

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
"Carlos Rafael Rodríguez"

TESIS EN OPCION AL GRADO DE MASTER EN
EFICIENCIA ENERGETICA

TITULO: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL
DE LA EFICIENCIA ENERGETICA EN EL MUNICIPIO
DE CIENFUEGOS.**

AUTOR: **Ing. Eulises Evelio Marín García.**

TUTOR: **Dr. José P. Monteagudo Yáñez.**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

Septiembre/ 2009.
'AÑO DEL 50 ANIVERSARIO DE LA REVOLUCION'

DECLARACIÓN JURADA

Por medio de la presente declaro ante el Comité Académico de la Maestría en Eficiencia Energética, que la Tesis presentada es de mi propia autoría, que no contiene material escrito por otra persona, al no ser el referenciado debidamente en el texto, y que ni en su totalidad, ni parte de ella, ha sido aceptada para el otorgamiento de cualquier otro grado científico en instituciones nacionales o extranjeras.

Fecha: _____

Firma del Autor: _____

SINTESIS

El trabajo que se presenta está destinado al diseño de una estrategia que permita implementar un sistema de monitoreo y control de la eficiencia energética en el municipio de Cienfuegos.

Se realizaron búsquedas bibliográficas relacionadas con la situación energética mundial y las desastrosas consecuencias que padecerá la sociedad si no se toman medidas urgentes para el uso racional de la energía. Se analiza la situación energética nacional especialmente en lo relacionado a la energía eléctrica y la evolución de la eficiencia energética en el país, la cual se enmarca en etapas desde 1989 hasta el año 2006 cuando se declara el año de la Revolución energética. Se realizó una revisión del Estado del Arte sobre los modelos de Gestión Energética utilizado en diferentes países con el objetivo de determinar las tendencias actuales en el mundo sobre la gestión y administración de la energía.

El trabajo también contempla en su capítulo II la caracterización Energética del municipio de Cienfuegos, establece la estructura de consumo de sus portadores energéticos y se determinaron las Entidades “Claves” del municipio que deciden en la eficiencia energética, así como el establecimiento de los principales índices de consumo por portadores energético.

Finalmente se lleva a cabo el estudio de los sistemas de monitoreo y control preponiéndose la aplicación del método mas efectivo.

INDICE:

SINTESIS	2
INTRODUCCION	4
<u>CAPITULO I. MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACION</u>	7
1.1 Problemas contempor. de la Energ. a nivel mundial y en Cuba.....	7
1.2 Energías Renovables.....	20
1.3 Situación de la energía en Cuba.....	20
1.4 Tecnología para la Gestión Total y Eficiente de la Energía.....	23
1.5 1.4.1 Etapas en la implementación de un Sist. de Gestión Energ.....	24
CONCLUSIONES PARCIALES	26
<u>CAPITULO II: CARACTERIZACION DE LA GESTION ENERGETICA DEL MUNICIPIO CIENFUEGOS</u>	28
2.1 Gestión energética del Municipio Cienfuegos.....	28
2.2 Principales dificultades en la Gestión del Municipio.....	30
2.2.1 Dificultades del CAM.....	30
2.2.2 Dificultades de la información estadística.....	30
2.3 Estructura de consumo de portadores energético del Municipio.....	32
2.3 Entidades "Claves" del Municipio.....	35
2.4 Entidades Claves por portador.....	35
2.4.1 Portador: Energía Eléctrica.....	35
2.4.1.1 Consumo E. Eléctrica por sectores.....	36
2.4.2 Portador: Combustible Diesel.....	37
2.4.2.1 Consumo de Diesel por sectores.....	37
2.4.3 Portador: Carbón Bituminoso.....	38
2.5 Identificación de los índices de consumo.....	38
2.6 Propuesta de Macroíndices de consumo.....	40
2.6.1 Macroíndices de consumo energía Eléctrica.....	40
2.6.2 Macroíndices de consumo Comb. Diesel.....	41
CONCLUSIONES PARCIALES	42

<u>CAPITULO III: PROPUESTA DE LOS ELEMENTOS BASICOS DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL ENERGETICO PARA EL TRABAJO DE GOBIERNO</u>	43
3.1 Importancia del SMCE.....	43
3.2 Características básicas del SMCE.....	44
3.2.1 Procedimientos para organizar el SMCE.....	45
3.2.2 Método de Control.....	45
3.3 Elementos básicos de un SMCE para el Municipio de Cienfuegos.	46
3.3.1 Fase de información en el SMCE.....	46
3.3.2 Fase de control en el SMCE.....	48
3.3.3 Herramientas básicas para la implementación del SMCE.....	48
3.4 Graficas E-P vs. T.....	49
3.6 Gráficos de Tendencia o de Sumas Acumulativas (CUSUM).....	55
3.7 Gráficos de Pareto de Portadores Energéticos.....	57
3.8 Estratificación.....	58
3.9 Graficas de control energético.....	59
3.10 Gráficos de consumo Energía vs. Producción.....	64
3.11 Definición de los estándares.....	67
3.11.1 Estándares obtenidos por el comportamiento histórico.....	67
3.11.1.1 Diag. de correlación Estándar vs. Prod.....	67
3.11.1.2 Grafico de control del estándar.....	68
3.11.1.3 Para el consumo de Energía Eléctrica.....	69
3.11.1.4 Para el consumo de combustible Diesel.....	69
3.12 Comparación de los resultados con los Estándares.....	70
3.13 Diagnostico. Auditorias Energéticas.....	71
3.13.1 Potencial de ahorro en las pequeñas salas de calderas.....	77
CONCLUSIONES PARCIALES	79
CONCLUSIONES GENERALES	81
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFIA	84
ANEXOS	88

INTRODUCCION.

La humanidad desde tiempos inmemoriales enfrenta numerosos problemas de carácter social, políticos, económicos y tecnológicos. La injusta distribución de las riquezas naturales, la existencia de clases sociales, el imperialismo unipolar, un norte rico y un sur pobre, las drogas, el comercio de armas, la prostitución, etc., forman parte del enorme conjunto de injusticias que los revolucionarios marxistas o no, luchan por eliminar y entablar la sociedad justa y humanista que soñaron Martí y Marx, Lenin y Fidel. A esta situación se añaden ahora el formidable reto del cambio climático con sus desastrosas consecuencias sobre la ecología y la economía mundial y las perspectivas ya no lejana del agotamiento de las reservas de hidrocarburos, para lo que la sociedad actual no está preparada, a pesar de la advertencia de la comunidad científica mundial y de sus políticos más previsores.

El desmesurado aumento de los precios del petróleo y sus derivados, desde los años 70 del pasado siglo ha obligado a la sociedad a la toma de numerosas medidas para la disminución del consumo de energía y, paralelamente, al estudio y aplicación de los recursos renovables de energía.

El resultado de numerosos estudios realizados en Cuba han puesto de manifiesto las insuficiencias existentes en la gestión energética de las empresas y entidades de los diferentes sectores, así como la carencia de un sistema de monitoreo y control de la eficiencia energética por parte de los Gobiernos Municipales y Provinciales, que les permita la toma de decisiones dirigidas al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro energético, siendo este último aspecto el **Problema Científico** del presente trabajo.

Este último aspecto, ha sido consultado en todas las estructuras de los Gobiernos Provinciales, existiendo solo la información de los consumos de portadores energéticos de los mayores consumidores y no de todos, a través de modelo 5073 captado por la Oficina Territorial de Estadísticas.

Para ello, se ha definido como **objetivo general** para la investigación, diseñar una estrategia que permita implementar un sistema de monitoreo y control de la eficiencia energética en el municipio de Cienfuegos para los gobiernos municipales y provincial.

Para lograr este objetivo general será necesario darle cumplimiento a los siguientes **objetivos específicos**:

1. Recopilar y sintetizar información sobre el estado del arte en el campo de la administración de la energía.
2. Realizar la caracterización Energética del Municipio de Cienfuegos y lograr identificar las principales oportunidades de ahorro energético.
3. Estudiar los métodos mas apropiados para la implementación de un sistema de gestión energética eficiente en la cabecera municipal.
4. Diseñar un sistema de monitoreo y control que permita evaluar el comportamiento de los principales portadores para establecer medidas de ahorro y de control en el balance energético del territorio.
5. Crear una base documental que permita la extensión de la experiencia a otros municipios del país.

La presente tesis parte de la **hipótesis** de que sí el Municipio de Cienfuegos contara con un sistema de monitoreo y control energético efectivo en el sistema de Gobierno, posibilitaría el seguimiento al comportamiento de la eficiencia energética de todas las entidades "Claves" del territorio , la detección de las desviaciones , comportamientos anómalo, así como el diagnostico y acciones correctivas para lograr el mejoramiento continuo de su eficiencia energética..

Para ello se definió el siguiente **programa de acciones**:

- Caracterización de la Gestión Energética del Municipio.
- Realización de un diagnostico energético preliminar. Identificar las principales reservas de Eficiencia Energética.
- Establecimiento de una estructura de consumo de portadores energéticos.

- Determinación de las empresas y Entidades “claves” que deciden en la Eficiencia Energética.
- Constitución del Consejo Energético del Municipio.
- Perfeccionamiento del Sistema o métodos de análisis de la eficiencia energética en el Consejo de Administración Municipal.
- Aplicación de medidas de ahorro viables en corto plazo. Evaluación de impactos.
- Establecer un sistema de estadística Energética que permita el control y la dirección del programa.

Para el cumplimiento de estos objetivos la tesis cuenta con un primer capítulo, en el que se aborda la situación actual de la energía en el mundo y en Cuba a modo de ilustración. Después se realiza un análisis detallado de los diferentes modelos de gestión de energía que se siguen en el mundo y se plantea un modelo característico común entre ellos. Como resultado de lo anterior se justifica la selección de la TGTEE como sistema de gestión energética a implementar.

En el segundo capítulo, se realiza una caracterización energética del territorio, partiendo de la información estadística del consumo de todos los portadores energéticos, y se determinan las empresas y unidades presupuestadas más consumidoras de energía, las que se seleccionan para la aplicación de la TGTEE.

El tercer capítulo está dedicado al diseño de un sistema de monitoreo y control que posibilite evaluar el comportamiento de los principales portadores energéticos en el municipio y que permita la toma de decisiones oportunas a las diferentes estructuras del gobierno y partido en el territorio.

CAPITULO 1

MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACION.

En este capítulo se presenta un análisis del curso de la bibliografía, que sirve de marco teórico a la investigación.

El mismo consta de dos partes: en la primera parte se expone brevemente la situación energética mundial y en Cuba, donde se dan tablas de referencias y gráficos, que evidencian dicho comportamiento. En la segunda parte se analizan referencias sobre la aplicación de Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. De numerosos datos de referencia se han relacionado tales informaciones, de esta forma, se sientan las bases investigativas para dar respuesta al problema científico que relaciona el comportamiento de la eficiencia energética en los procesos productivos de cualquier territorio.

1.1 Problemas contemporáneos de la energía a nivel mundial y en Cuba.

La energía se define como la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo. "También se define como una propiedad o atributo de todo cuerpo o sistema material en virtud de la cual puede éste transformarse, modificando su situación o estado, así como actuar sobre otros originando en ellos procesos de transformación",¹ Está presente en los seres vivos, desde su propia alimentación hasta la realización de un trabajo.

Las fuentes de energía se dividen en renovables y no renovables. Las renovables (suministradas por el sol de forma directa e indirecta) fueron las que predominaron durante todo el período preindustrial (antes de la Revolución Industrial en Inglaterra) y bajo condiciones de uso sostenible están llamadas a desempeñar un papel fundamental en los sistemas energéticos futuros.

¹ Miguel Trejo Luis. Memorias del xv congreso nacional de termodinámica. México 2000.

Las fuentes de energía renovable se reemplazan con el tiempo y por lo tanto no desaparecen fácilmente. Sin embargo las fuentes de energía no renovable están amenazadas y pueden desaparecer si el uso es alto.

Entre las fuentes comerciales de energía, los combustibles fósiles mantienen su dominio en la composición del balance energético mundial, sobre todo el petróleo, a pesar del proceso de sustitución petrolera por otras fuentes de energía, que alcanzó su máxima expresión en el período de altos precios entre 1973 y 1985.

En un ensayo, John McNeill, sostiene que durante los siglos XIX y XX el aprovechamiento de los combustibles fósiles y las alteraciones agrícolas y económicas subsiguientes modificaron de manera irreversible las relaciones entre el hombre y la tierra.

A lo largo de los siglos XIX y XX, la actividad humana ha transformado la composición química del agua y del aire en la Tierra, ha modificado la faz del propio planeta y ha alterado la vida misma. ¿Por qué este periodo de tiempo, más que ningún otro, ha generado cambios tan generalizados en el entorno? Las razones son múltiples y complejas. Pero sin lugar a dudas, uno de los factores más notables es la utilización de los combustibles fósiles, que ha suministrado mucha más energía a una población mucho mayor que en cualquier época anterior.

Hacia 1990, la humanidad utilizaba una cantidad de energía 80 veces superior a la que usaba en 1800. La mayor parte de dicha energía procedía de los combustibles fósiles. La disponibilidad y capacidad de uso de esta nueva fuente de energía ha permitido a la humanidad aumentar los volúmenes de producción y de consumo.

Todas estas tendencias están relacionadas entre sí, colaborando cada una de ellas al desarrollo de las otras y configurando todas ellas la evolución de la sociedad humana en la edad contemporánea. Estas tendencias de crecimiento han replanteado las relaciones entre el hombre y el resto de los habitantes de la Tierra.

“Durante cientos de miles de años, los seres humanos y sus predecesores en la cadena evolutiva han ido modificando, tanto deliberada como accidentalmente, su entorno de vida. Pero sólo en épocas recientes, con la utilización de los combustibles fósiles, la humanidad ha conseguido provocar cambios profundos en la atmósfera, el agua, el suelo, la vegetación y los animales. Con el uso de combustibles fósiles, los humanos han alterado el entorno natural de forma como nunca lo habían hecho en épocas preindustriales, provocando, por ejemplo, la devastación de hábitat, fauna y flora naturales a través de los vertidos de petróleo. El hombre ha podido provocar los cambios medioambientales de forma mucho más rápida acelerando antiguas actividades como la deforestación.²”

Entre los combustibles fósiles se incluyen el carbón, el gas natural y el petróleo (también denominado crudo), que son los residuos petrificados y licuados de la acumulación durante millones de años de organismos vegetales en descomposición. Cuando se quema el combustible fósil, su energía química se convierte en calórica, la cual se transforma en energía mecánica o eléctrica mediante máquinas como motores o turbinas.

El carbón adquirió por primera vez importancia como combustible industrial durante los siglos XI y XII en China, ya que la fabricación del hierro consumía grandes cantidades de dicho recurso. El primer aprovechamiento del carbón como combustible doméstico comenzó durante el siglo XVI en la ciudad inglesa de Londres. A lo largo de la Revolución Industrial, que se inició en el siglo XVIII, el carbón se fue convirtiendo en un combustible fundamental para la industria, actuando de medio de propulsión de la mayoría de las máquinas de vapor.

El carbón fue el combustible fósil primario hasta mediados del siglo XX, cuando el petróleo lo sustituyó como carburante preferido en la industria, el transporte y otros sectores. Las primeras perforaciones de petróleo se efectuaron en Estados Unidos, concretamente en la región occidental de Pensilvania en 1859 y las primeras grandes extensiones plagadas de pozos de petróleo surgieron en el sureste de Texas en 1901. Los mayores yacimientos de petróleo del

²

: John McNeill : es profesor de Historia en la Universidad de Georgetown. Es autor, entre otras muchas publicaciones, de *Global Environmental History of the Twentieth Century*.
Microsoft © Encarta © Biblioteca de Consulta 2003

mundo se descubrieron en la década de 1940 en Arabia Saudita y en la de 1960 en Siberia. ¿Por qué eclipsó el petróleo al carbón como el carburante preferido? El petróleo presenta ciertas ventajas sobre el carbón, ya que produce mayor rendimiento que éste, proporcionando más cantidad de energía por unidad de peso que el carbón y, además, provoca menos contaminación y funciona mejor en máquinas pequeñas. Sin embargo, los yacimientos de petróleo son menores que los de carbón. Cuando el mundo haya agotado las reservas de petróleo seguirá existiendo abundante disponibilidad de carbón.

La capa más alejada del entorno de vida de la Tierra es la atmósfera, una mezcla de gases que rodea al planeta. La atmósfera contiene una capa muy fina de ozono que protege la vida en la Tierra contra la nociva radiación ultravioleta procedente del Sol. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, el hombre ha ejercido un impacto muy escaso sobre la atmósfera³.

A lo largo de miles de años el hombre ha venido quemando de forma rutinaria elementos de la vegetación, provocando de forma intermitente una contaminación del aire. Sin embargo, el desarrollo de los combustibles fósiles ha comenzado a amenazar a la humanidad con una contaminación atmosférica mucho más grave.

Algunos científicos medioambientalistas vaticinan que los precios de los combustibles fósiles aumentarán en el tiempo debido a su escasez en el mercado. Esto puede provocar un cambio a fuentes de tecnología alternativa que, de hecho, ya se está empezando a notar. El IPCC no está seguro si desaparecerán totalmente los combustibles fósiles en un futuro.

Informes elaborados por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas revelan que los precios del petróleo constituyen una variable fundamental en la dinámica de la economía mundial debido a la importancia de este recurso natural no renovable en el mercado mundial y su papel en el sistema energético mundial.

Sobre el período 1999 – 2006, cabe señalar que después de una caída superior al 30 % en 1998, los precios internacionales del petróleo registraron

³ *Ibidem*

una tendencia alcista provocado por una creciente furia especulativa en ese mercado, reforzado sobre todo después de la invasión y ocupación de Irak por los Estados Unidos y sus aliados. ⁴La ola de violencia e inseguridad desatada tanto en Irak como en otros países de Medio Oriente después de la ocupación iraquí alimentó el ascenso de precios del petróleo experimentado en los últimos años.

Otros factores básicos que incidieron en las altas cotizaciones del crudo están relacionados con las limitaciones de la oferta, la creciente demanda de los países industrializados y algunos países con rápido crecimiento como China, y la problemática creada por el déficit de capacidades de refinación en países industrializados. Además de las razones antes apuntadas, en el 2005, también fue significativo el impacto de las afectaciones a la infraestructura petrolera en el Golfo de México y la Costa Sur Estadounidense debido al paso de los Huracanes Katrina y Rita.⁵

El Fondo Monetario Internacional (FMI) calcula que el precio real del petróleo subió un 74% entre junio de 2003 y marzo de 2005, comparado con un aumento del precio real del 185% durante el año 1974 y con un aumento del precio real del 158% entre junio de 1978 y noviembre de 1979⁶.

El diario el economista explica que la media del precio del barril de petróleo durante el 2008 fue el más caro de la historia, en torno a los 80 dólares, frente a los 72 dólares del 2007 por culpa de la crisis financiera mundial desatada en Estados Unidos, según un informe del banco francés Société Generale.⁷ En el año 2009 los precios del petróleo, que rondan los 53 dólares

⁴ Elaborado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados con base en datos de: Secretaría de Energía y Reuters. 2000.

⁵ *Ibidem*

⁶ British Petroleum. Loc. cit.

⁷ Precio del petróleo (2008). – p4.

<http://www.precio-petroleo.es/precio-petroleo-2009.html>

el barril, se prevé que no subirán significativamente hasta mediados de 2009, debido a la caída de la demanda provocada por la crisis económica mundial⁸.

La coyuntura del petróleo barato está llegando a su fin y el precio del barril podría volver rápidamente a US \$100, según la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés). En su Pronóstico Mundial para la Energía 2008, la agencia indica que los precios podrían alcanzar los US \$200 para el año 2030. Sin embargo, el documento aclara que el riesgo inmediato en el suministro no es la falta de recursos globales, sino la falta de inversión donde más se le necesita⁹.

A pesar de los altos precios el petróleo sigue siendo el producto más comercializado a nivel internacional, tanto en término de volumen (cantidad física), como en término de valor (valorado en dólares). El 60 % del petróleo que se produce se comercializa internacionalmente, a diferencia del carbón (del que solo se comercializa el 17 %) y del gas natural (25 %).

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

La mayoría de los principales consumidores de petróleo del mundo son países desarrollados como Estados Unidos, Japón, Rusia, Alemania, Corea del Sur, Canadá, Francia e Italia. Solo dos países subdesarrollados se ubicaron en el 2004 entre los principales consumidores de petróleo del mundo: China e India.

La Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP) revisó sus previsiones de demanda de crudo para el año 2008 y estimó que la demanda mundial de petróleo se situará en los 86,9 millones de barriles diarios, lo que

⁸ [Precio Petróleo 2009 Diario http://www.precio-petroleo.es/precio-petroleo-2009.html](http://www.precio-petroleo.es/precio-petroleo-2009.html) p4

⁹ [** Unidad en cumbre del G-20, difícil tarea](#) Formato de archivo: Microsoft Word - [Versión en HTML](#)

supone un crecimiento del 1,17%, mientras que para 2009 el crecimiento será del 1,03% respecto a este, el nivel más bajo desde el año 2002.¹⁰

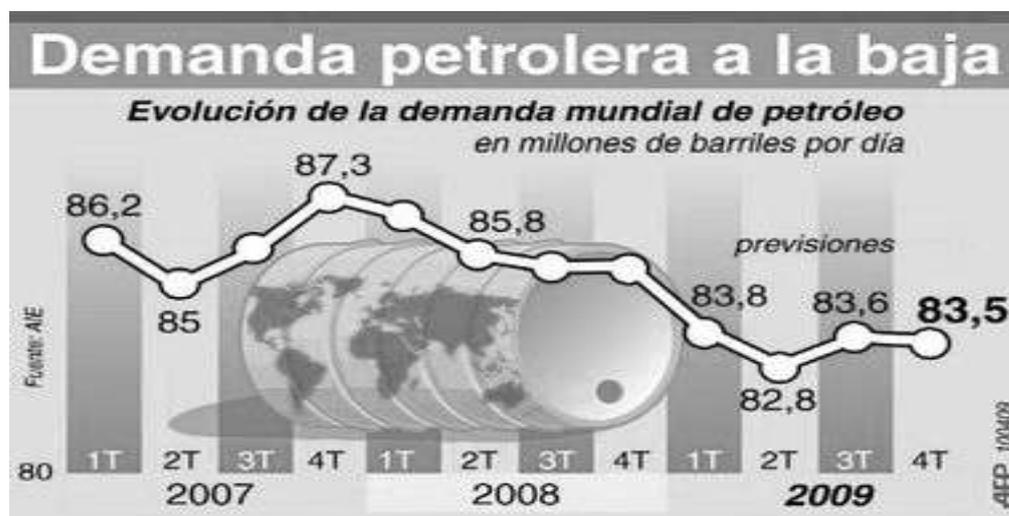


Figura.1 Evolución de la demanda mundial de petróleo. [Precio Petróleo 2009 Diario](#) 20-04-2009 EIA

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) prevé que bajará la demanda mundial del petróleo un 1,5% respecto al año pasado, hasta situarse en los 84,4 millones de barriles diarios (mb/d)¹¹El grupo de países exportadores de petróleo han calculado que el volumen medio de demanda de su petróleo se reducirá en este año hasta los 32,1 millones de barriles diarios, mientras que en 2009 será de 31,3 mb/d.

La OPEP señala que la "recesión económica mundial continúa afectando a la demanda de petróleo, especialmente en EEUU, Japón y China" por lo que indicó que la demanda de crudo en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) registrará descensos en el conjunto de 2009,

¹⁰ Economía/Energía.- La OPEP vuelve a revisar a la baja su previsión de demanda mundial de petróleo

<http://dinero.es.msn.com/noticias/economia/articulo.aspx?cp-documentid=16096575>

¹¹ [Precio Petróleo 2009 Diario](http://www.precio-petroleo.es/precio-petroleo-2009.html)<http://www.precio-petroleo.es/precio-petroleo-2009.html>

mientras que los países ajenos a la OCDE experimentarán un discreto incremento de 0,13 millones de barriles diarios¹².

Según cifras, reportadas por Gian Carlo Delgado Ramos en su artículo los límites del patrón energético actual. Combustibles fósiles y medio ambiente, las reservas probadas de petróleo, al igual que las de otros recursos energéticos, están desigualmente distribuidas entre regiones y países. La mayor parte se encuentra en los países subdesarrollados. En el Medio Oriente se ubican cerca de las dos terceras partes de las reservas petroleras mundiales. Y América Latina y el Caribe, con alrededor del 10 % de las reservas probadas, es considerada como una de las principales cuencas petroleras del mundo.

TABLA 1 - Distribución Global de Reservas Probadas de Petróleo (2006)

Fuente: British Petroleum. Statistical Review of World Energy, 2007

Región	Millardos de Barriles	% del Total
África	117.2	7.1
Asia Pacífico	40.5	4.2
Europa	14.3	1.8
Antigua Unión Soviética	130.1	6.2
Medio Oriente	742.7	65.3
América del Norte	59.9	6.2
Centro y Sudamérica	103.5	9.1
Total	1208.2	100

En este contexto, hoy por hoy, existen alrededor de unos 40 mil campos petroleros a nivel mundial. Cuando fueron descubiertos, menos del 5% comprendían el 95% de las reservas totales de petróleo Geográficamente, dos terceras partes del petróleo se encuentran en Medio Oriente y más de tres cuartas partes en países musulmanes (véase Cuadro 1), de ahí que no sorprenda que al momentos de llegar el pico del petróleo, el mundo musulmán

¹² Economía/Energía.- La OPEP vuelve a revisar a la baja su previsión de demanda mundial de petróleo

<http://dinero.es.msn.com/noticias/economia/articulo.aspx?cp-documentid=16096575>

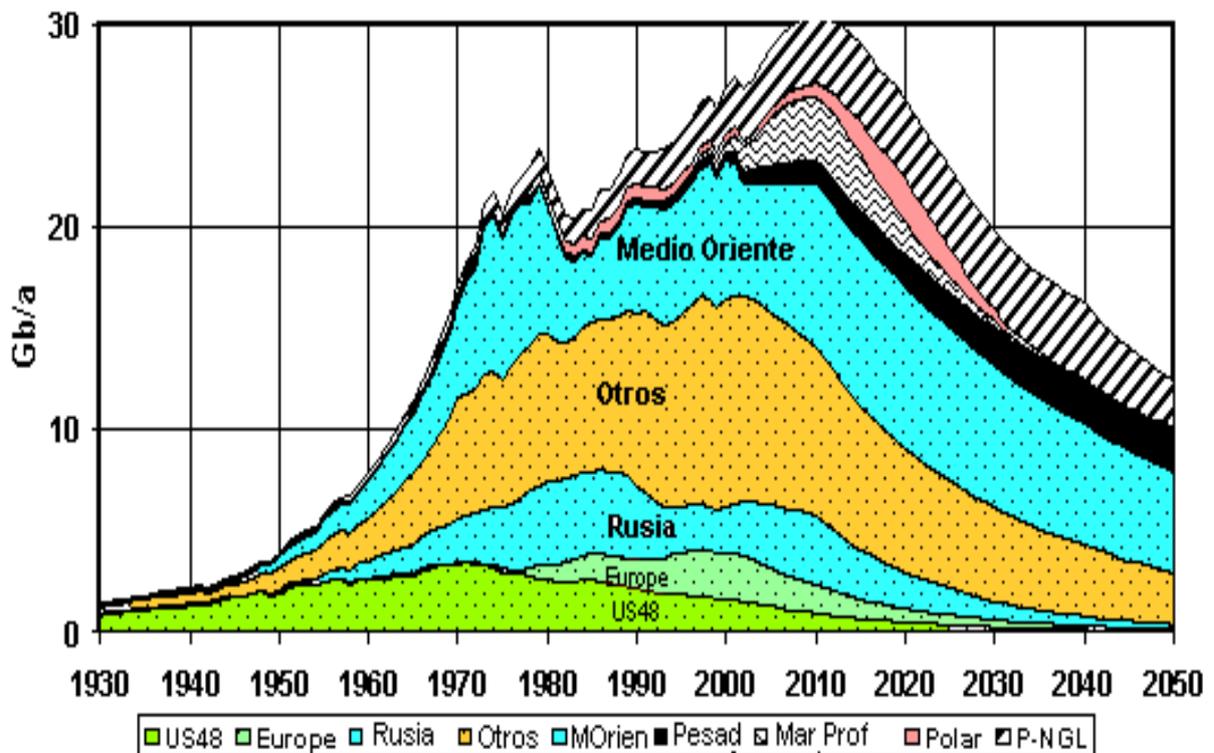
convenientemente se convierta, desde los ojos de ciertos países de Occidente, en anfitrión del “terrorismo global”¹³.

Los principales productores de petróleo son países subdesarrollados como Arabia Saudita, Irán, México, China, Venezuela y los Emiratos Árabes Unidos; a ellos se unen países desarrollados como Rusia, Estados Unidos, Noruega.

La situación internacional en cuanto a abastecimiento de hidrocarburos está llegando a un punto que se tornará crítico en los próximos cinco a diez años.

En el artículo: La utilización potencial de la biomasa forestal en Chile como fuente de energía precisa que ya en la década de los 70 existieron predicciones que preveían que la producción mundial de petróleo iba a comenzar a declinar hacia 1985-1990

Hidrocarburos Líquidos Caso base 2003



¹³ Delgado Ramos Gian Carlo es miembro del programa “El Mundo en el Siglo XXI” del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM.

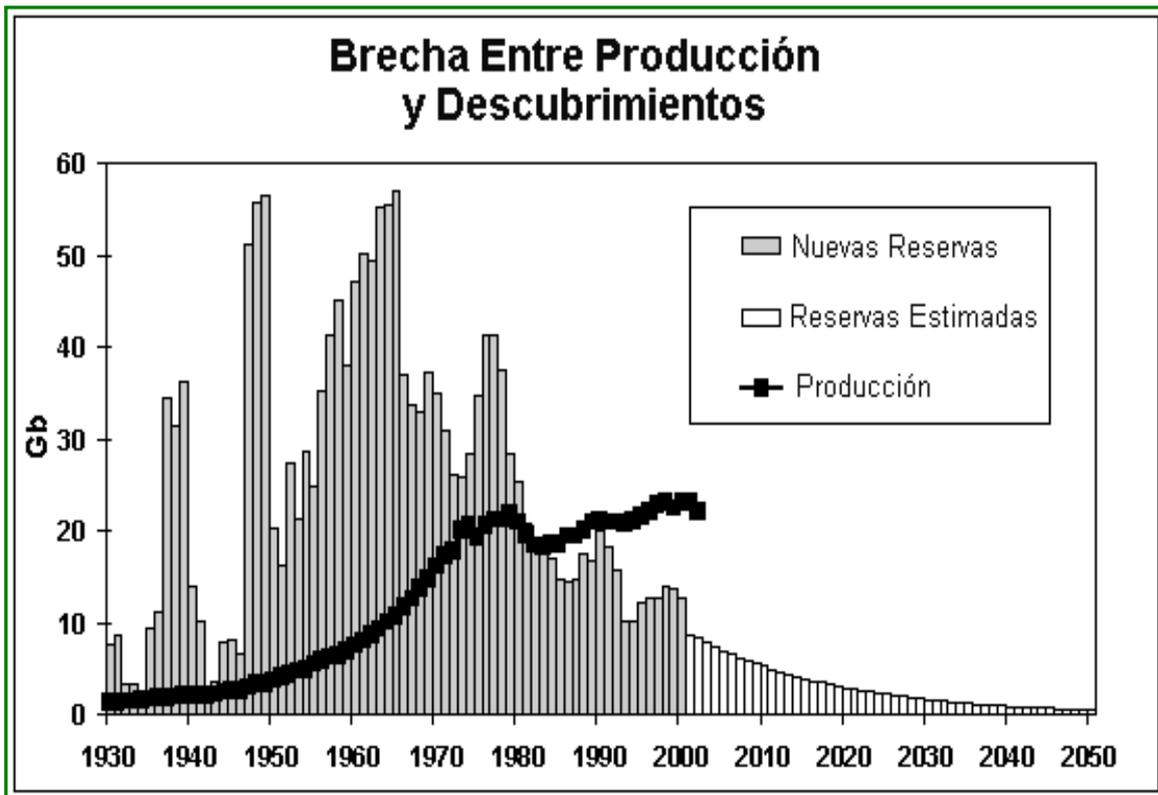


Figura 3: Diferencia entre descubrimiento y reservas de hidrocarburos a nivel mundial: Tomado "De Newsletter N°30 de la ASPO".

En la grafica anterior se aprecia que la producción mundial de petróleo alcanzó un primer peak a fines de los años 70 y luego declinó durante los 80, recuperando después su producción creciente. La razón de la baja de demanda radica en técnicas más eficientes de uso de energía y, sobre todo, de la puesta en marcha de centrales que utilizan Gas Natural (en Ciclo Combinado) para la generación de energía eléctrica. Es así que el petróleo que era una importante fuente de energía para la generación eléctrica ha sido desplazado por el Gas Natural. Por lo tanto se prevé que, a nivel mundial, la producción de petróleo comenzará a declinar hacia el 2005 al 2010 y que la producción total de hidrocarburos (incluyendo Gas Natural y otros recursos) comenzará a declinar hacia el 2015.

Un análisis más detallado de la producción muestra que en Estados Unidos, el máximo se produjo en 1970, en Europa el 2000, en Rusia en 1990 y los demás países (con la excepción del Medio Oriente) están muy próximos a entrar en la

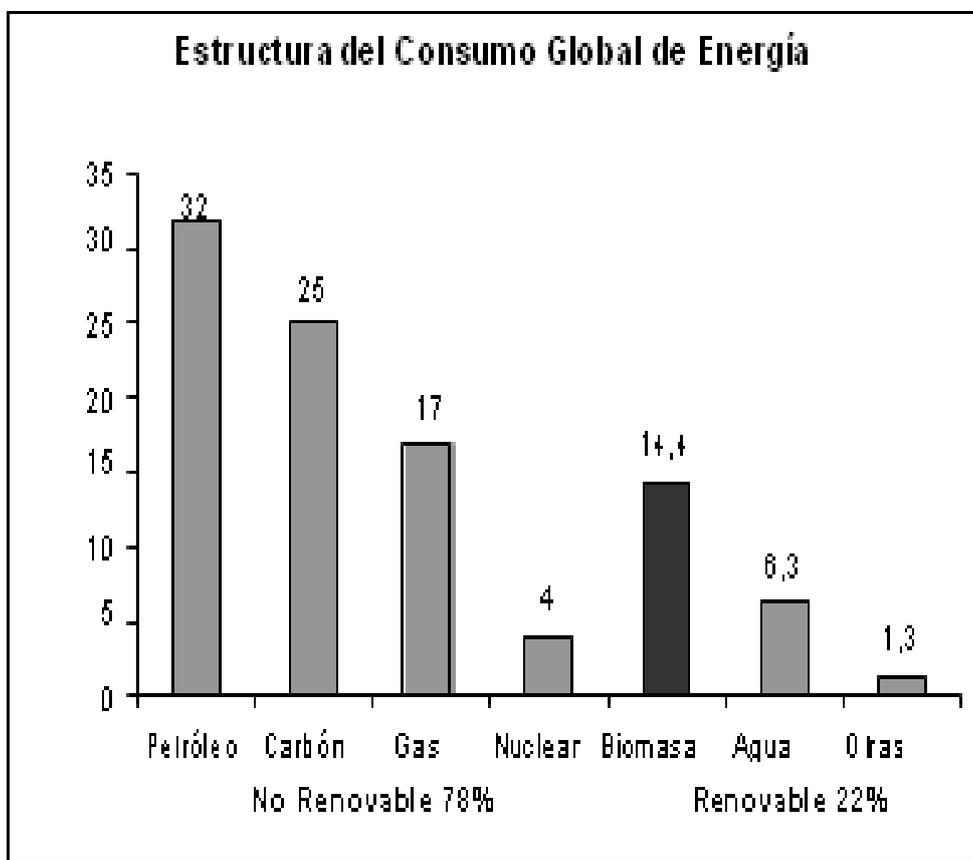
fase de producción decreciente. Por lo tanto la situación a nivel mundial es tal que la única área que soporta un aumento significativo de producción es el Medio Oriente.

Podría pensarse que la falta de nuevos recursos se podría compensar con un mayor esfuerzo en exploración o mejores técnicas de recuperación de petróleo. Pero esto no es así. Los datos demuestran que la producción ha sobrepasado los nuevos descubrimientos de hidrocarburos ya desde 1980.

La Asociación para el Estudio del Pico del Petróleo y el Gas (ASPO) basándose en la información actual sobre las reservas petrolíferas conocidas y sobre la tecnología disponible, la asociación predice que el pico mundial de producción sucederá en torno al año 2010 Para el gas natural el pico se retrasaría unos años más y se situaría entre el 2015 y el 2025.

La llegada del pico del petróleo provocaría una escasez de dicho recurso. Pero esta escasez sería diferente a todas las sucedidas en el pasado ya que sus causas serían muy distintas. Los anteriores períodos de escasez tuvieron más que ver con razones políticas que con problemas reales en la extracción de los recursos. Esta vez, en cambio, el motivo fundamental será la falta de crudo suficiente para abastecer a toda la demanda. Los efectos y la gravedad de dicha escasez dependerán de lo rápido que decrezca la producción y de si se adoptaron medidas preventivas para adaptar la sociedad al uso de energías alternativas.

Figura.4 Estructura del consumo global de energía Tomado De Newsletter N°30 de la ASPO



En años recientes el consumo ha alcanzado la cifra de 25.000 millones de barriles anuales mientras que la cifra de nuevos descubrimientos petrolíferos ha disminuido hasta, tan solo, 8.000 millones de barriles anuales. La tendencia es totalmente insostenible ya que va hacia un aumento del consumo y una disminución cada vez más acusada en los nuevos hallazgos¹⁴.

Desde 1940 hasta 1980 siempre los nuevos descubrimientos de petróleo sobrepasaban la producción. Desde los últimos 23 años esto no es así. Por lo tanto estamos literalmente funcionando a partir de las reservas que se acumularon en el pasado¹⁵, (ver figura 2). La información muestra que los yacimientos reales por descubrir son secundarios, pequeños y de elevados costos de producción. También demuestran que en unos 60 años la humanidad se ha consumido casi la mitad de las reservas de petróleo del planeta, las que tardaron varios centenares de millones de años en acumularse. Por lo tanto si asimilamos esta información, implica que en un plazo de 5 a 7 años la situación de la oferta de petróleo (e hidrocarburos) a nivel mundial se complicará notablemente¹⁶.

¹⁴ Teoría del pico de Hubber http://es.wikipedia.org/wiki/Curva_de_Hubbert

¹⁵ De Newsletter N°30 de la ASPO.

¹⁶ De la Newsletter N°30 de ASPO.

La quema de estos combustibles no renovables libera CO₂ devuelta a la atmósfera. Otra alteración en el ciclo global del Carbono es causada por la deforestación, a través de la liberación del Carbono fijado en la biomasa boscosa. Ya que el contenido de CO₂ en la atmósfera es limitado, su dinámica es sensitiva a la actividad humana.

Las principales formas para combatir el cambio climático son: la conservación de energía, mayor eficiencia en el uso de la misma y el reemplazo de combustibles fósiles, por energía no contaminante de fuentes renovables

Los impactos negativos que provocan el aprovechamiento y transformación de la energía, responsable del 75% de las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero, especialmente aquellos emitidos por los sistemas de combustión (en el medio atmosférico e hídrico) hacen que se imponga desde todos los ángulos de la sociedad el uso generalizado de tecnologías limpias. Así, se intensifica en los sistemas de aprovechamiento y transformación energética la depuración generalizada de las emisiones de gases, el tratamiento de inertización de cenizas o el uso eficiente y limpio del agua.

En este sentido, la participación de las energías renovables eléctricas (solar, hidráulica y eólica) contribuye a cumplir compromisos de forma decidida al disminuir fuertemente la carga medioambiental.

Los dos grandes problemas que vienen a la mente son: el petróleo es un bien escaso y la combustión genera contaminación. «Una materia prima que podría agotarse a partir de los años 2020-2030 y sobre la que pesan cada vez más riesgos políticos»¹⁷.por tal motivo se hace necesario que conozcamos nuestro entorno y las nuevas formas de generar energía limpia. Con este propósito, debemos transformar la industria energética un negocio sustentable.

¹⁷ * Delgado Ramos [Gian Carlo](#)* _ Los límites del patrón energético actual. Combustibles fósiles *

Estudios recientes han puesto de manifiesto que se han desarrollado nuevas fuentes renovables para suministrar energía al mundo, con la esperanza de que duren más tiempo que los combustibles fósiles y causen menos daño al medio ambiente. Estas nuevas tecnologías aún no se aplican masivamente como para contribuir de forma importante a las necesidades energéticas.

1.2 Energías Renovables.

Se denominan energías renovables a aquellas fuentes energéticas basadas en la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. No utilizan, como las convencionales, combustibles fósiles, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente. Su impacto ambiental es de menor magnitud dado que además de no emplear recursos finitos, no generan contaminantes.

La fuente primaria de energía renovable es el Sol, pero los flujos energéticos de las fuentes renovables poseen varias formas:

- Radiación solar, que puede ser convertida en calor, a través de colectores solares termales, o en electricidad, a través de equipamiento fotovoltaico.
- Calor que fluye desde fuentes geotermales.
- Energía cinética del viento, ríos, olas y marejadas.
- Energía química acumulada en la biomasa por la asimilación de los procesos de las plantas en una primera transformación (residuos agrícolas, forestales, cultivos energéticos, etc.) o en una segunda etapa (residuos animales transformados a biogás, biocarburante, etc.).

1.3 Situación de la Energía en Cuba.

Antes de 1959, la industria cubana de energía eléctrica estaba controlada por capital extranjero. El proceso de nacionalización llevado a cabo por el Gobierno Revolucionario en la década de 1960, dio lugar a un bloqueo petrolero, lo que obligó al país a importar petróleo de la ex Unión Soviética. Cuando se desintegró la Unión Soviética en 1990, el impacto sobre la economía cubana fue devastador, hubo una caída del consumo de petróleo de un 20 % en sólo

dos años .El efecto de esto se sintió de inmediato en todos los sectores, aunque vale la pena destacar el impacto negativo recibido por el transporte, la industria, la agricultura y la generación eléctrica.

La Revolución Energética de Cuba constituye un cambio radical en la manera en que el país utiliza los portadores energéticos. En términos prácticos, la Revolución Energética de Cuba ha sido de forma inmediata, la salida de la crisis energética sufrida por nuestro país en los años más recientes. Dicha estrategia permitirá la transición del país hacia un nuevo paradigma Cuba depende de los combustibles fósiles para generar electricidad y el país consume 7,6 millones de toneladas de de petróleo al año.

