

*Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.  
Facultad de Ingeniería Mecánica  
Departamento de Energía.*



## *Trabajo de Diploma*

*Título:* *“Caracterización energética de las áreas Comedor Central - Tintorería de la UCLV”.*

*Autor:* *Aday Amador Toledo*

*Tutores:*

*Dr. Tirso Reyes Carvajal*

*Msc. Mario Fernando Fariñas Pino*

*Curso 2005-2006*

*“Año de la revolución energética en Cuba”*



*“Nadie debe estar triste ni  
acobardarse mientras haya libros  
en las librerías, y luz en el cielo,  
y amigos, y madres.”*

*José Martí*



## **INTRODUCCIÓN.**

El aprovechamiento eficaz de la energía reconcilia la preocupación por el medio ambiente con el desarrollo. El ahorro alarga la existencia de los recursos, decelera los cambios y proporciona el tiempo necesario para explotar fuentes alternativas. La energía alimenta la actividad humana, guisa la comida, pone en marcha los sistemas de transporte, calienta y enfría los edificios y hace funcionar las industrias. El nivel de vida que disfrutaban muchos países industrializados se debe, en gran parte, a su acceso a la energía. El crecimiento más rápido en el consumo de energía se registra actualmente en los países en vías de desarrollo.

Nuestro país no escapa de la problemática actual referida al agotamiento de los recursos energéticos disponibles lo cual se ve influenciado con una elevación de los precios de los combustibles en el mercado internacional y los pronósticos indican un incremento de los mismos por lo que todo el combustible que ahorremos en nuestras condiciones, incluso el crudo nacional, le permitirá al país reducir sus importaciones, logrando así un mejoramiento de la situación económica actual

Todos los Organismos de la Administración Central del Estado han mostrado una preocupación creciente en aras de resolver esta problemática, se ha tratado de fomentar la energía renovable y aunque ya se ven los primeros pasos todavía falta mucho por trabajar para lograr los niveles necesarios que permitan un alivio en este sentido.

La búsqueda de alternativas en la utilización de los combustibles fósiles tradicionales ha llevado a la realización de diagnósticos con el fin de conocer el estado de la gestión energética y así establecer estrategias de trabajo que garanticen un mejoramiento continuo de la eficiencia energética en las empresas, para eso es necesario el compromiso de la alta dirección de las entidades como un primer paso en los esfuerzos de hacer realidad la importancia que requiere este problema.

En Cuba se ha hecho un uso irracional de la energía a lo largo de los años. Para reponer este error se están llevando a cabo diferentes medidas para lograr consumir eficientemente la energía que se necesita en el desarrollo de toda la actividad humana.

La elaboración de la estrategia de ahorro y eficiencia energética en Cuba “Revolución Energética” dará lugar a la elaboración de normativas, regulaciones y restricciones con el fin de lograr un mejor sistema energético cubano

Esta estrategia nos permitiría garantizar un adecuado abastecimiento de energía a todos los procesos que necesitan de ella, con una mejor calidad, seguridad y disminuiría notablemente la contaminación ambiental.

De acuerdo a lo antes expuesto y a raíz de la revolución energética que se encuentra enfrascado nuestro país producto de la necesidad del ahorro de energía y la prueba que constituye los pasos que cada día se dan para implantar un sistema de gestión total para la eficiencia energética en los diferentes sectores, La Universidad Central de las Villas (UCLV) no está ajeno a estos problemas energéticos, es por eso que en el Comedor Central - Tintorería de este centro educacional, se realizará un análisis de los consumos de portadores energéticos como electricidad y Fuel-Oil para los cuales se tuvo en cuenta la sala de calderas, varias cámaras de frío, bombas de agua y combustible, motores eléctrico en diferentes fines así como el alumbrado y otros equipos eléctricos.

Los resultados que se obtengan en este trabajo podrán ser usados como base de referencia para una inversión de ser necesario en la instalación. El cálculo de energía por fugas de vapor y falta de aislamiento de las líneas de transporte del vapor se realizará a la instalación, con el objetivo de saber cuanto se consume innecesariamente por estas pérdidas de calor.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto nos planteamos la siguiente **hipótesis:**

Es posible lograr una mayor eficiencia energética en la instalación comedor central de la UCLV con una mejor operación y explotación de los equipos existentes.

**Objetivo General:**

Conocer el estado actual de la cuestión energética Comedor Central – Tintorería a partir de la caracterización de ambas áreas.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar la estructura de consumo de los portadores energéticos que se consumen en el área Comedor Central–Tintorería de la Universidad Central de las Villas y estratificación de los resultados por área de trabajo
2. Calcular las pérdidas por fugas de vapor y falta de aislamiento.
3. Aplicar las herramientas estadísticas para conocer el comportamiento de los consumos de Fuel Oil en el tiempo y por comensal

## **CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE.**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Los análisis realizados en numerosas empresas ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación en las empresas de las capacidades técnico organizativo para administrar eficientemente la energía. Hasta el momento, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro o conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene reducida efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido, por limitaciones financieras para aplicar los proyectos, pero sobre todo, por no contar la empresa con la cultura ni con las capacidades técnico-administrativas necesarias para realizar el seguimiento y control requerido y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas [1].

La industria en el mundo está en búsqueda de lograr su mayor eficiencia en todos los procesos productivos y consumos de energía; por esta razón, en nuestro país es cada vez más necesario implementar diferentes herramientas tecnológicas que permitan al empresario tomar decisiones de invertir en “Proyectos de Eficiencia Energética” y de este modo lograr ahorros y beneficios económicos y como consecuencia reducir costos operativos en los procesos y equipos industriales [10].

### **1.2 EFECTO MEDIOAMBIENTAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Generalmente, la cantidad de combustible para producir una cantidad dada de energía-la densidad de energía - determina en gran medida la magnitud de impacto ambiental, así como la influencia de la actividad de extracción de combustible, los requisitos de transporte, y la cantidad de desperdicio liberado al

ambiente, para estos se dan los valores aproximados de la cantidad de generación para cada kilogramo de combustible [17]. Un kilogramo (kg) de leña puede generar un kilowatt hora (kWh) de electricidad. Los valores para otros combustibles sólido y para la potencia nuclear es:

1 kg carbón----- 3 kWh

1kg aceite----- 4 kWh

1 kg uranio-----50 000 kWh (4 000 000 kWh)

Refiriéndose ahora a la emisión de gas de invernadero, una simple planta de carbón de 1000 MWe emite 6 000 000 toneladas anualmente de CO<sub>2</sub>. No hay ninguna tecnología económicamente viable para rebajar o segregar las grandes cantidades emitidas. El factor de emisión de CO<sub>2</sub> ;partiendo de la producción de energía eléctrica en Centrales Termoeléctricas tradicionales es aproximadamente 890 gCO<sub>2</sub>/kWh [17].

### 1.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN.

A continuación se indican una serie de consideraciones con el objetivo de aumentar la eficiencia energética en iluminación. Se analizarán tanto los distintos tipos de lámparas y su aplicación, como los sistemas de regulación y control.

En las siguientes tablas se indican las ventajas, inconvenientes y aplicaciones recomendadas de los principales tipos de lámpara. [7]

<b>LÁMPARAS INCANDESCENCIA</b>		
<b>VENTAJAS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>	<b>USO RECOMENDADO</b>
-Buena reproducción cromática -Encendido instantáneo -Variedad de potencias -Bajo costo de adquisición -Facilidad de instalación -Apariencia de color cálido	-Reducida eficacia luminosa -Corta duración -Elevada emisión de calor	-Alumbrado interior -Alumbrado de acentuación -Casos especiales de muy buena reproducción cromática

<b>LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES</b>		
<b>VENTAJAS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>	<b>USO RECOMENDADO</b>
-Buena eficacia luminosa -Larga duración -Bajo coste de adquisición -Variedad de apariencias de color -Distribución luminosa adecuada para - utilización en interiores -Posibilidad de buena reproducción de colores -Mínima emisión de calor	-Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones -Si no se usan equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc. -Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación	-Alumbrado interior -Con equipos electrónicos: _Bajo consumo _Aumenta la duración _Menor depreciación _Ausencia de interferencias y armónicos

#### **1.4 SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA**

La Gestión Empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización y que las ponen en práctica a través de: la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización [1].

La gestión energética trata de gestionar de forma específica y eficiente, cada uno de los consumos de las distintas energías que se utilizan para la producción de calorías, frigorías, kilowatt-hora, etc., en un determinado edificio o industria, para la producción de calefacción, ventilación, aire acondicionado, calentamiento de piscinas, producción de vapor, refrigeración etc., de forma que se reduzca su consumo al mínimo y con ello los costes en \$/mes, manteniendo y mejorando la prestaciones que se requieren, pero respetando toda la normativa técnica, de seguridad y medioambiental en vigor, con el resultado de un importante ahorro de las energías disponibles en razón de la sustitución de maquinas y/o componentes de tecnologías obsoletas, por otras nuevas de alto rendimiento [12,20], sin embargo el autor no hace mención a la necesidad de conocer o haber establecido otros índices que me permitan establecer un control sobre los consumos de un determinado tipo de energía de las diferentes instalaciones, \$/mes no siempre resultaría suficiente.

Se puede aplicar a una fábrica, a un edificio de oficinas, a un centro deportivo, a una vivienda, y a cualquier tipo de edificio dónde se requiera un uso de energía.

Para hacer un uso eficiente de la energía y, como consecuencia, para ahorrarla, las acciones se centran en:

- Conservación de la energía
- Recuperación de la energía
- Sustitución de la energía.

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es la obtención de un rendimiento óptimo, minimizando costos sin detrimento de la calidad y/o cantidad de producción en cada uno de los procesos o servicios donde el uso de la energía es indispensable [9].

Los objetivos específicos son:

- Obtener a corto plazo ahorros de energía que no requieran inversiones.
- Lograr ahorros con inversiones rentables para las industrias u otros.
- Optimizar la calidad de las energías disponibles (electricidad, petróleo, gas, carbón, etc).

Reducir el consumo de energía sin disminuir la producción, e incluso tratar de aumentar ésta.

¿Por qué es necesaria la Gestión Energética? [15].

- Para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera es necesario mejorar la eficiencia energética y utilizar más las fuentes de energía renovable.
- Ahorraremos dinero si hacemos un uso más eficiente de las instalaciones y equipos o utilizando mejores equipos.
- Utilizando la energía de forma eficiente (por ejemplo, evitando habitaciones muy frías), podremos conseguir un ambiente de trabajo más confortable.
- Es un camino claro de identificar todos los costes de la energía.

