentra el banco de transformadores de los edificios docentes. Se lleva a cabo la evaluación del comportamiento de las potencias activa, reactiva y aparente para un periodo de 24 horas de lunes a viernes. Se realiza la evaluación del consumo de energía de todas las áreas para diferentes escalas de tiempo. Se identifican las áreas y equipos de mayor consumo de los edificios docentes, para lo cual se proponen una serie de medidas que contribuirán a un consumo de energía racional y estable en estos espacios.

Abstract

The following paper makes reference to the electrical current consumption in the teaching area of the ISMM. A bibliographic research about the topics related to the energetic and indicatory diagnostics, concerning the institute as well as in other facilities, was carried out

We expose the theoretical foundations about the tools, activities and objectives when carrying out a first, second or third degree diagnostic. It is also analyzed the updated condition of the transformers bank in the different buildings and we evaluate the performance of the active, reactive and ostensible powers in a period of 24 hours Monday to Friday.

An evaluation of the energy consumption of all the areas to different time scales is also achieved, and the areas and equipments of major consumption in the teaching area, are equally, identified; proposing then, a series of actions able to contribute to a more rational and stable energy consumption in the area object of study.

Índice

Introducción General:	1
CAPÍTULO I. Marco Teórico - Metodológico de la Investigación.	4
1.1 Introducción	4
1.2- Estado del arte.....	4
1.3- Base Teórica de la Investigación	8
1.4- Conclusiones	21
CAPÍTULO II. Determinación de las características del Sistema de Gestión	22
2.1- Introducción	22
2.2 - Descripción del Sistema Eléctrico del ISMM.....	22
2.3- Diagnóstico energético.....	25
2.4- Conclusiones	27
CAPÍTULO III. Evaluación del Sistema de Gestión Eficiente de la Energía	39
3.1- Introducción	39
3.2- Perfeccionamiento del Sistema de Gestión Energética.....	39
3.3- Valoración económica	48
3.4- Conclusiones del Capítulo 3	48
Conclusiones Generales:	53
Recomendaciones:	54
Bibliografía:	55
Anexos:	58

Introducción General

Gran cantidad de los problemas de uso ineficiente de la energía en la industria y los servicios se deben a 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 sistemáticamente respecto a la demanda para lograr disminuir los consumos totales de energía y en este caso la eficiencia energética tiene un alto potencial de ahorro y es considerado por muchos especialistas como una fuente renovable de energía sin costo ambiental.

En Cuba se han trazado estrategias para disminuir los consumos de combustibles, lo que permitió 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.

Cuba presentó una tasa de incremento anual promedio del consumo de energía del 4% en el período comprendido entre los años 1960 y 1980, mientras que solo se multiplicó en poco más de 2,6% veces el Producto Social Global, situación desfavorable en términos de Intensidad Energética que fue ampliamente discutida en el 2^{do} Congreso del Partido,

constituyendo los lineamientos económicos y sociales una guía en la lucha por el ahorro de energía y en la búsqueda de nuevas fuentes energéticas.

Su importancia estratégica se recoge en el programa de desarrollo de las fuentes nacionales de energía, aprobada por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros en 1993, cuyo objetivo central, es precisamente trabajar por la reducción progresiva de combustible hasta llevarla a niveles más convenientes, técnica y económicamente por medio de un uso más eficiente de los mismos y logrando su máxima sustitución por fuentes nacionales de energía.

El sistema de gestión energética en el sector industrial cubano ha presentado una serie de insuficiencias históricas, lo que conllevó a la elevación relativa de los costos energéticos con respecto a sus ingresos. En particular la industria cubana del níquel, siendo una de las mayores consumidoras de energía en el país también ha sido merecedora de una revisión de su sistema de gestión energética.

El Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, como parte de esta gran estructura también se establece un análisis de los principales problemas, los cuales repercuten considerablemente en el desarrollo económico del país. En este trabajo de diploma se analizaron los diferentes aspectos que corresponden a la eficiencia energética donde se evaluó el peso del consumo de energía eléctrica en cada dependencia del Instituto en el área de la Residencia Estudiantil, a fin de proponer un conjunto de medidas que posibiliten un consumo energético más racional en estas áreas, así como el mejoramiento de las instalaciones eléctricas de dichas dependencias.

Por tanto, la **situación problemática** la constituye el insuficiente nivel de gestión energética en el Instituto Superior Minero Metalúrgico (ISMM) que no garantiza la creación de capacidades técnico organizativas para administrar eficientemente la energía y reducir los consumos y costos energéticos.

Como **problema científico** se establece:

Insuficiente conocimiento de los efectos de los niveles e índices de consumo de portadores y las reservas de energía asociadas a estos, en el Sistema de Gestión Total de la Energía.

El **objeto de estudio** es:

El diagnóstico energético en el ISMM.

Mientras que el **campo de acción** lo constituye

Sistema de Gestión Total de la Energía.

Como **objetivo general** se plantea:

Diseñar un Sistema de Gestión Total de la Energía en el ISMM basado en un diagnóstico energético completo y en el análisis integral del uso de la energía.

Para resolver el problema planteado y dar cumplimiento al objetivo, se formula la siguiente

Hipótesis científica:

El establecimiento de las principales causas del uso ineficiente de los portadores energéticos, los niveles e índices de consumo y la determinación de las reservas de fuentes de energía, permitirán establecer un Sistema de Gestión Energética que garantice la eficacia y eficiencia energética de los procesos que se desarrolla en el ISMM

Como **objetivos específicos** se plantean:

1. Establecer el marco teórico sobre el tema y el marco contextual sobre el objeto de estudio.
2. Determinar los niveles de consumo de portadores e índices en el proceso productivo.
3. Establecer las reservas de energía asociada a los principales portadores.
4. Evaluar las medidas para mejorar la eficiencia energética.

Para dar cumplimiento a los objetivos, se establecen las **tareas de trabajo** siguientes:

1. Elaboración del marco teórico conceptual y el marco contextual.
2. Recopilación de datos históricos de los consumos del ISMM.
3. Caracterización del Sistema Eléctrico del ISMM.
4. Evaluación de las reservas de energía asociada a los principales portadores en el ISMM.

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, liberación en la capacidad en el sistema eléctrico, reducción de las pérdidas de potencia y energía y mejoramiento del voltaje en las líneas.

Capítulo 1

Marco Teórico Investigativo

CAPÍTULO I

Marco Teórico - Metodológico de la Investigación.

1.1 Introducción

La energía, 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.

Ya que toda técnica desarrollada por el hombre implica el uso de la energía, resulta necesario resaltar la importancia que ella tiene dentro de todo proceso productivo. Por tal razón, es necesaria una correcta utilización de la misma, de manera que se logre un incremento en la eficiencia energética de la empresa, sin afectar la calidad de sus productos.

Se han realizado varios trabajos de implantación del sistema de gestión energético en diferentes empresas demostrando la insuficiencia del mismo. A continuación este capítulo tiene como objetivo presentar algunas nociones generales de la gestión energética así como herramientas y funciones de un sistema de gestión.

1.2- Estado del arte

En el período 80- 89 del siglo XX 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 % la disponibilidad de combustibles, en prácticamente 2 años, se redujo a menos del 50 %. El consumo promedio de energía eléctrica en este período en el país decreció en más de un 6 % anual. Esta situación repercutió en los sistemas de gestión energética establecidos, existiendo un período de inestabilidad, en el que se tuvo que obviar gran parte del sistema de control anterior e implementar nuevos mecanismos, muchas veces con carácter particular, y no debidamente fundamentados.

El Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, aprobado por la Asamblea Nacional del Poder Popular en 1993, considera que entre un 5 y 10 % del

ahorro del consumo de portadores del país puede lograrse mediante el incremento de la eficiencia energética, fundamentalmente a través de medidas técnico - organizativas, con inversiones que se recuperarán en menos de 1,5 años. Se estimó que el 85 % de este ahorro podía obtenerse en el sector industrial, residencial y de los servicios.

Las acciones propuestas para el incremento de la eficiencia energética se basan, en lo fundamental, en medidas de carácter técnico - organizativas, mejoras en la instrumentación, el control de la operación, uso de dispositivos de ahorro, mantenimiento energético, mejor utilización de la infraestructura de base y talleres existentes, así como concentrar la producción en las instalaciones más eficientes.

En la actualidad 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). Existen problemas relacionados con la inexistencia de un sistema de gestión energética competitiva y con la adopción de medidas aisladas que no garantizan el mejoramiento continuo de la eficiencia económica que debe lograr la empresa.

Los sistemas de planeación y control de la administración de energía que se aplican hoy en la mayor parte de las empresas en Cuba se han retrasado respecto a los métodos de planeación y control económico que el perfeccionamiento de la economía ha exigido.

En este trabajo se presentarán una serie de temas donde se exponen los elementos principales que componen la una tecnología de gestión perfeccionada, para lograr la eficiencia energética a través de la aplicación continua de medidas y proyectos de ahorro de energía. 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 fuente de energía más barata es la eficiencia energética, sabiendo que es generalmente en el equipo, el sistema o la tecnología donde se producen las pérdidas. El problema fundamental para explotarla lo constituye la determinación del lugar donde éstas se producen, su evaluación en cantidad y calidad, la identificación de las causas que la producen, las vías que conducen a su reducción o eliminación, la evaluación del costo-

beneficio de cada una de estas vías, el seguimiento de la aplicación de la decisión adoptada y su control así como la valoración técnico-económica final del proceso.

En cada uno de estos elementos, imprescindibles para lograr y hacer permanentes los avances en la eficiencia energética, existen tecnologías bien definidas que se desarrollan y perfeccionan con el avance científico-técnico. La realización inadecuada o incompleta de alguna parte de este diagnóstico puede llevar a una explotación ineficiente de la fuente y el desaprovechamiento de los potenciales energéticos.

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 empresas.

Según (Carvajal, 2001) el comportamiento del consumo de los portadores energéticos fundamentales a nivel de empresa en la provincia Villa Clara, en los años 2002-2003 se detectan cuales son los puestos claves en la industria de forma general e implantaron el procedimiento para el diagnóstico y control de los portadores energéticos.

También (Colectivo de Autores, 2002), presenta los principios fundamentales y los procedimientos para la evaluación, el diagnóstico, la organización, la ejecución y la supervisión de la gestión energética en las empresas, para lograr el objetivo de reducir sus costos energéticos y elevar su competitividad. Se presentan en particular los principios, herramientas y procedimientos para la implantación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en empresas industriales y de servicios.

A raíz de lo antes expuesto, en América Latina y el Caribe, la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) considera que mediante el uso eficiente de la energía podría reducirse el consumo de portadores energéticos de la región entre el 10 y 20% en corto y mediano plazo (Sánchez, 2003).

En Cuba (Borroto, 2006) la Comisión Internacional de Energía consideró que por esta vía, 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.

Se estima que en la industria cubana, las actividades con mayores potenciales son: el níquel, el cemento, el acero, la generación eléctrica, la refinación de petróleo y en menor medida las industrias alimenticias y el papel. En todas ellas las medidas en lo fundamental se dirigen a elevar la disciplina tecnológica, mejoras técnicas y técnico-organizativas, aprovechamiento del vapor residual, sustitución por combustibles

económicamente más ventajosos, mejoras en la combustión, automatización de los controles y otras. (Borroto, 2006)

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Es una tarea primordial debido a la amenaza del cambio climático global y los problemas ambientales serios que hacen que a medio plazo, no podemos seguir utilizando como forma de vida una fuente de energía no renovable que se va agotando y deteriorando paulatinamente. Por una parte aprender a obtener la energía de forma económica y respetuosa con el medio ambiente, 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 y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía, es lo más importante para lograr un auténtico desarrollo que se pueda llamar sostenible. (Viego, 2007).

La electricidad es uno de los portadores energéticos máspreciado y costoso, por tal motivo, su uso adquiere una importancia especial. La particularidad de ella consiste en la igualdad en el tiempo entre la generación y su consumo, de ahí que el consumidor determine la línea de carga. Con esta revisión pretendemos realizar una recopilación de información de las principales bibliografías consultadas.

Mazorra (1986), plantea una metodología, sobre la base del análisis técnico - económico, posibilitando la minimización de las pérdidas de energía en los sistemas eléctricos industriales integralmente.

Un principio importante, es el uso de los motores con fines de accionamiento para adaptar éstos óptimamente a las máquinas de trabajo. Los motores eléctricos se refieren al tipo de construcción y conmutación del motor, así como a sus magnitudes de potencia. En los controles se detecta que los motores propulsores están dimensionados muy por encima de las máquinas de trabajo.

Los motores sobredimensionados repercuten negativamente sobre el grado de eficiencia, el factor de potencia y por tanto, sobre la economía de la empresa y los costos de la inversión, Palma (1996), realiza un estudio de la carga de los motores asincrónicos y su incidencia sobre el reactivo, no tiene en cuenta las mejoras del factor de potencia por disminución de reactivo.

Todos los equipos eléctricos que en su funcionamiento necesitan campos magnéticos, tienen siempre junto a la potencia eficaz hacia el exterior (potencia eléctrica efectiva) una

potencia necesaria no eficaz hacia afuera para la constitución del campo magnético (demanda eléctrica de potencia reactiva).

En este campo de estudio, algunos autores (**Gómez, Santos y Campos, 1999**) han propuesto las herramientas básicas y procedimientos para programas de control y mejoramiento de la eficiencia energética en empresas de producción y servicios. En este estudio se define que lo más importante para lograr la eficiencia energética de una empresa es la implementación de un sistema de gestión energética, que garantice un plan de ahorro de energía que sea renovado cada vez que sea necesario. Este trabajo se centra en la importancia de un sistema de gestión energética y no en la realización de un diagnóstico energético.

Relacionado con este tema, (**Beatón, 2003**), hace un análisis de la gestión energética en el sector industrial y de los servicios aplicando las nuevas tecnologías para el uso eficiente de la energía y (**González, 2001**), propone una metodología para la gestión de la energía en pequeñas y medianas empresas. Básicamente el alcance de estas investigaciones de gestión energética consiste en realizar, conjuntamente con el cliente, un análisis de la situación energética de la planta industrial, a manera de diagnóstico (cuánta energía se consume, dónde se consume, qué cantidad de ella se desperdicia, etc.), con el objetivo de identificar oportunidades evidentes de ahorro que produzcan beneficios económicos directos.

(**Ponce, 2001**), (**Figuerola, 2002**), (**Ochoa y Gutiérrez, 2005**); realizan un estudio de los portadores energéticos y proponen un sistema de gestión energética.

(**Borroto Nordelo y Monteagudo Yanes, 2006**) presentan los principios fundamentales y los procedimientos para la evaluación, el diagnóstico, la organización, la ejecución y la supervisión de la gestión energética en las empresas, con el objetivo de reducir sus costos energéticos y elevar su competitividad. Se presentan en particular los principios y herramientas de la “Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía”.

(**Pérez Mustelier y Torres Noa, 2006**), realizaron un análisis para evaluar el sistema de gestión energética del ISMM y definir los indicadores de consumos de energía eléctrica y agua por actividad. En esta investigación se obtuvieron buenos resultados como es la determinación de las pérdidas anuales de energía para el banco de transformadores docente, proponen cambios e instalaciones de protecciones en las pizarras, además de

establecer el control de la carga instalada en función de la capacidad de los bancos de transformadores. A pesar de los resultados obtenidos en esta investigación, no se realizó un análisis profundo en lo que respecta al funcionamiento del banco de transformadores del área docente en particular y no se detectaron los principales problemas existentes en los paneles y en las redes, y no se abordó lo suficiente en lo referido al ahorro de energía.

Un buen sistema de suministro eléctrico esta caracterizado por la continuidad y la calidad de la energía eléctrica, teniendo como premisa esta afirmación, (**de Armas, 2007**) con el trabajo “Temas especiales de Sistemas Eléctricos Industriales” elaboraron una serie de medidas que contribuyen al ahorro en sistemas eléctrico de empresas industriales o de servicios. Se tratan los elementos básicos de las medidas relacionadas con los medios de control de la demanda, el consumo de energía, la mejora del factor de potencia y la detección y reducción de los problemas vinculados a la calidad de la energía eléctrica.

Relacionado con este tema en el evento CEMMA del 2008 desarrollado en la Universidad de Cienfuegos, (**Linferral, 2008**) [13] hace un análisis de Gestión Energética Actual en la empresa de envases “Rafael Trejo” para identificar las áreas de mayor consumo de portadores energéticos y dentro de los mismos se identifican los equipos que representan el mayor por ciento del consumo de portadores con el fin de establecer los puestos claves y (**Perellada, 2008**) [19] en la empresa Conformadora de Aluminios “Vladimir I. Lenin” establece la estructura de consumo de la empresa, identifica la electricidad como portador de mayor incidencia en la entidad así como el área más consumidora (taller de extrusión), se identifican los puestos claves en la misma y sus índices de consumo, se elabora el diagnóstico energético preliminar. Paso previo a la propuesta de implementación de la Tecnología de Gestión Total y Eficiente en esa empresa.

Un análisis de esta naturaleza lo realizó (**Pacheco Martes, 2008**) en el cual se llevó a cabo un levantamiento de la potencia instalada por área. Se actualizaron los planos eléctricos de las áreas y el esquema monolineal del sistema. Se evaluó el comportamiento del consumo de energía en el punto principal de suministro del área docente, para diferentes escalas de tiempo (horario, diario, mensual, anual). Y se estableció el balance de potencias para el área docente. En este trabajo no se contó con la instrumentación adecuada para realizar las mediciones en cada una de las diferentes cargas que

componen este sistema y no se abordó lo necesario en lo que se refiere al ahorro de energía.

Un trabajo similar se realizó en el área de la residencia del ISMM por **(Prieto Millán, 2008)** donde se obtuvo un buen resultado y una caracterización de todo el sistema. Se realizó el levantamiento de la potencia instalada por área, se actualizó el esquema monolineal del sistema, se evaluó el comportamiento del consumo de energía, las corrientes, potencias y tensiones en el punto principal de suministro del área de residencia estudiantil, para diferentes escalas de tiempo (horario, diario, mensual, anual), se estableció el balance de potencias para el área de residencia estudiantil. A pesar de este gran trabajo abarcador que se realizó en esta zona del ISMM no se abordó lo suficiente en lo que respecta al ahorro de energía y al estado crítico del cableado ya que este se encuentra en malas condiciones. No se tomaron mediciones en la bomba de agua ni a la cámara fría.

