

**Empresa Eléctrica Pinar del Río
Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”
Facultad de Geología-Mecánica.**

Trabajo de Diploma



Título: *Reducción del consumo de energía eléctrica en la Empresa Eléctrica Pinar del Río.*

Tesis presentada en opción al grado académico de Máster en Eficiencia Energética.

Autor: Ing. Ramón Miguel Pedrera Valdés

Pinar del Río, 2009
“Año del 50 Aniversario del triunfo de la Revolución”

Empresa Eléctrica Pinar del Río
Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”
Facultad de Geología-Mecánica.

Trabajo de Diploma

Título: *Reducción del consumo de energía eléctrica en la
 Empresa Eléctrica Pinar del Río.*

*Tesis presentada en opción al grado académico de Máster en
Eficiencia Energética.*

Autor: **Ing. Ramón Miguel Pedrera Valdés**

Tutor: **Dr. C. Francisco Márquez Montesino**

Pinar del Río, 2009
“Año del 50 Aniversario del triunfo de la Revolución”

Pensamiento

“...Habrá un antes y un después de la revolución energética de Cuba, de la cual podrán derivarse lecciones útiles para nuestro pueblo y para los demás pueblos del mundo.”

Fidel Castro

Agradecimientos

- De forma muy especial a los DrC. Juan Francisco Rodríguez Fernández y Francisco Márquez Montesino y a la MSc Yalili Serradet Gómez, por sus orientaciones y sugerencias con alta profesionalidad e incondicional ayuda.
- A la Ing. Maydel Mesa por toda la ayuda, aliento y apoyo espiritual brindado en todo momento.
- A los profesores que trabajaron durante el curso, que aportaron todas sus experiencias, conocimientos y ayuda en la búsqueda de la información científica necesaria para el desarrollo de la investigación.
- A los trabajadores de la Empresa Eléctrica de Pinar del Río quienes me ayudaron y me dieron mucho aliento.

Dedicatoria

A mis queridos hijos Ramón y Diana que son mi verdadera razón de vivir y que tanta alegría y felicidad me dan.

A mis queridos padres, a quienes les debo la vida y la luz que me ilumina.

A mi esposa querida, por el gran amor y apoyo que siempre me ofrece.

A toda mi familia.

A mis grandes y queridos amigos.

RESUMEN

En este trabajo se estudia el exceso de consumo de energía eléctrica en las Unidades Empresariales de Base (UEB), pertenecientes a la Empresa Eléctrica Pinar del Río y se proponen las vías para garantizar su reducción en los sistemas eléctricos de iluminación, climatización, refrigeración y la utilización racional de ésta.

Se determinan las potencialidades y reservas de ahorro, aplicando la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, haciendo el análisis de los datos existentes y mediciones, identificando las UEB mayores consumidoras de energía eléctrica y dentro de ellas los sistemas eléctricos más altos consumidores.

Partiendo de una correcta identificación del problema, se efectúa el cambio de equipos ineficientes por otros más eficientes, se realizan modificaciones y reparaciones a equipos altos consumidores y se aplican medidas organizativas que conllevan a una reducción del consumo de 115.23 MWh.

La valoración técnico económica arroja la factibilidad de la ejecución de las acciones técnicas y organizativas en los sistemas eléctricos de iluminación, climatización y refrigeración en las UEB mayores consumidoras de energía eléctrica de la Empresa Eléctrica Pinar del Río, cuya inversión asciende a 30 140.91 pesos con un período de recuperación menor de dos años.

ABSTRACT

It is studied in this work the excess of electric power consumption in the Unidades Empresariales de Base (UEB)¹ and it is intended the ways to guarantee the reduction of electric power consumption and its rational use in the illumination, air conditioning and refrigeration systems.

The potentialities and savings reservations are determined, applying the Technology of Efficient Total Energy Management, making the analysis of the existent data and mensurations identifying the UEB bigger electric consumers and the higher consumers among them.

By a correct identification of the problem, it is made replacement the inefficient equipments by more efficient ones, it is carried out modifications and repairs to high consumers equipments and organizational rules are applied that bear a reduction of 115.23 MWh.

The economic and technical valuation demonstrate the feasibility of the execution of the technical and organizational actions in the illumination, air conditioning and refrigeration in the UEB bigger electric power consumers of the Empresa Eléctrica de Pinar del Río², whose investment rise to 30 140.91 pesos with a recovery period less than two years.

¹ municipal electric utility.

² provincial electric utility.

ÍNDICE

Introducción	1
CAPITULO I: ANTECEDENTES	6
1.1 Situación energética internacional.	6
1.2 Situación energética nacional.	9
1.3 Vías y métodos para enfrentar el problema de la baja eficiencia energética	12
1.4 Necesidad de elevar la eficiencia energética en la empresa eléctrica Pinar del Río.	16
CAPITULO II: PROCEDIMIENTOS	18
2.1 Organización y dirección de la tarea de la Empresa.	18
2.2 Caracterización de la gestión energética de la Empresa.	19
2.3 Diagnóstico energético de la Empresa.	19
2.4 Áreas clave de la Empresa.	22
2.4.1 UEB Despacho	22
2.4.2 UEB Taller de Transporte	23
2.4.3 Oficina Central	23
2.4.4 UEB Aseguramiento y Logística, unidad de servicios generales.	24
2.5 Cálculo económico para mejorar el índice de consumo de electricidad.	25
CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.	28
3.1 Exceso de consumo de electricidad en la UEB Despacho.	28
3.2 Exceso de consumo de electricidad en la UEB Taller de Transporte	33
3.3 Exceso de consumo de electricidad en la Oficina Central	39
3.4 Exceso de consumo de electricidad en la UEB Aseguramiento y Logística	45
3.5 Medidas organizativas y de capacitación aplicadas.	47
3.6 Resultados del cálculo económico.	49
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	58

INTRODUCCIÓN

En el Informe Central al II Congreso del Partido Comunista de Cuba, el líder de la Revolución expresó: “En los próximos años habrá que trabajar en el ahorro de energía: (...) mejorar la distribución de los combustibles (...)” (1). Este planteamiento fue una premisa a tener en cuenta durante todo el proceso de la Revolución Cubana y por ende en el desarrollo económico y social de Cuba.

Con la caída del campo socialista y todas las consecuencias de esto en la economía cubana, se vieron afectados todos los sectores productivos y de servicios y uno de los más comprometidos fue el energético ya que toda la tecnología que se usaba era soviética.

En el período comprendido entre los años 2003 al 2005, Cuba presentó una difícil situación energética, dado por el deterioro de la disponibilidad de las plantas térmicas generadoras de electricidad y la baja fiabilidad de las redes de transmisión y distribución, y en nuestra provincia afectada, además por el paso de los huracanes, cuyo clímax fue el verano del 2004 al quedar sin electricidad nuestra provincia por 15 días. En este momento surge la Revolución Energética, por la brillante idea de nuestro Comandante en Jefe, con el objetivo de atenuar estos problemas, usando racionalmente los portadores energéticos en cada empresa, en cada hogar y como parte de la vida diaria de los cubanos, la cual se basaría en los siguientes lineamientos fundamentales (2):

1. Ahorro y uso Eficiente de la Energía.
2. Incremento de la disponibilidad del servicio eléctrico.
3. Uso de Energías Renovables.

4. Incremento, Exploración y Producción de Petróleo y Gas.

5. Colaboración Internacional.

Dentro de la actividad industrial y residencial en nuestro país es muy importante la distribución de la energía eléctrica con la calidad y eficiencia requerida dadas las condiciones tropicales de alta temperatura y humedad relativa que existe en Cuba, pero una vez que esa energía llega a nuestros clientes, estos la utilizan en sus procesos productivos de forma racional y por lo tanto disminuyendo los costos.

La eficiencia se ha convertido en la fuente principal de crecimiento de la economía en las condiciones actuales. Las empresas de producción y servicios han comprendido que la eficiencia energética, por su gran repercusión en los costos de producción y la calidad, constituye un elemento clave para el logro de sus propósitos de crecimiento y desarrollo, para elevar su nivel de competencia. Los análisis realizados en numerosas empresas de Cuba y el extranjero ponen de manifiesto el bajo nivel de gestión energética existente en la mayoría de ellas, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación en las empresas de las capacidades técnico-organizativa para administrar eficientemente la energía.

A partir de los planteamientos anteriores y haciendo suyos los lineamientos de la Revolución energética, la Empresa Eléctrica Pinar del Río, como empresa de servicio encargada de distribuir energía eléctrica y educar en el uso racional de la misma, debe lograr un máximo de eficiencia en su gestión y por tanto minimizar un grupo de dificultades en el uso y control de los portadores energéticos, electricidad y combustible, aplicando tecnologías modernas de gestión de eficiencia energética la cual desarrollaremos a lo largo de este trabajo, para lograr en la empresa la cultura y

las capacidades tecnológicas y organizativas con la participación de todos los trabajadores, constituyendo esto la base del problema de este trabajo de diploma:

Problema científico:

Exceso de consumo de energía eléctrica en la Empresa Eléctrica Pinar del Río al realizar sus funciones.

Objeto de estudio:

El uso de la energía eléctrica en las Unidades Empresariales de Base (UEB) de la Empresa Eléctrica Pinar del Río.

Campo de acción:

Sistemas eléctricos, iluminación, climatización y refrigeración en las UEB mayores consumidoras.

Objetivo general:

Reducir el consumo de energía eléctrica en las UEB, mayores consumidoras, de la Empresa Eléctrica Pinar del Río

Objetivos específicos:

1. Evaluar los datos de consumo de energía eléctrica y equipos instalados en los sistemas de iluminación, climatización y refrigeración en las UEB.
2. Proponer las mejoras a los sistemas de iluminación, climatización y refrigeración con posibilidades de elevar su eficiencia energética.
3. Proponer medidas organizativas y de capacitación, a los trabajadores, con el objetivo de disminuir el exceso de consumo de energía eléctrica.
4. Valorar económicamente la factibilidad de las propuestas para reducir el consumo de energía eléctrica.

Hipótesis:

Si se aplicaran las medidas organizativas y tecnológicas posibilitaría la reducción del consumo de energía eléctrica en la Empresa Eléctrica Pinar del Río.

Resultados esperados.

De la presente investigación se esperan obtener los siguientes resultados;

- ✚ A partir del análisis de la información recepcionada sobre los sistemas de iluminación, climatización y refrigeración, determinar las causas del exceso de consumo de energía eléctrica.
- ✚ Partiendo de la evaluación de los sistemas iluminación, climatización y refrigeración, proponer los cambios necesarios para disminuir el consumo de electricidad.
- ✚ Presentar el análisis y la valoración técnica y económica de los resultados que se alcanzarían en la empresa como parte de las mejoras realizadas en los sistemas eléctricos.
- ✚ Proponer la generalización de las herramientas utilizadas en este trabajo para identificar las causas del exceso de consumo de energía eléctrica a otras UEB y Empresas eléctricas.

Estructura de la tesis:

La presente tesis cuenta con tres capítulos:

Capítulo I, en el cual se abordan los antecedentes sobre la situación energética internacional, la situación en Cuba y de la Empresa Eléctrica Pinar del Río.

Capítulo II, procedimientos utilizados para buscar la información existente sobre el tema, así como para medir y procesar las variables fijadas en la investigación con vistas a establecer una estrategia que dé respuesta al problema científico planteado.

Capítulo III, se presentan los resultados y discusión obtenidos a partir de las técnicas seleccionadas, buscando demostrar la hipótesis formulada en la investigación.

Posteriormente se presentan las conclusiones y recomendaciones a las cuales se arriba a partir de los resultados obtenidos, así como la bibliografía y los anexos correspondientes.

Capítulo I. Antecedentes.

1.1. Situación energética internacional.

El uso y aprovechamiento de los recursos energéticos representa un papel importante en el avance socioeconómico de un país y su comportamiento es un índice de su prosperidad. La energía ha pasado a ser el primer factor estratégico para la vida de cualquier nación. Los problemas energéticos no son inherentes solamente a nuestro país, sino de carácter global y de ellos no escapa ninguna nación por poderosa que sea (3).

El deterioro ambiental global, el agotamiento de sus fuentes y los conflictos geopolíticos producto de su desigual distribución mundial, son los principales aspectos negativos del sistema energético actual basado en la utilización intensiva de los combustibles fósiles (4).

El petróleo sigue siendo el producto más comercializado a nivel internacional, tanto en términos de volumen (cantidad física), como en términos de valor. El 60 % del petróleo que se produce se comercializa internacionalmente, a diferencia del carbón del que sólo se comercializa el 17 % y del gas natural 25 % (5).

Además, continúa siendo el principal componente del consumo de energía comercial mundial con alrededor de 37 % de dicho consumo, de acuerdo con las cifras del 2004, a pesar de conocerse que el petróleo es un recurso no renovable, que desde finales del siglo XIX se ha utilizado de forma irracional.

De acuerdo con fuentes especializadas, la mayor parte de las cuencas petroleras fuera del Golfo Árabe Pérsico ya han alcanzado sus niveles máximos de producción, como son los casos de Estados Unidos y Canadá (a comienzos del

decenio 1970), territorios de la antigua URSS (década del 1980) y el Mar del Norte – Reino Unido y Noruega a finales del decenio de 1990 (6).

En opinión de algunos autores no podrá desplazarse ya por muchos años el punto de máxima producción mundial de petróleo - aún con nuevas y mejores tecnologías y se avizora por tanto el agotamiento del petróleo (7).

La producción fuera de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) alcanzaría su nivel máximo hacia el 2010. En estas condiciones cabría esperar una mayor dependencia futura de la producción procedente de los países de la OPEP (8).

Las regiones subdesarrolladas aportan alrededor de 80% del crudo que se comercializa en el mundo; estas exportaciones se dirigen sobre todo hacia los países industrializados, mientras que los países subdesarrollados importadores netos de hidrocarburos sólo reciben el 20 % restante.

Las fuentes no renovables de energía (los combustibles fósiles) han sido, en mayor o menor medida, el sostén de la economía energética mundial durante los últimos ciento cincuenta años. Ellos constituyen alrededor del 88 % y junto a la energía nuclear se identifican con el denominado “camino duro” en el empleo de los recursos energéticos (9). El modo irracional en que han sido utilizados estos recursos ha dañado considerablemente la naturaleza por las constantes emanaciones de gases tóxicos. Según se estima, las principales causas de esas emanaciones gaseosas son, la generación de electricidad y el transporte automotor, responsables del 80 % de las emisiones.

Los principales países emisores de gases contaminantes son lógicamente los industrializados, responsables del 70% de las emisiones de CO₂, distribuido de la

siguiente forma, Estados Unidos el 36.1%, la Unión Europea el 24.2% y la federación Rusa el 7.4% (10).

Mientras los países subdesarrollados emiten hoy como promedio cerca de 0.6 t de CO₂ por cada habitante al año, los países más industrializados expulsan a la atmósfera como promedio 3.1 t de tales gases por habitante anualmente (11).

Algunos gases, tales como el vapor de agua, el CO₂ y el metano (CH₄), son llamados “Gases de Efecto Invernadero” (GEI), pues atrapan la energía térmica proveniente del sol en las capas inferiores de la atmósfera (12). Sin ellos, el planeta se congelaría y la vida sería imposible en la tierra. Las concentraciones actuales son las más altas en los últimos 420 000 años (13). Esta anomalía en la concentración de GEI, es lo que está provocando lo que se denomina Efecto Invernadero Reforzado o Calentamiento Global (14).