La diversidad de tipos de empresas industriales, su dimensión y ámbito de actuación, la distinta repercusión de la energía en sus costes productivos, la diferencia de posibilidades de ahorro de energía que pueden producirse, sus

distintas capacidades y posibilidades técnicas y tecnológicas y sus diferentes sistemas organizativos, impiden una generalización en cuanto a la forma de organizar la gestión energética de las mismas. Sin embargo entre las distintas posibilidades de tratamiento de este tema existen algunas características de este tipo de organización que han sido puestas de manifiesto por los resultados obtenidos en aquellas que ya han tratado de encarar el problema. [16]

El Programa de Gestión de la Energía en la Industria tiene como objetivos básicos: [14]

- Conocer el consumo de energía y su distribución en los diferentes equipamientos, instalaciones y equipos de la empresa o entidad en particular.
- Diagnosticar la eficiencia energética de los diferentes equipos, procesos e instalaciones.
- Determinar y valorar los cambios tecnológicos o de proceso que pueden reducir los consumos específicos (consumo de energía por unidad de producto).
- Determinar y valorar otras posibles mejoras con las que se puede obtener un ahorro y una diversificación energética.
- Determinar, valorar, limitar las emisiones a la atmósfera de los equipos consumidores.
- Determinar y valorar aquellas mejoras de equipos o de procesos que además de reducir el consumo específico, reducen el impacto en el medio ambiente.
- Detectar y promocionar inversiones en el ámbito del ahorro de energía.

Para poder alcanzar los objetivos anteriormente propuestos el sistema de gestión energética tendrá que responder a determinadas funciones que en un sentido amplio pueden ser: [5]

- Suministro de energías: Comprende la elección de las fuentes de energía, las negociaciones con los suministradores y el control de los suministros, almacenamiento y distribución.
- Análisis energético: Se pueden establecer dos tipos de análisis, uno de control de consumo y otro de auditoria o diagnostico. Lo primero que se necesita para establecer un plan de ahorro de energía, es saber qué, como 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 consumo. Es necesario, además realizar las auditorias energéticas para conocer y operaciones básicas en cuanto a los consumos específicos, pérdidas por radiación, perdidas por efluentes, rendimientos energéticos, estado de los equipos y las posibles medidas para mejorarlo.
- Programa de ahorro de energía: A partir de los datos obtenidos por el análisis anterior es posible establecer un amplio plan de ahorro que considere, en primer lugar, mejoras que no requieren apreciable inversión, mentalización del personal, mantenimiento y mejoras de operación y organización. En segundo lugar, aquellos que necesiten inversiones, modificaciones de equipos, innovaciones tecnológicas y la optimización e integración de procesos.

### **1.5 PROGRAMA DE DESARROLLO DE FUENTES NACIONALES DE ENERGÍA.**

El programa de desarrollo de fuentes nacionales de energía fue elaborado por la Comisión Nacional de Energía y aprobado por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros el 20 de mayo de 1993. [23]

Este programa considera que entre un 5 y un 10 % del ahorro de consumo de portadores del país puede lograrse mediante el incremento de la eficiencia energética, fundamentalmente a través de las medidas técnico-organizativas con

inversiones que se recuperaran en menos de 1.5 años. Se estimo que el 85 % de este ahorro podía obtenerse en el sector industrial, residencial y de los servicios. [1]

La asamblea Nacional de Poder Popular en el primer periodo ordinario de sesiones de la cuarta legislatura analizó y convocó a todas las instituciones del país y a la población a participar en su perfeccionamiento progresivo y su materialización.

No obstante el tiempo transcurrido desde su elaboración, este programa mantiene su vigencia en mayoría de los temas tratados. De igual forma en el transcurso de estos años se ha venido cumpliendo por diferentes organismos de la

Administración Central del Estado bajo la supervisión del Ministerio de Economía y Planificación.

## **1.6. PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA.**

Un programa de ahorro se presenta como los pasos sistemáticos para la obtención de resultados, así como estrategias que deben seguirse y acciones principales que deben ejecutarse a fin de lograr o rebasar los objetivos establecidos; en este sentido se presenta a través de la conservación y administración de la energía, que es el uso racional y efectivo de la misma para maximizar beneficios (minimizar costos) y destacar las situaciones competitivas. De hecho cualquier actividad que conlleve al uso racional y juicioso de la energía, nivelación de demanda para minimizar las facturas de electricidad se consideran administración de energía. [21]

Durante los primeros años del período especial, los programas de ahorro de energía tuvieron un marcado retroceso, a causa de los trastornos de la crisis. Aún así, los trabajos en el "Programa Nacional de Fuentes Nacionales de Energía" se retomaron a partir de 1994, utilizando como referencia los parámetros alcanzados

en 1989 y 1990, a fin de recuperar los niveles perdidos. Por otra parte, se abrieron otros cauces de acción, con el objetivo de incluir las nuevas formas de organización productivas (cooperativas, empresas mixtas) en estos esfuerzos. No obstante, la línea central continúa siendo el control estricto del aspecto energético en las empresas estatales, que se regula por medio de diferentes tipos de directrices. [6]

En marzo del año 2004 se dio a conocer la carta circular No. 14 /2004 del Secretario del Consejo de Ministros y su Comité Ejecutivo donde hace un análisis de la respuesta de los consumidores estatales a la aplicación de las medidas excepcionales de ahorro de energía y desplazamiento de cargas fuera del horario pico que han permitido que el crecimiento anual promedio de la economía del país sea el doble de lo que se ha crecido en la generación eléctrica, nos llama a profundizar en el programa de contingencia energética que venimos profundizando para disminuir los consumos e informa la decisión del gobierno de aplicar otra serie de medidas excepcionales para cumplimentar lo anteriormente expuesto.[4]

La conservación de la energía no debe ser un Trabajo aislado sino que debe obedecer a una planificación perfectamente programada y en la que intervengan todos los departamentos de la empresa.

El programa debe ser la traducción concreta de la voluntad de la Gerencia respecto a mejorar la utilización de la energía en la empresa.

Un programa de Ahorro de Energía debe ser:

Escrito, concreto, justificado, cuantificado económicamente, con responsabilidades definidas, comprometido en objetivos, revisado periódicamente, participado a todos los niveles.

La máxima rentabilidad de un programa de ahorro se obtiene cuando se parte de una organización previa, de los medios y personas que han de intervenir en el mismo. [21]

En la actualidad se lleva un trabajo muy fuerte en este sentido tratando de ahorrar al máximo y de explotar en gran medida la energía renovable en todas las esferas productivas y de la población y aprovechando las características geográficas de cada zona donde tenemos grandes potenciales.

En la provincia de Villa Clara tenemos el municipio de Manicaragua que es de referencia en la explotación de la energía renovable.

### **1.7 TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.**

Cuando se tiene el propósito de alcanzar la máxima eficiencia en el ahorro de energía es conveniente establecer un programa que contemple además de la capacitación y actualización del personal, un control de las variables que intervienen en todo el proceso de transformación energético, la introducción de cambios operacionales y modificación de equipamiento ya existente, así como establecimiento de nuevos criterios de diseño enfocados hacia: [11]

1. Integración de sistemas de energía.
  - Cogeneración de vapor – energía eléctrica.
  - Optimización de las capacidades de almacenamiento intermedio en los procesos.
2. Optimización de los centros de consumo de combustible (GV).
3. Sistemas de distribución de vapor, recuperado y distribución de condensado.
4. Optimización energética de los intercambiadores de calor.
5. Aislamiento térmico.
6. Control y regulación automática.
7. Forma de operación y mantenimiento.
8. Distribución y consumo de energía eléctrica.

## **1.8 EFICIENCIA ENERGÉTICA.**

Frecuentemente se considera el ahorro o conservación de energía como una cuestión a corto plazo. Es también opinión muy generalizada que con aplicar una buena administración del uso de la energía y otras técnicas básicas, se ha hecho todo lo que cabía y esperar hasta que nuevas tecnologías aporten nuevas soluciones. No obstante, tales convicciones son erróneas ya que la gestión energética es una tarea a mediano y largo plazo que debe significar; implantar y controlar la forma en que cualquier empresa use o planifique de forma más racional sus recursos energéticos.

La eficiencia energética consiste en la adecuada administración de la energía y de su ahorro. La energía es algo que utilizamos a diario y continuamente, pero raramente pensamos en cómo administrarla, no sólo para ahorrar dinero sino también para ayudar al medio ambiente.[8]

Los industriales tienden gradualmente a implementar programas de Eficiencia Energética y herramientas tecnológicas que permitan una reducción efectiva de los costos operativos en cualquier proceso productivo. En consecuencia, logran no sólo un impacto económico si no también ambiental. [3]

*Para esto, es fundamental:*

- Cuantificar los ahorros reales en: \$/año y kWh/año.
- Verificar la reducción de costos en las facturas de electricidad.
- Conocer los indicadores de producción (kWh / unidad de producto).
- Calcular la rentabilidad real del proyecto de compensación reactiva
- En Cuba se realizó un análisis detallado de la evolución de la eficiencia energética por subperíodos donde se toman en consideración desde antes del 1993 hasta el 1998 por cada uno de los sectores, seguido de un balance del desempeño energético en la década de los 90, señalando los aspectos positivos y las deficiencias, terminando con programa y acciones nacionales dirigidas al uso racional de la energía y proponiendo cambios institucionales y sectoriales en la actividad energética.[6]

## CAPITULO II: METODOLOGÍA DE CÁLCULO

### 2.1 INTRODUCCIÓN

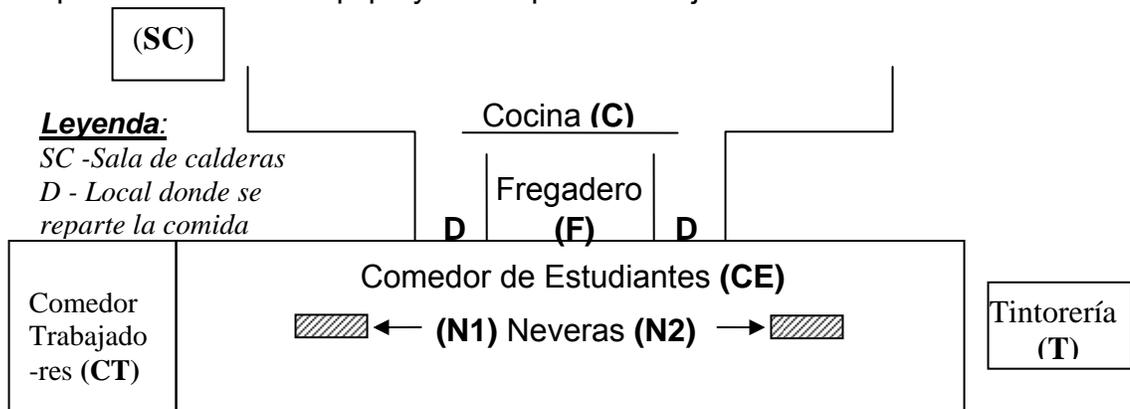
El tema energía producto del deterioro de la situación energética hace patente la necesidad de que sea considerado como un factor de costo que requiere especial atención.

