



**REPUBLICA DE CUBA**  
**Ministerio De Educación Superior**  
**Instituto Superior Minero Metalúrgico**  
**Dr. Antonio Núñez Jiménez**

# **Bases para la Gestión Energética en la Empresa Constructora Integral #3.**



**CONITEG**  
**EMPRESA CONSTRUCTORA INTEGRAL**

**Diplomante: Norkys Leandro Correa Sevilla.**  
**Tutor: MSc. Reineris Montero Laurencio.**  
**Consultantes: Julio Díaz Aguilar.**  
**Germán Rodríguez Cisneros.**

**Año de la Revolución Energética**  
**2006**

## Agradecimientos

*Agradecemos a los que de una forma u otra han colaborado en la realización de este trabajo. A los profesores del departamento de eléctrica que con su entrega diaria me prepararon poniendo en sí toda la voluntad del mundo. A los ingenieros Germán Rodríguez Cisneros y Julio Díaz Aguilar.*

*A Dorkis Torres Domínguez por siempre darme ánimo en la vida, y nunca perder la fe en mí.*

*Queremos hacer un especial reconocimiento a quienes me brindaron su ayuda la cual consideramos decisiva, entre ellos al compañero Ing. Reineris Montero Laurencio por brindarme todo el apoyo necesario en la realización de este trabajo.*

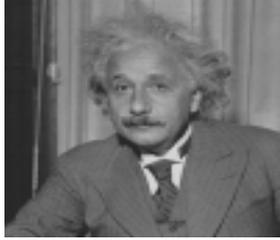
*A todos, muchas GRACIAS.*

## Dedicatoria

*Dedico este trabajo con amor y cariño a mis padres Norge y Nelida, a mis hermanos Norge Leonar y Annalie, a mis abuelos aunque algunos de ellos ya no estén presentes y demás familiares, que con su esfuerzo y ejemplo han contribuido a mi educación integral.*

*A mis amigos Heiquel, Yuriel, Alejandro y demás compañeros de aula que me apoyaron en el transcurso de la carrera.*

*A mi hija Daniela por ser la luz que siempre ilumina mi corazón, y me da las fuerzas para seguir adelante.*



*“La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos”.*

*Albert Einstein*

*Declaración de Autoridad*

*Nosotros Diplomante: Norkys Leandro Correa Sevilla*

*Tutor: MSc Reineris Montero Laurencio*

*Autores de este trabajo de diploma certificamos su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. Antonio Núñez Jiménez el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.*

---

Firma del Diplmante

---

Firma del Tutor

## **Resumen**

Mediante un análisis de los portadores energéticos en la Empresa Constructora Integral #3 se presenta el camino de cómo mejorar los indicadores que revelan el nivel de gestión. A partir del estudio de la electricidad a manera de ejemplo concreto, se identifican las potencialidades en el ahorro, vistas a través del plan de medidas que se propone. Además, se abordan problemas técnicos en la explotación de los sistemas de suministro eléctrico de las tres principales dependencias más consumidoras, centrados en los aspectos que constituyen los elementos de gastos de la facturación eléctrica. Estos aspectos se centran en la compensación de la potencia reactiva, pago por exceso de demanda y pérdidas por transformación. La valoración técnico-económica revela que el 3,29 % de los gastos totales corresponden a los energéticos y que a su vez para producir una unidad monetaria se gastan 4 centavos en energéticos.

## **Summary**

By means of an analysis of the energy payees in the Company Integral Manufacturer #3 the one is presented on the way to how to improve the indicators that you/they reveal the administration level. Starting from the study of the electricity by way of concrete example, the potentialities are identified in the saving, views through the plan of measures that intends. Also, technical problems are approached in the exploitation of the systems of electric supply of the three main dependences more consumers, centered in the aspects that constitute the elements of expenses of the electric billing. These aspects are centered in the compensation of the power it reactivates, I pay for demand excess and losses for transformation. The technician-economic valuation reveals that 3,29% of the total expenses corresponds to the energy ones and that in turn to produce an a monetary unit they wear out 4 cents in energy.

## Índice

Introducción	1
Problema	1
Hipótesis	1
Objetivos Generales	2
Tareas para alcanzar los objetivos	2
<b>Capítulo I</b>	3
1.1 Características de la empresa	3
1.2 Aspectos Generales para la gestión energética	6
1.3 Indicadores energéticos	7
1.4 Gestión de la eficiencia energética	10
1.5 Eficiencia energética y medio ambiente, desarrollo energético sostenible	13
1.6 La eficiencia energética como fuente de energía en cuba	15
1.7 Herramientas para establecer un sistema de gestión total eficiente de la energía	17
<b>Capítulo II</b>	
Introducción	26
2.1 Análisis a nivel de empresa de los portadores energéticos	26
2.1.1 Análisis del portador diesel	30
2.1.2 Análisis del portador electricidad	33
2.1.3 Comportamiento de la facturación eléctricas	36
2.1.4 Análisis del portador gasolina	39
2.2 Análisis del portador electricidad en el complejo administrativo ECI#3	41
2.2.1 Análisis de las mediciones eléctricas realizadas	43
2.3 Análisis del portador electricidad Planta de Asfalto	47
2.4 Análisis del portador electricidad en Base de Apoyo	49
<b>Capítulo III</b>	
Introducción	53
3.1 Plan de medidas	53
3.2 Costos por pesos en energéticos	55
Conclusiones	
Recomendaciones	
Bibliografía	
Anexos	

## **Introducción**

La ECI # 3 por sus características de tener descentralizados todos los objetos de obra y demás dependencias, influye en que la gestión y control de los recursos energéticos se dificulte. El energético de la Empresa posee un cúmulo de trabajo que no le permite a partir del análisis de la información, emitir resultados concretos de la actividad. La no aplicación de las herramientas para la Gestión Energética convierte la información en datos cuantitativos que no reflejan ninguna acción concreta a tomar. Además no se enfocan los problemas de eficiencia productiva sobre la base del empleo de los portadores energéticos. No existen indicadores concretos que muestren relación directa con la productividad, aparejado a un enfoque económico.

La valoración de las informaciones existentes, además de la inspección visual realizada indica la necesidad de mostrar las potencialidades de ahorro de la empresa, aplicando técnicas de la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía. Un dato importante es que la actividad constructiva consume el 5% de todo el Diesel que consume el país por lo que las acciones en el sector constructivo repercute significativamente en la Gestión de este tipo de empresa.

## **Problema**

Insuficiente gestión energética de la ECI#3 que impide el empleo más racional de los portadores energéticos.

## **Hipótesis**

Con el análisis de la información energética de la ECI#3 y las particularidades del empleo de los portadores energéticos, se pueden establecer las bases para lograr la gestión eficiente de la energía.

## **Objetivos Generales**

1. Revisión de la información energética de la empresa.
2. Identificar las dificultades en la gestión energéticas y las particularidades de técnico - económicas del empleo de los distintos portadores energéticos.
3. Estudio del sistema de suministro eléctrico de las oficinas administrativas de la empresa incluyendo un análisis de las cargas instaladas y el comportamiento de las distintas variables.
4. Propuestas que permitan mejorar la gestión y el consumo del portador electricidad.

## **Tareas para alcanzar los Objetivos**

1. Revisión y validación de la base de dato energética a emplear.
2. Búsqueda de la información de los principales indicadores económicos de la empresa para correlacionarlos con la información energética.
3. Trabajos de Campo.
  - Mediciones de las principales variables eléctricas en el sistema de suministro eléctrico de las oficinas administrativas de la empresa.
  - Levantamiento de las cargas instaladas en la empresa y revisión de los regímenes de trabajo.
  - Visitas a las obras e instalaciones cercanas a la empresa para una inspección energética visual.
4. Procesamiento y análisis de los resultados.
5. Confección del Informe.

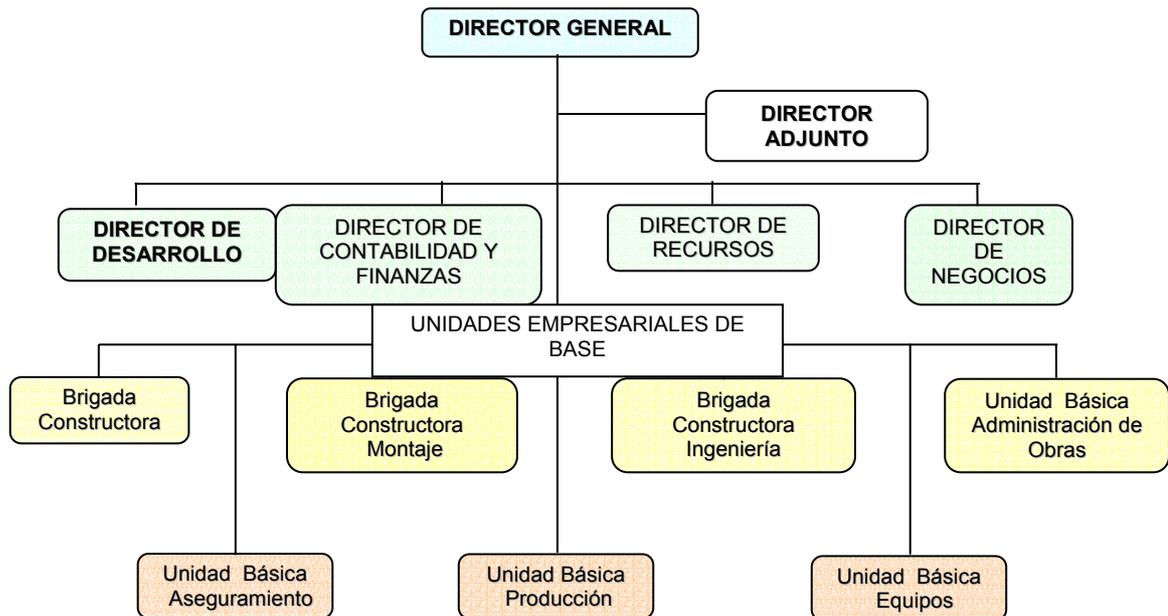
### **1.1 Caracterización de la empresa**

La Empresa Constructora Integral # 3 fue creada hace 29 años con el fin de desarrollar la industria del níquel, su base de aseguramiento tecnológico y otras obras industriales, ingenieras y arquitectónicas con destino social, que demandaba el crecimiento del potencial económico y poblacional del nordeste de la provincia de Holguín, en especial de los municipios Moa, Sagua de Tánamo y Frank País, pasando por diferentes etapas y denominaciones. Primeramente se constituyó como Empresa Integral convirtiéndose posteriormente en Unión de Empresas Constructoras (UNECOM con 5 empresas) y partir del 6 de Septiembre de 1991 mediante la resolución No 558 / 91 del Ministro de la Construcción obtuvo la denominación de EMPRESA CONSTRUCTORA INTEGRAL No. 3 con domicilio legal en Avenida 1ro de Mayo # 40 Moa, Holguín subordinada al organismo central y posteriormente a la Delegación del MICONS en Holguín, primeramente Asociación de Empresas Constructoras No 1, hoy Grupo Empresarial de la Construcción de Holguín. (GECH)

Esta Organización cuenta con **1430** trabajadores, distribuidos según la categoría ocupacional de la siguiente forma:

<b>Distribución de la fuerza</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% Total</b>
Administración	138	9.7
Producción	1292	90.3
Operarios	991	69.3

**ESTRUCTURA ORGANIZATIVA EMPRESA CONSTRUCTORA INTEGRAL No.3.**



**Objeto empresarial aprobado por resolución del MEP 471/2004 y 691/2005 del MICONS a la Empresa Constructora Integral No 3.**

La empresa Constructora Integral No.3 con domicilio legal en Avenida 1ro de Mayo # 40, Moa, Holguín, tiene aprobado como objeto empresarial por resolución # 471 del MEP de fecha 30 de Diciembre de 2004 el siguiente Objeto Empresarial:

1. Brindar servicios de construcción civil y montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones; demolición, desmontaje, de remodelación, reconstrucción y/o rehabilitación de edificaciones e instalaciones existentes; de reparación y de mantenimiento constructivo; de trabajos de decoración vinculado al proceso constructivo, de construcción de áreas verdes; de preparación técnica de obras; de mantenimiento y exposición de jardinerías vinculadas con el proceso constructivo; de servicios integrales de

impermeabilización, tratamiento superficial, recubrimiento químico, de sand-blasting, de servicios de topografía. Servicios de postventas, conductos, estructuras metálicas, hormigones hidráulicos y asfálticos, morteros, elementos prefabricados de hormigón, producir, montar y comercializar de forma mayorista carpinterías de madera y metálicas todas en ambas monedas.

2. Brindar servicios de relación técnicas de obras, de alquiler de equipos de construcción y complementarios; de asistencia técnica, asesoría y consultaría en la actividad de construcción; científico-técnico y ejecución de proyectos I+D e innovación tecnológica en actividades de construcción; de transportación de cargas general, y especializada; de alquiler de locales; de parqueo; de instalación, mantenimiento, reparación y operación de medios y equipos de comunicaciones, este solo a las entidades del MICONS; todos en moneda nacional.

De igual forma se pueden realizar las siguientes actividades, ya que se posee la infraestructura necesaria, por lo que solicitamos sea incluida dentro del objeto empresarial porque representa otras fuentes de ingresos a la empresa.

1. Brindar servicio de pesaje con báscula en ambas monedas; esta actividad se realizaba en la UEB Producción Industrial y al fusionarse con la empresa, se continuó realizando este servicio, debemos señalar que es en nuestras instalaciones donde existe la única posibilidad de realizar el pesaje a cargas de tipo general en el municipio y es muy demandada por empresas como Reciclaje de Materias Prima y Empresa Cromo Moa.
2. Brindar servicio de Hospedaje y Alimentación en la Casa de Visita, la Empresa cuenta con una casa de Visita en el municipio de Moa, la que puede presta servicios a entidades del MICONS y a terceros.

3. Brindar servicios de ensayos de Laboratorio de Hormigón en ambas monedas; este servicio se puede prestar a entidades del MICONS y a terceros, se cuenta con toda la infraestructura.
4. Brindar servicios de maquinado en ambas monedas; esta actividad la realizaba la UEB producción Industrial que al fusionarse con nuestra empresa continuó realizándose los servicios.
5. Prestar servicios a Trabajadores del MICONS en moneda nacional; esta actividad se puede realizar para darle un uso adecuado a las recorterías de carpinterías de madera y de aluminio en productos que demandan nuestros trabajadores; por lo que representa una fuente de ingreso a la empresa y una solución a las necesidades de nuestros trabajadores.

**Visión:**

Ser una empresa competitiva nacional e internacional, donde prima la eficiencia y la eficacia sobre la base de su perfeccionamiento empresarial, con un capital humano, preparado y motivado, que responda a las expectativas de una empresa líder.

**1.2. Aspectos generales para Gestión Energética.**

En este epígrafe se abordarán los aspectos mas importantes a tener en cuenta para el análisis energético de cualquier empresa. A partir de este año comienza todo un proceso de socialización de la información energética, es por tanto que la Tecnología para la Gestión Total Eficiente de la Energía cobra espacio en todo el país a partir de su proyecto de generalización. El empleo de esta tecnología ha permitido resultados concretos en la producción y los servicios. En estos momentos se aplica además en otros países.

Eficiencia Energética

Implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.

Toda técnica creada por el hombre trabaja sobre la base de la utilización de energía; por ello es natural que en muchos casos uno de las principales partidas del costo total sea el costo energético, donde se incluyen las componentes relativas a la producción, distribución y uso de las diferentes formas de energía.

Hoy en día el grado de avance tecnológico permite el aprovechamiento más eficiente de la energía asociado a una concientización global sobre los requerimientos que tendrán las futuras generaciones.

Como individuos y como sociedad, es fundamental que tengamos estrategias públicas y privadas para el uso eficiente de la energía, pues esto contribuye al cuidado de nuestros recursos no renovables, la diversificación energética, la preservación del medio ambiente, el aumento de la productividad y competitividad de las empresas, así como la protección de la economía de nuestras familias.

La posibilidad de ahorrar energía en una instalación en particular, está en función de la tecnología empleada y de su patrón de uso. Además, se debe considerar lo que se paga en esa instalación por unidad de energía y lo que cuesta, en su caso, cambiar o modificar los equipos o sistemas que consumen la energía.

El uso eficiente de la energía puede lograrse mediante modificaciones en los patrones de uso de las personas que utilizan los equipos o sistemas, lo cual tiene un nulo o bajo costo, o bien a través de inversiones que se pagan solas por los ahorros que de las mismas resultan.

El ahorro en el consumo de portadores energéticos es una cuestión a la que las pequeñas y medianas empresas no suelen prestar una atención especial. El gasto en electricidad, por ejemplo, puede ser insignificante en algunas actividades, pero en sectores donde la producción depende de este suministro el importe de los recibos puede alcanzar cifras astronómicas.

### 1.3 Indicadores Energéticos

Antes de iniciar la explicación de los indicadores energéticos se hace necesario abordar los siguientes conceptos los cuales están relacionados con cualquier actividad productiva.

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

**Eficacia:** Es la contribución de los resultados obtenidos al cumplimiento de los objetivos trazados.

**Efectividad:** Es la generación sistemática de resultados consistentes integrando eficacia y eficiencia.

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

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

#### ***Tabla 1. Factores de Conversión.***

<b>Toneladas de:</b>	<b>Por factor de conversión:</b>	<b>=Toneladas equivalente de petróleo</b>
Diesel	1.0534	
Gasolina	1.0971	
Fuel oil	0.9903	
Gas licuado	1.163	
MW	0.3817	

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

**Índice de gasto energético:** gastos en energéticos por pesos de gastos totales de la Empresa. Generalmente se expresa en centavos de gastos energéticos por pesos de gastos totales. Este indicador está afectado por la fluctuación de los precios de sus componentes y no constituye un indicador de eficiencia energética, pero da una idea del peso del consumo energético en los gastos totales de la Empresa. Teniendo en cuenta la doble moneda circulante en el país en ocasiones existe diferencia significativa cuando se determina en moneda nacional y en moneda libremente convertible, por lo que se recomienda determinarlo de ambas formas. Este indicador puede estratificarse y determinarse por tipo de energía consumida para conocer cuál aporta más a los gastos energéticos de la Empresa.