La única defensa razonable ante el cambio climático es la reducción drástica de las emisiones de CO₂ transitando hacia un Nuevo Paradigma Energético que sustituya definitivamente al Sistema Energético Contemporáneo (15).

Poco a poco la humanidad va tomando conciencia de que la relación que ha venido manteniendo con la naturaleza durante los últimos ciento cincuenta años es equivocada. Esto se debe fundamentalmente, a que las fuentes de energía que ha escogido para su desarrollo socioeconómico, producen impactos ambientales de carácter local, regional y global que están amenazando con poner en peligro su propia existencia (16).

La salida a esta dramática situación, agravada por el eventual agotamiento de las reservas de combustibles fósiles y nucleares, es el cambio hacia un paradigma basado en el uso eficiente de los recursos energéticos disponibles, tanto por la vía de

medidas organizativas como por el empleo cada vez más amplio de las fuentes renovables de energía (17). En tal sentido es preciso modernizar los consumidores energéticos de los que se dispone y transitar hacia el uso de fuentes alternativas de energía, más limpias y menos impactantes, o sea fuentes renovables de energía, en el marco de la construcción de sociedades sustentables. De lo contrario, la vida de todo el planeta estará cada vez más amenazada (18).

1.2 Situación energética nacional.

Los precios del petróleo constituyen una variable fundamental en la dinámica de la economía mundial, debido a la importancia de este recurso natural no renovable en el mercado internacional y su papel en el sistema energético mundial.

La energía tiene un peso decisivo en la estructura de gastos de la industria, el turismo y los servicios. El uso racional de la energía en estos sectores constituye un elemento esencial para garantizar la calidad de los productos o servicios, reducir costos de producción, conservar recursos para las futuras generaciones, disminuir las emisiones contaminantes al medio ambiente, promover nuevas tecnologías, la modernización del sector productivo y reducir la importación de bienes de capital para el desarrollo energético.

La importancia y el alcance del empleo de los recursos energéticos se refleja de forma muy particular en Cuba, donde no se dispone de grandes cantidades de combustibles fósiles en el subsuelo. El bloqueo económico impuesto por los Estados Unidos de América y las desigualdades del intercambio que impera en el mundo, convierten este problema de la energía en uno de los más cruciales para el desarrollo del país. Esto hace que Cuba anualmente invierta casi la tercera parte de

los ingresos en divisas que se generan a partir de las exportaciones, para la adquisición de los portadores energéticos que se requieren (19).

Todo esto ha compulsado al país en un camino energético racional y ambientalmente sano, a desarrollar metodologías que permitan usar de manera óptima los recursos energéticos y la utilización de las energías renovables a través del uso de paneles solares, instalación de parques eólicos y el desarrollo de la hidro energía.

La situación existente en los años 2004 y 2005 era la siguiente (20):

- ✚ Gran cantidad de electrodomésticos ineficientes en los hogares cubanos.
- ✚ 75 % de la población cocinaba con kerosina.
- ✚ Tarifa eléctrica residencial que no estimulaba suficientemente al ahorro.
- ✚ A pesar de las acciones de divulgación ejecutadas por varias organizaciones del país, existía una insuficiente cultura de ahorro tanto en el sector residencial como en el estatal.
- ✚ Generación base con 11 grandes e ineficientes plantas termoeléctricas, con 25 años de explotación como promedio, un 60 % de disponibilidad, frecuentes averías y altos insumos.
- ✚ Frecuentes apagones, principalmente en el horario de máxima demanda.
- ✚ Alto porciento de pérdidas en las redes de transmisión y distribución eléctricas.

Para dar solución a la situación existente se desarrollaron un grupo de programas a partir de los lineamientos de la Revolución energética, donde se trazaron medidas organizativas y tecnológicas a cumplir por los diferentes sectores residencial y estatal, algunas de las cuales mostramos a continuación (21):

- I. Programas para la sustitución de bombillos incandescentes y equipos ineficientes por nuevos más eficientes, eliminación de queroseno y el gas licuado como combustible doméstico y uso racional de la energía eléctrica.
 1. Sustitución de equipos electrodomésticos ineficientes.
 2. Sustitución de hornillas artesanales de cocción de alimentos por modernas y eficientes ollas arroceras, multipropósito y hornillas industriales
 3. Entrega de nuevos menajes de cocina acorde con las hornillas entregadas
 4. Cambio de la tarifa eléctrica
 5. Instalación de bombas de agua eficientes para acueductos y edificios altos.
 6. Sustitución de tubos fluorescentes de 40 W por 32 W y balastros electromagnéticos por electrónicos.
 7. Sustitución de refrigeradores y aires acondicionados ineficientes.
 8. Medidas especiales para la regulación de la demanda y acomodo de carga en 1720 centros grandes consumidores.
 9. Elaboración y control de los planes de consumo de electricidad.
 10. Creación de equipo de supervisores para realizar auditorias energéticas en las entidades.
 11. Implantación del Sistema de Gestión Eficiente de la Energía en los mayores consumidores.
 12. Indicaciones del MIC para el uso eficiente de las computadoras.
 13. Programa de Instalación de 960 hornos eléctricos en panaderías, que retiran diesel o mezcla.
- II. Programa de transformaciones del Sistema Electro energético Nacional (SEN).

1. Instalación de grupos electrógenos sincronizados en diferentes puntos del SEN (generación distribuida).
 2. Instalación de grupos electrógenos de emergencia en objetivos vitales de la economía.
 3. Mejoras en las redes eléctricas.
- III. Programa para desarrollar el uso de las fuentes renovables de energía
1. Construcción de dos parques eólicos con potencia de 5.1 MW y otro de 4.5 MW en Holguín.
 2. Instalar 100 estaciones de medición del viento en 11 provincias.
 3. Construir mini hidroeléctricas en los puntos estudiados en cada provincia.
 4. Desarrollar proyecto de planta solar fotovoltaica con capacidad de 100 kW sincronizada al SEN en la provincia de Pinar del Río.
 5. Instalar grupo electrógeno de 50 kW con biomasa forestal en la Isla de la Juventud.
 6. Aumentar la eficiencia en las plantas de cogeneración del 40 al 85 % en los centrales azucareros y las plantas de níquel.
 7. Mantenimiento y reparación de las plantas de biogás.
 8. Continuar los estudios de la energía proveniente de las olas, mareas y corrientes marítimas.

“Hemos encontrado afortunadamente algo más importante, el ahorro de energía que es como encontrar un yacimiento” (22).

1.3 Vías y métodos para enfrentar el problema de la baja eficiencia energética.

La humanidad, mantiene el despilfarro y consumo de las fuentes de energía de los combustibles fósiles, igual que a finales del pasado siglo, sin considerar que varios

analistas han referido su agotamiento en menos de veinticinco años. Esto ha motivado se establezcan conceptos y técnicas sobre el uso eficiente de la energía. Este término, es aplicado hoy en la actualidad a todas las esferas productivas del país y constituye un elemento imprescindible en la actividad eléctrica.

Existen dos vías para enfrentar el problema de la baja eficiencia energética. Una mediante la consolidación de hábitos eficientes en la manipulación, transformación y uso de la energía y otra mediante la conversión o sustitución de equipos o tecnologías ineficientes por otras más eficientes. La primera generalmente es barata y difícil, no requiere de grandes inversiones pero sí de cambios de hábitos de todos los recursos humanos involucrados directa o indirectamente con el manejo y consumo de la energía en la empresa. La segunda es cara y fácil si se cuenta con los recursos financieros necesarios, y permite obtener los mayores ahorros (23).

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), desarrollada por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente de la universidad de Cienfuegos se enfoca en ambas vías, y consiste en un conjunto de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y programas de computación especializados, que aplicados de forma continua y con la política de la gestión de la calidad, permite establecer nuevos estilos 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 introduciendo el concepto de puestos claves en el país, los cuales por definición son aquellos equipos o conjunto reducido de equipos de un proceso cualquiera que tienen una incidencia marcada en los consumos reales de los portadores energéticos (electricidad, diesel, etc).

El Know How de la TGTEE lo constituyen un conjunto de reglas, procedimientos y prácticas que permiten, en la realidad de hoy, la más rápida y efectiva explotación de los recursos energéticos.

Esta Tecnología se diferencia de los servicios que se ofrecen convencionalmente en este campo en los siguientes aspectos:

- + Crea capacidades técnico organizativas en la Empresa.
- + Es un proceso de mejora continua basado en los principios de la gestión total de la calidad.
- + Identifica mayor cantidad de medidas de baja o nula inversión.
- + Se realiza de conjunto con la Empresa.
- + Incluye monitoreo, cambio de hábitos y plan de soluciones.
- + Perfecciona estilo y métodos de dirección y control en la Empresa.
- + Crea una nueva cultura energética.

En esta metodología de gestión energética, la piedra angular o puesto clave como elemento primordial son los índices de consumo. No puede hablarse de un puesto clave sin que al mismo, lo respalde la determinación de un índice de consumo.

La TGTEE se diferencia de los servicios que se ofertan en este campo en que es un proceso de reingeniería de la gestión energética de la empresa; su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar elaborado un programa, sino elevar las capacidades técnico organizativo de la empresa para ser autosuficiente en la gestión por la reducción de sus costos energéticos, donde se valoran medidas triviales y de baja inversión, para la reducción de los costos energéticos; entrena, capacita y organiza los recursos humanos que deciden la reducción de los consumos y gastos energéticos.

Esta tecnología se aplicó a la Empresa Eléctrica Pinar del Río desde los sistemas de consumo de energía como son:

- Sistemas de consumo de electricidad.
- Sistema de uso del combustible en la actividad de transporte.
- Sistema de uso de combustible en la generación de electricidad.

Los nuevos conceptos sobre el desarrollo sostenible y sustentable, establecen relaciones fundamentales entre la energía y el medio ambiente en un contexto de equidad y justicia social no sólo para la sociedad actual sino también para la población futura, lo cual ha generado nuevos paradigmas en el manejo y aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y energéticos, en un enfoque preventivo que contribuye en lograr mayor eficiencia en la producción con el objetivo de alcanzar un ritmo sostenido y equitativo del crecimiento económico (24).

Por tal motivo, la puesta en funcionamiento de un sistema de gestión de energía, basado en la filosofía del mejoramiento continuo y en la creación en ellas de capacidades técnico-organizativas para la administración eficiente de la energía, debe propiciar un uso más eficiente de los portadores energéticos y posibilitar la toma de decisiones energéticas de menor costo, menor consumo energético e impacto ambiental.

Tanto la experiencia propia como la internacional demuestran que el potencial de ahorro de energía y reducción de costos energéticos alcanzable a través del establecimiento de un sistema integral de gestión energética, que garantice el mejoramiento continuo de la eficiencia energética, oscila entre un 10 y un 25 % en la mayoría de empresas. Este potencial de reducción de los gastos energéticos no es tan elevado, por lo general, en otras partidas. Cerca de un 25 % de este potencial de

ahorro puede alcanzarse con soluciones de nula o mínima inversión. Las medidas que requieren inversiones presentan en su mayoría periodos de recuperación inferiores a tres años.

1.4 Necesidad de elevar la eficiencia energética en la Empresa Eléctrica Pinar del Río

La Eficiencia Energética es una de las principales áreas de oportunidad para reducir costos, proteger el medio ambiente e incrementar la competitividad de las empresas; caracteriza la habilidad de lograr objetivos productivos empleando la menor cantidad de energía posible, es decir, lograr un nivel de producción asegurando los requisitos de calidad establecidos por el cliente con el menor consumo y gasto energético y la menor contaminación ambiental asociada.

Es esencial crear y consolidar en la empresa las capacidades técnicas y organizativas necesarias para ejecutar una eficiente planeación, control, diagnóstico y un mejor uso de los portadores energéticos que posibilite reducir los índices de consumo, disminuir los gastos y el impacto ambiental de los energéticos, y mejorar la competitividad de forma sostenible.

El establecimiento en la empresa de un sistema efectivo de manejo eficiente de la energía, con un servicio de seguimiento y control para garantizar su consolidación y resultados, incluye:

- ✚ La determinación de la estructura de consumo y de pérdidas por portadores energéticos y áreas.
- ✚ La determinación de la estructura de impacto ambiental energético por áreas.
- ✚ La caracterización histórica energética de la empresa.

- ✚ La determinación y justificación de los índices de consumo y de economía energética de la empresa.
- ✚ La normación de estos índices al nivel de empresa, áreas y equipos claves, mayores consumidores.
- ✚ El establecimiento y/o actualización y automatización del sistema de monitoreo y control energético de la empresa.
- ✚ La identificación del banco de problemas energéticos, técnicos y económicamente fundamentados.
- ✚ La formulación del banco de soluciones energéticas y su justificación técnico-económica.
- ✚ El establecimiento de un plan de prioridades de ejecución de las soluciones energéticas en función del escenario económico financiero que establezca la gerencia de la empresa.
- ✚ La organización y capacitación del capital humano vinculado al consumo de la energía para el control y evaluación de la eficiencia en las áreas claves.
- ✚ El establecimiento de un programa efectivo de concientización y motivación del personal hacia la eficiencia energética.
- ✚ La capacitación del Consejo de Dirección y los especialistas de la empresa para la permanencia, desarrollo y perfeccionamiento de la Metodología aplicada.

Capítulo II. Procedimientos.

Para lograr implementar en la empresa un sistema que permita una gestión eficiente de la energía, se debe tener en cuenta si la Empresa tiene las capacidades de recursos materiales, financieros, humanos y el desarrollo tecnológico necesario.

Para esto se auxiliarán de la guía para la implementación de la TGTEE y los puestos claves en aras de alcanzar importantes ahorros por la vía del incremento de la eficiencia.

2.1. Organización y dirección de la tarea en la empresa.

La Empresa Eléctrica Pinar del Río está ubicada en la calle Máximo Gómez # 38, en el centro de la ciudad, se encuentra en Perfeccionamiento desde el año 2001, por el acuerdo 3862 del Grupo Ejecutivo de Perfeccionamiento Empresarial del día 30 de Enero.

Está integrada por 2120 trabajadores distribuidos en 24 UEB y como órgano principal de dirección colectiva tiene un Consejo de Dirección con 36 miembros.

Como parte del análisis de los aspectos técnicos organizativos se realizó en la empresa una reunión del Consejo de Dirección en la que se explicaron los objetivos, contenido, organización y alcance de la TGTEE se presentó el equipo de trabajo designado para ello tanto a nivel de empresa como de Unidad Empresarial de Base (UEB) y se precisó el rol que deben jugar los trabajadores en la ejecución de la misma.

La preparación del equipo de trabajo se realizó mediante un grupo de acciones de capacitación y entrenamiento en eficiencia energética, de amplio acceso, en función del trabajo concreto en la solución de los problemas de la empresa.

2.2. Caracterización de la gestión energética en la empresa.

Para lograr la caracterización energética, se parte del análisis preliminar de los consumos energéticos del año 2006, los cuales mostraban un grupo de deficiencias técnicas y organizativas que alteraban el índice de consumo del portador energético electricidad, lo que afectaba los principales indicadores de la empresa y aumentaba los costos de producción.