En el presente capítulo se hace referencia a cada uno de los equipos eléctricos presente en el centro analizado para realizar un análisis en aquellas en las que el costo de la energía represente un porcentaje importante en los costos de explotación, cabe plantearse un sistema de gestión energética, conducente a una optimización en el uso eficaz de la energía, justificado por su rentabilidad en la reducción de los costos energéticos, todo esto a partir de las herramientas estadísticas.

### 2.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMIDORES DE ENERGIA EN EI COMEDOR CENTRAL Y TINTORERÍA.

#### 2.2.1 Representación de las Áreas donde se encuentran los consumidores analizados.

El Comedor de la UCLV consta de varios locales, ya sean para producción de alimento o su repartición a los estudiantes, etc. (ver fig. 1). En cada uno de estos se encuentran varios equipos eléctricos, a estos portadores se les hizo una contabilidad física para llevarlos a (kWh) una vez analizada la potencia de cada equipo y el tiempo de trabajo.



**Fig. 1** Croquis de las áreas en las cuales se encuentran situados los consumidores de portadores energéticos.

### 2.2.2 Cantidad de equipos y potencia instalada en cada local.

Para el desarrollo de este trabajo se tomaron los valores de los consumos de todos los portadores energéticos existentes en el comedor central, área de conservación de alimento, área de generación de vapor así como el de la Tintorería. Dichos valores se mostraran a continuación, indicando los valores de potencia de cada uno así como el tiempo que funciona diario.

➤ Comedor de trabajadores.(CT).

- Ventiladores de techo, seis de 300 W, 12 horas.
- Lámparas, 22 de 40 W y una de 20 W, 12 horas.
- Bombillos, dos de 40 W, 12 horas
- Cajas de agua, tres de 500 W, 12 horas.
- Computadora, una de 300W, 6 horas

➤ Comedor de estudiantes.(CE)

- Bombillos, 253 de 40 W, 12 horas.
- Una lámpara doble 40 W, 12 horas.
- Cajas de agua, dos de 1.2 c.v.=0.8948kW, 12 horas

➤ Fregadero(F)

- Bombillos, seis de 40 W , 24 horas.
  - o Fregadora con dos motores, seis horas.
- Motor de la bomba de agua 400 W.
- Motor de mover la estera 600 W.

➤ Para la cocina(C)

- Bombillos, 15 de 40 w, funciona las 24 horas.
  - o Extractores, dos: función 12 horas
- #1- motor de 5.94 kW.
- #2-motor de 5.94 kW.
- Una lámpara de 40 W, 24horas
- En el área exterior hay tres bombillos de mercurio de 250 W, 12 horas
- Una bomba de agua de 1.9 Kw., 6 horas.
- Lámparas de 20 W, tres dobles, 12 horas

- Para el área de producción de frío (PF) [se asume aproximadamente un tiempo de 18 horas, ya que se tiene en cuentas las paradas de la misma durante las 24 horas del día]
  - Nevera auxiliar – 12 kW. (Contenedor).
  - Nevera de conservación (1) – 4.06 Kw.
    - \*Ventiladores dos de 0.135 kW cada uno.
  - Nevera de congelación (2)-- 1.226 kW.
    - \*Ventilador de 0.37 kW.
  - Nevera de congelación (3) --3.3 kW. (Congelación)
    - \*Ventiladores dos de 0.175 kW.
- Sala de calderas (SC).
  - Bombillos de mercurio, dos de 250 W, 12 horas.
    - Caldera Cubano-Española, ALASTOR, modelo CMS/C-2,5 Ton.
      - Motor de copa rotatoria -- 2.55 kW.
      - Motor de la bomba de combustible – 0.37 kW.
      - Motor del ventilador de tiro forzado (VTF)-- 4 kW
      - Bombas de agua, dos de 2.20 kW.
    - Caldera Cubano-Búlgara.
      - Motor del VTF 7.1 kW.
      - Motor de suministro de combustible, dos de 2.6 kW.
      - Bomba de suministro de agua, de 4 kW
      - Motor de 7.5 kW.
- Para el área de oficinas [ocho horas diarias]
  - Lámparas, ocho de 20 W.
  - Lámparas, diez de 40 W.
  - Ventilador de techo, uno de 300 W
  - Computadoras, tres de 300W
- Tintorería (T).
  - Secadero, cinco motores de 1.1 kW, tres horas diarias.
  - Lavadora “chiquita”, un motor de 2 kW, cuatro horas diarias.
  - Lavadora “grande”, un motor de 4 kW, tres horas diarias.
  - Centrifuga, dos de 2.2 kW, una hora diaria.
  - Ventiladores, cuatro de 1 kW, cinco horas diarias.

- Lámparas de 40W, 17 uno doble, *cinco horas diarias.*
- Luces exteriores, dos de 250W, *12horas diarias*

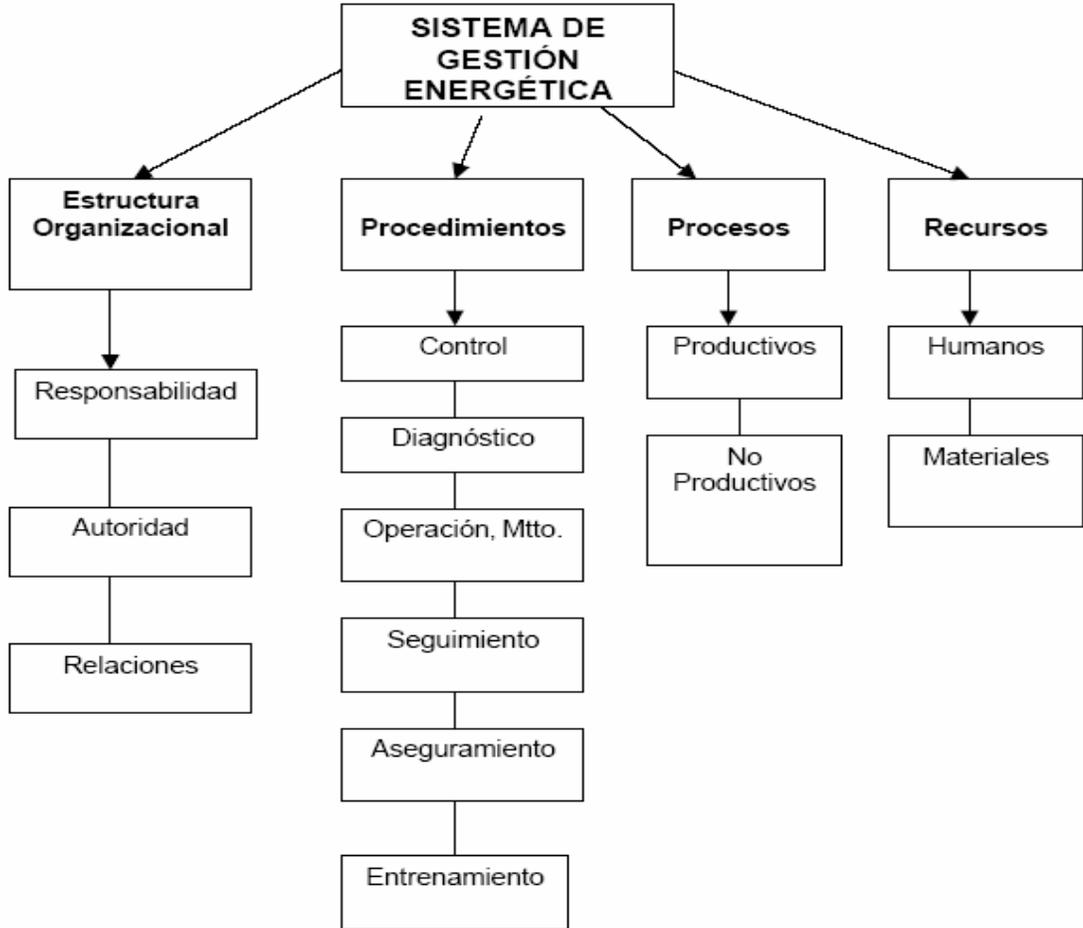
### **2.3 APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN.**

Hasta el momento, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro o conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene reducida efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido, por limitaciones financieras para aplicar los proyectos, pero sobre todo, por no contar la empresa con la cultura ni con las capacidades técnico-administrativas necesarias para realizar el seguimiento y control requerido y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas.[1]

La gestión energética como subsistema de gestión empresarial abarca en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. [2]

La Gestión Total Eficiente de la Energía, consiste en una tecnología integrada por un paquete de procedimientos y herramientas técnico-organizativas, que aplicadas de forma continua, con la filosofía y procedimientos de la gestión total de la calidad, permiten identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos energéticos de la empresa. [1]

Un sistema de gestión energética se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.



Una vez analizado lo expuesto anteriormente y conocida la tendencia creciente del consumo de los combustibles convencionales, se decidió hacer un análisis para conocer el comportamiento de los consumos de portadores energéticos y el estado de la eficiencia. Para ello se creó una base de datos auxiliado por el Excel para el procesamiento de datos y varias herramientas estadísticas con el objetivo de la obtención de indicadores energéticos que nos permita valorar el comportamiento en materia de energía en el área Comedor Central-Tintorería de la UCLV.

## **2.4 HERRAMIENTAS DE CONTROL EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

### **2.4.1 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 porciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

Estos identifican y concentran los esfuerzos en los puntos clave de un problema como puede ser: los mayores consumidores de energía del municipio, los portadores que más se consumen en una empresa, las mayores pérdidas energéticas o mayores costos energéticos. Puede 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 y determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas anterior y posterior.

Nos informa cual es la causa o elemento de mayor importancia de los elementos registrados y cual es su influencia cuantitativa, cual es el 20 % de las empresas que consumen el 80 % de la energía en el municipio, como influye cuantitativamente la reducción de una causa o elemento en el efecto analizado.

### **2.4.2 Estratificación de la información**

Consiste en utilizar las herramientas de diagramas para profundizar en las capas interiores de las causas, identifican el número mínimo de equipos que provocan la mayor parte de los consumos totales equivalentes de energía del centro, el número mínimo de las causas de pérdidas que provocan la mayor parte de los sobreconsumos de energía, el número mínimo de áreas o equipos que provocan los mayores costos de energía, los factores o variables de control que pueden influir sobre los consumos, pérdidas o costos energéticos y las causas de comportamientos no esperados de las variaciones de los consumos energéticos.

### **2.4.3 Gráfico de control.**

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de los consumos energéticos 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.

Permiten conocer si los consumos evaluados están bajo control o no y los límites en que se pueden considerar bajo control, Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos y la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos.

Puede ser empleado como: [22]

Diagnóstico: Para evaluar la estabilidad del proceso.