**Índice relativo de la variación del gasto en energéticos:** se determina para comparar un período con otro de la Empresa en el que se trabajó en igualdad de condiciones, para evaluar el impacto de medidas de control o técnico organizativas tendientes a disminuir los consumos energéticos. Se calcula como la variación de los gastos energéticos en un período de tiempo dado con respecto a la variación de los gastos totales en el mismo período de tiempo.

Este indicador nos muestra como fue en el período la variación de los gastos energéticos con respecto a la variación de los gastos totales. Puede interpretarse de diferentes formas en dependencia de las variaciones que ocurran en el numerador y denominador: pesos de disminución de los gastos energéticos por peso de incremento de los gastos totales, pesos de incremento de los gastos de energéticos por peso incrementado en los gastos totales, etc.

**Intensidad Energética:** A nivel de Empresa este indicador puede determinarse como la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción mercantil total. Nos refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción.

Todos los indicadores de eficiencia y de consumo energético dependen de condiciones de la producción y los servicios de la Empresa como: factor de carga (es la relación de la producción real respecto a la capacidad productiva nominal de la Empresa), calidad de la materia prima, estado técnico del equipamiento, etc. Debido a esto cada índice debe establecerse especificando las condiciones en que debe alcanzarse.

■  
Índices de consumo:

- Energía consumida / Producción realizada
- Energía consumida / Servicios prestados
- Energía consumida / Área construida

Índices de Eficiencia:

- Energía teórica / Energía real
- Energía producida / Energía consumida

Índices Económico-Energéticos:

- Gastos Energéticos /Gastos Totales
- Energía total consumida / valor de la producción total realizada  
(Intensidad Energética)

#### **1.4 Gestión de la eficiencia energética.**

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

- Mejor gestión energética y buenas prácticas de consumo, de operación y mantenimiento (administración de energía-medidas técnico organizativas).
- Tecnologías y equipos de alta eficiencia en remodelaciones de instalaciones existentes o en instalaciones nuevas (inversiones).
- La primera vía tiene un menor costo, pero los resultados son más difíciles de conseguir y mantener.
- La segunda vía requiere mayores inversiones, pero el potencial de ahorro es más alto y asegura mayor permanencia de los resultados.

Cualquiera de las dos permite reducir el consumo específico, pero la combinación de ambas es lo que posibilita alcanzar el resultado óptimo.

#### **Gestión energética**

Es un conjunto de acciones técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía, que aplicadas de forma continua, con la filosofía de la gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control y evaluación del uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de conservación de la energía y de reducción de sus costos.

La gestión energética va encaminada a lograr un uso más racional de los portadores energéticos, que permita reducir el consumo de la misma sin perjuicio del confort, productividad, calidad de los servicios y de un modo general, sin disminuir el nivel de vida. Puede considerarse como el mejor de los caminos para conseguir los objetivos de conservación de energía, tanto desde el punto de vista de la propia empresa como a nivel nacional.

En la medida en que la situación energética se deteriora, se hace patente la necesidad de que la energía sea considerada como un factor de costo que requiere especial atención. Durante años los precios se han duplicado ya que el mundo se ha ido desarrollando y también se ha incrementado la demanda en varios sectores industriales y de servicios.

Las dificultades que se pueden presentar para la implantación de una gestión energética suelen ser, en general, la insuficiente especialización del personal técnico. Es necesario que técnicos y operarios desarrollen aptitudes encaminadas a la búsqueda y puesta en práctica de nuevas soluciones, no para un problema industrial en general, sino para su instalación o instalaciones de tipo similar, que existan en el sector.

#### Objetivo de la gestión energética

El objetivo fundamental de la gestión energética, es sacar el mayor rendimiento posible a las cantidades de energía que necesita. Dentro de esta idea general las funciones para alcanzar los objetivos anteriormente establecidos, el sistema de gestión habrá de responder a determinadas funciones, que tendrán que implantarse en relación con los servicios de la empresa. En sentido amplio puede ser la comprensión de la elección de las fuentes de energías, las negociaciones con los suministradores y el control de los suministros, almacenamiento y distribución.

#### Análisis energético

Cabe establecer dos tipos de análisis energético, una de control de consumo y otro de auditoria o diagnóstico. Lo primero que se necesita para establecer un plan de ahorro de la energía, es saber qué, cómo y cuánto se consume. Para ello es necesario implantar un sistema de contabilidad energética que permita conocer los consumos de cada fuente de energía en cada uno de los centros de consumos.

Para conocer la situación energética de los diferentes equipos y operaciones básicas, es necesario realizar una auditoria energética con profundidad, que

nos permita conocer los consumos instantáneos, pérdidas por radiación, pérdidas por efluente, rendimiento energético, estados de los equipos y las posibles medidas para mejorarlo.

#### Errores que se cometen en la gestión energética.

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

#### Barreras que se oponen al éxito de la gestión energética.

- Las personas idóneas para asumir determinada función dentro del programa, se excusan por estar sobrecargadas.
- Los gerentes departamentales no ofrecen tiempo a sus subordinados para esta tarea.
- El líder del programa no tiene tiempo, no logra apoyo o tiene otras prioridades.
- La dirección no reconoce el esfuerzo del equipo de trabajo y no ofrece refuerzos positivos.
- La dirección no es paciente y juzga el trabajo solo por los resultados inmediatos.
- No se logra conformar un equipo con buen balance interdisciplinario o interdepartamental.
- Falta de comunicación con los niveles de toma de decisiones.
- La dirección ignora las recomendaciones derivadas del programa.
- El equipo de trabajo se aparta de la metodología disciplinada y enfoque sistemático.
- Los líderes del equipo de trabajo son gerentes e inhiben la actuación del resto de los miembros.

### Establecimiento de metas.

Una de las acciones iniciales para el establecimiento de un programa de ahorro de energía es el establecimiento de metas. Es importante, que al establecer estas metas por la alta gerencia (lo que forma parte del compromiso de esta con el programa), se cuente con el consenso del personal involucrado en la coordinación e implementación del programa.

Las metas que se establezcan pueden ser a corto, mediano y largo plazo. Las metas deben ser:

- Retadoras y a la vez alcanzables, que impliquen avance, que presenten grados de dificultad.
- Concretas, orientadas a resultados.
- Con fechas específicas de inicio y terminación.
- Acordadas, colegiadas con el personal involucrado, que constituyan un compromiso de todos.
- Evaluables, con claros y definidos criterios de medida.

### ***1.5 Eficiencia energética y medio ambiente, desarrollo energético sostenible***

Las diferentes fuentes, sistemas de producción y uso de la energía utilizadas por el hombre han marcado las grandes etapas en el desarrollo de la sociedad humana, dependiendo el curso de este, de las elecciones energéticas realizadas en cada momento.

En el descursar del tiempo el hombre pasó del empleo de su fuerza muscular al uso de diversas fuentes para satisfacer sus necesidades, el empleo del fuego, la utilización de la tracción animal, y finalmente, en rápida sucesión, el dominio de las tecnologías del carbón, del petróleo y el gas natural, la producción y uso del vapor y la electricidad. Desde esta perspectiva, la historia de la Humanidad no ha sido más que la historia del control de esta sobre las fuentes y tecnologías energéticas, llegando al esquema

energético global actual, el que descansa en la utilización de los combustibles fósiles; combustibles que son extinguidos, contaminantes en alto grado, que están concentrados en pocas regiones de la tierra, en manos de grandes consorcios transnacionales y que son utilizados de forma muy ineficiente. Este tercer milenio representa para la humanidad la encrucijada de una nueva elección energética, frente al agotamiento de los combustibles fósiles por una parte, pero sobre todo, por la amenaza de una catástrofe ecológica, al rebasar los límites de la capacidad del planeta para asimilar su impacto.

Los procesos de producción y uso de la energía constituyen la causa fundamental del deterioro ambiental. El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exige la adopción de nuevas estrategias en materia de energía, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas. Un modelo que posibilite mejorar la calidad de la vida con más y mejores servicios energéticos, que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, pero de una forma racional que permita respetar y cuidar las comunidades de los seres vivos, no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso, un modelo que posibilite, en definitiva, integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente.

Con mucha frecuencia, el incremento de la intensidad energética ha sido tratado como parte integrante e inevitable del crecimiento económico. Se manejan los índices de consumo per cápita de energía como indicadores básicos del nivel de vida, sin tomar en consideración lo irracional e ineficiente del modo con que esta se utilice, ni que son los servicios energéticos y no la energía lo que el hombre necesita.

Es innegable y un derecho legítimo que el desarrollo en los países más atrasados requiere incrementos en el consumo de energía, pero sería imposible seguir el camino de los países desarrollados. Se sobrepasarán los límites de la capacidad del planeta para absorber los impactos asociados a la producción y uso de la energía. Sin embargo, con un uso racional y eficiente de la energía se pueden lograr los niveles de vida de Europa Occidental en la década de los 70 con unos 2500-3000 kWh/año de electricidad, menos de la mitad del consumo de electricidad per cápita actual en estos países y menos de la cuarta parte del consumo en Estados Unidos. Cuáles son entonces las alternativas energéticas que se presentan en los inicios del tercer milenio. ¿Cuáles deben ser las bases de la política energética para lograr un desarrollo sostenible?

En este sentido se señalan tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible:

1. Elevación de la eficiencia energética, eliminando esquemas de consumo irracionales, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración, y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.
2. Sustitución de fuentes de energía, por otras de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.
3. Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de combustión o las tecnologías de gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

Aunque en realidad, la única alternativa verdaderamente sostenible es la sustitución de fuentes convencionales por fuentes renovables, la eficiencia

energética es una alternativa esencial, tanto por su efecto directo, como por lo que la misma puede contribuir al relevo por las energías renovables.

### **1.6 La Eficiencia Energética como fuente de energía en Cuba**

La fuente de energía más barata es la eficiencia energética ya que generalmente la inversión principal para obtenerla está hecha. Es el equipo, el sistema o la tecnología donde se producen las pérdidas. El problema fundamental para explotarla lo constituye la determinación del lugar donde estas se producen, su evaluación en cantidad y calidad, la identificación de las causas que la producen, las vías que conducen a su reducción o eliminación, la evaluación del costo - beneficio de cada una de esas vías, el seguimiento de la aplicación de la decisión adoptada y su control, así como la evaluación técnico - económica final del proceso. Cada uno de estos elementos, imprescindibles para lograr y hacer permanente los avances en eficiencia energética, existen tecnologías bien definidas y que se desarrollan y perfeccionan con el desarrollo científico - técnico. La violación o realización inadecuada o incompleta de alguno de estos pasos puede llevar a una explotación ineficiente de la fuente y el desaprovechamiento de potenciales.

Además es la fuente energética más barata y menos contaminante de todas las fuentes ya que no sólo no afecta el medio sino que reduce la contaminación ambiental, la eficiencia energética no es una fuente despreciable. En América Latina y el Caribe la OLADE considera que mediante el uso eficiente de la energía podría reducirse el consumo específico de combustible de la Región entre el 10% y 20% en el corto y mediano plazo.

En Cuba la Comisión Nacional de Energía consideró que por esta vía, con inversiones menores y de rápida recuperación (menos de 1,5 años) se lograría un ahorro anual del 5% del consumo del país. Más del 45% de este ahorro se obtendría en el sector industrial, el 40% en los sectores residencial y de servicios, y en el transporte casi un 10%.

Se estima en Cuba que en la industria las actividades con mayores potenciales son: el níquel, el cemento, el acero, la generación eléctrica y la refinación de

petróleo y en menor medida las industrias alimentarias y del papel. En todas ellas, las medidas fundamentalmente se dirigen a elevar la disciplina tecnológica, mejoras técnicas y técnico organizativo, adición de equipos recuperadores de energía, aprovechamiento del calor residual, sustitución por combustibles económicamente más ventajosos, mejoras en la combustión, automatización en los controles y otras.

El sector residencial puede ser el de más rápida recuperación de inversiones debido a las desventajosas tecnologías de consumo energético utilizadas con respecto a las que ya de forma comercial existen en el mundo para el uso final de la energía. Las acciones principales de este sector en Cuba son: sustitución de alumbrado incandescente por bombillos ahorradores o fluorescentes, reposición de las juntas de los refrigeradores, mayor uso de las ollas de presión, sustitución del queroseno por gas licuado y la concientización de la población en el uso racional de la electricidad doméstica.

En el sector de los servicios lo fundamental es la sustitución de diesel por petróleo combustible y el incremento de la eficiencia en pequeñas calderas. Es conveniente destacar que en 1992, en hornos y calderas se consumió más del 70% del total de energía utilizada en el país, por lo que el incremento de eficiencia en la combustión constituye un objetivo de gran importancia que debe sistematizarse.

En el transporte, el traspaso de cargas de automotor a ferrocarril, mayor uso de cabotaje, mejor explotación de los medios, dieselización del parque de zafra, uso de vehículos de tracción animal, generalización de la bicicleta y la generalización de medidas técnico organizativas son las medidas previstas como fundamentales para lograr la reducción del consumo.

En etapas posteriores y a medida que los resultados de estas acciones lo permitan el país puede ir incorporando progresivamente medidas de renovación tecnológica, con un peso muy significativo en la industria azucarera (modernización del equipamiento energético, comenzando por calderas de eficiencias superiores, incremento progresivo de la producción de electricidad incluyendo la introducción de la condensación y ciclos combinados), el sector

residencial y del transporte con el reemplazo de los equipos por otros más eficientes, el agropecuario fundamentalmente en los sistemas de riego y en el resto del sector industrial altos consumidores. Esto reduciría, según se estima por la misma fuente, el índice de intensidad energética en el sector productivo en un 5%.

Se considera que existen potenciales de ahorro aún no suficientemente abordados en: el uso de la cogeneración, el incremento de la eficiencia energética en la refrigeración y la climatización, la reducción de pérdidas en transmisión y distribución, la racionalización de motores sobredimensionados, las posibilidades de ahorro en el turismo, la construcción, la industria textil y la agricultura, así como en el sector doméstico, que podrían llegar en una segunda etapa a reducir la intensidad energética en un 10%.

La superación del personal que opera el equipamiento energético, que controla estos indicadores y que decide la introducción de medidas técnico organizativas o las inversiones de nuevas tecnologías es imprescindible para el logro de los objetivos propuestos.

### **1.7 Herramientas para establecer un sistema de gestión total eficiente de la energía.**

Las herramientas de trabajo son aquellas que nos permiten implementar las secuencias de mejora. Se basan en métodos estadísticos que permiten desarrollar un proceso deductivo que va de lo general a lo particular detectando las causas de los problemas. También permiten realizar una serie de observaciones de un mismo problema - como diferentes ángulos fotográficos - que crea una visión más completa del mismo.

- Diagrama de Pareto.
- Diagramas causa y efecto
- Diagramas de dispersión
- Gráficos de control
- Histogramas de las variables
- Algunas herramientas del Excel

### **Diagrama energético - productivo**

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

### **Diagrama de Pareto**

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incrementada de cada categoría respecto al total.

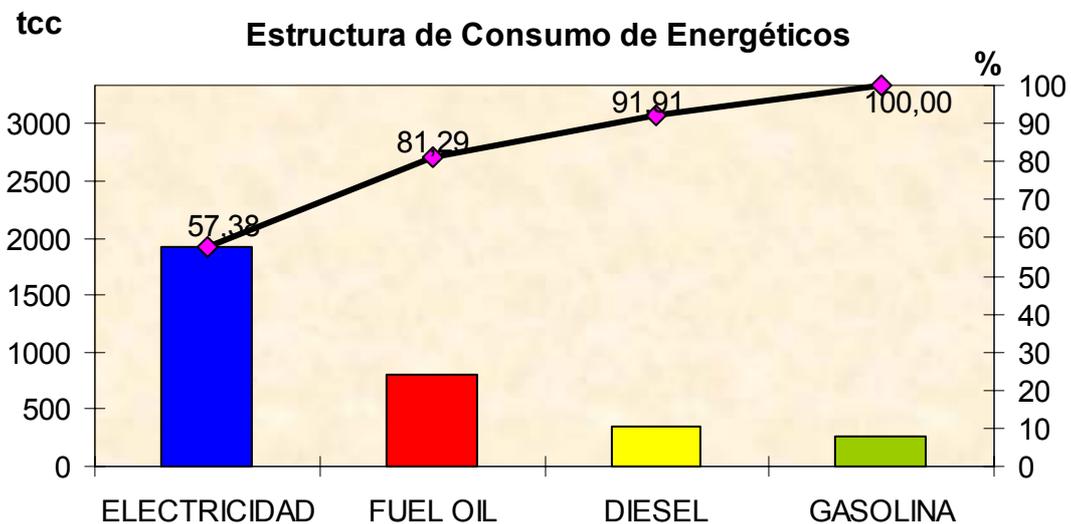
El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 - 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

#### **Utilidad del Diagrama de Pareto.**

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la Empresa, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

## Uso del diagrama de Pareto para identificar puntos claves de control de los consumos y costos energéticos.

- Identificar el 20% de los portadores energéticos de las fábricas que producen el 80% del consumo total equivalente, realizando un diagrama de Pareto de los consumos equivalentes de energía (tep) por portador energético.
- Identificar el 20% de las áreas de la empresa que producen el 80% del consumo energético de un portador energético específico, realizando un diagrama de Pareto de los consumos energéticos de ese portador para las diferentes áreas que lo utilizan en la fábrica.
- Identificar el 20% de los equipos que producen el 80% del consumo energético de un portador específica, realizando un diagrama de Pareto de los consumos de ese portador para todos los equipos que lo utilizan.
- Realizar de igual forma lo explicado en los 3 puntos anteriores, diagramas de Pareto para los costos energéticos.
- Identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la empresa, realizando un diagrama de Pareto de las pérdidas energéticas equivalentes para todos los equipos donde estas son significativas.



*Figura 1. Ejemplo de Diagrama de Pareto.*

## Gráficos de control

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

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio  $M$  del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar ( $3\sigma$ ) del valor medio. Este comportamiento (que debe probarse en caso que no exista seguridad que ocurra) permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado.

