



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
UNIVERSIDAD DE GRANMA**



Facultad de Ciencias Técnicas-Departamento de Ciencias Técnicas

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Sede Latacunga

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

**Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del  
municipio Yara de la provincia de Granma, Cuba**

**AUTOR:** Diego Sebastian Chicaiza Lagla

**TUTOR:** Ing. Lázaro Ventura Benítez Leyva

**COTUTOR:** Ing. Alain Ariel de la Rosa Andino

**BAYAMO, M. N.**

**2012**

“Año 54 de la Revolución”

**LATACUNGA–ECUADOR**

**2012**

“Por la vinculación de la Universidad con el Pueblo”

## **PENSAMIENTO**

Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.

***Mahatma Gandhi (1869-1948) Político y pensador indio.***

## **DEDICATORIAS**

A Dios, por ser la fuente de sabiduría y ejemplo que mediante el sacrificio se puede lograr todas las cosas.

A mi madre, por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer, gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia para enseñarme, por el amor que me das, por los regaños que me merecía y no entendía.

Gracias mami por darme el aliento, confianza, y apoyo en los momentos difíciles de mi carrera a ti te dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de este trabajo de diplomado.

A mi tía, ejemplo de superación y dedicación; que sin su ayuda no sería posible la culminación de este trabajo de diplomado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A cada uno de los que son parte de mi familia a mi Madre María por su esfuerzo, perseverancia, sacrificio y amor a mi Padre y mis queridos hermanos que han estado en todo momento.

A mi Tía Elvia, que me enseñó que todo lo que se comienza se culmina sin importar los obstáculos.

También a todos mis primos y amigos que estuvieron en esos momentos difíciles y que me ayudaron a sobrepasarlos gracias por las aventuras vividas.

Como olvidarme de mis profesores no solo de la carrera sino de toda la vida, mil gracias porque de alguna manera forman parte de lo que ahora soy. De manera especial mis tutores Ing. Lázaro Ventura Benítez Leyva e Ing. Alain Ariel de la Rosa Andino por toda su ayuda paciencia y enseñanzas.

Finalmente, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por ser el templo de sabiduría donde obtuve todos los conocimientos y a la Universidad de Granma quien me acogió de la forma más incondicional para la culminación de este proyecto de vida.

## RESUMEN

El presente trabajo se efectuó en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales, Yara perteneciente a la Empresa de Conserva de Frutas y Vegetales de la industria alimenticia de la provincia Granma, Cuba. El mismo tiene como objetivo evaluar el nivel de gestión energética en la fábrica, con el propósito de lograr una mayor eficiencia y competitividad. Para ello se recurre al empleo de la metodología propuesta por el Centro de Estudio y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos para la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). Para cumplimentar dicho objetivo se parte de una base, que en nuestro caso, comprendió la toma de los consumos de electricidad, combustibles Diesel (transporte y tecnológico), Fuel Oil y agua, así como los costos para 1 kWh y 1 L de electricidad y Fuel Oil, respectivamente; para el año 2011 y los primeros cinco meses del 2012. Registrados en los departamentos de economía y energía de la entidad, con la cual se confeccionó una base de datos aplicando el método analítico-matemático de la (TGTEE), apoyándose en el paquete de Microsoft Office (Excel). Los resultados evidencian que los portadores energéticos de mayor peso en la producción de la fábrica son el Fuel Oil y la energía eléctrica. En el año 2011 no existe correlación entre los consumos de los portadores energéticos y la producción. Sin embargo, en el año 2012 si existe correlación, con coeficiente de determinación de 0,78 y 0,77 respectivamente.

## **ABSTRAC**

The present work I take place in the Conserve Factory of Fruits and Vegetables, Yara pertaining to the Conserve Company of Fruits and Vegetables of the nutritional industry of the Granma province, Cuba. The same must like objective evaluate the management level energetic in the factory, in order to obtain a greater efficiency and competitiveness. For it one resorts to the use of the propose methodology by the Training Center and Environment (CEEMA) of the University of Cienfuegos for the application of the Technology of Efficient Total Management of Energy (TGTEE). In order to compliment this objective part of a base, that in our case, included the taking of the consumptions of electricity, fuels Diesel (transport and technological), Oil Fuel and water, as well as the costs for 1 kW\*h and 1 L of electricity and Oil Fuel, respectively; for year 2011 and the first five months of the 2012. Registered in the departments of economy and energy of the organization, with which a data base was made applying the method analytical-mathematician of (TGTEE), leaning in the package of Microsoft Office (Excel). The results demonstrate that the power carriers of greater weight in the production of the factory are the Oil Fuel and the electrical energy. In 2011 correlation between the consumptions of the power carriers and the production does not exist. Nevertheless, in 2012 if correlation exists, with coefficient of determination of 0,78 and 0, 77 respectively.

## **ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>CAPÍTULO I: Estado actual de la gestión energética</b> .....	5
1.1. Situación de la gestión energética en el mundo.....	5
1.2. Problema energético en América Latina y el Caribe. ....	6
1.3. Situación de la Gestión Energética en Cuba.....	9
1.4. El problema energético en Cuba.....	11
1.5. La eficiencia energética como vía de conservación y ahorro.....	15
1.6. ¿Qué es la Eficiencia Energética? .....	16
1.7. ¿Por qué es importante elevar la eficiencia energética? .....	16
1.6. Programas de ahorros de energía. ....	17
1.6.1. Generalidades.....	18
1.7. Evaluación de medidas para el ahorro y el uso racional de energía.....	20
1.8. Programa de ahorro de energía en Cuba (PAEC). ....	20
1.9. Indicadores energéticos en el ámbito de empresas.....	22
1.10. Ventajas de la aplicación de un sistema de gestión energética en una empresa. .....	24
1.11. Principales errores que se cometen en la gestión energética.....	24
Se atacan los efectos y no las causas de los errores de los problemas:.....	24
<b>CAPITULO II: Materiales y métodos</b> .....	29
2.1. Caracterización de la empresa conserva de frutas y vegetales.....	29
2.2. Descripción de la labor y del flujo productivo de fábrica. ....	30
2.3. Caracterización energética de la fábrica.....	30
2.4. Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).....	31
2.4.1. Sistema de Gestión Energética.....	31
2.4.2. Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). ....	33
2.4.3.2. Gráficos de Control. ....	36
2.4.3.3. Gráfico de consumo y Producción en el tiempo (e – p vs. t). ....	37
2.4.3.4. Diagramas de dispersión y correlación. ....	37
2.4.3.5. Diagramas de consumo – producción (e vs. p). ....	38
2.4.3.6. Diagrama índice de consumo – producción (ic vs. p).....	38
2.4.3.7. Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM). ....	40
2.4.3.8. Diagrama de Pareto. ....	41
2.4.3.9. Estratificación. ....	41
2.4.3.10. Sistemas de monitoreo y control energético. ....	42
2.4.3.11. Métodos de control.....	44
<b>CAPÍTULO III: Análisis y discusión de los resultados</b> .....	45
3.1. Evaluación de los indicadores de la gestión energética. ....	45
3.2. Análisis económico. ....	50
<b>CONCLUSIONES</b> .....	52
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	53
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	54

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los grandes retos que han de abordar los países en los próximos años, en función de las actuales tendencias de una sociedad más sostenible, lo constituyen las grandes transformaciones que se experimentan en el ámbito energético y ambiental.

Hasta los días de hoy y desafortunadamente, de un futuro no tan cercano, el 80 % de las necesidades energéticas de nuestro planeta son satisfechas con la utilización de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón). Todos ellos extinguidos, fuertemente contaminantes y utilizados en forma ineficiente, por el interés predominante de la producción de energía sobre el de sus efectos ecológicos.

La importancia de reducir el consumo de estas fuentes primarias se ha transformado de un problema económico a un problema vital, y de un problema vital del futuro a unos de los mayores accidentes que ya padecemos en el desarrollo de la humanidad. Hasta el momento, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro, para la conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene reducida efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido; todo ello por limitaciones financieras para aplicar los proyectos, pero sobre todo, por no contar por parte de la empresa con la cultura, ni con las capacidades técnico-administrativas necesarias para realizar el seguimiento, control y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas. Por lo que es necesario que en las empresas se introduzcan cambios con el fin de tener un buen control energético aumentando con esto la eficiencia y la competitividad (Borroto, 1997a; Campos *et al.*, 2002; ADEME, 2004; Pichs, 2011).

El alto nivel competitivo a que están sometidas las empresas desde los años 90 les impone cambios en su sistema de administración. No es suficiente dirigir desde un

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

núcleo generador de soluciones a los problemas (generalmente Consejo o Junta de Dirección), a través de medidas que compulsen a los hombres y dediquen los recursos a lo que sea considerado fundamental, sino una estrategia, un sistema entendido por todos y la capacidad de llevarlo a cabo, que garantice la estabilidad y la masificación de cada resultado en sentido de la visión que se haya propuesto la empresa. Para esto se necesita un nivel determinado de cultura empresarial dado por los nuevos criterios de planificación, organización y control.

Se estima que en Cuba en la industria las actividades con mayor potencial son: el níquel, el cemento, el acero, la generación eléctrica y la refinación de petróleo y en menor medida la de la industria alimentarias y del papel. En todas ellas las medidas fundamentales se dirigen a elevar la disciplina tecnológica, mejora técnica y técnico-organizativa, adición de equipos recuperadores de energía, aprovechamiento del calor residual, sustitución por combustibles económicamente más ventajosos, mejoras en la combustión, automatización en los controles y otras.

Existe una explosión de la utilización de los métodos termodinámicos de análisis de proceso en las diferentes ramas de la industria moderna en la última década. La necesidad de su utilización se ha establecido para poder encontrar una magnitud equivalente entre los distintos tipos de energía que en forma combinada usan los centros industriales y de servicios. Sin esta magnitud equivalente sería imposible evaluar correctamente los costos de las diferentes corrientes energéticas y sus pérdidas, aspectos imprescindibles en la evaluación económica de inversiones para el ahorro y la conservación de la energía y el establecimiento de programas para la reducción de los costos energéticos.