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

2.3. Diagnostico energético de la empresa.

El diagnóstico energético constituye la herramienta básica para saber cuánto, como, donde y por que se consume la energía dentro del centro, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico y para definir los posibles proyectos de mejoras de la eficiencia energética.

Consiste esencialmente en la recolección de información, la realización de pruebas de campo utilizando instrumentos de medición, realizando balances energéticos y cálculos de potenciales de ahorro, la proposición y evaluación técnico económica de medidas y proyectos de inversión para la mejora de eficiencia energética.

El diagnóstico se concentra en las áreas claves y se realiza con instrumentos de medición como analizadores de redes, amperímetros de gancho, luxómetros, etc.

Para lograr esto se analizaron y discutieron diversas variantes y se decidió aplicar la Guía de la Supervisión (25), en todas las UEB. A partir de los resultados de las supervisiones efectuadas se elaboró el diagnóstico energético de la empresa (ver anexo 3)

El diagnóstico realizado permitió identificar un grupo de deficiencias relacionadas con el control de los índices de consumo en los sistemas de iluminación, climatización y refrigeración y por tanto la necesidad de tomar un conjunto de medidas técnico organizativas y de capacitación en el uso racional de los portadores energéticos que nos indica hacia dónde dirigir los principales esfuerzos.

El diagnóstico realizado contribuyó, además, utilizando el método de control selectivo, determinar las áreas que cubran un 20 % del total del consumo y que provoquen un 80 % de las pérdidas, o sea lo que denominamos inicialmente los puestos claves. Este método incluye el control por excepción, o sea, dentro de estas áreas reciben mayor atención aquellos que tienden a desviarse más de los estándares.

Este trabajo se desarrolló en varias etapas las que se relacionan como sigue:

- Toma de datos.
- Determinación de los resultados.

- Comparación de los resultados con los estándares.
- Ejecución del diagnostico de las causas de las desviaciones.

Debido a esto se realizó un programa de ahorro y uso racional de la energía eléctrica (Planes de Acción) y se estableció un sistema de monitoreo y control energético (26). Dando cumplimiento a los requisitos y tareas mencionadas anteriormente por parte de las UEB y el tributo de sus análisis estadísticos a la empresa se determinó la estructura de consumo de los portadores energéticos claves que veremos a continuación.

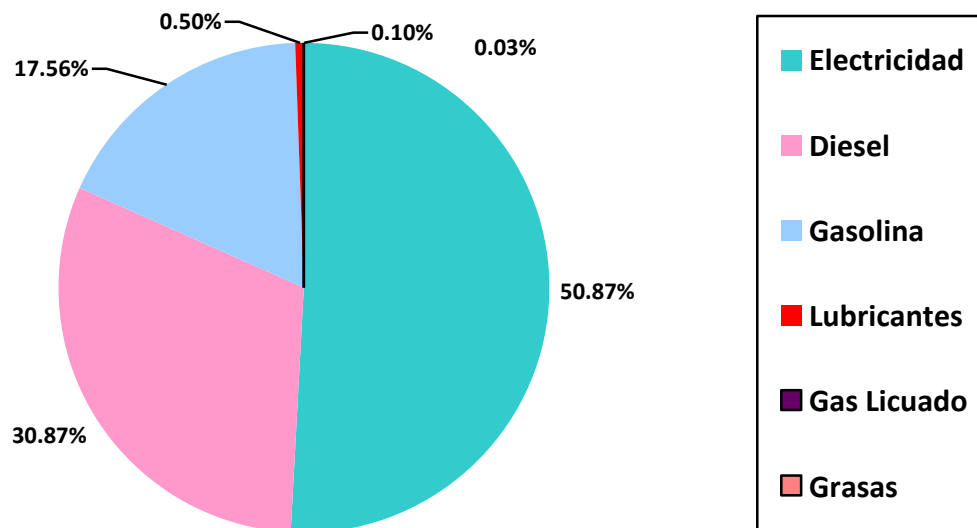


Figura 1. Estructura de consumo de portadores energéticos.

Como se puede observar los dos portadores claves que representan el 81.74 % son energía eléctrica con un 50,87% y el diesel con 30,87%. Por lo tanto a lo largo de este trabajo estudiaremos el portador energético electricidad, siendo los sistemas más altos consumidores de electricidad la iluminación, refrigeración y climatización. Los problemas constatados tienen diferentes características y causales, pero en un número considerable pueden enfrentarse con medidas técnico organizativas y de

control que no requieren grandes recursos para su ejecución, con lo cual se obtendrían en un corto plazo, aportes significativos en el uso eficiente de la energía.

A partir del estudio de los consumos de electricidad y utilizando el método de control selectivo se determinaron las unidades claves, las cuales son: UEB Despacho, UEB Taller de Transporte, Oficina Central y UEB Aseguramiento y Logística (Servicios generales) y que serán analizadas por separado.

2.4. Áreas claves de la empresa

2.4.1. UEB Despacho

El equipo de trabajo visitó la UEB y partiendo de los datos de los equipos instalados y de las horas de uso de cada uno de ellos y realizando mediciones instantáneas determinó la estructura de consumo por sistemas, como son Alumbrado, Climatización y otros, donde incluimos computadoras, televisor y sistemas de comunicación.

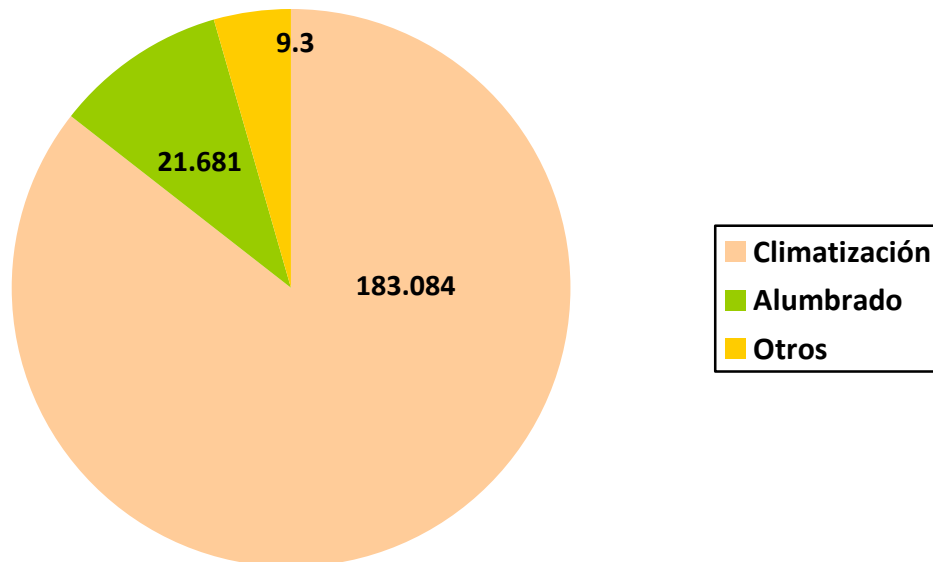


Figura 2. Estructura de consumo en MWh, por sistemas.

Como podemos observar el sistema de climatización en esta UEB, representa el 85.5% del consumo total, el cual constituye el principal puesto clave, sin descuidar el sistema de alumbrado con un 10.10%.

2.4.2. UEB Taller de Transporte.

Al realizar un análisis de la potencia instalada se identifica el mayor consumo de la UEB en los equipos tecnológicos instalados los que en su mayoría eran equipos viejos y de tecnología atrasada. Este aumento también está dado por la utilización de un sistema de alumbrado exterior ineficiente y el incremento paulatino de nuevos equipos al aumentar el parque automotor de la empresa con la entrada de las camionetas chinas en el año 2006. Al revisar la factura de electricidad de esta UEB pudimos detectar penalizaciones continuas por bajo factor de potencia.

Operar con bajo factor de potencia una instalación, además del impacto en el pago de electricidad, tiene otras implicaciones de igual o mayor significación, particularmente en relación con el uso eficiente de las máquinas y aparatos que funcionan con electricidad (27).

2.4.3. Oficina Central.

El equipo de trabajo visitó la Oficina Central y realizó un levantamiento del alumbrado y de los equipos de climatización instalados, así como, de las horas de uso de cada uno de ellos.

Se efectuaron mediciones instantáneas de corriente, voltaje y potencia a los diferentes equipos instalados y calculó la estructura de consumo por sistemas.

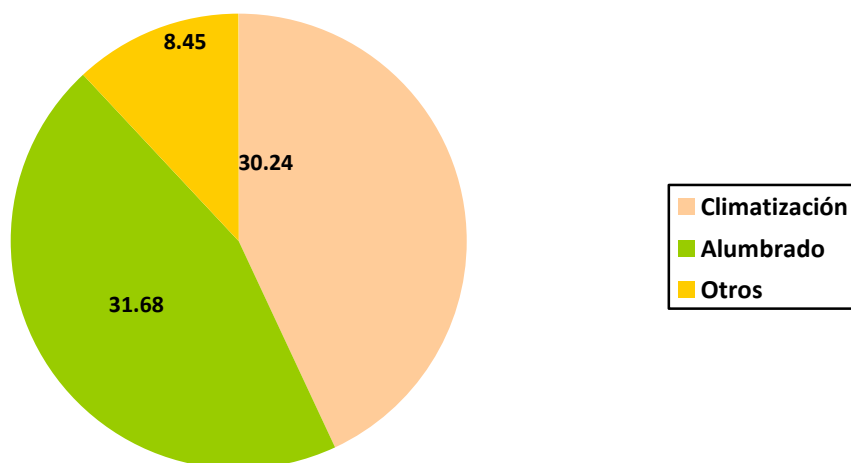


Figura 3. Estructura de consumo en MWh, por sistemas consumidores de electricidad.

En este Figura se muestra que en el caso de la Oficina Central el sistema más alto consumidor es el alumbrado, representando el 45%.

2.4.4. UEB Aseguramiento y Logística, unidad de servicios generales.

En la UEB Aseguramiento y Logística (Unidad de Servicios Generales) se estudia el sistema de refrigeración existente en el comedor provincial, que brinda servicios a todas las UEB de la Empresa, donde tenemos instalada una nevera con una potencia promedio de 15.35 kW, medido en el año 2006.

Debido al mal estado técnico de la nevera, unido al alto consumo de energía de su compresor nos llevó a hacer un análisis más detallado, instalándole un analizador de redes, con el cual se obtuvo el gráfico que se muestra en la figura 4.

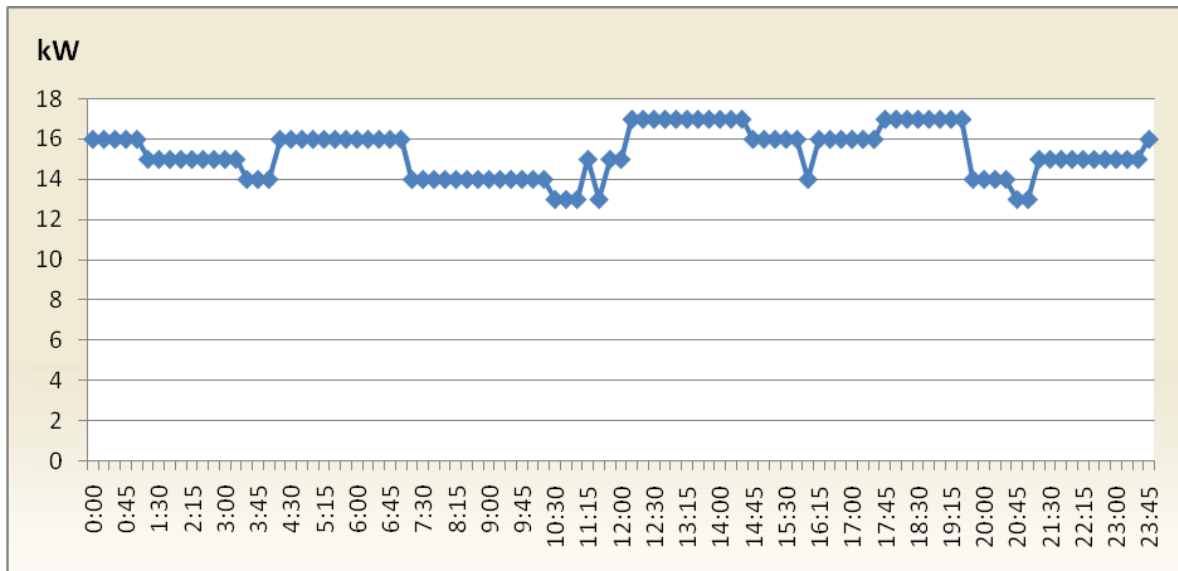


Figura 4. Curva de potencia instantánea por hora.

2.5. Cálculo económico para mejorar el índice de consumo de electricidad.

La evaluación económica en la reducción del consumo de electricidad en las UEB analizadas anteriormente, es un tema que requiere de una fundamentación completa, puesto que en el análisis no sólo interviene el aspecto técnico-económico o el energético, sino, también otros de difícil evaluación como el ecológico y el social.

La evaluación económica del proyecto se realizó empleando las técnicas de presupuesto de capital o evaluación de proyectos de inversión que tiene en cuenta el valor del dinero a través del tiempo o sea, que gana cierto interés o rendimiento al ser invertida, según la expresión:

$$F = P * (1 + r)^i \quad (1)$$

Siendo:

F- es el valor futuro de una cantidad presente (P) de dinero, pesos.

r - Tasa de interés fijada, %.

i- el año para el cual se desea determinar el valor futuro de la cantidad presente.

El término $(1 + r)^i$ se le denomina factor de interés compuesto. Esta técnica también se denomina como técnicas de valor descontado.

Los flujos de caja (valor presente de las cantidades futuras) son la diferencia neta entre los beneficios y los costos en cada uno de los años, reflejando el dinero real en caja.

Se calcula el Valor Presente Neto (VPN) de los flujos de caja, el cual da una medida de las ganancias que puede reportar el proyecto si el saldo entre los beneficios y los gastos es positivo.

Se obtiene por la formula siguiente:

$$VPN = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_{ci}}{(1 + D)^i} \quad (2)$$

Siendo:

K_0 – es la inversión o capital inicial.

F_{ci} – el flujo de caja en el año i

D – la Tasa de descuento real.

De forma general el Flujo de Caja se calcula:

$$F_{ci} = (I_i - G_i - \text{Dep}) (1 - t/100) + \text{Dep}, \quad (3)$$

Siendo:

I – Ingresos en el año i , pesos,

G – Gastos en el año i , pesos,

T – Tasa de impuestos sobre ganancia, %,

Dep – Depreciación del equipamiento o amortización de la inversión.

La depreciación lineal se determinó por la siguiente expresión:

$$Dep = \frac{Ko}{n} . \quad (4)$$

La misma considera que la inversión inicial no se descuenta, considerando que esta se ejecuta al inicio del periodo de evaluación “año cero” de análisis.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es aquella que reduce a cero el Valor Presente Neto, o sea representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de forma tal que al finalizar el período de evaluación o vida útil, el saldo no recuperado sea igual a cero.

$$0 = -Ko + \sum_{i=1}^n \frac{Fci}{(1+TIR)^i} \quad (5)$$

Para la solución de esa ecuación se requirió de un análisis iterativo para obtener el valor de la TIR.

El Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es el tiempo en que se recupera la inversión inicial para una tasa de descuento D considerada. Se calcula como el momento para el cual el VPN se hace cero:

$$0 = -Ko + \sum_{i=1}^{PRI} \frac{Fci}{(1+D)^i} . \quad (6)$$

Para obtener el valor del PRI se le van adicionando gradualmente a la inversión inicial los flujos de caja anuales hasta que el resultado sea igual a cero, que indica el momento que se ha recuperado la inversión.

Capítulo III: Análisis y discusión.

3.1. Exceso de consumo de electricidad en la UEB Despacho.

En la UEB Despacho el consumo de electricidad del año 2007 en relación al año 2006 tiene una tendencia ascendente.

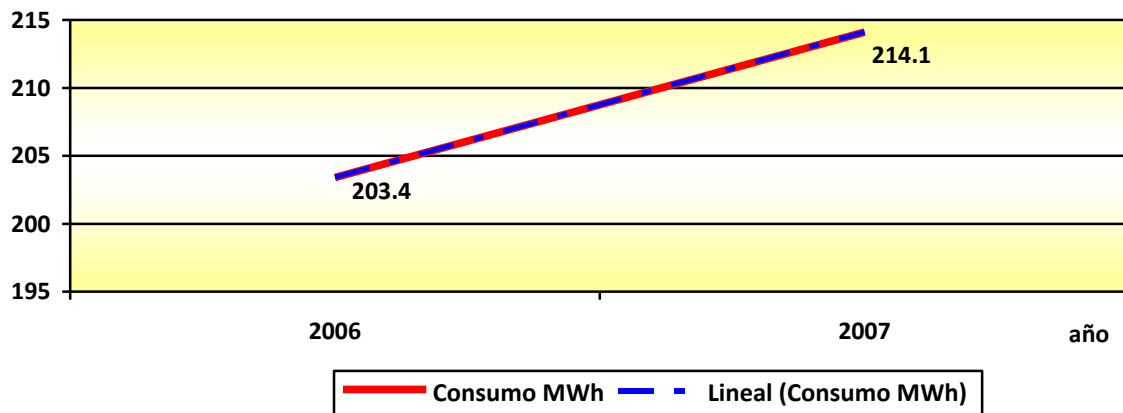


Figura 5. Consumo de electricidad. Año 2006 – 2007.

Como se muestra en la figura el consumo de electricidad del año 2007 en relación al año 2006, muestra un incremento del 5%.

Se realizó el análisis de la estructura de consumo y se determinó que el sistema de climatización, representa el 85.5% del consumo total, del año 2007, el cual constituye el principal puesto clave, sin descuidar el sistema de alumbrado con un 10.10%.

El sistema de climatización en los años 2006-2007, tiene la siguiente distribución:

3 consolas con una potencia de 8.8 kW, las cuales trabajan 19 horas diarias, ya que el régimen de trabajo de la UEB es de 24 horas, por lo tanto, la energía consumida en un día es de 501.6 kWh, calculado con la siguiente fórmula:

$$E_{(kWh)} = P_{(kW)} \times T_{(horas)} \quad (7)$$

Donde:

E – energía consumida en un día. kWh

P – potencia instantánea. kW

T – tiempo de trabajo en un día. horas

La energía consumida por estos equipos en un año, fue de 183 084 kWh.

A finales del año 2007 e inicios del 2008, se efectúa el cambio de estos equipos de climatización por otros más eficientes, con las siguientes características:

Tabla 1. Equipos de climatización antes y después del cambio.

<i>Período</i>	<i>Cantidad de equipos</i>	<i>Potencia (kW)</i>	<i>Consumo diario (kWh)</i>
<i>Antes del cambio</i>	3	8.8	501.6
<i>Después del cambio</i>	3	3.52	200.64
	2	5.28	200.64

Al sumar la energía consumida por estos 5 equipos de clima, instalados, llegamos al total de 401.28 kWh diario, lo que en un año significa 146 467.2 kWh.

El ahorro obtenido en un año, por el concepto de cambio de tecnología de equipos de clima en la UEB Despacho, es de 36 616.8 kWh.

En la figura 6 se muestra el gráfico de consumo de los equipos de climatización antes y después del cambio.

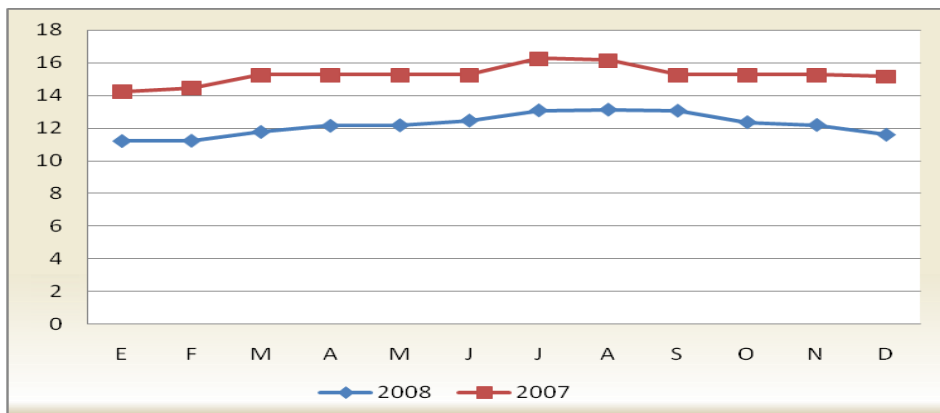


Figura 6. Comportamiento del consumo de los equipos de climatización. Período año 2007 – 2008.

En la UEB que estamos analizando el consumo del sistema de alumbrado representa el 10.1% que aunque no es un por ciento elevado, se realizaron acciones para reducirlo.

En los años 2006-2007, existían un total de 51 lámparas dobles de 40W, lo que representa 90 W por cada una, de ellas, no todas tenían el mismo régimen de trabajo y por lo tanto, no aportan lo mismo al consumo diario, como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Lámparas instaladas por régimen de trabajo y consumo diario en kWh.

<i>Cantidad de lámparas</i>	<i>Régimen de trabajo diario (horas)</i>	<i>Consumo diario (kWh)</i>
11	5	5.0
22	10	19.8
16	24	34.6

De acuerdo a las horas de uso de la iluminación de los diferentes locales o áreas de trabajo, este sistema representó en un año 21 681 kWh.

Al evaluar estos elementos y teniendo en cuenta que esta UEB, tiene un régimen de trabajo continuo, el cual requiere de una adecuada iluminación, tomamos la decisión de efectuar el cambio de lámparas de 40W por lámparas de 32 W con balastro electrónico, ya que teníamos la referencia de datos que se muestra en el anexo 4, después de realizar el cambio se hicieron mediciones con el luxómetro y los valores promedio oscilaron alrededor 525 lux, o sea mayor que 500 lux que es la iluminancia mínima específica en oficinas, para desarrollar el trabajo de procesamiento de datos y lectura (27), lo que provocó una reducción del consumo de electricidad de 6 278 kWh al año.

En esta UEB existe un total de 15 computadoras con 22 monitores, de ahí que se aplicó otra medida de ahorro consistente en establecer como regulación la implementación configurada del apagado de los monitores a los cinco minutos de inactividad y habilitar la hibernación dado un período prolongado sin uso. Este sistema se creó para que fuera auditable.

Según muestreos realizados en oficinas de alta población de medios de cómputos, antes de la implementación de la medida y posterior a la misma, se tuvo como resultado un ahorro diario de 60 Wh por equipo que al año sería 810 kWh.

Después de aplicadas estas medidas se derivan los resultados que se muestran en la figura 7.

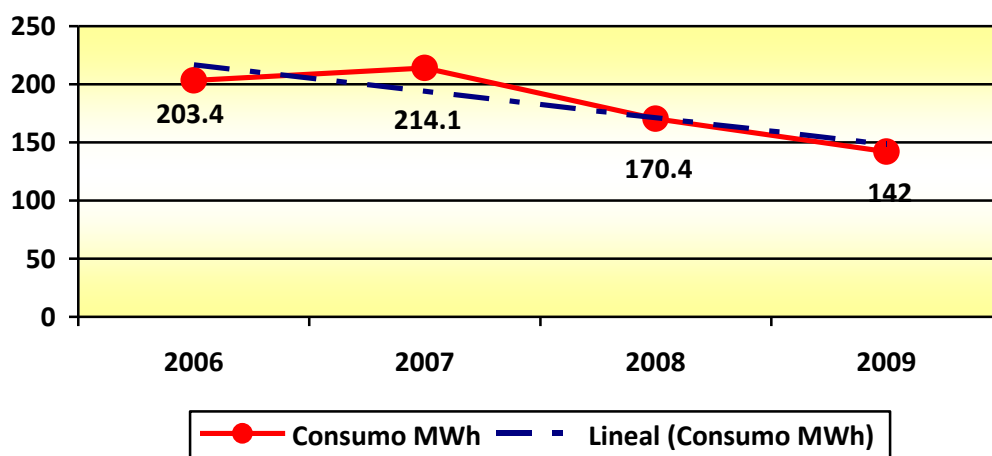


Figura 7. Consumo de la UEB Despacho. Período 2006-2009.

Como se puede observar en la figura, a partir de la aplicación de las medidas de ahorro a finales del año 2007, el consumo de electricidad de la UEB Despacho en el año 2008 tuvo una reducción de 43 705 kWh y al cierre de Octubre del año 2009, con respecto al 2008, de 28 400 kWh con la consolidación de la aplicación de las medidas y manteniendo el control sobre el uso racional y eficiente de la energía.

A modo de resumen parcial, a continuación se describen las medidas aplicadas:

- ✚ Cambio de equipos de climatización ineficientes a otros más eficientes, con un ahorro en el año de 36.6 MWh.
- ✚ Cambio de lámparas de 40W a 32W con balastro electrónico, con un ahorro en el año de 6.3MWh.
- ✚ Implementación de medidas de apagado automático en computadoras y monitor con un ahorro anual de 0.81MWh.
- ✚ Con la consolidación de la aplicación de las medidas y manteniendo el control sobre el uso racional y eficiente de la energía, al cierre de Octubre del año 2009, se obtiene una reducción con respecto al 2008 de 28 400 kWh.

3.2. Exceso de consumo de electricidad en la UEB Taller de Transporte.

La UEB Taller de Transporte, muestra un incremento del consumo del año 2007, con respecto al año 2006, de 1 491 kWh, continuando este incremento hasta el año 2008, como se observa en la figura 8.

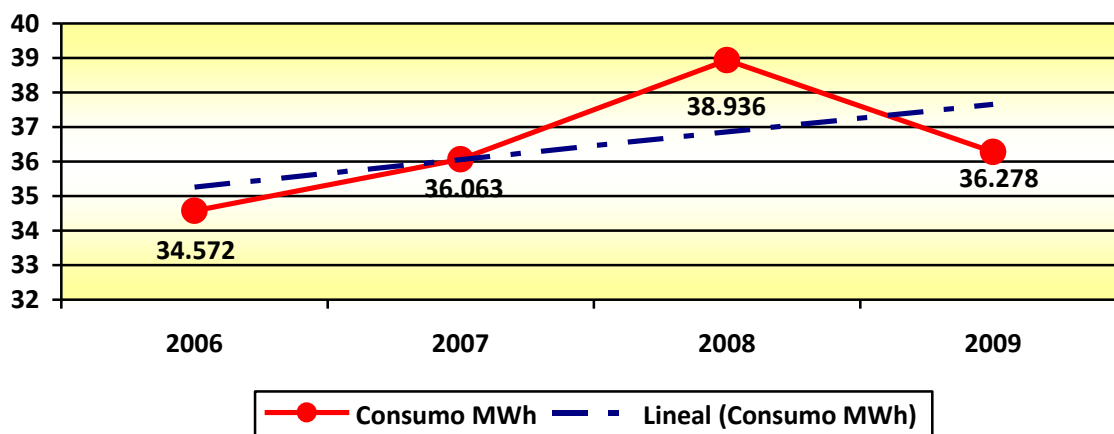


Figura 8. Consumo de electricidad UEB Taller de Transporte. Período 2006-2009.

Este incremento viene dado por la introducción de nuevos equipos en los talleres para poder enfrentar la asignación de nuevos medios de transporte con tecnología de punta, por la asignación por el MINBAS, de las camionetas chinas en el 2006 y la sustitución, por el MITRANS, de los equipos automotores ineficientes a inicios del 2009.

En el anexo 5, se muestra la potencia instalada en las diferentes áreas de trabajo del taller durante los años 2007, 2008 y 2009, lo cual se representa también en la figura 9.

En la figura 9, se puede observar como existe una diferencia notable entre el año 2007 y los años 2008 y 2009, lo cual es el resultado de la sustitución de algunos de los equipos ineficientes por otros más eficientes y en algunos casos los nuevos

equipos instalados, como son un equilibrador de neumático para la ponchera, dos plantas elevadoras para las vallas de mecánica y una planta de soldar para chapistería.

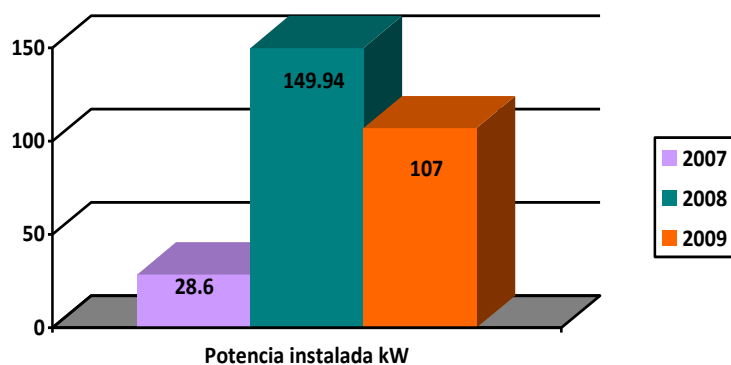


Figura 9. Potencia instalada por año. Período 2007-2009.

En la medida que se fue haciendo evidente la necesidad de introducir nuevas tecnologías y la empresa estuvo en condiciones financieras de realizar la compra, se hicieron los análisis con los especialistas del área tanto en la provincia como en la UNE y se tomaron las decisiones de sustituir o incorporar estos nuevos equipos, este proceso se llevó a cabo durante el año 2008 e inicios del 2009.

En el año 2009, se coloca un analizador de redes en el taller y se obtiene la curva de potencia promedio que se muestra en la figura10.