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

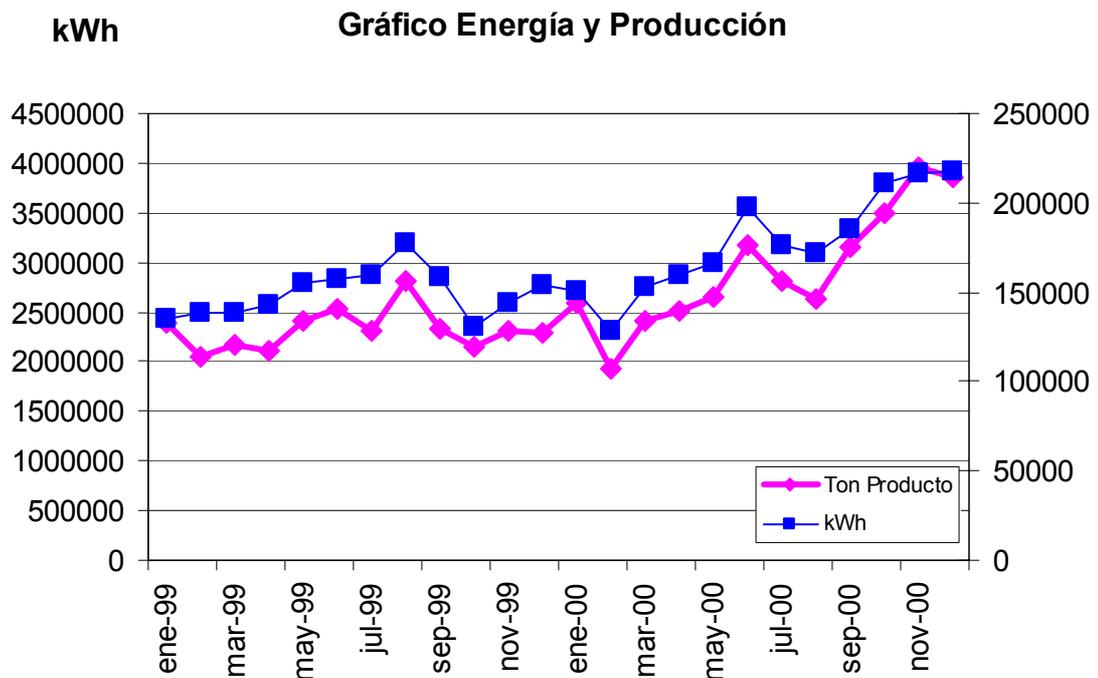
#### **Gráfico de consumo y producción en el tiempo (e - p vs. t)**

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

### Utilidad de los gráficos E-P vs. T.

Muestran períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción.

Permiten identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.



*Figura 1. Ejemplo de Grafico E-P vs. T.*

### Diagramas de Dispersión y Correlación

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

Muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí y por tanto si el indicador es válido o no. Permite establecer nuevos indicadores de control.

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

## **Diagramas de Consumo – Producción**

Para las empresas industriales y de servicios, realizar un diagrama de dispersión de la energía usada por mes u otro período de tiempo con respecto a la producción realizada o los servicios prestados durante ese mismo período, revela importante información sobre el proceso.

## **Diagrama índice de consumo vs. Producción**

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P

se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado.

A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del período base hasta el momento de su actualización.

## **Histograma**

El Histograma es una representación gráfica de la distribución de uno o varios factores que se confecciona mediante la representación de las medidas u observaciones agrupadas en una escala sobre el eje vertical. Generalmente se presenta en forma de barras o rectángulos cuyas bases son dadas por los intervalos de clases y las alturas por las frecuencias de aparición de las mismas.

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

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

### El Histograma se usa para:

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

### **Estratificación**

Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto, aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general.

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

### **Utilidad de la estratificación.**

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

### **Empleo de la estratificación.**

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

## 2.6 Facturación Eléctrica.

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

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

\$: Costo total del consumo de energía eléctrica.

CD: Costo del kW para la demanda contratada.

Dc: Demanda contratada.

Pp: Precio del kWh en horario pico

Pm: Precio del kWh en horarios de la madrugada

Pd: Precio del kWh en horario del día.

K: Factor del Combustible.

$I_{\Delta P_{transf}}$ : Pérdidas por transformación:

$\frac{FP_{normado}}{FP_{real}} - 1$ : Factor que tiene cuenta el aprovechamiento de la energía a través

del comportamiento del factor de potencia de la instalación.

En el caso del costo por demanda contratada este representa entre el 30 y el 40% de los costos totales de la factura, de aquí el gran peso que representa. Esto indica que cualquier análisis de factura debe iniciar por este elemento. Algunas empresas por temor a pasarse de lo contratado tienen un cargo fijo adicional que le pesa en su economía, y en el peor de los casos desconocen que se puede contratar hasta dos veces la demanda en el año.

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

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

El factor de combustible está en dependencia de los precios del combustible y del poder calórico con que cuente. Este factor es muy cambiante, prácticamente todos los meses, pero es un número que no tiene mucha incidencia en los costos totales.

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

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

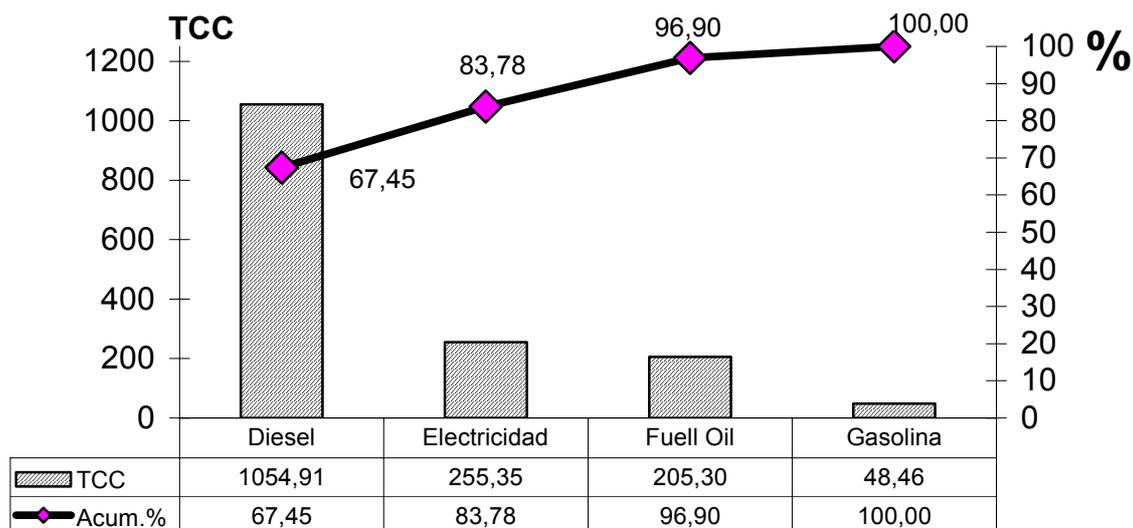
# Capítulo II

## Introducción

En este capítulo se aborda los aspectos relacionados con el análisis a nivel de empresa de los portadores energéticos, los cuales tienen una incidencia significativa en la estructura de gastos. Se presenta además, un análisis particular de la energía eléctrica en las tres dependencias más consumidoras (Administrativo de la ECI#3, Planta de Asfalto, Base de Apoyo)

### **2.1 Análisis a nivel de empresa de los portadores energéticos.**

Es importante conocer la incidencia y estructura de los portadores energéticos en una empresa. Por lo que para realizar el análisis de este aspecto se analizó la información energética disponible de todo el año 2005. A pesar de que existe información de años anteriores se procede solo analizar el año 2005, debido a que el volumen de información es suficientemente grande y la estructura de la información está mejor recogida en este año. Después de preparar la información, la serie histórica de consumo permite arrojar el siguiente resultado del gráfico de Pareto para los portadores energéticos (Diesel, Electricidad, Fuel oil, Gasolina), no se incluyen en el análisis el gas licuado, la leña, debido a su insignificancia desde el punto de vista cuantitativo.

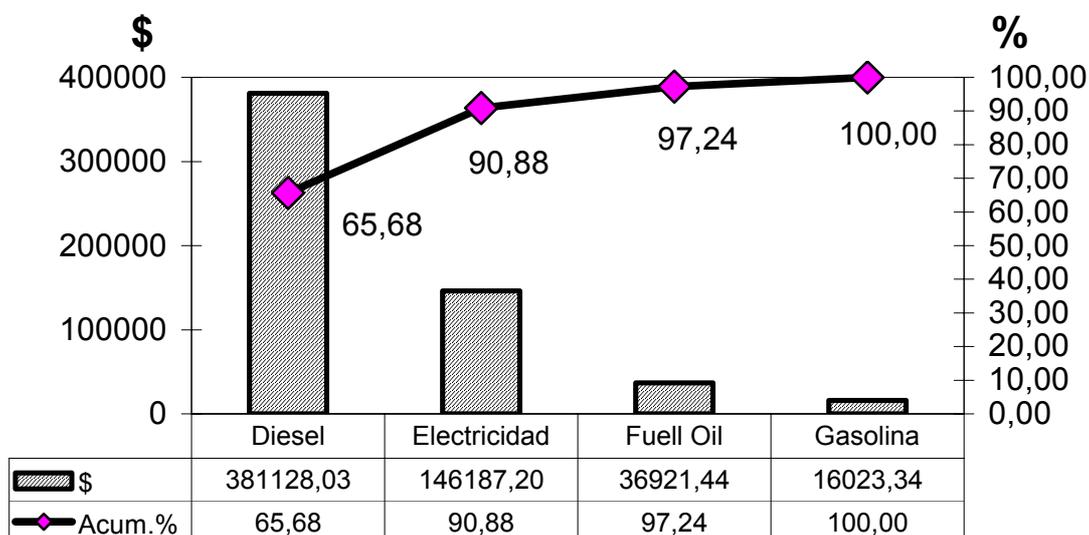


**Fig. 2.1 Gráfico de Pareto de los portadores energéticos año 2005.**

En el siguiente gráfico se puede observar Fig. 2.1 como el diesel representa el 67,45% del consumo de los portadores energéticos, que sumados al 16,33% que representa la electricidad, determinan el 83,78% de los consumos energéticos que se centran en el diesel y la electricidad. Es por tanto que el esfuerzo por reducir el consumo de los portadores energéticos debe estar centrado en estos dos elementos. Por su parte el Fuel Oil representa el 13,13% y la gasolina un 3,10%, hay que señalar que a nivel nacional, la construcción consume el 5% del diesel combustible esto indica la relevancia que tiene este portador y el seguimiento que hay que darle, mas en estos momentos cuando los precios del petróleo en el mercado internacional han llegado hasta 70 USD el barril.

Un elemento muy importante en cualquier empresa representa los costos, partiendo de este elemento se aplicó el gráfico de Pareto al importe que representó durante el año 2005, el consumo de (Diesel, Electricidad Fuel Oil, gasolina). Como se aprecia en la figura 2.2 en el año 2005 el importe por los consumos de diesel fue de \$381128.00 representando el 65,68%, este elemento sumado a la electricidad que representa el 25,19%, acumula el

90,88% de los gastos energéticos. Seguidamente encontramos el Feull Oil con un 6,33% y la gasolina 2,76%.



**Fig. 2.2 Gráfico de Pareto de los costos energéticos del año 2005.**

Para que se tenga una idea general de los gastos energéticos a nivel de empresa se muestra la tabla 2.1 en la cual se resumen esta información. Los cuatro portadores que se analizan representan el 3.29 % de los gastos totales de la empresa.

**Tabla 2.1 Información general de los gastos energéticos.**

Portador	Consumo	Gastos	%
Electricidad(kW)	668985	146187.2	0.83
Diesel (Lts)	998521	381128.03	2.16
Gasolina (Lts)	44173	16023.3365	0.09
Fuell Oil (Lts)	187428	36921.4417	0.21
Total		580260.008	3.29

Según la prueba del criterio de necesidad que se realizó a 6 directivos de la

empresa con el objetivo de aplicar los elementos relacionados con la gestión energética se obtuvieron los siguientes resultados.

Preguntas realizadas.

La calidad del producto o servicio que oferta su Empresa afecta los indicadores de eficiencia energética?

Considera UD. que un alto por ciento de los problemas energéticos de su Empresa se debe principalmente a causas asociadas a la dirección y no al nivel de concientización de los trabajadores?

Piensa que es mejor abordar los problemas de eficiencia energética mediante programas y no a través de medidas concretas?

Conoce UD. las vías para mejorar la competitividad de su Empresa a partir de la eficiencia energética?

Conoce UD. la diferencia entre indicadores de eficiencia e indicadores energéticos de su Empresa?

Están identificados en su Empresa los potenciales de ahorro de energía en cada área y las posibilidades reales de su recuperación?

Existe un sistema de contabilidad energética en su Empresa?

Exigen en su Empresa un análisis económico antes de aplicar cualquier medida para el ahorro o uso racional de la energía?

Cuenta su Empresa con una organización estructurada efectiva para actuar sobre la eficiencia energética?

Conoce qué es una tecnología para mejorar la eficiencia energética y cómo se aplica?

Utiliza UD. el escenario energo-económico de su Empresa para decidir la adopción de proyectos de ahorro y el uso racional de la energía?

Es el banco de problemas de su Empresa un resultado del diagnóstico y auditorías energéticas a las áreas consumidoras, transformadoras y productoras de energía?

El banco de problemas de la Empresa cuenta con un banco de soluciones a corto, mediano y largo plazo preevaluados económicamente?

14. Evalúa su Empresa el impacto real de las medidas o programas energéticos

después de aplicadas?

15. Están identificados y se evalúan diariamente los indicadores energéticos de las

principales áreas y equipos altos consumidores?

16. Le cuesta a su Empresa poco invertir en medidas de ahorro de energía?

Puede su Empresa pagar las inversiones en el incremento de la eficiencia energética con el ahorro de energía que ellas producen?

Cuenta su Empresa con el apoyo total de la dirección para aplicar el programa o medidas de ahorro de energía?

Conoce UD. el costo de las pérdidas energéticas que existen en su Empresa?

Logra su Empresa controlar el exceso de consumo sin limitar la producción o el servicio que presta?

#### **Según los siguientes criterios:**

Criterio de necesidad.

**Necesario:** 8 a 10 NO o NO SE.

**Muy necesario:** 11 a 12 NO o NO SE.

**Imprescindible:** más de 12 NO o NO SE.

Criterio de Impacto.

**Alto:** más de 18 respuestas SI.

**Medio:** más de 16 respuestas SI.

**Bajo:** más de 14 respuestas SI.

**Insuficiente:** menos de 12 respuestas SI.

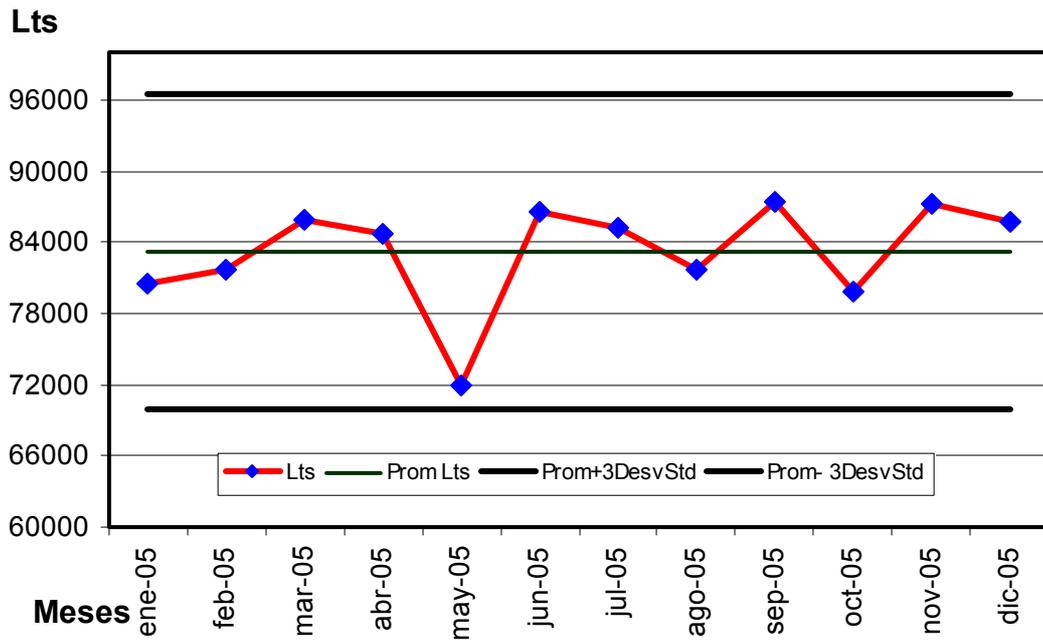
### Resultados:

Las conclusiones de las encuestas, teniendo en cuenta el criterio de necesidad y dada las condiciones actuales del nivel de conocimiento de la tecnología de gestión total eficiente de la energía, permitieron concretar cuatro encuestas indicando como criterio de necesidad (imprescindible), una encuesta necesaria y la otra muy necesaria.

#### **2.1.1 Análisis del portador Diesel.**

Todo portador debe tener un índice de consumo, en el caso específico de la empresa que se analiza por la diversidad de sus producciones solo es posible referirse con análisis preliminares a índices económicos energéticos. Aparecen en este capítulo para los diferentes portadores a nivel de empresa los resultados, relacionados con la producción en valores (\$).