Las tecnologías energéticas renovables comenzaron a ser introducidas en Cuba a finales del siglo XIX. En un comienzo hubo aplicaciones de la energía hidroeléctrica, calentamiento de agua con energía solar, el secado solar de café, cacao, hierbas y medicamentos, así como el bombeo de agua con energía eólica. La instalación, en 1930, de la primera planta de conversión de la de energía térmica oceánica (OTEC por sus siglas en inglés), en la Bahía de Matanzas (22 Kw.), fue un acontecimiento histórico.

En la segunda mitad del siglo XX, el país comenzó la calificación de capital humano especializado, y se llevó a cabo investigación científica en celdas solares, secadores solares, calentadores solares y energía eólica. Hoy día, el país trabaja en la aplicación de proyectos de tecnologías energéticas renovables a escala nacional.

En cuanto a la bio-energía, existe experiencia en cuba en el uso de bagazo (residuos de la caña de azúcar) para producir energía térmica para el proceso de producción de azúcar y para generar electricidad que satisfaga la demanda de los centrales y enviar el excedente a la red nacional. La industria azucarera sigue siendo un componente estratégico del desarrollo de las fuentes nacionales de energía.

Después de la crisis económica de la década de 1990, la proporción del empleo de la biomasa cañera en el conjunto de las fuentes primarias de energía usadas en Cuba ha disminuido, según la publicación “Cuba: Un perfil de país sobre el Desarrollo Sostenible”, una publicación patrocinada por la Organización Internacional de Energía Atómica, CUBAENERGÍA y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas, la cogeneración en la industria azucarera representó el 18 por ciento de toda la electricidad generada en el país en 1970. En el año 2003, esta cifra había disminuido a 5%. Los esfuerzos se hacen ahora para aumentar la eficiencia energética en la industria de la caña de azúcar y se espera que la cogeneración aumente con la instalación de calderas de mayor eficiencia y nuevos turbogeneradores en los centrales azucareros. El país posee un potencial total de cogeneración estimado en 1355 MW.

El Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba y el Programa de Ahorro de Energía del Ministerio de Educación, se pusieron en marcha en 1997. Ambos programas han tenido buenos resultados en la gestión de la demanda, la eficiencia energética y la educación energética. Sin embargo, durante el periodo 2004-2005, frecuentes interrupciones en las centrales termoeléctricas a base de petróleo, muchas de ellas con tecnologías con más de 25 años de explotación, y que sólo garantizaban una disponibilidad promedio del 60 por ciento, empeoró con el impacto de los huracanes en las líneas de transmisión de alta tensión. Todos los problemas antes mencionados afectaron a la economía cubana y dieron lugar a una crisis energética. La solución fue la iniciativa llamada Revolución Energética de Cuba.

Un control más estricto sobre el consumo de combustible y electricidad ha sido una de las medidas adoptadas dentro de la nueva estrategia energética. La promoción de la generación eléctrica basada en unidades que queman gas acompañante del petróleo en ciclos simples y combinados y una mayor penetración de las fuentes renovables de energía, también

están desempeñando un papel clave en el marco de la alternativa cubana a un nuevo paradigma energético.

1.4 Tecnología para la Gestión Total y Eficiente de la Energía

La Tecnología para la Gestión Total Eficiente de la Energía, promueve la educación de la fuerza de trabajo y los directivos en cuestiones energéticas. En el largo plazo la educación es el método más rentable para el ahorro de energía, la promoción de la eficiencia energética y las tecnologías energéticas renovables contribuirán al problema energético y medioambiental entre el 2005 y 2007 Cuba redujo sus emisiones de CO2 en aproximadamente 5 millones de toneladas, lo que representa el 18 por ciento de las emisiones totales del país en 2002.

Estableciendo un sistema estructurado de mejora y culturización continua se resolverían problemas asociados con el uso de la energía que son debidos a problemas de gestión y no de tecnología.

¿Qué es la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE)?“La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que aplicado de forma continua y con la ética de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa¹⁸.”

El Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente – CEEMA de la Universidad de Cienfuegos, Cuba, especifica un sistema de Gestión Empresarial que 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

¹⁸ Lapido Rodríguez Margarita, Monteagudo Yanes José P y. Borroto Nordelo Aníbal E. **La gestión energética y la competitividad empresarial**

aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización (Borroto 2001)¹⁹

La Gestión Energética o Administración de Energía, es un subsistema de la gestión empresarial que abarca, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le otorgan a la empresa la capacidad para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. La eficiencia energética permite reducir el consumo de energía por unidad de producto, o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida o los niveles de confort, con la menor contaminación ambiental por este concepto.

“Para lograr eficiencia energética la empresa dentro de la gestión empresarial tiene que tomar un grupo de acciones en aras de gerencial la eficiencia energética y de esa forma reducir los costos de energéticos: Gerencial la eficiencia energética significa identificar donde están las pérdidas energéticas del sistema que impactan los costos, clasificar estas pérdidas en relativas a los procedimientos y relativas a la tecnología, establecer y monitorear en tiempo real, indicadores de eficiencia (que no es el índice de consumo) que permitan controlar y reducir las pérdidas relativas a los procedimientos, evaluar técnica y económicamente los potenciales de reducción de las pérdidas relativas a la tecnología y contar con un plan estratégico a corto, mediano y largo plazo con metas alcanzables y entendidas por todos los actores claves²⁰”.

1.4.1 Etapas en la implementación de un sistema de Gestión Energética.

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

¹⁹ Borroto, Aníbal, Colectivo de Autores CEEMA. Gestión Energética Empresarial. Cienfuegos, Editorial Universidad de Cienfuegos, 2001. P 21.

²⁰ Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas. Campos JC. Gómez Dorta R. Santos Leonardo. 1995. Universidad de Cienfuegos. Cuba

- Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

Según el CEEMA la administración de energía no se debe limitar solamente a un plan de medidas de ahorro de energía, sino por el contrario debe garantizar el mejoramiento continuo.

En la monografía Gerencia de la Energía en las Empresas se hace referencia que un sistema de gestión, “se estructura en cuatro actividades básicas: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Se **Planean** las responsabilidades del sistema, su estructura y organización, los Proyectos de Mejora, los consumos energéticos, sus metas y los documentos de control. Se **Realizan** las actividades de contratación y facturación de energía, de monitoreo y control de los indicadores de eficiencia, los Proyectos de Mejora, las actividades de entrenamiento al personal, las acciones correctivas y preventivas y las actividades de mantenimiento predictivo energético. Se **Verifica** la facturación de la energía, el sistema de monitoreo, la efectividad de las acciones correctivas y preventivas, la calidad de la medición, los resultados de los Proyectos de Mejora y mediante auditoria interna, la efectividad del sistema de gestión. Se **Actúa** mediante las acciones correctivas y preventivas y las responsabilidades de los diferentes actores el sistemaⁱ

Conclusiones Parciales.

1. La desigual distribución mundial de las reservas energéticas, el inminente agotamiento de las mismas, y los problemas geopolíticos desatados por el control de esos recursos han provocado un sustancial incremento de los precios del petróleo, que unido al deterioro ambiental global motivado por el uso irracional de los combustibles, hacen insostenible el modelo energético actual; en tal sentido se hace necesario un cambio de paradigmas que conlleven a un Desarrollo Energético Sostenible y Sustentable
.
2. Por las consideraciones anteriores y a pesar del desarrollo alcanzado en la utilización de diferentes Fuentes Alternativas de Energía (FAE), todavía es imposible prescindir del consumo de los energéticos convencionales; por lo que alcanza una vital importancia la implementación de los Modelos de Gestión de Energía en las empresas y organismos, que posibiliten disminuir los consumos energéticos y consiga su impacto ambiental, lo que permitirá avanzar hacia un Desarrollo Energético Sostenible.
3. Según el análisis hecho del estado del arte de los Modelos de Gestión Energética, en su mayoría se recogen elementos adicionales al energético, como el mejoramiento continuo, el comprometimiento de la Dirección, la gestión de la calidad total, y la gestión ambiental, pero se deben contemplar más factores que interrelacionen la eficiencia energética con la Productividad y la Competitividad.

4. La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía es un modelo que integra los factores presentes en los diferentes Modelos de Gestión analizados, pero además adiciona los análisis medioambientales. Esto unido a las experiencias adquiridas por sus aplicaciones anteriores y las herramientas que incorpora a su accionar como sistema de administración de energía, justifican su selección para ser implementada en las empresas del municipio de Cienfuegos.

CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGETICA DEL MUNICIPIO CIENFUEGOS.

2.1. Gestión Energética del municipio Cienfuegos.

El municipio de Cienfuegos se caracteriza por concentrar en su territorio más del 80% de las principales Entidades mayores consumidoras de la provincia, fundamentalmente las grandes industrias, las principales instituciones hospitalarias y educacionales, instalaciones hoteleras y grandes empresas productoras. Esta concentración de centros grandes consumidores permite que el municipio consuma el 61.7% del total de los portadores energéticos de la provincia.

En el municipio en la década de 1980 y 1989, existía un adecuado balance oferta-demanda de portadores energéticos, creciendo el consumo de energía en ese periodo debido al desarrollo de la provincia, que alcanzo una tasa de promedio anual del 4%.

En el periodo del 90 al 93 con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció del 78% hasta al 53% y la disponibilidad de combustible en 2 años se redujo a menos del 50%. El consumo promedio de energía eléctrica en este periodo en Cienfuegos decreció en más de un 6% anual.

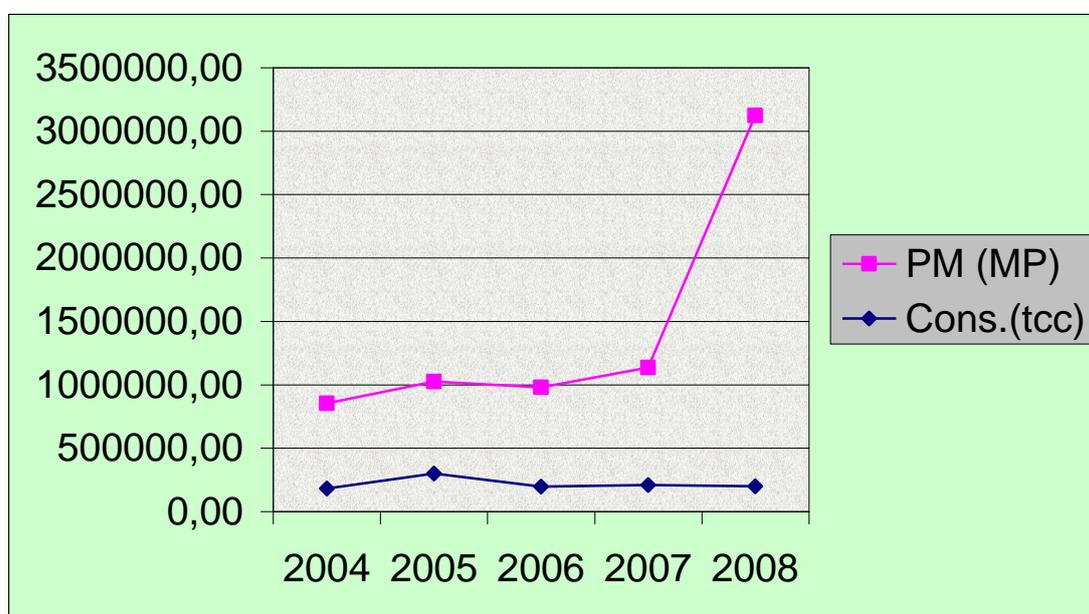
La entrada del periodo especial influyó de manera significativa en la reducción de la eficiencia energética en el país, la provincia y por consiguiente en nuestro municipio.

El comportamiento productivo y energético del territorio a partir del año 2004 se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1.- Consumo Energético y Producción Mercantil.

Años	PM (MP)	Consumos (t_{cc})
2004	436705.5	117221.3
2005	471718.7	194518.4
2006	508491.6	128144.2
2007	602671.6	135454.5
2008	1901867.7	128510.3

Grafico 2.1. Grafico Consumo-Producción últimos cinco años.



Como puede observarse en este gráfico, la Producción Mercantil en el Municipio en los últimos cinco años se ha venido incrementando, mientras los Consumos Energéticos han mantenido una estabilidad, lo cual demuestra una tendencia positiva y donde están influyendo las medidas y acciones aplicadas de ahorro de portadores energéticos, principalmente en las empresas y entidades mayores consumidoras.

Se aprecia además, como en el Año 2008 la Producción Mercantil se incrementa 3 veces con respecto al Año 2007, mientras el consumo energético disminuye discretamente, esto demuestra una vez más, que en la Intensidad

Energética se enmascaran factores no vinculados con la eficiencia por lo que solo debe considerarse como un macro indicador que muestra la tendencia.

A partir del año 2006, las acciones desarrolladas por el Municipio estuvieron encaminadas a incrementar la eficiencia energética basada en lo fundamental, en medidas de carácter técnico-organizativo, mejoras en la instrumentación, en el control de las operaciones, uso de equipos eficientes y dispositivos de ahorro, así como en concentrar producción en las instalaciones más eficientes. No obstante a ello, persisten dificultades que impiden un mayor avance de la actividad. Algunas de ellas se presentan a continuación.

2.2 Principales dificultades que impiden hoy un logro superior en la eficiencia energética y el ahorro en el municipio.

2.2.1 Consejo de Administración Municipal (CAM) que en relación al tema energético:

- No tiene aún como habito sistemático el examen de la eficiencia energética a partir de los índices físicos y el comportamiento de las principales entidades (claves) del territorio.
- No siempre se tiene definido en que grado o % de incidencia tiene cada portador energético en el consumo total de energía del municipio.
- No existe un funcionamiento estable del Consejo Técnico Asesor para la energía, como órgano asesor del CAM.
- Insuficiente divulgación de las mejores experiencias y de los mejores resultados alcanzados por las Entidades del territorio en el tema energético.

2.2.2 La información estadística energética requiere de una atención y rigor superior a nivel de Municipio:

- Esta no recoge los indicadores de eficiencia más importantes.
- No ayuda a descubrir donde los índices físicos de eficiencia no se comportan bien y donde se ahorró a partir de más eficiencia.

- Se registran diferencias marcadas en la información de consumo de energía eléctrica que existe en los registros de las Empresas, lo informado a estadística y lo registrado y cobrado por la Empresa Eléctrica Municipal.
- Esta información no se ha convertido en un instrumento imprescindible para conducir la batalla por el ahorro y la eficiencia.

En la actualidad el control de la Eficiencia Energética Empresarial se efectúa fundamentalmente a través de índices de consumo al nivel empresarial, Municipal y Provincial. Sin embargo en muchos casos estos índices no reflejan adecuadamente la Eficiencia Energética de las Empresas y por ende del Municipio. Todavía no se ha logrado estratificar esos índices hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores (Puestos claves) y en la mayoría de las ocasiones no se pone énfasis en los análisis y evaluación de dichos índices.

En estos momentos y como parte de la Revolución Energética el movimiento del FORUM trabaja en el ámbito empresarial por identificar y controlar los índices de Eficiencia Energética, la estructura de consumo y el Banco de Problemas energéticos además de estimular la acción de los trabajadores, técnicos, Jefes y Cuadros que mas inciden en los mismos. Todo esto sin lugar a dudas ha dado frutos y resultados positivos, sin embargo este movimiento no ha llegado con igual intensidad a todas las empresas y no existe el mismo nivel de capacitación general para poder asimilarlo y aplicarlo.

El resultado de numerosos estudios realizados en la provincia han puesto de manifiesto las insuficiencias existentes en la gestión energética de las Empresas y entidades de los diferentes sectores, así como la carencia de un sistema de monitoreo y control de la Eficiencia Energética por parte de los Gobiernos Municipales y Provincial que les permita la toma de decisiones dirigidas al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro energético. Este último aspecto, ha sido consultado en todas las estructura de Gobierno, existiendo solo la información de los consumos de portadores energéticos de los mayores consumidores y no de todos a través del modelo 5073 captado por los Oficinas Territoriales de Estadísticas

2.3 ESTRUCTURA DE CONSUMO DE LOS PORTADORES ENERGÉTICOS DEL MUNICIPIO. AÑO. 2008

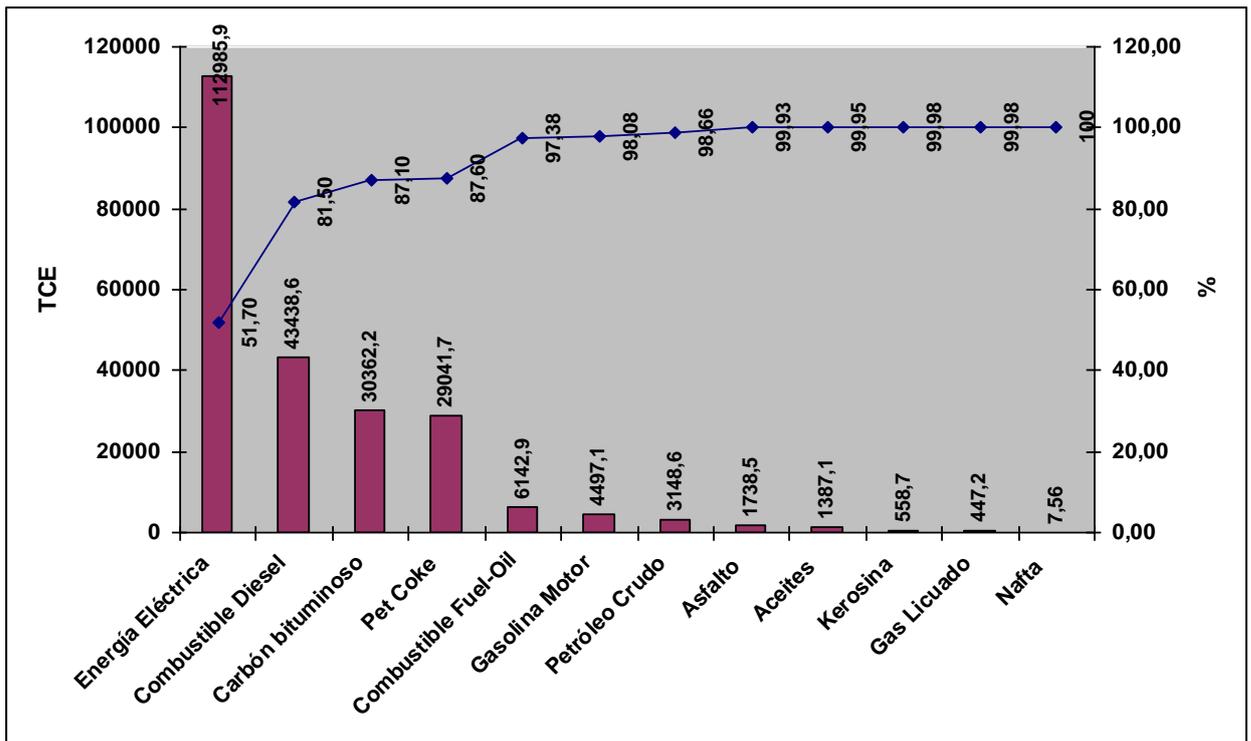
El municipio tiene definido 12 portadores energéticos que se derivan directamente del petróleo y 3 portadores de fuentes nacionales. La distribución del uso de los mismos en el territorio se presentan en las tablas 2.1 y 2.2 y los diagramas de Pareto de las figuras 2.1.y 2.2.

Tabla 2.1 Estructura de consumo de portadores energéticos derivados del petróleo. (Primario)

No	PORTADOR ENERGETICO	U/M	VALOR	TCC/a	%
1.	Energía Eléctrica	MWh	301609.4	112985.9	61.3
2.	Combustible Diesel	T/a	41236.6	43438.6	18.5
3.	Pet Coke	T/a	39091.3	30362.2	12.9
4.	Carbón bituminoso.	T/a	36930.0	29041.7	12.4
5.	Comb. Fuel-Oil	T/a	6204.8	6142.9	2.62
6.	Gasolina Motor	T/a	4099.1	4497.1	1.92
7.	Petróleo Crudo	T/a	3179.5	3148.6	1.34
8.	Asfalto	T/a	1755.6	1738.5	0.07
9.	Aceites	T/a	1387.1	1387.1	0.05
10.	Kerosina	T/a	521.9	558.7	0.02
11.	Gas Licuado	T/a	410.3	447.2	0.02
12.	Nafta	T/a	6.9	7.56	0.00
	TOTAL			233750.0	100

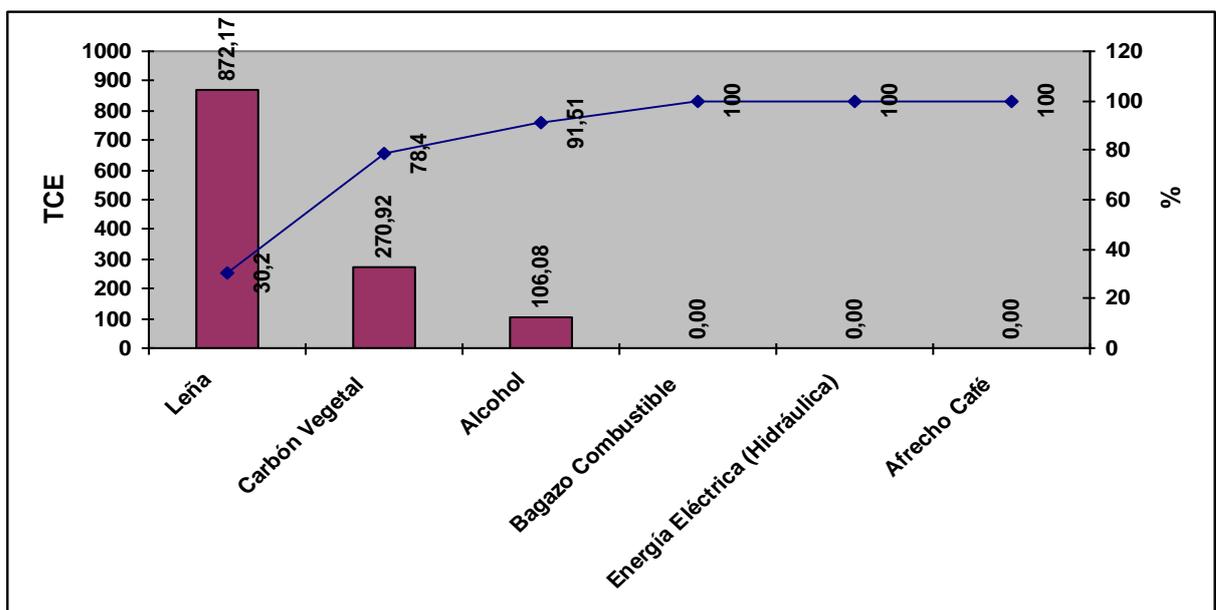
Tabla 2.2 Estructura de consumo de portadores energéticos derivados de fuentes nacionales.