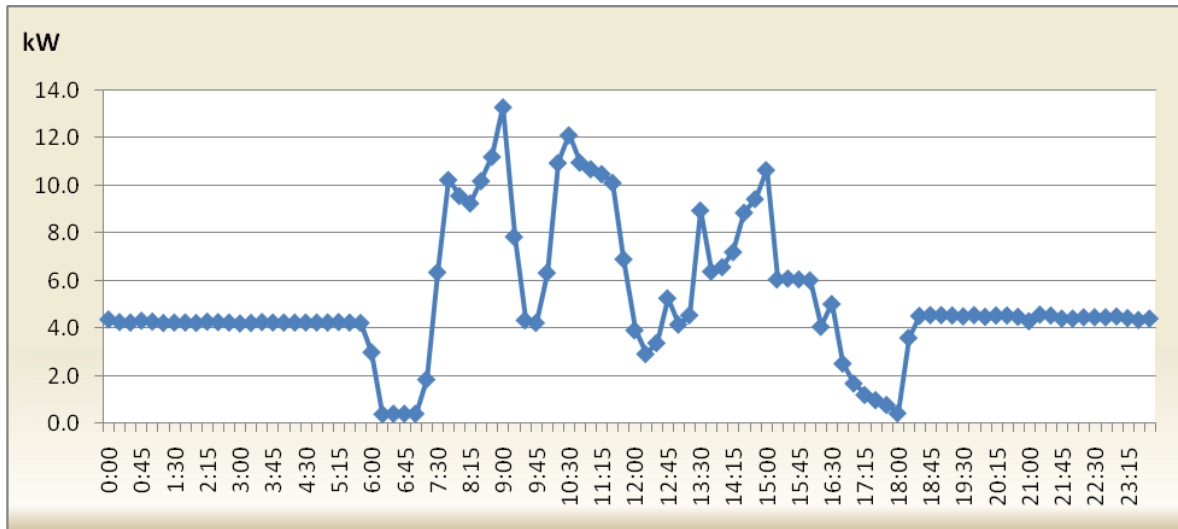


Figura 10. Curva de potencia instantánea por hora.

Como se observa, en la figura 8, ya en el año 2009 aparece una disminución total del consumo de 2.6 MWh, provocado por la sustitución de los equipos, referida anteriormente, y por la sustitución el alumbrado exterior existente de vapor de mercurio de 125W por lámparas de vapor de sodio de 100W, lo cual arrojó una reducción de 1.1 MWh al año, considerando que el alumbrado perimetral trabaja 10 horas diarias, como se muestra en la figura 11.

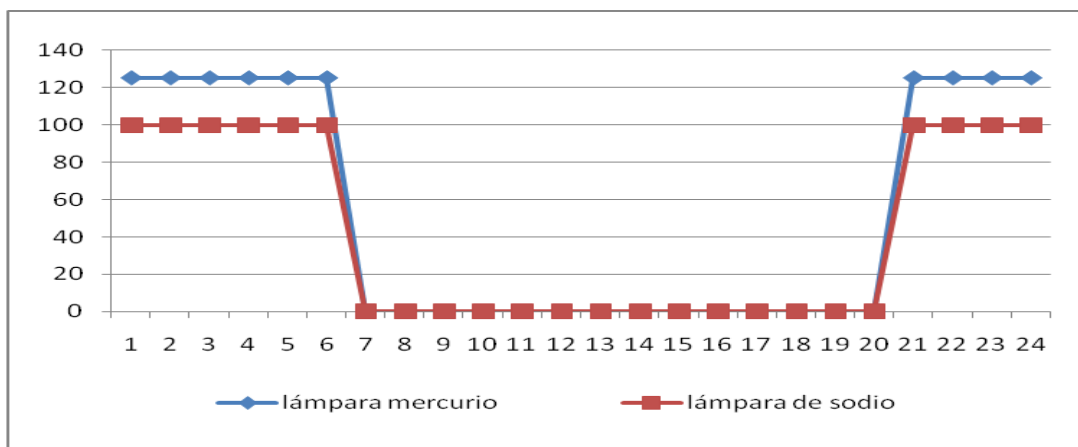


Figura 11. Consumo de lámparas de mercurio (125W) y sodio (100W) por horas, diario.

En el análisis efectuado con la factura de pago del servicio eléctrico, se evidenció el pago por penalizaciones por bajo factor de potencia, siendo este 0.8.

✚ Mejora de factor de potencia (28).

La elevación del factor de potencia puede ser alcanzada con la combinación correcta de diferentes medios técnica y económicamente viables, los cuales pueden ser considerados dentro de dos grandes grupos:

1. Reducción del consumo de potencia reactiva sin la aplicación de medios compensadores.
2. Con la aplicación de medios compensadores.

En la UEB Taller de Transporte, se aplicaron algunas medidas técnicas y organizativas, para contribuir a la reducción de la potencia reactiva sin la aplicación de medios compensadores, como fueron:

✚ Selección correcta de motores, sustituyendo aquellos que resultaban ineficientes.

✚ El reordenamiento del proceso tecnológico.

Para la aplicación de medios compensadores, se realizó el cálculo de un banco de capacitores estáticos, por su bajo costo, reducido mantenimiento y bajas pérdidas de energía.

A continuación se muestra el cálculo efectuado.

$$S_1 = P / \cos \phi_1 = 107 / 0.8 = 133.75 \text{ kVA} \quad (8)$$

$$(S_1)^2 = P^2 + Q^2 \quad (9)$$

$$Q_1 = \sqrt{(S_1)^2 - P^2} = 80.25 \text{ kVAR},$$

Siendo,

Potencia instalada (P) = 107 kW.

Factor de potencia actual (fp_1) = 0.8.

Factor de potencia deseado (fp_2) = 0.96.

Potencia aparente actual (S_1), kVA.

Potencia reactiva actual (Q_1), kVAR

Utilizando el mismo procedimiento se calcula la potencia reactiva deseada (Q_2), obteniendo como resultado:

$Q_2 = 31.2$ kVAR, la diferencia entre Q_1 y Q_2 , es la capacidad aproximada del banco de capacitores que necesito para obtener el factor de potencia deseado, cuyo valor es de 49.05 kVARc.

Utilizando la tabla 4.2. Corrección del factor de potencia (28), pudimos comprobar que los cálculos fueron correctos, ya que según la tabla la capacidad del banco sería de 49.01 kVARc.

Esta UEB paga mensualmente por concepto de consumo de energía eléctrica 3 686.40 pesos, aplicándole la cláusula 7.1.3 del Manual de Consumidores de la Unión Eléctrica, los cálculos son los siguientes:

$$P_p = P_f * f_{pt}/fp_1 \quad (10)$$

$$P_p = 3\,686.40 * 0.90/0.8$$

$$P_p = 4\,147.2 \text{ pesos}$$

Siendo;

P_p – pago por penalización, pesos.

P_f – Pago por factura, pesos.

f_{pt} – factor de potencia mínimo aceptable según tarifa eléctrica aplicable.

fp_1 – factor de potencia actual.

En este caso la mejora del factor de potencia trae consigo la reducción de la factura eléctrica, por el concepto de penalizaciones por bajo factor de potencia, lo que representa en este caso 460.8 pesos mensuales.

Para el cálculo de la bonificación aplicaremos la misma cláusula del Manual de Consumidores, quedando de la siguiente manera:

$$P_b = P_f * f_{p_t}/f_{p_2} \quad (11)$$

$$P_b = 3\,686.40 * 0.92/0.96$$

$$P_b = 3\,532.80 \text{ pesos}$$

Siendo;

P_b – pago por bonificación, pesos.

P_f – Pago por factura, pesos.

f_{p_t} – factor de potencia mínimo a bonificar según tarifa eléctrica aplicable.

f_{p_2} – factor de potencia mejorado.

A partir de estos resultados el pago de la tarifa se reduce por concepto de bonificaciones por factor de potencia en 153.60 pesos mensuales.

En total el pago por concepto de consumo de energía eléctrica se reduce en 614.40 pesos mensuales que en un año representa 7 372.80 pesos.

Es común que para las inversiones de capacitores de 230V el período de recuperación de la inversión sea de dos a seis años, sólo por el concepto de eliminación de penalizaciones por bajo factor de potencia, aunque siempre la decisión final debe estar amparada por un adecuado análisis económico.

Como conclusión parcial, se obtiene que las medidas aplicadas aportan el siguiente resultado:

- ✚ La sustitución de equipos tecnológicos ineficientes por otros más eficientes y la introducción de nuevos equipos permitió reordenar el proceso productivo y sumado a la sustitución del alumbrado perimetral de lámparas de vapor de mercurio de 125W por vapor de sodio de 100W, que aporta una reducción de 1.1 MWh anual, en total se logró una reducción del consumo de 2.6 MWh al año.
- ✚ Con la instalación del banco de capacitores de 50 kVARc se mejora el factor de potencia a 0.96 y se reduce la factura de pago de electricidad en 614.40 pesos mensuales, por concepto de penalización y bonificación por factor de potencia.

3.3. Exceso de consumo de electricidad en la Oficina Central.

En la figura 12, se muestra el consumo de electricidad en los años 2006 y 2007 en la Oficina Central de la Empresa.

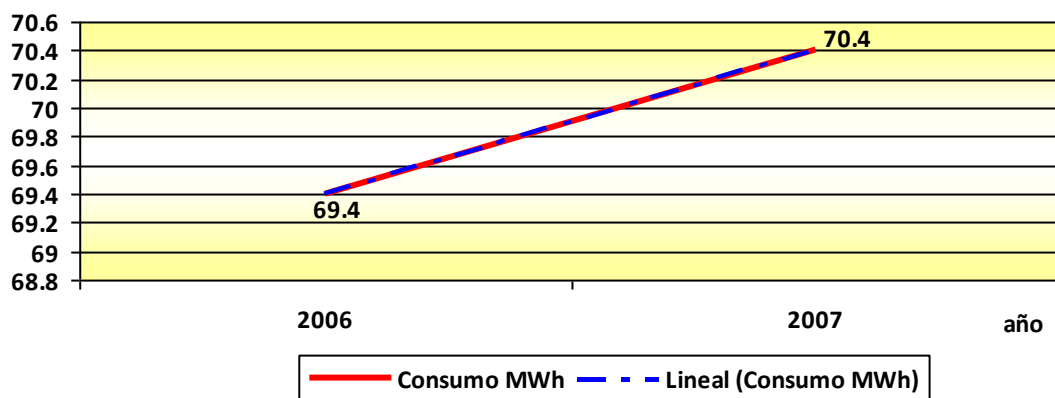


Figura 12. Consumo de electricidad en la Oficina Central de la Empresa. Período 2006-2007.

Como se puede observar existe un incremento del 1.4% del año 2007 con respecto al 2006.

En este caso el sistema de electricidad más alto consumidor, representando alrededor del 50% del consumo total, es el alumbrado, como se muestra en el gráfico de la figura 6, por lo que comenzaremos por aquí el análisis.

La Oficina Central tiene una potencia total instalada en alumbrado de 13.75 kW, distribuido como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Distribución de lámparas por tipo y potencia.

<i>Cantidad</i>	<i>Tipo</i>	<i>Potencia total (kW)</i>
66	4 x 40W	11.88
14	2 x 40W	1.26
8	1 x 40W	0.40
8	1 x 20W	0.21
<i>TOTAL</i>		13.75

Utilizando los datos de la tabla, se realizó el cálculo de la energía consumida por la Oficina Central por este concepto, teniendo en cuenta que la iluminación se utiliza 8 horas promedio diarias, lo cual arrojó el siguiente resultado:

$$E_{(kWh)} = P_{(kW)} \times T_{(horas)} \quad (12)$$

$$E = 13.75 \text{ kW} \times 8 \text{ h}$$

$$E = 109.98 \text{ kWh}$$

O sea, diariamente por concepto de iluminación se consumían en la Oficina Central 109.98 kWh, lo que en un mes significa 2.63 MWh y en un año 31.67 MWh.

A partir de aquí se procedió al cambio de las luminarias de 40W por luminarias de 32W con balastro electrónico, de manera que se logró una reducción del consumo,

pero no se alcanzaba el nivel de iluminancia mantenida mayor que 500 lux, esto fue detectado al realizar mediciones de iluminancia en cada uno de los puestos de trabajo, con el luxómetro.

Para determinar la cantidad de lámparas necesarias para alcanzar este valor de iluminancia (29), realizamos en los locales donde no se cumplía esta condición, mediciones de ancho (A), longitud (L) y altura sobre el plano de trabajo (H).

Se determina, además el factor de reflexión de acuerdo a los colores de techo y paredes, que en este caso es:

Techo claro – 50%

Paredes claras – 50%

Con estos valores determinamos el coeficiente espacial (K),

$$K = (0.8 * A + 0.2 * L) / H \quad (13)$$

Se obtiene el coeficiente de utilización (η) y el factor de mantenimiento (f_m), a partir de las tablas de valores.

Con todos estos datos se calcula el flujo luminoso (Φ_t), necesario para el local:

$$\Phi_t = (E * A * L) / \eta * f_m \quad (14)$$

Considerando, según los datos del fabricante, que las lámparas de 32W Philips, tienen un flujo luminoso (Φ_u) de 3150 lúmenes, (ver anexo 4), el número de lámparas necesario (N_l), se calcula de la siguiente forma:

$$N_l = \Phi_t / \Phi_u \quad (15)$$

Finalmente, de esta forma, se pudo determinar la cantidad de lámparas necesarias en cada local para lograr un nivel de iluminación adecuado, teniendo que instalar 34 nuevas luminarias, además de poner los reflectores en cada una de ellas y

obteniendo en la actualidad una Potencia total instalada de 7.3 kW, lo que en un año significa 16.82 MWh.

Al aplicar la medida de cambio de luminarias, y el reordenamiento de las mismas, se logró una reducción del consumo de 14.86 MWh.

Además de esta medida, también se analizó en la Oficina Central el consumo de energía eléctrica por concepto de climatización, ya que tenía en existencia 16 aire acondicionados soviéticos de 2.5 kW, cada uno con más de 10 años de explotación, con problemas en el termostato para el control de la temperatura y por lo tanto en su sistema de arranque y parada que los mantenía trabajando alrededor de 6 horas de forma continua, lo cual representaba un consumo de 240 kWh diario y en un año teniendo en cuenta los días de altas temperaturas (18 días al mes en 7 meses) sería 30.24 MWh.

En el año 2008, se sustituyen los equipos ineficientes y por tanto los aire acondicionados manteniendo los requerimientos de climatización de cada local (toneladas de refrigeración por metros cúbicos del local), y logrando además la hermeticidad de éstos para mantener la temperatura en 24°C, se realizaron mediciones con el analizador de redes y se determinó que éstos trabajan 6 horas al día y la potencia promedio es 1.75 kW, de ahí que se obtenga un consumo al año de 23.81 MWh, logrando por este concepto una reducción del consumo en un año de 6.43 MWh.

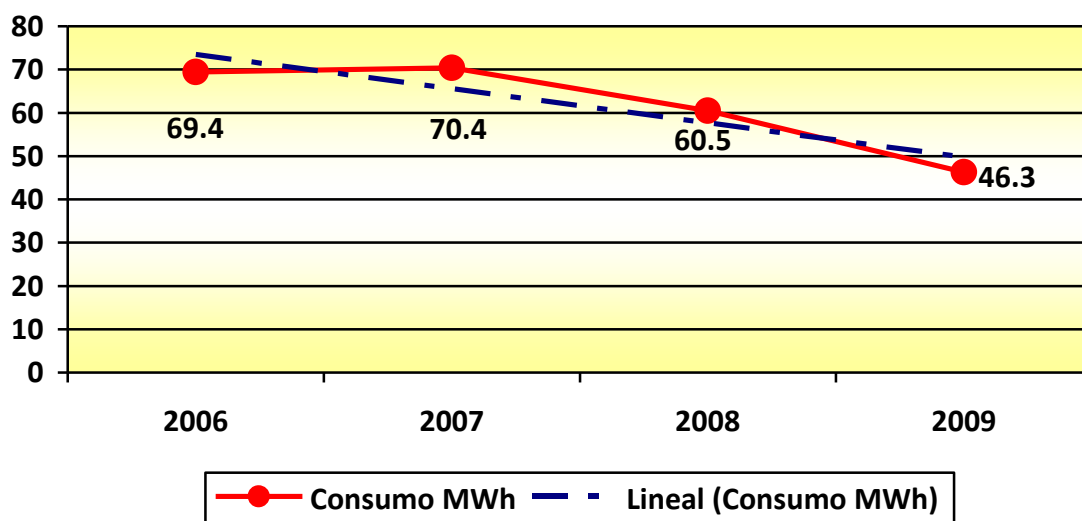


Figura 13. Consumo de electricidad en la Oficina Central. Período 2006-2009.