Un trabajo bastante abarcador relacionado con este tema lo realizó **(González Julián 2009)**, en el cual se llevó a cabo una buena caracterización del sistema. Se determinaron las principales deficiencias de sistema y se propusieron medidas para solucionarlos. Se calcularon los índices de consumo de energía y agua por estudiantes. Se determinó el balance de potencias para el área de residencia estudiantil. En este trabajo se obtuvieron buenos resultados, a pesar de que en el levantamiento de la potencia instalada se omitieron cargas de gran importancia por su nivel de consumo. No se realizaron mediciones individuales en los cuartos de extranjeros, para poder determinar el índice de consumo por estudiantes extranjeros. El presente trabajo realizado en esta zona ayudará a tener más conocimiento sobre el sistema de suministro eléctrico y los índices de consumo por estudiantes extranjeros, cubanos y por profesores hospedados en la Residencia de Posgrado.

1.3- Base Teórica de la Investigación

Con el objetivo de determinar el basamento teórico necesario que sustentara la investigación pretendemos dejar definidos los principales conceptos sobre el tema y las expresiones matemáticas que se utilizarán.

Conceptos Básicos

Los siguientes conceptos son 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.

1.3.1- Nociones generales de la Gestión Energética

La Gestión Empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización, actividades que se ponen en práctica a través de: la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización.

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 (Colectivo de Autores, SA):

- 1 Optimizar la calidad de los portadores energéticos disponibles y su suministro.
- 2 Disminuir el consumo de energía manteniendo e incluso aumentando los niveles de producción o servicios.
- 3 Obtener de modo inmediato ahorros que no requieran inversiones apreciables.
- 4 Lograr ahorros con inversiones rentables.
- 5 Demostrar la posibilidad del ahorro energético de la empresa.
- 6 Disminuir la contaminación ambiental y preservar los recursos energéticos.
- 7 Diseñar y aplicar un programa integral para el ahorro.
- 8 Establecer un sistema metódico de contabilidad analítica energética en la empresa.

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 así como 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).

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:

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

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.

Gestión Total Eficiente de la Energía

La elevación de la eficiencia energética puede alcanzarse por dos vías fundamentales, no excluyentes entre si:

- Mejor Gestión Energética y buenas prácticas de consumo.
- Tecnologías y equipos eficientes.

Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa, no es solo que exista un plan de energía, sino contar también con un Sistema de Gestión Energética que

garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez mas la capacidad de trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, desarrolle nuevos hábitos de producción y consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general, que integre las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza.

En resumen 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 empresas, 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 (Colectivo de Autores, SA; Colectivo de autores, España 2006).

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

La (TGTEE) es un conjunto de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializados, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevas formas de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa. La (TGTEE) incorpora un conjunto de procedimientos y herramientas innovadoras en el campo de la gestión energética. La implantación se realiza mediante un ciclo de capacitación, prueba de la necesidad, diagnóstico energético, estudio socio-ambiental, diseño del plan, organización de los recursos humanos, aplicación de acciones y medidas, supervisión, control, consolidación y evaluación, en una estrecha coordinación con la dirección de la empresa. 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. Anexo 1

Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética

Existe varias herramientas que se utilizan para establecer un sistema de gestión energética pero las principales son las siguientes:

- Diagramas de Pareto

- Histogramas
- Intensidad Energética
- Diagrama causa y efecto
- Diagrama de dispersión Estratificación
- Gráficos de control.

Diagrama de Pareto

Utilidad de un diagrama de Pareto:

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

Un diagrama de Pareto informa sobre los siguientes aspectos:

- ¿Cuál es la causa o elemento de mayor importancia de lo registrados y cuál es su influencia cuantitativa?
- ¿Cuál es el 20% de los elementos que producen el 80% del efecto reflejado en la categoría? Por ejemplo: ¿Cuál es el 20% de los portadores energéticos que producen el 80% del consumo de energía equivalente de la empresa?
- ¿Cómo influye cuantitativamente la reducción de una causa o elemento en el efecto o categoría general analizado? (Colectivo de autores ,2002), (Colectivo de Autores, SA), (Colectivo de autores, España 2006).

Histograma

El histograma permite:

- Obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema.
- Mostrar el resultado de un cambio del sistema.
- Identificar anormalidades examinando la forma.
- Comparar la variabilidad con los límites de especificación.

El Histograma es una “instantánea” de la capacidad del proceso y revela tres características del mismo:

- Centrado: media de los valores obtenidos.
- Distribución: dispersión de las medidas.

- Forma: tipo de distribución. (Colectivo de autores, 2002; Colectivo de Autores, SA; Colectivo de autores, España 2006).

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.

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 a la capacidad productiva nominal de la empresa), calidad de la materia prima, estado técnico del equipamiento etc. Debido a esto cada índice debe establecerse especificando las condiciones en que debe alcanzarse. (Colectivo de autores ,2002; Colectivo de Autores, SA; Colectivo de autores, España 2006).

El diagrama causa y efecto

El análisis de las causas requiere de 5 pasos:

1. Definir el efecto. Significa que sea claro, preciso y medible.
2. Identificar las causas. Cada miembro del grupo en una tormenta de ideas propone posibles causas del efecto descrito. Se toma la lista y se señala la palabra clave de cada causa. Se determinan las sub-causas en torno a la palabra clave.
3. Definir las principales familias de causas. Se agrupan las causas y sub-causas en familias de: métodos, mano de obra, equipos, materiales u otra causa fundamental del problema.
4. Trazar el diagrama. Se traza la línea central y las que representan las causas principales. Se aportan ideas en torno a cada causa principal por separado y se colocan con su palabra clave.
5. Seleccionar la causa. Una vez construido el diagrama, este cubre todas las posibles causas. Se realiza un proceso de selección ponderada para determinar las de mayor importancia. (Colectivo de autores ,2002; Colectivo de Autores, SA; Colectivo de autores, España 2006).

Diagrama de dispersión

Es un grafico que muestra la relación entre dos parámetros. Su objetivo es mostrar en un grafico **x, y** si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, determinar su carácter. La observación de un diagrama de dispersión puede indicarnos, por ejemplo, que existe una tendencia a que los valores altos de nivel ocupacional están asociados a los valores altos de consumo, o también que la nube de puntos describe una línea recta por lo que puede existir una relación de tipo lineal entre ambas variables con una pendiente pronunciada. Para determinar el coeficiente de correlación entre ambas variables y probar matemáticamente su validez se establece la ecuación del modelo $Y=f(x)$ y se aplica la prueba de hipótesis correspondiente. (Colectivo de autores ,2002; Colectivo de Autores, SA; Colectivo de autores, España 2006).

Estratificación

La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.

Utilidad de la estatificación:

- Discriminar las causas que están provocando al efecto estudiado.
- Conocer el árbol de problemas de un problema o efecto.
- Determinar la influencia cuantitativa de las causas particulares sobre las generales y sobre el efecto estudiado.

El propósito de la Estratificación es similar al histograma, pero ahora clasificando los datos en función de una característica común que nos permite profundizar en la búsqueda y verificación de las causas a encontrar, resolver o eliminar. (Colectivo de autores, 2002; Colectivo de Autores, SA; Colectivo de autores, España 2006).

Gráficos 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. Este comportamiento (que puede probarse en caso que no estemos seguros que ocurran) nos permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influya en desviaciones del parámetro de salida controlado. (Colectivo de autores ,2002; Colectivo de Autores, SA; Colectivo de autores, España 2006).

Utilidad de los gráficos 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 identificarlas causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

Pérdidas de Energía

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, etc.

Análisis de las Pérdidas de un transformador.

Las Pérdidas de potencia que se producen en un transformador son fundamentalmente de dos tipos:

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

Pérdidas por efecto Joule en los devanados (P_{cu}). 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 **P_{cc}** , cuando el transformador funcione con un índice de carga “c”, las Pérdidas en el cobre son:

Las pérdidas en el cobre de un transformador en régimen nominal P_{cc} es un dato que proporcionan los fabricantes. Las Pérdidas de un transformador P_p , que trabaje con un índice de carga “c” Serán.

Control de la Demanda Máxima

- 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:

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

3)

\$: 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.

$I_{\Delta P_{transf}}$: 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.

En el caso del costo por demanda contratada este representa entre el 30 y el 40% de los costos totales de la factura, de aquí el gran peso que representa. Esto indica que cualquier análisis de factura debe iniciar por este elemento. 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 y en el cual se puede trabajar en reducirlo a partir del conocimiento de las características del consumo. Es por tanto que 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), etc.

El otro elemento de las pérdidas por transformación, estas 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.

Índice de Consumo

Unidades de producto terminado por unidad de energía consumida.

Este valor de índice de consumo puede ser calculado por tipo de producto o como índice de consumo general en el caso que el tipo de producción lo permita (si son varios productos diferentes pero de un mismo material el índice puede reducirse a toneladas de ese material etc.). Si se consumen diferentes tipos de energía para un mismo producto debe determinarse el consumo equivalente haciendo compatibles los diferentes tipos. Este índice permite su comparación con las normas de consumo establecidas para Empresas. Ejemplo de índices de consumo: Tn cemento / Tn equivalentes de petróleo; gramos equivalentes de petróleo / kWh; Kilogramos de vapor / Kilogramos de petróleo equivalente; MWh / cuarto noche ocupado.

El consumo equivalente de energía asociada a los productos o servicios realizados por la empresa se expresa en toneladas de petróleo equivalentes. Las toneladas equivalentes de petróleo se determinan mediante factores de conversión que relacionan el valor calórico real del portador energético con el valor calórico convencional asumido.

Ejemplo:

Toneladas de:	Por factor de conversión:	=Toneladas equivalente de petróleo
Diesel	1.0534	
Gasolina	1.0971	
Fuel Oíl	0.9903	

Tabla 1: Factores de Conversión.

Estos factores pueden variar en dependencia del valor calórico real del portador energético, la actualización de los mismos puede obtenerse con los especialistas de energía del gobierno municipal o provincial.

1.4- Conclusiones

En el presente capítulo hemos logrado establecer y describir los siguientes parámetros:

- ❖ Se estableció el estado del arte sobre la base de la sistematización de los conocimientos existentes a partir de la combinación de fuentes bibliográficas consultadas.
- ❖ La información recopilada en la bibliografía consultada permitió recopilar de datos históricos de los consumos y las características del sistema eléctrico y los principales portadores del ISMM.
- ❖ Como problemas no resueltos, se establecen los niveles de consumo de portadores e índices en el proceso productivo, las reservas de energía asociada a los principales portadores y las medidas para mejorar la eficiencia energética.

Capítulo 2

Materiales y Métodos

CAPÍTULO II

Determinación de las características del Sistema de Gestión

2.1- Introducción

El presente capítulo tiene como objetivos básicos: caracterizar el sistema eléctrico del ISMM objeto de estudio a partir de la descripción del sistema eléctrico y la realización de un proceso de diagnóstico energético para conocer cuáles son las ineficiencias en el uso de la energía eléctrica que existen. Este análisis partirá del esquema monolineal existente en el ISMM, el cual necesita ser actualizado para tener una información más confiable del estado del sistema eléctrico, dejando identificadas las ineficiencias para proponer las mejoras

Si bien el uso de dispositivos eléctricos eficientes genera ahorros muy importantes, no son menos importantes los ámbitos de gestión, diseño y operación, en este capítulo trataremos el comportamiento de los portadores energéticos, así como el desarrollo de las herramientas utilizada en la implantación del sistema de gestión. Se presentan los resultados del estudio general del sistema de suministro eléctrico debido a su grado de importancia en la estructura energética. Se abordan, 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 - Descripción del Sistema Eléctrico del ISMM.

2.2.1- Descripción del ISMM

El ISMM, cuenta con dos puntos de suministro eléctrico denominados banco de Residencia y banco de Laboratorio, el primero formado por tres transformadores monofásicos que alimentan los 4 edificios de la residencia estudiantil, el área de cocina comedor, el área económica, el bombeo de agua al tanque elevado y el área de la residencia de postgrado. Los transformadores son 2 de 50 KVA y 1 de 75 KVA, conectados en estrella/delta con tensiones 13,8/0,240 kV y una derivación central en el secundario de uno de los transformadores para la alimentación de los equipos de 120

V (ver Fig.2.1). El segundo banco formado también por 2 transformadores monofásicos alimenta todas las instalaciones docentes del Centro, compuestas por 4 edificios y 3 naves de laboratorios (Metalurgia, taller de Mecánica e instalación experimental de hidráulica), los transformadores son de 50 KVA, conectados en delta abierta con tensiones 13,8/0,240 kV y una derivación central en el secundario de uno de los transformadores para la alimentación de los equipos de 120 V (ver Fig.2.2).

En el caso del banco de Residencia, al cual en lo adelante llamaremos el banco No.1, la energía se distribuye a partir de un panel general a través de 7 interruptores que alimentan las diferentes áreas (ver Fig.2.3), de manera semejante el banco No.2 distribuye la energía a partir de un panel general con 4 interruptores (ver Fig.2.4). Para la realización del trabajo se hizo un levantamiento de la potencia instalada en cada uno de los locales del ISMM, se comprobó, mediante observación, el estado técnico de todos los circuitos de distribución, de los paneles y de los interruptores. Simultáneamente fue recopilada la información sobre el comportamiento histórico del consumo de energía registrado en cada uno de los bancos y se efectuaron las mediciones de las tensiones, corrientes, potencias y energía en los puntos principales, para la elaboración de los gráficos de cargas.

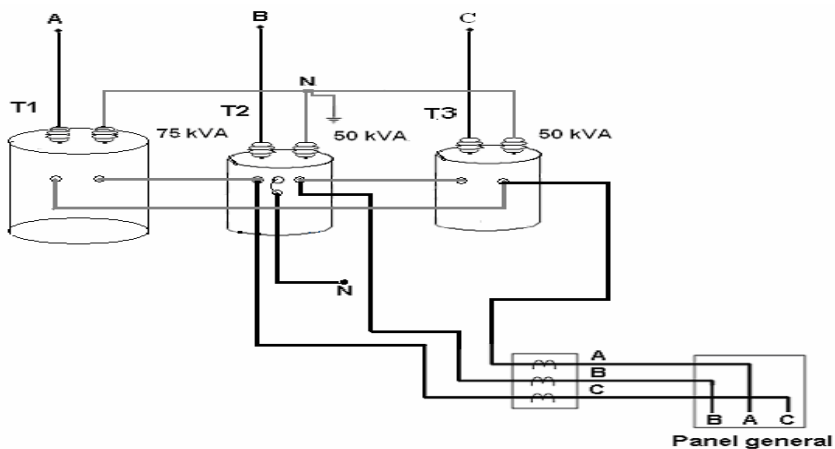


Fig.2.1 Esquema físico del sistema de alimentación del bloque residencia.

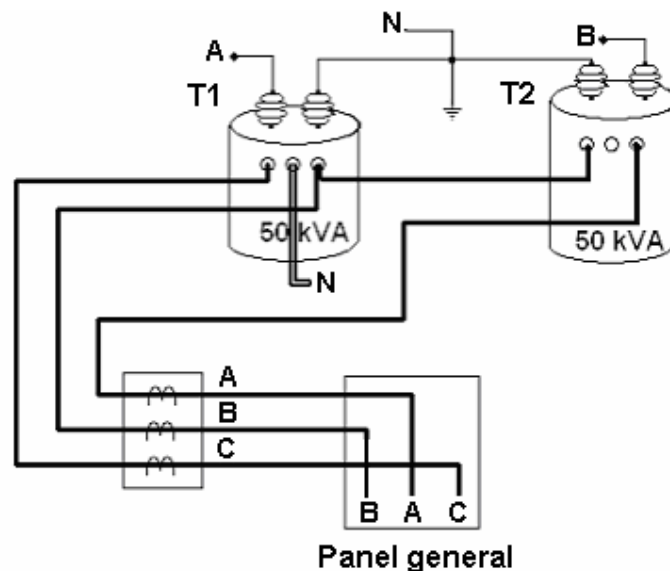


Fig.2.2 Esquema físico del sistema de alimentación al bloque docente.

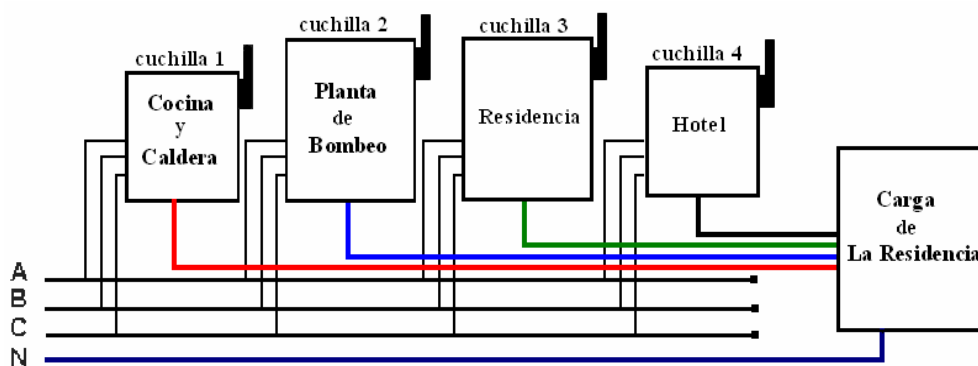


Fig.2.3 Panel principal del banco de transformadores del bloque residencia.

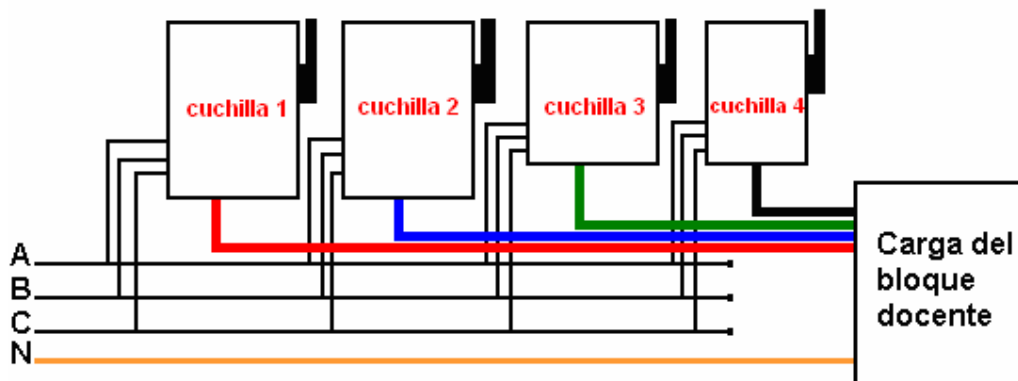


Fig.2.4 Panel principal del banco de transformadores del bloque docente

Deficiencias del actual Sistema de Suministro Eléctrico en el ISMM.