No	PORTADOR ENERGETICO	U/M	VALOR	TCC/a	%
1.	Leña	T/a	2428.0	872.17	69.8
2.	Carbón Vegetal	T/a	404.3	270.92	21.6
3.	Alcohol	T/a	168.1	106.08	8.49
4.	Bagazo Combustible	T/a	0.0	0.0	0.0
5.	Energía Electr. (Hidrául.)	MWh	0.0	0.0	0.0
6.	Afrecho Café	T/a	0.0	0.0	0.0
	TOTAL		3000.4	1249.2	100



Graf. 2.1: Estructura de consumo del municipio de Cienfuegos, portadores primarios.

Como se puede apreciar en la tabla anterior la energía eléctrica representa el 61.3% del consumo total de los portadores, el segundo portador que más se consume en el Municipio es el combustible Diesel con un 18.5% y el Pet Coke con un 12.9 %, los tres en conjunto acumulan el 92.7% del consumo de todos los portadores energéticos del territorio, por lo que el objeto de control debe ser sobre estos tres portadores energético



Graf.2.2: Estructura de consumo del municipio de Cienfuegos, portadores secundarios

2.3. Entidades “Claves” del municipio que deciden en la Eficiencia Energética:

La siguiente tabla define las 18 principales Entidades del territorio (que representa el 16.7% del total de Entidades) donde se concentra el 82% del consumo energético del territorio

NO.	ENTIDAD	CONSUMO (TCC)	%
1.	Fábrica de Cemento	69403.2	20.1
2.	Termoeléctrica (insumo)	34 752.1	14.3
3.	OBE (pérdidas)	13 550.0	10.2
4.	Acueducto	4705.1	4.7
5.	Refinería	3705.1	4.1
6.	ECO A # 6	2573.0	3.5
7.	Cereales	2187.5	3.3
8.	Hoteles	1915.6	3.1
9.	ECO I # 12	1613.1	2.9
10.	CAPSUR	1433.3	1.8
11.	Comunales	1119.3	1.7
12.	PESCACIEN	1080.7	1.6
13.	Empresa Provincial Transporte	1029.3	1.6
14.	Hospital Clínico	1097.9	0.6
15.	EMC # 10	923.9	0.5
16.	Fertilizantes	753.5	0.5
17.	PLASTIMEC	445.0	0.4
18.	Transporte Escolar	431.2	0.4
	RESTO	42 597.1	24.7
	Total Municipio	233750.2	100.0

Tabla 2.3. Entidades “Claves” mayores consumidoras del Municipio

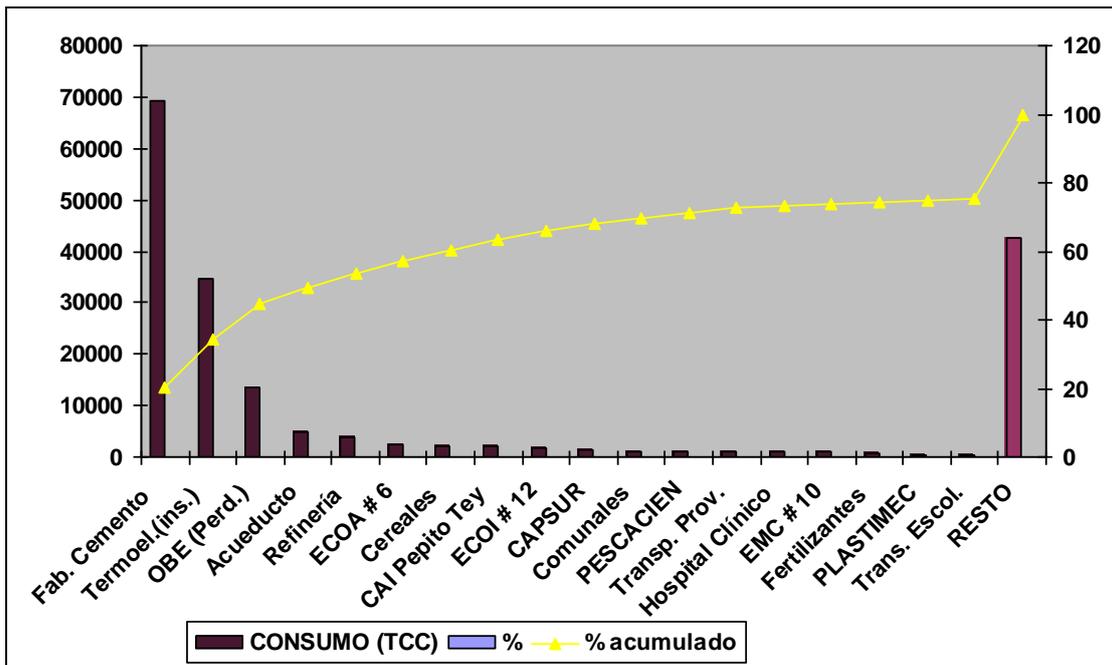


Gráfico 2.4. Entidades "Claves" mayores consumidoras del Municipio

2.4. ENTIDADES "CLAVES" POR PORTADOR.

La estructura de consumo de los energéticos del territorio (no renovables) esta integrada por 12 portadores, los cuales se comportan de la siguiente manera.

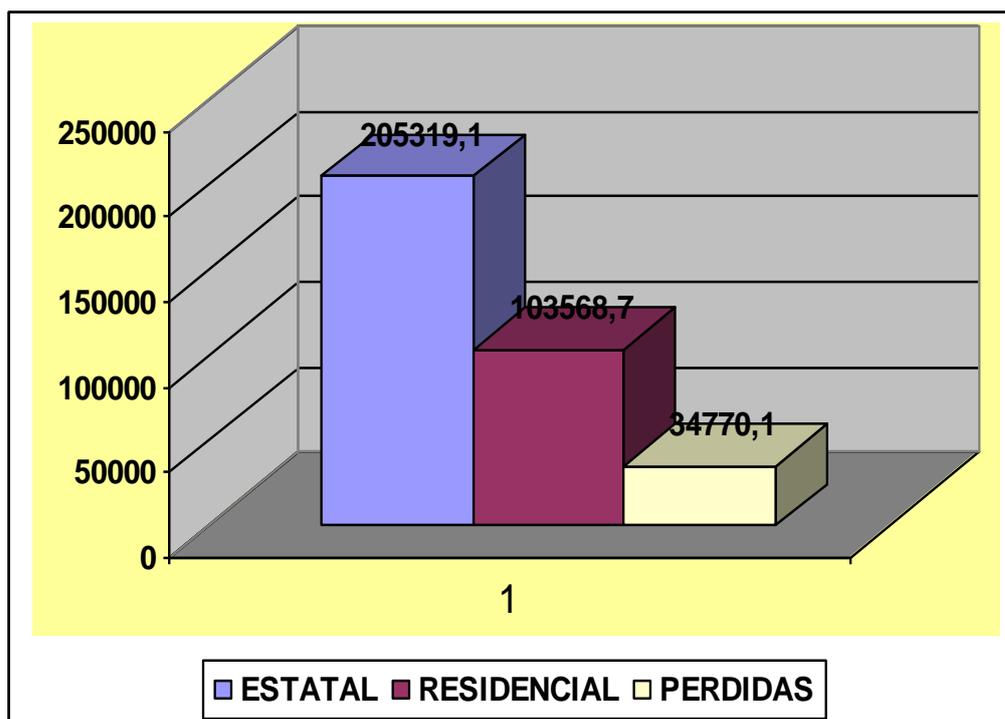
2.4.1. Portador: ENERGIA ELECTRICA

Es el portador de mayor consumo sobre el cual tienen incidencia todas las empresas y unidades presupuestadas del Municipio. Representa el 61.3% del total consumido en el 2008, siendo las entidades de mayor incidencia las siguientes:

Tabla 2.4 Entidades mayores consumidoras de energía eléctrica en el Municipio.

No.	ENTIDAD	U/M	CONSUMO	INDICES DE CONSUMO		
				U/M	PLAN	REAL
1.	OBE -Población	Mw.-h	103568.7	kWh./N	149.0	158.0
2.	CTE Carlos M. Céspedes (Inc.)	Mw.-h	9698.2	%	3.585	5.430
3.	Alumbrado Publico	Mw.-h	2253.4			
4.	OBE (perdidas)	Mw.-h	34 770	%	15.03	14.8
5.	Cemento	Mw.-h	33 543	Mwh/t	0.0130	0.0124
6.	Acueducto	Mw.-h	11 773	MWh/HL	0.1141	0.2365
7.	Hotel Jagua	Mw.-h	6349	Mwh/HDO	0.0365	0.0314
8.	Cereales	Mw.-h	5438	Mwh/t	0.0457	0.0353
9.	Pescacien	Mw.-h	3608	Mwh/t	0.6912	0.6864
10.	Glucosa	Mw.-h	825	Mwh/t	0.6550	0.1910
11.	Fabrica de Pienso	Mw.-h	708	Mwh/t	0.0112	0.0107
12.	IMC #10	Mw.-h	106	Mwh/Mm3	2.000	4.1000
13.	Glucosa	Mw.-h	825	Mwh/t	0.6550	0.1910
14.	EQUIFA	Mw.-h	708	Mwh/mp	0.1970	0.2320
	RESTO	Mw.-h	34436.3			
	TOTAL	Mw.-h	301609.4			

Una segunda generación de diagrama de Pareto (Fig.2.3) y la tabla 2.5 muestran la distribución del consumo de energía eléctrica en el municipio.



Graf. 2.5. Consumo de Electricidad municipio Cienfuegos. Año: 2008.

SECTOR	CONSUMO	%
Estatad	205319.1	56.5
Residencial	103568.7	28.3
Perdidas	34770.1	14.8

Tabla: 2.5. Consumo de Electricidad municipio Cienfuegos. Año: 2008.

Como se puede apreciar el sector Estatal representa el 56.5% con un consumo de 205319.1MW/h, por lo tanto es nuestro primer objeto de estudio.

2.4.1.1 Consumo de Energía Eléctrica por Sectores. Año 2008

Sectores			%
Sub-sectores	kWh./a	t _{cc} /a	Participación
Industrial	249138,14	80048,08	74,1
▪ Industria Básica	200268,39	64346,23	64.5
▪ Ind. Alimenticia	24760,08	7955,41	7,1
▪ Ind. Pesquera	4378,98	1406,96	1,3
▪ Ind. Mat. Const.	3034.2	1021.21	1.1
Hidráulicos	32006,08	10283,55	6.8
▪ Acueductos	26635,80	8558,08	6.3
▪ Aprov. Hid.	5370,28	1725,47	0.2
Sector Hotelero.	8798.36	2826.91	2.57
Sector Hospitalario.	5463.08	1755.29	1.6
RESTO	6203.7	1993.7	14.93

Tabla 2.4. Consumo de Energía Eléctrica por Sectores. Año 2008

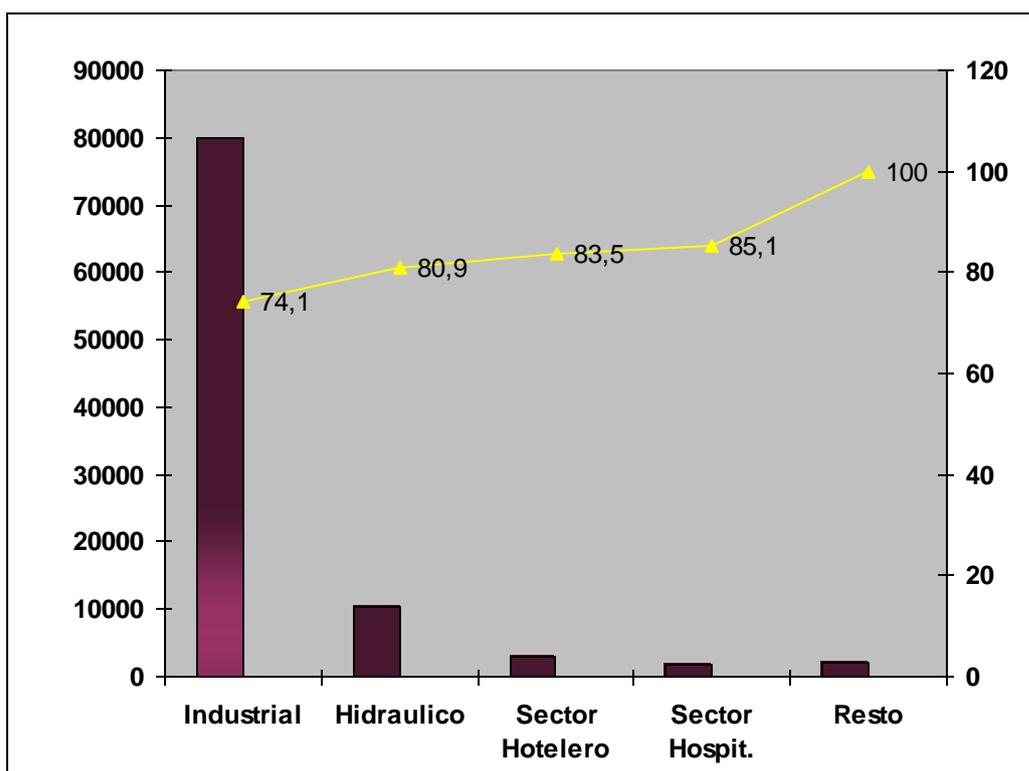


Gráfico 2.6 Consumo de Energía Eléctrica por Sectores. Año 2008

2.4.2. Portador: COMBUSTIBLE DIESEL

Representa el 18.5% del total consumido y las más consumidoras son:

No	ENTIDAD	U/M	CONSUMO	INDICES DE CONSUMO		
				U/M	PLAN	REAL
1.	PESCACIEN	Ton	1630.2	Mlts/t	2.5719	2.3435
2.	Transporte ómnibus	Ton	2864.2	Ton/Mkms	0.401	0.366
3.	Industria Alimenticia	Ton	452.6	Lts/ton	0.0090	0.0170
4.	IMC # 10 (arena)	Ton	365.2	Ton/Mm3	1.700	1.700
5.	IMC # 10 (piedra)	Ton	82.3	Ton/Mm3	1.800	1.500
6.	UDECAM	Ton	5874.6	Ton/MP	0.0840	0.070
7.	TRANSMINAZ	Ton	2254.3	Ton/MP	0.0780	0.068
8.	ECOI 12	Ton	2005.3	Ton/MP	55.33	29.25
9.	EOA # 37	Ton	3059.3	Ton/MP	48.360	47.460
10	Transp. para el Comercio	Ton	2124.2	Ton/MKm	0.07	0.054
	RESTO	Ton	9812.1			
	TOTAL	Ton	41236.6			

2.4.2.1 Consumo de Diesel por Sectores. Año 2008

Sectores	t/a	t _{cc} /a	% Participación
Transportista	6641,8	6996,5	18,6
Construcciones	5261,3	5542,3	14,7
OLPP	5259,8	5540,7	14,7
Pesquero	1243,1	1309,5	3,4
Alimenticia	579,0	609,9	1,6

Tabla 2.5.- Consumo de Diesel por Sectores. Año 2008

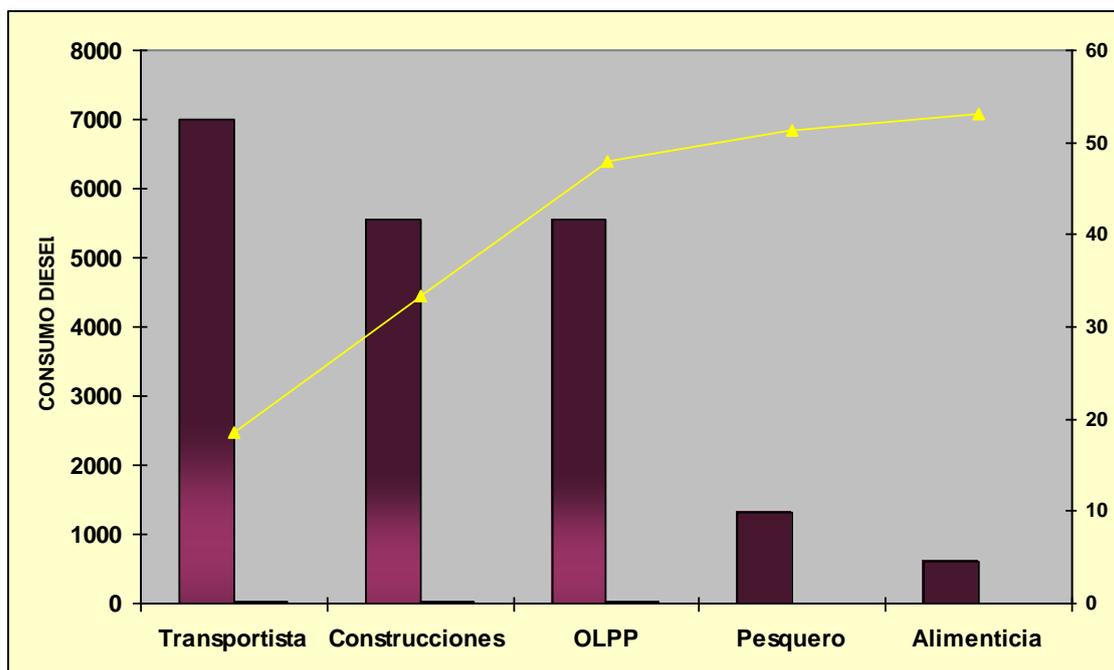


Gráfico 2.4 Consumo de Diesel por sectores

2.4.3. Portador. CARBÓN BITUMINOSO:

Representa el 10,9% del total y el **PET-COKE** representa el 9,7% ambos consumidos en Cementos Cienfuegos.

Estos cuatro portadores energéticos representan el 86,1% del consumo total equivalente del Municipio por lo que debemos tener la máxima prioridad en el tratamiento, análisis e identificación de los potenciales de reserva de eficiencia, en los centros mayores consumidores de los mismos.

2.5 Identificación de los índices de consumo:

No es posible desarrollar un análisis sobre bases verdaderamente sólidas de la Eficiencia Energética, sino se evalúan como elemento fundamental los Índices Físicos de Consumo Energético.

La identificación y utilización de estos importantes indicadores, es uno de las principales dificultades que nos arroja este estudio; sólo el 71% manifiesta tenerlos definidos, pero aún en éstos existe un nivel no despreciable de entidades, donde no hay claridad del concepto; principalmente en aquellas de subordinación local.

Se reafirma que en un porcentaje considerable de ellas, se analiza la Eficiencia Energética a partir del cálculo de la Intensidad Energética, indicador en el cual se encubre innumerables reservas de eficiencia.

En esta problemática está incidiendo de forma objetiva, la situación de los medios e instrumentos de medición, la cual es muy desfavorable, que va desde la inexistencia de los mismos, hasta la falta de mantenimiento, reparación y calibración de los instalados.

Aunque el 89% de las entidades cumplen con el control e información estadística de los consumos energéticos y manifiestan realizar los análisis a partir de estos resultados; ésta, en no pocas ocasiones se deja de obtener diariamente, lo cual imposibilita la toma de decisiones oportunas, principalmente la lectura eléctrica, las cuales informan por la factura en algunos casos.

En el territorio se controlan (de forma extraoficial, no montada en un sistema) y evalúan por la Dirección Provincial y Municipal de Economía y Planificación, un número de índices físicos que representan el 80% de los consumos, brindándose a continuación sus resultados en los últimos 4 años.

AÑOS	Total Índices	Resultados de los índices		Ahorros		
		Reducen	Incrementan	E. Eléctrica (MWh)	Diesel (t)	Fuel Oil (t)
2005	52	29	23	866,0	(- 59,0)	-
2006	46	31	15	1500,0	193,0	142,0
2007	67	52	15	1878,0	883,0	158,0
2008	73	50	23	11126,9	623,7	(-5,6)
TOTAL				15370,9	1640,7	294,4

Tabla 2.6. Comportamiento de los índices de consumo.