Control de procesos: Para determinar la necesidad de ajustes.

Confirmación: De los resultados del proceso.

El gráfico 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 gráfico. 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 provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso.

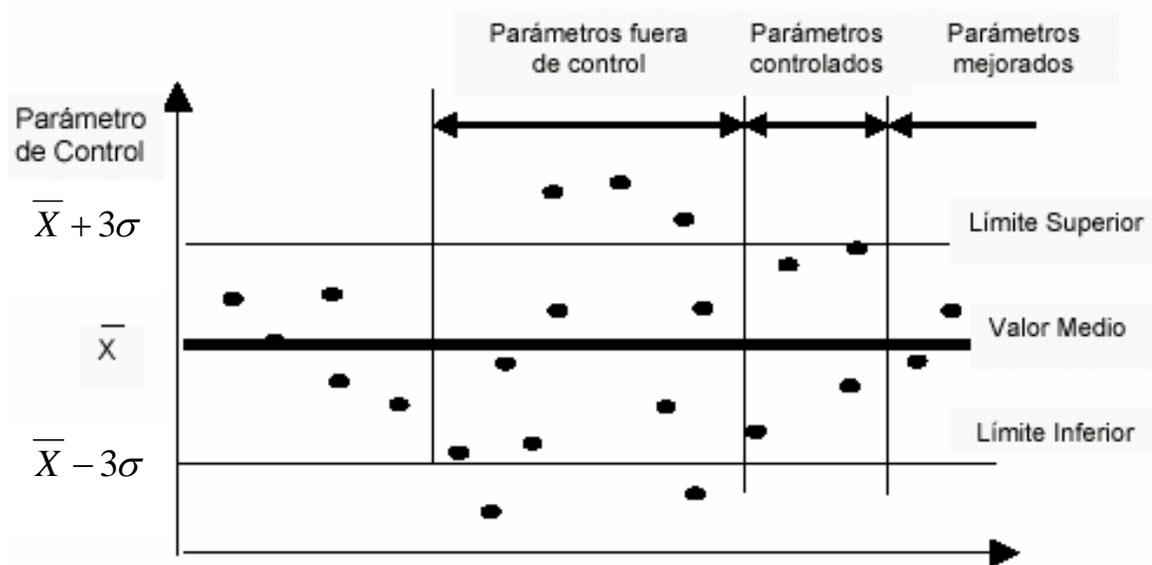
Para Calcular el valor medio, la desviación estándar y los límites de control se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\text{LCS} = \bar{X} + 3\sigma \text{ limite de control superior de } \bar{X}$$

$$\text{LCI} = \bar{X} - 3\sigma \text{ limite de control inferior de } \bar{X}$$



✚ Crterios para determinar la estabilidad del proceso.

Un proceso es estable cuando cumple los siguientes criterios:

1. No hay puntos fuera de los límites de control (si un punto está en el mismo límite de control se considera que está fuera).
2. No hay pautas de distribución anormales.

 Evaluación de pautas de distribución anormales.

**1. Secuencia:** Si existe una secuencia continua de puntos en un solo lado la línea de centro, entonces puede haber cambiado el valor medio de la distribución. Si hay siete o más puntos consecutivos, entonces puede juzgar que el valor medio de la distribución ha cambiado hacia el lado de la línea de centro en que se encuentran los puntos consecutivos.

**2. Sesgo:** Si no coinciden 7 puntos consecutivos a un lado de la línea, pero existen una gran cantidad de puntos no consecutivos de un lado de la línea. Asumir que existe anomalía cuando en un solo lado de la línea se encuentran:

- 10 de 11 puntos no consecutivos seguidos.
- 12 o más de 14 puntos no consecutivos seguidos.
- 14 o más de 17 puntos no consecutivos seguidos.
- 16 o más de 20 puntos no consecutivos seguidos.

**3. Tendencia:** Se considera tendencias a un ascenso o caídas sostenidas en la posición de los puntos. Una tendencia consistente en 7 o más puntos que suben o caen (independientemente de que lado de la línea se encuentren) consecutivamente es señal de una anomalía en ese período de tiempo.

**4. Aproximación al límite:** Si dos de 3 puntos consecutivos o 3 o más puntos de 7 consecutivos se aproximan al límite superior o inferior de control o están a más de  $2/3$  de la distancia entre el límite y la línea centro, puede considerarse que en ese período existió una anomalía.

**5. Periodicidad:** Ocurre periodicidad si la posición de los puntos de datos puede ascender y descender en forma de onda periódica. A menudo es útil en el análisis del proceso determinar el período, amplitud y causas de este fenómeno periódico.

#### **2.4.4 Gráfico de consumo-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 entidad y puede establecerse a nivel de empresa, área o equipos, en este caso se tomara como producción la cantidad de comensales para los cuales se consume Fuel-Oil en el comedor.

##### **✚ 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.

##### **✚ Variaciones anormales en el gráfico E-P vs. T**

Generalmente debe ocurrir que un incremento de la producción produce un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa.

*Comportamientos anómalos son:*

- Incrementa la producción y decrece el consumo de energía.
- Decrece la producción y se incrementa el consumo de energía.
- La razón de variación de la producción y el consumo, ambos creciendo o decreciendo, son significativos en el período analizado.

## **2.5 EFICIENCIA ENERGÉTICA.**

### **2.5.1 ¿Qué es eficiencia energética?**

El término eficiencia ha sido desde siempre parte de la ingeniería en todos sus campos, sin embargo ahora que iniciamos el tercer milenio ha adquirido una mayor importancia. La disponibilidad de recursos naturales y energéticos, que es cada vez menor, la necesidad de un proceso de desarrollo sostenible para nuestra sociedad, así como la toma de conciencia que somos parte de un gran ecosistema, han hecho que en toda actividad que desarrollemos busquemos la eficiencia; pero ¿qué es eficiencia?

La respuesta es simple: conseguir más resultados con menos recursos, lo cual se traducirá en menores costos de producción, más productos con menos desperdicios y menores consumos de energía. En este último caso, la industria, el comercio y las comodidades de nuestra vida consumen energía en diversas formas por lo que se deben buscar altos niveles de eficiencia energética en estas actividades.

### **2.5.2 ¿Cómo evaluar nuestro nivel de eficiencia energética?**

La respuesta es estableciendo indicadores que podamos controlar y comparar, los cuáles dependen de la actividad que deseamos evaluar, por ejemplo, si se trata de un horno eléctrico para secar madera, se puede establecer cuántos kW-h por pie<sup>2</sup> utilizamos.

De esta forma se pueden definir indicadores en kWh/Kg., kWh/caja, kWh/saco, de acuerdo a nuestro proceso productivo, para su evaluación. Así, si el indicador aumenta podemos afirmar que la eficiencia energética del proceso disminuyó.

Estos indicadores pueden tomar otra forma, por ejemplo cuando comparamos una lámpara incandescente de 100 W con una lámpara ahorradora o fluorescente compacta de 20 W, se puede afirmar que ambas producen la misma cantidad de luz, sin embargo la primera consume 5 veces más energía que la segunda para obtener el mismo resultado. Y por lo tanto su costo de funcionamiento es 5 veces mayor.

## **2.5 CONCLUSIONES PARCIALES**

- 1- La implementación de un sistema de control nos permite conocer las áreas y equipos que tienen mayores consumos y el valor asociado a estos.
  
- 2- La aplicación de herramientas estadísticas como el diagrama de consumo producción e índice de consumo y el gráfico de tendencia nos dan la posibilidad de realizar una valoración minuciosa del comportamiento de los consumos de energía en el tiempo.

## **CAPITULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se muestran los resultados de la aplicación de un grupo de herramientas estadísticas para el análisis de los portadores energéticos del Comedor Central-Tintorería, con el objetivo de evaluar la gestión energética.

La aplicación de estas herramientas es de gran importancia ya que permiten establecer un mejor control, diagnóstico y uso de la energía, dirigido al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos que conlleven a la toma de decisiones posteriores.

### **3.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE FUEL-OIL Y ELECTRICIDAD.**

Según los datos analizados (Ver en anexos tabla 3.2A y 3.2B) para los años 2005 y los primeros cinco meses del año 2006 de los consumos de combustible Fuel-Oil y electricidad, podemos minimizar los cálculos de eficiencia y consumo de cada portador energético centralizando el estudio a aquellos que representen los mayores valores de toneladas de combustible convencional (T.C.C). En estos datos hay que señalar que el consumo de electricidad es tomado mediante la potencia instalada en cada uno de los equipos del área Comedor Central-Tintorería, multiplicando la potencia nominal de cada uno de los equipos, las horas de operación diarias y los días al mes que trabajan para obtener así un valor de consumo aproximado mensual, obtenido así por la ausencia de un metro contador capaz de medir los valores reales consumidos. Las mediciones del Fuel-Oil que se realizaron en el año 2005 era mediante una tabla antigua de aforo y se realizaban los cálculos manuales, siendo este un método no muy preciso y los valores se estimaban la mayoría de las veces, cambiando a partir del año 2006 este método, ya que se aforaron los tanques y se realizan las mediciones diarias, con estos valores llevados a (T.C.C) (Ver en anexos tabla 3.3A y 3.3B), se realiza los diagrama (gráfico 3.2A y 3.2B), los cuales reflejan los portadores que representan el 80 % de los consumos de(T.C.C).

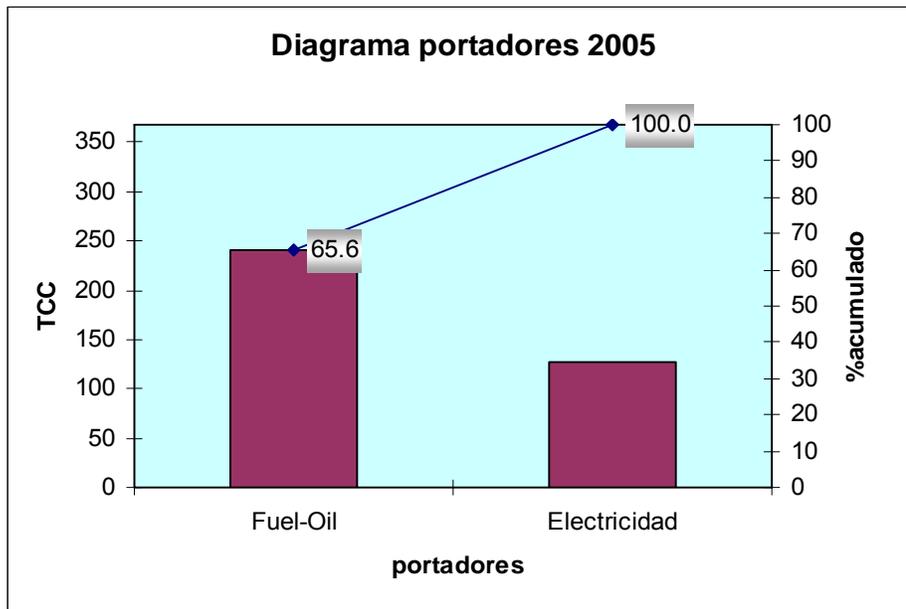


Gráfico 3.2A: Análisis de los portadores en el área del comedor para el año 2005.