El consumo de diesel a nivel de empresa alcanzó un valor promedio mensual de 83210 Lts para una desviación estándar de 4412 Lts, en el gráfico de control de la Fig. 2.3 se aprecia que solo en el mes de mayo la desviación en este consumo casi toma parámetros fuera de control, pero coincide en una baja en la producción hasta unos 1165 MP. Existieron meses con menores ingresos como el de julio 966,8 MP. (Ver Fig. 2.4)



**Fig. 2.3 Gráfico de control del consumo de Diesel.**

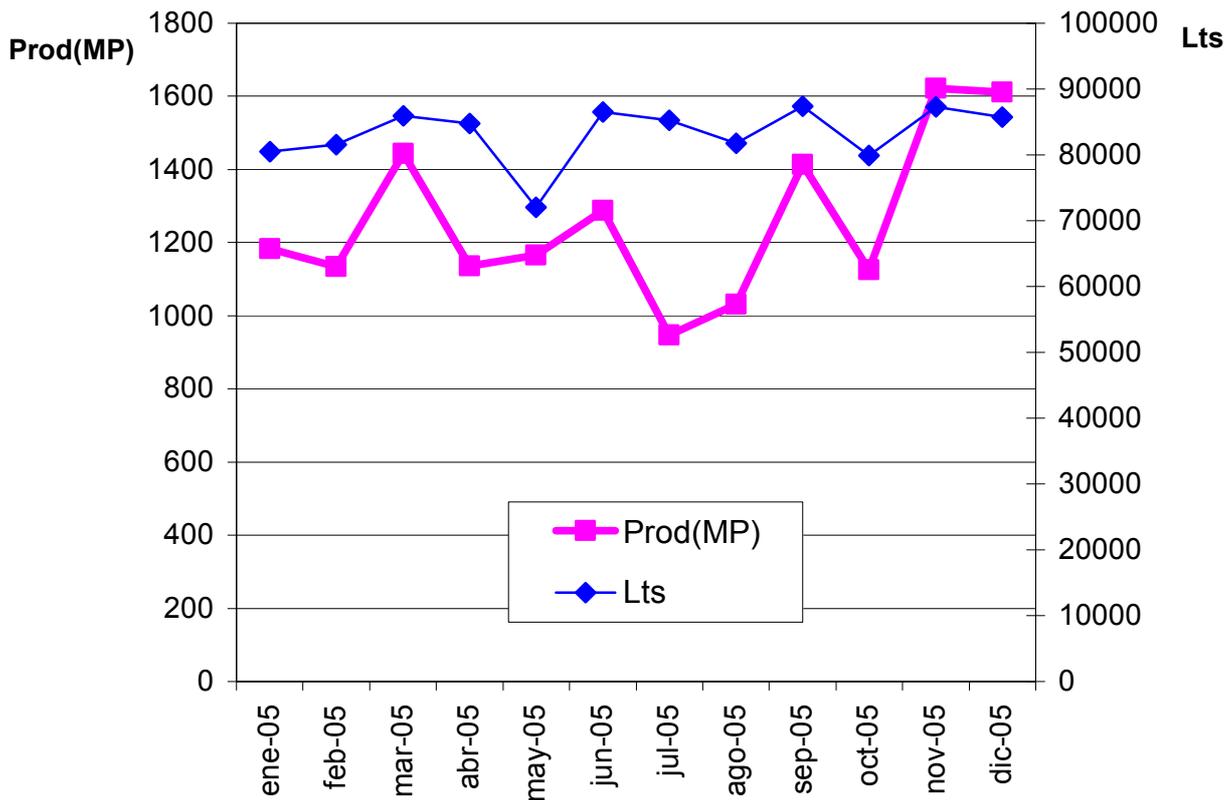


Fig. 2.4 Gráfico de consumo y producción.

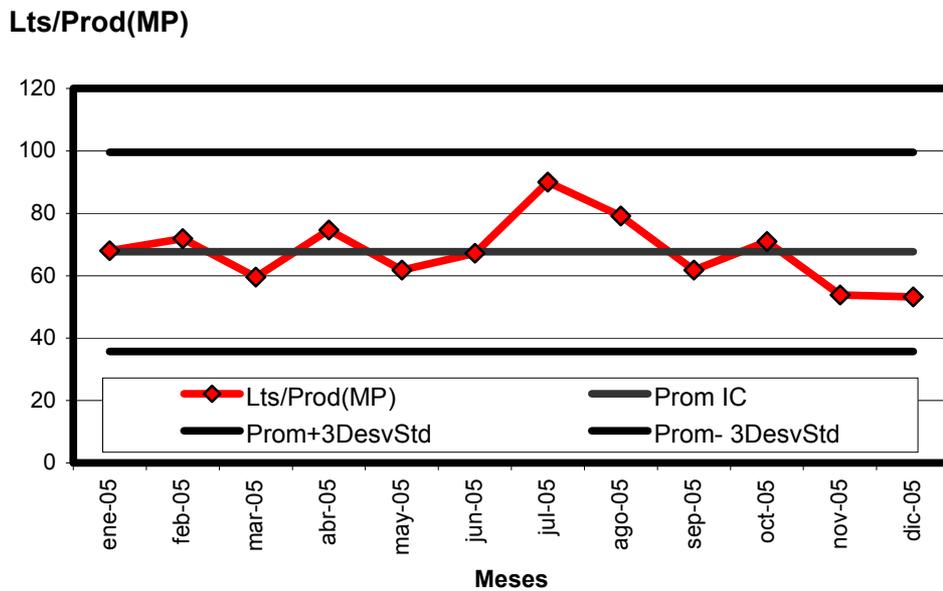
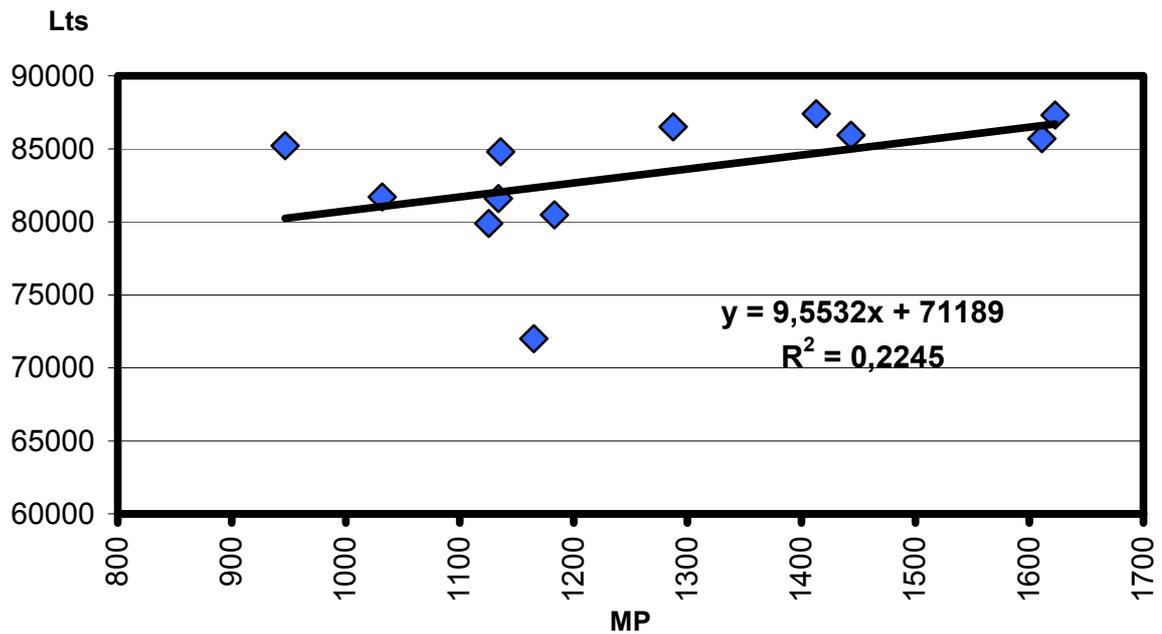


Fig. 2.5 Gráfico de índice de consumo.

Para el caso específico del diesel se establece que el índice económico de consumo es Lts/MP, es decir la cantidad de litros de diesel que se consumen para producir mil pesos. El valor promedio de este indicador durante el año 2005 fue de 67,7 Lts/MP con una desviación estándar de 10,6 Lts/MP acentuándose un incremento hasta 89,9 Lts/MP en el mes de julio, los restantes meses se mantuvieron dentro de las máximas desviaciones que puede tomar este indicador.(ver Figura. 2.5)

En el gráfico de consumo de diesel y producción se observa como la serie de datos de la producción (MP) siempre se mantiene por debajo del consumo de diesel a excepción de los meses de noviembre y diciembre en los que el gráfico de producción se eleva por encima del consumo de diesel. Todas estas variaciones en los datos se reflejan de manera más concisa en el gráfico de dispersión de la figura 2.6. Al insertar la recta para comprobar la correlación lineal entre las magnitudes analizadas se muestra como resultado que no existe correlación, con un coeficiente de 0.22. A partir de este resultado se debe profundizar en el estudio de este indicador.

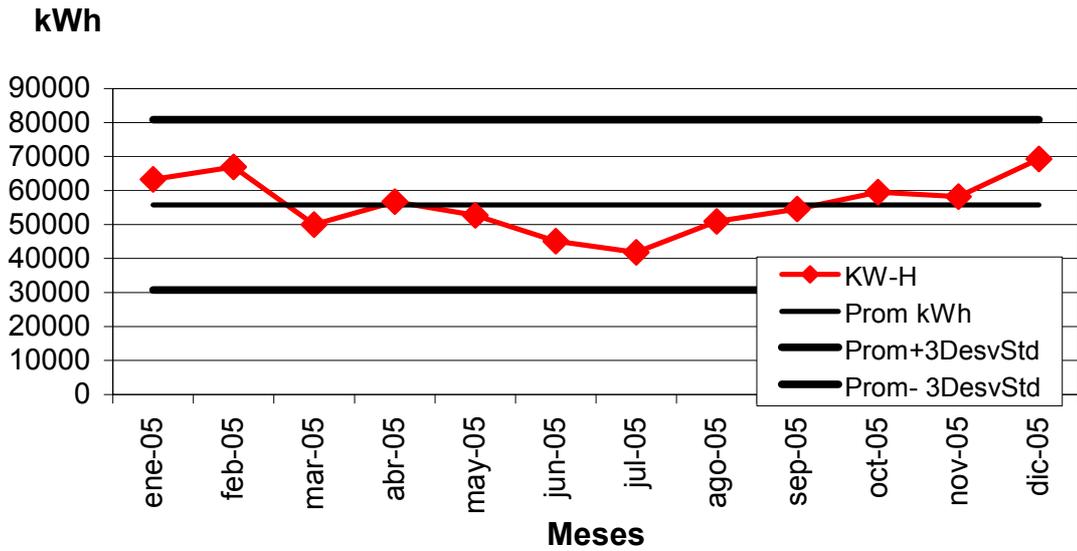


**Fig. 2.6 Diagrama de dispersión Lts / MP**

En el gráfico anterior se observa claramente como para semejantes producciones se manifiestan distintos consumos de diesel.

### **2.1.2 Análisis del portador electricidad**

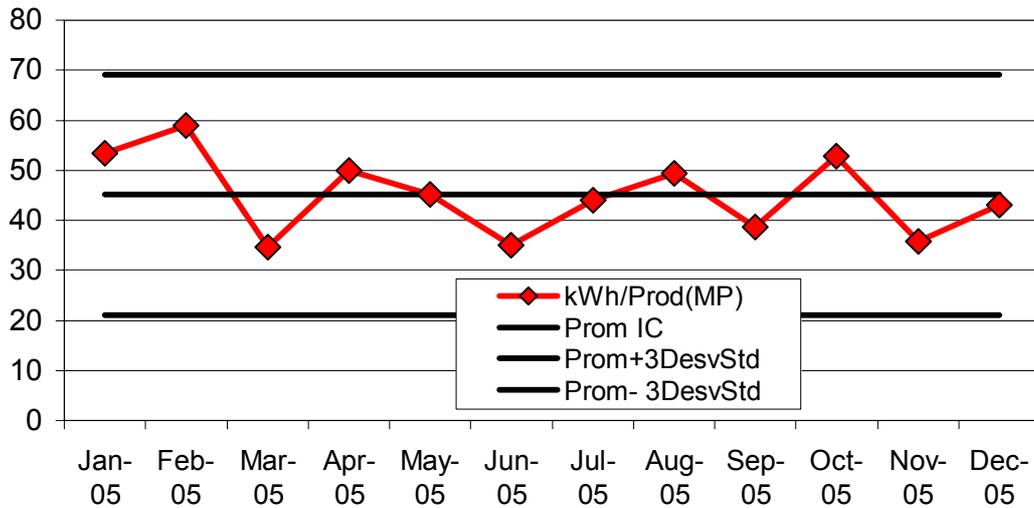
Para realizar el análisis de la electricidad primeramente se analizó la base de datos disponible de todo el año 2005. En el siguiente gráfico se observa como el consumo global de electricidad se mantuvo oscilando alrededor del valor promedio durante todo el año sin variaciones significativas. A pesar de todo esto, en el mes de Diciembre el consumo de energía eléctrica superó el valor promedio hasta alcanzar los 69,3 MW/Mes (ver Fig. 2.7).



**Fig.2.7 Gráfico de Control del Consumo de Electricidad.**

Con respecto al valor del IC del portador electricidad se puede decir que el valor promedio se establece en 45,09 kWh/MP. Este indicador de consumo presenta variaciones significativas pero nunca se manifiesta fuera de control al considerar que los procesos de producción y distribución de energía son procesos que se ajustan al comportamiento normal. Por tanto los gráficos de control son muy útiles para evaluar el comportamiento de los consumos, eficiencia, índices de consumos y otros indicadores Fig. 2.8.

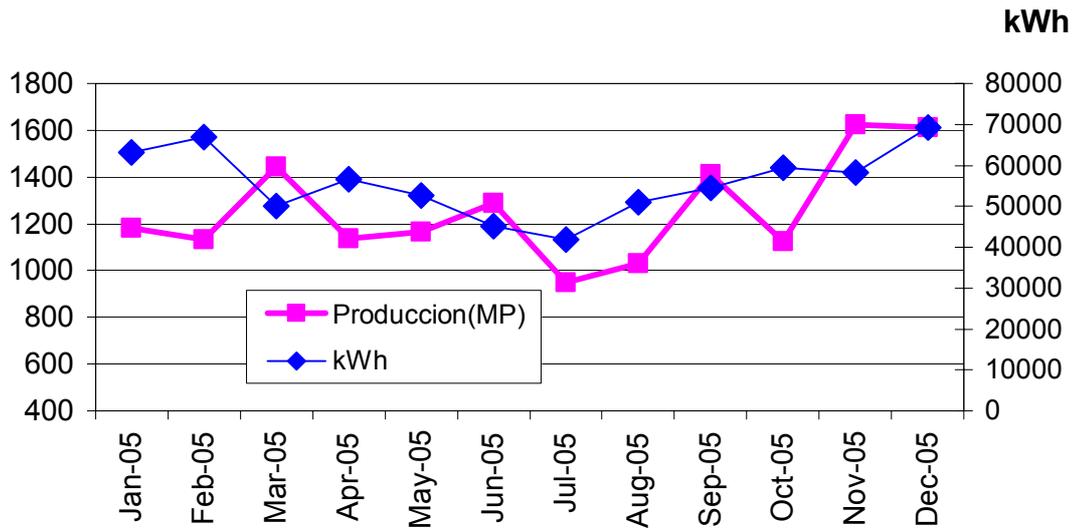
kWh/Prod(MP)



**Fig.2.8 Gráfico de Control del Índice de Consumo**

En los meses de Enero, Febrero, Abril, Mayo, Julio, Agosto y Octubre el consumo de energía eléctrica total se mantiene por encima de la producción. En los restantes meses la producción es la que se mantiene por encima, con una pequeña diferencia. Lo anterior indica que las dos variables no siguen la misma tendencia, por esto no existe correlación según el diagrama de dispersión energía contra la producción. Para similares consumo de energía se perciben ingresos diferentes.

En la empresa se debería de trabajar con mayor eficiencia cuando se tiene mayores niveles de servicios. Esto que aparentemente es una contradicción, estadísticamente no lo es, pues el consumo de energía eléctrica es una variable aleatoria que hemos correlacionado con un solo factor que es la producción en MP.



**Fig. 2.9 Gráfico de Energía Eléctrica y Producción.**

Se observa en la figura 2.10 que no existe correlación lineal, ajustando la recta a los datos, observamos una pendiente pronunciada indicando que para cero producciones ingresos existe un consumo de energía eléctrica no asociada de unos 726.16 kWh/mes.

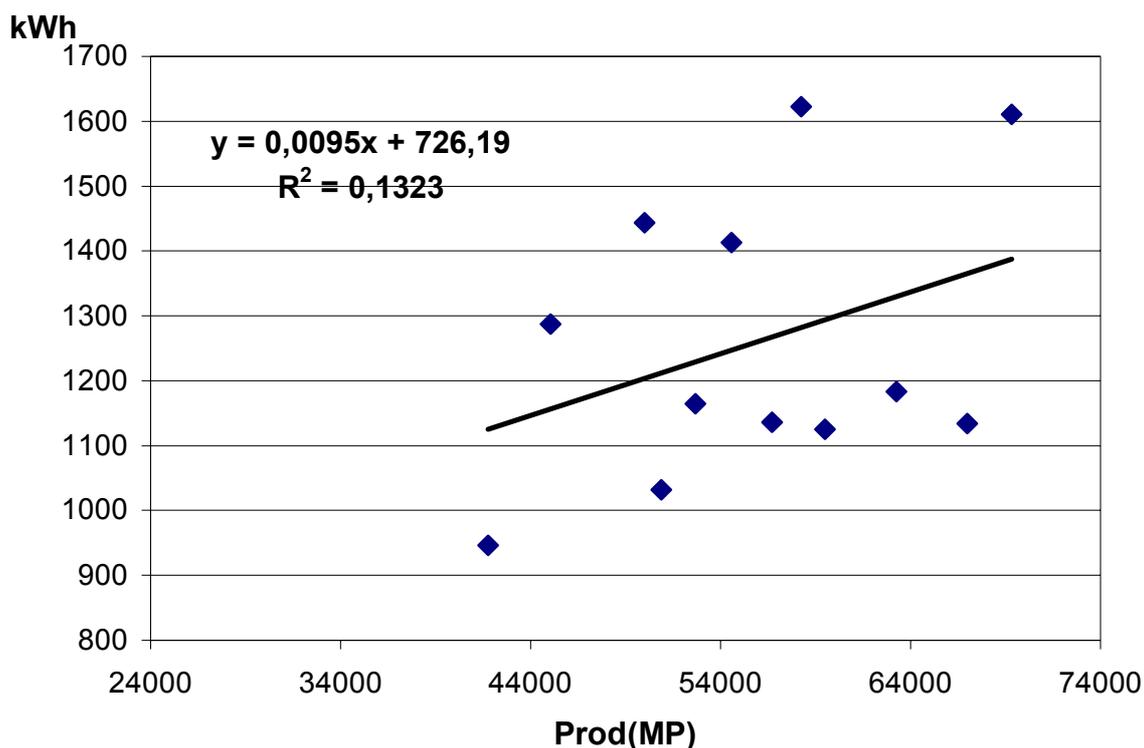


Fig. 2.10 Diagrama de Dispersión.