El sistema eléctrico actual cuenta con dos puntos de suministro denominados banco de Residencia y banco de Laboratorio, lo que imposibilita que en condiciones extremas se pueda suministrar energía auxiliar a ambos bancos, con la generación distribuida o con otro tipo de alimentación auxiliar, debido a su valoración económica. Los alimentadores que llegan a cada una de las áreas de nuestro Sistema de Suministro, objeto de estudio de nuestro trabajo se encuentran en muy mal estado con riesgo de incendio. Los transformadores de 50 kVA que brindan el servicio monofásico en cada uno de los bancos (residencia y docente) se encuentran en régimen sobrecarga, teniendo así el resto de los transformadores trabajando por debajo del 70% de la carga. La disposición de la carga en cada uno de los bancos 1 y 2 cómo le llamaremos a partir de ahora provoca que cada una de las fases no estén completamente balanceadas, teniendo así grandes fluctuaciones de voltajes, deteriorando los conductores ya que en esto provoca que existan disparos de las protecciones, teniendo en cuenta que la mayoría de las mismas son laminas fusoras, al ser repuestos por conductores eléctricos no debidamente seleccionados el Sistema Eléctrico del Centro se perjudica aún más.

2.3- Diagnóstico energético

El término diagnóstico es asociado comúnmente con el área médica, definiéndose como un conjunto de signos o síntomas particulares de una enfermedad, a partir de los cuales el médico toma las medidas necesarias para combatir los agentes que la causaron. De manera análoga el “diagnóstico energético” efectúa una serie de técnicas de exploración y evaluación que permiten determinar el grado de eficiencia/deficiencia que tiene una empresa o planta en nuestro caso. Tiene como base la identificación del consumo energético, que puede definirse como la respuesta a la pregunta ¿Cómo, dónde y cuánta energía es empleada o desperdiciada? En sistemas, además del análisis del consumo energético se requieren los perfiles energéticos, lo cual permite establecer las áreas potenciales de ahorro de energía.

Tipos de diagnósticos energéticos

Diagnóstico de primer grado:

- Inspección visual del estado de conservación de las instalaciones.

- Análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación.
- Análisis de información estadística de consumos y pagos por concepto de energía eléctrica y combustible.
- Objetivo fundamental es detectar medidas de ahorro o de incremento de eficiencia energética cuya aplicación es inmediata y con inversiones marginales.
- Sistema de capacitación básica al personal de operación que les permita mantener y aplicar las medidas detectadas.

Diagnóstico de segundo grado:

- Estudio de todas las fuentes de energía de la empresa.
- Análisis de los consumos históricos de portadores energéticos y de la producción.
- Análisis de las condiciones de operación de las instalaciones y su mantenimiento.
- Análisis de consumos específicos, de indicadores energéticos y eficiencia de las instalaciones de uso intensivo en todas las áreas y procesos.
- Realización de balances de energía y materia. Análisis de los costos de energía.
- Identificación de oportunidades de ahorro de energía.
- Evaluación económica de las medidas que se recomienden y su jerarquía.
- Fijar objetivos y metas en función de los potenciales de ahorro.

Diagnóstico de tercer grado:

- Consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación.
- Debe realizarse con la participación del personal especializado de cada área con el apoyo del personal de ingeniería.
- Normalmente es común el uso de técnicas de simulación de procesos para el estudio de diferentes esquemas de operación de equipos y procesos, además de la evaluación de los efectos de los cambios de operación en los consumos específicos de energía. En este caso se refiere de una información completa de los flujos de materiales de energía eléctrica, así como de variables tales como presión, temperatura, propiedades de las diferentes sustancias, etc.
- Las recomendaciones derivadas del diagnóstico generalmente son de aplicación a mediano y largo plazo ya que implican modificaciones, equipos, procesos e incluso de las tecnologías utilizadas.

- Además, debido a que las inversiones de esta medida son elevadas, la evaluación económica debe ser rigurosa, sobre todo en cuanto al período de recuperación de la inversión.

Análisis de los consumos de los portadores energético.

El ISMM es una instalación que inició sus actividades en noviembre 1976. Esta entidad que a mediados de los años 90 disminuyó su matrícula; luego de la aceleración de la economía del país en la década del 2000, por el contrario ha mantenido un incremento sostenido en los últimos cursos, llegando a una matrícula actual de 1065 estudiantes diurnos y 1155 estudiantes del CPT. Esta entidad que a mediados de los años 90 disminuyó su matrícula, hoy por el contrario ha mantenido un incremento sostenido en los últimos cursos. Una de las principales deficiencias del sistema de gestión energética del ISMM en esta última etapa ha sido el incumplimiento de los planes de consumo en algunos periodos. En primer lugar por las medidas de contingencia adoptadas por el país, además de las condiciones de explotación y de deterioro de las instalaciones y equipamientos.

Estructura de consumo por portadores energéticos

El ISMM ocupa el lugar 49 de las 61 empresas más consumidoras de energía en la provincia de Holguín. Su estructura de consumo de portadores energéticos se puede apreciar en la Fig.2.5.

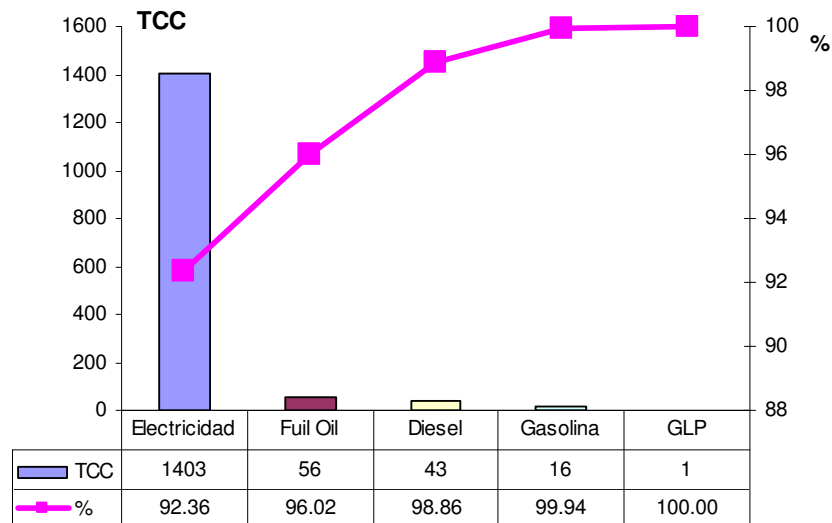


Fig.2.5. Estructura del consumo promedio anual de portadores energéticos.

La electricidad ocupa el primer lugar en el orden de importancia en la estructura de consumo de portadores energéticos con un 92,36 %, seguido del Fuill Oil con 3,66 %. En el caso del diesel representa el 2,84 %, la gasolina 1,08 % y el GLP 0,06 %. Estos resultados indican que las acciones por elevar la eficiencia energética de la institución deben estar encaminadas en lo fundamental al portador electricidad.

Estructura de consumo por áreas

A partir de que el portador electricidad es el de mayor importancia, al revisar los valores promedios anuales de consumo para las diferentes tarifas se puede apreciar en la figura.2 como los servicios seleccionados Residencia y Laboratorios consumen el 57,9 % y el 39,2% del total respectivamente. Estos servicios poseen el sistema de tarifas M1C. El resto de las dependencias de la universidad en su conjunto consumen solo el 3% de la energía eléctrica.

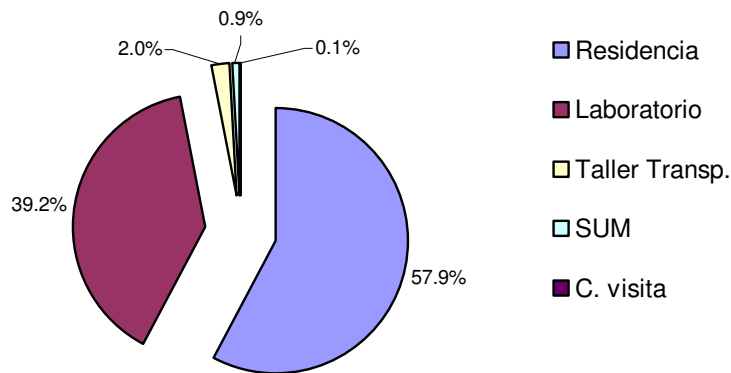


Fig. 2.6. Áreas consumidoras de la energía eléctrica.

Estructura de consumo por usos finales de la energía

El uso final de la energía es a veces difícil de cuantificar con exactitud y en lo fundamental se debe a la inexistencia de instrumentación que permita conocer al unísono que pasa con toda la energía, independientemente del tipo de portador. Como se ha venido señalando, la electricidad sigue siendo la prioridad. No obstante es conocido que el uso final del Fuel Oil solo se emplea en la caldera para producir el vapor necesario en la cocción de alimentos. Algo favorable en este equipamiento resulta la sustitución de las calderas por otras nuevas, así como las redes de tuberías que transportan el vapor cuentan con un aislamiento térmico en buenas condiciones.

En el caso del diesel y la gasolina el uso final son los camiones y carros ligeros los cuales cuentan con un índice de consumo variado debido a las condiciones técnicas de envejecimiento del parque automotor y de la falta de piezas e insumos.

Se puede señalar que en el caso de la electricidad el bombeo de agua representa aproximadamente el 10 % de la energía eléctrica que consume la institución. Además de este usuario final las demás cargas instaladas en el banco de residencia ocupan entre el 30 y el 50% del total.

La comisión de energía ha predefinido una clasificación de las áreas del centro donde se encuentra el equipamiento de uso final que permita una estructuración acorde a los objetivos de cada área. Esta estructura servirá para profundizar en los estudios continuos que se realizan en el ISMMM y en donde se aprecia una notable participación

de estudiante con el protagonismo de la carrera de eléctrica. Estas áreas se relacionan a continuación:

- Socioeconómica.
- Docencia.
- Investigación y portgrado.
- Administración.

El área socioeconómica abarca las residencias de pregrado y postgrado, cafetería, cocina comedor, bombas de agua, cocina comedor. El área de la docencia está compuesta por laboratorios y aulas. La investigación y el postgrado por la biblioteca, aulas de postgrado, centros de estudios, etc. En el caso de la administración todo el conjunto de oficinas para estas funciones.

Curvas de carga horaria típicas para diferentes días y periodos

El ISMM, cuenta con dos puntos de suministro eléctrico denominados banco de Residencia (Área 1) y banco de Laboratorio (Área 2), el primero, formado por tres transformadores monofásicos que alimentan los 4 edificios de la residencia estudiantil, el área de cocina comedor, el área económica, el bombeo de agua al tanque elevado y el área de la Residencia de Postgrado. Los transformadores son 2 de 50 KVA y 1 de 75 KVA, conectados en estrella/delta con tensiones 13,8/0,240 kV y una derivación central en el secundario de uno de los transformadores para la alimentación de los equipos de 120 V. El segundo banco formado también por 3 transformadores monofásicos de 50 kVA, alimenta todas las instalaciones docentes del Centro, compuestas por 4 edificios y 3 naves de laboratorios (Metalurgia, taller de Mecánica e instalación experimental de hidráulica).

En el caso del banco de Residencia, la energía se distribuye a partir de un panel general a través de 7 interruptores que alimentan las diferentes áreas, de manera semejante el banco No.2 distribuye la energía a partir de un panel general con 4 interruptores. Para la realización del informe se hizo un levantamiento de la potencia instalada en cada uno de los locales del ISMM, se comprobó, mediante observación, el estado técnico de todos los circuitos de distribución, de los paneles y de los

interruptores. Simultáneamente fue recopilada la información sobre el comportamiento histórico del consumo de energía registrado en cada uno de los bancos y se efectuaron las mediciones de las tensiones, corrientes, potencias y energía en los puntos. A manera de resumen se presentan los resultados reflejados en el compartimiento de las principales magnitudes eléctricas.

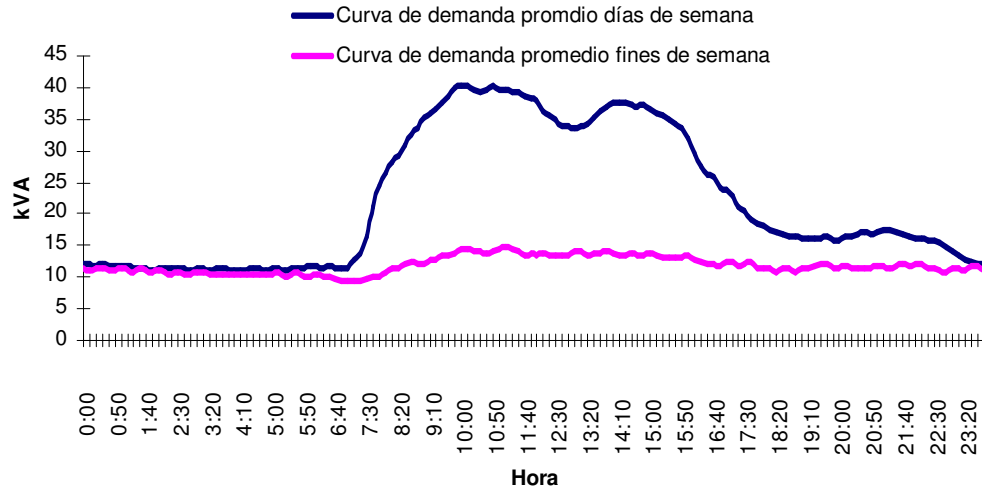


Fig.2.7. Curvas de demanda promedio en el Banco de Transformadores de Laboratorio.

Como se muestra en la figura 2.7 existe una marcada diferencia entre la curva de demanda promedio para día de semana y el fin de semana. Esto se debe a que el banco suministra energía en lo fundamental a los edificios donde se desarrolla toda la actividad docente y de investigación.

El periodo de máxima demanda inicia a partir de la 7.30 hora hasta las 16.00 hora enmarcado en el horario laboral y el desarrollo de la docencia. El valor pico de demanda se produce entre las 10 y 11 horas alcanzando un valor de 40 kVA. Se aprecia un descenso de la demanda en horario de almuerzo. Este comportamiento de la demanda en días laborables corresponde a una presencia y uso de las instalaciones de alrededor de 800 estudiantes más trabajadores.

El comportamiento de la demanda en el otro banco de transformadores correspondiente a servicio seleccionado (Banco de Residencia) se puede observar en la figura 2.8. Aparece en esta figura la presencia de tres momentos en el que la demanda se incrementa. El primer momento corresponde al horario en que los

becados se levantan para disponerse a ir hacia las aulas y se realiza el bombeo de agua. Otro segundo momento es entre las 14 y 16 horas horario en que regresan los becados de la docencia y además se establece el segundo horario de bombeo de agua. Un tercer pico se aprecia entre las 17:30 y las 20:00 horas donde la mayoría de los estudiantes se encuentran en la beca.

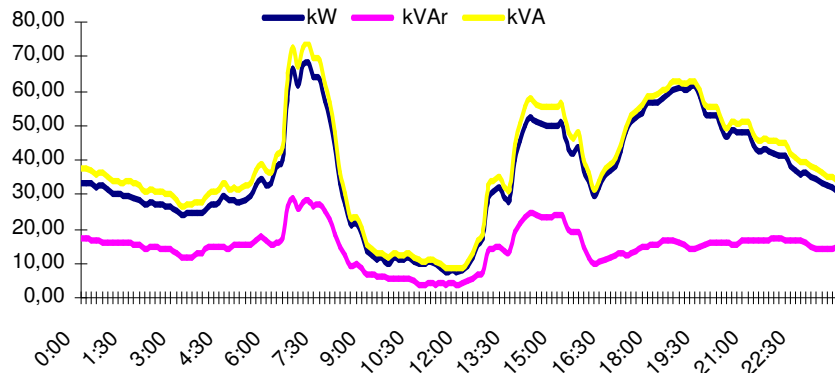


Fig.2.8. Curva de demanda promedio para días de semana del Banco de Residencia

Durante los fines de semana el comportamiento de la curva de demanda se presenta de manera similar que los días de semana con la diferencia que el pico del horario nocturno y es de aproximadamente un 10 % menor y el pico vespertino es un 10% mayor (ver figura.2.9).

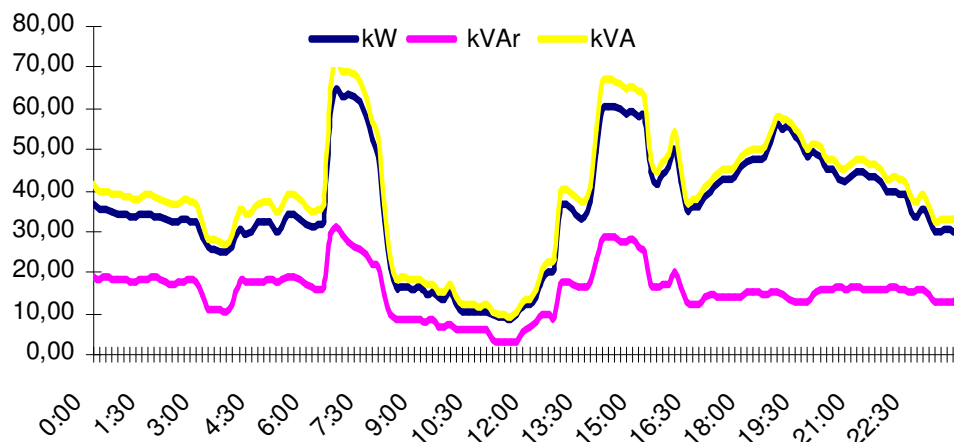


Fig.2.9. Curva de demanda promedio para días del fin de semana del Banco de Residencia

El factor de potencia es una manifestación del tipo de cargas que se emplean en el sistema de suministro. En el banco de residencia el FP como promedio se enmarca entre 0,86 y 0,96. Resulta significativo como se incrementa este valor a partir de las 16:00 hora hasta la 21 hora con valores superiores a 0,92. Esto denota la presencia de cargas resistivas puras en su mayoría en este horario (ver figura 2.10).