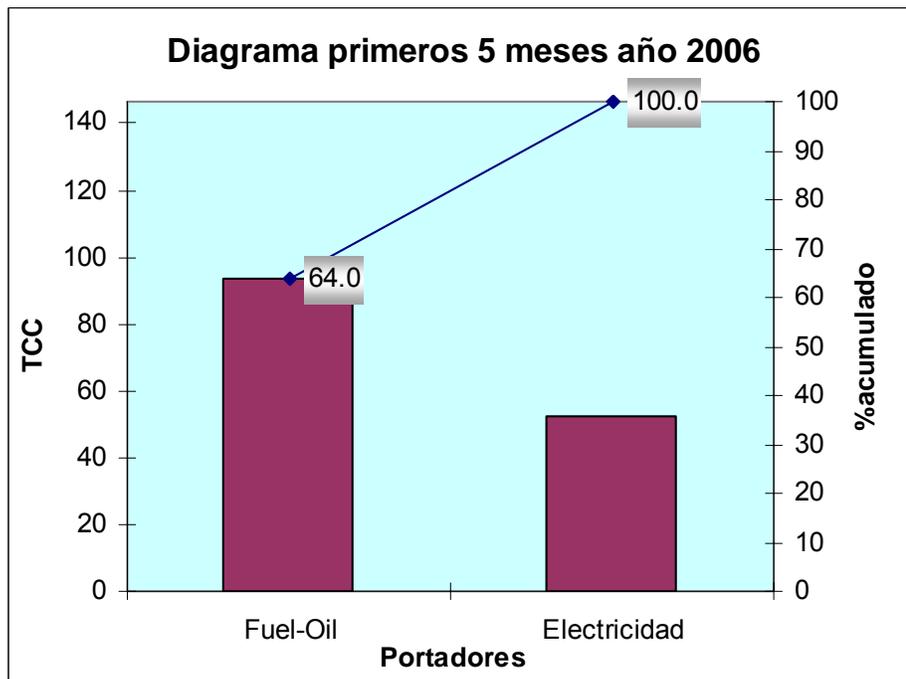


Gráfico 3.2B: Análisis de los portadores en el área del comedor para los primero cinco meses del año 2006.

El análisis de los diagramas demuestran como el consumo de combustible de la caldera para la cocción de los alimento y el uso de este en la Tintorería es mayor que el de la electricidad en toda esta área, centralizado la atención a los valores de este portador se realizó un cálculo a las pérdidas por salideros y por falta de asilamiento en el sistema de tubería del transporte de vapor donde se obtuvieron los siguientes resultados:

### 3.2.1-Cálculos de las pérdidas por fugas de vapor (según [18])

1-Calculo del caudal del fluido que sale por el orificio:

$$G = K * d^2 * \sqrt{P * (P + 1)}$$

Donde:

G= Caudal del fluido que sale por el orificio (kg/h)

d= diámetro del orificio (mm)

P: presión manométrica del vapor (kg/cm<sup>2</sup>)

$K_d$  : (0.35 – 0,45) se toma  $K_d = 0,4$

Representación de esta en términos de combustible consumido.

$$Comb_{gastado} = \frac{G * I_A}{\eta * (PCI)}$$

Donde:

$I_A$  = Entalpía del vapor (kj/kg)

$\eta$  = Eficiencia del generador de vapor.

PCI= Valor calórico inferior del combustible (kj/kg).

2-Para llevar a términos anuales:

$$Comb_{gastado..anual} = comb_{gastado} * \frac{horas_{funcionamiento}}{año}$$

Datos del FUEL-OIL.

PCI = 39675 kJ/kg.

Propiedades del Fuel-Oil.		
	%	
C <sup>P</sup>	85.85	
H <sup>P</sup>	10.5	
O <sup>P</sup>	0.3	
N <sup>P</sup>	0.3	
A <sup>P</sup>	3	
W <sup>P</sup>	48	
S <sup>P</sup>	2.48	

**Pérdidas de vapor por fugas**

$$d = 3\text{mm}$$

$$P = 6\text{kg/cm}^2$$

$$K = 0.4$$

$$\text{Fugas de Vapor} \rightarrow G = 23.33\text{kg/h}$$

Combustible: Fuel-Oil. Valor calórico inferior = 39675 kJ/kg

$$\eta_{\text{gen. Vapor}} = 0.8$$

$$\text{Entalpía} = 1343.73\text{kJ/kg}$$

$$\text{Comb. Gastado} = 0.98 \text{ kg/h} \quad \begin{array}{l} \text{Horas de trabajo/día} = 15 \\ \text{Días de trabajo/año} = 365 \end{array}$$

$$\text{Combustible gastado anual} = 5407.75 \text{ kg/año} \quad \text{ton/año} = 5.4$$

Este cálculo se realizó para una de los salideros existentes, pero la cantidad real de salideros es de tres (valor obtenido del conteo físico de los salideros existentes en la línea de transporte del vapor) por tanto se obtendría un consumo de combustible por concepto de pérdidas de:

$$\text{Total} = 5.4 \text{ ton/año} * 3 = 16.2 \text{ ton / año}$$

Se realizan los cálculos para diámetro 3mm ya que este es el valor medio en el rango de 0-5mm, dentro del cual se considera que deben estar los diámetros para que se considere un salidero o fuga de vapor y al existir en dicha instalación fugas de diferentes diámetros se tomo ese valor.

Por lo tanto el precio total del combustible perdido por este concepto en dinero, para un valor de la tonelada del Fuel-Oil de 188CUC sería:

$$16.2\text{ton/año} * 188 \text{ CUC/ton} = 3045.6\text{CUC/año}$$

### 3.2.2- Cálculo de las pérdidas en la línea de transporte de vapor por falta de aislamiento térmico.

Los cálculos para la determinación de estas pérdidas se realizaron según la figura 23 página 59 de [24], para esto se tuvo en cuenta varios tramos de tubería que se encontraban sin aislamiento los datos de estos se encuentran representado en el cuadro 1:

**Cuadro 1:** Datos de los tramos sin aislamiento térmico de la tubería de distribución de vapor

Tramos	Diámetro ext. Tuberías. Plg.(mm)	Longitud de las tuberías. (m)	$t_a$	$t_f$
I	4"(101,6)	14.3	30	159
II	2"(50,8)	1.6	-	-
III	1,5"(38,1)	29	-	-

Donde:

$t_f$  – temperatura del vapor ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_a$  – temperatura del aire ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ )

Realizados los cálculos mediante la bibliografía citada se obtienen los siguientes valores de pérdidas por metro cada metro:

Tramo I = 570 kcal/h

Tramo II = 300 kcal/h

Tramo III = 240 kcal/h

Estos valores de pérdidas obtenidos se multiplican por un factor según [24] para la temperatura de  $30^{\circ}\text{C}$  de un valor de 1.05 obteniendo un resultado final para las pérdidas por cada metro de tubería de:

Tramo I = 598 kcal/h

Tramo II = 315 kcal/h

Tramo III = 252 kcal/h

Para saber cuanto influyen estas pérdidas en el consumo de combustible se realizan los siguientes cálculos.

Pérdidas Kcal/hm	Longitud de la tubería(m)	Perdidas(Q) Kcal/h	(Q)kj/h
I→ 598.5	14.3	8558.55	35832.94
II→ 315	1.6	504	2110.15
III→ 252	29	7308	30597.13
<b>TOTAL (Q<sub>t</sub>)</b>		<b>16370.55</b>	<b>68540.22</b>

$$m_c = Q_t / PCI$$

Donde:

$m_c$  → masa del combustible (kg/h)

$Q_t$  → pérdidas de calor total por falta de aislamiento (kj/h)

$$m_c = 68540.22 / 39675$$

$$m_c = 1.73 \text{ kg/h} \rightarrow 1.73 \text{ kg/h} \times 15 \text{ h/día} = 25.95 \text{ kg/día} = \mathbf{0.026 \text{ t/día}}$$

Considerando los días del año y el precio de la tonelada de Fuel-Oil (188CUC/ton) actualmente se obtiene cuanto representa en dinero, dando:

$$0.026 \text{ t/día} \times 365 \text{ días/año} \times 188 \text{ CUC/ton} = \mathbf{1784.12 \text{ CUC/año}}$$

Como se puede apreciar, en los cálculos anteriores una de las causas por las cuales los consumos de Fuel-Oil de la caldera de la UCLV son tan elevado es las pérdidas en el sistema de tubería para el transporte del vapor, aunque estos consumos se pueden ver afectados también por el mal uso de los tachos, ya que no aprovechan el calor latente del vapor.

Como la realización del trabajo fue enmarcado en realizar una gestión energética mediante herramientas estadísticas, y al no existir forma alguna de estratificar la información referida al consumo de combustible, se analiza los consumo de electricidad que a pesar de no ser tan significativos comparados con el combustible, representa un valor considerable si se analiza independiente, puesto que se alcanza grandes consumos en MWh mensuales a los cuales se pretende realizar un análisis mediante las herramientas de gestión para de esta forma trabajar en los mayores consumidores.

### 3.3 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE ELECTRICIDAD POR ÁREAS.

Para este análisis se tuvo en cuenta la potencia nominal instalada en cada equipo del Comedor Central y la Tintorería, ya que no fue posible medir lo que realmente consume cada uno de estos, por no existir Hukoon para estas mediciones, o de haber metro contador en estas áreas se hubiese podido hacer las mediciones mensuales con la sola lectura de estos (Ver en anexos tabla 3.1).

Estos consumos mensuales se realizaron teniendo en cuenta la potencia instalada en cada equipo, horas de operación diaria y días al mes de trabajo (30 días para el Comedor y 22 para la Tintorería). Esto multiplicado y llevado a MWh se tabulan (Ver en anexos tabla 3.4) para determinar cual tiene mayor repercusión en los consumos según refiere el gráfico 3.1

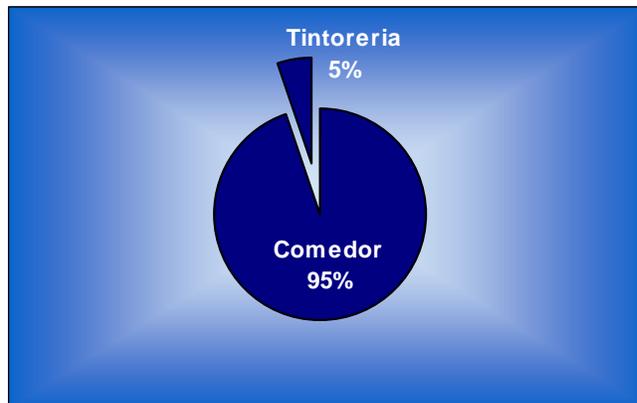


Gráfico 3.1: Porcentaje que representa los consumos de electricidad en el comedor y la tintorería.