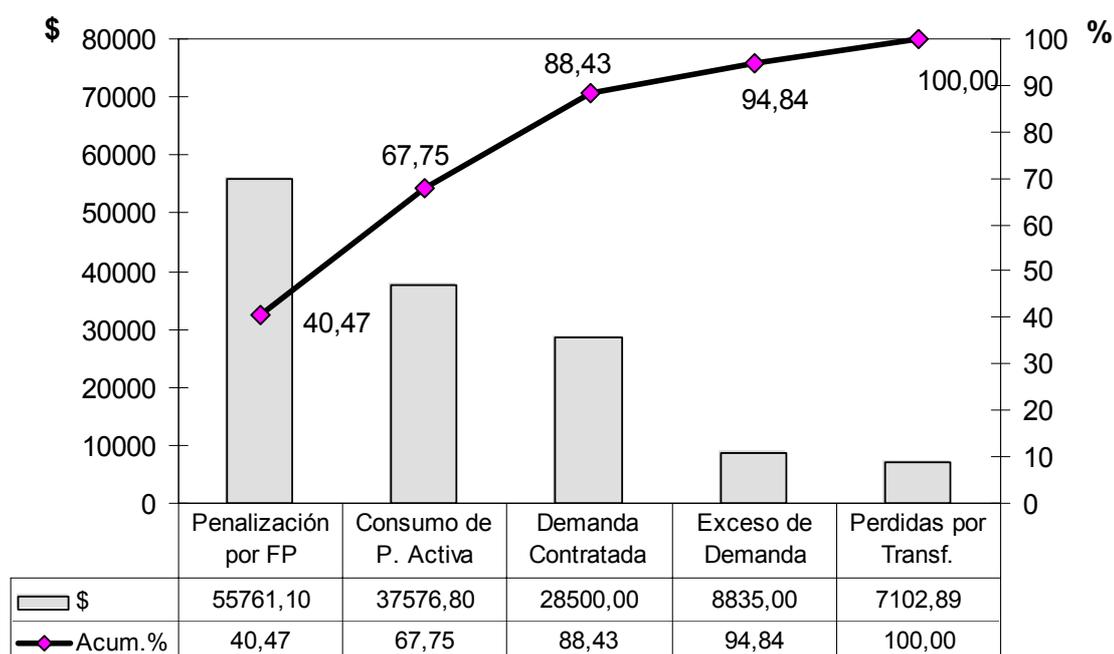
### 2.1.3 Comportamiento de la facturación eléctrica

En el caso específico de la ECI#3 los resultados de la facturación eléctrica llegan a la empresa como unas obligaciones de pago y no se cuenta con las facturas originales en las que se puede observar cada uno de los datos cuantitativos que la conforman. Dada la situación anterior se expone un conjunto de informaciones que permite dar valoraciones económicas en busca de estrategias técnicas para disminuir la facturación.

Tabla 2.2 Estructura de Costos de la Facturación Eléctrica año 2005.

Dependencia	Demanda Contratada	Consumo de P. Activa	Exceso de Demanda	Penalización por FP	Perdidas por Transf.
Oficinas Central ECI#3	4500,00	8319,33	0,00	0,00	383,34
Base apoyo	11500,00	24851,38	8835,00	31677,21	6357,63
Planta de Asfalto	12500,00	4406,09	0,00	24083,89	361,92
<b>Total</b>	<b>28500,00</b>	<b>37576,80</b>	<b>8835,00</b>	<b>55761,10</b>	<b>7102,89</b>

En la tabla anterior se pueden observar la mayoría de los elementos de costos que componen las facturas eléctricas de las tres dependencias más consumidoras. A partir de estos datos se elaboró el siguiente gráfico de Pareto de manera tal que se estratificaron los elementos de las facturas eléctricas. Esto permite identificar donde se centran el 80% de los efectos de la facturación.



**Fig. Gráfico de Pareto para los elementos de gastos de la factura eléctrica**

Es impresionante como el 40,47% de la facturación eléctrica de estas tres empresas lo representen las penalizaciones por el bajo factor de potencia, cuando este elemento se puede solucionar con el empleo de capacitores compensando globalmente el sistema, con bajos costos y mejorándose parámetros eléctricos como la tensión. Luego le sigue el pago por consumo de potencia activa con un 27,27%, después la demanda contratada con un 20,69%. Estos tres primeros representan el 88,43% por lo que hay que encaminar los esfuerzos en la gestión eléctrica en estos tres renglones. A

continuación se tiene el pago por exceso en la demanda contratada representando el 6,41% y las pérdidas por transformación con el 5,16%.

En la siguiente tabla se puede observar el coeficiente de carga máximo que pueden experimentar los transformadores de fuerza de las principales entidades consumidoras de energía eléctrica de la empresa. Los resultados del bajo coeficiente de carga que se aprecian aún en máxima carga, indican la necesidad de reorganizar el sistema de suministro para una distribución en la que existan menores pérdidas por transformación.

**Tabla 2.5 Nivel de carga Máximo de los Transformadores.**

Banco de Transformadores	Potencia (kVA.)	Máxima demanda leída (kW)	Coeficiente de Carga máximo
Oficinas ECI#3	100	51	0.564
T.1 Base de apoyo	1000	204	0.283
T.2 Base de Apoyo	1000	50	0.074
T. Planta de asfalto		225,00	

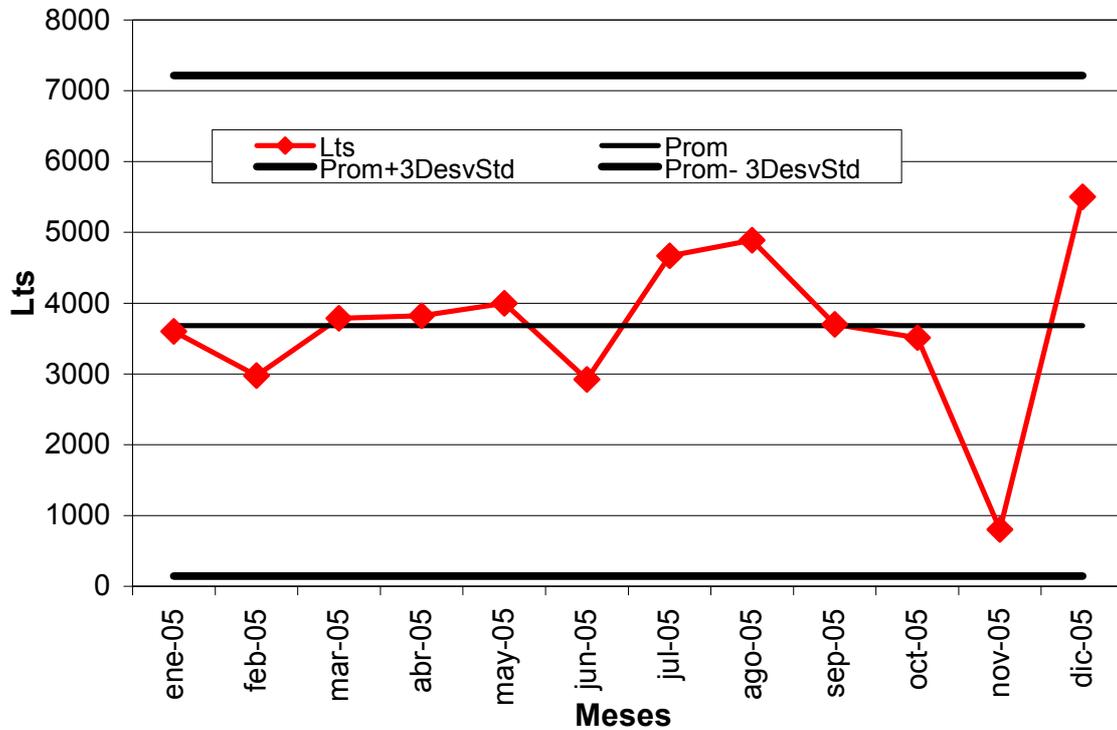
En la tabla 2.6 se observan los valores en kWh correspondientes a los elementos componentes de las facturas. Lógicamente el consumo de potencia activa de las cargas eléctricas representa el mayor porcentaje con 82,92%, luego las pérdidas por transformación con el 16,99 % y el 0,10 % restante corresponden a los kWh adicionales consumidos por exceso de la demanda.

**Tabla 2.6 Resumen de los kWh relacionados con cada elemento de costo de la facturas.**

Unidad	Demanda kW.	Consumo Act. (kW)	Perdidas Transf.(kW)	Factor de Potencia	Demanda Máxima.
ECI#3	900	118080	5441	0,9	0
Base Apoyo	2300	338800	91103	0,7	589
P. Asfalto	2500	44504	6163	0,64	0

### 2.1.4 Análisis del portador gasolina

El consumo de gasolina en el año 2005 de la empresa ECI#3 alcanzó un valor promedio mensual de 3681 Lts, y una desviación estándar de 1169 Lts. En el siguiente gráfico de control se puede observar su comportamiento.

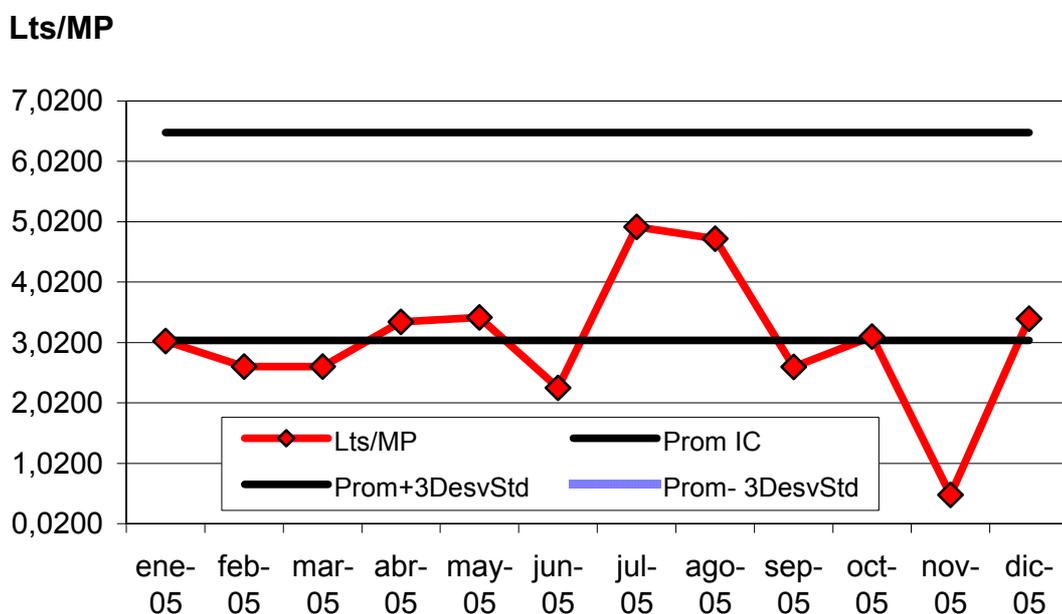


**Fig. 2.11 Consumo de Gasolina.**

Solamente en el mes de noviembre se presentó un parámetro casi fuera de control con un valor de 800 Lts, pero al mes siguiente hubo un incremento a 5500 Lts representando el mayor consumo en el año analizado. El índice económico energético promedio de la gasolina fue de 3,05 Lts/MP con una desviación estándar 1,14 Lts/MP.

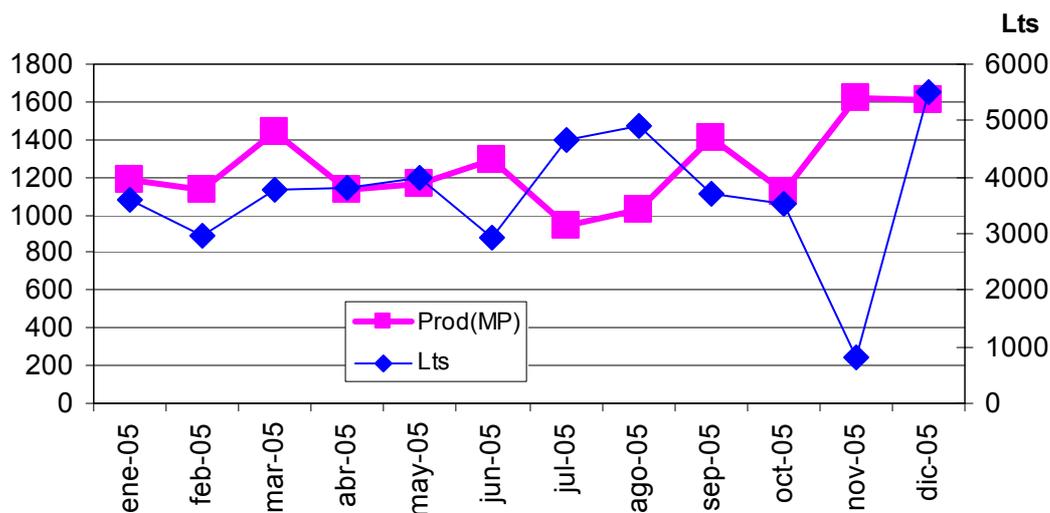
En la figura 2.12 se presenta el gráfico de control del índice económico energético de la gasolina. Se observa durante los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre y diciembre un índice cercano al

promedio. En los meses de julio y agosto el índice se dispara por encima del valor nominal hasta alcanzar los valores de 4,9 Lts/MP y 4,7 Lts/MP respectivamente. En el mes de noviembre, se presentó una caída hasta los 0,4 Lts/MP.



**Fig. 2.12 Control de índice económico energético.**

En la figura 2.13 aparecen los gráficos de consumo de gasolina y producción en tiempo. Los valores de estas dos variables se entrecruzan en varios meses del año, lo que indica que el consumo de gasolina no sigue una tendencia estable durante el año 2005 relacionado con la producción. Es por lo tanto que el coeficiente de correlación lineal indica el valor de 0,10 para una ecuación de  $y = -0,0602x + 1480$ . Al igual que los portadores analizados con anterioridad se necesita de un análisis más profundo para su establecimiento.



*Fig. 2.13 Gráfico de energía y producción.*

## 2.2 Análisis del portador Electricidad del complejo administrativo ECI#3.

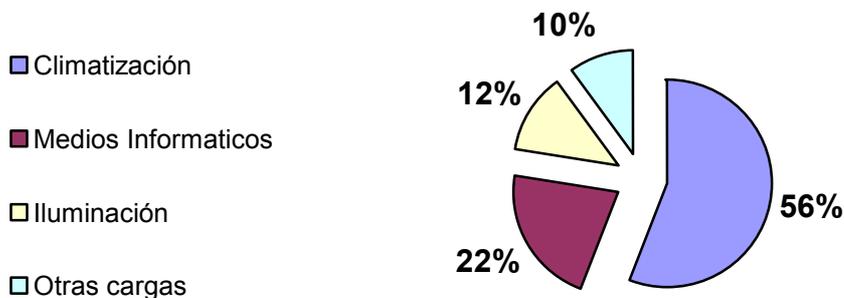
En el presente epígrafe se abordará los análisis correspondientes al complejo administrativo ECI#3. En estas oficinas se realizan todas las actividades de planificación y control de toda la actividad empresarial. El régimen de trabajo es de 8 horas desde las 7:00 AM hasta las 4:30 PM. El sistema de distribución eléctrica está constituido por dos transformadores monofásicos de 50 kVA respectivamente, los cuales tienen una conexión delta abierta. Se les suministra energía eléctrica a 4 edificios biplantas y otras oficinas. En el edificio 1, 2, 3 se concentran el 77,33% del total de equipos y el 86,47% de la carga instalada, por lo que para disminuir los consumos de energía en cuanto a la carga instalada se debe realizar en estos tres lugares. A continuación se muestra en la tabla#1 la distribución total de la carga instalada en el anexo 1, 2, 3, 4 se muestra una información mas detallada de la capacidad instalada, en la que se puede observar toda la gama del equipamiento.

La estructura de los consumos en correspondencia con la instalada indica que el 56% de la potencia corresponde a climatización, el 22% a los medios informáticos, el 12% en iluminación y restantes 10% es de otras cargas

puntuales (Cocinas, Eléctricas, Fríos, Planta de Radio, Bomba de Agua, Caja de Agua y televisores) ver figura 2.14.