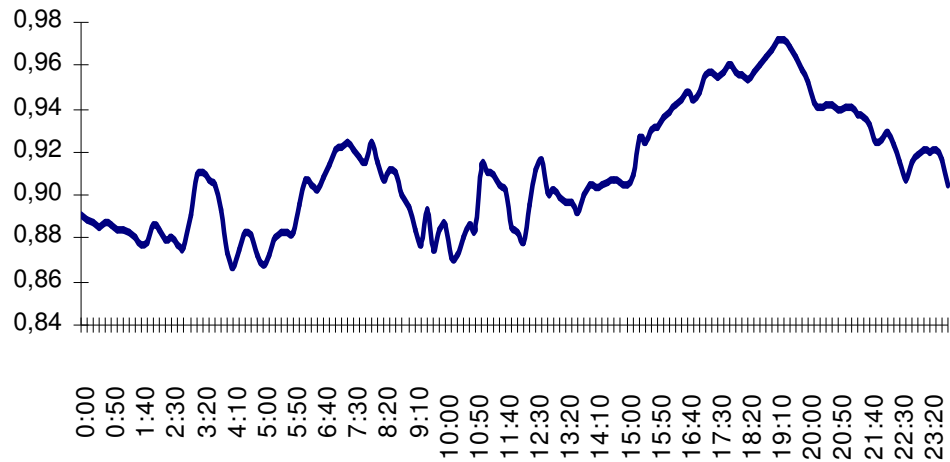


Fig.2.10. Comportamiento del factor de potencia promedio del banco de transformadores de Residencia

Curvas de carga horaria típicas para diferentes días y periodos

Como entidad presupuestada el ISMM recibe del Ministerio de Educación Superior la asignación para el pago de este portador. En la figura.2.11 se observa desde el año 1999 un incremento sostenido del consumo anual de electricidad, estos valores aumentaron de 345 MWh hasta 625 MWh en el 2004. Luego se produce un merecimiento hasta el 2007 consumiéndose 469 MWh. En los años 2008 y 2009 los valores se mantuvieron alrededor de 510 MWh.

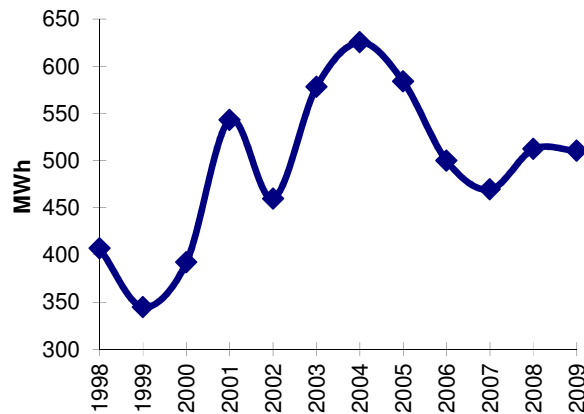


Fig.2.11. Comportamiento del consumo anual de energía eléctrica

En el caso de los combustibles la asignación en los últimos años ha tenido un nivel de control considerable a partir de una mejor planificación independientemente de las limitaciones del país. Todo esto se puede comprobar en toda la documentación reglamentaria para realizar las solicitudes con respecto a los planes.

En la figura 2.12 aparece que desde 1999 hasta el 2006 el consumo de Fuel Oil y Diesel a oscilado alrededor del valor medio de 58 000 litros anuales. Después del 2006 ocurre una disminución paulatina del consumo a pesar de que ha aumentado el nivel de actividad de la institución. En el caso de la gasolina desde el año 1999 fue aumentando el consumo desde unos 13 000 litros hasta unos 45 000 litros para el año 2005, luego comenzó a disminuir hasta el 2009 donde se alcanzan unos 28 800 litros anuales.

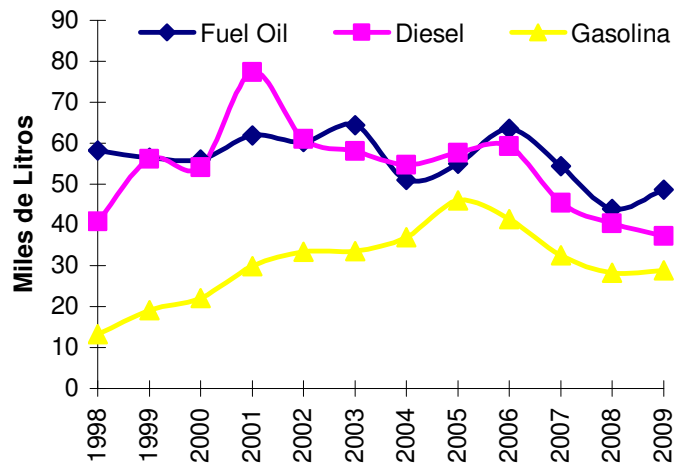


Fig.2.12. Comportamiento del consumo anual de Fuel Oil, Diesel y Gasolina

A pesar de que el consumo de gas licuado representa solo el 0,06 % del total de las TCC se presenta a partir de la figura.2.13 una representación del consumo anual en el que se aprecia un incremento del consumo anual desde 900 litros anuales aproximadamente en 1998 hasta 2475 litros en el 2004. Luego de este año comenzó a disminuir este valor hasta alcanzar 2160 litros en el 2009. Este portador se emplea en lo fundamental en la residencia de postgrado para garantizar la cocción de alimentos para huéspedes y otras actividades del centro que necesitan de este servicio.

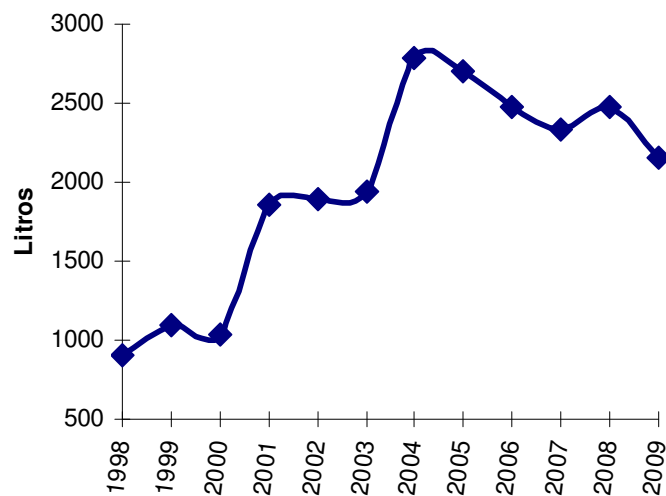


Fig.2.13 Comportamiento del consumo anual de GLP

El consumo de electricidad tiene ciertas características estacionales que se pueden apreciar en la figura.2.14. Aunque no se conoce con exactitud de que variables específicas depende el consumo de electricidad si se sabe que las bombas de agua, las cámaras frías, los aires acondicionados y las computadoras inciden notablemente el consumo. A partir de los valores promedios mensuales el mes los meses de mayor consumo son junio y octubre con 45 MWh aproximadamente. Los meses de menor consumo son febrero donde se realizan la mayoría de las prácticas laborales (36 MWh) y el mes de agosto (27 MWh) periodo vacacional.

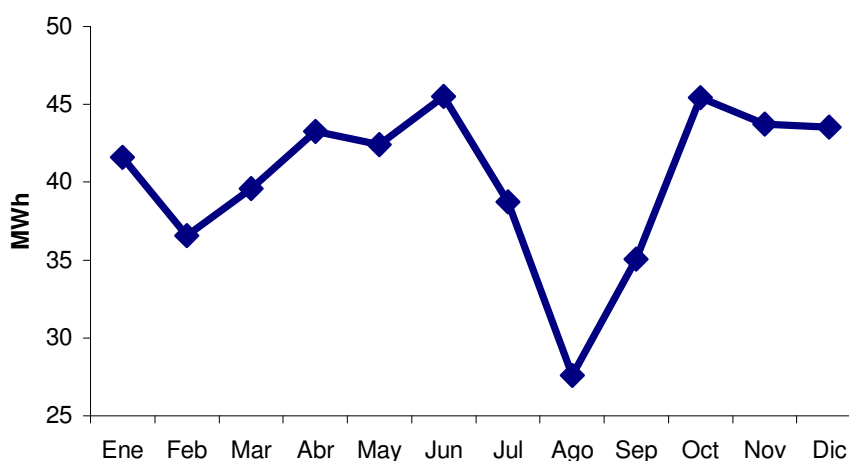


Fig.2.14. Comportamiento del consumo promedio mensual de electricidad

Los combustibles tienen un consumo promedio mensual histórico apreciable en la figura 2.15. En el caso del diesel y la gasolina que oscilan muy próximos a los valores mensuales de 4 700 litros y 2 400 litros respectivamente. En el caso del Fuel Oil el comportamiento si tiene determinadas variaciones. Los meses de julio y agosto son los meses de menor consumo con valores de 3 000 y 3 400 litros. Los mayores se aprecian en los meses de septiembre con 5 300 litros debido al inicio del curso escolar donde se concentra la mayor presencia de estudiantes de todas las carreras. El otro mes significativo es el mes de diciembre con 7 000 litros aproximadamente.

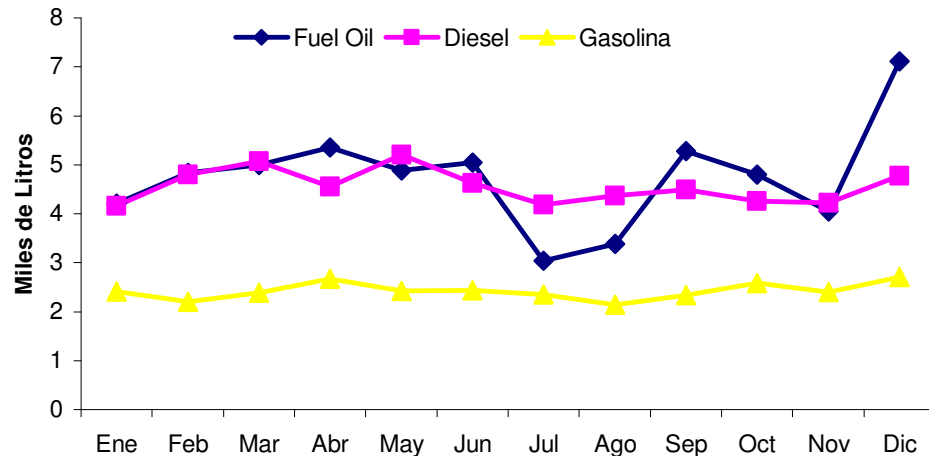


Fig.2.15. Comportamiento del consumo promedio mensual de Fuel Oil, Diesel y Gasolina

El GLP históricamente aumenta su consumo en el mes de agosto debido a los tradicionales planes vacacionales que se realizan en el la residencia de postgrado. Esto implica un incremento de la demanda de este portador debido a la cantidad de comensales que conviven en este periodo en esta instalación, con 15 apartamentos y 60 personas aproximadamente.

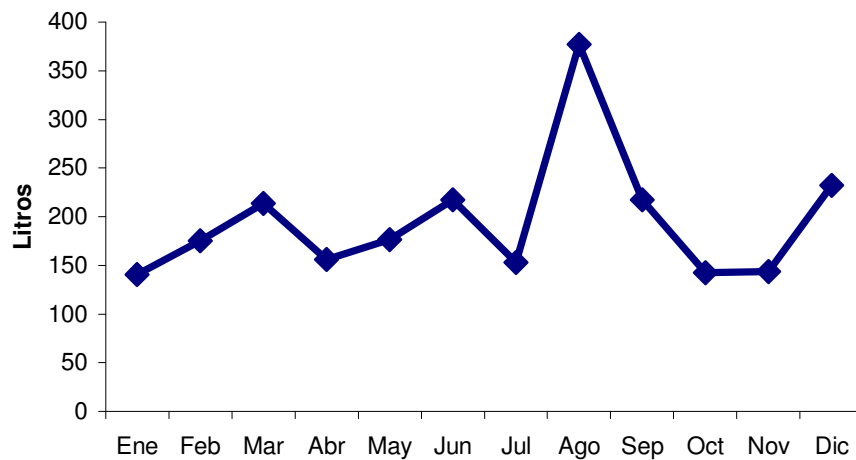


Fig.2.15.Comportamiento del consumo promedio mensual de GLP

Comportamiento de la carga diaria del ISMM

En el siguiente gráfico (figura.2.16) se muestra el comportamiento del consumo diario en el ISMM y el mismo se corresponde con el movimiento de los estudiantes becarios y a las actividades realizadas en el área docente por ello el día de mayor consumo es

el miércoles por encima de los 1200 kWh, esto es producto a que prevalece la mayor cantidad de estudiantes en el Centro, luego podemos apreciar como estos niveles de energía consumida van disminuyendo a partir del jueves.

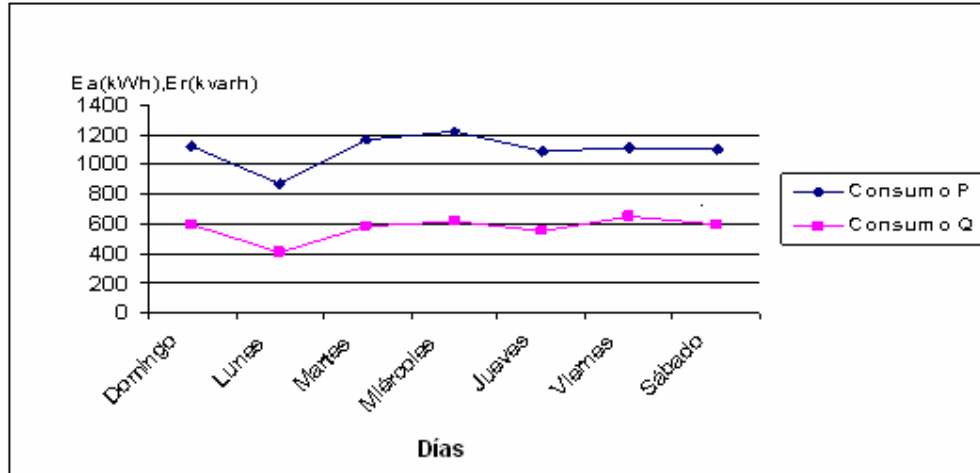


Figura.2.16. Comportamiento del consumo diario en el ISMM.

2.4- Conclusiones

En el presente capítulo hemos logrado describir las siguientes regularidades:

- Se demostró que el portador más significativo es la electricidad
- Destaca que la electricidad tiene los mayores gastos totales de la instalación.
- Se establecieron los Índices de Consumo.
- Demostramos la baja cargabilidad de los transformadores de la industria

Capítulo 3

Análisis de los resultados de la investigación

CAPÍTULO III

Sistema de Gestión total de la Energía en el ISMM.

3.1- Introducción

Este capítulo tiene como objetivo proponer las alternativas para mejorar la eficiencia energética en el uso de la energía eléctrica de la planta, a partir de las ineficiencias detectadas en el proceso de diagnóstico energético y realizar una valoración económica de las mejoras propuestas y su tiempo de amortización.

3.2- Perfeccionamiento del Sistema de Gestión Energética del ISMM.

Insuficiencias en la gestión energética

Según los análisis realizados en los podemos decir que los elementos principales que caracterizan la gestión energética son:

- El consumo electricidad del banco de Residencia tiene mayor demanda en el momento del bombeo, donde se evidencia la ineficiencia de la bomba.
- El consumo electricidad del banco de laboratorio tiene mayor demanda en el horario de la mañana, con una disminución a la hora del almuerzo.
- El día de mayor consumo de energía eléctrica es el miércoles, respondiendo al mayor número de estudiante presente en el centro.
- Es significativo la reducción de los consumo electricidad del año 2010 con respecto a años anteriores.
- El consumo de los demás portadores está en correspondencia a los distintos periodos del centro y los gastos están en correspondencia con el nivel de actividad.

Áreas y equipos claves y personal que decide en el consumo de energía.

Comportamiento de los puestos claves

PUESTOS CLAVES

- Es el equipo específico con alto consumo de energía (electricidad y combustible) y tiene una gran incidencia en el Ahorro y la Eficiencia Energética.
- Puede ser también un área un lugar específico o un conjunto reducido de equipos de una línea tecnológica o proceso.

- No es un cargo laboral ni ocupacional.

¿QUÉ CARACTERIZA UN PUESTO CLAVE?

- Tener un papel y un porcentaje importante en el consumo total de electricidad y los combustibles.
- Es específico, concreto e identificable. No es ni general ni abstracto.
- Tiene un alto consumo de vapor, aire, agua, calor o frío, los cuales provocan consumo de energía.

¿QUÉ SE IDENTIFICA EN UN PUESTO CLAVE?

- Su Consumo de Energía en kWh, tons de combustible y además en T.E.P.
Se determina el % que representa del total de T.E.P. consumido por el centro.
- El Índice Físico que mide su real eficiencia.
- Los operarios y trabajadores que por su contenido de trabajo deciden en su funcionamiento eficiente.
- Los jefes intermedios que dirigen y controlan el área donde radican dichos puestos.

Puestos Claves de electricidad:

- Residencia Académica (hotelito)
- Residencia estudiantil
- Bomba del tanque elevado
- Cámara de refrigeración:

Puestos Claves de Fuel-oil:

- Calderas

Puestos Claves del Diesel y la Gasolina

- Equipos de transporte.

Puestos clave en el GLP

- Cocina Residencia Académica

Total de Jefes y Operarios

No	Puestos Claves Electricidad	jefes	Operarios
1	Residencia estudiantil	8	827
2	Sistema de bombeo	1	2
3	Cámara de refrigeración	1	1
4	Puestos Claves Fuel-oil		
	Caldera	1	2
	Equipos de transporte.	1	11
	Cocina Residencia Académica	1	4

Personas que decide en cada puesto clave:

No	Puestos Claves Electricidad	Personas que deciden
1	Residencia estudiantil	Danilo Charchabal Perez Murplys Pompa Lorazaba Yeney Pupo Cruz Mayulis Romero Duran Yenesy Martinez Cruz Gloria Torres Abreu Alberto Hernandez Cabrera Ramon Cobumbie Dominguez Becados
2	Sistema de bombeo	Nidia Leyva Leyva Oscar Moreira Cheda Antonio Leyva Leyva
3	Cámara de refrigeración	Bernando Buque Miranda Pedro Ávila Pérez Marcelino Pérez González
	Puestos Claves Fuel-oil ➤ Caldera	Delfin Batista Cuba Wilder Góngora Blanco Bernando Buque Londres
4	Puestos claves Diesel y Gasolina ➤ Equipos de transporte	Eduardo Terrero Matos Doralis Garrido Pérez (8 chóferes y 2 mecánicos)
5	Puestos clave GLP Cocina Residencia académica	Orlis Matos Domínguez (2 cocineras y 2 ayudantes de cocina)

Resultados del diagnóstico energético en áreas y equipos claves. Banco de problemas energéticos y estimación de potenciales de ahorro.