Como se observa en el gráfico 3.1, el mayor consumidor es el área del comedor por lo que el estudio será dirigido a esta, esto fue sin incluir el consumo de Fuel-Oil de la Caldera, ya que no se pudo determinar la cantidad de vapor consumido en cada una de las áreas independientes.

### 3.4 COMPORTAMIENTO DE LOS CONSUMIDORES DE ELECTRICIDAD PARA EL COMEDOR DE LA UCLV.

Este análisis se realiza teniendo en cuenta ambos tipos de calderas que se encuentran en el comedor central de la UCLV, ya que los valores de consumo varían según sea la que se encuentre operando (Ver en anexos tabla 3.5 y 3.6) con esta información se realiza un diagrama de Pareto (Ver gráfico 3.3 y 3.4) para sacar los consumidores que representan el 80 % del consumo total mensual.

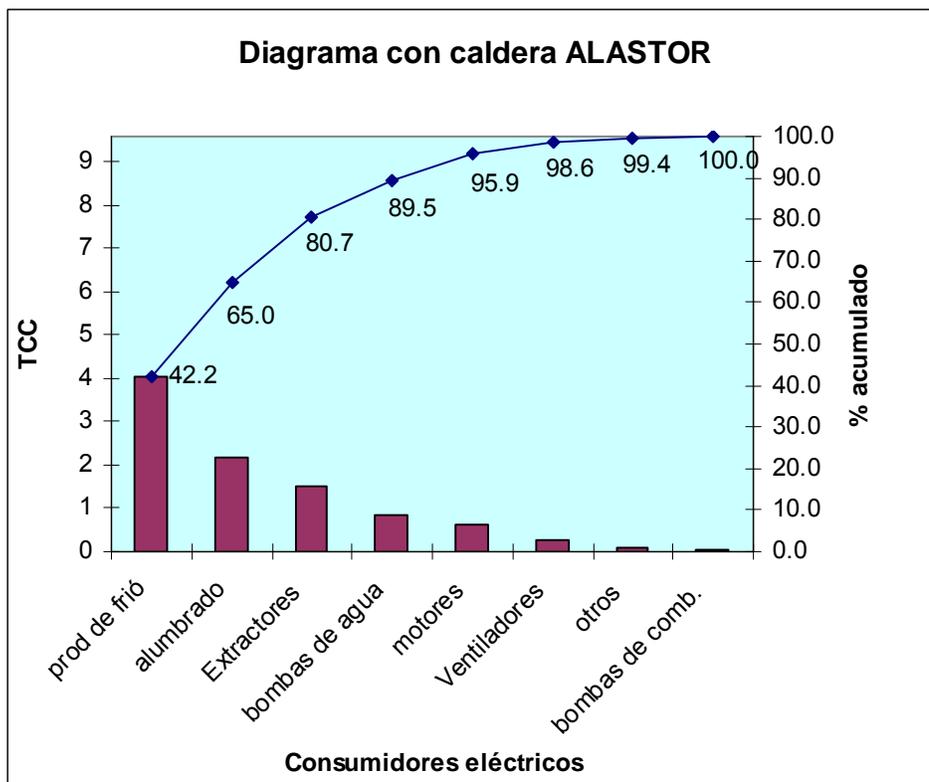


Gráfico 3.3: Análisis de los consumidores con caldera ALASTOR.

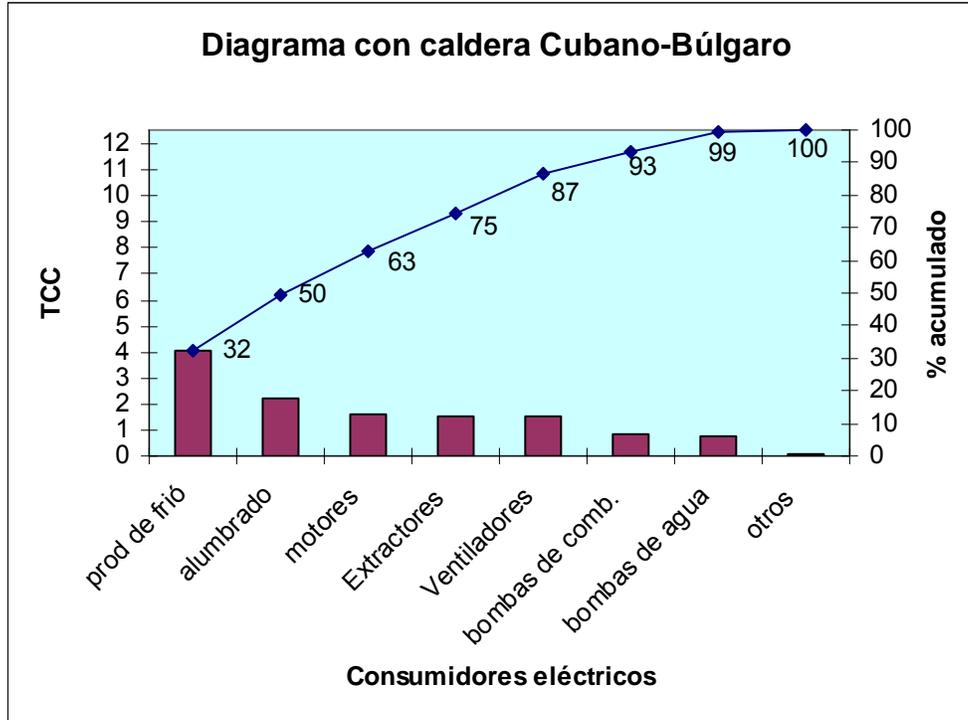


Gráfico 3.4: Análisis de los consumidores con caldera Cubano-Búlgaro.

Según se observa en los gráficos solo cuatro consumidores representan el 80% del consumo de los ocho consumidores analizados, variando este debido a la potencia instalada (Ver en anexos tabla 3.7) ya sea en la caldera ALASTOR(nueva) o la Cubano-Búlgaro(vieja), en el gráfico se mantiene sin variar los consumos de producción de frío y el del alumbrado, mientras que si se analiza, por ejemplo, cuando funciona la caldera nueva se encuentra como tercer consumidor de electricidad los extractores, mientras que se utiliza la caldera vieja ocupa esta posición los motores debido al aumento considerable que da a esta rama el ventilador de tiro forzado de dicha caldera, por otra parte mientras que con la caldera nueva se encuentra como cuarto consumidor el bombeo de agua para ocupar el 80% al analizar la otra caldera ocupa este sitio los extractores, quedando demostrado así como puede variar los consumo al utilizar los diferentes generadores de vapor. Además aumenta considerablemente los consumo totales, es por eso que esta caldera solo se utiliza para cuando la caldera nueva se encuentre recibiendo mantenimiento o tenga alguna avería, es por eso que el análisis por consumidores solo.

### 3.5 ESTRATIFICACIÓN DE LOS CONSUMIDORES MÁS SIGNIFICATIVOS.

Determinado por un diagrama de Pareto los consumidores que representan el 80 % de los consumos más significativos en cada uno de las diferentes áreas o sectores en que se ha dividido el Comedor. Se analizan ahora 3 consumidores en total, producción de frío, alumbrado y extractores, ya que se realiza el análisis para cuando se trabaja con la caldera nueva siendo la que mayor funcionamiento tiene.

#### Producción de frío.

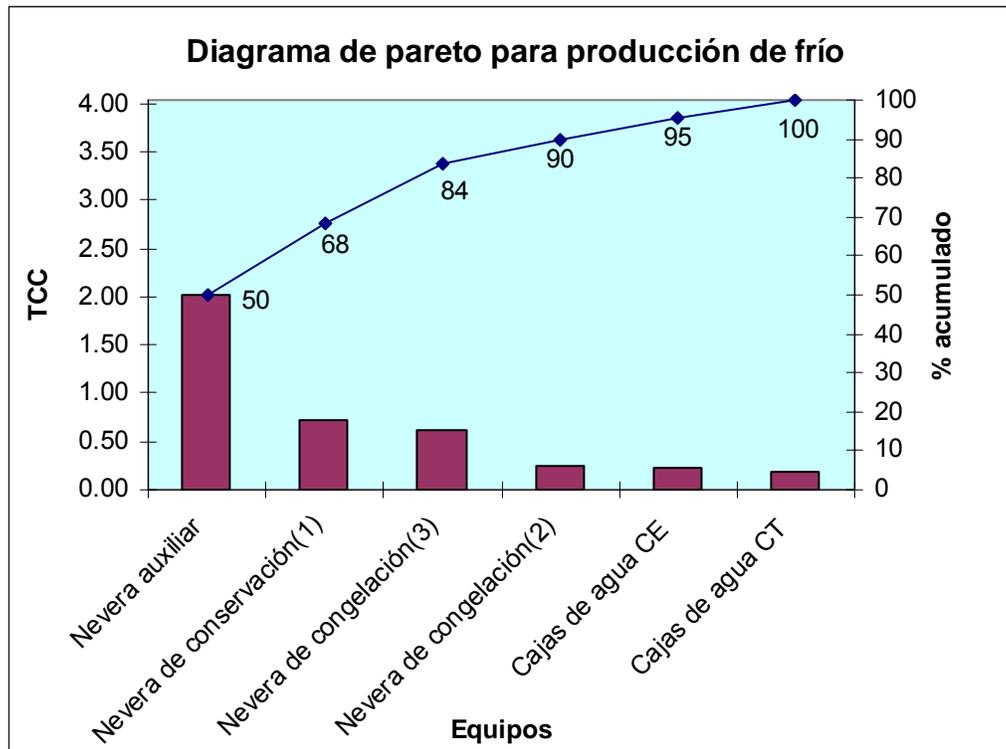


Gráfico 3.5: Análisis de los consumidores en la producción de frío.

Estratificada le información del mayor consumidor de energía eléctrica, en este caso la producción de frío, se obtiene que el mayor de estos se encuentra en la nevera auxiliar, este equipo fue adicionado al sistema de generación de frío del Comedor por la gran necesidad de este que había ya que con las antiguas neveras no se satisfacía. Este equipo no se puede decir que se un gran derrochador de energía en cuanto a eficiencia se refiere, pues esta esméricamente cerrado de forma tal que no hay intercambio ninguno frío con el medio, teniendo

en cuenta esto y para disminuir los altos consumos se pudiera desconectar por algunas horas el funcionamiento de esta.