Lo más importante para lograr la eficiencia energética de una empresa no es solo que tengamos un plan de ahorro de energía, sino que exista un sistema de gestión energética que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general que integre las acciones del proceso productivo o de servicios que se realiza.(Campos *et al.*, 2002)

La provincia Granma es una de las más limitadas en los recursos financieros, con baja capacidad de inversión. Es por esto que es necesario garantizar las producciones venideras con un consumo mínimo de portadores energéticos así como establecer la eficiencia energética como una vía para el crecimiento de la economía del territorio. La fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales Yara es una entidad que en los últimos años ha visto la necesidad de garantizar sus producciones con un consumo racional de sus portadores energéticos, debido a que en los últimos años su producción no ha estado acorde con los consumos de sus portadores energéticos.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente es factible la ejecución de este trabajo de investigación el cual tiene como:

**Problema Científico:** No existe un estudio lo suficientemente profundo que involucre aspectos técnicos-económicos que permita evaluar el nivel de gestión energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, Cuba.

**Hipótesis:** Si se utilizan las herramientas de la gestión energética es posible la determinación del nivel de administración de la energía en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, Cuba.

**Objetivo:** Evaluar el nivel de gestión energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, Cuba.

## **CAPÍTULO I: Estado actual de la gestión energética.**

### **1.1. Situación de la gestión energética en el mundo.**

En la actualidad se vive en una sociedad de consumo, que utiliza sus recursos para su mejor confort y cuanto más consume, mejor. La visible mejora en la calidad de vida de los países industrializados, mayores consumistas, hace que los países en vías de desarrollo, quieran seguir su modelo. Es por ello que la mayor parte de la estructura de oferta de energía primaria está basada en petróleo y gas en más del 80 % a nivel mundial.

La producción mundial de petróleo aumenta a un ritmo mucho menor que su demanda por ejemplo: en el 2005 la producción creció en un 0,8 %, frente al 2004, pero la demanda aumentó un 3 %. Expertos de la industria petrolera, estiman que las reservas actuales sólo servirán para cubrir las necesidades de los próximos cincuenta años. Si esto no es del todo exacto, la realidad es que es un recurso agotable a corto plazo. Por otro lado, el uso de combustibles fósiles produce contaminación, un incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero y como resultado, un aumento del calentamiento global (Material, 2006).

Los cambios en la situación energética mundial desde que estallo las crisis Iraquí, provocó que muchos países hayan comenzado a ajustar sus políticas energéticas, incluyendo medidas tradicionales de estabilizar los precios del petróleo y nuevas medidas para adaptarse a la globalización económica (CNE, 1990).

Las políticas de desarrollo en América Latina, se han orientado, en lo fundamental, a aprovechar los recursos naturales existentes en abundancia y baratos, mediante una explotación intensiva, antes que a promover el ahorro y el uso eficiente de la energía, con la excepción de países como Brasil (Castro, 1992).

El futuro amenazador para nuestro entorno, aún se complica más si se tiene en cuenta que sólo un 25 % de la población mundial consume el 75 % de la producción energética. Este dato, además de poner de manifiesto la injusticia y desequilibrio social existente en el mundo, indica el riesgo que se está adquiriendo al exportar un modelo agotado y fracasado de países desarrollados a países en desarrollo. El modelo es un paradigma en el que la producción energética se sustenta en una visión del mundo en la que el ser humano es el dominador de la naturaleza y del entorno, en vez de sentirse integrada del mismo, y en el que el consumo se manifiesta como un grado de confort (Cereijo, 2001; British, 2011; Pichs, 2011).

## **1.2. Problema energético en América Latina y el Caribe.**

América Latina no ha estado alejada de los problemas energéticos mundiales y ha vivido desde hace muchos años los embates de la crisis energética internacional, fundamentalmente la de los años de la década del 70, de aquí que en este contexto nace la organización latinoamericana de energía (OLADE). Esta organización está conformada por 26 países del área (incluida Cuba), y tiene entre sus objetivos el de desarrollar los recursos energéticos, además de atender conjuntamente los aspectos relativos a su eficiente y su racional aprovechamiento, a fin de contribuir al desarrollo económico y social de la región (OLADE, 2000; Arraiza, 2005).

Sin embargo es preciso señalar que los países que integran a la América Latina y el Caribe, no todos presentan las mismas condiciones desde el punto de vista energético, por ejemplo: Venezuela, México, Trinidad y Tobago, Colombia y Ecuador, que son considerados exportadores netos de petróleo; pero los de mayor peso son México, Venezuela y Colombia, aunque esta última ha disminuido su cuota de 820.000 barriles por día (bpd) en 1999 a 520.000 bpd en el 2005. Mientras que México, junto con Venezuela, concentra el grueso de las reservas disponibles en América Latina. México representa un 1,4 % de ellas a nivel mundial y produce el 5% de la oferta mundial; Venezuela, en cambio, es la quinta exportadora mundial de petróleo y, cuenta con unas

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

reservas para 250 años, manteniendo el volumen vigente de extracción, con el 6,8 % de las reservas, aporta el 3,9 % de la producción (Canedo, 2005).

Entre tanto hay países que se autoabastecen de petróleo como Argentina y, con limitaciones, Bolivia. Pero a partir del 2005 esa condición sería también la característica de Brasil, cuya situación es analizada entre los países importadores de hidrocarburos. Por ejemplo Argentina a pesar de poseer petróleo, en la actualidad importa gran cantidad de gas y petróleo de otros países. Por su parte, Bolivia tiene una producción de hidrocarburos que en 2005 fue equivalente a su consumo, pero que no es suficiente para cubrir enteramente sus necesidades, lo que le obliga a importaciones de crudo que no son significativas.

Por otro lado hay otros países que son importadores netos de petróleos, en Sudamérica por ejemplo, esta condición la tiene Perú, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay; en Centroamérica (excluyendo a México, Venezuela y Colombia), la única nación exportadora de hidrocarburos es Trinidad y Tobago. Todos los restantes no tienen reservas de petróleo, con la excepción de Cuba y Guatemala que producen petróleo, pero son importadores netos (Honty, 2006).

En tanto, el comportamiento de la demanda y los consumos energéticos en el área, producto al crecimiento de la población y el desarrollo en algunas esferas de la producción, hacen que los volúmenes se incrementen para poder satisfacer las necesidades cada día más crecientes en estos países. De aquí que por ejemplo en Argentina, Brasil, México y Venezuela representan el 73,75 % del consumo total de energía en América Latina y el Caribe. En términos absolutos el orden es: Brasil (30,15 %), México (24,36 %), Argentina (9,79 %) y Venezuela (9,45 %). Por su parte, en Argentina y México el sector transporte es el mayor demandante con un 33% y 35,5% respectivamente, pero en Brasil y Venezuela el mayor consumidor es el sector industrial con 35,1 % y 50,0 % respectivamente. Mientras que en Chile y Colombia el consumo se distribuye casi proporcionalmente entre el sector transporte, industrial y residencial.

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

Entre tanto, en Cuba el 45 % del consumo corresponde al sector industrial y el 37 % al residencial, sin embargo en Ecuador, Costa Rica, Granada y Jamaica más del 42 % corresponde al sector transporte. Pero en los países como Trinidad y Tobago y Surinam el principal destino de la energía es el sector industrial con un 67,1 %. Por otro lado, hay países donde más del 40 % de sus consumos están en el sector residencial y servicios como Perú, Guatemala, Nicaragua y Haití (CEDEX, 1998).

Teniendo en cuenta estos datos relacionados con situación energética del área, y debido a las presiones de los Estados Unidos para que estas naciones formen parte del área de libre comercio para las Américas (ALCA), con el objetivo de anexarse energéticamente y económicamente a esta región, es que se da surgimiento a la Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA), como necesidad de contrapartida al ALCA, ya que esta tiene como objetivo de lograr unificar social, económica y políticamente los estados pertenecientes a la América Latina y el Caribe, para que estos puedan ser independientes y se liberen de los propósitos neoliberales. El ALBA se formuló por primera vez por el Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Chávez Frías, en el marco de la III Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de la Asociación de Estados del Caribe, celebrada en la Isla de Margarita en diciembre de 2001, y ha tenido mucho impacto sobre las nuevas políticas llevadas a cabo por los acuerdos y convenios entre los estados de esta región.

Es por ello que debido a estos convenios y con la aprobación de los mandatarios de la región, en conjunto con el presidente de la República Bolivariana para las Américas dan nacimiento a:

PETROSUR que es integrada por Argentina, Brasil, Venezuela y Uruguay.  
PETROCARIBE se encuentra compuesta por 14 países de la región caribeña, incluida Cuba.  
PETROANDINA se incluyen Ecuador, Colombia, Bolivia, Perú y Venezuela.  
Finalmente, PETROAMÉRICA es una iniciativa impulsada por el Gobierno Venezolano para redefinir las relaciones existentes sobre la base de sus recursos y potencialidades,

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

aprovechar la complementariedad económica, social y cultural a fin de reducir las asimetrías de la región. En ella confluyen las tres iniciativas anteriores.

Donde su objetivo fundamental es lograr y estimular la política de cooperación energética de Venezuela con los países de América Latina y el Caribe en el sector energético, incluyendo petróleo y sus derivados, gas, la electricidad y su uso eficiente, cooperación tecnológica, capacitación, desarrollo de infraestructura energética, así como el aprovechamiento de fuentes alternas tales como: energía eólica, solar y otras (CEDEX, 1998).

### **1.3. Situación de la Gestión Energética en Cuba.**

La fuente de energía más barata es la eficiencia energética ya que generalmente la inversión principal para obtenerla está hecha, es el equipo, el sistema o la tecnología donde se producen las pérdidas. El problema fundamental para explotarla lo constituye la determinación del lugar donde estas se producen, las vías que conducen a su reducción o eliminación, la evaluación del costo - beneficio de cada una de esas vías, el seguimiento de la aplicación de la decisión adoptada y su control así como la evaluación técnico - económica final del proceso. Además de ser la fuente de energía más barata y menos contaminante de todas las fuentes ya que solo no afecta el medio, sino que reduce la contaminación ambiental, la eficiencia energética no es una fuente despreciable. En América Latina y el Caribe la OLADE considera que mediante el uso eficiente de la energía podría reducirse el consumo específico de combustible de la región entre el 10 y 20 % en corto y mediano plazo (Campos *et al.*, 2002).

En Cuba la comisión nacional de energía consideró que por esta vía, con inversiones menores y de rápida recuperación (menores de 1,5 años) se lograría un ahorro anual del 5 % del consumo del país. Más del 45 % de este ahorro se obtendría en el sector industrial, el 40 % en los sectores residenciales y de servicios, y en el transporte casi un 10 % (Bazmi y Zahedi, 2011).