2.6- Propuesta de Macro índices de consumo por Sectores.

Como resultado del análisis desarrollado; donde se tomaron en cuenta la caracterización energética del territorio, los consumos de los portadores energéticos, las variables presentes y la correlación entre las mismas, así como la experiencia internacional sobre el tema, proponemos:

2.6.1.- Macro índices de consumo para evaluar la eficiencia energética en el consumo de Energía Eléctrica.

- **Sector Industrial.**
 - Megawatt hora por toneladas físicas producidas (MWh/t).

- **Sector de Recursos Hidráulicos.**
 - Megawatt hora por Miles de Metros Cúbicos bombeados (MWh/Mm³).

- **Sector Agropecuario.**
 - Megawatt hora por hectáreas de riego (MWh/ha).

- **Sector Hospitalario.**
 - Megawatt hora por Cama Día Ocupada (MWh/CDO).

2.6.3.- Macro índices de consumo para evaluar la eficiencia energética en el consumo de combustible Diesel.

▪ **Sector Transportista.**

- En el caso del transporte de carga, toneladas por Miles de Millones de toneladas Kilómetros (t/MMt Kms).
- En el caso de transporte de pasajeros, toneladas por kilómetros pasajeros transportados (t/Kms pasajeros).

▪ **Sector Construcciones.**

- Toneladas por Miles de Kilómetros recorridos y Toneladas por Miles de Metros Cúbicos de materiales transportados (t / MKms y t/Mm³).

▪ **Sector Agropecuario.**

- Toneladas por Toneladas de producción o Toneladas por Miles de quintales producidos (t/t ó t/Mqq).

▪ **Sector de la Alimenticia y de la Pesca.**

- Toneladas por Toneladas de producción (Alimenticia) o capturadas en la Pesca (t/t).

Conclusiones Parciales.

1. En un por ciento considerable de las empresas y entidades mayores consumidoras del territorio, se han creado las capacidades técnico organizativas que les permite elevar el nivel de gestión de la energía, así como la determinación de los equipos y áreas donde se presentan los mayores consumos energéticos, sin embargo no todas logran identificar los potenciales de ahorro y concretar los mismos con acciones a corto y mediano plazo.
2. En el Sector Industrial, se producen los mayores consumos de Energía Eléctrica del Municipio, con el 85,4% y 71,2% respectivamente.
3. El Consejo de la Administración Municipal no tiene la posibilidad real de hacer un correcto análisis de los indicadores de Eficiencia Energética, que le permita accionar e incidir sobre los consumos de los portadores energéticos, por lo que se hace necesario establecer un Sistema de Monitoreo y Control, para elevar su nivel de gestión.

CAPITULO III: PROPUESTA DE LOS ELEMENTOS BASICOS DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL ENERGETICO (SMCE) PARA EL TRABAJO DE GOBIERNO.

3.1 Importancia del Sistema de Monitoreo y Control Energético

Este sistema permite elevar al máximo el nivel de efectividad del proceso productivo y social del territorio, ya que los mismos se desarrollan de manera dinámica provocando desviaciones que deben ser corregidas, señalando cuando se hace necesario efectuar una mejora general del proceso.

En el trabajo del gobierno se hace evidente la necesidad de un sistema de gestión energética por el alto consumo energético de un grupo importante de Empresas y Organismos. Estos sistemas de gestión de energía se componen de estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

Algunos conceptos básicos de gestión energética, plantean que lo más importantes para lograr la eficiencia energética de una Entidad no es solo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con sistema que garantice el mejoramiento continuo.

No es posible hablar de gestión energética sin incluir la existencia de un sistema de monitoreo y control que garantice el seguimiento de los parámetros y medidas propuestas durante la etapa de diagnóstico e implementación de mejoras.

3.2 Características Básicas del Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE).

Un Sistema de Monitoreo y Control Energético (SMCE) básicamente no es más que un sistema que organiza la recolección de datos históricos de portadores energéticos de años anteriores, con los que se establece estándares para comparar con resultados regularmente tomados en un tiempo determinado. Con esta comparación de los datos, se establece nuevos procedimientos o inversiones para el ahorro de energía. En la figura 3.1 se muestra el esquema estructural del SMCE.

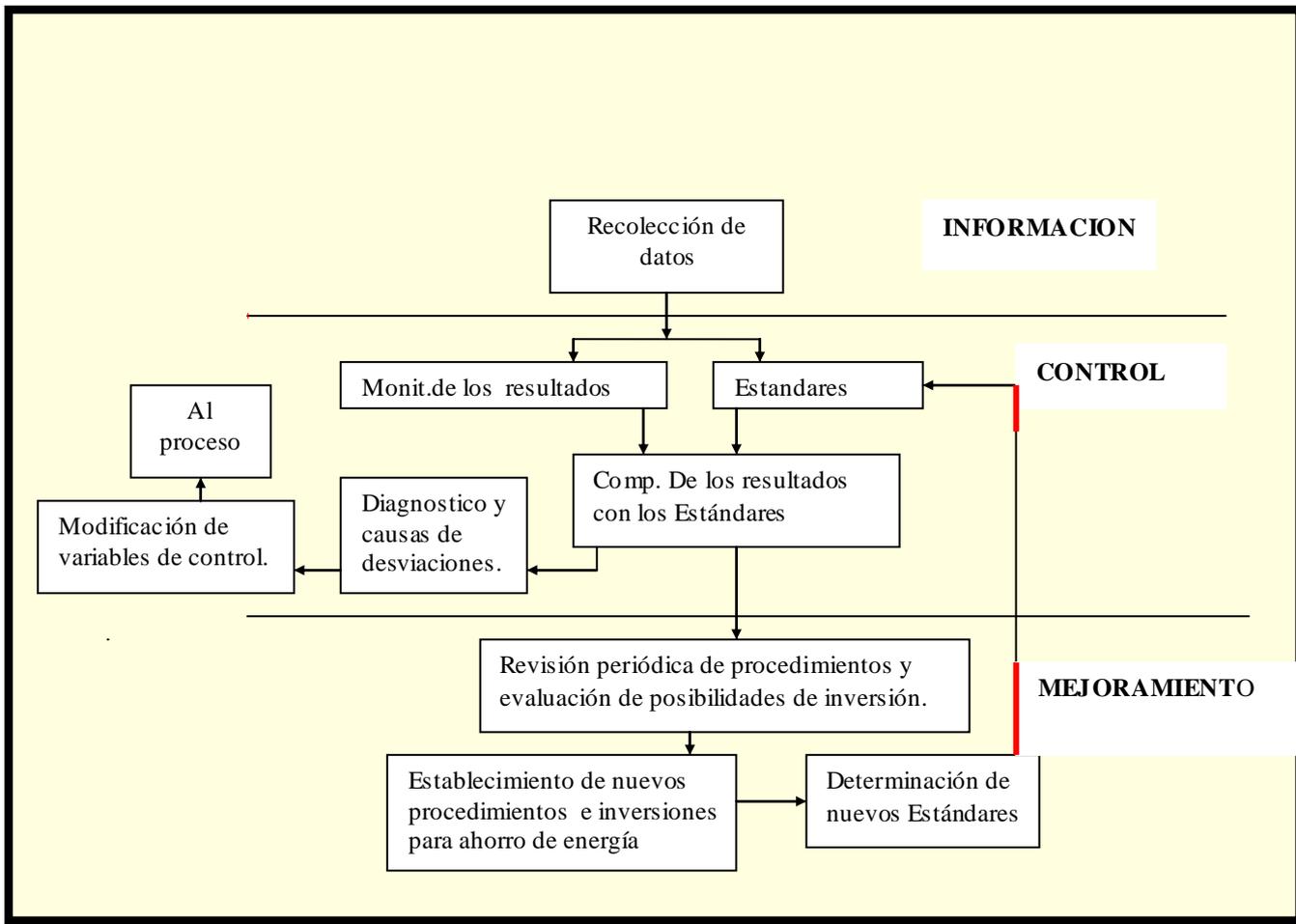


Fig. 3.1 Esquema general de un sistema de monitoreo y control energético

3.2.1 Procedimiento para organizar el Sistema de Monitoreo y Control Energético del Municipio.

El proceso de control y su Organización consta de las siguientes etapas.

1. Establecer los objetos de control (Empresas y Organismos Mayores consumidores del municipio).
2. Establecer los Indicadores de Control.
3. Establecer herramientas de medición de indicadores de Control.
4. Establecer los Estándares.
5. Establecer herramientas de comparación de los indicadores con los estándares.
6. Establecer variables de control.

El proceso de control en su ejecución consta de los siguientes pasos o etapas.

1. Recolección de datos.
2. Determinación del resultado.
3. Comparación del resultado con los estándares.
4. Ejecución del diagnóstico de causas de derivaciones.
5. Modificación de las variables de control o corrección de desviaciones.

Un proceso de control general incluye también una etapa de mejoramiento del proceso, cuando la acción sobre las variables de control no es suficiente para corregir las constantes variaciones que en este se presentan. Esta etapa consiste en una revisión periódica de procedimientos y evaluación técnico-económica de posibilidades de inversión que producen un cambio en los estándares y en los resultados del control frecuente.

3.2.2 Método de Control

El control se puede lograr en varias formas, pero el método selectivo más usado es el que implementa la regla 20-80, que es un estándar mundial. Simplemente es seleccionar el 20% de las tareas que produce un 80% de los gastos energéticos total del municipio.

3.3 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL ENERGÉTICO PARA EL MUNICIPIO DE CIENFUEGOS.

3.3.1. Fase de información en el Sistema de Monitoreo y Control Energético.

En el trabajo de gobierno la fase de recolección de la información consiste en ejecutar y asentar en la base de datos toda la información recibida en el modelo establecido (ver anexo). La mejor forma de recoger estos datos es diaria como se explica en el desarrollo de este capítulo. En la misma medida que se obtienen más datos de variables se alcanzan mejores resultados y se disminuye el margen de error. Los responsables de la recolección de los datos deben ser determinados por el vicepresidente del Consejo de la Administración a cargo de la energía en el municipio.

Las variables definidas para el sistema las clasificamos de la siguiente manera:

- Variables energéticas.
- Variables productivas – económicas.

En cuanto a las Variables Energéticas, las cuales se presentan en la Estructura de Consumo de Portadores Energéticos del Municipio (Ver gráfico 2.1 Capítulo II), la hacemos coincidir con los portadores energéticos que inciden en el 100% de los consumos del territorio.

No	Variabes Energéticas	Símbolo	Unidades
1	Energía Eléctrica	EE	kWh,MWh, etc.
2	Combustible Diesel	Dsl	Ton, litros , etc.
3	Pet Coke	P.K	Ton, m3,etc.
4	Carbón bituminoso.	CB	Ton, m3,etc.
5	Combustible Fuel-Oil	F.Oil	Ton, litros , etc.
6	Gasolina Motor	GL	Litros, Galón, etc.
7	Petróleo Crudo	Crudo	Ton, litros , etc.
8	Asfalto	Asf.	Ton, litros , etc.
9	Aceites	AC.	Ton, litros , etc.
10	Kerosina	Kero	Ton, litros , etc.
11	Gas Licuado	GLP	Pie3, M3,etc.
12	Nafta	N	Litros, Galón, etc.
	TOTAL		

Tabla III.1 Variables Energéticas

Las variables productivas – económicas que se captan y analizan por los Organismos Globales de la Economía y se analizan por el Gobierno en los diferentes niveles son:

No	VARIABLES PRODUCTIVAS	SIMBOLO	UNIDADES
1	Producción Mercantil	PM.	(MP, MMP, etc.)
2	Producciones Físicas	PF.	(Ton., Mm3, Mlts, etc.)
3	Valor Agregado.	VA	(MP, etc.)
4	Productividad	P	(MP, etc.)

Tabla III.2 Variables Productivas.

De ellas las mas confiable y representativa, así como de mayor correspondencia con el consumo energético, es la Producción Física, en la cual no se enmascaran otros factores, como en la Producción Mercantil los precios de los productos, etc. que distorsionan los resultados, no permitiendo un análisis verás de la Eficiencia Energética.

Para analizar la correlación entre estas variables, seleccionamos los resultados alcanzados en el Año 2008 como referencia, tomando en consideración que en este período el Municipio alcanzó sus mejores resultados económicos y productivos, en los últimos 5 años, creciendo su Producción Mercantil 2.9 veces con respecto al 2007 y los consumos de portadores energéticos derivados del petróleo, mantuvieron una estabilidad.

Quiere esto decir que hubo un comportamiento bien equilibrado entre el crecimiento de la producción mercantil y las mercancías físicas obtenidas.

3.3.2 Fases de Control en el Sistema de Monitoreo y Control Energético.

En la fase de control en el sistema de monitoreo y control energético se aplican diferentes herramientas que permiten monitorear los resultados de los procesos, e ir comparándolos con el estándar. Las herramientas a utilizar son:

- Las gráficas de pastel de impacto económico de consumo energético.
- Las gráficas de Pareto de portadores energéticos.
- Estratificación del 20% que significa el 80% del consumo.
- Las gráficas de control.
- Las gráficas de Energía (E) – Producción (P) en el tiempo.
- Las gráficas de dispersión – correlación del consumo de energía vs. producción..
- Las gráficas de tendencia del consumo de energía (CUSUM).

3.3.3 Herramientas básicas para la implementación de un Sistema de Gestión de Energía en el Municipio.

Las herramientas que se pudieran utilizar en la aplicación de un sistema de gestión de energía para el Municipio se exponen a continuación.

1. Grafico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs. T).

A Partir de este grafico se modela el comportamiento del consumo de energía y la producción realizada en determinado intervalo de tiempo, ya sea diario, mensual o en varios años. A través de este grafico se puede identificar los comportamientos anormales de los consumos de energía en un periodo de tiempo determinado.

2. Diagrama de Consumo-Producción (E vs. P).

Este tipo de gráfica puede realizarse por tipo de portador energético o por Empresas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión..

3. Grafico de Tendencias o de Sumas Acumulativas (CUSUM)

Permite comparar los consumos energéticos de un periodo base con otro en cuanto a eficiencia energética, ahorro o gastos, variación de consumos, etc.

4. Diagrama de Pareto.

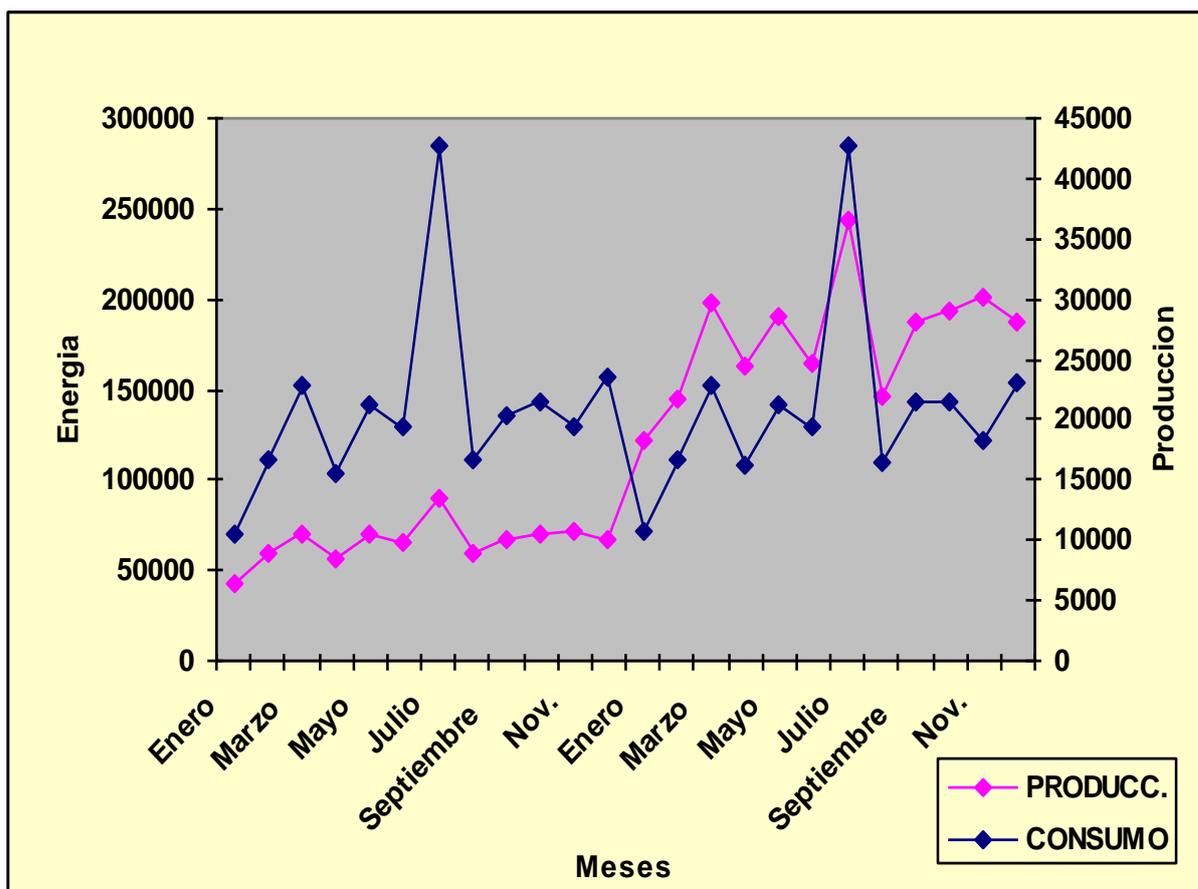
Identifica los mayores consumidores del Municipio, por lo que muestra donde se debe concentrar los esfuerzos para la reducción de los consumos energéticos. Identifica el 20% de las Entidades que provoca el 80% del consumo energético del territorio.

5. Estratificación.

Es el método de agrupar datos asociados por elementos comunes pasando de lo general a lo particular. El uso del método de estratificación permite identificar el número mínimo de Empresas o Entidades que provocan la mayor parte de los consumos totales equivalentes de energía del municipio (Empresas Claves).

3.4 Gráfica de Consumo de Energía – Producc. en el tiempo (E-P vs. T).

La gráfica de consumo E – P en el tiempo se desarrolla para cada portador energético importante del municipio y muestran los periodos en que se producen comportamientos anormales de las variaciones del consumo energético con respecto a la variación de la producción, así como que permite identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.



Grafica III.1 Comportamiento de la energía y la producción .Años:2007 y 2008

Se muestra en la grafica III-1, las variaciones simultaneas del consumo energético con relación a la producción Mercantil en los años 2007 y 2008. Generalmente debe ocurrir que un incremento de la producción ocasione un incremento del consumo energético asociado o viceversa. Sin embargo existen meses en los que no se cumplen esos criterios, como ocurrió en las etapas Enero-Febrero 2008, Julio-Agosto 2008. En esos puntos donde las dos graficas se cortan, son anomalías provocadas por el incremento del consumo energético y una disminución de la producción. Las razones o causas de estas anomalías son:

- Niveles planificados de energía en algunos Organismos que no se corresponden con los planes de producción y normas de consumo. Ejemplo: EPICIEN, Ciencias Medicas, Bombeo de Acueducto.

- Incumplimiento de los índices de consumo en las producciones de Cemento, Pesca, Riego eléctrico del MINAZ y actividades Pecuarias.
- Disminución de los niveles históricos de lluvia en un 36% (Mayo-Agosto) que provocaron incremento de los niveles de riego y una disminución de la producción agrícola.

La toma de los datos se realiza por los técnicos que trabajan en las áreas de los portadores energéticos y los datos de producción. La mejor frecuencia de recogida es diaria.

Este gráfico puede acompañarse de una tabla de variación relativa de la producción y el consumo en el tiempo lo que permite la evaluación numérica de las anomalías presentadas en los procesos productivos.

El comportamiento correspondiente al año 2008 fue el siguiente:

Tabla III.3. Tabla numérica del gráfico E-P vs. T correspondiente al año 2008:

PERIODO (Día , semana, mes, año)	CONSUMO (MW/a)	% VARIACION DEL CONSUMO	PRODUCCION (MP/a)	% VARIACION DE LA PRODUCCION	COMPORT.
Enero	10634.2	-	121421.2	-	
Febrero	16741.3	-57.2	145372.5	-19.1	Anómalo
Marzo	22741.7	-35.8	197432.8	-35.8	
Abril	16161.4	28.9	162871.5	17.5	
Mayo	21321.3	-31.9	189643.8	-16.4	
Junio	19341.8	9.28	163741.5	13.6	
Julio	42733.5	-120.9	243653.2	- 48.8	Anómalo
Agosto	16363.2	61.7	145653.1	40.2	
Septiembre	21428.5	-30.9	187538.2	-28.7	
Octubre	21415.3	0.06	193941.5	-3.41	Anómalo
Noviembre	18325.2	14.4	201765.3	-4.03	Anómalo
Diciembre	22993.2	-25.4	187891.1	6.87	Anómalo

Donde:

- **Periodo:** Es el tiempo en que se mide el consumo y la producción: día, semana mes, año, etc.