**Alumbrado.**

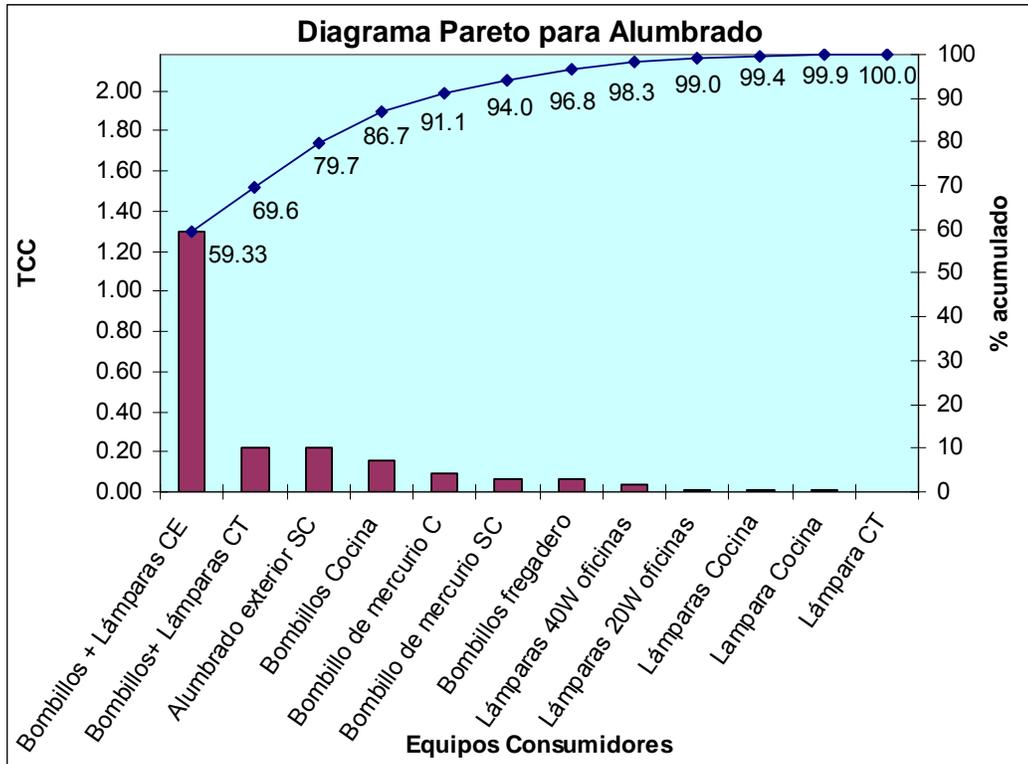


Gráfico 3.6: Análisis de los consumidores para el alumbrado.

Según se puede apreciar en el gráfico de los consumidores de electricidad para el alumbrado de 12 equipos solo tres representan el 80% del consumo, teniendo un alto % de consumo el alumbrado en el área del comedor de estudiantes, ya que se encuentran en ella una gran cantidad de bombillos de 40W (Anexo tabla 3.1), esto después de un análisis pequeño y una búsqueda bibliográfica, se puede apreciar en gran consumo de electricidad, pudiendo utilizar equipos más económicos y mas eficientes, por ejemplo, un bombillo incandescente de 40W emite un flujo luminoso a 127V de 425lm teniendo una duración media de vida de aproximadamente 1000 horas, además del calor tan desagradable que emiten, mientras que si se utilizara lámparas fluorescentes blanco frío normal de de 20 W, posee un flujo luminoso de 1050lm, mucho mas agradable que el de los bombillos incandescentes, teniendo la ventaja también de tener una duración de 6000 a 9000h aumentando en un 50%

si su operación de encendido es de 12 horas [18], como se puede apreciar sería mucho más agradable y económico si se sustituyera los bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes, además que sería mucho más eficiente por se ahorraría la mitad de consumo, por ejemplo, al ser mucho mayor la iluminación de las lámparas se pudiera poner una por cada dos bombillos, quedando entonces:

$255 \text{ bombillo} / 2 \approx 127 \text{ lámparas}$

$255 \text{ bombillo} * 40 \text{ W} * 12 \text{ horas diarias} = 122400 \text{ W} = 122.4 \text{ kWh-diarías}$

$127 \text{ lámparas} * 20 \text{ W} * 12 \text{ horas} = 30480 \text{ W} = 30.48 \text{ kWh-diarías}$

Donde obtendríamos un ahorro diario de 91.92 kWh ahorrando diario 9.19 cuc evaluando a 0.10 cuc/kWh.

### **Extractores.**

Los extractores del área de la cocina representa también un valor significativo de consumo, pues como estos trabajan un gran número de horas diarias (Anexo tabla 3.1) y tienen un motor de 5.94 kW de potencia sobredimensionado para este propósito puesto que para este fin se puede instalar otro motor de menor potencia que alcance las mismas revoluciones de forma tal que no se afecte la extracción del interior de la cocina.

### 3.6 ANÁLISIS DE LOS GRÁFICOS DE CONTROL.

En el análisis los gráficos de control se determinó la estabilidad de los procesos de la Sala de Caldera del comedor para los consumos de combustible fuel-Oil para las primeras 22 semanas del año 2006, como también la estabilidad de la cantidad de comensales para los que se cocina:

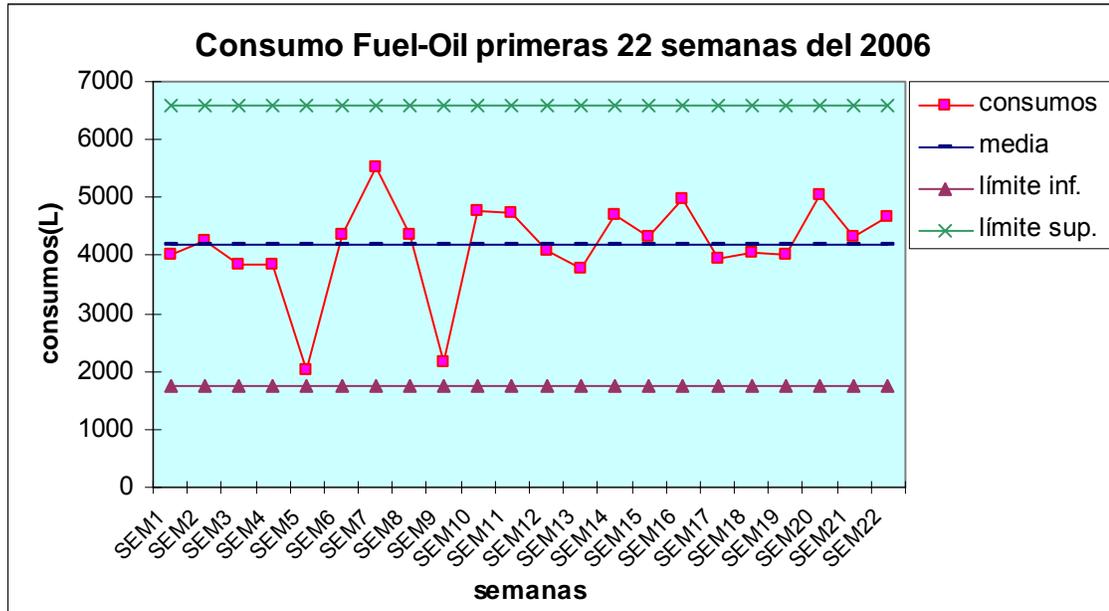


Gráfico 3.7: Gráfico de control del fuel-Oil para la caldera ALASTOR en los primero 5 meses del año 2006.

El **consumo** de **fuel-Oil** (Gráfico 3.7) del **Comedor Central de la UCLV** para las primeras 22 semanas del año 2006 no se pueden evaluar como estable ya que posee puntos muy alejados del valor medio como son en las semanas 5 y 9, que se encuentran muy próximos al límite inferior y en el caso de la semana 7 que se encuentra próximo al límite de control superior existiendo en el resto de las semanas una secuencia por arriba de la línea media. Estos valores son tan inestables ya que como la cantidad de comensales es relativamente estable los valores de consumo, dependen también del tipo de alimento que se elabore ya que unos necesitan mas vapor que otros para la cocción, así como también hay días de fechas especiales que se realizan cenas adicionales almuerzos, etc. que conllevan por supuesto a un aumento del consumo.

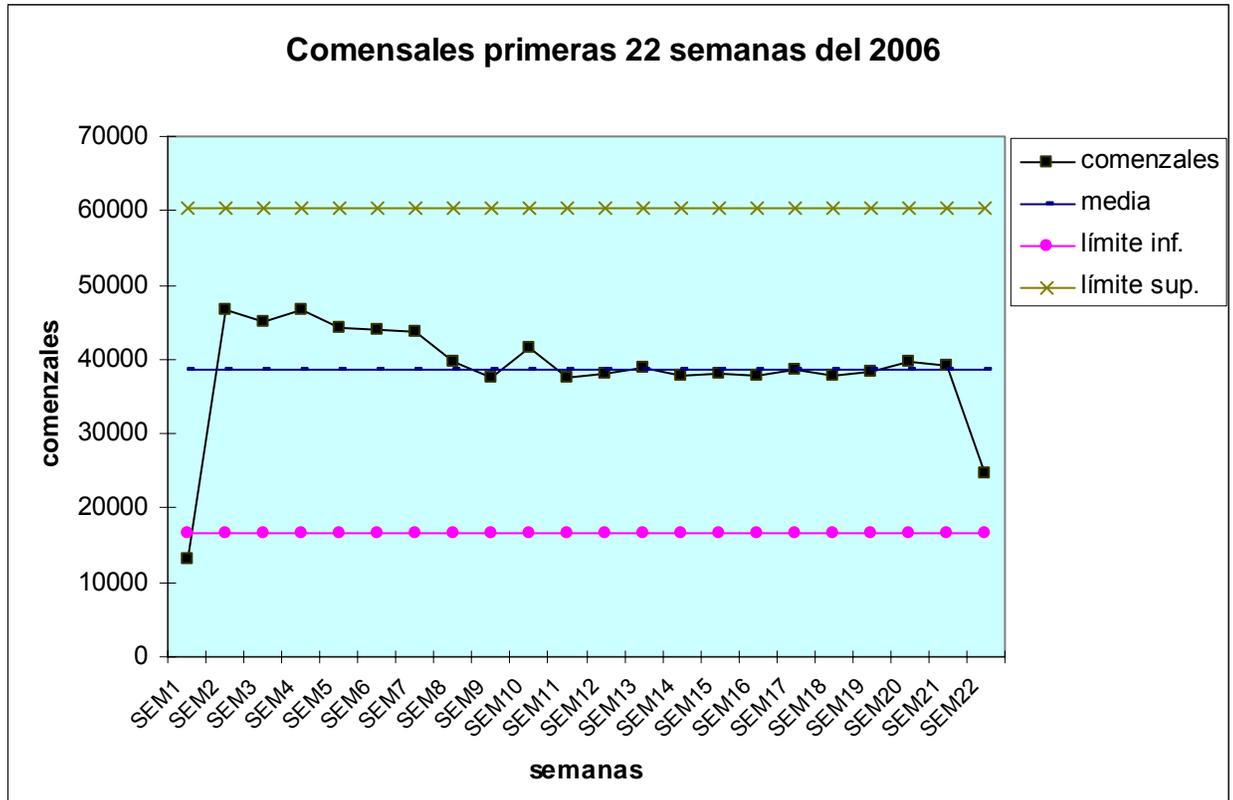


Gráfico 3.8: Gráfico de control para los comensales para los primeros 5 meses del año 2006.