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

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

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

Campos *et al.*,(2002) considera que existen potenciales de ahorro aún no suficientemente abordados en el uso de la cogeneración, el incremento de la eficiencia energética en la refrigeración y la climatización, la nacionalización de motores sobredimensionados, las posibilidades de ahorro en el turismo, la construcción, la industria textil, la agricultura, así como en el sector doméstico, que podrían llegar en una segunda etapa a reducir la intensidad energética en un 10 %.

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

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

#### **1.4. El problema energético en Cuba.**

Cuba es un país que no está exento de la crisis energética internacional, y en torno a esto arrastró una de las peores crisis electroenergética de su historia, ya que se contaba con 10 plantas termoeléctricas con una capacidad instalada de 3 958 MW; donde el 72,77 % le correspondía a las termoeléctricas, los autoprodutores de Níquel y el MINAZ con el 16,52 %; la Hidroeléctrica con el 1,48 %, las turbinas de gas con el 7,88 % y el resto pertenecía a la eólica. Estas plantas tienen 46 unidades de generación, sin embargo, debido a varias causas como por ejemplo: averías, la falta de mantenimiento en el tiempo planificado y el uso de combustible no idóneo para su operación, provocaron que la capacidad real de generación fuera de 1 200 MW. El consumo de electricidad se concentraba en la industria, el sector residencial y los servicios con más del 95% (Cereijo, 2001; Ayes, 2008).

Por su parte, la demanda de energía eléctrica en Cuba, se redujo de 2 500 MW en el 1989 a 950 MW en el 2005, debido al gran número de industrias paralizadas, así como a una baja en el consumo agrícola y doméstico (García, 2007).

En torno a esto la crisis se hizo más aguda debido a los accidentes ocurridos en mayo del 2004, en la central termoeléctrica matancera Antonio Guiteras, lo que unido a la falta de suministro de combustible por parte de la antigua URSS; la nación cubana experimentó enormes apagones, que en ocasiones fueron por más de 10 horas. Para este período la generación de electricidad era de 15 673 GWh, donde el 78 % de esta generación le correspondía a las termoeléctricas y el resto se repartía en las turbinas de gas, las plantas diesel, hidroeléctricas, etc. (Zonas, 2005).

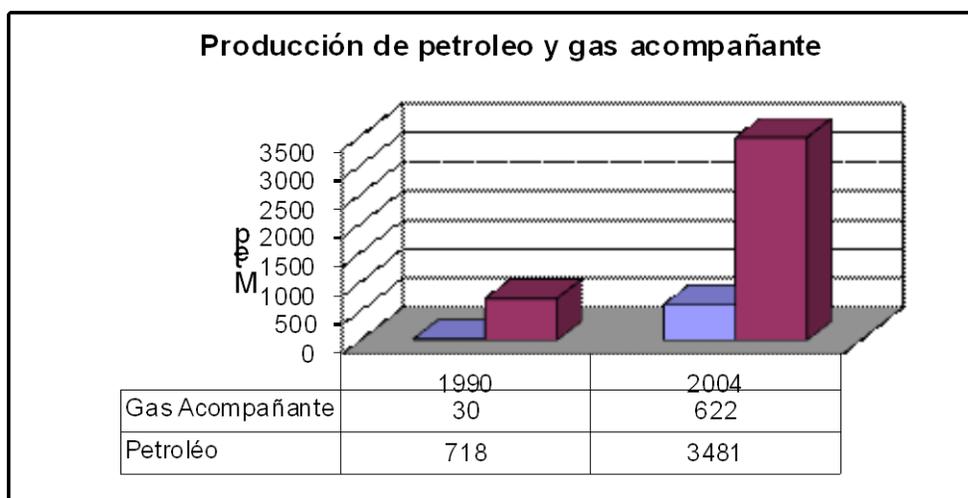
En medio de esta situación se logran algunos convenios con la República Bolivariana de Venezuela y otras entidades exportadoras de combustibles. Uno de los acuerdos realizados con Venezuela, se encuentra la venta a Cuba de 53 000 barriles diarios de petróleo (2,5 millones de toneladas anuales), el 80 % de los suministros, Cuba lo pagará a precios del mercado mundial y en los 90 días posteriores a la entrega. El plazo

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

de pago para el 20 % restante podrá estar entre los 5 y 20 años, en dependencia del precio promedio anual que alcance el petróleo (Zonas, 2005).

De aquí que se mantuvo la política de impulsar la extracción del crudo nacional y del gas acompañante, ya que como se muestra en la figura 2, se produce un amplio crecimiento de ambos en el período de 1990 al 2004, donde para el gas fue de un 25 % y el petróleo de un 31 % (Material, 2006).



**Fig.2 Producción nacional de crudo y gas acompañante en, miles de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep).**

**Fuente:** [www.OLADE.org.ec/documentos/ONE.doc](http://www.OLADE.org.ec/documentos/ONE.doc)

No obstante, el sistema eléctrico nacional se mantuvo dañado en el 2005, debido fundamentalmente por las diferentes averías en las plantas generadoras (Felton, Rente, etc.), y da señales de estabilidad en los primeros meses del 2006; aunque se mantienen en vigor las medidas de ahorro y contingencia. Sin embargo producto a los elevados precios del petróleo por encima de los \$ 60/barril, hace que el país invierta cada año más de 1 200 millones de dólares en la importación de este recurso (Material, 2006).

Fue así que para el período 2005-2006, el gobierno cubano decide tomar una serie de alternativas con el objetivo de aprovechar al máximo los recursos que hoy disponemos para la generación de energía eléctrica, y desarrollar programas para el uso de las fuentes de energías renovables en conjunto con las tradicionales, pero con más eficiencia (Material, 2006; Económico, 2007).

Por todos los factores antes descritos se anuncia un cambio total en la concepción de generar energía eléctrica y se traza como política una serie de programas energéticos que se denominaron revolución energética, el cual se define como la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un Sistema Electroenergético Nacional más eficiente y seguro (Material, 2006; Económico, 2007).

**Entre los objetivos más importantes de este programa tenemos las siguientes:**

- Impulsar las fuentes renovables de energía (eólica, fotovoltaica, etc.).
- Incrementar la eficiencia energética en las empresas cubanas.
- Aplicar medidas para la transformación del sistema electroenergético nacional.

**No obstante para poder garantizar la transformación del sistema electroenergético es necesario que se adopten las medidas siguientes** (Material, 2006; Económico, 2007):

- Adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes y seguros con grupos electrógenos y motores convenientemente ubicados en distintos puntos del país.
- Intensificación acelerada del programa para incrementar el uso del gas acompañante del petróleo nacional en la generación de electricidad mediante el empleo del ciclo combinado.
- Rehabilitación total de las redes de distribuciones anticuadas e ineficientes que afectaban el costo y la calidad del fluido eléctrico.

- Priorización de los recursos mínimos necesarios para una mejor disponibilidad de las plantas del sistema electroenergético y su paso a conservación.
- Un programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar en Cuba.

**Es por ello que con la aplicación de la nueva concepción de generación, aportará las siguientes ventajas** (Material, 2006; Económico, 2007):

- Distribución geográfica adecuada, lo cual contribuye a la protección del servicio eléctrico de la población y los objetivos económicos y sociales ante huracanes y averías.
- Disponibilidad mayor de un 90% y muy por encima del 60% de las plantas termoeléctricas en nuestro actual sistema.
- Rehabilitación de las redes con el objetivo de reducir las pérdidas de distribución y los bajos voltajes.
- Por otro lado, el país ha contratado un total de 4 158 grupos electrógenos de emergencia, que representan un potencial a instalar de 711 811 kW.

**Otras medidas para incrementar el ahorro y la eficiencia energética**(Material, 2006; Económico, 2007):

- a) Incrementar la utilización de fuentes de energías renovables, fundamentalmente de la solar y eólica.
- b) Cambio y sustitución de diferentes equipos altos consumidores de energías por otros de menor consumo, entre los cuales se encuentran: los refrigeradores, televisores, hornillas eléctricas, bombas de agua, etc.
- c) La remotorización de algunos vehículos y la compra de otros más eficientes.

### **1.5. La eficiencia energética como vía de conservación y ahorro.**

El ahorro de la energía y la eficiencia energética están estrechamente relacionados con el uso adecuado de los medios consumidores y a los hábitos de consumo individuales. Al hablar de la eficiencia con que se emplea la energía, no es válido el criterio de modo común aceptado de que “más vale que sobre y no que falte”, ya que en términos energéticos, de lo que se trata es de utilizar solo lo necesario.

Las propuestas de ahorro y uso racional de los recursos energéticos que pueden realizarse, tanto en el hogar como en las oficinas, industria, etc., están dirigida básicamente a:

- Aumentar la eficiencia durante el proceso de transformación de la energía de formas menos aprovechables a otras formas más aprovechables, así como durante su transmisión, evitando la disipación de energía en los procesos intermedio.
- Aumentar la eficiencia durante la utilización de la energía, al disminuir la cantidad que se degrada innecesariamente, ya sea por el empleo ineficiente o innecesario de los equipos.

Para lograr estos dos propósitos es preciso considerar un grupo de elementos como son los siguientes:

- El adecuado diseño arquitectónico de las edificaciones con vista a minimizar el gasto de energía.
- El acomodo de la carga que permita elegir los horarios más adecuados para las funciones que requieran un mayor consumo de energía.
- El cumplimiento de las instrucciones de los fabricantes en el uso de los aparatos, maquinarias e instrumentos, con vistas a no someterlos a regímenes de explotación inapropiados, que ocasionen elevados consumos de energía.
- El conocimiento de los equivalentes energéticos de cada una de las actividades que realizamos, el empleo de equipos electrodomésticos y luminarias más eficientes, así

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

como la introducción de la cogeneración eléctrica y un uso cada vez mayor de las energías renovables.

Al tener todos estos factores en cuenta, se podrá cubrir más racional y eficientemente las necesidades energéticas (Arratría, 2002; Pichs, 2011).

### **1.6. ¿Qué es la Eficiencia Energética?**

La Eficiencia Energética y la conservación de la energía son dos conceptos muy relacionados entre sí pero diferentes. La conservación de la energía es obtenida cuando se reduce el consumo de la energía, medido en sus términos físicos. Es el resultado, por ejemplo, del incremento de la productividad o el desarrollo de tecnologías de menores consumos de energía. La eficiencia energética es obtenida, sin embargo, cuando se reduce la intensidad energética de un producto dado (consumo de energía por unidad de producto), o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida a los niveles de confort. La eficiencia energética contribuye a la conservación de la energía. Lo que persigue en ambas es mitigar la situación de que la humanidad, los últimos 200 años ha consumido el 60% de los recursos energéticos fósiles que fueron creados durante 3 millones de años, pero en un caso se espera reducir el valor total del consumo y en otro ser más eficiente en el uso (Llanes, 2006).