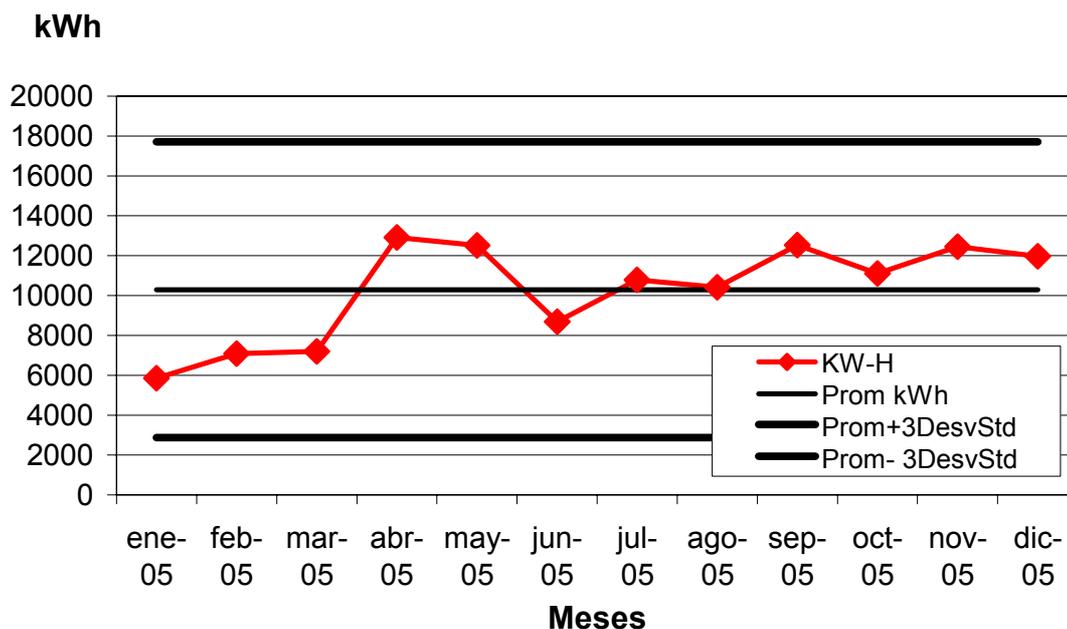
**Tabla #1 Resumen de la distribución de la carga instalada.**

EQUIPOS ELECTRICOS	CANT	KW
TOTAL EDIFICIO No 1	58	24,41
TOTAL EDIFICIO No 2	72	29,98
TOTAL EDIFICIO No 3	72	30,40
TOTAL EDIFICIO No 4	19	5,44
TOTAL OTRAS INSTALACIONES	40	7,83
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>261</b>	<b>98,06</b>



**Fig.2.14 Estructura de la carga instalada**

Es muy difícil establecer los índices de consumo de energía eléctrica para el complejo administrativo de la empresa, debido a que no existe un indicador preciso contra el cual comparar. Estos trabajadores no realizan una producción específica por lo que se propone en próximos trabajos para profundizar al respecto. No obstante en el gráfico de control de energía eléctrica en la figura 2.15 que se muestra a continuación.

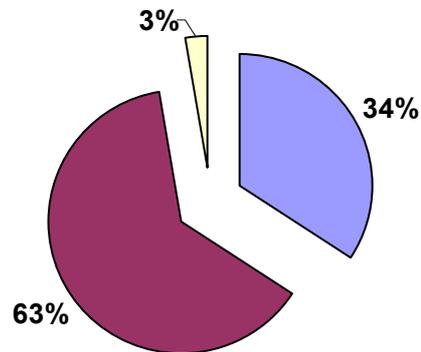


**Fig.2.15 Control de energía.**

Aparece que el consumo en el año 2005 comienza un incremento sostenido hasta el mes de diciembre, a partir de julio los kWh superan el valor promedio mensual que es de uno 10,3MWh, manteniéndose superior a este valor el de los restantes meses.

Al observar la estructura de gastos de las facturas eléctricas del año 2005, como aparece en la figura 2.16 se identifican que, el 63% corresponde al pago por el consumo de potencia activa, el 34% a la demanda contratada y el 3% a las pérdidas por transformación. En estas facturas no aparecen penalizaciones por el factor de potencia

■ Demanda ■ Consumo Activo ■ Perdidas por transf



**Fig.2.16 Consumo de Electricidad ECI#3.**

La demanda contratada de 75kW se considera que está bien valorada, según las mediciones eléctricas realizadas la demanda máxima para un día característico es de unos 55 a 60 kW.

### **2.2.2 Análisis de las mediciones eléctricas realizadas.**

Las mediciones se realizaron con el registrador tipo Interlogger que a continuación se le hará referencia, las mismas fueron realizadas entre 10 y 20 minutos entre una medición y otra por espacio de 24 horas en la residencia estudiantil, el docente y el transporte.

También se registraron valores de:

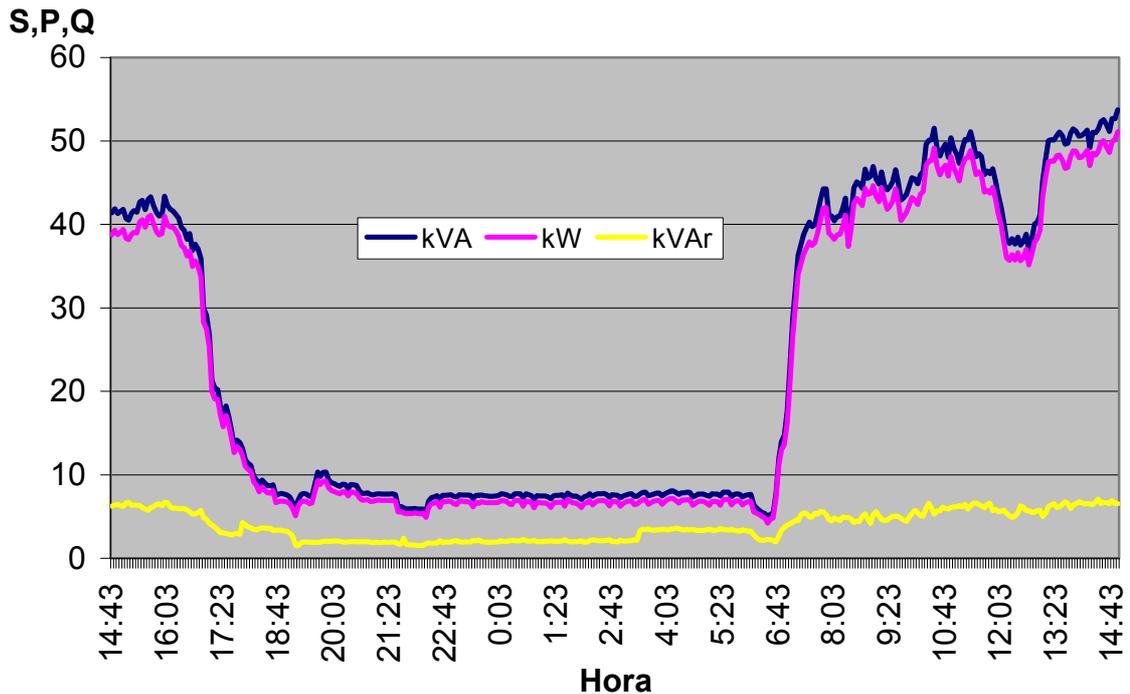
- Factor de potencia
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Potencia aparente
- Tasa de Distorsión de Armónicos

Todas estas se registraron por fase y total, una forma de onda de tensión y corriente con período de muestreo de 128 microsegundos para valores registrados.

El tipo de conexión que se utilizó para medir con el analizador de red en los bancos del centro fueron (Línea trifásica a 4 hilos).

El registrador es un sistema analizador trifásico de tensión y corriente capaz de medir el contenido de armónicos y demás parámetros RMS (valores efectivos) de cada una de las fases. Empleando un complejo algoritmo matemático. Este analizador puede averiguar, porcentual mente, el contenido armónico de la distorsión armónica total en cada fase de tensión y corriente. Las mayorías de las mediciones pueden ser leídas en display del aparato, mientras que los datos registrados pueden ser volcados en un (PC) vía puerto serial, o mediante la tarjeta de memoria (PC MCIA). Este aparato se alimenta de la línea en todo su rango de medida y la batería recargable mantiene la información registrada en caso de fallo de tensión. Todas las entradas van separadas galvánicamente y protegidas por varistores y fusibles. La unidad completa bien alojada en una caja hermética al agua y dispuesta para ambientes hostiles.

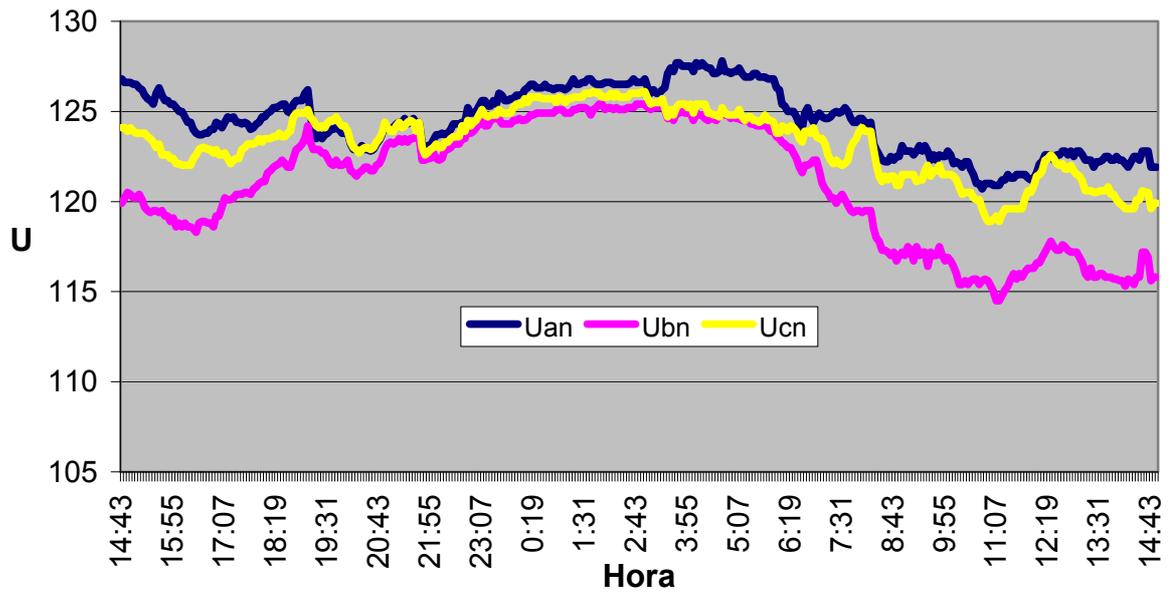
Para determinar el comportamiento de las magnitudes eléctricas, se realizaron mediciones de las cuales se muestran en este epígrafe las más significativas. En este caso se observa en el gráfico de las potencias de la figura 2.17, que existen un valle en la curva de demanda que se extiende desde las 6:00 PM hasta las 6:30 AM del próximo día. A partir de las 6:30 AM inicia un rápido incremento de la demanda para mantenerse sostenido en el rango de 35 a 55 kW. Se resalta que en el horario de 12:00M a 1:00pm hay una disminución de unos 10 kW coincidente, esta disminución con el cumplimiento de la medida de apagar los aires Acondicionados en este horario, se sugiere que se revise el cumplimiento de esta medida ya que la climatización representa unos 53kW de potencia instalada.



**Fig.2.17 Potencia Instalada.**

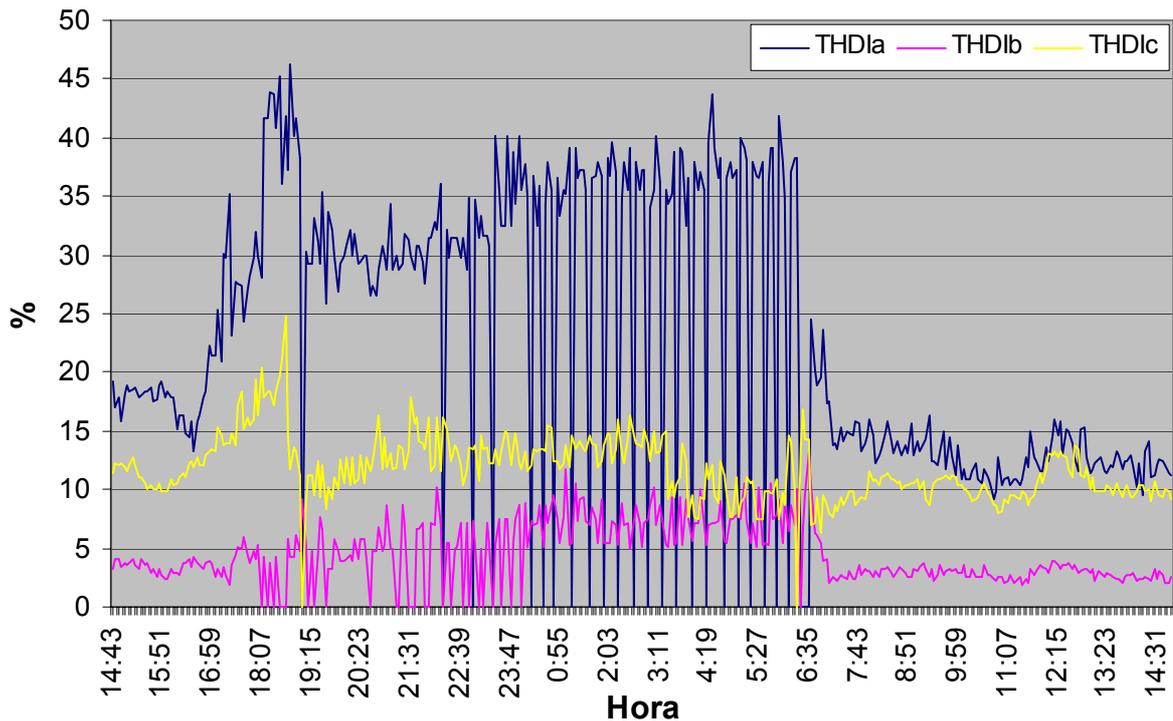
La diferencia entre consumo de potencia activa y aparente es muy pequeña a consecuencia del bajo consumo de reactivos lo cual se manifiesta en un factor de potencia 0.91 los valores promedio de S, P, Q son 23,54 kVA., 22,09 kW. Y 3,86 kVAr. En el caso del comportamiento de las corrientes por cada una de las fases se resulta que existe un desbalance de carga significativa entre las fases A y B el desbalance en el comportamiento del consumo de las corrientes es de 48 A como promedio, entre A y C es de 26 A y entre B y C es de 21 A. A partir de estos valores se sugiere hacer un balance de carga.

En el caso del comportamiento de las tensiones se observa que en el horario que donde se produce el valle de la demanda se observa un aumento en la tensión figura 2.18. La tensión en la fase A siempre se mantiene por encima de la tensión en la fase B y C. esto se corresponde con la fase C tiene un estado de carga superior al de la A y la fase B siempre es la mas cargada. En el horario en que la potencia instalada disminuye considerablemente las variaciones de tensiones de fases superan el 10% que es el valor normado.



**Fig.2.18 Comportamiento de las Tensiones.**

En el caso del distorsión Total Armónica (THD) de tensión esta posee un valor promedio de 2,25% por lo que hay que continuar observando estas magnitudes que están muy próximos del valor permisible del 3%. En el caso de la THDi los mismos alcanzan un valor promedio de 22,89% fase A, 4,51% fase B, 11,72% fase C Fig.2.19.



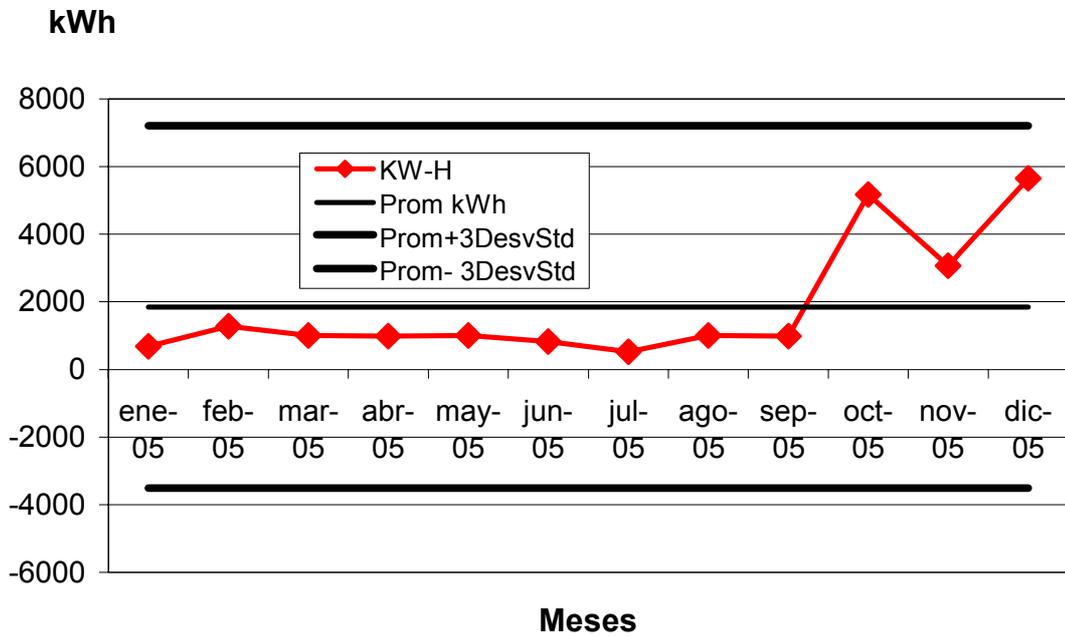
**Fig. 2.19 Distorsiones armónicas.**

Se dice que existe distorsión armónica cuando la onda sinusoidal, prácticamente pura, que generan las centrales eléctricas sufre deformaciones en las redes de alimentación a los usuarios. En relación con los armónicos, se han definido tasas que no deben sobrepasar, en un determinado porcentaje. Tanto la normativa internacional, como la española establecen unas tasas para cada armónico cuya probabilidad de no ser sobrepasadas ha de ser, como mínimo, del 95%. Por lo que podemos abordar que, para las siguientes distorsiones máximas de cada fase, como por ejemplo la fase A presentó una distorsión de 46,2% a las 6:55 PM siendo este su más alto valor, luego a partir de las 8:00 PM hubo unas distorsiones casi constantes hasta las 6:35 AM manteniéndose aproximadamente en un 40%.