Dentro de los principales elementos que limitan las mejoras de la eficiencia energética de la institución desde el punto de vista tecnológico son:

- Deterioro pronunciado de la red eléctrica e hidráulica que requieren financiamiento.

- Baja eficiencia de la bomba del tanque elevado.
- Ineficiencia del Sistema de iluminación.
- Insuficiente equipamiento de medición.
- Transformadores sobrecargados en el banco de residencia.
- Deterioro del parque automotor con varios años de explotación.
- Deterioro de las protecciones eléctricas de los circuitos fundamentalmente los interruptores principales.

Resultados del diagnóstico socioambiental al personal que decide en la eficiencia energética. Niveles de competencia, grado de motivación y concientización del personal para el ahorro de energía.

- Bajo nivel escolar de los operarios.
- Presenta dominio de la actividad y varios años de experiencia.
- Ha sido insuficiente la preparación a través de curso, seminarios, etc, para una mejor preparación en cuanto a eficiencia energética de los equipos.
- Insuficiente información técnica de los equipos instalados.
- Conocimientos y cumplimiento de las medidas de ahorro para sus puestos claves.
- Existe motivación y compromiso para el ahorro de energía.
- Reconocen el liderazgo del Consejo energético.
- Se han creado comité energético en las áreas que decide la eficiencia energética.
- Dos administrativos del área de Aseguramiento están matriculados en la Maestría de Amplio Acceso de Eficiencia Energética y realizan investigaciones sobre esta temática.
- Reconocen al Centro de Estudio de Energía y Tecnología Avanzada como asesor para la eficiencia Energética.

Sistema de monitoreo y control energético. Índices de consumo globales y por áreas y equipos claves.

El sistema de monitoreo actual de los portadores energético es realizado diariamente. En este sistema están participando estudiantes, los cuales se nutren también de estos datos para la confección de sus tesis de grado. A finales del curso se presentaran 3 proyectos que definen un conjunto de elemento encaminados a la determinación de índices de

consumos y a la confección de diseños de variantes para mejorar el sistema de suministro eléctrico general del ISMMM. Estos diseños permitirán una disminución considerable de las pérdidas en las redes y una mejor concepción de sistema para el trabajo en tiempos excepcionales.

A partir de las mediciones de los portadores en varios periodos, se presenta en el gráfico de la figura.3.1, el comportamiento que han tenido en diferentes curso los valores promedios del índice de consumo de electricidad, en relación con la cantidad de estudiantes y relación a la cantidad de estudiantes + trabajadores. A pesar de que los índices de consumo van disminuyendo básicamente al incremento de las matrículas y de los trabajadores también han incidido las medidas emergentes que ha tomado el país. Se alerta de que muchos de estas medidas pueden ir en decremento de la calidad del proceso docente educativo y de las condiciones en que deben de operar ciertos equipamientos, como es el caso de las computadoras que necesitan de un ambiente climatizado para su correcta conservación de parámetros de operación.

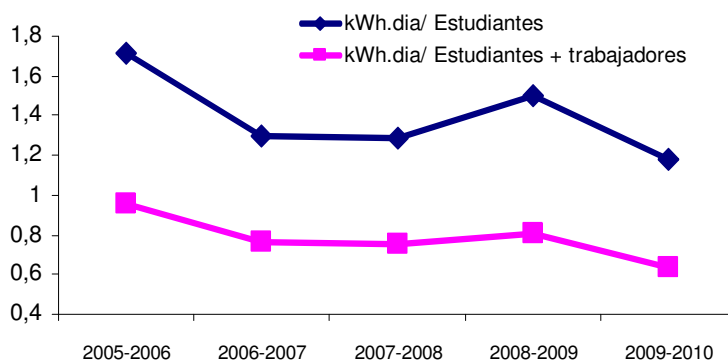


Figura. 14 Índices de consumo de electricidad.

En el anexo.1 se puede apreciar el comportamiento de otros índices de consumo relacionados con la electricidad.

En los últimos cursos a partir de la incorporación de contadores digitales en los servicios seleccionados se ha podido mejorar las mediciones que evidencian la eficiencia con que se esta empleando la energía eléctrica. En el caso de los demás portadores energéticos a pesar de que se miden los consumos es necesario el completamiento de instrumentos de medición más precisos (flujómetros, ect).

La periodicidad de los análisis tiene dos momentos fundamentales, el análisis que se hace diario con respecto al resultados de las lecturas y un análisis mas profundo en el consejo energético. En lo adelante se integrara directamente al análisis un sistema de monitoreo eléctrico en línea así como una pagina Web interactiva para toda la comunidad universitaria.

Levantamiento de datos relacionados con la energía.

Uno de los principales aspectos que inicialmente deben verificarse en las instalaciones es el levantamiento de cargas. Este elemento se hace más significativo cuando el gasto de electricidad se convierte en el principal. En la figura 3.2. Se aprecia el porcentaje que representa la carga instalada en cada uno de los edificios que forma parte del banco de transformadores de Residencia.

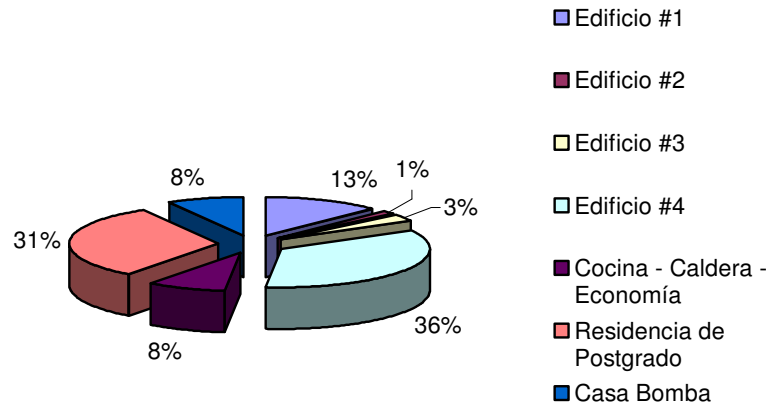


Fig.3.2. Carga instalada en las áreas pertenecientes al banco de transformadores de Residencia.

Se debe señalar que el edificio 4 posee el 36% de la carga instalada lo cual se debe a la convivencia en este de los becarios extranjeros que son los que mas equipos eléctricos posee dentro de sus cuartos. Luego le sigue el edificio de la residencia de Postgrado, en donde se encuentran albergados profesores del ISMM en aproximadamente 12 apartamentos y el equipamiento de las habitaciones para huéspedes.

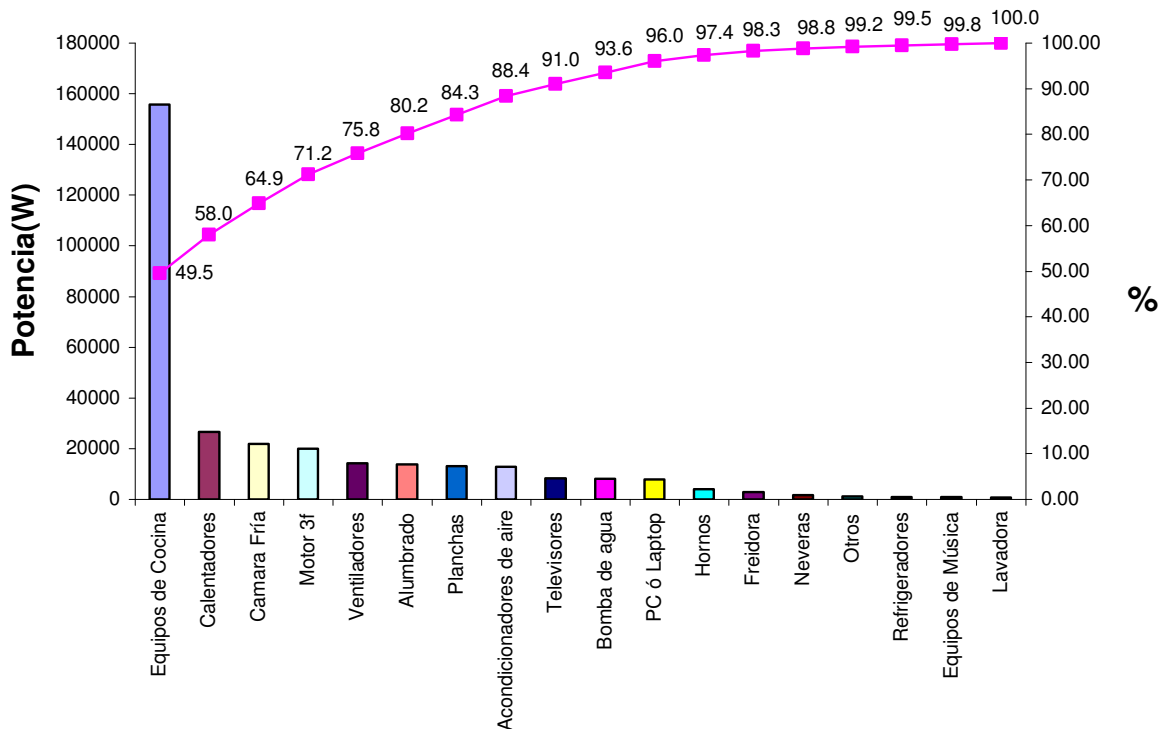


Fig.3.3. Gráfico de Pareto de la carga Instalada en el Banco de transformadores de Residencia.

Al realizar en la figura 3.4 un gráfico de pareto de la carga instalada en residencia se destaca que el 80% de la carga está compuesta por equipos de cocina, calentadores, cámaras frías motores trifásicos, ventiladores y alumbrado. Esto indica que el esfuerzo por el ahorro de energía debe de esta encaminado al uso racional de estos equipos.

En el caso del banco de transformadores de Laboratorio se puede observar en la figura 3.2 como los edificios donde se desarrolla la docencia, más la nave de beneficio de minerales concentran aproximadamente el 80% de la carga instalada.

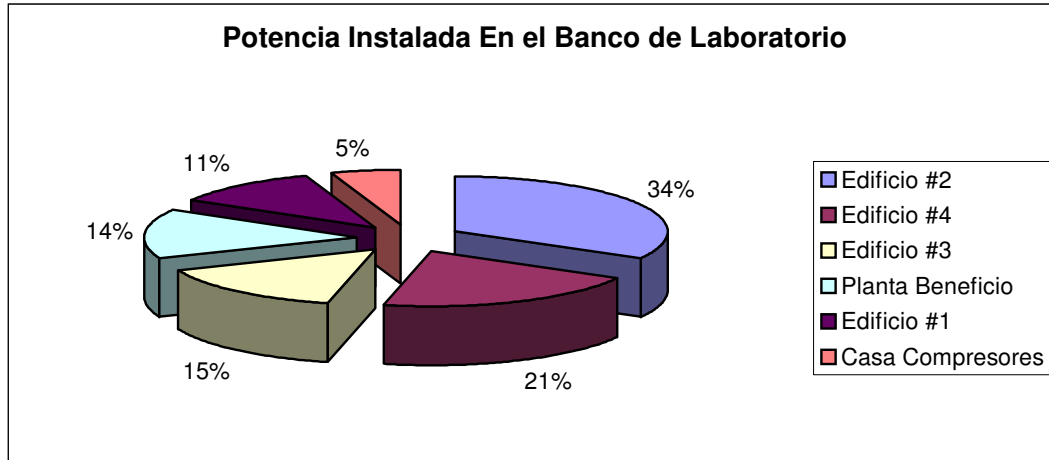


Fig.3.4. Carga instalada en las áreas pertenecientes al banco de transformadores de Laboratorio

Cuando se conforma un pareto de la carga instalada en el banco de Laboratorio se puede apreciar (ver figura 3.5) como entre los motores, las computadoras, los equipos de la planta de beneficio de minerales, la climatización, los equipos de laboratorios y el taller de mecánica representan e 80 % de estas cargas eléctricas. Se le denomina equipos de laboratorio a aquellos equipos que regularmente se emplean en las prácticas básicamente instrumentos de medición y equipos de investigación.

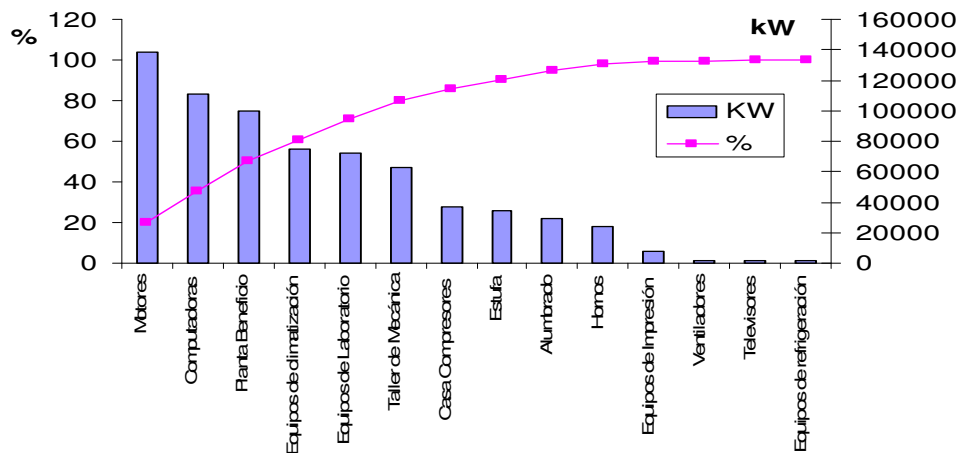


Fig.3.5. Gráfico de Pareto de la carga Instalada en el Banco de transformadores de Residencia.

Datos del centro

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 Empresas, 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.

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

- ✓ 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 la Empresa.
- ✓ 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 de la Empresa hacia la eficiencia energética.
- ✓ Preparación de la Empresa para auto diagnosticarse en eficiencia energética.
- ✓ Establecimiento en la Empresa las herramientas necesarias para el desarrollo y perfeccionamiento continuo de la Tecnología.

3.3. Valoración económica

A continuación se realizará la valoración económica a fin de determinar si la inversión que se realizará resultará viable para la empresa teniendo en cuenta el tiempo de amortización.

Es necesario realizar un estudio económico para cuantificar el costo de la inversión que se requiere, para solucionar los problemas existentes en el sistema eléctrico del área de residencia. Para ello se determinó el costo de la propuesta de cambiar todos los interruptores no automáticos del panel general del área de residencia y de los paneles principales de cada edificio, por dispositivos de protección automáticos (breakers). Para la selección de estos dispositivos se tuvo en cuenta que los dispositivos seleccionados fuesen del menor costo posible y que cumpliesen con los requisitos requeridos por estas protecciones. La tabla 3.1 representada a continuación muestra el modelo y la cantidad de unidades con sus respectivos precios, existentes actualmente en el mercado interno.

Tabla 3.1 Precios de los dispositivos de protección (breakers).

In (A)	Modelo	Unidades	Precio/unidad (CUC)	Precio Total (CUC)
30	SRPE30A30	5	15,88	79,40
40	SRPE60A40	6	96,29	577,74
50	SRPE60A50	1	64,90	64,90
60	SRPE60A60	5	111,62	558,10
100	SRPE100A100	2	129,81	259,62
130	SRPE150A130	1	144,45	144,45
250	SFLA36AI0250	1	507,08	507,08
300	SRPG400A300	1	773,00	773,00
350	SRPG400A350	1	636,89	636,89
400	SRPG400A400	2	912,00	1824,00
TOTAL				5425,18

Para llevar a cabo la propuesta de sustitución de los alimentadores dañados en el edificio #1, se necesitan 130m de conductores. En el mercado interno, el precio del tipo de conductor seleccionado es de 0,89 CUC/m; por tanto el importe total de este es 115.70 CUC.

En el caso de la propuesta de utilizar una sola bomba, para el tanque elevado y los de la cocina, se necesitan los siguientes accesorios. A continuación se relacionan estos y sus precios en el mercado.

Tabla 3. 2 Precio de los accesorios para la bomba.

Accesorios	Unidades	Precio/unidad (CUC)	Precio Total (CUC)
Unión tipo T (4,5/2in)	1	2,45	2,45
Tubo (in)	2m	1,15	2,3
Llave (2in)	1	8,3	8,3
TOTAL			13,05

El monto total de la inversión que se requiere para la sustitución de los interruptores no automáticos por interruptores automáticos, la sustitución de los alimentadores del edificio #1 y la compra de los accesorios para la eliminación de la bomba de 6 kW asciende a 5553.93 CUC.

A continuación la tabla 3.3 muestra los precios de los interruptores automático seleccionado para el área docente del ISMM en CUC. Estos precios son los existentes en el mercado interno actualmente.

Tabla 3. 3. Precios de los interruptores automáticos seleccionados en CUC.

Interruptores Automáticos			
In(A)	Cantidad	Precio p.u (CUC)	Precio total (CUC)
15	8	9,3	74,4
30	7	16,2	113,4
60	20	111,6	2232
70	1	116,56	116,56
90	1	123,67	123,67
100	9	129,31	1163,79
110	1	134,87	134,87
130	2	145,8	291,6
200	10	456,35	4563,5
400	4	912	3648
costo total			12461,79

Para mejorar el sistema de eléctrico del ISMM 130165.72 CUC.

Considerando que con esta medida se dejan de consumir 929 kWh por mes y la tarifa promedio impuesta por la empresa eléctrica al sector estatal es \$0.11,

3.4- Conclusiones.

- Se dieron a conocer las Ineficiencias detectadas.
- Se realizó la propuesta de un Sistema de Gestión total de la energía.
- Se realizó la valoración económica de las medidas.

Conclusiones Generales

- ✓ Se establece un Sistema Gestión Total de la Energía a partir de un diagnóstico energético de forma integral y sostenida haciendo más operativo, flexible y confiable el sistema eléctrico a partir de la disminución en las pérdidas de energía en los transformadores y líneas
- ✓ Con la introducción de las mejoras se obtienen ahorros anuales significativos (en el año), por lo que las inversiones a realizar se amortizan en un corto periodo.
- ✓ El sistema de suministro de energía propuesto cuenta con las herramientas necesarias para utilizar la energía de una forma más eficiente y con menores costos.
- ✓ Durante la caracterización del sistema eléctrico de la empresa se recopiló toda la información necesaria, diagnosticando los cambios realizados con motivo a la automatización del proceso llevada acabo durante los últimos años.