### **1.7. ¿Por qué es importante elevar la eficiencia energética?**

A nivel Global los beneficios de la eficiencia energética son la reducción de las emisiones contaminantes y la contribución al desarrollo sustentable. A nivel de nación, la conservación de los recursos energéticos límites, la mejora de la seguridad energética, la reducción de las importaciones de energéticos y la reducción de costos que pueden ser utilizados para el desarrollo. A nivel de empresa el incrementa la competitividad, eleva la productividad y las ganancias (Llanes, 2006).

## **Medidas en el sector industrial y el transporte de los energéticos.**

Dentro de las medidas al interior de los sectores industria y transporte, encontramos una diversidad de arreglos, en dependencia de las particularidades y condiciones imperantes para cada actividad en el momento de acometer estos programas.

Por ejemplo, el Ministerio de la Industria Ligera (MINIL) fue quien dio inicio al redimensionamiento de las fábricas grandes con fuerte consumo energético, en particular las textileras; a éstas siguieron las de materiales para la construcción y las de la industria alimentaria. Adicionalmente, se procedió a reconvertir y reordenar a las empresas pequeñas y medianas, con el objetivo de readecuar la capacidad de producción y mejorar la intensidad energética de las ramas aludidas.

Por otra parte, para aliviar el severo efecto en la población, causado por la menor capacidad de transporte del sistema público, se promovió el uso extendido de bicicletas y la utilización de camiones con tráiler de carro de ferrocarril para el transporte de pasajeros. Una medida complementaria para atender al problema del desplazamiento de los trabajadores fue su reubicación en función de la cercanía a sus domicilios (Rodríguez, 2000).

El desempeño reciente en materia de eficiencia energética evidencia la posibilidad de desplegar un trabajo de mayor envergadura dirigido a la consolidación de la tendencia a la disminución de la intensidad del consumo de energía, la cual en la presente etapa recuperativa de la economía se ha comenzado a observar de manera orgánica a partir de 1998. El país cuenta con un gran potencial en materia de eficiencia energética y conoce las principales áreas donde este se ubica (Rodríguez, 2001).

### **1.6. Programas de ahorros de energía.**

El ahorro de energía es un tema en el que según (CREG, 2006) el factor preponderante es el monetario, es así como si la población en general no siente que este le afecta la

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

economía, no va a tomar acciones a su favor. Es por esto que la implementación de incentivos o reducción de pérdidas y por el uso de tecnologías eficientes ayudaría a cumplir con los objetivos trazados por las empresas (Kruska, 1999).

El tema de ahorro de energía en el país se encuentra en su fase inicial, el hecho de que los costos de la energía fueran subsidiados por el estado, creó en la población en general una conciencia del ahorro casi inexistente. En el sector industrial la idea de invertir en tecnologías eficientes no existía debido a que cualquier proyecto tendría un período de recuperación de la inversión muy largo y no se justificaba su apoyo.

El desconocimiento de herramientas de gestión energéticas hace que los potenciales de ahorro no sean claros, y por otro lado, no se fundamentan adecuadamente los proyectos de ahorros de energía por cambios o mejora de equipos con el fin de convencer a la alta gerencia de las oportunidades de negocios, es decir, no se traduce la mejora de la eficiencia al lenguaje internacional del dólar.

La falta de normas e inspecciones que controlen la eficiencia con la que se trabaja en las empresas y el mal uso de la energía hacen que la entidad no tome conciencia de la importancia para el país al respecto y del beneficio que esta generaría para su propio desarrollo. Todos estos inconvenientes a superar hacen parte de la etapa inicial en que se encuentra la gestión energética, y deben tomarse las acciones pertinentes para su superación basándose en el cambio de la mentalidad de ahorro de sus usuarios.

#### **1.6.1. Generalidades.**

Un programa de ahorro de energía en la empresa, consiste en una serie de actividades que conduzcan a la detección de áreas con oportunidades de ahorro de energía, planteamientos de medidas de ahorro, evaluación técnico – económico de las medidas y finalmente su implantación.

Existen dos tipos de ahorros de energía eléctrica cuyas definiciones planteadas por (FIDE 3, 1994; Figueroa, 1995) coinciden y se denominan:

- Medidas operativas (sin necesidad de inversión).
- Medidas de inversión.

**Las medidas operativas:** son aquellas que se pueden adoptar sin tener que hacer inversiones, normalmente están asociadas a cambios de hábitos en las operaciones de las instalaciones. Los logros que se pueden alcanzar están basados en el grado de concientización y sensibilización de ahorro de energía del personal involucrado.

**Las medidas de inversión:** son aquellas que para su implantación se requiere hacer inversiones, ya sean en equipos y/o servicios. Los logros que se pueden alcanzar serán en función de la tecnología empleada, y desde luego, de la cantidad de las inversiones que se puedan realizar.

Las principales medidas que podemos encontrar, están asociadas a los siguientes sistemas.

- Aire acondicionado y refrigeración.
- Aire comprimido.
- Sistema de bombeo.
- Control de demanda.
- Sistema de iluminación.
- Instalaciones eléctricas.
- Motores eléctricos.
- Torres de enfriamiento.

### **1.7. Evaluación de medidas para el ahorro y el uso racional de energía.**

El tratamiento de las posibles soluciones encontradas a los problemas energéticos que incrementan el consumo energético de equipos, áreas o procesos en la empresa es importante para incrementar la efectividad y alcanzar el mayor impacto posible de las tareas que decidan enfrentarse. Su objetivo es contar con un banco de soluciones debidamente argumentadas las que permitan tomar decisiones acertadas acerca de su ejecución, tantos como recursos propios de la empresa, como ante oportunidades de extremas de financiamiento que generalmente requieren de un proyecto en específico. Este proyecto puede elevarse fácilmente a partir del banco de soluciones (FIDE 1, 1995).

Para el procesamiento de las soluciones son necesarios datos iniciales que generalmente son determinados en una auditoria energética a la empresa, en una de sus áreas componentes.

Estos datos son: áreas o equipos donde existan potenciales de ahorros de energía, estimación o cálculo de energía, es decir, pérdidas en unidades de energía y en pesos de soluciones identificadas para cada una de las pérdidas (pueden ser más de una o con diferentes resultados ), estimado de las inversiones que requiera cada solución en pesos, estimado de la cantidad de energía perdida que recupera o ahorra cada solución en unidades de energías y en peso, estimado de la disminución del costo de las pérdidas energéticas, tiempo aproximado total de ejecución e implantación de la solución, periodo de amortización bruta de la solución, rendimiento bruto de la inversión por cada solución (Borroto, 2001; Borroto y Monteagudo, 2001).

### **1.8. Programa de ahorro de energía en Cuba (PAEC).**

El incremento de la eficiencia en Cuba es un objetivo permanente a perseguir en el uso de todas las formas de energía, tanto en su producción como consumo, y es particularmente importante en la utilización de los combustibles importados derivados

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

del petróleo, que seguirán estando presentes en el balance energético del país y por tanto en nuestras erogaciones de divisas.

La compleja situación internacional y el bloqueo que mantienen los Estados Unidos contra Cuba dificultan el acceso a las fuentes de financiamiento, suministro y tecnologías indispensables para lograr una alta eficiencia energética.

Cuba cuenta con una sólida base de conocimientos y experiencias acumulados en el uso racional de la energía, un nivel cultural y de concientización de la población superior al de otras naciones y una organización social que facilita la educación y la divulgación hacia prácticas de consumo eficientes.

Se considera que existe un alto potencial de la disminución del consumo en la disciplina tecnológica y las medidas de carácter técnico organizativo, que entre todas son las que menos recursos demandan, también en las inversiones que sustituyan eficientemente los consumos y el empleo de tecnologías de avanzada.

La electricidad es un elemento fundamental para lograr un impacto nacional en la superación de las limitaciones energéticas actuales, por la versatilidad de su uso, por disponer de un fuerte y único Sistema Electroenergético Nacional que llega a todo el país y porque constantemente se desarrollan en todo el mundo nuevas tecnologías cada vez más eficientes para su uso final.

La eficiencia energética es un aspecto muy vinculado a la disciplina tecnológica, a factores subjetivos y a la introducción de avances tecnológicos cuya asimilación requiere de la preparación y participación de todos, por ello la cultura energética de los técnicos, especialistas, cuadros y trabajadores en general, así como la propia sensibilidad de la población en estos aspectos, son factores fundamentales para avanzar en este propósito.

La divulgación masiva relacionada con la energía, la educación energética en el sistema

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

de enseñanza desde la formación primaria, la generalización de los avances científico-técnicos lograda a través del Movimiento del Forum de Ciencia y Técnica, la producción nacional y la importación de equipos y tecnologías energéticas, la superación y estimulación de especialistas, técnicos y trabajadores, el beneficio ambiental consecuencia del desarrollo energético y su manejo internacional con vistas a gestiones de apoyo financiero y recursos, los aspectos legislativos, normativos y financieros internos relacionados con el combustible, el uso de otras fuentes energéticas, son varias de las medidas que se están desarrollando para revertir la situación actual del país con respecto al crecimiento relativo anual de la intensidad energética respecto al producto interno bruto. El Programa de Ahorro de Energía de Cuba es una de las acciones más importantes y extensivas que se aplica en estos momentos (Campos *et al.*, 2002).

### **1.9. Indicadores energéticos en el ámbito de empresas.**

**Índice de consumo:** unidades de productos terminados por unidad de energía consumida. Este valor de índice de consumo puede ser calculado por tipo de producto o como índice de consumo general en el caso que el tipo de producción lo permita (si son varios productos diferentes pero de un mismo material el índice puede reducirse a toneladas de ese material etc.). Si se consumen diferentes tipos de energía para un mismo producto debe determinarse el consumo equivalente haciendo compatible los diferentes tipos. Este índice permite su comparación con las normas de consumo establecidas para la empresa.

Ejemplo de índices de consumo: TN cemento / TN equivalentes de petróleo; gramos equivalentes de petróleo / kWh; Kilogramos y vapor / Kilogramos de petróleo equivalente, MWh / cuatro noche ocupado.

El consumo equivalente de energía asociada a los productos o servicios realizados en la empresa se expresa en toneladas de petróleo equivalente. Las toneladas

equivalentes de petróleo se determinan mediante factores de conversión que relacionan el valor calórico real del portador energético con el valor calórico convencional asumido.