- **Consumo:** El valor del consumo de energía en las unidades del portador energético que se evalúa.
- **% de variación del consumo:** $(\text{valor anterior} - \text{valor actual}) / \text{valor anterior} \times 100$. El % de variación será negativo si se disminuye el consumo y positivo si se incrementa de un periodo a otro. El primer periodo no tiene valor anterior, por lo que se ignora el % de variación.
- **Producción:** El valor de la producción en las unidades productivas.
- **% variación de la producción:** $(\text{valor anterior} - \text{valor actual}) / \text{valor anterior} \times 100$. El % de variación será negativo si se disminuye la producción y positivo si se incrementa de un periodo a otro. El primer periodo no tiene valor anterior, por lo que se ignora el % de variación.
- **Comportamiento:** Se escribe si es anómalo si los signos del % de variación del consumo y la producción son diferentes. También se escribe anómalo si los signos son iguales pero los valores de los % son significativamente diferentes a las diferencias medias.

3.6- Grafico de Tendencia o de Sumas Acumulativas (CUSUM)

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia del Municipio en cuanto a la variación de sus consumos energéticos con respecto a un periodo base determinado.

Meses	Consumo Electr. Real (Mw/h)	Produc. (MP)	Consumo Electr. Calculado (MW/h)	Desviación (MW/h)	Suma Acumulativa
Enero	25428.2	121421.2	24313.3	1114.7	1114.7
Febrero	19671.5	145372.5	19195.3	476.2	1590.9
Marzo	32843.3	197432.8	33323.4	-480.1	1110.8
Abril	45625.2	162871.5	46447.8	-822.6	1933.5
Mayo	50543.1	189643.8	51013.7	-470.6	1462.9
Junio	48841.2	163741.5	49197.6	-356.4	1106.5
Julio	51572.5	243653.1	51911.4	-338.9	767.6
Agosto	53681.3	145643.1	52975.6	705.7	1473.3
Septiembre	57532.1	187538.2	57871.4	-339.3	1134.0
Octubre	43637.3	193941.5	43781.2	-143.9	990.1
Noviembre	42542.8	201765.3	42887.9	-345.1	645.0
Diciembre	71831.3	187891.1	72496.1	-664.8	-19.7

Tabla III.4 Tendencia del consumo de Energía Eléctrica en el territorio.
Año: 2008.

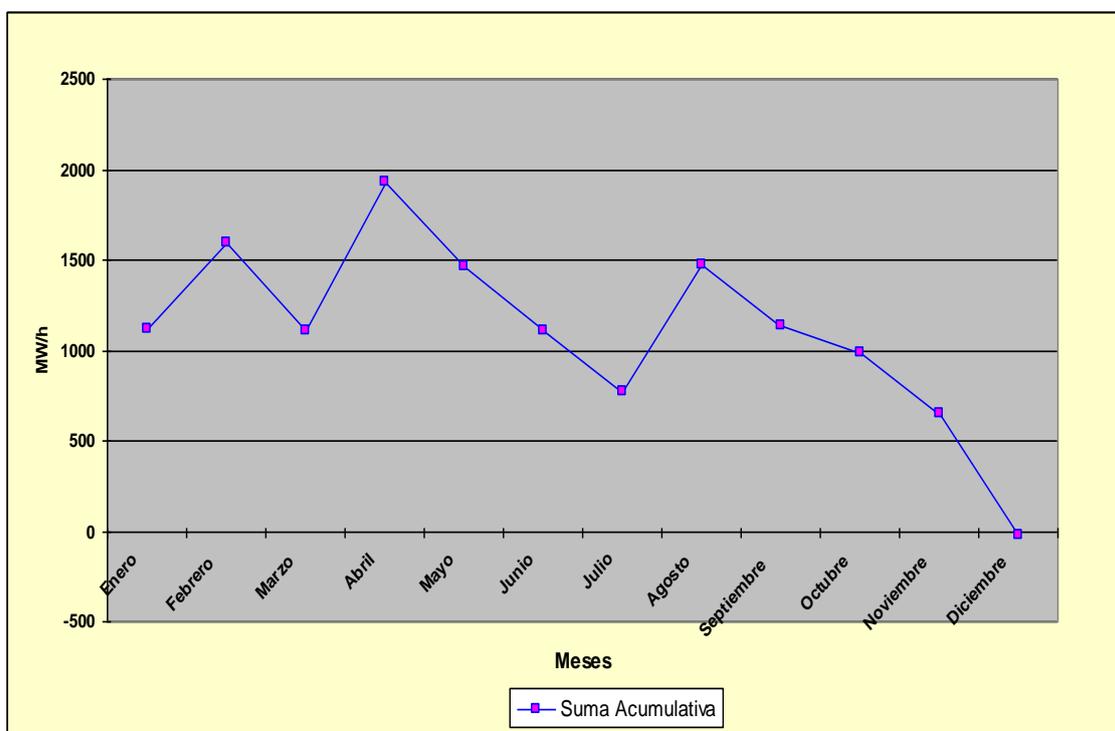


Grafico III.2 Tendencia del consumo de Energía Eléctrica en el territorio.
Año: 2008.

Meses	Consumo Diesel (Ton.)	Producción (MP)	Consumo Diesel Calculado (Ton.)☺	Desviación (Ton.)	Suma acumulada
Enero	3241,3	121421,2	2031,2	1210,1	1210,1
Febrero	5623,2	145372,5	5202,2	421,3	1631,4
Marzo	10781,3	197432	11282,4	-501,1	1130,3
Abril	9634,1	162871,5	10476,4	-842,3	1972,6
Mayo	11243,3	189643,8	11699,4	-456,1	1516,5
Junio	6141,1	163741,5	6496,5	-356,1	1160,1
Julio	10625,3	243653,2	10946,5	-321,2	838,9
Agosto	5552,1	145643,1	4852,6	699,5	1538,4
Sept.	12628,1	187538,1	12968,3	-340,2	1198,4
Octubre	15841,3	193941,5	15985,2	-143,9	1054,3
Noviembre	15934,2	201765,3	16289,1	-354,9	699,4
Diciembre	10951,5	187891,1	11597,6	-661,2	-38,2

Tabla III.5 Tendencia del consumo de combustible Diesel en el territorio.
Año: 2008

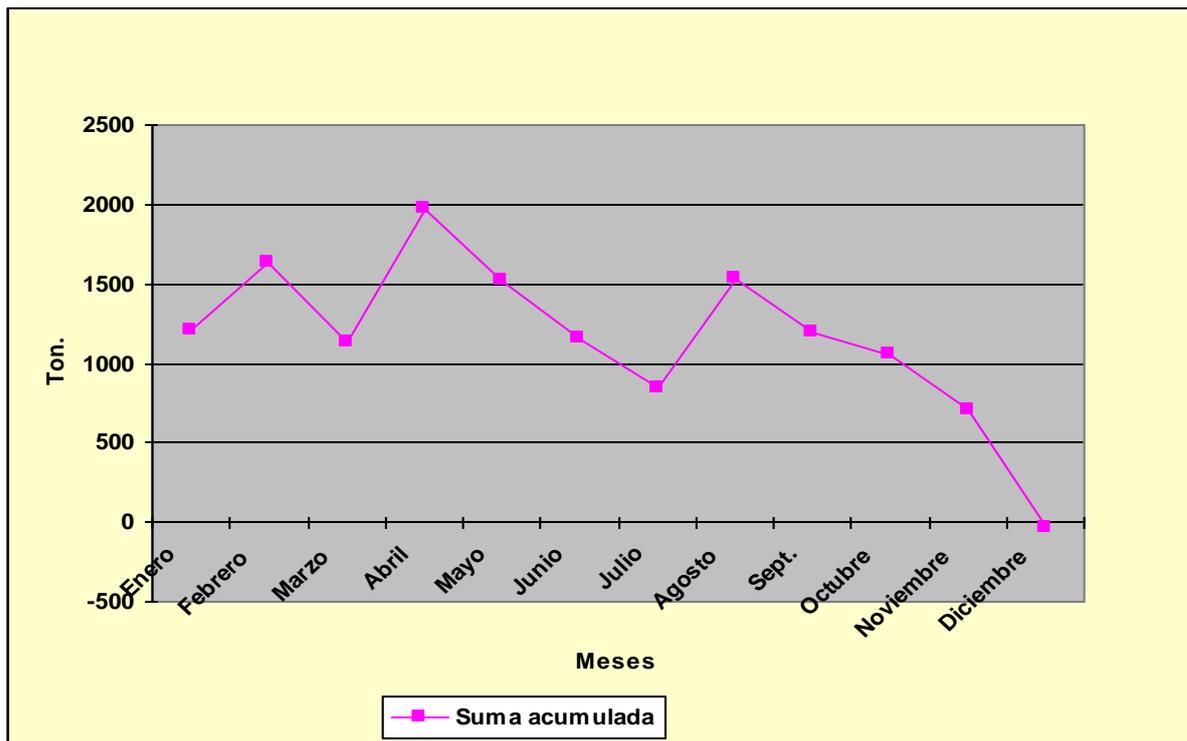


Grafico III.3 Tendencia del consumo de combustible Diesel en el territorio.
Año: 2008

El uso de estas graficas permite:

- Monitorear los consumos energéticos con respecto al año o al semestre anterior o de referencia a nivel de municipio, Empresa, Área o equipo alto consumidor.
- Evaluar las tendencias del Municipio en Eficiencia Energética.
- Determinar la efectividad de las medidas de ahorro de energía.
- Cuantificar las mejoras o disminuciones de la Eficiencia energética.

Las graficas anteriores muestran las notables tendencias de consumo energético del año 2008, el mes de abril sufre el mayor impacto de consumo energético y el mes de diciembre refiere el de menor impacto. Esto significa que un plan de control energético aplicado para en el mes de abril puede alcanzar el menor consumo energético anual del Municipio.

La toma de datos de esta grafica debe ser mensual o semanal por los técnicos de las áreas donde se controlan los portadores Energéticos.

3.7 – Grafico de Pareto de Portadores Energéticos.

El uso de esta herramienta nos permite:

- Identificar el 20% de los portadores energéticos del Municipio que producen el 80% del consumo total equivalente.
- Identificar el 20% de las Entidades que producen el 80% del consumo energético total, así como por portadores Energéticos.
- Permite realizar de igual forma que lo explicado anteriormente, diagramas para los costos energéticos y para las perdidas energéticas equivalentes del territorio.
- Además nos permite determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas anterior y posterior a la misma.

Ejemplos de gráficos de Pareto de Portadores Energéticos se muestran en las figuras 2.1 y 2.2 del capítulo II.

En el Municipio las personas responsables para la recogida de estos datos son los técnicos que trabajan en las Empresas y entregan a las oficinas de Estadística del Municipio para el procesamiento de datos. La mejor frecuencia de tomas de estos datos es diaria.

3.8– Estratificación:

Este es el método que nos permite 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.

La Estratificación de los portadores se desarrolla entre el nivel de Gobierno y la oficina de Estadística del Municipio. Teniendo los valores de la tabla II.3

Epígrafe 2.3, da las herramientas necesarias para desarrollar el diagrama de Pareto de las “Empresas Claves” del Territorio.

El método de Estratificación debe tener en cuenta como mínimo lo siguiente:

- ¿Cuál es el 20% de los portadores que aportan el 80% del consumo energético del Municipio?
- ¿Cuáles son las Entidades que reportan el 80% del consumo energético?
- ¿Cuáles son las Áreas y Equipos que mas gastan dentro de las Entidades que reportan el 80% del consumo?
- ¿Cómo se controla los consumos de los equipos sin afectar los niveles de producción y calidad de las Entidades?
- Identificar factores o variables de control que puedan influir sobre los consumos, pérdidas y costos energéticos.
- Identificar causas de comportamientos no esperados de las variaciones de los consumos energéticos.

3.9- Graficas de Control Energético.

Los gráficos de control energético se elaboran a partir de los portadores energéticos utilizados. Depende de una recolección de datos más compleja que las usadas por las otras herramientas del sistema. Ello esta dado porque se desarrolla para todos los portadores en el tiempo. Los datos recolectados depende las Entidades que se van a controlar y se requiere de una gran cantidad de personas que realicen la recogida de los datos. Los portadores que normalmente se recogen son los dados en el epígrafe 2.2 del capítulo II.

Las graficas de control se pueden usar como una forma de autoevaluar el estado energético del Municipio y su utilidad es la siguiente:

- Permite conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.

- Identificar los comportamientos que requieren ser analizados e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

3.9.1 Cálculo de líneas de Control:

Para el gráfico de control, el valor medio de la magnitud se determina según la ecuación (3.1).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (\text{ec 3.1})$$

La desviación estándar se calcula según la ecuación (3.2).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (\text{ec. 3.2})$$

$$X + \sigma \quad \text{limite de control superior de X} \quad (\text{ec.3.3 a})$$

$$X - \sigma \quad \text{limite de control inferior de X} \quad (\text{ec.3.3 b})$$

Donde:

X: Es el valor de la media aritmética de los argumentos.

σ : Es la desviación estándar.

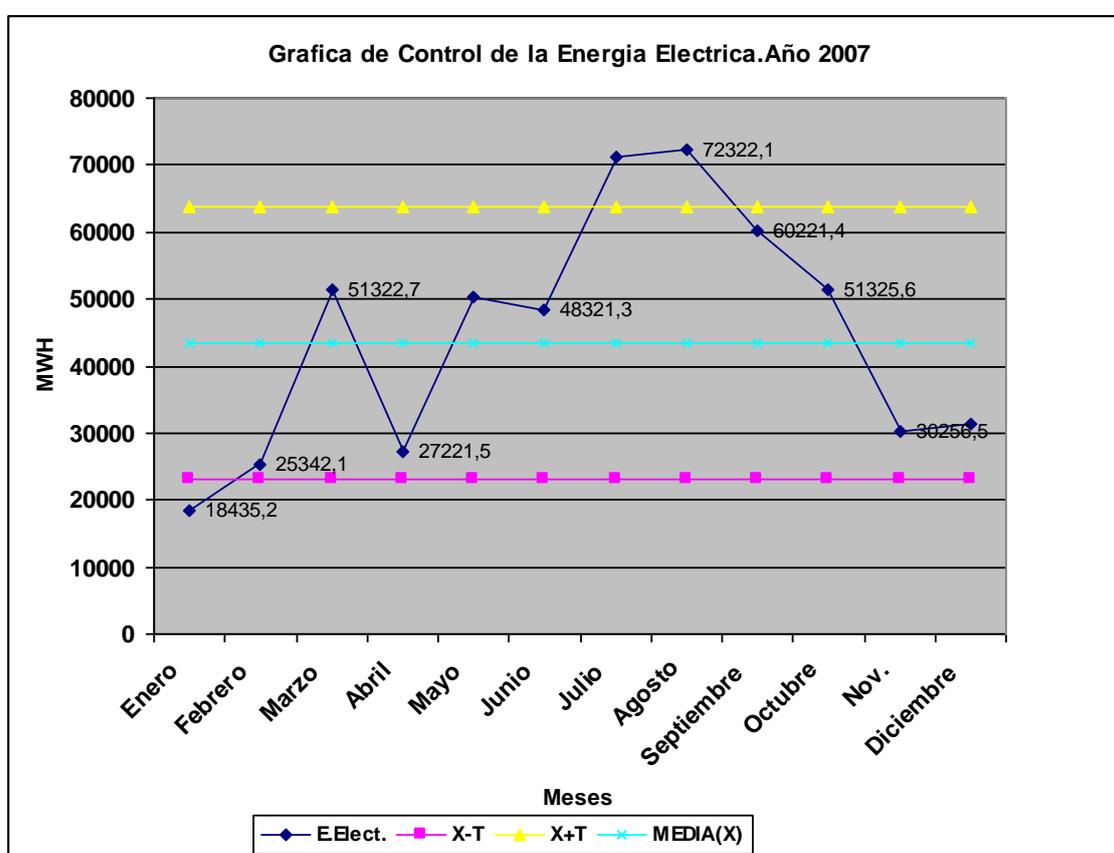
x: Datos de consumo (MWh, Ton, etc.).

n: Numero de datos.

Los límites de control del gráfico se establecen según las ecuaciones (3.3 a y 3.3 b).

Para elaborar los gráficos de control se utilizaron los datos del consumo de electricidad y de Diesel del Municipio .de los años 2007 y 2008.

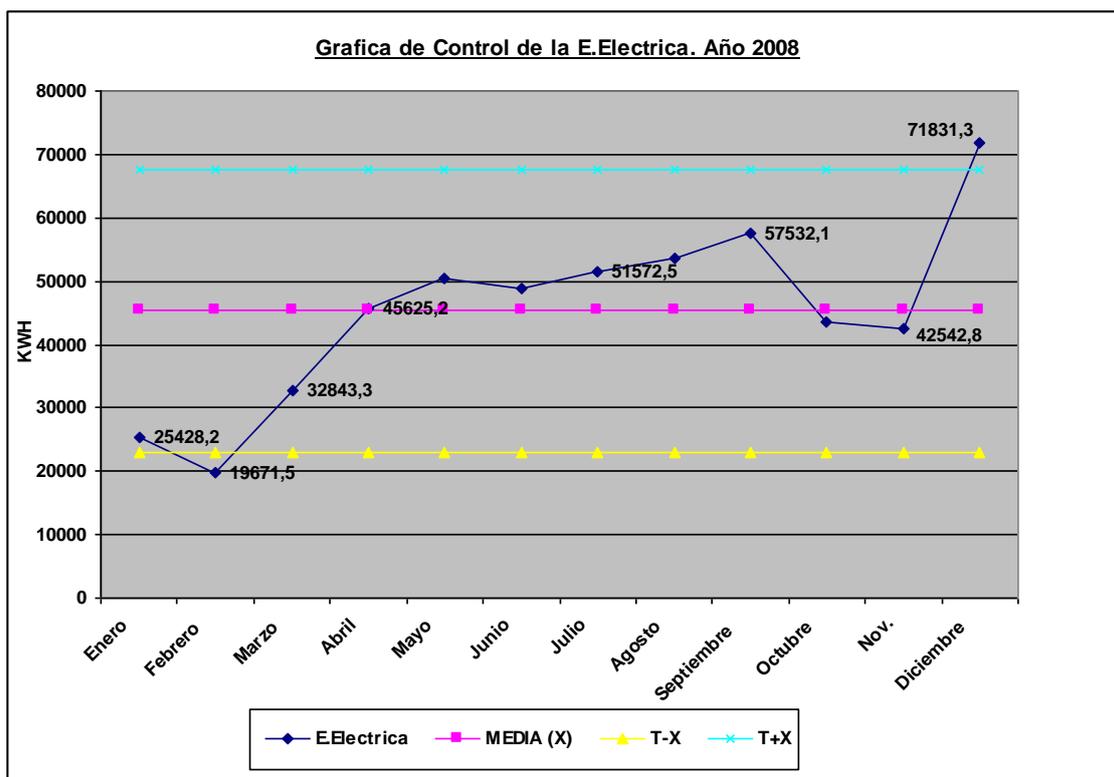
Nota: Según la campana de Gauss las desviaciones superiores aceptables son tres veces la desviación estándar del valor medio o menos. En este caso, se utilizó el valor límite de una vez la desviación estándar del valor medio. Esto quiere decir que el 68% como mínimo de los valores tomados en una desviación normal están cerca o debajo del valor medio y la dispersión de valores es minima.



Grafica III.1 Grafica de Control de la Energía Eléctrica. Año 2007

La grafica III.1 muestra el comportamiento del consumo de energía Eléctrica según los meses del año. En la misma se puede apreciar que los meses de alto consumo eléctrico son Julio y Agosto. Los meses que tienen una pendiente de línea positiva indican un efecto negativo en ahorro de energía eléctrica.

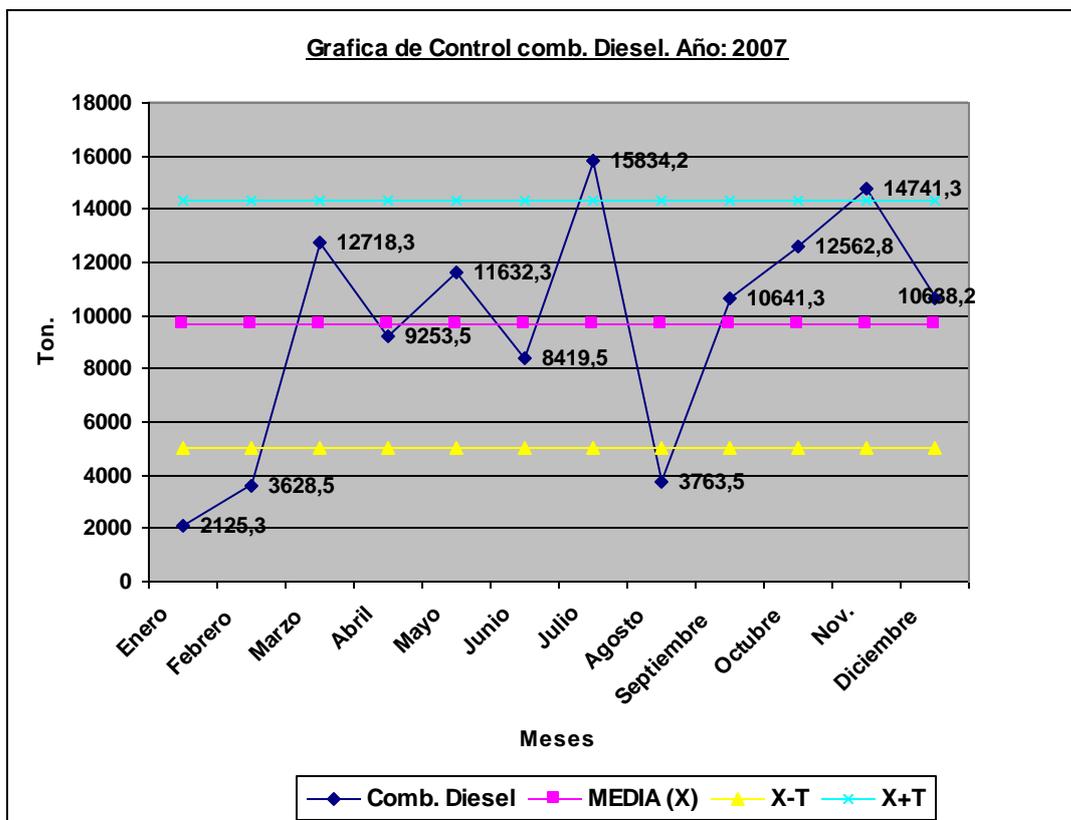
Las líneas de $X+\sigma$ dan el límite superior y $X-\sigma$ el límite inferior. Los valores que están encima de la línea del límite superior son parámetros fuera de control y los valores dentro del rango son valores controlados. Generalmente el comportamiento del 2007, fue bueno con excepción de los meses de julio y agosto donde sus valores estuvieron por encima del límite superior, estando de esa manera fuera de control.