La cantidad de **comensales** (Gráfico 3.8) para los cuales se cocina tiene un punto sumamente alejado de la línea media pasando la línea de control inferior, esto se debe a que esa primera semana la cantidad de comensales para los cuales se elaboró el alimento era sumamente minúscula ya que como fue la primera del año los estudiantes empezaron a incorporarse a partir del día 6. La última semana del mes de mayo hay un punto separado de la línea media, debido a que esta solo completo 4 días de total de una semana ocurriendo por esto esa disminución, de lo contrario se podría decir que este proceso es estable si se analiza el resto de las semanas.

### 3.7 ANÁLISIS DEL GRÁFICO DE CONSUMO-COMENSAL EN EL TIEMPO.

Para este gráfico se tuvo en cuenta los valores de consumo-comensal (ver anexo tabla 3.8) eliminando los puntos extremos de las semanas uno y la 22.

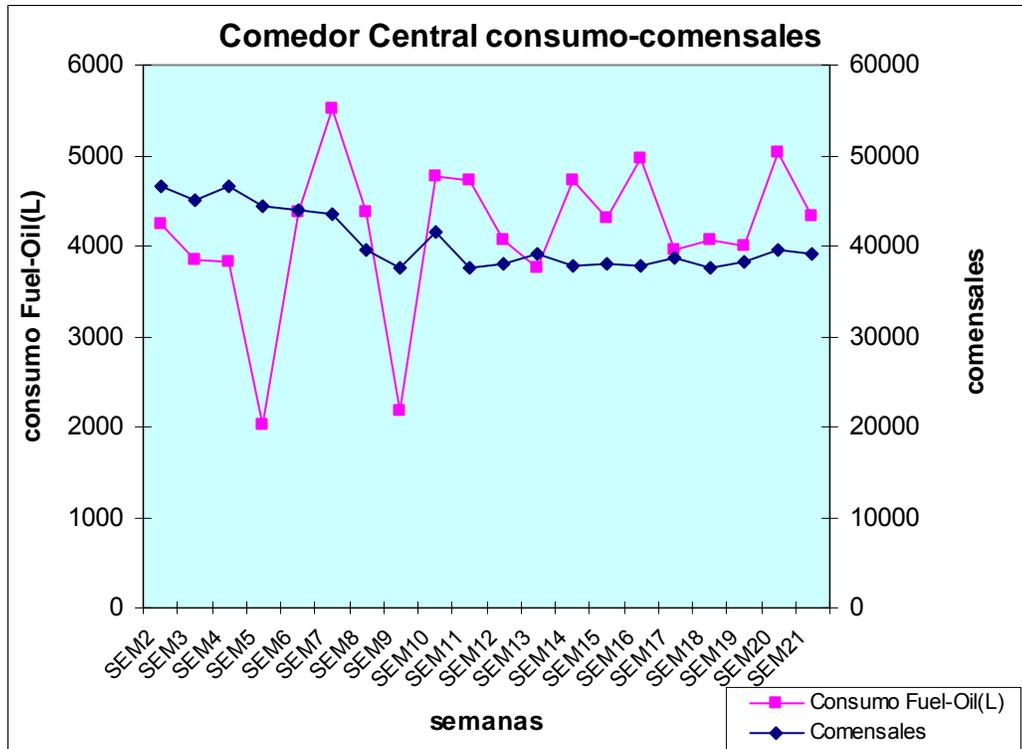


Gráfico 3.9: Gráfico de consumo-comensales en el tiempo del Comedor Central de la UCLV para las primeras semanas 22 del año 2006.

En el gráfico 3.9 se observa que a pesar de mantenerse relativamente estable la cantidad de comensales por semana, los valores de consumo de combustible varían desmesuradamente, al estar influenciados por factores como pueden ser el alimento que se elabore en ese día, el mal uso de los tacho pudiéndose dar el caso que para diferentes porcentos de llenado se utiliza la misma cantidad de vapor, igualmente en algunos casos no se aprovecha el calor latente de condensación del vapor.

### **3.8 CONCLUSIONES PARCIALES**

De acuerdo al análisis realizado a los diferentes consumidores de energía más representativos en el Comedor Central-Tintorería de la UCLV se arriba a las siguientes conclusiones:

1. El portador energético de mayor consumidor es el Fuel-Oil utilizado en la sala de caldera para la generación de vapor.
2. Se puede disminuir los valores de consumo de combustible si se eliminaran los salideros y se recubren con el aislamiento térmico requerido las tuberías del sistema de distribución de vapor.
3. Se ahorraría 110.30 cuc/mes si se realizara una eliminación de los bombillos de 40 watt en el salón del comedor de los estudiantes y se colocaran lámparas fluorescentes de 20 watt.
4. El valor del índice de consumo analizado se ven afectados por diversos factores como:
  - mal usos de los tachos.
  - mal estado en las tuberías de transporte de vapor.
  - Falta de aislamiento térmico de las tuberías.

## **CONCLUSIONES GENERALES**

- 1- La aplicación de herramientas estadísticas dio la posibilidad de realizar una valoración minuciosa del comportamiento de los consumos de portadores energéticos en el Comedor Central y la Tintorería de la UCLV
- 2- La eliminación de las pérdidas de calor por falta de aislamiento térmico y de vapor por salideros en las tuberías nos llevaría a un ahorro de 4829.72 CUC anualmente
- 3- Se ahorraría 110.30 CUC/mes si se realizara una sustitución de los bombillos de 40 watt en el salón del comedor de los estudiantes por lámparas fluorescentes de 20 watt manteniendo la misma intensidad luminosa.
- 4- Es necesario trazarse una estrategia del ahorro de electricidad en la producción de frío ya que es uno de los grandes consumidores.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se debe poner metros contador en las áreas Cocina-Comedor, Tintorería y sala de caldera para poder realizar un estudio real de los consumos de electricidad.
2. Se debe instalar manómetros, flujómetros y termómetros en la sala de caldera y en la tubería de distribución de vapor en la Cocina Central y la Tintorería para poder realizar un estudio energético de esta área.
3. Se debe realizar un estudio del consumo de vapor por cada plato elaborado para conocer la repercusión que tiene en el consumo de combustible.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Borroto Nordelo, Anibal.: “Gestión Energética empresarial” Centro de Estudios de energía y medio ambiente, Cienfuegos, 2002.
2. Campos Avella, J. Carlos. Herramientas para Establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. Diplomado en Gestión Energética, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia, 2000.
3. Campos Avella, J. Carlos. La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial, Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba, 1997.
4. Carta Circular No. 14/2004. Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, secretaría, Lage Dávila, Carlos, Ciudad de la Habana, 2 de marzo del 2004.
5. Conservación de Energía en la Industria: manual de recomendaciones. Sao Pablo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1990.
6. Consideraciones sobre el Sector Energético Cubano,  
[http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/rodriguez1\\_310102.htm](http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/rodriguez1_310102.htm), 15 de marzo del 2004.
7. Eficiencia energética en iluminación  
<http://www.faan.es/ahorroeficiencia/documents/Eficienciaenergeticaeniluminacion.pdf>
8. Eficiencia energética,  
[http://www.arquitectura-tecnica.com/EFICIEN\\_ENERGETICA.htm](http://www.arquitectura-tecnica.com/EFICIEN_ENERGETICA.htm), 25 de abril de 2004.
9. Eficiencia Energética,  
[http://www.cenytec.com/eficiencia\\_energetica/eficiencia\\_energetica.htm](http://www.cenytec.com/eficiencia_energetica/eficiencia_energetica.htm), 9 de marzo, 2004.
10. Eficiencia Energética,  
[http://www.cenytec.com/eficiencia\\_energetica/eficiencia\\_energetica.htm](http://www.cenytec.com/eficiencia_energetica/eficiencia_energetica.htm), 9 de marzo, 2004.
11. Gaceta Oficial de la Republica de Cuba, Edición Extraordinaria, La Habana, 9 de junio de 1983, Año LXXXI, Número 14, página 119

12. Gestión Energética, futuro para los instaladores, [http://www.cni-instaladores.com/boletines/Asociacionismo/Bol\\_3.2.asp](http://www.cni-instaladores.com/boletines/Asociacionismo/Bol_3.2.asp), 9 de marzo, 2004.
13. González Jordán, Roberto, Ahorro de Energía en Cuba, Editorial Científico-Técnica, 1986.
14. Gutiérrez Pulido, Humberto. La Calidad Total y el Ahorro de Energía. Universidad de Guadalajara. México. 1993.
15. Herramientas Gestión de la energía, <http://www.energyoffice.org/spain/tools/emanagement/definition/start.html>, 9 de marzo, 2004.
16. Índices de eficiencia energética en Chile tendencias en el sector industrial y minero 1990-1999, [http://www.cne.cl/archivos\\_bajar/indices\\_sector\\_industrial.pdf](http://www.cne.cl/archivos_bajar/indices_sector_industrial.pdf), 10 de febrero, 2004.
17. Rosen, Morris ,Nucleus , “Energy outlook and role for nuclear energy,. ISSN 0864-084 No 25, 8-10, 1998
18. Inspección Estatal Energética. Comisión Nacional de energía. La Habana. 1985
19. Tejas, Fermín, Iluminación e instalaciones eléctricas, Editorial Félix Varela, 1993
20. La gestión energética, futuro para los instaladores, [http://www.cni-instaladores.com/boletines/Asociacionismo/Bol\\_3.2.asp](http://www.cni-instaladores.com/boletines/Asociacionismo/Bol_3.2.asp), 25 de abril de 2004.
21. Los Indicadores de gestión. <http://www.soporteycia.com.co/documentos/SOPLOSINDICADORESDEGESTION.pdf>, 2 de Febrero, 2004.
22. Ordenanza para la gestión local de la energía de sevilla. <http://www.agencia-energia-sevilla.com/Normativa/ordenanza04.htm>, 25 de abril de 2004.
23. Programa de Desarrollo de Fuentes Nacionales de Energía, Comisión Nacional de Energía, 20 de mayo de 1993.
24. Técnicas de conservación energética en la Industria, Tomo I , Madrid, mayo de 1982