Estos factores pueden variar en dependencia del valor calórico real del portador energético, la actualización de los mismos puede obtenerse con los especialistas de energía del gobierno municipal o provincial (Campos *et al.*, 2002).

**Índice de gasto energético:** gastos en energéticos por pesos de gastos totales de la empresa. Generalmente se expresa en centavos de gastos totales. Este indicador está afectado por la fluctuación de los precios de sus componentes y no constituye un indicador de eficiencia energética, pero da una idea del peso del consumo energético en los gastos totales de la empresa. Teniendo en cuenta la doble moneda circulante en Cuba en ocasiones existe diferencia significativa cuando se determina en moneda nacional y en moneda libremente convertible, por lo que se recomienda determinarlos de ambas formas. Este indicador puede estratificarse y determinarse por tipo de energía consumida para conocer cual aporta más a los gastos energéticos de la empresa (Campos *et al.*, 2002).

**Índice relativo de la variación de los gastos en energéticos:** se determina para comparar un período con otro de la empresa en el que se trabajo en igualdad de condiciones, para evaluar el impacto de medidas de control o técnico organizativas tendientes a disminuir los consumos energéticos. Se calcula como la variación de los gastos de energéticos en un período de tiempo dado con respecto a la variación de los gastos totales en el mismo período de tiempo. Este indicador nos muestra como fue en el período la variación de los gastos energéticos con respecto a los gastos totales. Puede interpretarse de diferentes formas en dependencia de la variación que ocurran en el numerador y el denominador: pesos de disminución de los gastos energéticos por pesos de incrementos de los gastos totales, pesos de incremento de los gastos de energéticos por peso incrementado en los gastos totales etc. (Campos *et al.*, 2002)

**Intensidad Energética:** a nivel de empresa este indicador puede determinarse como relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción mercantil total. Nos refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción (Campos *et al.*, 2002).

**Competitividad:** es la capacidad de una empresa para sostener y expandir su participación en el mercado (Campos *et al.*, 2002).

#### **1.10. Ventajas de la aplicación de un sistema de gestión energética en una empresa.**

- Proporciona una alta protección ante los problemas de suministro de energía.
- Reduce los costos de los energéticos.
- Se puede planificar para minimizar riesgos de un futuro energético cambiante.
- Crear una cultura organizacional.
- Lograr confianza en la actividad productiva.
- Lograr la satisfacción de los clientes.

#### **1.11. Principales errores que se cometen en la gestión energética.**

##### **Se atacan los efectos y no las causas de los errores de los problemas:**

Este error ocurre fundamentalmente donde hay cultura de administración por reacción a los problemas y no se profundiza en la causa real que provocó los mismos. En este caso los proyectos, si es que se realizan, se enfocan a la solución de la causa aparente y sus resultados son temporales e inestables.

Una de las características de las empresas que actúan de esta forma es que no cuentan con un diagnóstico energético que permita establecer la interrelación funcional y de consumo que existe entre todos los elementos productores y consumidores de energía, de manera tal que puedan establecerse los elementos controlantes de los

costos energéticos y la influencia real de cada componente de la empresa en el costo energético total (policías energéticos). Solamente conociendo cuantitativamente estas relaciones podrán atacarse las verdaderas causas y actuar por planeación y no por reacción, ya que desde el punto de vista energético y aún más cuando se trata de energía térmica (calor o frío) puede ocurrir que donde se genere más alto consumo no sea el lugar donde debe encontrarse la causa.

- **Los esfuerzos son aislados, no hay mejora en todo el sistema.**

Este error es muy común en empresas que se preocupan por reducir sus consumos energéticos y consiste en que lejos de realizar un análisis integral de la producción, distribución y uso de la energía, concentran toda su atención en un elemento del sistema desarrollando inversiones que mejoran los indicadores de este, pero en detrimento de los indicadores generales, de otros equipos o de instalaciones. En resultado no se aprecian las mejoras esperadas. La simulación termodinámica del sistema es una de las herramientas más útiles para evitar este error ya que permite evaluar posibles efectos antes de aplicar alguna política de mejoras.

- **No se atacan los puntos vitales.**

En los sistemas energéticos de las empresas no saltan a la vista los puntos vitales que determinan los altos consumos, su detención requiere de la aplicación de herramientas estadísticas en diferentes regímenes de trabajo y de herramientas esenciales para establecer prioridades en políticas de ahorro y control de energía. Dentro de los métodos más usados están el diagrama de Pareto, Histogramas, Estratificaciones, Análisis energéticos, Análisis entrópicos y Balances termo – económicos.

- **No se destacan potenciales.**

La identificación de los potenciales de incremento de la eficiencia energética caracteriza la alta gerencia energética en empresas donde se actúa en un 80% o más por planeación y un 20% por reacción. Un potencial consiste en aquel elemento del sistema donde los costos de pérdida de energía que ocurren en el o por el en otras partes del sistema, superan los costos propios referidos a inversión inicial, tasa de retorno y mantenimiento. En este caso se justifica tanto energética como económicamente invertir para disminuir los costos totales. Las herramientas más utilizadas para identificar potencialidades son generalmente combinaciones de diagramas de Pareto, Estratificación, Diagramas causas y efectos y Análisis termo-económicos.

- **Se crecen en soluciones definitivas.**

Los procesos energéticos se caracterizan por ser significativamente afectados por un número relativamente alto de variables. Lo que es eficiente en un régimen de trabajo, productivo o de servicios dado puede no serlo en otro ya que los equipos están diseñados para una capacidad dada donde su eficiencia es máxima. Existen empresas productivas como las centrales termoeléctricas donde estas variables no son controlables ya que dependen de condiciones ambientales. En instalaciones de servicios índices tales como: nivel ocupacional, época del año, procedencia del turismo (costumbres) son variables que pueden hacer variar una solución dada. Para eliminar este error es necesario establecer ciclos continuos de control que permitan alcanzar medidas preventivas.

- **Creencias erróneas sobre como resolver los problemas.**

Estas creencias erróneas se basan en absolutizar el papel de la concientización de los empleados o su habilidad profesional en la solución de los problemas de las empresas, en particular de los relacionados con alto consumos de energéticos. En

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*  
*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

realidad un alto por ciento del éxito o fracasos en la solución de estos problemas se debe a sus causas objetivas (materiales, máquinas) y subjetivas relacionadas con la dirección de las empresas (métodos de trabajo, organización, diseños de productos o servicios). Establecer un camino seguro en la solución de un problema requiere la aplicación de una secuencia de mejoramiento y las herramientas de diagnóstico, evaluación y control.

- **Barreras que se oponen al éxito de la gestión energética.**

Las personas idóneas para asumir determinada función dentro del programa, se excusan por estar sobrecargadas.

Los gerentes departamentales no ofrecen tiempo a sus subordinados para esta tarea.

El líder del programa no tiene tiempo, no logra o tiene otras prioridades.

La dirección no reconoce el esfuerzo del equipo de trabajo y no ofrece refuerzos positivos.

La dirección no es paciente y juzga el trabajo solo por los resultados inmediatos.

No se logra conformar un equipo con buen balance interdisciplinario Interdepartamental.

Falta de comunicación con los niveles de toma de decisiones

La dirección ignora las recomendaciones derivadas del programa.

Al concebir e implantar un sistema de gestión energética hay que tomar en cuenta los cambios que se han producido en la gestión empresarial en los últimos años.

En general, en todos los sistemas de gestión energética o de administración de energía se pueden identificar tres etapas fundamentales:

Análisis preliminar de los consumos energéticos.

Formulación de un programa de ahorro y usos racional de la energía (Planes de acción).

Establecimiento de un sistema de monitoreo control energético.

Debe señalarse que en muchos casos la administración de energía se limita a un plan de medidas de ahorro de energía, no garantizándose el mejoramiento continuo.

## **CAPITULO II: Materiales y métodos.**

### **2.1. Caracterización de la empresa conserva de frutas y vegetales.**

La ejecución de la investigación tuvo lugar en la empresa de Conservas de Frutas y Vegetales, Fábrica Yara de la provincia Granma, Cuba. La misma se encuentra situada en la carretera Bayamo – Manzanillo km 47.

Su objeto social es:

- Producir y comercializar de forma mayorista, en moneda nacional y divisas, conservas y semielaborados de frutas, vegetales, legumbres y viandas mediante la transformación y utilización de materias primas: agrícolas, nacionales importadas, salsas, especias y condimentos, caramelos, refrescos instantáneos, jugos, néctares, compotas, alimentos infantiles, infusiones, frutas y vegetales frescos y otras producciones de la industria de conservas con destino a la exportación y al mercado nacional.
- Comercializar de forma mayorista en moneda nacional y divisas las producciones del resto de las empresas del sistema de la Unión de Conservas de Vegetales.
- Brindar servicios de alquiler de almacenes y locales con capacidades eventuales disponibles, en moneda nacional.
- Prestar servicios de transporte de carga, en moneda nacional, cumpliendo las regulaciones vigentes al respecto.

#### **Misión:**

Elaborar y comercializar productos en conservas de frutas y vegetales encaminadas a satisfacer el mercado nacional y de divisas, con variedad en los surtidos, calidad y eficiencia.

#### **Visión:**

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

La Fábrica de Conservas de frutas y vegetales “Yara” en el año 2008 alcanza los niveles productivos planificados para el mercado nacional e incrementa la producción para la captación de divisas en relación con el año anterior conjuntamente con la remodelación de sus instalaciones y líneas tecnológicas, el nivel técnico y profesional de los trabajadores.

## **2.2. Descripción de la labor y del flujo productivo de fábrica.**

La fábrica está compuesta por cuatro líneas productivas para la producción y de estas líneas, tres son las que juegan un papel determinante en la elaboración de los productos. Las mismas se muestran en la tabla 2.1. La materia prima fundamental la constituyen las frutas naturales y los vegetales elaborándose a base de los mismos y con la adición de algunas sustancias químicas tales como preservantes, una gama de productos de gran aceptación entre la población y el mercado interno en divisa. (Anexo 1)

**Tabla 2.1-Líneas de producción de la fábrica de conservas y vegetales Yara.**

<b>No</b>	<b>Líneas de producción</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Índice de Consumo</b>
1	Línea de jugos y néctares	Entre 20 – 30 (t día <sup>-1</sup> )	2,3 MW d <sup>-1</sup>
2	Línea Tomate (Conc. Tom/s)	115 t día <sup>-1</sup>	32,2 MW d <sup>-1</sup>
3	Línea Aséptica	2,5 – 3 t h <sup>-1</sup>	0,84 MW h <sup>-1</sup>
4	Línea de Vegetales	1 t h <sup>-1</sup>	0,22 MW h <sup>-1</sup>

## **2.3. Caracterización energética de la fábrica.**

La caracterización energética de la fábrica se realizó basada en el método analítico – matemático, según aparece en la Tecnología de Gestión Total de la Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial (TGTEE) planteada por el Centro de Estudios de

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos (CEEMA, 2002), la cual aparece descrita en el epígrafe 2.4.