Como se muestra en la figura, se obtuvo en la Oficina Central una reducción de un 33% del total de energía consumida en el año 2006, donde el 92.2%, 21.29 MWh, fueron el resultado del cambio de luminarias y aire acondicionado y el resto por la aplicación de las medidas organizativas a partir de la necesidad de la provincia de reducir el elevado consumo energético.

Con la consolidación de las acciones ejecutadas, se obtiene una reducción del consumo de energía eléctrica, en la Oficina Central, con respecto al 2008, de 14.14 MWh, como se muestra en la figura 14, de estos:

- ✚ El cambio de luminarias aportó una disminución del consumo de 8.03 MWh.
- ✚ El cambio de equipos de climatización ineficientes por otros más eficientes representó una reducción de 6.12 MWh.

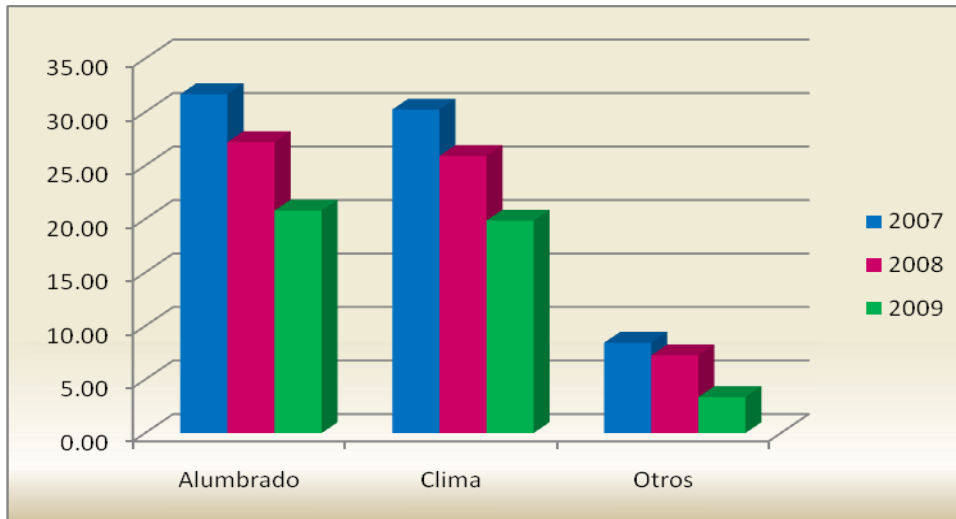


Figura 14. Comportamiento del consumo en MWh por sistemas consumidores.

Estos resultados fueron posibles, además, por la aplicación de medidas organizativas, como son:

- ✚ Certificación de locales con condiciones de hermeticidad.
- ✚ Reducción del tiempo de uso de los equipos de climatización.
- ✚ Mantener el ajuste de temperatura del equipo a 24°C.
- ✚ Colocación de brazos hidráulicos en las puertas de los locales climatizados.

Consideramos que todavía existen potencialidades de ahorro en el sistema de iluminación, teniendo en cuenta que han surgido nuevas tecnologías como es la nueva generación de luminarias a base de bombillos LED, la cual tiene dos avances fundamentales, mayor intensidad de luz con un consumo eléctrico que es un 40% menor y es una iluminación dinámica, que no solo enciende ni se apaga, sino que puede cambiar la intensidad de luz a gusto del usuario (30).

3.4.Exceso de consumo de electricidad en la UEB Aseguramiento y Logística

Para realizar el análisis del consumo de electricidad en el sistema de refrigeración del comedor provincial, se instaló en la nevera un analizador de redes, en la figura 15, se muestra el consumo de electricidad de la nevera en el período 2006-2009.

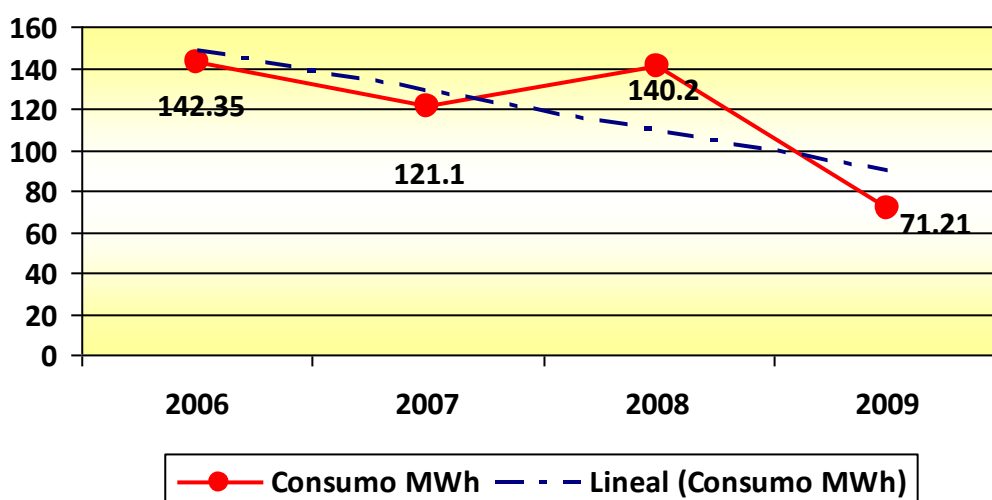


Figura 15. Consumo de electricidad nevera comedor provincial. Período 2006-2009.

En el año 2007 la nevera muestra una reducción del consumo producto a varios problemas técnicos que se presentaron durante el año y en el año 2008 vuelve a su comportamiento normal de alto consumo.

A finales del año 2008 se realizaron un grupo de acciones, que se relacionan a continuación, que arrojan una reducción del consumo en el año 2009 de 68.99 MWh, respecto al consumo del año 2008.

1. El cambio de junta y mejoramiento de las condiciones técnicas de la puerta, lo que evita aperturas y cierres innecesarios, se instalaron, además, puertas intermedias para evitar abrir todo el local, en dependencia del producto que se quiera conservar.

2. Mejoramiento del cuarto de máquina, se reconstruyó el local, donde existe mayor ventilación, evitándose de esta manera el calentamiento de los motores y el equipo de frío.
3. Se mejoró el estado técnico del equipo de frío, haciendo cambio de filtros y tuberías de gas, así como de las mangueras protectoras y efectuando el relleno de gas de las máquinas de frío.
4. Se diseñó un circuito de control automático para controlar el encendido y apagado del motor. Se colocó un termostato regulado con los valores de trabajo para evitar el régimen de trabajo continuo, reduciéndolo a 16 horas diarias y logrando una reducción del consumo por este concepto de 44.9 MWh al año.

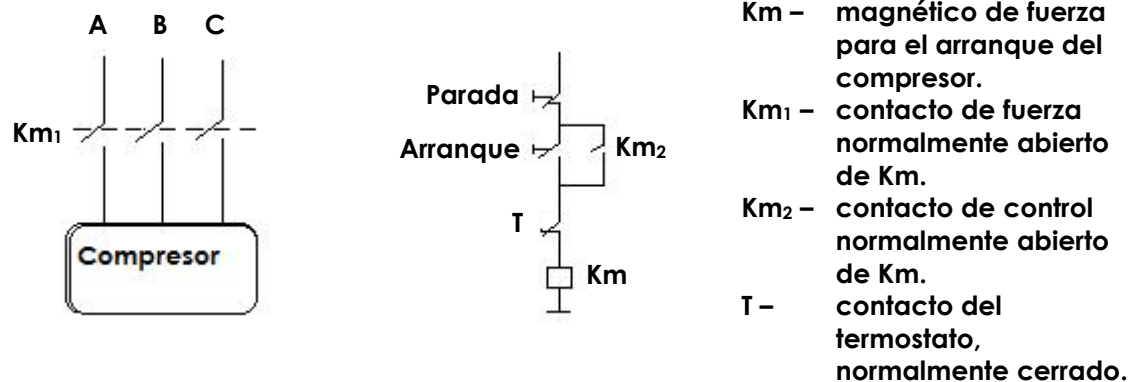


Figura 16. Diagrama del circuito de control automático diseñado para la nevera.

En la figura 17 se muestra el comportamiento de la potencia de la nevera del año 2009 respecto al año 2006, en un día promedio, como resultado de las acciones realizadas.

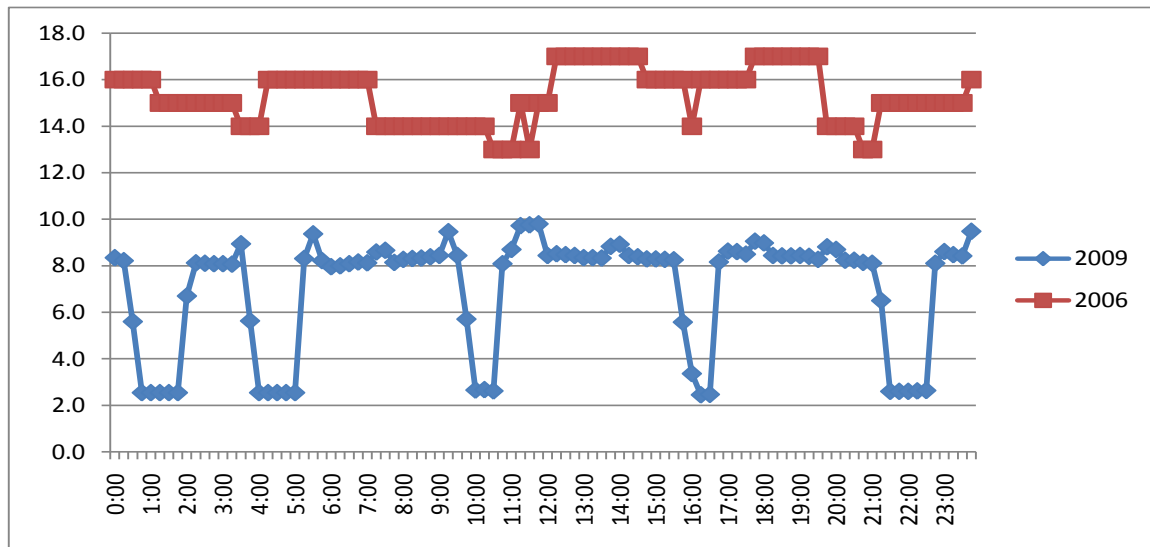


Figura 17. Comparación de la potencia instantánea, en kW, en un día. Año 2006 y 2009.

3.5. Medidas de organizativas y de capacitación aplicadas.

Para elevar la cultura de ahorro energético por parte de los trabajadores claves se trazó una estrategia que consistió en diseñar y desarrollar un plan de capacitación que entre otras contemplaba las siguientes acciones:

- ✚ Curso de energía sobre documentos regulatorios relacionados con la planificación, uso y control de los portadores energéticos.
- ✚ Curso sobre balance de carga.
- ✚ Conferencia sobre el ahorro de portadores energéticos.
- ✚ Diplomado en eficiencia energética,
- ✚ Sistema de frío y climatización.
- ✚ Adiestramiento sobre mediciones de equipos monofásicos y trifásicos
- ✚ Recalificación sobre el acomodo de carga en consumidores estatales

Además de esto fue necesario implementar algunas medidas de organizativas, como fueron:

- ✚ Coordinar con nuestros compañeros de la UEB Uso Racional de la Energía para que impartieran breves conferencias sobre ahorro y uso racional de la electricidad en cada una de las UEB de la empresa, haciendo énfasis en las mayores consumidoras.
- ✚ Se revisaron y mejoraron las planificaciones de consumo de energía eléctrica, realizadas atendiendo a las posibilidades reales de ahorro de nuestra empresa y teniendo en cuenta el crecimiento natural de ésta.
- ✚ Se estableció la información diaria a la dirección de la empresa del consumo de cada una de las UEB y en caso de existir desviaciones del plan se enviará por vía correo la causa de dicha desviación.
- ✚ Se estableció de acuerdo con el sindicato una emulación entre las áreas para identificar los derrochadores, lo cual se informa en los matutinos semanales de cada UEB.
- ✚ Se estableció en la emulación entre UEB, por la sede del día del eléctrico, la penalización con dos puntos, de diez que es el total, por el incumplimiento en la entrega de la información diaria del consumo.
- ✚ Se estableció que en las UEB que incumplan su plan de consumo de electricidad, el consejo de administración, pierde la estimulación correspondiente al mes incumplido.

3.6. Resultados del cálculo económico

Al cierre del mes de octubre del presente año, la empresa obtuvo una reducción del consumo de energía eléctrica, de 115 234 kWh, con respecto al año 2009, con una inversión, por concepto de compra de equipos, de 23 017.00 pesos.

Según el procedimiento descrito en el epígrafe 2.6 y después de realizar el balance de gastos e ingresos, se completó la tabla 4 y se graficó en la figura 16, donde se muestra que la inversión se recupera en dos años.

Para el cálculo se tuvieron en cuenta los siguientes elementos de gastos:

Tabla 4. Elementos de gastos e ingresos de la inversión.

		Año 2009		Gastos de operación	
Elementos de Gasto		CUC	MN	CUC	MN
Salario Básico	1	0.00	1300.00	0.00	390.00
Vacaciones (1*9.09%)	2	0.00	118.17	0.00	35.45
Seguridad Social ((1+2)*14%)	3	0.00	198.54	0.00	59.56
Gastos de Salario (1+2+3)	4	0.00	1616.71	0.00	485.01
Resolución 63	5	0.00	0.00	0.00	0.00
Vacaciones (5*9.09%)	6	0.00	0.00	0.00	0.00
Seguridad Social ((5+6)*14%)	7	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos de Estimulación (5+6+7)	8	0.00	0.00	0.00	0.00
Materiales y equipos	9	23017.00	3452.55	0.00	3452.55
Otros Gastos Directos	10	50.00	300.00	0.00	300.00
Total de Gastos Directos (4+8+9+10)	11	23067.00	5369.26	0.00	4237.56
Coeficiente de Gastos Indirectos	12	0.10	0.10	0.10	0.10
Gastos Indirectos ((1+2+5+6)*12)	13	0.00	141.82	0.00	42.55
Subtotal de Presupuesto (11+13)	14	23067.00	5511.08	0.00	4280.11
Coeficiente Know How	15	0.10	0.00	0.10	0.00
Know How (14*15)	16	2306.70	0.00	0.00	0.00
Rango de utilidad acordado	17	0.19	0.11	0.00	0.00
Utilidad (14+16)*17	18	4767.21	610.96	0.00	0.00
Total GENERAL (14+16+18)	19	30140.91	6122.04	0.00	4280.11

En el caso del salario básico se tuvo en cuenta el salario de los energéticos pertenecientes a las cuatro UEB mayores consumidoras.