### **2.3 Análisis del Portador Electricidad en Planta de asfalto.**

De los resultados obtenidos en Planta de Asfalto abordaremos en este epígrafe por lo que de todas las actividades a realizar, la más importante es la

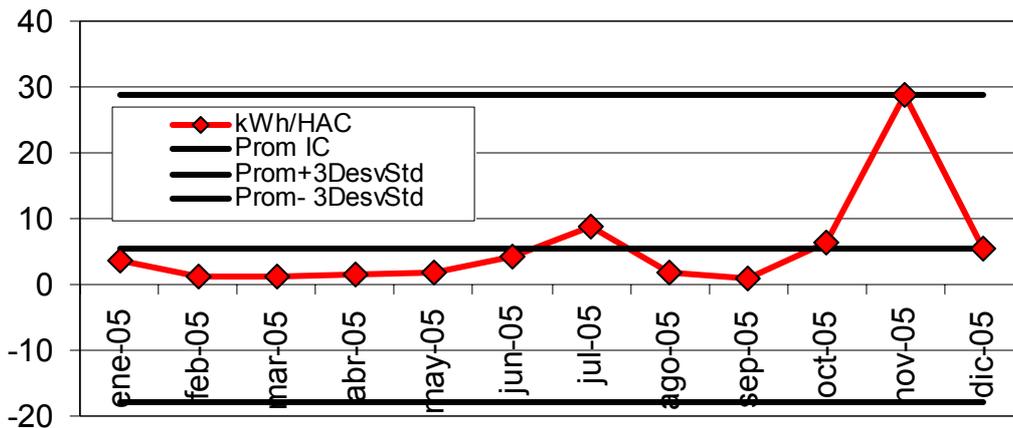
producción Hormigón Asfáltico Caliente (HAC) la misma cuenta con dos operarios y un jefe de planta. Es una planta de mezclado de asfalto caliente con áridos.



**Fig.2.20 Consumo de Energía.**

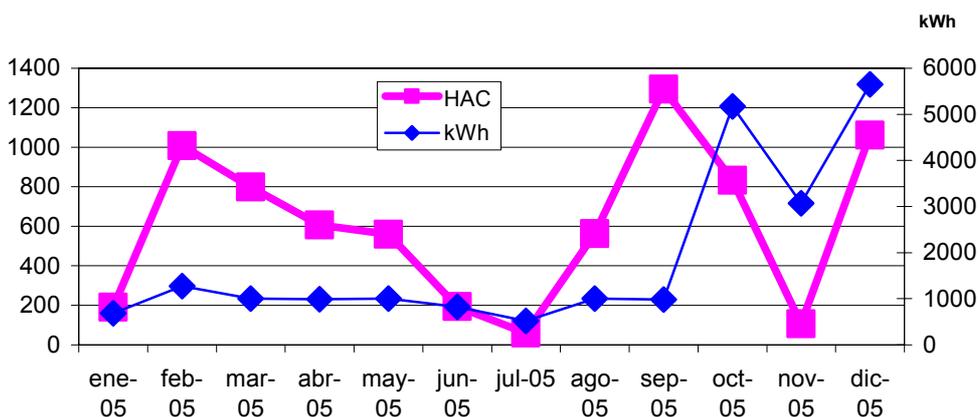
En el siguiente epígrafe aparece el consumo en el año 2005 el cual se mantiene estable hasta el mes de septiembre estableciendo un intervalo de valores aproximados desde 1274 Kwh. hasta 5169 kWh siendo este su mayor consumo. Estableciendo el índice de consumo podemos ver que el promedio es de 5,46 kWh/HAC y una desviación estándar de 7,7875 kWh/HAC. Acentuándose un incremento en el mes de julio con un valor de 8,83 kWh/HAC. El comportamiento que se observa una disminución en los meses de agosto y septiembre con incremento en el mes de noviembre, con un valor 28,82 estando este parámetro casi fuera de control.

kWh/Ton



**Fig. 2.21 Índice de consumo.**

En el gráfico de energía y producción en tiempo se observa que estas magnitudes no tienen la misma tendencia a lo largo de todo el año, y en ocasiones se entrelazan los gráficos. Existen meses como el mes de septiembre que existe un incremento en la producción y sin embargo se observa un decrecimiento apreciable en el consumo de electricidad. En otras ocasiones como en el mes de noviembre ocurre lo contrario existe un incremento en el consumo de electricidad y sin embargo se presenta una gran disminución de la producción.



**Fig.2.22 Gráfico de energía contra producción.**

#### 2.4 Análisis del portador electricidad Base de Apoyo.

La unidad básica, producción industrial, tiene ya de creada más de 26 años al servicio para la construcción en Moa. Esta unidad se diseñó con el propósito de realizar producciones y materiales semielaborados de apoyo a la construcción de la primera planta procesadora de Níquel construida por la Revolución, la Ernesto Che Guevara. La misma cuenta con las siguientes Instalaciones:

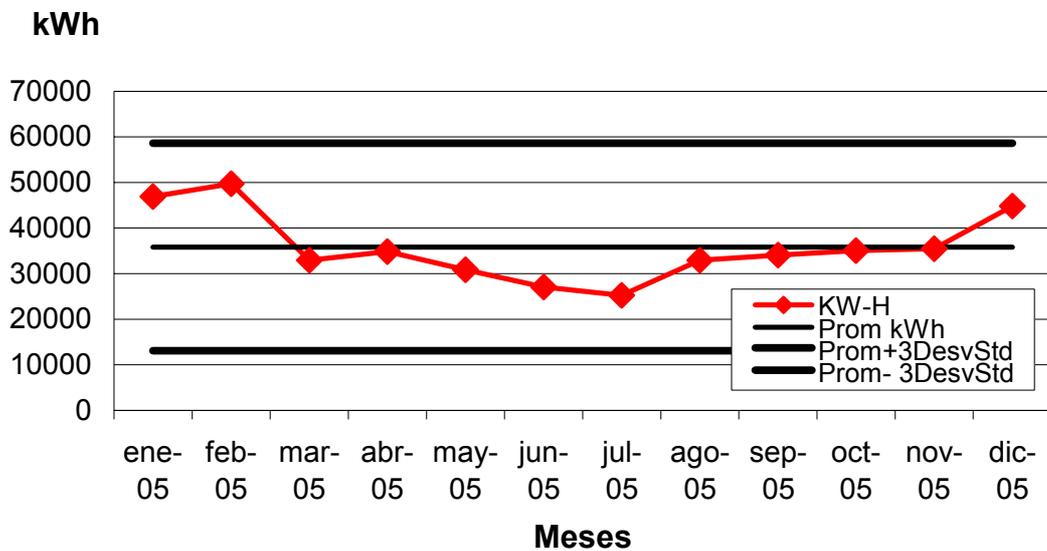
1. Base de Almacenes: cuenta con tres almacenes de gran capacidad bajo techo, con todas las condiciones creadas para la manipulación interior de productos.
2. Almacenes a Cielo Abierto: posee cuatro almacenes a cielo abierto de gran capacidad con los equipos de izaje necesarios para la manipulación de las producciones terminadas y semielaboradas, posee grúas Puente KK-20 de 20Tn.
3. Tres grandes talleres de producciones metálicas, compuestos por las siguientes instalaciones:
  - Taller de Pailería: es donde se realiza las producciones metálicas que sean solicitadas por las obras que se construyen, tales como cerchas metálicas, columnas, tanques, grandes ductos, etc.
  - Taller de Tuberías: Es donde se realizan todas las grandes intercepciones, se fabrican codos, Tee, Yee, de grandes dimensiones para su posterior montaje por la brigadas ejecutoras.
  - Taller de Hojalatería: en este centro se procesa todas las chapas que se usan para el recubrimiento del aislamiento térmico, también se elaboran ductos de climatización, tanques, etc.
4. Taller de Tornería: en este se procesan todas producciones que demanda maquinado, como pernos, insertos, taladrado, frezado, así como algunas fabricaciones especiales.
5. Planta productora de Hormigón Premezclado (batshing-Plant): en esta planta se elabora todo el hormigón que demandan las obras, luego se transportan en camiones hormigoneras.
6. Planta de Hormigón Prefabricados, se cuenta con las siguientes instalaciones:

- Planta de producción de elementos prefabricados Gran Panel IV (Elementos para Viviendas)
  - Planta de producción de elementos prefabricados Sandino (Elementos para viviendas económicas)
  - Planta de Hormigón pretensado (losa huecas Spiroll), se usan en cubiertas y en algunos muros.
  - También se realizan producciones a pedido del cliente, tales como los cimientos para las torres de alta tensión, elementos para la fortificación de túneles, elementos para construcción de puentes, etc.
7. Taller de Elaboración de Acero: en este es donde se elabora todo el acero de las plantas de elementos prefabricados y la demanda de las obras, así como pedidos especiales de clientes.
  8. Taller de Producciones de complementarias: es donde se producen algunos elementos necesarios en la construcción como, celosías, patas y mesetas para viviendas, etc.
  9. Taller de Carpintería de Madera: en este se procesa toda la madera que de manda la construcción, tales como encofrados, marcos, puertas, ventanas y otros elementos especiales.
  10. Taller de Carpintería de Aluminio: en este se elabora toda la carpintería de aluminio de alta calidad con destino a clientes del sector del níquel, turismo, así como las obras de La Batalla de Ideas y sociales.

Todas estas instalaciones conforman una unidad de apoyo vital a la actividad fundamental de la empresa, sin esta es imposible desarrollar el proceso de construcción, actualmente está sometida a un proceso de recapitalización de sus instalaciones.

Analizando los siguientes datos de la unidad de Base de Apoyo podemos decir que su producción está constituida por distintos elementos de hormigón y piezas de madera, aluminio, acero. De los resultados del consumo eléctrico en

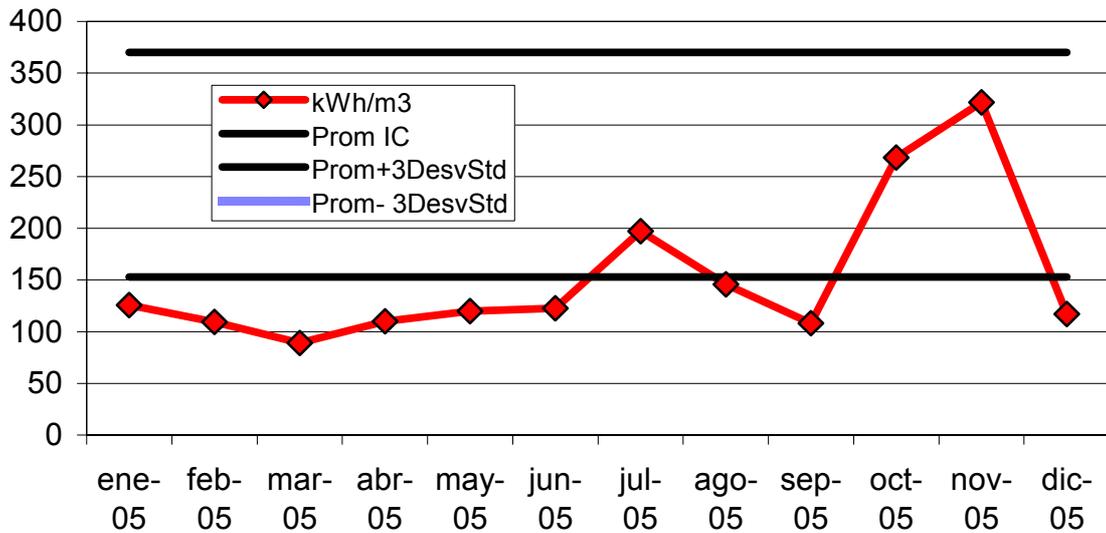
el 2005 en el mes de febrero presentó unos 49701 kWh. Las magnitudes se mantuvieron controladas en todo el período (Ver figura 2.23)



**Fig.2.23 Gráfico de Control de Consumo de Energía.**

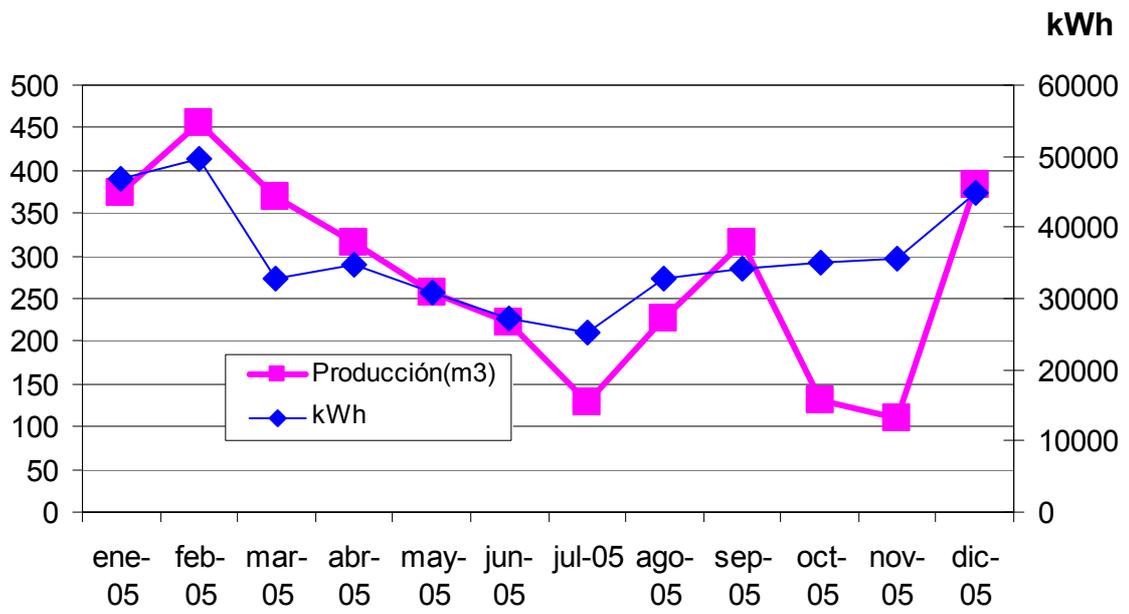
En el gráfico de índice de consumo podemos decir que el mes de julio presentó un aumento hasta 197,36 kWh/m<sup>3</sup> de todas las producciones, en los meses de octubre y noviembre el incremento del índice económico energético de la electricidad alcanza sus mayores valores en el año de unos del de los índices de consumo fue elevado llegando a un valores máximos de 268 y 322 kWh/m<sup>3</sup> (ver figura 2.24).

kWh/m<sup>3</sup>



**Fig.2.24 Gráfico de control del índice de Consumo.**

Analizando el siguiente gráfico se puede decir que en los meses de febrero, marzo y abril la producción se mantuvo por encima del consumo de electricidad, además coincidiendo ambos en los meses de enero, mayo, junio y diciembre, teniendo en cuenta que en el mes de febrero obtuvo el ingreso más alto de la producción con un valor de 455, por lo que también en el mes de noviembre la producción fue de 110 m<sup>3</sup> (ver figura 2.25).



**Fig.2.25 Gráfico de Energía y Producción.**

## **Introducción**

En el presente capítulo se abordarán los temas relacionados con las diferentes medidas, las cuales serán explicadas de diferentes formas tales como medidas de pequeña y gran inversión así como los costos por portador y sobre la base de los gastos totales de la empresa constructora ECI#3.

### **3.1 Plan de medidas**

#### **Medidas Organizativas**

1. Conformar un sistema de información energética con la capacidad de actualización diaria, que permita brindar la información oportuna del empleo de los distintos portadores energéticos.
2. Exigir a la empresa eléctrica copia de los originales de las facturas eléctrica de todos los objetos de obra de la empresa para mantener un mejor control de las pérdidas de gastos (Pérdidas por transformación, máxima demanda, consumo en el horario pico, consumo en el horario normal, penalización por el factor de potencia, etc.)
3. Verificar con la empresa eléctrica desde el punto de vista legal los pagos que se han efectuados por pérdidas de transformación en los transformadores de fuerza de la Base de Apoyo puesto que al realizarse las mediciones eléctricas por la parte de alta de los transformadores no deberían cobrar el importe de las pérdidas (\$6357,63 CUP). Este consumo de los pérdidas esta implícito en las lecturas del contador.
4. Transferir la carga del transformador más subcargado en un solo, el cual tiene potencia disponible para el soporte de dichas cargas. Esto permite eliminar el pago por pérdidas de transformación en un banco de transformadores.

### **Medidas de pequeña inversión.**

1. Contratar la confección de un software que permita el manejo de la información energética. El costo destinado a esta inversión es de unos \$ 3000.00 cup. .
2. Organizar un programa de inspección energética durante todo el año que permita verificar el funcionamiento de los sistemas de suministro eléctrico de manera general y el comportamiento de los consumos de los portadores energéticos.
3. Contratar un técnico medio en cualquier rama a fin con la energía que controle la información energética de la empresa, que cuente con más fondo de tiempo para controlar y gestionar mediante diferentes acciones la eficiencia energética.
4. Realizar la prueba del litro consistente en comprobar la cantidad de km por litro que recorren realmente cada equipo de transporte de la empresa y los demás equipos existentes.
5. Siempre que sea factible alquilar los servicios de transportación, lo cual no produce gastos de mantenimiento y permite en muchos casos el uso más racional de los recursos.
6. Realizar diagnósticos energéticos a las dependencias de la empresa que más incidan en el consumo de los portadores energéticos (Contratar servicio multidisciplinario)
7. Proteger la pizarra de distribución eléctrica del complejo administrativo de la ECI#3 debido al deterioro que presentan. Esto trae como consecuencia el incorrecto funcionamiento de los aditamentos de protección y la instrumentación que se emplea en el control del consumo de la electricidad.
8. Dar un mantenimiento general a las subestaciones eléctricas de Base de apoyo por su actual deterioro. Tener en cuenta el sistema de aterramiento, la protección que debe utilizarse para los electricistas que operan en esta área así como el mantenimiento de los interruptores y demás elementos.

9. Continúa la capacitación energética de directivos y de las personas de los puestos claves que contribuyen al uso más racional de los portadores energéticos.

#### **Medidas de gran inversión.**

1. Sustitución de los equipos de transporte y demás equipos altos consumidores de combustible.

#### **3.2 Costos por pesos en energéticos.**

Podemos decir que con los datos obtenidos de la empresa constructora ECI#3 valoración:

Por portador el diesel se gasta 2.6 centavos para producir un peso, la gasolina se gasta 0.1 centavos para producir un peso, Feull Oil se gasta 0.2 centavos para producir un peso, electricidad se gasta un centavo para producir un peso llegando a todos estos análisis decimos que en energéticos se gasta 4 centavos para producir un peso. Se obtuvieron los gastos totales de la relación que existe entre el gasto total entre cada portador energético con respecto a los ingresos que perciben a nivel de empresa.