La metodología utilizada en esta investigación llegó hasta la prueba del diagnóstico, y para ello fue necesario partir de una base, que nuestro caso correspondió al período comprendido desde del mes enero del año 2011 hasta el mes de mayo del año 2012. Tomando los registros de los consumos de los portadores energéticos de la fábrica de conservas de frutas y vegetales Yara, con estos datos se procedió a realizar los estudios estadísticos para realizar la evaluación energética de esta entidad.

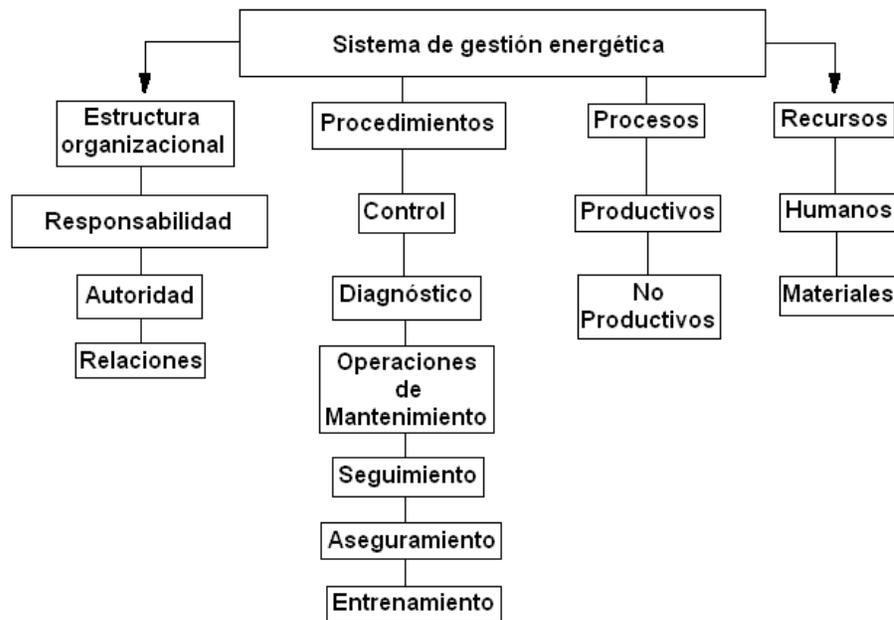
## **2.4. Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).**

### **2.4.1. Sistema de Gestión Energética.**

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

La Gestión Energética o Administración de Energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas.

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



**Figura 2.2. Esquema de un sistema de gestión energética.**

- Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa no es sólo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo.
- Para el éxito de un programa de ahorro de energía resulta imprescindible el compromiso de la alta dirección de la empresa con esa administración.
- Debe controlarse el costo de las funciones o servicios energéticos y no solo el costo de la energía primaria.
- El costo de las funciones o servicios energéticos debe controlarse como parte del costo del producto o servicio.
- Concentrar los esfuerzos en el control de las principales funciones energéticas.
- Organizar el programa orientado al logro de resultados y metas concretas.
- Realizar el mayor esfuerzo dentro del programa a la instalación de equipos de medición.

#### **2.4.2. 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 filosofía 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 empresa.

Su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un plan de medidas, sino esencialmente elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

La TGTEE incorpora un conjunto de procedimientos y herramientas innovadoras en el campo de la gestión energética. Es particularmente novedoso el sistema de control energético, que incorpora todos los elementos necesarios para que exista verdaderamente control de la eficiencia energética.

La TGTEE permite, a diferencia medidas aisladas, abordar el problema en su máxima profundidad, con un concepto de sistema, de forma interrumpida y creando una cultura técnica permite el auto desarrollo de la competencia alcanzada por la empresa y sus recursos humanos.

La prueba de necesidad es el primer paso para implantar un sistema de gestión total eficiente en la empresa de la energía. De los resultados de esta prueba depende que los especialistas y la alta dirección, decidan, con elementos técnicos y económicos, continuar con la implantación de la tecnología y dediquen recursos materiales y humanos a esta actividad.

La prueba de necesidad es el primer paso para implantar un sistema de gestión total por la eficiencia energética de la empresa. De los resultados de esta prueba depende

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

que los especialistas y la alta dirección, decidan, con elementos técnicos y económicos, continuar con la implantación de la tecnología y dediquen recursos materiales y humanos a esta actividad.

La prueba de la necesidad, en sí, es un paso importante al caracterizar, e identificar los principales problemas energéticos de la empresa en el ámbito general. En el orden práctico, sus resultados permiten la planificación objetiva de los índices de consumo, la modelación de los comportamientos históricos, la cuantificación de la influencia de diferentes factores globales en los consumos, costos energéticos y pastos totales de la empresa, aspectos todos que se usan en las etapas subsiguientes de la implantación de la TGTEE.

La primera fase de la prueba de necesidad se le puede llamar auditoria de la facturación la cual evalúa la empresa en función de la relación producción consumo de energía de forma que el consumo de energía por unidad de producción pueda ser una función del tiempo. En ella se recoge toda la información existente sobre los diferentes portadores energéticos y se realiza una evaluación de su situación actual.

Posteriormente se realiza un inventario de campo o diagnóstico de recorrido donde se evalúa la situación real de los diferentes sistemas, subsistemas y las potencialidades de ahorro que a simple inspección se notarían por un auditor energético.

Como tercer paso se realizan entrevistas a dirigentes, técnicos, operadores y obreros de la empresa y se aplica una encuesta para caracterizar el estado de conocimiento del personal acerca de la eficiencia energética y del impacto ambiental de la empresa.

Por último se realiza un procesamiento de la información recopilada y las encuestas y se elabora un informe final de **Prueba de Necesidad**, reflejando la influencia del gastos de los energéticos en el costos de producción, demostrar si la empresa gasta más energía de la que debiera gastar, identificar los principales potenciales de reducción de los consumos y de los gastos energéticos aprovechables en forma rentable, determina

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

si existen potenciales de reducción de los costos energéticos en el sistema de administración de la energía, y identifica los riesgos e impactos ambientales más generales que existen en la empresa por el manejo de la energía y los potenciales de su disminución.

### **2.4.3. Herramientas para establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. (TGTEE)**

#### **2.4.3.1. Diagrama Energético–Productivo.**

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

#### **Utilidad del Diagrama Energético–Productivo**

- Muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético.
- Muestra donde se encuentran concentrados los rechazos de materiales y los efluentes energéticos no utilizados.
- Muestra las posibilidades de uso de efluentes energéticos en el propio proceso productivo.
- Muestra las posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos.
- Facilita el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores.

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

- Permite determinar la producción equivalente de la empresa.

#### **2.4.3.2. Gráficos de Control.**

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

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

El objetivo del uso de este gráfico dentro del sistema de TGTEE es determinar si los consumos y los costos energéticos tienen un comportamiento estable o un comportamiento anómalo.

#### **Utilidad de los gráficos de Control.**

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- Identificar los comportamientos que requieren explicación e 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.

#### **2.4.3.3. Gráfico de consumo y Producción en el tiempo (e – p vs. t).**

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

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

- Muestran períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción.
- Permiten identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.

#### **2.4.3.4. Diagramas de dispersión y correlación.**

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

#### **Unidad de los diagramas de dispersión y correlación:**

- Muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí y por tanto si el indicador es válido o no.
- Permite establecer nuevos indicadores de control.
- Permite determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre las variables en cuestión y establecer nuevas variables de control.

#### **2.4.3.5. Diagramas de consumo – producción (e vs. p).**

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

Este gráfico de E vs. P puede realizarse por tipo de portador energético, y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión. Por ejemplo: una fábrica de helados graficará el consumo de combustible o electricidad versus las toneladas de helados producidas, mientras que en un hotel turístico se puede graficar el consumo de electricidad o de gas versus los cuartos-noches ocupados.

#### **Utilidad de los Diagramas E vs. P**

- Determinar en que medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción.
- Mostrar si los componentes de un indicador de consumo de energía están correlacionados entre sí, y por tanto, si el indicador es válido o no.
- Establecer nuevos indicadores de consumos o costos energéticos.
- Determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre los consumos energéticos y establecer variables de control.
- Identificar el modelo de variación promedio de los consumos respecto a la producción.
- Determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción.

#### **2.4.3.6. Diagrama índice de consumo – producción (ic vs. p).**

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P y la ecuación,  $E = m.P + E_0$ , con un nivel de correlación significativo.

La expresión de la función  $IC = f(P)$  se obtiene de la siguiente forma:

$$E = m \cdot P + E_0$$

$$IC = E/P = m + E_0/P$$

$$IC = m + E_0/P$$

El gráfico  $IC$  vs.  $P$  es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje  $x$ , al valor de la pendiente  $m$  de la expresión  $E = f(P)$ .

A continuación se presentan dos gráficos reales de  $IC$  vs.  $P$ , en los que se observa la influencia del nivel de producción sobre el índice de consumo.

El gráfico  $IC$  vs.  $P$  es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores.

Valores de  $IC$  por debajo de la curva que representa el comportamiento del índice durante el período de referencia comparativa, indican un incremento de eficiencia del proceso; en el caso contrario existe un potencial de disminución del índice de consumo igual a la diferencia entre el  $IC$  real (sobre la curva) y el  $IC$  teórico (en la curva) para igual producción. También se pueden establecer sobre este gráfico las metas de reducción del índice proyectadas para el nuevo período e ir controlando su cumplimiento.

### **Utilidad del Diagrama $IC$ vs. $P$**

- Establecer metas de índices de consumos en función de una producción planificada por las condiciones de mercado.
- Evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado.

- Determinar el punto crítico de producción de la empresa o de productividad de un equipo y planificar estos indicadores en las zonas de alta eficiencia energética.
- Determinar factores que influyen en las variaciones del índice de consumo a nivel de empresa, área o equipo.

#### **2.4.3.7. Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM).**

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del período base hasta el momento de su actualización.