Para llegar al valor de los materiales y equipos se sumaron los precios de cada uno de los equipos comprados, los que se muestran a continuación, en la tabla 5:

Tabla 5. Precio de los recursos adquiridos.

Recursos a adquirir		Cantidad	Precio	Valor
Equilibrador de neumático	CUC	1	3700.88	3700.88
Planta elevadora	CUC	2	4645.74	9291.48
Maquina de soldar	CUC	1	1705.84	1705.84
Split	CUC	5	1200	6000
Lampara sodio	CUC	12	76.65	919.8
Lampara 32 W	CUC	100	13.99	1399
TOTAL	CUC			23017

En otros gastos directos se contemplaron otros materiales que fueron necesarios para la instalación de dichos equipos, como son, cable, tape y tomacorrientes.

Se usó en el cálculo un coeficiente de Know How del 10%, como promedio entre los diferentes proveedores utilizados, o sea todo lo que se necesita para la asesoría en montaje y capacitación y el rango de utilidad acordado fue del 19%, al realizar todos los cálculos se determinó que los Gastos totales de la inversión ascienden a 30 140.91 CUC.

En la tabla 6 se muestra el cálculo de los gastos en la compra de equipos se tuvo en cuenta los gastos en que incurren los balancistas para ejecutar dichas compras, ya sea gasto de combustible, papel, cintas para las impresoras, ponches, roturas de los carros, etc y las dietas que se incluyen en la moneda nacional.

El montaje de los equipos tiene en cuenta los cambios estructurales que fue necesario hacer para instalar los equipos.

Tabla 6. Gastos e ingresos utilizados para el cálculo de la factibilidad económica.

Gastos de Inversión		CUC	MN
Compra de equipos	1	500.00	485.01
Montaje de equipos	2		4422.58
Otros gastos	3	50.00	461.67
TOTAL DE GASTOS		550.00	5369.26

Gastos de operación		Primer año		Segundo año		tercer año		Cuarto año		quinto año	
	1	CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN
Gastos totales de inversión	2	30140.91	10402.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Operación en sistemas	2	0.00	1616.71	0.00	461.92	0.00	461.92	0.00	461.92	0.00	461.92
TOTAL DE GASTOS		30140.91	12018.86	0.00	461.92	0.00	461.92	0.00	461.92	0.00	461.92

INGRESOS

Ingresos primer año											
Ahorro de energía eléctrica dejada de consumir	1	30941	13260	30941	13260	30941	13260	30941	13260	30941	13260
TOTAL DE INGRESOS		30941	13260	30941	13260	30941	13260	30941	13260	30941	13260
FC		800	1241	30941	12798	30941	12798	30941	12798	30941	12798

En el caso de los ingresos se tuvo en cuenta el ahorro de energía logrado con la aplicación de las medidas técnicas y organizativas planteadas, el cual ascendió a 115 234 kWh, considerando el índice de consumo de combustible en la generación de 340 g/kW y el precio del barril de petróleo a 75 pesos, esta reducción representa en pesos 44 200.90, de ellos, en CUC 30 940.63 pesos y en MN 13 260.27 pesos.

Tabla 7. Cálculo económico y balance de la inversión.

	CUC	MN	Año 2009		Año 2010		Año 2011		Año 2012		Año 2013	
Datos iniciales			CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN
Ingresos (I),			800	13260.27	30940.63	13260.27	30940.63	13260.269	30940.63	13260.269	30940.63	13260.269
Gastos (G),			550	9649	0	500	0	500	0	500	0	500
Costo inversión (Ko),	30141	10402										
Tasa de interés (r) , %			15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Tasa de inflación (f), %			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Margen de riesgo, %			2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Tasa de impuestos (t), %			35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Vida útil estimada, años			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Resultados												
Año	0		1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
Depreciación (Dep),			3014	1040	3014	1040	3014	1040	3014	1040	3014	1040
Flujo de caja (Fcj),			1217	2711	21166	8658	21166	8658	21166	8658	21166	8658
Tasa de interés real (R)			0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
Tasa de descuento real (D)			0.123	0.123	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124
Factor de descuento TIR			89%	0.890	0.791	0.791	0.704	0.704	0.626	0.626	0.557	0.557
Flujo de caja descontado (Fd), ()			1084	2414	16747	6850	14896	6093	13250	5420	11786	4821
Flujo descontado acumulado (Fda), VPNC,	-30141	-10402	-29057	-7988	-12311	-1138	2586	4955	15835	10375	27621	15196
Ingresos y Gastos de Operación												
Año	0		1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
Flujo de caja (Fc),			800	1241	30941	12798	30941	12798	30941	12798	30941	12798
Tasa de descuento real (D)			0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Factor de descuento (TIR)			89%	89%	79%	79%	70%	70%	62%	62%	55%	55%
Flujo de caja descontado (Fd),			711	1103	24447	10112	21731	8989	19316	7990	17170	7102
Flujo descontado acumulado (Fda), VPNB	-30141	-10402	-29430	-9299	-4983	814	16747	9802	36064	17792	53233	24894
RCB=VPNC/VPNR<1			0.987	0.859	2.470	-1.399	0.154	0.506	0.439	0.583	0.519	0.610
TIR>D			7.111	7.111	6.321	6.321	5.619	5.619	4.994	4.994	4.439	4.439

Tomando los resultados de la tabla 6, en cuanto a total de ingresos, total de gastos y costo de la inversión, y teniendo en cuenta las tasa de interés, inflación, impuesto, el margen de riesgo y la estimación de una vida útil para los equipos de 10 años y utilizando el método descrito en el epígrafe 2.5, se obtienen los resultados que se muestran en la figura 16.

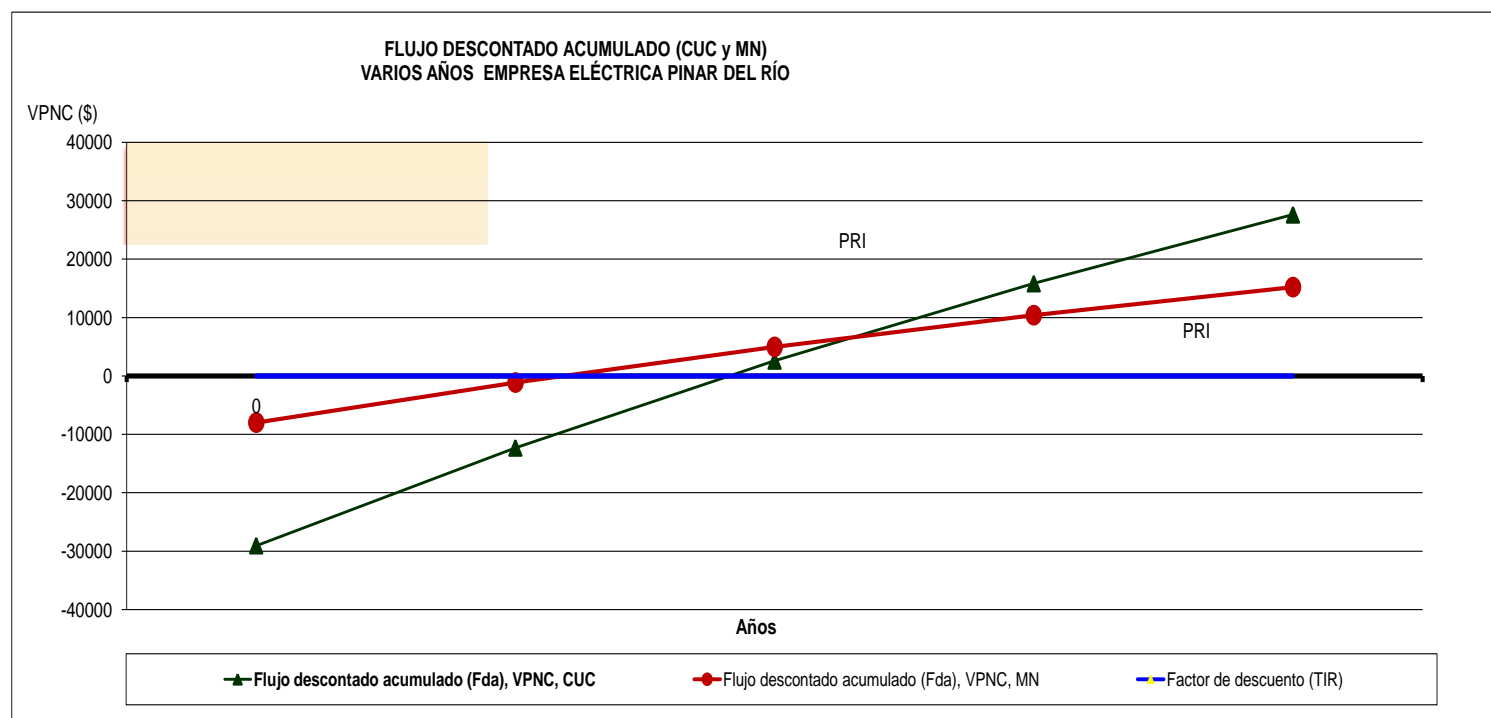


Figura 16. Gráfico del TIR y el VPNC.

CONCLUSIONES

A partir del diagnóstico realizado, se evaluaron los datos de consumo de energía eléctrica de los sistemas de iluminación, climatización y refrigeración, determinándose las UEB más consumidoras y dentro de ellas los sistemas determinantes en el consumo total.

Se realizaron cambios en los sistemas analizados, tales como: sustitución de equipos de climatización, máquinas de taller, lámparas más eficientes, cambios tecnológicos en la cámara fría, entre otros, que permitieron apoyadas por las medidas de carácter organizativo lograr una reducción del consumo de energía eléctrica de 115.23 MWh en el año 2009. Además se propone la instalación de un banco de capacitores en la UEB Taller de Transporte.

Se elaboró un Plan de capacitación que cubre las necesidades actuales de una empresa y que unido a las medidas organizativas planteadas contribuyen a un trabajo más personalizado con los trabajadores en busca de elevar la conciencia de ahorro y la responsabilidad desde su puesto de trabajo.

El aporte en pesos debido al ahorro en consumo como resultado del presente trabajo asciende a 44 200.90 pesos, la inversión es de 30 140.91 y la recuperación de la misma será en un tiempo menor a los dos años.

RECOMENDACIONES

1. Profundizar en el tema de capacitación de los operarios de los puestos claves con el objetivo de consolidar el trabajo realizado y lograr mayor eficiencia energética en la empresa.
2. Efectuar el cálculo económico de la instalación del banco de capacitores en la UEB Taller de Transporte.
3. Continuar el análisis de la introducción en el sistema de alumbrado de las luminarias de nueva generación, los bombillos LED.
4. Generalizar este trabajo al resto de las UEB de la empresa y a otras empresas eléctricas del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castro, R. F., Informe Central al II Congreso del PCC. Editora Política. Ciudad Habana, 1981.
2. García Vera, Y., “La Revolución energética en Cuba. Resultados y Perspectivas”. p. 3, 6, 9, 19, 38. 2007.
3. Tejeda, J., “Acomodo de Cargas”. Dirección Técnica. Empresa Comercializadora de Combustibles Villa Clara. Forum de Ciencia y Técnica. 2005.
4. Posso, F. Energía y Ambiente: pasado, presente y futuro. Parte tres: Sistema Energético basado en el hidrógeno. Universidad de Los Andes-Táchira. p.49-66. 2002.
5. González, P.F. y Colectivo de Autores. Energía y desarrollo sostenible Editorial Política/ La Habana. p. 94. 2006.
6. www.wuppreinst.org.
7. Álvarez, B. A. y Montes, N. L: “¿Cuál cambio estructural requiere el sector energético mexicano?”, Facultad de Economía, UNAM, México, 2005.
8. Fuente: Agencia Internacional de Energía (AIE), 2005.
9. Turrini, E. El camino del Sol, Editorial de Cubasolar, Ciudad de La Habana. p 39. 1999.
10. Viego, F. P. y Colectivo de autores. Temas especiales de sistemas eléctricos industriales. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos. p 9. Año 2007.
11. Anónimo. Fuente: Climate Data: Insights and observations, PEW Center on Global Climate Change, diciembre de 2004.

12. Anónimo. "Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)", Programa Argentina Ambiental, 2004
13. S. Dunn, C. Flavin: Moving the climate change agenda forward, State of the world 2002, W.W. Norton & Company, New York. p. 28. 2002.
14. Descripción, Desarrollo y Perspectivas de las Energías Renovables en La Argentina y en el Mundo. Secretaría de la Energía de la Nación, Mayo de 2004.
15. "Cambio Climático: El Rol de la Argentina", portal web: www.worldbank.org.
16. Kapitsa, P. "Problemas globales y la energía", en Experimento, teoría y práctica, Editorial Mir, Moscú. p 87. 1985.
17. Borroto, N. A., y Monteagudo, L. J., "Gestión y economía energética", Universidad de Cienfuegos. p 3-8. 2007.
18. Roa Avendaño T.: "El cambio climático otra deuda ecológica".__Colombia: CENSAT Agua Viva, F o E, 2002.
19. Pérez Leiva, Orlando Lucas. Procedimiento para el desarrollo de la estrategia del sistema logístico de distribución en la Empresa Comercializadora de Combustibles de Villa Clara. Tesis de maestría. p 11. 2007.
20. García Vera, Y., "La Revolución energética en Cuba. Resultados y Perspectivas". p 14-17. 2007.
21. Programas de la Revolución Energética. Unión Nacional Eléctrica, Febrero del 2008.
22. Castro, R. F., Discurso pronunciado en la Empresa Eléctrica Ciudad Habana, Mayo 2006.

23. Borroto, N. A., y Monteagudo, L. J., “Gestión y economía energética”, Universidad de Cienfuegos. p 25. 2007.
24. Brundtland, G.H. “ Nuestro futuro común”, 1987.
25. Guía de la Supervisión. Dirección de Supervisión de Consumo y Control de los Portadores Energéticos. MINBAS. UNE. Febrero 2008.
26. Borroto, N. A., y Monteagudo, L. J., “Gestión y economía energética”, Universidad de Cienfuegos. p 21-22. 2007.
27. NC-ISO 8995/CIE S 008:2003. Iluminación de puestos de trabajo en interiores.
28. Viego, F. P. y Colectivo de autores. Temas especiales de sistemas eléctricos industriales. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos. p 46-51. Año 2007.
29. Manual de Luminotécnica práctica. Oficina de proyectos y laboratorio INDALUX.SA. 2002.
30. <http://www.fundacionsustentable.org/article2272>.

ANEXO 1 PROBLEMAS QUE PROVOCAN EL DETERIORO DE LOS ÍNDICES DE CONSUMO Y LAS MEDIDAS APLICADAS.