Recomendaciones

1. Que se lleve a cabo el plan de medidas propuesto en el trabajo para un mejor ahorro energético en el área del ISMM.
2. Dar seguimiento al coeficiente de carga de los transformadores para disminuir las pérdidas de energía.

Bibliografía

1. Aguilar Bermúdez, José. Herramienta para la predicción energética aplicadas en el Hotel Blau Costa Verde. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2009.
2. Álvarez Cruz, Yan. Sistema para la Gestión Energética en el CAI Antonio Guiteras. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2009.
3. Amador Martínez, Esteban. Electrotecnia Básica. La Habana: Pueblo y Educación. [S.a.].
4. Barrera García, Aníbal. Diseño de sistemas de iluminación, con eficiencia energética. Universidad de Cienfuegos Cuba. 2008.
5. Borroto Nordelo, Aníbal; Monteagudo, José. Colectivo de Autores Gestión energética en el Sector Productivo y los Servicios Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos. 2006. 12-40 p.
6. Campos, J.C., Gómez, R., Santos, L. La Eficiencia Energética en la gestión empresarial. Cuba 2006.
7. Catálogo de interruptores automático. 2009.
8. Espinosa Nieves, G. Redes Eléctricas. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1988. 97 p.
9. Feodorov, A; Rodríguez López, E. Suministro eléctricos de empresas industriales. La Habana: I Pueblo y Educación, 1980. 189 p.
10. Fernández Pérez, Ramón. Pronóstico del consumo de energía eléctrica. Universidad de Cienfuegos Cuba. 2008.
11. Figueroa Pérez, Arian. Estudios de los Indicadores Energéticos del ISMM. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2002.
12. Garcés Gallardo, Karell. Sistema para la Gestión Energética en el Combinado Lácteo El Vaquerito de Moa, Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2009.
13. González Julián, Yandisnier. Diagnóstico energético en el área de residencia del ISMM, Dr.C. Reynaldo Laborde (tutor). Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2009.
14. Guilarte Hernández, Hendris. Diagnóstico Energético en la empresa de proyecto del Níquel. Hendris Guilarte Hernández. M.Sc. Reineris Montero Dr. Luís Delfín Rojas (tutores). Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2009.

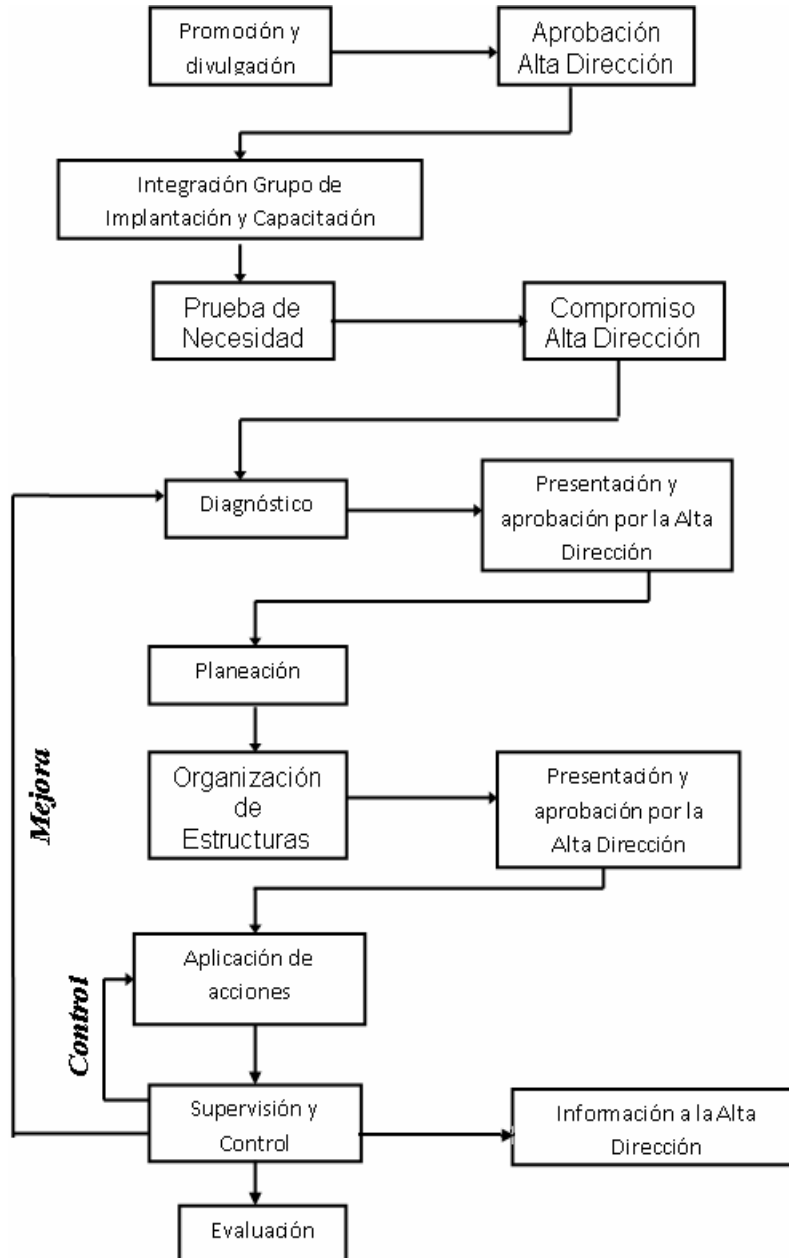
15. Kostenco, M; Piotrovsky, L. Máquinas Eléctricas. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982. 522 p.
16. Lobaina Beatón, D. Estudios de los Indicadores Energéticos del ISMM. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, (2003).
17. Lorenzo Mustelier, A. Mediciones Eléctricas: Mediciones eléctricas de los parámetros eléctricos. La Habana: ENPES, 1987. 435 p.
18. Matos Silot, Yoander. Diagnóstico Energético de la Planta de Preparación de Mineral de la empresa "Ernesto Che Guevara. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2004.
19. Normas de iluminación cubanas. 2002.
20. Pacheco Martes, Danny. Estructura y comportamiento actual del sistema de distribución eléctrico en el área docente del ISMM. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2008.
21. Pérez Labañino, Idelín. Uso de transformadores monofásicos para el servicio combinado en el bloque docente del ISMM. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2003.
22. Pérez Mustelier, A; Torres Noa, Y. Evaluación del Sistema de Gestión Energética de ISMM y determinación de los indicadores de consumo del portador electricidad y agua. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2006.
23. Pino Morales, José. Diagnóstico energético en la batería de Grupos electrógenos diesel de Moa. Ing. Aliuska Noa Ramírez (tutora) Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2009.
24. Piñón Alfaro, Carlos. Diagnóstico Energético en el Hotel Villa Covarrubias. Dr.C. Reynaldo Laborde (tutor). Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2009.
25. Prieto Millán, Dixan. Estructura y comportamiento actual del sistema de distribución eléctrico en el área de la residencia del ISMM. Tesis de Grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. ANJ, 2008.
26. Reglamento electrotécnico cubano. 2006.
27. Sáez Santiago, Pedro. La eficiencia energética y la competitividad empresarial estado actual y tendencias futuras. Universidad de Cienfuegos Cuba. 2008.
28. SMOLENSKI, Ivanov. Máquinas Eléctricas.
29. Soler Angulo, Lázaro. Diagnóstico Energético en el ISMM, XVIII Forum Científico Nacional de Estudiantes Universitarios de Ciencias Técnicas, 2009.

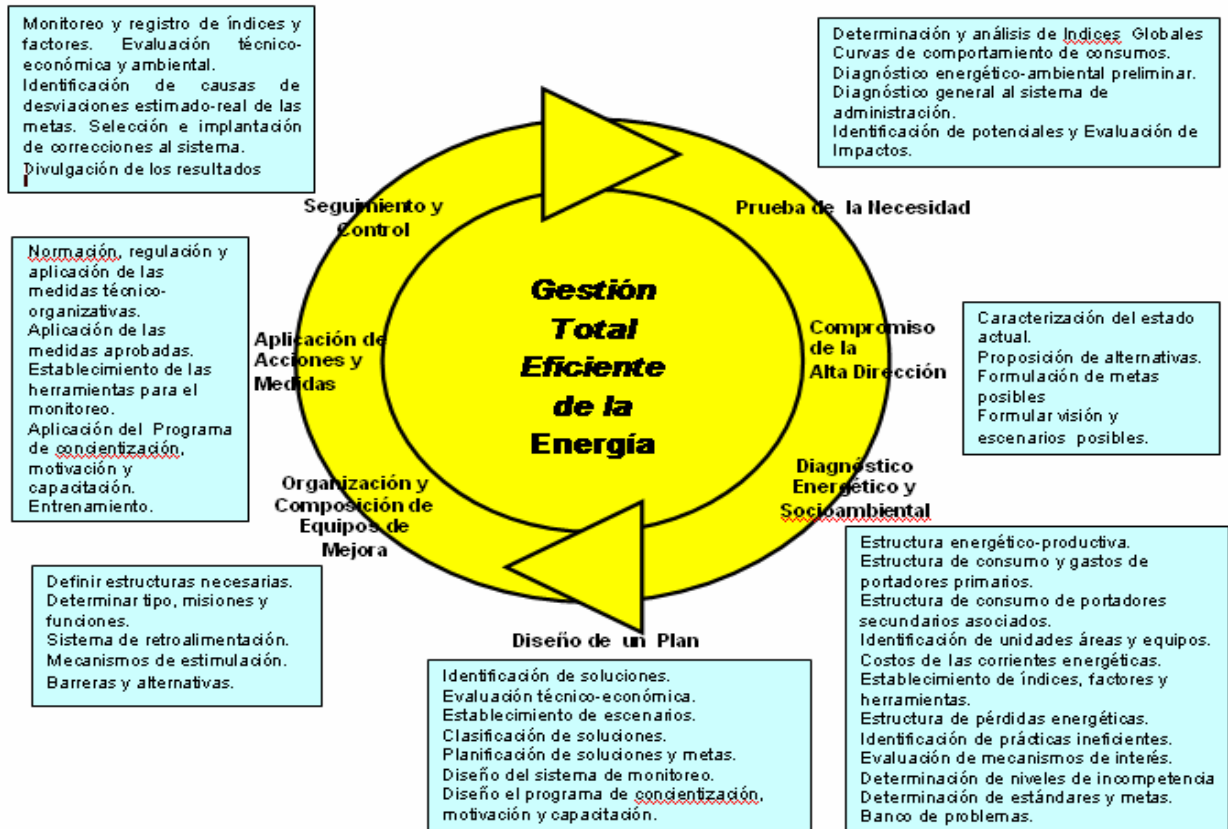
30. <http://www.energia.inf.cu/iee-mep/document/FIDE1.pdf>.

31. <http://www.ambiental.net/coscoroba/hontyenergia/HontyEnergiaAmbDesarrolloCap2.pdf>

Anexos

ANEXO 1: Gestión Total y Eficiente de la Energía





ANEXO 2:

Anexo. 2 Carga instalada en el banco de transformadores de Residencia

Edificio #1		
	Cantidad	Potencia (W)
Alumbrado	123	2692
Ventiladores	81	3542
Equipos de Cocina	23	17000
Calentadores	15	15000
Equipos de Música	3	70
Televisores	24	1930
PC ó Laptop	1	220
Neveras	2	460
Otros	4	374
TOTAL	276	41288

Edificio #2		
	Cantidad	Potencia (W)
Alumbrado	44	1198
Ventiladores	3	190
Equipos de Música	1	180
Refrigeradores	2	260
PC ó Laptop	6	1350
Neveras	1	180
Otros	3	424
TOTAL	60	3782

Cocina - Caldera - Economía		
	Cantidad	Potencia (W)
Alumbrado	73	2034
Ventiladores	5	198
Impresora	8	920
PC	15	3300
Camara Fría	2	7800
Refrigeradores	1	130
Motor 3f	8	9200
Bomba de agua	2	1990
Neveras	4	1520
TOTAL	118	27092

Edificio #3		
	Cantidad	Potencia (W)
Alumbrado	31	1368
Ventiladores	2	160
Freidora	1	2894
Hornos	1	4150
Videos ó DVD	2	30
Televisores	3	270
Motor 3f	2	8500
Neveras	1	140
TOTAL	43	9012

Edificio #4		
	Cantidad	Potencia (W)
Alumbrado	167	3034
Ventiladores	163	6200
Equipos de Cocina	103	89380
Equipos de Música	11	515
Televisores	24	1840
PC ó Laptop	31	2665
Planchas	4	4000
Refrigeradores	9	1420
Neveras	1	180
Otros	4	132
TOTAL	517	109366

Residencia de Postgrado		
	Cantidad	Potencia (W)
Alumbrado	185	3470
Ventiladores	50	4065
Equipos de Cocina	62	49300
Calentadores	8	9600
Equipos de Música	2	110
Televisores	34	4080
PC ó Laptop	9	655
Planchas	9	9000
Refrigeradores	30	6720
Nevera	2	760
Lavadora	5	635
Acondicionadores de aire	23	12880
Mortor 3f	1	2300
Bomba de Agua	1	6000
Camara fría	1	14000
Otros	6	350
TOTAL	428	123925

Anexo. 3 Carga instalada en el banco de transformadores de Laboratorio

Edificio 1

Nombre del equipo	Cantidad	Potencia (W)
Computadoras	98	36750
Equipos de Climatización	24	24860
Alumbrado	325	10840
Equipos de Impresión	20	3671
Equipos de Refrigeración	7	1360
Ventiladores	24	1302
Televisores	4	355
Total		79138

Edificio 2

Nombre del equipo	Cantidad	Potencia (W)
Motores	32	77000
Taller de Mecánica	12	62740
Computadoras	76	28500
Equipos de Laboratorio	98	26028
Estufa	2	12000
Aire Acondicionado	12	10200
Hornos	2	6600
Alumbrado	210	6420
Equipos de Impresión	10	675
Ventiladores	12	467
Televisores	2	175
Total		230805

Edificio 3

Nombre del equipo	Cantidad	Potencia (W)
Motores	19	50145
Computadoras	48	18000
Equipos de climatización	11	14700
Equipos de laboratorios	55	7418
Alumbrado	198	6232
Estufa eléctrica	1	6000
Horno eléctrico	1	2800
Equipos de Impresión	6	820
Televisores	5	445
Ventiladores	3	260
Total		106820

Edificio 4

Nombre del equipo	Cantidad	Potencia (W)
Equipos de laboratorio	163	38608.6
Computadoras	73	27375
equipos de climatización	17	25260
Estufa eléctrica.	7	16480
Horno eléctrico	5	14400
Motores	15	11567
Alumbrado	200	5750
Equipos de impresión	17	2710
Televisores	5	410
ventiladores	2	90
Total		142650.6

Anexo.4

Instituto Superior Minero Metalúrgico
Moa Holguín

Programa de ahorro de portadores Energéticos para el curso 2009-2010.

Introducción:

La utilización racional de la energía requiere de métodos que enfoquen la solución de los sobre consumos, el exceso de pérdidas y la explotación de las instalaciones desde el punto de vista técnico económico y ambiental.

Por otra parte las diferentes soluciones y medidas a implantar han de estar basadas en un análisis integral que se corresponda con las características específicas de consumidor. Es por ello que se hace necesario a partir de esas características, su problemática de operación, la explotación de procesos, equipos y el conocimiento de los factores que inciden en los sobre consumos y pérdidas de energía; con vista a su eliminación y establecer un control efectivo. Uno de los principales portadores energéticos de hoy lo es sin dudas la electricidad. Tal es así que la generación de la misma representa aproximadamente el 30% de la emanación global de dióxido de carbono y el incremento de emisiones en los últimos años esta estrechamente ligado con la electricidad

El PAE a caracterizado el portador electricidad con principal elemento dentro de la política nacional de ahorro a tendiendo las capacidades actuales de generación y la necesidad de reducir la demanda en horario pico.

Elementos del sistema de control interno y seguimiento del programa de ahorro de energía.

- Desarrollo de auditorias y diagnósticos internas por áreas y actividad para establecer y controlar indicadores de consumo y eficiencia en el uso de portadores energéticos.
- Establecer un sistema diario de lectura de contadores y un reporte mensual sobre el consumo de energía y su divulgación en la Intranet del centro.
- Control semestral de las inversiones y reparaciones capitales asociadas a la reducción del consumo energía y la eficiencia energética.
- Elaboración de planes remediales y seguimiento de soluciones a problemas detectados por áreas.
- Incorporar a la bolsa de problemas del forum los problemas relacionados la mejora de la eficiencia y el ahorro de energía.
- Controlar a través de la comisión de energía del ISMM los problemas estrategias asociadas al ahorro de energía.
- Incorporar a los docentes y estudiantes en la búsqueda de soluciones que permitan reducir el uso de la energía en el centro.
- Trabajar en la elaboración de indicadores de consumo por actividad y área,
- Realizar inspecciones de recorrido por las áreas haciendo énfasis en las mayores consumidoras.
- Desarrollar la divulgación y propaganda de las medidas de ahorro y la capacitación del personal técnico.

✓ **Medidas y plan por portadores energéticos y actividad**

1- Energía eléctrica.

Acciones de control.

- Realización de diagnóstico anual y seguimiento de los indicadores de consumo.
- Implantación de un sistema de monitoreo automatizado para el control de los consumos de energía eléctrica por áreas y actividad
- Sustitución de protecciones en mal estado y acometidas fuera de normas.
- Establecer un programa de eficiencia- mantenimiento

Medidas de ahorro.

- Optimizar el uso del alumbrado y mantener en buen estado los reflectores en las luminarias.
- Conectar las impresoras, fotocopadoras, microcomputadoras y monitores solo cuando vayan a ser utilizadas. Estas ultimas configurarlas con la opción de ahorro.
- Reducción del tiempo de bombeo de agua en una hora y media a través de un uso más racional y eficiente del agua.
- Sustitución de los breaker actuales de la residencia por sistemas de disparo automático para limitar los consumos por áreas.

- Iluminar puntos específicos en lugar de iluminar fondos y pintar de colores claros las paredes de locales y pasillos
- Mantenimiento y limpieza sistemática de reflectores y luminarias.
- Apagar todos los aires no tecnológicos en los horarios de 11:00 am a 1:00 pm y de 6:00 pm a 10:00 pm

2.- Generador de vapor (calderas)

Acciones de control.