#### **Utilidad del Gráfico de Tendencia.**

- Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos.
- Comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción.
- Determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base.
- Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

#### **2.4.3.8. Diagrama de Pareto.**

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

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

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

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

#### **2.4.3.9. Estratificación.**

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

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

### **Utilidad de la Estratificación.**

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

### **2.4.3.10. Sistemas de monitoreo y control energético.**

En general, el **control** es la acción de hacer coincidir los resultados con los objetivos. Persigue elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso. Para que exista la acción de control debe existir un estándar (objetivo a lograr), una medición del resultado, herramientas que permitan comparar los resultados con el estándar e identificar las causas de sus desviaciones, y variables de control, sobre las cuales actuar para acercar el resultado al estándar.

Muchas empresas realizan muchos registros de indicadores energéticos, sin embargo, su uso es mayormente informativo, ya que no han establecido un sistema de control, perdiendo una buena parte de los costos en que incurren en el sistema de información.

### **Necesidad del Control.**

El control de cualquier proceso es una necesidad real, ya que el medio en que se desarrollan los procesos es dinámico y provoca desviaciones que deben ser corregidas.

También la acción del hombre que actúa sobre el proceso es imperfecta y los equipos que componen el proceso fallan o se deterioran en el tiempo. El control permite identificar todas las desviaciones y corregir las que sean posibles, señalando cuándo se hace necesario efectuar una mejora general en el proceso.

En el caso particular de la eficiencia energética, la necesidad del control se justifica debido a:

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

- Factores internos y externos al proceso que influyen en la variación de la eficiencia y el consumo de energía de los equipos y sistemas (niveles de producción, características de los productos y servicios, calidad de la materia prima, temperatura ambiente, etc.)
- El precio de la energía cambia, provocando el cambio en los estándares.
- El estado técnico de los equipos consumidores cambia, produciendo cambios en los resultados.
- La actitud, motivación y nivel de competencia del personal que decide en la eficiencia energética se modifica con el tiempo.
- Sólo un sistema de control energético puede mantener la atención sobre estos aspectos y lograr hacer coincidir los resultados en materia de eficiencia energética con los estándares o metas fijadas.

#### **Proceso de control.**

- El proceso de control, su organización, consta de las siguientes etapas:
- Establecer los lugares de control de (áreas, equipos).
- Establecer los indicadores de control.
- Establecer las herramientas de medición de los indicadores de control.
- Establecer los estándares.
- Establecer las herramientas de comparación de los indicadores con los estándares de detención de causas de desviaciones o de diagnóstico.

#### **El proceso de control, en su ejecución, consta de las siguientes etapas:**

- Recolección de datos.
- Determinación del resultado.
- Comparación de los resultados con los estándares.
- Ejecución del diagnóstico de causas de derivaciones.
- Modificación de las variables.

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 que producen, sin duda, un cambio en los estándares y en los resultados del control frecuente.

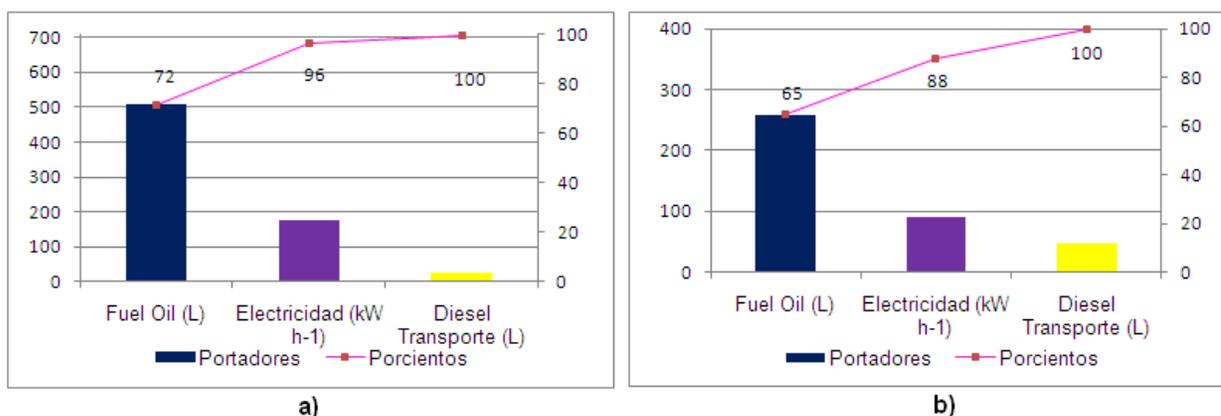
#### **2.4.3.11. Métodos de control.**

El proceso de control se puede realizar de diferentes formas. En los sistemas de control energético es recomendable utilizar el método selectivo. La selección de las áreas y equipos se realiza sobre la base de la estructura de consumo y de pérdidas energéticas de la empresa. Se cubre el 20% de las áreas o equipos que provocan el 80% de las posibilidades energéticas en la empresa.

### **CAPÍTULO III: Análisis y discusión de los resultados.**

#### **3.1. Evaluación de los indicadores de la gestión energética.**

Una vez procesados los registros de los consumos de los portadores energéticos, se puede apreciar en la Fig. 3.1 los diagramas de Pareto correspondientes a los años 2011 y 2012. Son aquellos que llevan el mayor peso dentro del consumo de la fábrica son el Fuel Oil y la Energía Eléctrica, sumados ambos representan el 96 y 88 % del consumo total de los energéticos de dicha entidad. Siguiendo la Ley de Pareto, que para el caso energético plantea que debemos enfocar nuestros esfuerzos en el 20 % de los portadores que representen el 80 % de los consumos de los energéticos. Por esta razón realizamos el análisis para estos dos portadores energéticos solamente.



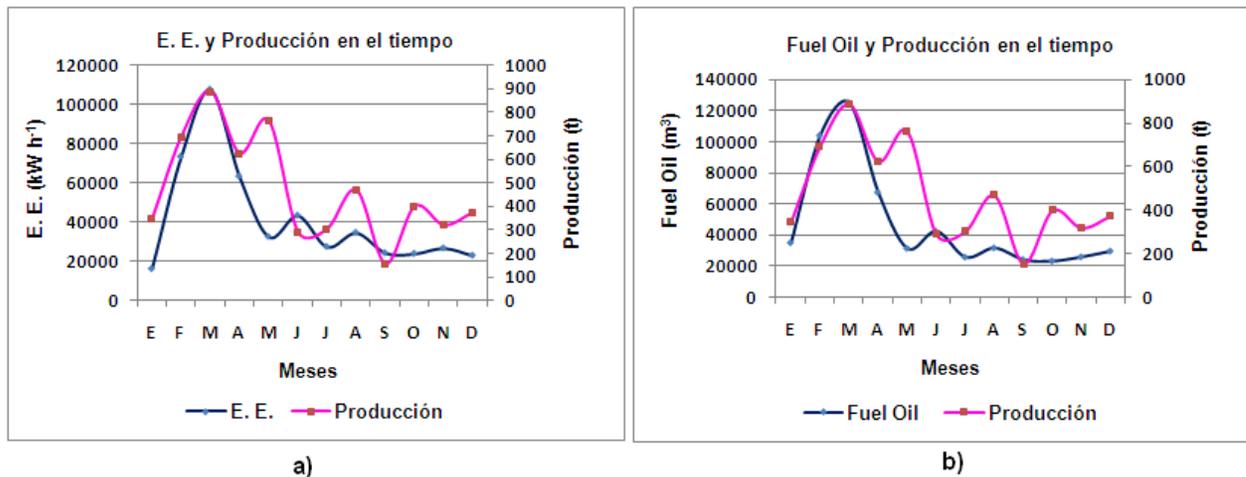
**Fig. 3.1 Diagrama de Pareto. a) Portadores energéticos 2011 b) Portadores energéticos 2012.**

Determinados los portadores energéticos donde debemos centrar la atención, se procesan los registros de los portadores energéticos (Fuel Oil y Energía Eléctrica) del año 2011. Se observa a través de los gráficos de energía y producción en el tiempo (Fig. 3.2), que existen variaciones entre los portadores energéticos y la producción. Resultado que difiere de lo que plantea la teoría, de que el ajuste de este tipo de

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

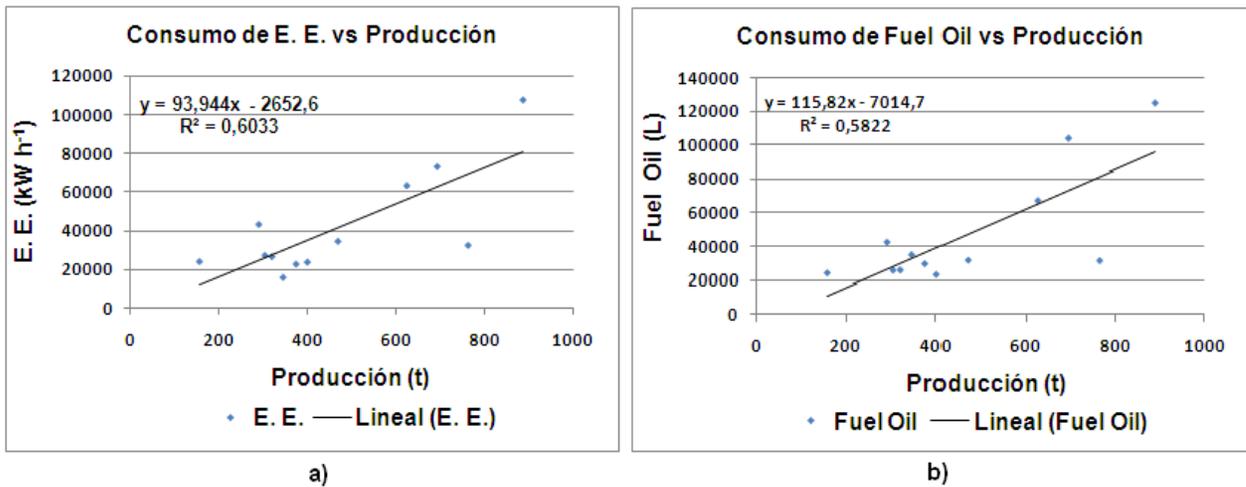
*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

variables debe de ser lineal. Aunque se aprecia que en los meses de enero, febrero, marzo y abril hubo correspondencia entre el consumo de Energía Eléctrica y producción, resultado que evidencia que en el cuatrimestre existió un ajuste lineal. De igual forma, al analizar este mismo período (Fig. 3.2 b), se observa que existe un ajuste lineal. Sin embargo, el consumo de Fuel Oil se comportó ligeramente por encima de la producción generada.