No	Banco de Problemas	Causa	Medidas	Responsable
1	No existe convenio de demanda con la UEB Uso Racional de la Energía.	Falta el cálculo actualizado de la demanda.	1. Realizar cálculo de la demanda y actualizar convenio de demanda con la UEB, así como el contrato de servicio eléctrico.	Directores de UEB.
2	Desconocimiento del consumo diario de energía eléctrica por los trabajadores.	No se leen los contadores de energía diariamente.	2. Implantar registro diario de autolectura. 3. Planificar consumo de acuerdo a los días laborables y libres.	Energético.
3	Falta análisis de los índices de consumo de energía eléctrica.	Falta de control de la energía.	4. Seccionalizar los consumos por áreas en la Base de aseguramiento y Transporte y el Centro de Operaciones. 5. Seccionalizar las líneas de alimentación en los talleres para que cada consumidor eléctrico tenga su interruptor independiente. 6. Calcular la estructura de consumo de los portadores energéticos de la UEB. 7. Información mensual a los trabajadores en las asambleas de la Sección Sindical y semanal en los matutinos sobre el comportamiento de los portadores energéticos y su impacto en los gastos de la UEB.	Directores de UEB y energéticos.
4	Dificultad en la hermeticidad de locales climatizados que	Deterioro de la carpintería.	8. Confeccionar nueva carpintería para sustituir la existente.	J' de brigada construcción y

	provocan exceso de consumo de energía eléctrica.	Tecnología obsoleta.	9. Colocación de cortinas de colores claros donde hay cristales. 10.Mantenimiento periódico a los equipos de aire acondicionado. 11.Sustitución de tecnología.	mantenimiento Dtor. de UEB Balancista distribuidor
5	Exceso de consumo en sistemas de refrigeración.	Tecnología obsoleta.	12.No introducir productos con alta temperatura. 13.Efectuar el cambio de junta donde se requiera y lograr la hermeticidad de las puertas. 14.Cambio de tecnología en los compresores.	J' de brigada construcción y mantenimiento Dtor. de UEB Balancista distribuidor
6	Utilización de equipos ineficientes.	Situación financiera.	15.Incluir en los planes de la economía para ejecutar la sustitución de los equipos ineficientes.	Dtor. General Dtor. Económico Dtor. UEB
7	Deficiente iluminación en las oficinas y alto consumo de electricidad.	Sistema de iluminación incompleto.	16.Completamiento del sistema de alumbrado sustituyendo lámparas de 40W por 32W con balastro electrónico.	Dtor.UEB. Técnicos Uso Racional Energía
8	Falta de cultura en la innovación para solucionar los problemas energéticos.	Deficiente información a los trabajadores.	17.Promover entre los trabajadores la participación en el Forum en temas relacionados con el uso de los portadores energéticos.	Directores, sindicato y otros factores del Centro.
9	Exceso de consumo en el alumbrado exterior.	Tecnología obsoleta.	18.Efectuar cambio de luminarias con lámparas de mercurio por luminarias con lámparas de vapor de sodio.	Dtor. Técnico Jefes de operaciones UEB.

10	Existencia de motores subcargados.	Situación financiera.	19.Sustituir motor por otros que sea adecuado al equipo tecnológico.	Jefes de Taller.
11	No existe evidencia documental del trabajo del Consejo energético.	No cumplimiento de las indicaciones de la Dirección General	20.Controlar y dar seguimiento al funcionamiento del Consejo energético en cada UEB.	Dtor. UEB. Energético.

Aprobado: Ing. Ramón Miguel Pedrera Valdés

Director General

Empresa Eléctrica Pinar del Río

ANEXO 2. PLAN DE CAPACITACIÓN

Acciones de Capacitación.	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Lugar donde se imparte	A graduar por categoría		
				Dirigente	Técnico	Obrero
Curso de energía sobre documentos regulatorios relacionados con la planificación, uso y control de los portadores energéticos.	05/10/09	29/10/09	Interno	29	20	53
Curso sobre mantenimiento técnico y reparaciones.	12/10/09	30/10/09	ESIB		20	5
Curso para la utilización de Equipos de diagnóstico para comprobación de los índices y parámetros del vehículo.			Interno		6	5
Curso sobre balance de carga.	16/11/09	27/11/09	Interno	1	13	8
Seminario sobre inspección mecánica al automóvil.	5/10/09	16/10/09	Interno		6	30
Seminario sobre la Resolución 224 del Mitrans. (Hojas de Ruta)	14/09/09	18/09/09	Interno	29	20	5
Seminario sobre la Resolución 297 de Contabilidad y Finanzas.	21/09/09	25/09/09	Interno	29	20	5
Reciclajes para chóferes.	01/10/09	02/10/09	Esc. Transito.			80
Conferencia sobre el ahorro de portadores energéticos.	08/04/09	08/04/09	Interno	22		

Diplomado Ingeniería Mecánica.	16/02/09	17/07/09	Interno	3	20	75
Diplomado en eficiencia energética.	07/12/09	24/12/09	UPR	1		
Sistema de frío y climatización.	19/10/09	30/10/09	ENUNE	1		
Adiestramiento sobre mediciones de equipos monofásicos y trifásicos.	16/11/09	27/11/09	ENUNE		9	1
Recalificación sobre el acomodo de carga en consumidores estatales.	02/11/09	13/11/09	Interno		14	
Curso sobre, Access, Excel y Power-Point.	14/11/09	25/11/09	Joven Club		19	
Reciclaje sobre el cálculo de diagnóstico energético.	08/06/09	19/06/09	ENUNE	1	19	
Curso sobre cálculo de banco de capacitores para mejoramiento del factor de potencia.	16/03/09	27/03/09	Interno		11	
Adiestramiento en las mediciones de metros.	06/04/09	10/04/09	Interno		19	1
Adiestramiento en tarifa eléctrica estatal y residencial.	13/04/09	17/04/09	Interno	1	14	2
Curso de Acreditación para Supervisores.	02/02/09	27/02/09	ENUNE		10	

ANEXO 3. DIAGNÓSTICO.

1. No se ha realizado el convenio de demanda con la UEB Uso Racional de la Energía.
2. No se realiza la autolectura diaria.
3. No se realiza una correcta planificación del plan operativo de consumo del servicio eléctrico.
4. No se analizan los índices de consumo del servicio eléctrico.
5. No se realiza el cálculo de la estructura de consumo de los portadores energéticos.
6. No se divulga entre los trabajadores el portador energético de mayor impacto en los gastos de la entidad.
7. No está garantizada la hermeticidad de los locales climatizados.
8. No se han sustituido los equipos ineficientes por otros de menor potencia.
9. No se ha realizado la sustitución las lámparas de 40W por la de 32 W con balastro electrónico.
10. No se analiza en las reuniones con los trabajadores el tema del ahorro energético, a partir de la importancia que le concede la dirección de la Revolución.
11. No existe evidencia documental del trabajo del Consejo energético.
12. No se han realizado estudios de factor de potencia en el Taller de transporte.
13. Falta de medios de medición para seccionalizar los consumos por áreas, en la Base de Aseguramiento, Transporte y Escuela de Capacitación.

14. No están seccionalizadas las líneas de alimentación con interruptores individuales para cada equipo consumidor en la nave de chapistería del Taller de Transporte.
15. No se potencia el trabajo de los innovadores en los temas de ahorro de electricidad recogidos en el banco de problemas de la empresa.
16. Alto consumo en el alumbrado exterior.

ANEXO 4: Características técnicas, lámparas de 32W con balastro electrónico.

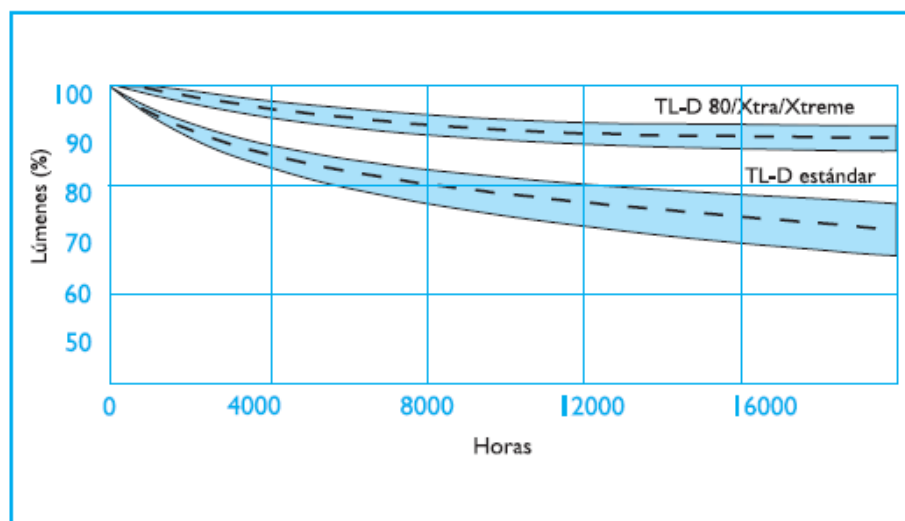
MASTER TL-D Super 80 HF 32W



LAMPARAS TL-D SUPER 80

- ✓ 30% más de luz que las lámparas estándar.
- ✓ Vida útil de 30 000 horas superior a las lámparas estándar de 7 500 horas.
- ✓ Vida promedio 24 000 horas.
- ✓ Bajos costos de mantenimiento.
- ✓ Buena reproducción cromática (Ra=85)
- ✓ Bajo contenido de mercurio, solo 2mg. Disminuye un 80% el contenido de mercurio comparada con las lámparas estándar.
- ✓ Potencia de lámpara estimada, 32W
- ✓ Temperatura de color, 6500 °K. Blanco Frío.
- ✓ Lámpara de alta frecuencia.
- ✓ Forma de lámpara T8, 26mm de diámetro.
- ✓ Etiqueta eficiencia energética (Clase A)
- ✓ Flujo luminoso de la lámpara con balastro electrónico, 3150 lm
- ✓ Protección exclusiva de los electrodos que asegura el mantenimiento de luz y reduce el oscurecimiento de los extremos de la misma.
- ✓ Reemplazo ideal de sistemas T12, con los beneficios de mayor vida y ahorro de energía.
- ✓ Requiere balastro para su funcionamiento.
- ✓ Baja depreciación luminosa <10%
- ✓ Eficiencia 98,43 Lúmenes por Watt

Mantenimiento del flujo de MASTER TL-D Super 80 frente a fluorescencia estándar





BALASTRO ELECTRONICO

Balastro Centium ICN-2M32-MC

- ✓ Ahorro de energía, hasta un 37% menos de consumo comparado con un sistema convencional.
- ✓ Prolongación de hasta el 50% de la vida útil de la lámpara y reducción, por tanto, de los costos de mantenimiento.
- ✓ Encendido suave, y rápido sin parpadeos.
- ✓ Ausencia de efectos estroboscópicos, gracias a su funcionamiento de alta frecuencia.
- ✓ Ausencia de parpadeo al final de la vida útil de la lámpara, se desconecta automáticamente.
- ✓ Detección de sobretensiones y protección en la entrada de red.
- ✓ Mantenimiento del flujo luminoso con variaciones en la tensión de red.
- ✓ Cubierta metálica con encapsulante térmico el cual remueve el calor de los componentes del balastro de forma más efectiva.
- ✓ Tecnología IntelliVolt® que asegura tener el voltaje correcto mientras que reducimos el número de balastos necesarios en inventario de mantenimiento. Tolerancia de la tensión 105V-305V
- ✓ Estándar de calidad: ISO 9000
- ✓ Estándares de seguridad: NOM, UL.
- ✓ Frecuencia de operación 60Hz.
- ✓ Protección térmica inherente.
- ✓ Es capaz de gobernar hasta 2 lámparas de 32W
- ✓ Opera arriba de los 40 kHz, eliminando interferencias con controles infrarrojos y aumentando la eficiencia de la lámpara en un 10%
- ✓ Encendido instantáneo que demanda menos energía que los balastos de arranque rápido.
- ✓ Microprocesador que brinda la corriente óptima para operar cualquier lámpara bajo cualquier situación.

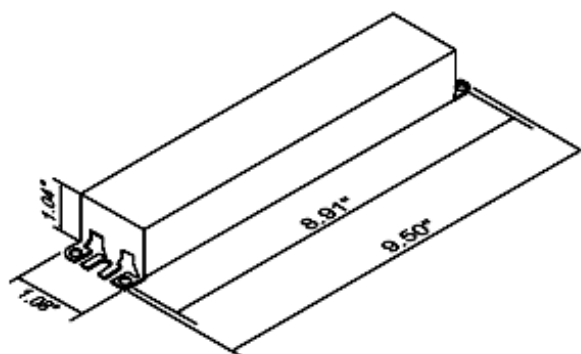
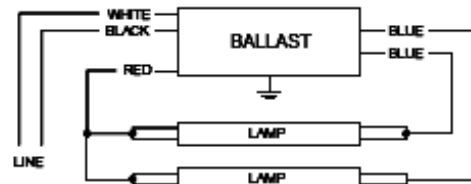
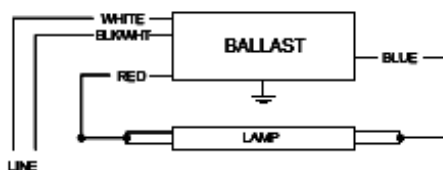
Catálogo	Clave	Tipo de lámpara	Lámpara Watts Número	A Línea	W Línea	% THD	F.B.	Dim.	F.P.	Diagrama de Conexión	Piezas por caja	Peso por caja (kg)
----------	-------	-----------------	-------------------------	------------	------------	-------	------	------	------	----------------------------	-----------------------	--------------------------

Arranque instantáneo Electrónicos Centium MicroCan IntelliVolt® Multivoltaje 120 a 277 V 50/60 Hz

ICN-2M32-MC	118778	F14T5	14	2	0.3	36	<10	S-2	0.98	10	20	6.81
		F17T8	17		0.26	31						
		F21T5	21		0.42	50						
		F25T8	25		0.37	44						
		F28T5	28		0.57	68						
		F32T8	32		0.5	59						
		F32T8/ES (30W)	30		0.45	54						

- ✓ <10% THD (>0.98 PF), alcanzando los más altos estándares de calidad en la demanda eléctrica, perfecto para aplicaciones en donde las armónicas son una preocupación.
- ✓ Factor de balastro (1,0)
- ✓ Factor de eficiencia (1,49)
- ✓ Factor de I de cresta (1,7)
- ✓ Capacidad de operación a bajas temperaturas.

Tipos de conexión y dimensiones.



ANEXO # 5. LISTADO DE POTENCIA INSTALADA POR ÁREAS DE TRABAJO EN LA UEB TALLER DE TRANSPORTE. PERIODO 2007-2009.

Areas	U/M	Potencia instalada 2007	Potencia instalada 2008	Potencia instalada 2009
Maquinado	kW	3.4	26.34	32
Taller	kW	15.8	14.0	12.1
Misceláneas	kW		23.6	14
Electricidad	kW		2.0	2
Fregado y Engrase	kW	2.0	18.2	7.5
Ponchera	kW		12.0	9.7
Brigada Tecnología	kW		14.0	9.0
Punta				
Pintura	kW	0.5	8.9	3.9
Chapistería y Pailería	kW	0.5	9.4	12.5
Oficinas	kW		15.1	2.7
Alumbrado perimetral	kW	6.4	6.4	1.6
Total	kW	28.6	149.94	107