Graf. III.1 Grafico de control de la energía Eléctrica. Año 2008

En el año 2008 el comportamiento del Municipio fue diferente al 2007, dado fundamentalmente por el incremento productivo del territorio muy superior al año anterior. Notablemente los meses del verano se siguen acercando al valor límite superior, esto indica que no se hizo ninguna mejora en el control del comportamiento de esos meses, aunque se logró una disminución del consumo de aproximadamente un 12% con relación al año anterior. Comportamiento

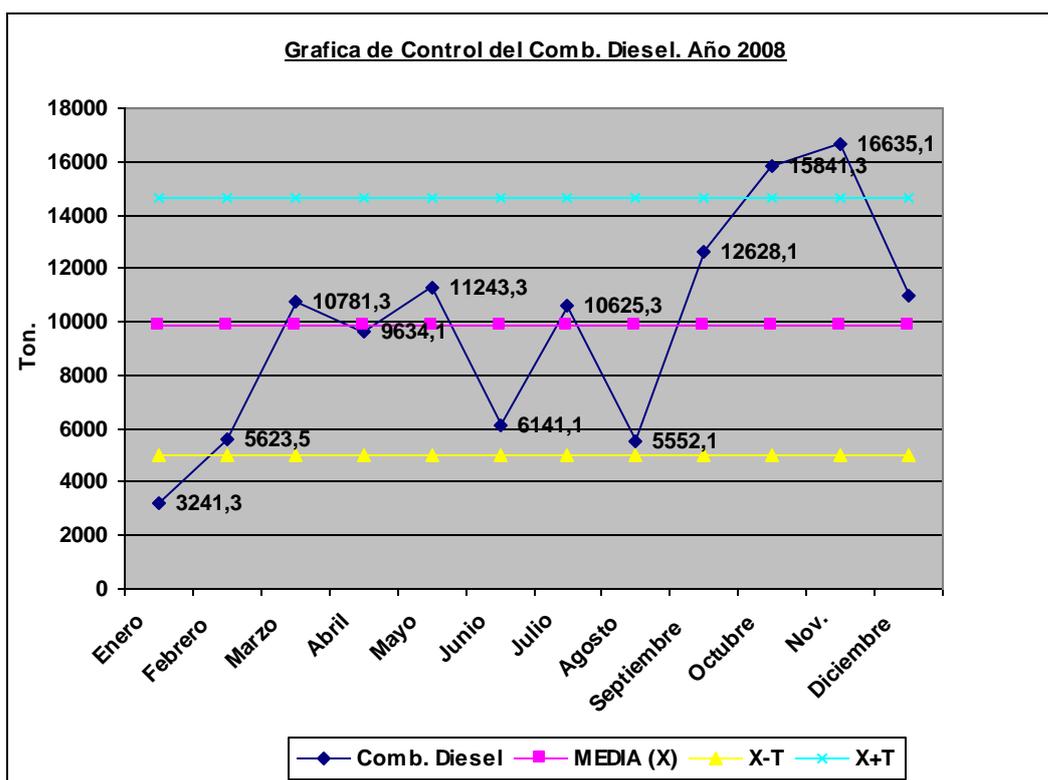
“Anómalo” lo tuvo el mes de Diciembre el cual alcanzó valores por encima del limite superior.



Graf. III.2 Grafica de Control del combustible Diesel. Año 2007

El comportamiento del consumo de Diesel durante el año 2007 en el Municipio es irregular, con incrementos notables en el mes de Julio y Noviembre con valores por encima de la dispersión máxima.

Este periodo coincide con las campañas de roturación y siembra de primavera, etapa donde hay que redoblar las medidas de ahorro y de gestión eficiente sobre los consumos.



Graf. III.3 Grafica de Control del combustible Diesel. Año 2008

El comportamiento del Municipio en el año 2008 fue diferente al 2007 donde se observa una tendencia al incremento del consumo dado fundamentalmente por los niveles de producción que fue alcanzando el Municipio, excepto los meses de Junio y agosto los cuales se caracterizaron por una recaída de la producción. No obstante, los valores con la excepción de los meses de Octubre y Noviembre, están controlados. Con un comportamiento muy cercano al limite superior, los valores de Septiembre y Diciembre.

3.10 Gráficos de Consumo Energía vs. Producción.

Para determinar en que medida la variación del consumo eléctrico y de combustible diesel se debe a los niveles de producción logrados en el Municipio, se construyen los siguientes gráficos.

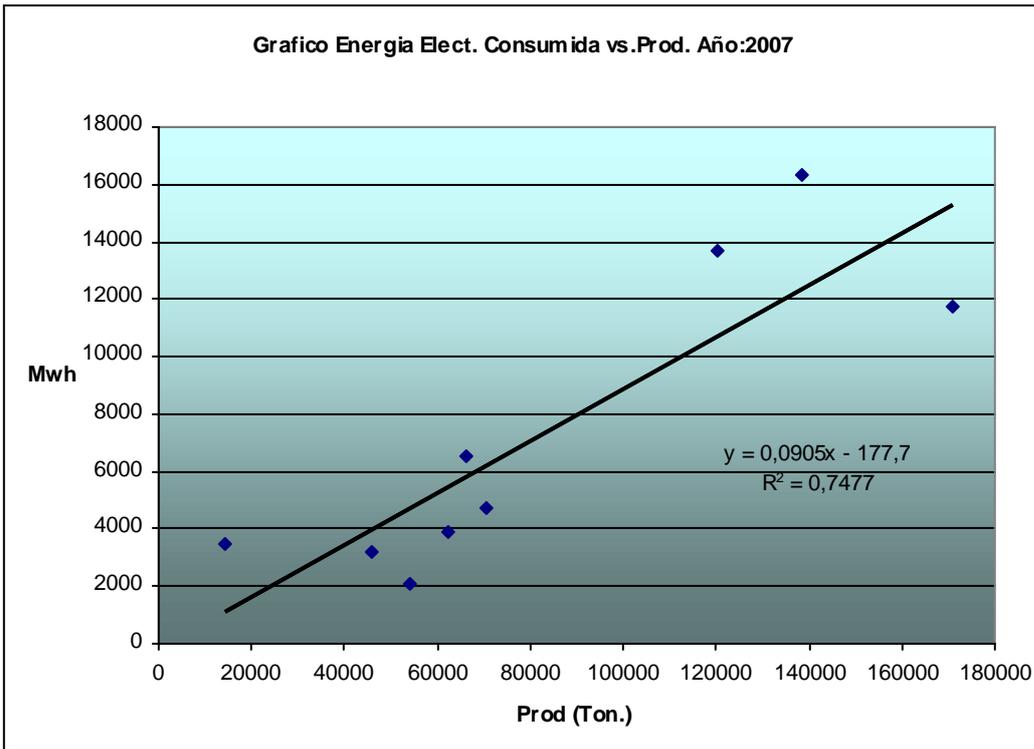


Grafico III.5 Gráfico de Energía Eléctrica consumida vs. Producción .Año: 2007

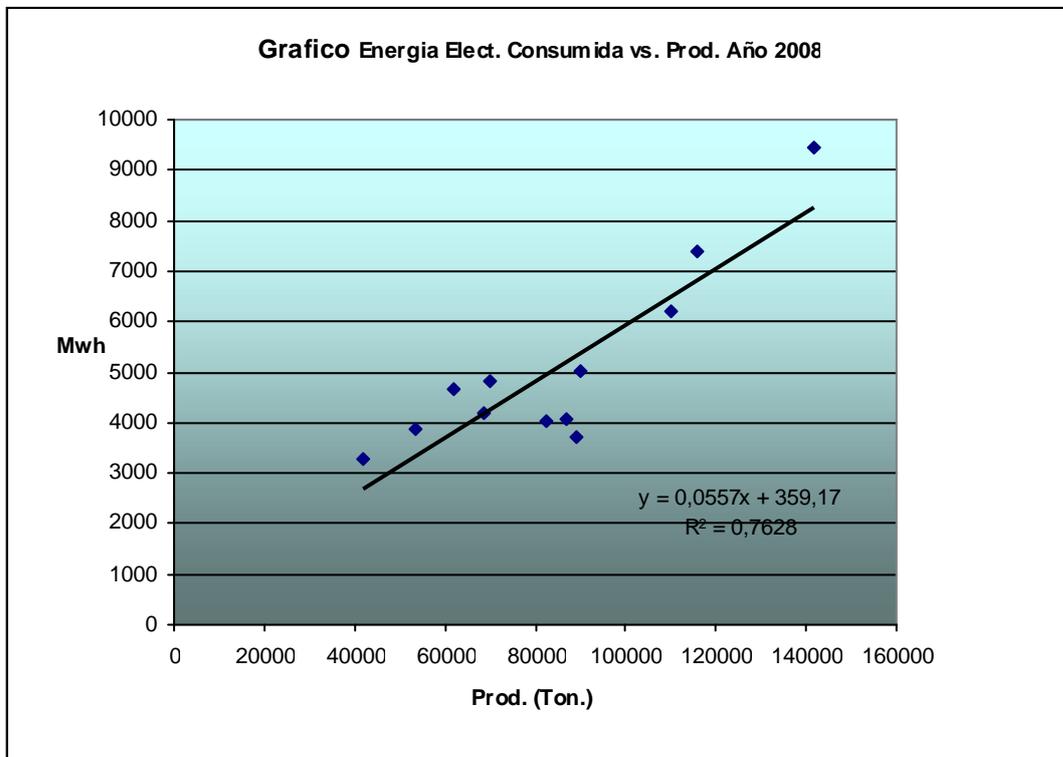


Grafico III.6 Gráfico de Energía Eléctrica consumida vs. Producción .Año: 2008

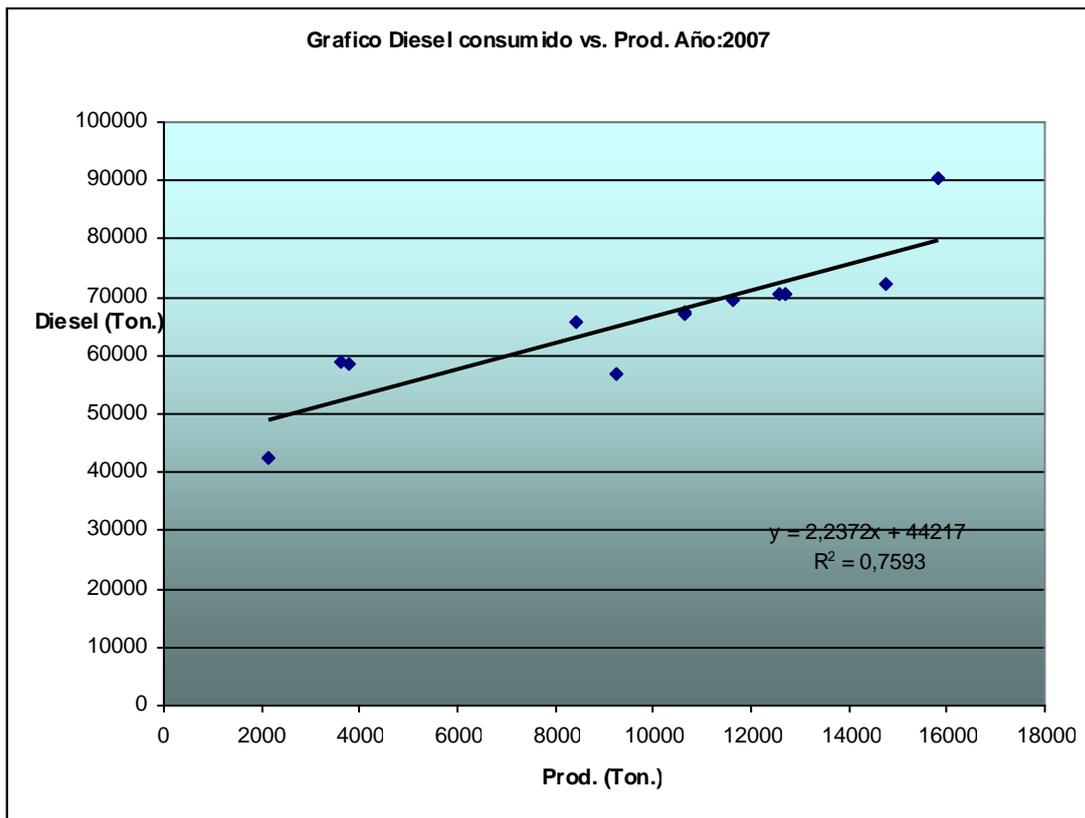


Grafico. III.7 Gráfico de Diesel consumido vs. Producción. Año2007

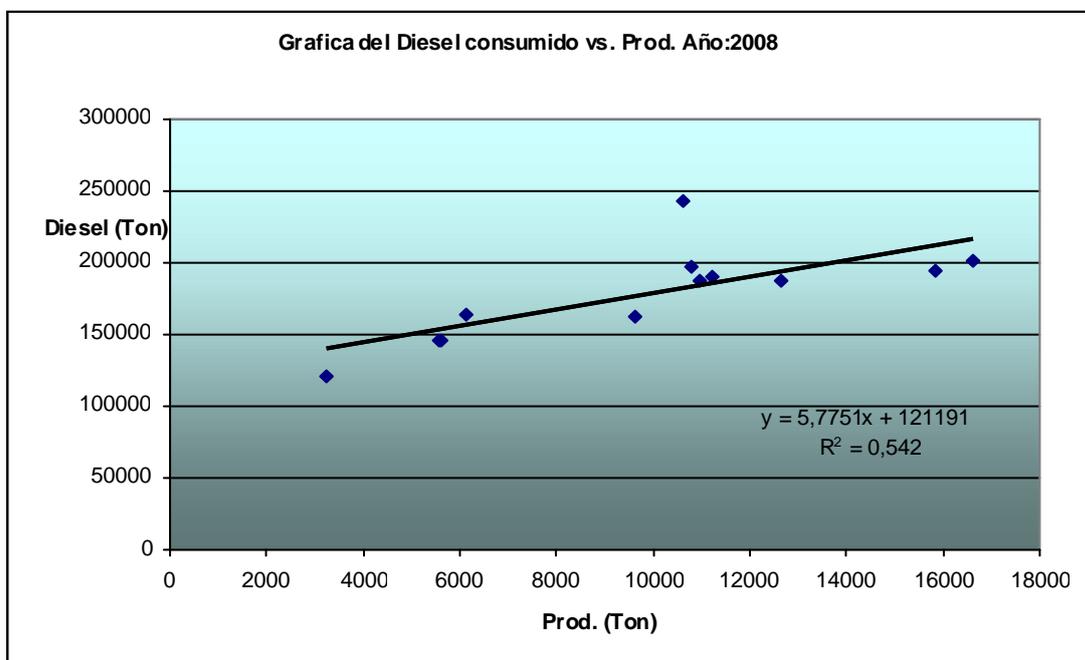


Grafico. III.8 Gráfico de Diesel consumido vs. Producción. Año2008

Las graficas III.5 hasta III.8 muestran las ecuaciones obtenidas y sus valores de correlación R^2 para un ajuste lineal realizado a los consumos de Energía Eléctrica y Diesel vs. Producción alcanzados por el Municipio durante los años 2007 y 2008, observándose en los mismos elementos importantes como:

- Las correlaciones tienen una R^2 mayor que 0.75 en los casos de consumo de la energía eléctrica y el Diesel en el año 2007.
- El grado de correlación es débil para el gráfico III.8 del año 2008.

3.11 Definición de los estándares.

Dentro de la fase de control, un elemento de mucha importancia consiste en la definición de los estándares del sistema, los cuales se pueden obtener a partir de las siguientes fuentes:

- A partir del comportamiento histórico, identificando los mejores valores del comportamiento.
- Realizando comparaciones con sistemas similares utilizados a nivel nacional o internacional (Benchmarking).

Hasta el presente y luego de una intensa revisión y búsqueda bibliográfica, no se pudo identificar normas o estándares establecidos a nivel nacional o internacional para la comparación de los resultados obtenidos por el territorio en los últimos años. Esta situación nos obliga a establecer un estándar a partir del comportamiento histórico de los mejores valores de los años analizados en el trabajo. Este último método se analiza a continuación.

3.11.1 Estándares obtenidos por el comportamiento histórico

3.11.1.1 Diagrama de correlación Estándar vs. Producción.

El método se basa en tomar los gráficos de dispersión-correlación de los consumos energéticos en función de la producción referidas al año: 2008 (ver figura: III.6 y III.8 Capítulo III epígrafe III.10, para determinar la ecuación que rige la variación del índice de control con respecto a la

producción en el periodo estándar (año: 2008) con niveles de correlación significativos. Para el caso nuestro el año 2008 resultó el año de mayores niveles productivos (casi 3 veces los valores alcanzados en los años precedentes), realizados con niveles energéticos ligeramente menores a esos años.

Estas graficas nos da la ecuación de energía en función de la producción del Municipio. Para nuestro caso la figura III.6 nos muestra la siguiente ecuación:

$$Y = 0.0576 x + 359.17 \quad (\text{ec: 3.4})$$

$$R^2 = 0.7628 \quad (\text{ec: 3.5})$$

Donde:

Y -- Consumo de energía en el periodo seleccionado.

X -- Producción asociada en el periodo seleccionado.

0.0576—Pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto ala producción.

359.17--- El valor del intercepto de la línea en el eje y, que significa la energía no asociada al proceso productivo.

0.0576 X---Es la energía utilizada en el proceso productivo.

El R^2 es una formula para mostrar si la correlación de valores tiene validez o no. Se calcula a partir del método de mínimo cuadrado o con algún paquete estadístico para determinar el coeficiente de correlación entre la energía consumida y la producción. La misma se considera buena si su $R^2 \geq 0.75$.

3.11.1.2 Grafico de Control para determinar el valor promedio y los límites superior e inferior del estándar.

Este grafico nos permite conocer si las variables evaluadas están bajo control o no, definiendo para ello los limites de control.

Como explicamos anteriormente los gráficos de control de la energía eléctrica y del consumo de Diesel, corresponden al año 2008 (ver Fig.6 y

III.8) que son las que corresponden a los estándares determinados; quedando establecido que:

3.11.1.2.1 Para el consumo de energía Eléctrica:

El valor medio del consumo de energía eléctrica (X) y los valores límites superior e inferior para niveles de producción similares a los alcanzados en el año 2008 son:

- **Valor Medio (X)** -----.- **45312.9 MW/h.**
- **Valor límite superior (X+ σ)** ----- **67523.7 MW/h**
- **Valor límite inferior (X- σ)** ----- **23102.1 MW/h**
- **La desviación estándar (σ)**----- **22210.8 MW/h**

3.11.1.2.2 Para el consumo de combustible Diesel:

El valor medio del consumo de combustible Diesel (X) y los valores límites superior e inferior para niveles de producción similares a los alcanzados en el año 2008 son:

- **Valor medio (X)** ----- **9849.2 Ton.**
- **Valor límite superior (X+ σ)** ----- **14674.5 Ton.**
- **Valor límite inferior (X - σ)** ----- - **5023.9 Ton.**
- **La desviación estándar (σ)** ----- **4825.3 Ton.**

Esta definición de los estándares nos permite establecer que si los puntos de los datos de las variables de los años evaluados en lo adelante, se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior, el comportamiento de la misma es **Estable**. Los puntos fuera de los límites tienen una pauta de distribución anormal y significa que la variable tuvo un comportamiento **Inestable**, obligando a tener que investigar la causa que provocó esa anomalía para su erradicación y estabilización del proceso.

3.12 Comparación de los resultados con los estándares.

En la fase de control se hace necesario comparar los resultados obtenidos en el proceso de monitoreo, con los estándares definidos por el Municipio. Aquí es importante volver a recordar que los mejores estándares corresponden a los obtenidos de los gráficos de Control y de Dispersión para las variables de energía eléctrica y combustible diesel correspondiente al año 2008, cuyos datos de base corresponden a mediciones reales realizadas durante todo ese periodo, resultando ser el de mejor comportamiento histórico del Municipio.

En el Sistema de Monitoreo y Control al realizar la comparación del resultado con el estándar, el mismo se puede comportar de la siguiente manera:

- El resultado obtenido es menor que R^2 o estar fuera de los límites de control de la norma o estándar.
- El resultado obtenido es mayor que R^2 o estar dentro de los límites de control de la norma o estándar.