- Efectuar un balance de materia y energía en la caldera para determinar las pérdidas.
- Determinar la eficiencia en el consumo de combustible mensual y anual
- Realizar mediciones anuales para conocer las emisiones de contaminantes (CO ,SO₂ ,O₂) y eficiencias de combustión.
- Chequear las condiciones operativas actuales que pueden incidir en la alteración de la eficiencia, con énfasis en la temperatura de gases y superficial, la purga.
- Evaluación del indicador de eficiencia de combustión y gasto de combustible diario por tonelada de vapor generado

Medidas de ahorro.

➤ Preparación del combustible.

Instalación del emulsionador de combustible para la caldera y mantener la temperatura de chimenea en el límite inferior de 50° C encima de la temperatura del vapor saturado producido.

➤ Regular el exceso de aire en el quemador.

Consiste en regular los flujos de aire (mediante la apertura del damper del ventilador) y combustible (mediante la válvula de ingreso al quemador) de tal manera que se mantenga una relación aire-combustible que produzca un mínimo de exceso de aire(reflejado por la concentración de Oxígeno, O₂, en chimenea) para la potencia del quemador que trabaje y con una mínima producción de sustancias resultantes de una combustión incompleta (básicamente hollín y Monóxido de carbono , CO)

➤ Reducir la presión del vapor en función de los equipos consumidores en explotación y la demanda diaria en la cocina

A medida que la presión del vapor en una caldera aumenta, también aumentan las pérdidas de energía debido a las altas temperaturas del gas de chimenea, mayores fugas de vapor, pérdidas de calor a través de las paredes en la caldera y tuberías de distribución y mayores pérdidas de vapor a través de las trampas.

➤ Reducción de la formación de depósitos relacionados con la dureza del agua y el hollín de combustión (limpieza de boquillas y quemadores)

- Evitar los depósitos tanto en el lado del agua como en el lado de los gases. En el primer caso, los depósitos se forman por causa de un mal tratamiento del agua de alimentación a caldera, principalmente por un mal ablandamiento que se realizará con la instalación de un magnetizador y el tratamiento del agua.

Los depósitos de hollín se originan por una mala combustión del combustible, debido a una pobre mezcla aire – combustible o por defecto de aire. Cuando el hollín se deposita en los tubos, también actúa como una capa de aislamiento que reduce la transferencia de calor gases –agua.

➤ Reducción de fugas en los equipos de la cocina, control de su régimen de operación y nivel de carga.

Este es un tema que debe ser objeto de campañas de sensibilización y concientización del personal implementar programa de control y reducción de fugas.

- **Mantenimiento y monitoreo de las trampas de vapor.**

Chequear la red de distribución de vapor para detectar el mal funcionamiento y deterioro de las trampas de vapor o purgadores puede producir pérdidas superiores al 10% del total producido por las calderas.

Método visual. Observación de la descarga de la trampa por un by-pass) no siempre es posible y hay que saber distinguir entre vapor vivo y vapor flash)

Método acústico. Chequeo por el sonido que produce el vapor condensado a su paso por la trampa. Es un buen método en muchos casos y si no hay interferencias puede completarse con otros métodos.

3.- Refrigeración y sistema de climatización.

Acciones de control.

- Para poder utilizar eficientemente todas las posibilidades de eficiencias en el uso de la energía se deben verificar uno por uno los parámetros influyentes en la optimización del uso de energía durante el análisis de las instalaciones de ventilación y aire acondicionado existente.
- Optimizar la carga de enfriamiento y humedad. La carga de enfriamiento determina a partir de la temperatura nominal establecida y las fluctuaciones de temperatura admitidas en el ambiente de ventilar. Para reducir la carga de enfriamiento a la medida necesaria, se debe verificar si podría asimilarse la temperatura nominal establecida a la temperatura ambiente y si la fluctuación de la temperatura admitida podría aumentarse sin que se produzca incomodidad para el personal.

Medidas de ahorro.

- Reducir el tiempo de operación en las horas de máxima demanda. Se deben apagar todos los aires no tecnológicos en los horarios de 11am a 1pm y de 6pm a 10pm.
- Realizar el mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración y el seguimiento a los indicadores de eficiencia.
- Mantener la limpieza de los filtros en los equipos (una vez por semana)
- Establecer programa de reducción de infiltraciones de aire caliente en locales.
- Mantener condiciones de circulación del aire adecuadas dentro de las cámaras, espacios entre los productos que aseguren la circulación de aire y la uniformidad de temperatura. Mantener la velocidad del aire sobre los productos entre 2 y 7 m/s
- Limpieza periódica de las superficies de transferencia.

4.- Abasto de agua y sistema de bombeo.

Acciones de control.

- Establecer sistema de mantenimiento y control de estado técnico de la red interna de abasto de agua exterior y soterrada.

Medidas de ahorro.

- Sustitución de los tramos de tuberías en mal estado de la red y eliminación de los salideros en el área del docente.
- Eliminación de salideros en los sanitarios y pilas de agua en la residencia.
- Efectuar el mantenimiento preventivo de las bombas de agua y chequear su eficiencia.
- Reducir el tiempo de bombeo de agua en los días de menor demanda de la residencia.
- Reparar sellos y empaquetaduras para minimizar desperdicios de agua.
- Eliminar derrames continuos en tanques de agua del hotelito y tanque central

5.- Transporte automotor y uso de combustibles (gasolina y diesel)

Acciones de control

- Documentación actualizada por vehículos del estado técnico y eficiencia en el consumo de combustible.
- Organizar con eficiencia la planificación de viajes y rutas del transporte.

Medidas de ahorro.

- Optimización de los viajes en función de una planificación semanal.
- Chequear el nivel de carga del transporte para lograr su mejor utilización
- Restablecer el día de la técnica del transporte para lograr mayor eficiencia en el mantenimiento preventivo
- Chequeo sistemático del consumo de combustible por kilometro recorrido y establecer el gráfico histórico anual por vehículos.

III.- Plan de inversiones y reparaciones capitales asociadas al ahorro de energía prevista en el curso

- Reparación de pizarras eléctricas y adquisición de nuevas protecciones.
- Adquisición de repuestos para vehículos asociados a la mejora de la combustión.
- Sustitución de sanitarios en mal estado y reparación de los baños en el docente y la residencia.
- Compra de tuberías para sustituir tramos en mal estado

Medidas especiales de aplicación urgente.

- Reducir el 5 % del consumo de energía eléctrica respecto al año anterior.
(25 MWh/año, aproximadamente 2,2 MWh/mes)
- Reducción de cocinas y calentadores rústicos de la residencia estudiantil y de profesores.

Confeccionado por:
Comisión de Ahorro de Energía
Del ISMM

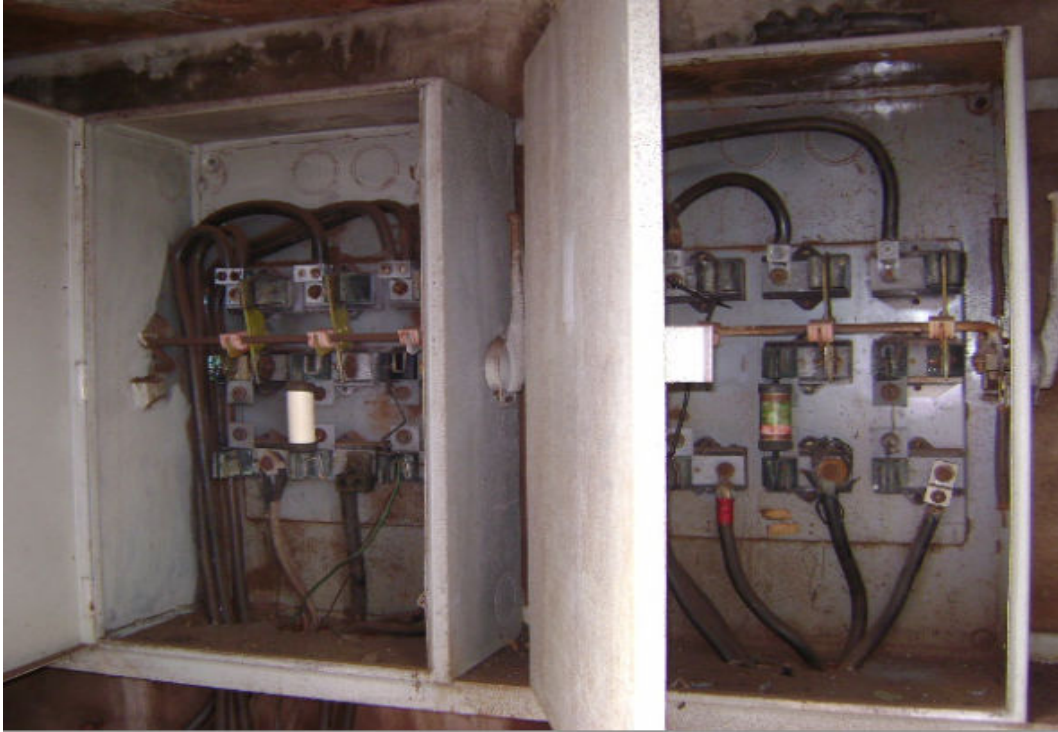
Aprobado por:
Jesús Blanco
Vicerrector Aseguramiento y Servicio

Anexo 5 Estado actual del sistema eléctrico.

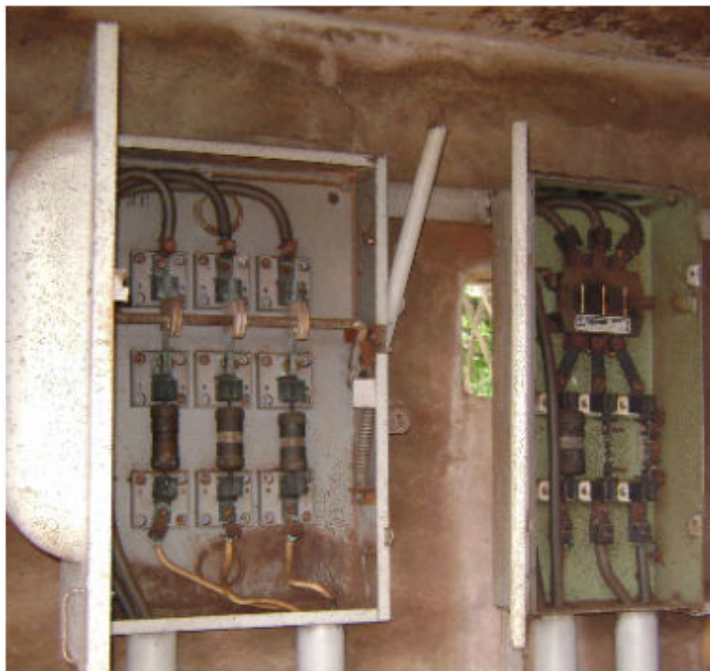
Banco de transformadores del área Docente.



Interruptores no automático 1 y 2 del área Docente.



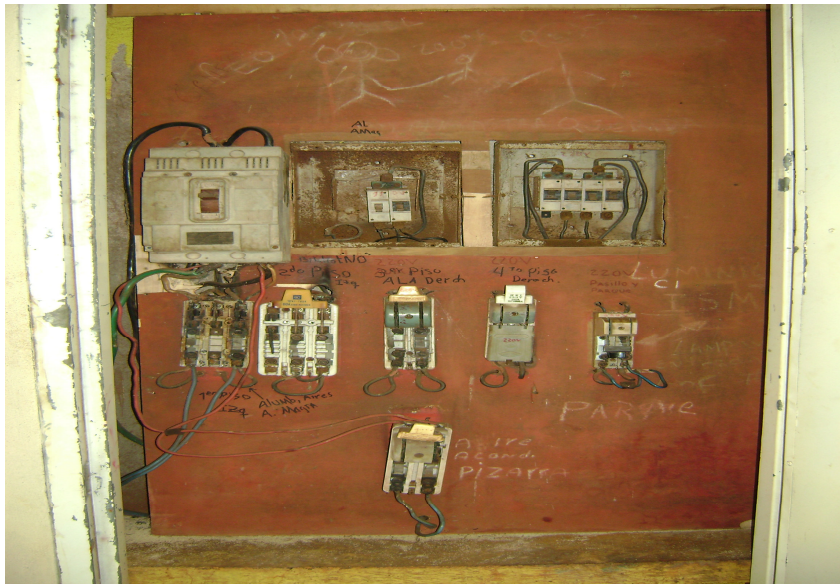
Interruptores no automático 3 y 4 del área Docente.



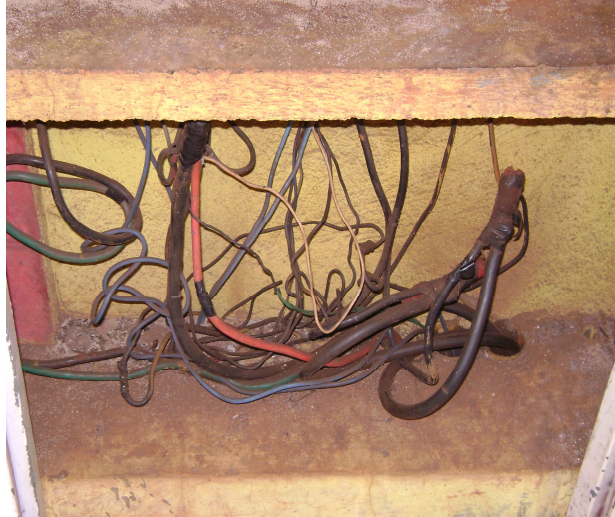
Cableado del panel general del área Docente.



Estado actual del panel #1 general del edificio1



Cableado del panel #1 general del edificio del edificio1.



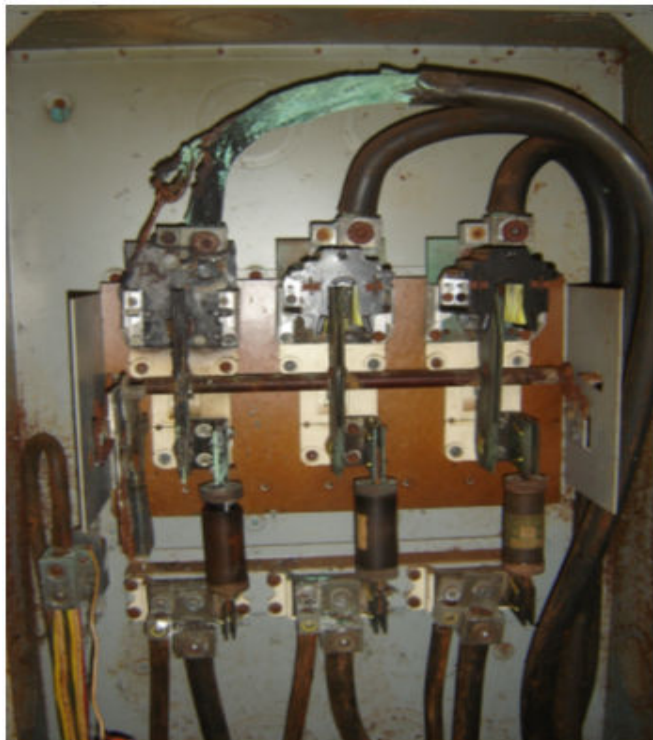
Estado actual del panel general del edificio2.



Estado actual del panel que alimenta el primer piso del edificio4.



Interruptor no automático del edificio3.



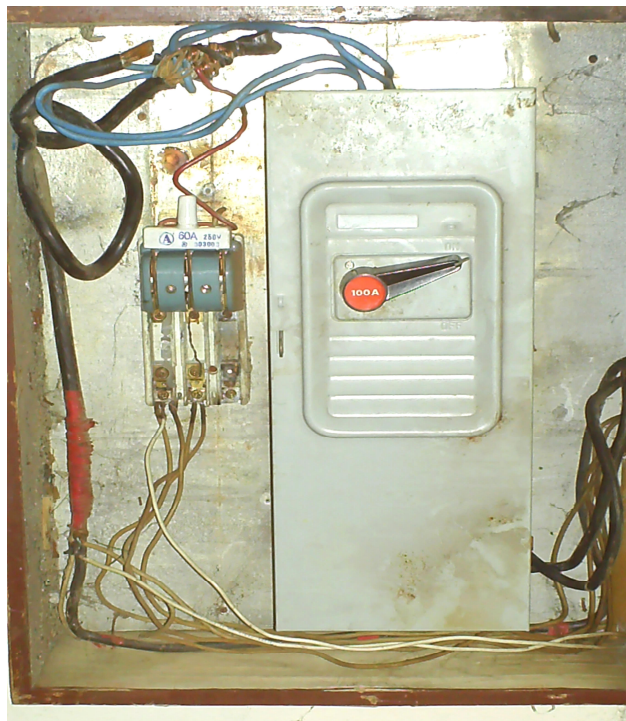
Estado actual del panel general del edificio4.



Banco de Transformadores de Residencia.



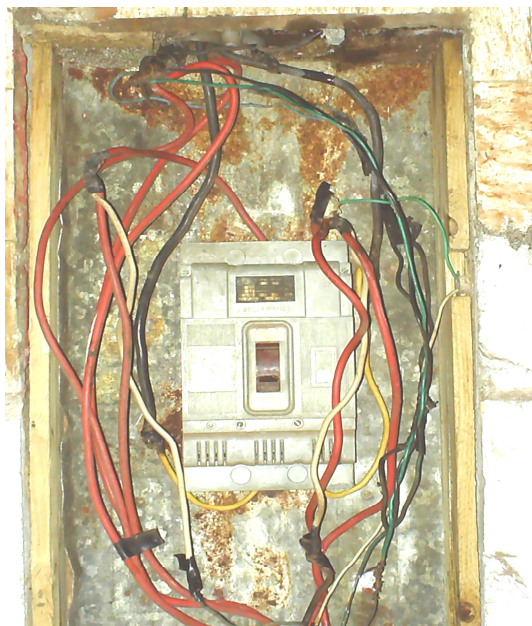
Panel general del Banco de Transformadores de Residencia.



Panel del edificio #1.