## Conclusiones

1. El portador energético de mayor importancia lo constituye el diesel representando el 67,45%, seguido de la electricidad con el 16,33%. Entre los dos portadores representan el 83,78%.
2. Los transformadores de las principales dependencias de la empresa durante el año 2005 alcanzaron el estado de carga máximo de 56% en la ECI#3, 28% en el T1 de base apoyo y un 7,4% para el T2.
3. Los gastos energéticos constituyen un 3,29% de los gastos totales de la empresa.
4. Los valores medios del índice económico energético de electricidad durante el año 2005 fue de 45,09 kWh/MP, en el caso del diesel 67,7 Lts/MP, en la gasolina 3,05Lts/MP.
5. En el Sistema de Suministro Eléctrico del complejo administrativo de la ECI#3 la máxima demanda oscila alrededor de los 50 kW, la tensión alcanzó variaciones superiores al 10% en horarios de mínima demanda. Existe desbalances en el comportamiento de la corriente pronunciado en todo el horario laboral, la distorsiones totales armónicas de las corrientes y la tensión están dentro de los valores permisibles y el factor de potencia alcanzó un valor promedio 0,91.
6. Para el caso del índice económico energético de la electricidad en planta de asfalto se establece un valor promedio de 5,46 kWh/HAC, en el caso de base de apoyo 162,45 kWh/m<sup>3</sup>.
7. Para producir un peso en la empresa se gastan 4 centavos en energéticos.
8. Los gastos de las penalizaciones por el bajo factor de potencia representan el 40,46% de la facturación eléctrica de la empresa.

## **Recomendaciones**

1. Realizar un estudio más profundo de los portadores energéticos de la empresa que permita no solo establecer los índices económicos energéticos con precisión, sino además, los índices de consumo.
2. Aplicar el plan de medidas que se proponen en este trabajo.
3. Contratar un Diagnóstico Energético de la empresa que permita abordar con mayor profundidad y de forma multidisciplinaria la temática energética.

## Bibliografía

1. Borroto Nordelo. A. Gestión energética empresarial; CEEMA, PAEC. Universidad de Cienfuegos, 2001, Pág 81.
2. Bradiansky V.M. El Método Energético y sus Aplicaciones. Editorial Energía Atómica. Moscú. 1988. 247 Pág.
3. Cabrera Gorrin, Osmel. Implementación de la TTGEE en el Hotel Unión. Trabajo de Diploma. Tutor Año 2001.
4. Campos Avella, Juan. C., Dorta, Rafael. La eficiencia energética en la gestión empresarial. Editorial Contactos Mundiales. CEEMA, 91 Pág.
5. WWW. Ciger.edu.cu./Artículos/Eficiencia Energética/ucl./2df/.
6. Monteagudo, José. Implementación de TGTEE en el Hotel Unión. Tesis de diploma. Tutor. 2002. 50 Pág.
7. Ramos Niembro, Gaudencio. Variables que influyen en el consumo de energía eléctrica. Boletín enero-febrero. 1999. Pág. 11-27
8. Maikel Dionisio Gutiérrez Barrera y Maikel Ochoa Peña (2005). Diagnostico Energético Ambiental del ISMM. (Trabajo de Diploma).

### Anexo 1

<b>CAPACIDAD INSTALADA EN LA EMPRESA</b>	<b>EDIFICIO No 1</b>
--	----------------------

No.	EQUIPOS ELECTRICOS	CANT	CONSUMO		
			KW / Hr	KW / DIAS	KW / MES
1	Luminaria 1x20 W	5	0,10	0,80	19,20
2	Luminaria 1x40 W	1	0,04	0,32	7,68
3	Luminaria 2x40 W	24	1,92	15,36	368,64
4	Aire Acondicionado DAEWOO ( 1175 W )	2	2,35	18,80	451,20
5	Aire Acondicionado SANSUNG ( 1330 W )	3	3,99	31,92	766,08
6	Aire Acondicionado LG ( 1200 W )	2	2,40	19,20	460,80
7	Aire Acondicionado FRIGUS ( 970 W )	1	0,97	7,76	186,24
8	Refrigerador Sov. De 180 W	3	0,54	12,96	388,80
9	Cocina Eléctrica de 1000 W	2	2,00	1,00	24,00
10	Computadoras	7	3,50	28,00	672,00
11	Fotocopiadora	2	2,00	0,60	14,40
12	Aire Acondicionado 1500	3	4,50	36,00	864,00
13	Planta de Comunicaciones	2	0,04	0,32	7,68
14	TV - SANSUNG	1	0,06	0,48	11,52
<b>TOTAL EDIFICIO No 1</b>		<b>58</b>	<b>24,41</b>	<b>173,52</b>	<b>4242,24</b>

### Anexo 2

<b>CAPACIDAD INSTALADA EN LA EMPRESA</b>	<b>EDIFICIO No 2</b>
--	----------------------

No.	EQUIPOS ELECTRICOS	CANT	CONSUMO		
			KW / Hr	KW / DIAS	KW / MES
1	Luminaria 1x20 W	1	0,02	0,16	3,84

2	Luminaria 2x20 W	4	0,16	1,28	30,72
3	Luminaria 1x40 W	11	0,44	3,52	84,48
4	Luminaria 2x40 W	24	1,92	15,36	368,64
5	Luminaria 1x150 W	1	0,15	1,20	28,80
6	Refrigerador	2	0,36	8,64	259,20
7	Televisor LG	1	0,04	0,32	7,68
8	Fotocopiadoras	1	1,00	0,50	12,00
9	Consola	1	3,00	24,00	576,00
10	Computadoras	11	5,50	44,00	1056,00
11	Cocina Eléctrica de 1000 W	2	2,00	1,00	24,00
12	Aire Acondicionado SANYO de 1000 W	5	5,00	40,00	960,00
13	Aire Acondicionado SAMSUNG de 1330 W	2	2,66	21,28	510,72
14	Aire Acondicionado LG	1	1,20	9,60	230,40
15	Aire Acondicionado DAEWOO de 1175 W	3	3,53	28,20	676,80
16	Aire Acondicionado 1500	2	3,00	24,00	576,00
	<b>TOTAL EDIFICIO No 2</b>	<b>72</b>	<b>29,98</b>	<b>223,06</b>	<b>5405,28</b>

### Anexo 3

#### CAPACIDAD INSTALADA EN LA EMPRESA EDIFICIO No 3

No.	EQUIPOS ELECTRICOS	CANT	CONSUMO		
			KW / Hr	KW / DIAS	KW / MES
1	Luminaria 1x20 W	2	0,04	0,32	7,68
2	Luminaria 1x40 W	3	0,12	0,96	23,04
3	Luminaria 2x40 W	35	2,80	22,40	537,60
4	Refrigerador	1	0,18	4,32	129,60
5	Computadoras	13	6,50	52,00	1248,00
6	Cocina Eléctrica de 1000 W	2	2,00	1,00	24,00
7	Aire Acondicionado TAYSHI de 1210 W	1	1,21	9,68	232,32

8	Aire Acondicionado SAMSUNG de 1330 W	5	6,65	53,20	1276,80
9	Aire Acondicionado LG de 1200 W	3	3,60	28,80	691,20
10	Aire Acondicionado DAEWOO de 1175 W	4	4,70	37,60	902,40
11	Aire Acondicionado 1500	1	1,50	12,00	288,00
12	Fotocopiadora	1	1,00	0,50	12,00
13	Fax	1	0,10	0,10	2,40
<b>TOTAL EDIFICIO No 3</b>		<b>72</b>	<b>30,40</b>	<b>222,88</b>	<b>5375,04</b>

#### Anexo 4

CAPACIDAD INSTALADA EN LA EMPRESA			EDIFICIO No 4		
No.	EQUIPOS ELECTRICOS	CANT	CONSUMO		
			KW / Hr	KW / DIAS	KW / MES
1	Luminaria 2x20 W	2	0,08	0,64	15,36
2	Luminaria 1x40 W	9	0,36	2,88	69,12
3	Luminaria 2x40 W	2	0,16	1,28	30,72
4	Computadora	2	1,00	8,00	192,00
5	Aire acondicionado SAMSUNG de 1330 W	2	2,66	21,28	510,72
6	Refrigerador Sov. De 180 W	1	0,18	4,32	129,60
7	Cocina Eléctrica de 1000 W	1	1,00	0,50	12,00
<b>TOTAL EDIFICIO No 4</b>		<b>19</b>	<b>5,44</b>	<b>38,90</b>	<b>959,52</b>

Anexo 5

**CONSUMO DE ELECTRICIDAD AÑO / 2005  
DE LA PLANTA DE ASFALTO SAGUA**

MES	DEMANDA		CONSUMO ACTIVO		PERD TRANSF.		PENALIZACIONES por bajo F / P.		TOTAL	IMPORTE
	KW	PESOS	KW	PESOS	KW	PESOS	KVAR	PESOS	KW	PESOS
Ene	100	500,00	160	9,22	521	30,02	0,07	6393,85	681	6933,09
Feb	100	500,00	800	46,09	474	27,31	0,14	3112,74	1274	3686,14
Mar	80	400,00	480	27,65	523	30,13	0,11	3287,69	1003	3745,47
Abr	80	400,00	480	27,65	506	29,15	0,11	3280,65	986	3737,45
May	80	400,00	480	27,65	522	30,07	0,15	2288,6	1002	2746,32
Jun	80	400,00	320	18,43	504	29,03	0,22	1383,06	824	1830,52
Jul	80	400,00	0	0,00	521	36,67	0,90	0,00	521	436,67
Ago	80	400,00	480	27,86	523	30,36	0,11	3290,85	1003	3749,07
Sep	80	400,00	480	27,65	504	29,03	0,90	0,00	984	456,68
Oct	80	400,00	4640	267,30	529	30,47	0,58	384,98	5169	1082,75
Nov	80	400,00	2560	147,46	507	29,21	0,57	333,86	3067	910,53
Dic	80	400,00	5120	294,95	529	30,47	0,62	327,61	5649	1053,03
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>5000,00</b>	<b>16000</b>	<b>921,91</b>	<b>6163</b>	<b>361,92</b>	<b>0,37</b>	<b>24083,89</b>	<b>22163</b>	<b>30367,72</b>

Anexo 6

**CONSUMO DE ELECTRICIDAD      AÑO / 2005**  
**OFICINA CENTRAL ECI No. 3 MOA**

MES	DEMANDA		CONSUMO ACTIVO		PERD TRANSF.		PENALIZACIONES por bajo F / P.		TOTAL	IMPORTE
	KW	PESOS	KW	PESOS	KW	PESOS	KVAR	PESOS	KW	PESOS
Enero	75	375,00	5480	385,84	381	26,82	0,90	0,00	5861	787,66
Febrero	75	375,00	6720	473,15	364	25,64	0,90	0,00	7084	873,79
Marzo	75	375,00	6800	478,79	399	28,09	0,90	0,00	7199	881,88
Abril	75	375,00	12400	873,04	505	35,56	0,90	0,00	12905	1283,60
Mayo	75	375,00	12000	844,94	506	35,63	0,90	0,00	12506	1255,57
Junio	75	375,00	8280	583,00	412	29,01	0,90	0,00	8692	987,01
Julio	75	375,00	10320	726,65	465	32,74	0,90	0,00	10785	1134,39
Agosto	75	375,00	9960	706,63	457	32,42	0,90	0,00	10417	1114,05
Septiembre	75	375,00	12040	847,71	495	34,85	0,90	0,00	12535	1257,56
Octubre	75	375,00	10640	749,18	472	33,23	0,90	0,00	11112	1157,41
Noviembre	75	375,00	11960	842,07	493	34,71	0,90	0,00	12453	1251,78
Diciembre	75	375,00	11480	808,33	492	34,64	0,90	0,00	11972	1217,97
<b>TOTAL</b>	<b>900</b>	<b>4500,00</b>	<b>118080</b>	<b>8319,33</b>	<b>5441</b>	<b>383,34</b>	<b>0,90</b>		<b>123521</b>	<b>13202,67</b>

Anexo 7

**CONSUMO DE ELECTRICIDAD AÑO / 2005**  
**SUMA DE ( BANCO No. 1 + BANCO No.2 ) BASE DE APOYO**

MESES	DEMANDA		CONSUMO ACTIVO		PERD TRANSF.		PENALIZACIONES				TOTAL	IMPORTE
							POR DEMANDA		POR FACTOR DE P.			
	KW	PESOS	KW	PESOS	KW	PESOS	Ex	PES	KVAR	PESOS	KW	PESOS
Ene	150	750	39200	2747,70	7746	541,72	100	1500	0,64	1570,87	46946	7110,29
Feb	150	750	42700	2976,21	7001	485,85	104	1560	0,67	1389,69	49701	7161,75
Mar	200	1000	25200	1774,27	7737	544,64	42	630	0,81	748,54	32937	4697,45
Abr	200	1000	27300	2243,71	7505	528,38	38	570	0,38	20796,05	34805	25138,14
May	200	1000	23100	1910,99	7734	544,49	47	705	0,81	695,73	30834	4856,21
Jun	200	1000	19600	1700,49	7479	526,55	42	630	0,81	614,16	27079	4471,20
Jul	200	1000	17500	1362,68	7727	544,01	49	735	0,81	576,92	25227	4218,61
Ago	200	1000	25200	1733,60	7731	498,67	35	525	0,73	735,76	32931	4493,03
Sep	200	1000	26600	1928,87	7483	526,83	36	540	0,82	580,41	34083	4576,11
Oct	200	1000	27300	1932,25	7732	544,35	27	405	0,68	1044,58	35032	4926,18
Nov	200	1000	28000	1968,25	7484	526,92	29	435	0,63	1321,03	35484	5251,20
Dic	200	1000	37100	2572,36	7744	545,22	40	600	0,62	1603,47	44844	6321,05
<b>TOTAL</b>	<b>2300</b>	<b>11500</b>	<b>338800</b>	<b>24851,38</b>	<b>91103</b>	<b>6357,63</b>	<b>589</b>	<b>8835</b>	<b>0,70</b>	<b>31677,21</b>	<b>429903</b>	<b>83221,22</b>

**Anexo8**  
**Gastos totales por portadores año 2005**

<b>Meses</b>	<b>Gastos Totales(MP)</b>	<b>Gastos Diesel</b>	<b>Gastos Electricidad</b>	<b>Gastos Fuell-oil</b>	<b>Gastos Gasolina</b>	<b>Gastos totales Energéticos</b>
<b>Ene</b>	1183,3	30721,66996	16602,92	977,0704	1305,865836	49607,5262
<b>Feb</b>	1134,1	31146,11208	13451,61	5162,71392	1079,878498	50840,3145
<b>Mar</b>	1443,4	32801,51267	11077,09	4087,14852	1372,61009	49338,36128
<b>Abr</b>	1135,9	32362,18454	31812,67	3108,5022	1385,668748	68669,02549
<b>May</b>	1165	27481,8636	10543,26	2868,1744	1450,96204	42344,26004
<b>Jun</b>	1287,5	33016,40558	8959,97	993,61756	1059,202289	44029,19542
<b>Jul</b>	946,8	32524,02219	7185,67	302,18266	1693,998182	41705,87303
<b>Ago</b>	1031,9	31184,28134	10862,36	2883,53962	1773,801094	46703,98205
<b>Sep</b>	1413	33359,92887	7859,73	6303,68	1342,139887	48865,47876
<b>Oct</b>	1125,4	30497,23475	8735,63	4254,984	1273,944671	44761,79342
<b>Nov</b>	1622,6	33321,75962	8980,13	542,90444	290,192408	43134,98646
<b>Dic</b>	1611	32711,05154	10116,16	5436,924	1995,072805	50259,20834

**Anexo 9**  
**Consumo General**

MESES							PENALIZACIONES			
	DEMANDA		CONSUMO ACTIVO		PERD TRANSF.		POR DEMANDA		POR F/P.	
	KW	PESOS	KW	PESOS	KW	PESOS	Exce	PESOS	F/P	PESOS
<b>Ene</b>	465	2325,00	54558	4210,13	8712	603,07	100	1500	0,59	7964,72
<b>Feb</b>	465	2325,00	59086	4521,37	7896	542,81	104	1560	0,60	4502,43
<b>Mar</b>	495	2475,00	41292	3328,57	8722	607,29	42	630	0,61	4036,23
<b>Abr</b>	495	2475,00	48126	4093,66	8576	597,31	38	570	0,56	24076,70
<b>May</b>	495	2475,00	43866	3764,37	8824	614,56	47	705	0,62	2984,33
<b>Jun</b>	495	2475,00	36594	3268,94	8455	588,81	42	630	0,62	1997,22
<b>Jul</b>	495	2475,00	32992	2780,96	8775	617,79	49	735	0,66	576,92
<b>Ago</b>	495	2475,00	42110	3269,90	8773	565,85	35	525	0,60	4026,61
<b>Sep</b>	495	2475,00	46050	3669,39	8542	594,93	36	540	0,66	580,41
<b>Oct</b>	495	2475,00	50702	3813,65	8795	612,42	27	405	0,63	1429,56
<b>Nov</b>	495	2475,00	49686	3820,17	8544	595,07	29	435	0,62	1654,89
<b>Dic</b>	495	2475,00	60482	4495,38	8827	614,70	40	600	0,62	1931,08
<b>TOTAL</b>	<b>5880</b>	<b>29400,00</b>	<b>565544</b>	<b>45036,49</b>	<b>103441</b>	<b>7154,61</b>	<b>589</b>	<b>8835</b>	<b>0,62</b>	<b>55761,10</b>

### Anexo10

MESES	TOTAL	IMPORTE
	KW	PESOS
Ene	63270	16602,92
Feb	66982	13451,61
Mar	50014	11077,09
Abr	56702	31812,67
May	52690	10543,26
Jun	45049	8959,97
Jul	41767	7185,67
Ago	50883	10862,36
Sep	54592	7859,73
Oct	59497	8735,63
Nov	58230	8980,13
Dic	69309	10116,16
TOTAL	668985	146187,20