Para el primer caso cuando el resultado es menor al R^2 estándar o se encuentra fuera de los límites de control estandarizados, se debe proceder al diagnóstico y determinación de las causas de la desviación. Una vez conocida estas se procede a la modificación de las variables de control y se inicia de nuevo el monitoreo de resultados, tal como se muestra en la figura III.1 capítulo III epígrafe 3.2.

Si el resultado obtenido es mayor al R^2 o se encuentra dentro de los límites de control estandarizados y este se repite de forma sistemática, se está en presencia de un sistema controlado y esto da la posibilidad de ir a un mejoramiento del proceso como aparece en la figura III.1, la cual puede incluir la evaluación de inversiones para el ahorro de energía y definición de nuevas normas o estándares. Estas últimas actividades forman parte de la fase de mejoramiento.

3.13 Diagnostico o auditoria energética:

El diagnostico o auditoria energética constituye una etapa básica, de máxima importancia dentro de todas las actividades incluidas en la organización, seguimiento y evaluación de un programa de ahorro y un uso eficiente de la energía, el que a su vez constituye la pieza fundamental en un sistema de gestión energética.

Para el diagnostico energético se emplean distintas técnicas para evaluar el grado de eficiencia con que se produce, transforma y usa la energía. El diagnostico o auditoria energética constituye la herramienta básica para saber cuando, como, donde y por qué se consume la energía en el Municipio, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar las principales potencialidades de ahorro energético y económico y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

Los principales objetivos del diagnostico energético son:

- **Evaluar** cuantitativamente y cualitativamente el consumo de energía.
- **Determinar** la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.
- **Identificar** potenciales de ahorro energético y económico.
- **Establecer** indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.
- **Definir** posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.

Una breve revisión de los Diagnósticos Preliminares realizados por más de 50 Empresas que aplican la TGTEE en la provincia (ver anexos), arrojaron un grupo de dificultades que de manera común se encuentran presentes en la mayoría de las Empresas del municipio y que por lo tanto consideramos que

son las principales dificultades que impiden alcanzar un logro superior en la Eficiencia Energética y el ahorro en el Territorio. De manera resumida estas son:

- No se ha capacitado de forma especializada la dirección y el personal involucrado en la transformación y uso de la energía.
- La instrumentación es insuficiente o no se encuentran en condiciones de ser utilizada.
- Existen indicadores de consumo a nivel de empresa, pero no en todos los casos estos caracterizan adecuadamente la eficiencia energética y su evolución.
- Se llevan a cabo algunas acciones para ahorrar electricidad, basadas en el record histórico de la empresa, pero en forma aislada y con seguimiento parcial.
- Quedan aun entidades pendientes de identificar las áreas y equipos mayores consumidores, los puestos "Claves", ni se han establecido índices de consumo en los mismos.
- Existen indicadores de consumo a nivel de empresa, pero no se ha podido normar los índices de consumo en áreas y equipos mayores consumidores
- Insuficiencias en los sistemas de información estadística y en la divulgación de las mejores experiencias.

Es evidente que existe un alto potencial de incremento de la eficiencia energética mediante la aplicación de medidas técnico-organizativas o de adecuada Administración Energética en las empresas del territorio, pero no podemos decir que ello se deba a falta de voluntad o esfuerzo por tratar de realizar ese potencial, sino a la necesidad de elevar el nivel de gestión de las empresas en la administración , el ahorro y uso racional de la energía aplicando las nuevas tecnologías de mejoramiento continuo de los procesos que se han desarrollado en el municipio.

3.13.1 Potencial de ahorro en las pequeñas salas de calderas.

En el área de las calderas, las cuales siempre constituyen un Puesto Clave donde están instaladas, se han visitado como promedio dos veces en el año en curso, realizándose el control de sus parámetros en 16 de las mismas, siendo las oportunidades de ahorro del 6,1% que representa 421,06 t/año de derivados del petróleo

En todas las calderas visitadas se han detectado 217 problemas, con un promedio de 7 por calderas, resumiéndose en los siguientes principales problemas:

- Deficiencias en los procesos de combustión.
- Deficiente o inexistente tratamiento del agua de alimentar.
- Salideros de vapor en tuberías y válvulas.
- Deficiente aislamiento térmico.

Esta problemática está dada fundamentalmente a que no hay sentido de pertenencia de los administradores y operadores en la mayoría de las salas de calderas.

Los problemas del proceso de combustión y las pérdidas de combustible por ese concepto, es vital para disminuir los consumos.

Como resultado de todo este proceso realizado para identificar las reservas de Eficiencia Energética, se identificaron un grupo importante de problemas; siendo los más frecuentes los siguientes:

- Dificultades operacionales; indisciplinas tecnológicas y deficiente capacitación.
- Sobredimensionamiento de los equipos, sobre todo de motores eléctricos.
- Falta o deficientes mantenimientos.
- Maquinarias y equipos con tecnologías obsoletas.

- Escasos instrumentos y medios de medición.
- Salideros de agua y vapor por válvulas y tuberías.
- Otras causas objetivas y subjetivas.

Los problemas que se registran tienen diferentes características y causales, pero en un número considerable pueden enfrentarse con medidas técnico organizativas y de control que no requieren grandes recursos para su ejecución, con lo cual se obtendrán en un corto plazo, aportes significativos en el uso eficiente de la energía.

CONCLUSIONES PARCIALES:

1. Quedan establecidas las particularidades de un sistema de monitoreo y control energético para el trabajo de Gobierno del Municipio de Cienfuegos. La misma constituye una propuesta en fase de aplicación y validación por el Consejo de la Administración Municipal.
2. Se definen las variables a controlar y quedan abiertas las posibilidades de incluir variables propias de cada territorio.
3. Se indican las herramientas básicas a utilizar en el Sistema de Monitoreo y Control Energético y se ofrecen sus posibilidades y limitaciones.
4. En la fase de control del Sistema de Monitoreo y Control Energético se ofrece la fundamentación técnica para la formulación de una norma o estándar histórico.
5. Como parte final del Sistema de Monitoreo y Control Energético se dan las bases de las auditorías energéticas de diferentes niveles de complejidad.

CONCLUSIONES GENERALES:

1. El consejo de la Administración del Gobierno Municipal ejerce acciones de control energético, pero nunca sustentado en un sistema armónico de gestión energética.
2. No existía la caracterización energética del Municipio Cienfuegos en su condición de cabecera municipal.
3. La caracterización energética del Municipio en los años 2007 y 2008 hasta el mes de mayo muestra:
 - Que las graficas III.1 hasta III.4 de control de consumo energético se encuentra fuera de control en el periodo de verano.
 - Las graficas III.5 hasta III.8 muestran elementos importantes como:
 - Las correlaciones tienen una R^2 mayor que 0.75 en los casos de consumo de la energía eléctrica y el Diesel en el año 2007.
 - El grado de correlación es débil para el grafico III.8 del año 2008.
 - Con el análisis realizado se observa una tendencia al sobreconsumo durante todo el año, aunque el cierre indica que se logró un ahorro, esto evidencia una mala administración y control de la energía.
4. Quedan establecidas las particularidades de un sistema de monitoreo y control energético para el trabajo de Gobierno del Municipio de Cienfuegos. La misma constituye una propuesta en fase de aplicación y validación en el territorio.
5. Se definen las variables a controlar en el Municipio y quedan abiertas las posibilidades de incluir variables propias de cada territorio.

6. Se elaboró y está listo para el funcionamiento el sistema de monitoreo y control energético que diariamente permite la toma de decisiones para la administración energética del territorio.
7. Se dan los pasos para la aplicación y validación satisfactoria del sistema de monitoreo y control energético en el Municipio y por primera vez con una frecuencia diaria.

RECOMENDACIONES:

1. La hoja de calculo en Excel que posibilita el procedimiento de la información del sistema de monitoreo y control energético debe ser convertido en un programa profesional.
2. Debe continuarse el trabajo con los indicadores energéticos del Municipio a fin de reducirlos, estabilizarlos y convertirlos en normas de estricto cumplimiento.
3. La realización de talleres con todos los factores implicados para el sistema de monitoreo propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Administración de la Energía .CONAE. Rev.1.0.2, PyME. Disponible en Internet: < www.conae.gob.mx > Octubre 2006.
2. Álvarez, B. A. y Montes, N. L: "¿Cuál cambio estructural requiere el sector energético mexicano?", Facultad de Economía, UNAM, México, 2005.
3. Berriz, L., Madriga E. Cuba y las fuentes renovables de energía. __La Habana, 2000.
4. Borroto, Aníbal, Colectivo de Autores CEEMA.: Gestión Energética Empresarial. Cienfuegos, Editorial
5. Borroto, Aníbal, Colectivo de Autores CEEMA.: Ob. Cit. P. 21
6. Borroto, Aníbal, Colectivo de Autores CEEMA.: Ob. cit. P. 55.
7. Borroto, Aníbal, Colectivo de Autores CEEMA.: Ob. cit. P. 57.
8. British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2005
9. British Petroleum, Statistical Review of World Energy, junio de 2005.
10. Brown L, R. y colaboradores. State of the Word 2 000. __ New York: W.W. Norton y Company, 2 000.
11. Brundtland, G.H. " Nuestro futuro común", 1987.
12. Cabrera, J. J. Globalización y Medio Ambiente en América Latina y el Caribe. Ciencia, Innovación y Desarrollo. Vol. 6, (3), 2 001.
13. Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético y Minero –CADEM .Manual de Eficiencia Energética Eléctrica en la Industria. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.1985
14. CEPAL SERIE. Recursos naturales e infraestructura, octubre de 2004.
15. CEPAL. "La Economía Cubana: Reformas estructurales y desempeño en los noventa". __ México: ASDI, 2000.
16. Control de la demanda. Módulos Tecnológicos. CONAE. Tomado de: <http://www.conae.gob.mx/programas/control/controldemanda.html>, 2001.

17. Cuba. Anuario estadístico. Oficina Municipal de Estadística (OME), 2005.
18. Developing an energy management system. State Government of Victoria. June 2002.
19. Disponible en Internet: <
<http://www.sht.com.ar/archivo/marketing/benchmarking.htm> >
20. Disponible en Internet:
<http://www.networkcomputing.com/netdesing/base2.html>>
21. Disponible en Internet:
http://www.seav.sustainability.vig.gov.au/fit/advice/bussines/egm_toolkit/Module4.pdf>
22. Energía y tú. CUBASOLAR. ___ La Habana, (30): abril-junio, 2005.
23. Energía. El 2000 supo a petróleo. Bohemia (La Habana), 12 de enero de 2001
24. Energías renovables, La eólica puede suministrar el 30% del consumo global en 2030. Tomado de: www.energias-renovables.com, 2003.
25. Energy Star Disponible en Internet:
http://www.energystar.gov/index.cfm?c=guidelines.guidelines_ind
26. Ente Vasco de Energía – EVE. Implantación de la Gestión Energética Integral, Marzo 1999.
27. Fuente: Agencia Internacional de Energía (AIE), 2005
28. Fuente: British Petroleum, 2005
29. Fuente: Climate Data: Insights and observations, PEW Center on Global Climate Change, diciembre de 2004.
30. Fuente: Departamento de Energía de Estados Unidos, 2004.
31. Fuente: Elaborado a partir de British Petroleum 2005.
32. Fuente: Granma, martes 15 de mayo de 2007.
33. Fuente: IPCC. 2001; Byers y Snowe et. al. 2005.
34. García, Adriano y colectivo de autores. Diagnóstico de la economía energética nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía. INIE, 2000
35. García, H. Dulce electricidad. Juventud Rebelde, 19 de feb. del 2 002.

36. Gestión Energética: Herramientas para el control de variables por proceso. Primera Edición. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. 2001. P 9.
37. González, P.F. y Colectivo de Autores. Energía y desarrollo sostenible Editorial Política/ La Habana, 2006.p.94.
38. González, P.F. y Colectivo de Autores. Energía y desarrollo sostenible Editorial Política/ La Habana, 2006.
39. González, P.F. y Colectivo de Autores.: Ob. cit., p.47 “Cambio Climático: El Rol de la Argentina”, portal web: www.worldbank.org
40. Granma, 2007. Disponible en Internet: ma.julia@granma.cip.cu, 2007
41. Greenpeace. Energía Positiva: desarrollo, empleos energía limpia. 2004.
42. Hacia una conciencia energética. Tabloide especial. Grupo de Edición Editorial Academia. (La Habana), pág. 9, 2004.
43. Informe Central. I Forum Tecnológico Especial. Industria de los Derivados. Las Tunas, 23 y 24 de octubre de 1998.
44. Informe CEPAL. Energía y Desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la formulación de políticas energéticas. Ejecutado por la OLADE, CEPAL, GTZ, 2000.
45. Informe de mercado y resumen de prensa. “El Mercado Mundial del Azúcar”, Febrero 10 de 2006. Disponible en Internet: www.isosugar.org.
46. Informe de Mercado y Resumen de Prensa. Enero 2006.
47. Informe Energético. p. 3, 2000.
48. Internacional Sugar Organization. Informe energético de América Latina y el Caribe. Tomado de www.isosugar.org, 2000
49. Inventario Nacional medioambiental, Cuba, 2004.
50. Jean-Baptiste Fourier, científico francés.
51. Kapitsa, P. “Problemas globales y la energía”, en Experimento, teoría y práctica, Editorial Mir, Moscú, 1985.
52. L. O. Hedin, G. E. Likens: Polvo atmosférico y lluvia ácida: menos polvo, más daños, Enciclopedia Microsoft Encarta, 2006.
53. Lage, D. C.: Puede decirse que en menos de tres años el país alcanzó una capacidad de generación eléctrica suficientemente por encima de su demanda máxima. Granma, 7 de junio de 2007. p. 3

54. Laurent, Christine: "Energía Renovables", El correo de la UNESCO. (pp. 37-40), febrero 2 001.
55. Los precios del petróleo: la situación actual y perspectivas futuras. Área: Economía y Comercio Internacional- ARI N° 98/2005. Fecha- 14/07/2005.
56. Madruga, E. Combustibles sólidos de baja densidad. Energía y Tú (La Habana), (12), octubre – diciembre de 2 001.
57. Márquez, M. Tesis en Opción al Título de Master en Ciencias Técnicas, 2006.
58. Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)", Programa Argentina Ambiental, 2004
59. OLADE – GTZ.. Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe. Guía para la formulación políticas energéticas. Primera Edición, Naciones Unidas. Santiago de Chile, 2003.
60. OLADE – GTZ.: Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe. Guía para la formulación políticas energéticas. Primera Edición, Naciones Unidas. Santiago de Chile, 2003.
61. Optimizing Energy Efficiencies in Industry. G.G Rajan, USA, 2000.
62. Plan energético Nacional. Estrategia Energética Integral. Colombia – uso eficiente de la energía. pdf, p. 11, 2003.
63. Portadores energéticos en el año 2000. Bohemia, (La Habana), p. 22. 12 de Enero del 2001.
64. Posso, F. Energía y Ambiente: pasado, presente y futuro. Parte tres: Sistema Energético basado en el hidrógeno. Universidad de Los Andes- Táchira. P.49-66
65. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD). Informe sobre el desarrollo humano, Nueva York, 2000.
66. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD): Informe sobre el desarrollo humano, Nueva York , 2000.
67. Roa Avendaño T. "Combustibles fósiles y Cambio Climático". Colombia: CENSAT Agua Viva, Ruiría el Grito del Petróleo, p. 54, 2000.
68. Roa Avendaño T. "El cambio climático otra deuda ecológica". Colombia: CENSAT Agua Viva, F o E, 2002.
69. Roa Avendaño T.: "El cambio climático otra deuda

ANEXOS

A continuación exponemos las principales reservas de eficiencia energética u oportunidades de ahorro identificadas en las empresas que culminaron el diagnóstico preliminar, donde se incluyen medidas y acciones técnico organizativas, así como inversiones a mediano y largo plazos.

➤ **Empresa de Producción Industrial Cienfuegos.**

- Cambiando el parque de camiones hormigoneras (6 equipos) por los modernos de nacionalidad china con un índice de consumo de 2,38 KW/lts y una capacidad promedio de 10 m³ (los que poseen hoy presentan un índice de 2,14 KW/lts y una capacidad de 3,67 m³) se ahorrarían 354 lts de diesel y 194 en la transportación de cada 100 m³ de hormigón.
- Cambiando los equipos ligeros con un índice de 10 Km. /lts por otros más eficientes (con índice promedio de 18,5 Km. /lts) se ahorrarían 1564 lts en el mes y \$860,20.

➤ **ECO A -37.**

- Concluir las pruebas del litro a la totalidad de los equipos de la empresa y la asignación en correspondencia, se ahorrarían 850 lts de diesel por cada 100 Km. recorridos.
- Remotorización de los equipos de Movimiento de Tierra, reportarían 100 lts de ahorro por cada 100 Km.

➤ **Piensos Cienfuegos.**

- Por la transportación de 300 TM mensuales de Carbonato de Calcio desde la calera de Pepito Tey y no desde Camajuaní, se ahorrarían 21780 lts y \$2870,00 anuales.

➤ **Empresa de Transporte y Comercialización (MICONS).**

- Se estima un ahorro de 25 000 litros anuales de diesel, si se trabajara por una Demanda de Transportación y no de forma operativa como ocurre hoy, por bajo aprovechamiento de la carga por recorrido.
- Implantación de odómetros a los equipos, se eliminaría un posible error estimado del 1% del combustible consumido (7200 litros anuales estimados).
- Correcta calibración de la totalidad de las bombas e inyectores (a través de bancos de pruebas) se ahorrarían con un estimado del 5%, 36000 litros anuales de diesel.

➤ **Frigorífico Agropecuario.**

- Seccionalizar las cámaras de frío (350 KWh/día).
- Sustitución del aislamiento térmico (160 KWh/día).
- Sustituir los difusores de cámaras (650 KWh/día).
- Sustitución de torre de enfriamiento por condensadores evaporativos (650 KWh/día).

-
- Sustituir los motores eléctricos de los compresores por los adecuados (250 KWh/día).
 - Establecer control de los parámetros tecnológicos por computadora (660 KWh/día).
 - Sustituir 4 motores eléctricos de bomba de agua e instalar variadores de frecuencia (200 KWh/día).

➤ **Empresa Porcina Cienfuegos.**

- Reparación de los sistemas hidráulicos (2 MWh/mes).
- Recuperación de remolques paralizados (2000 litros de diesel por mes).
- Sustitución de lámparas de 40 por 32 W (732 KWh/año).

➤ **Izaje Cienfuegos.**

- Cambio de camiones planchas por camionetas para uso de los jefes de brigadas (7200 litros de diesel por año).
- Remotorización de las cuñas Internacional. (60000 litros anuales de diesel).
- Introducción de grúas sobre camión nuevas (20800 litros de diesel al año por concepto de traslado).

➤ **Oleohidráulica Cienfuegos.**

- Desconectar los fines de semana y dar calentamiento periódicos solamente en el horario de trabajo (Hornito del almacén central) posible ahorro en un mes, 100 KWh.
- Diseño y ejecución de mordaza hidráulica (103 KWh/mes).
- Adquisición de breakers necesarios (150 KWh/mes).
- Instalación de tubería para la garita desde tanque de la dirección (10 m³ de agua y 42 KWh/mes).

➤ **Hotel Club Amigos Faro Luna – Rancho Luna.**

- Instalación de Sistema Inteligente en habitaciones (448,2 MWh/año y 59386,50 CUC).
- Sustitución del gas por calentadores solares de agua (88778,81 CUC).

➤ **Hotel Jagua.**

- Montaje de dispositivo de desconexión automática en las cámaras frías (19,5 KWh/año).
- Reposición del aislamiento térmico en tuberías de agua caliente y helada (4296 KWh/año).
- Alimentación de la lavadora de ropas Bilbao con agua caliente sanitaria (1296 KWh. /año).
- Restaurar el Sistema Automático del clima centralizado y del control del alumbrado exterior (5400KWh/año).
- Restaurar los sistema de control automático del bombeo de agua potable y el de fecales (4600 kWh/año).
- Reponer el horno vaporizador Rational con alimentación de 380V trifásico y eliminar el transformador de alimentación actual del mismo (20123 kWh/año).
- Restaurar los sistemas de control automático del bombeo de agua potable y el de fecales (4600 kWh. /año).

- Reponer el horno vaporizador Rational con alimentación de 380v trifásica y eliminar el transformador de alimentación actual del mismo (20123 kWh. /año).

➤ **PLASTIMEC.**

Ha identificado un potencial de ahorro de:

- 332,98 MWh en energía eléctrica (36,6% de ahorro).
- 20,55 t de diesel (40,85%).
- 1674,86 CUC.

➤ **ECOI No. 6.**

- Sustitución de 218 lámparas fluorescentes de 40W por 32W y el cambio de balastos electromagnéticos por electrónicos (11,05 MWh/año).
- Culminar con el cambio de equipos electrodomésticos (refrigeradores y aires acondicionados) altos consumidores (15,22 MWh/año).
- Sustitución de equipos destinados al transporte de personal por OM Internacional (23,8 t de diesel y 14021.93 CUC).

ANEXO: 2 Datos energéticos del municipio de Cienfuegos.

Datos Energéticos del Municipio de Cienfuegos. Frecuencia Diaria.				
Mes: Julio/09				
DIA	PRODUCCION	ENERG. ELECT. (MW/h)	COMBUST. DIESEL (TON)	PETCOKE (TON)

1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				