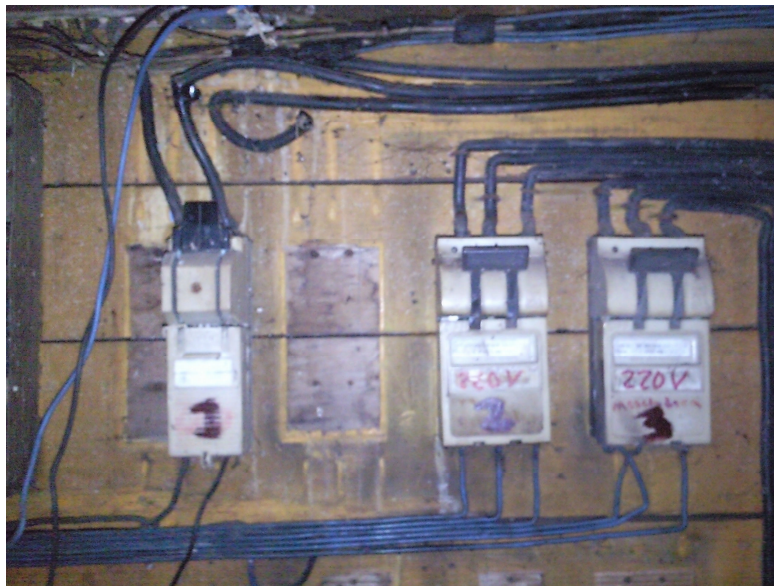
Panel del edificio #2.

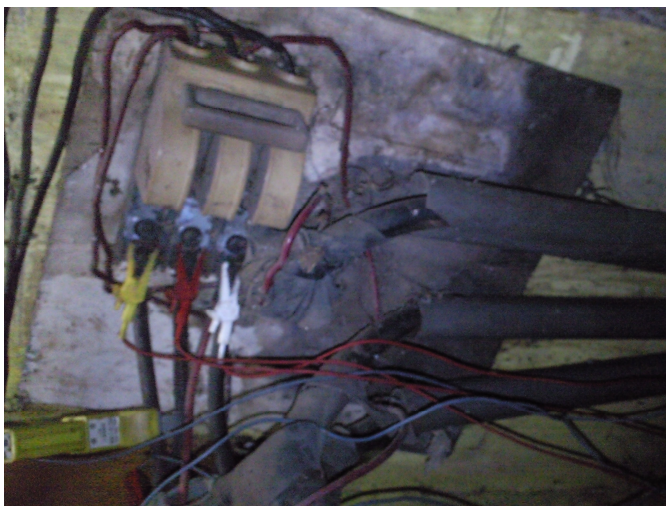
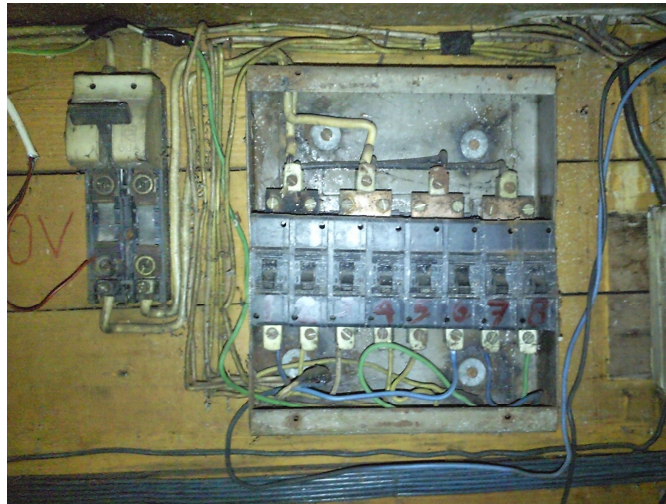


a) Ala derecha del edificio #4.



Anexo #7 b) Ala izquierda del edificio #4.





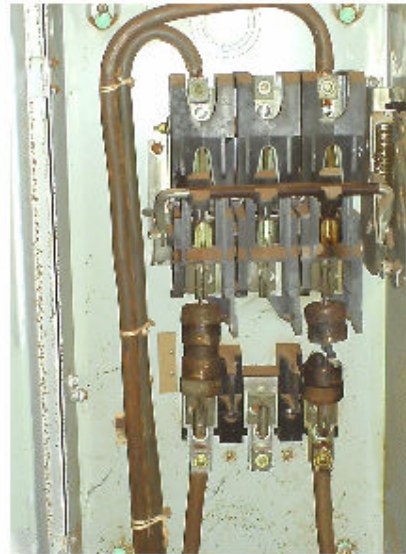
Partes componentes del panel de la cocina comedor.



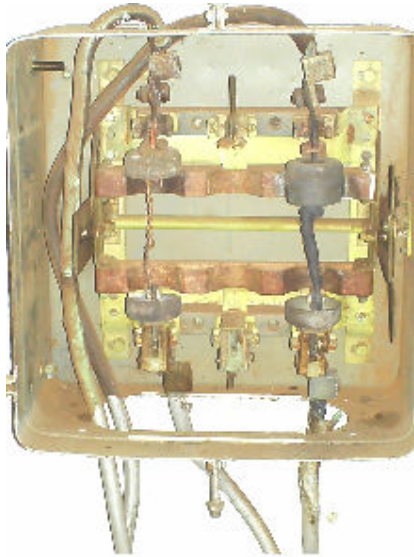
Contador de energía modelo CIRWAT.



A) Interruptor general del hotelito.



B) Interruptor general del edificio 1 y 3.



C) Panel general edificio #4.



D) Interruptor G. de la Resid. E studiantil.



E) Interruptor de la bomba de agua.



F) Interruptor del área de cocina – catteria.



G) Tendedera eléctrica del cuarto #412.



H) Tendedera que alimenta al cuarto #224.



I) Conexión directa a la línea sin dispositivo de protección (P2, Edificio #4).

Consumo de Energía Activa y Reactiva de Banco de Transformadores de Residencia							
Día	Fecha	Ea (kWh)	Er (kVArh)	Día	Fecha	Ea (kWh)	Er (kVArh)
Lunes	01-jun	880	339	Lunes	30-nov	848	437
Martes	02-jun	880	463	Martes	01-dic	857	406
Miércoles	03-jun	945	533	Miércoles	02-dic	858	405
Jueves	04-jun	741	442	Jueves	03-dic	859	452
Viernes	05-jun	706	434	Viernes	04-dic	800	404
Sábado	06-jun	665	400	Sábado	05-dic	778	472
Domingo	07-jun	701	422	Domingo	06-dic	898	459
Lunes	08-jun	710	346	Lunes	07-dic	883	425
Martes	09-jun	843	493	Martes	08-dic	938	522
Miércoles	10-jun	783	449	Miércoles	09-dic	939	522
Jueves	11-jun	794	464	Jueves	10-dic	829	430
Viernes	12-jun	709	386	Viernes	11-dic	788	585
Sábado	13-jun	710	387	Sábado	12-dic	732	569
Domingo	14-jun	711	386	Domingo	13-dic	979	167
Lunes	15-jun	709	387	Lunes	14-dic	876	523
Martes	16-jun	806	449	Martes	15-dic	872	454
Miércoles	17-jun	770	445	Miércoles	16-dic	903	478
Jueves	18-jun	770	445	Jueves	17-dic	780	454
Viernes	19-jun	717	461	Viernes	18-dic	767	447
Sábado	20-jun	718	461	Sábado	19-dic	778	410
Domingo	21-jun	717	462	Domingo	20-dic	424	205
Lunes	22-jun	718	461	Lunes	21-dic	603	274
Martes	23-jun	716	462	Martes	22-dic	571	292
Miércoles	24-jun	717	461	Miércoles	23-dic	571	243
Jueves	25-jun	717	462	Jueves	24-dic	682	330
Viernes	26-jun	710	531	Viernes	25-dic	501	244
Sábado	27-jun	756	464	Sábado	26-dic	537	223
Domingo	28-jun	731	466	Domingo	27-dic	435	219
Lunes	29-jun	844	502	Lunes	28-dic	466	225
Martes	30-jun	844	548	Martes	29-dic	508	260
Miércoles	01-jul	871	548	Miércoles	30-dic	454	220
Jueves	02-jul	902	570	Jueves	31-dic	488	222
Viernes	03-jul	811	609	Viernes	01-ene	416	183
Sábado	04-jul	849	495	Sábado	02-ene	597	289
Domingo	05-jul	810	395	Domingo	03-ene	559	786

Lunes	06-jul	915	524	Lunes	04-ene	757	1068
Martes	07-jul	776	524	Martes	05-ene	800	415
Miércoles	08-jul	832	506	Miércoles	06-ene	819	403
Jueves	09-jul	718	488	Jueves	07-ene	860	450
Viernes	10-jul	705	414	Viernes	08-ene	810	270
Sábado	11-jul	789	476	Sábado	09-ene	884	420
Domingo	12-jul	753	479	Domingo	10-ene	927	500
Lunes	13-jul	797	512	Lunes	11-ene	867	389
Martes	14-jul	852	554	Martes	12-ene	905	418
Miércoles	15-jul	725	338	Miércoles	13-ene	907	426
Jueves	16-jul	858	526	Jueves	14-ene	884	471
Viernes	17-jul	810	481	Viernes	15-ene	807	269
Sábado	18-jul	791	491	Sábado	16-ene	952	432
Domingo	19-jul	679	393	Domingo	17-ene	860	620
Lunes	20-jul	792	469	Lunes	18-ene	886	230
Martes	21-jul	745	419	Martes	19-ene	983	463
Miércoles	22-jul	795	462	Miércoles	20-ene	919	468
Jueves	23-jul	847	466	Jueves	21-ene	967	547
Viernes	24-jul	754	433	Viernes	22-ene	860	455
Sábado	25-jul	613	410	Sábado	23-ene	847	447
Domingo	26-jul	586	343	Domingo	24-ene	911	458
Lunes	27-jul	495	232	Lunes	25-ene	846	392
Martes	28-jul	620	341	Martes	26-ene	868	424
Miércoles	29-jul	609	329	Miércoles	27-ene	806	373
Jueves	30-jul	484	247	Jueves	28-ene	831	401
Viernes	31-jul	619	382	Viernes	29-ene	807	421
Sábado	01-ago	480	237	Sábado	30-ene	805	469
Domingo	02-ago	496	229	Domingo	31-ene	882	477
Lunes	03-ago	506	301	Lunes	01-feb	753	337
Martes	04-ago	489	281	Martes	02-feb	809	372
Miércoles	05-ago	528	292	Miércoles	03-feb	927	516
Jueves	06-ago	476	257	Jueves	04-feb	904	488
Viernes	07-ago	452	264	Viernes	05-feb	781	440
Sábado	08-ago	519	321	Sábado	06-feb	543	261
Domingo	09-ago	495	313	Domingo	07-feb	1092	556
Lunes	10-ago	483	311	Lunes	08-feb	904	463
Martes	11-ago	530	284	Martes	09-feb	852	441
Miércoles	12-ago	602	309	Miércoles	10-feb	866	445
Jueves	13-ago	523	262	Jueves	11-feb	832	446
Viernes	14-ago	544	292	Viernes	12-feb	563	297
Sábado	15-ago	539	300	Sábado	13-feb	614	318
Domingo	16-ago	539	283	Domingo	14-feb	829	418
Lunes	17-ago	488	121	Lunes	15-feb	740	308
Martes	18-ago	547	121	Martes	16-feb	795	424
Miércoles	19-ago	547	320	Miércoles	17-feb	795	359
Jueves	20-ago	546	311	Jueves	18-feb	716	346
Viernes	21-ago	547	312	Viernes	19-feb	668	330
Sábado	22-ago	548	310	Sábado	20-feb	740	307
Domingo	23-ago	545	312	Domingo	21-feb	856	314
Lunes	24-ago	548	313	Lunes	22-feb	720	484
Martes	25-ago	547	312	Martes	23-feb	804	410
Miércoles	26-ago	548	311	Miércoles	24-feb	900	510

Jueves	27-ago	546	312	Jueves	25-feb	939	573
Viernes	28-ago	547	310	Viernes	26-feb	868	517
Sábado	29-ago	584	345	Sábado	27-feb	879	477
Domingo	30-ago	613	347	Domingo	28-feb	743	379
Lunes	31-ago	732	353	Lunes	01-mar	843	459
Martes	01-sep	733	433	Martes	02-mar	739	379
Miércoles	02-sep	734	430	Miércoles	03-mar	713	360
Jueves	03-sep	732	434	Jueves	04-mar	686	317
Viernes	04-sep	733	435	Viernes	05-mar	711	356
Sábado	05-sep	731	433	Sábado	06-mar	602	316
Domingo	06-sep	733	464	Domingo	07-mar	758	414
Lunes	07-sep	732	465	Lunes	08-mar	760	381
Martes	08-sep	733	465	Martes	09-mar	829	391
Miércoles	09-sep	810	464	Miércoles	10-mar	823	426
Jueves	10-sep	810	438	Jueves	11-mar	735	399
Viernes	11-sep	811	438	Viernes	12-mar	710	405
Sábado	12-sep	810	431	Sábado	13-mar	759	415
Domingo	13-sep	809	462	Domingo	14-mar	644	291
Lunes	14-sep	811	447	Lunes	15-mar	716	383
Martes	15-sep	876	466	Martes	16-mar	797	421
Miércoles	16-sep	831	416	Miércoles	17-mar	765	403
Jueves	17-sep	830	441	Jueves	18-mar	782	421
Viernes	18-sep	831	432	Viernes	19-mar	685	375
Sábado	19-sep	830	401	Sábado	20-mar	706	345
Domingo	20-sep	832	905	Domingo	21-mar	759	375
Lunes	21-sep	830	222	Lunes	22-mar	783	455
Martes	22-sep	831	221	Martes	23-mar	709	395
Miércoles	23-sep	830	454	Miércoles	24-mar	791	441
Jueves	24-sep	902	406	Jueves	25-mar	686	389
Viernes	25-sep	731	407	Viernes	26-mar	596	329
Sábado	26-sep	730	414	Sábado	27-mar	729	473
Domingo	27-sep	866	421	Domingo	28-mar	752	385
Lunes	28-sep	867	484	Lunes	29-mar	801	388
Martes	29-sep	838	509	Martes	30-mar	824	430
Miércoles	30-sep	846		Miércoles	31-mar	788	438
Jueves	01-oct	850	451	Jueves	01-abr	741	374
Viernes	02-oct	765	452	Viernes	02-abr	693	375
Sábado	03-oct	759	349	Sábado	03-abr	662	316
Domingo	04-oct	881	447	Domingo	04-abr	760	346
Lunes	05-oct	843	464	Lunes	05-abr	710	759
Martes	06-oct	816	424	Martes	06-abr	830	429
Miércoles	07-oct	970	423	Miércoles	07-abr	851	438
Jueves	08-oct	868	425	Jueves	08-abr	795	426
Viernes	09-oct	732	422	Viernes	09-abr	734	402
Sábado	10-oct	757	388	Sábado	10-abr	789	401
Domingo	11-oct	810	387	Domingo	11-abr	840	438
Lunes	12-oct	838	435	Lunes	12-abr	851	441
Martes	13-oct	939	513	Martes	13-abr	865	417
Miércoles	14-oct	818	360	Miércoles	14-abr	828	406
Jueves	15-oct	937	435	Jueves	15-abr	754	343
Viernes	16-oct	857	436	Viernes	16-abr	732	405
Sábado	17-oct	841	433	Sábado	17-abr	616	343

Domingo	18-oct	893	437	Domingo	18-abr	574	320
Lunes	19-oct	686	436	Lunes	19-abr	511	306
Martes	20-oct	854	430	Martes	20-abr	458	251
Miércoles	21-oct	853	455	Miércoles	21-abr	465	285
Jueves	22-oct	871	454	Jueves	22-abr	503	300
Viernes	23-oct	839	437	Viernes	23-abr	201	80
Sábado	24-oct	941	435	Sábado	24-abr	756	501
Domingo	25-oct	851	438	Domingo	25-abr	592	324
Lunes	26-oct	856	437	Lunes	26-abr	711	405
Martes	27-oct	887	439	Martes	27-abr	795	447
Miércoles	28-oct	890	470	Miércoles	28-abr	831	479
Jueves	29-oct	777	375	Jueves	29-abr	858	469
Viernes	30-oct	963	470	Viernes	30-abr	813	438
Sábado	31-oct	963	417	Sábado	01-may	753	418
Domingo	01-nov	845	443	Domingo	02-may	804	396
Lunes	02-nov	834	442	Lunes	03-may	801	451
Martes	03-nov	835	444	Martes	04-may	806	423
Miércoles	04-nov	859	443	Miércoles	05-may	759	409
Jueves	05-nov	965	443	Jueves	06-may	736	397
Viernes	06-nov	842	419	Viernes	07-may	636	351
Sábado	07-nov	852	419	Sábado	08-may	576	299
Domingo	08-nov	852	420	Domingo	09-may	614	331
Lunes	09-nov	852	420	Lunes	10-may	684	334
Martes	10-nov	858	438	Martes	11-may	840	460
Miércoles	11-nov	876	450	Miércoles	12-may	819	447
Jueves	12-nov	866	421	Jueves	13-may	861	471
Viernes	13-nov	863	430	Viernes	14-may	633	303
Sábado	14-nov	875	428	Sábado	15-may	942	476
Domingo	15-nov	869	449	Domingo	16-may	835	412
Lunes	16-nov	878	481	Lunes	17-may	802	443
Martes	17-nov	881	484	Martes	18-may	839	473
Miércoles	18-nov	925	514	Miércoles	19-may	868	524
Jueves	19-nov	794	402	Jueves	20-may	838	450
Viernes	20-nov	824	503	Viernes	21-may	791	412
Sábado	21-nov	848	426	Sábado	22-may	-604580	-312154
Domingo	22-nov	876	410	Domingo	23-may	0	0
Lunes	23-nov	831	419	Lunes	24-may	0	0
Martes	24-nov	831	420	Martes	25-may	0	0
Miércoles	25-nov	788	414	Miércoles	26-may	0	0
Jueves	26-nov	787	413	Jueves	27-may	0	0
Viernes	27-nov	962	498	Viernes	28-may	0	0
Sábado	28-nov	965	502	Sábado	29-may	0	0
Domingo	29-nov	831	368	Domingo	30-may	0	0
Continúa arriba en la columna derecha				Lunes	31-may	0	0

Promedio de Energía Consumida por días	
Curso 2008 - 2009	Curso 2009 - 2010

Días	Consumo(kWh)	Días	Consumo(kWh)
Lunes	918	Lunes	792
Martes	1030	Martes	819
Miércoles	1037	Miércoles	826
Jueves	983	Jueves	812
Viernes	1065	Viernes	760
Sábado	989	Sábado	776
Domingo	1003	Domingo	807
Promedio	1004	-	799