**Fig. 3.2 Gráficos de energía y producción 2011. a) Energía Eléctrica vs Producción  
b) Fuel Oil vs Producción.**

En general, los resultados manifiestan que no existe correlación entre los consumos de la Energía Eléctrica y el Fuel Oil versus producción obtenida, indicando que los índices utilizados para esta actividad no son los adecuados. Observándose (Fig. 3.2) que los coeficientes de determinación para el consumo de Energía Eléctrica y Fuel Oil arrojaron coeficientes de determinación iguales  $R^2=0,60$  y  $R^2=0,58$ ; respectivamente. Ambos valores indican que la correlación entre los portadores energéticos y la producción es débil, debido a que son menores que  $R^2=0,75$ .

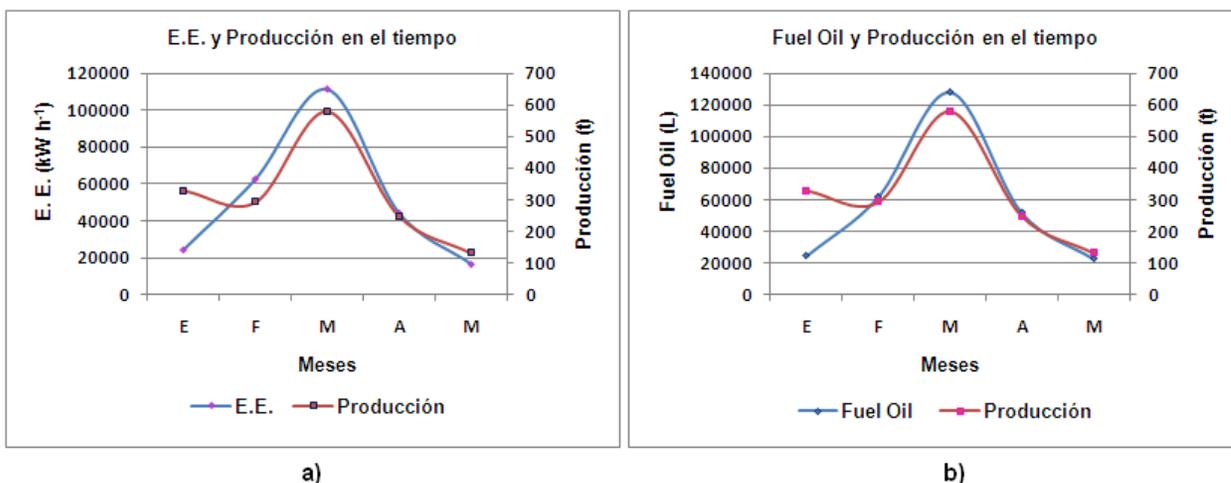


**Fig. 3.3 Gráficos de consumos año 2011. a) Energía Eléctrica vs Producción b) Fuel Oil vs Producción.**

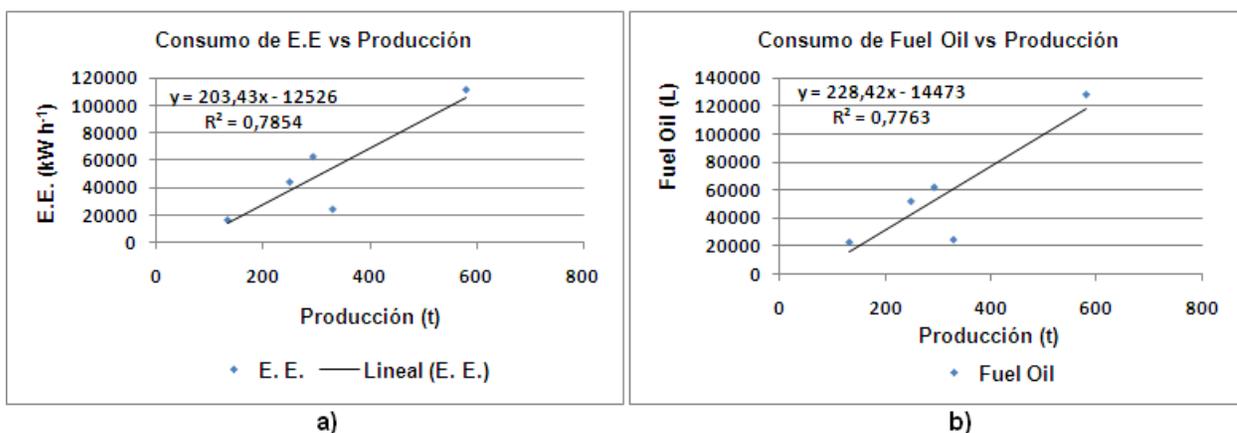
Resultados similares se aprecian al interpretar los gráficos de energía y producción en el tiempo de los portadores Diesel Tecnológico, Diesel Transporte y Agua (Anexos 2 y 3). Evidenciándose variaciones que no conllevan a un ajuste lineal, por lo que se obtienen coeficientes de determinación por debajo de  $R^2=0,75$ .

En el año 2012 y hasta período analizado, se aprecia que existe un ajuste lineal entre los consumos de Energía Eléctrica, Fuel Oil y producción (Fig. 3.6). Sin embargo, a pesar de que existe ajuste entre los portadores y la producción, en los meses de febrero, marzo y mediados de abril el consumo de los mismos estuvo ligeramente por encima de los valores de producción generada.

Al analizar los resultados brindados de los gráficos de consumos se evidencia la existencia de una correlación entre los consumos de los portadores energéticos y la producción, donde el coeficiente de determinación es de  $R^2=0,78$  para la Energía Eléctrica y  $R^2=0,77$  para el Fuel Oil (Fig.3.7). Resultados que según Borroto *et al.*, (2002) son aceptables, puesto a que los mismos están por encima de 0,75.



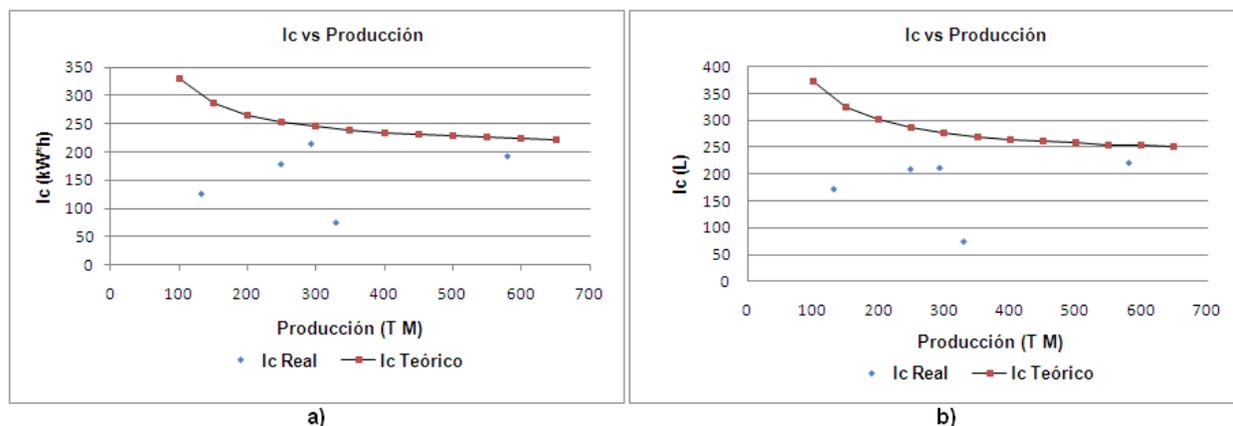
**Fig. 3.6 Gráficos de energía y producción 2012. a) Energía Eléctrica vs Producción b) Fuel Oil vs Producción.**



**Fig. 3.7 Gráficos de consumos año 2012. a) Energía Eléctrica vs Producción b) Fuel Oil vs Producción.**

Para complementar lo anteriormente explicado se confeccionan los diagramas de Índice de Consumo vs Producción. Los mismos se muestran en la (Fig.3.8), apreciándose como los índices reales de los meses analizados se encuentran por debajo de la curva del índice del consumo teórico, mediante lo cual podemos afirmar que este parámetro pudiera ser mejor. La causa fundamental de este valor, se le atribuye a que la puesta en

marcha de la fábrica se efectúa para pequeños valores de producción, cuando lo recomendado es que la misma trabaje a régimen nominal.



**Fig. 3.8 Gráficos de Índice de Consumo. a) Ic Energía Eléctrica vs Producción b) Ic Fuel Oil vs Producción.**

Para el resto de los portadores energéticos (Diesel Tecnológico, Diesel Transporte y Agua). Se aprecia que existen variaciones entre el consumo de los portadores y la producción, que no tributan a un ajuste lineal. Obteniéndose coeficientes de determinación por debajo de 0,75 (Anexos 5 y 6).

Al comparar el año 2011 con el período analizado en el 2012 se evidencia que la gestión energética en la fábrica de conserva de frutas y vegetales es mejor en este último período. Resultado que está sujeto a una serie de medidas implantadas a mediano y corto plazo (sin inversión económica y con inversión económica) en la entidad con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de la misma.

Los resultados encontrados en esta investigación para en el año 2011, concuerdan con los obtenidos por Martínez (2007) y López (2011) donde al realizar una caracterización y evaluación energética del pasteurizadores de los municipios Manzanillo y Media Luna, encontraron que existían variaciones entre los portadores energéticos analizados y la producción generada, arrojando valores del coeficientes de determinación por debajo de

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

0,75. Sin embargo, los resultados del año 2012 difieren de los encontrados por los referidos autores, demostrándose que si existe correlación entre los portadores energéticos y la producción.

Nuestro punto de vista sobre esta situación puede verse desde dos ángulos, uno en el cual, para la elaboración y utilización de todas las herramientas de la gestión, necesitamos de una estadística confiable la cual afiance los resultados obtenidos, y otro ángulo donde los indicadores no están acorde a la actividad analizada. Esto cabe perfectamente en los referente a los índices para los portadores referentes al transporte. La fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales Yara se dedica a la producción de pulpas, jugos, néctares, etc. y no a transportar dicha producción solamente, por lo tanto, es conveniente que se separen estas dos actividades para poder buscar indicadores adecuados a cada una de ellas mientras esto continúe nunca se podrán tener indicadores confiables, esto a nuestro entender son las causas principales de los resultados obtenidos (Anexos 3 y 6; Fig. 3.5 b y 3.10 b).

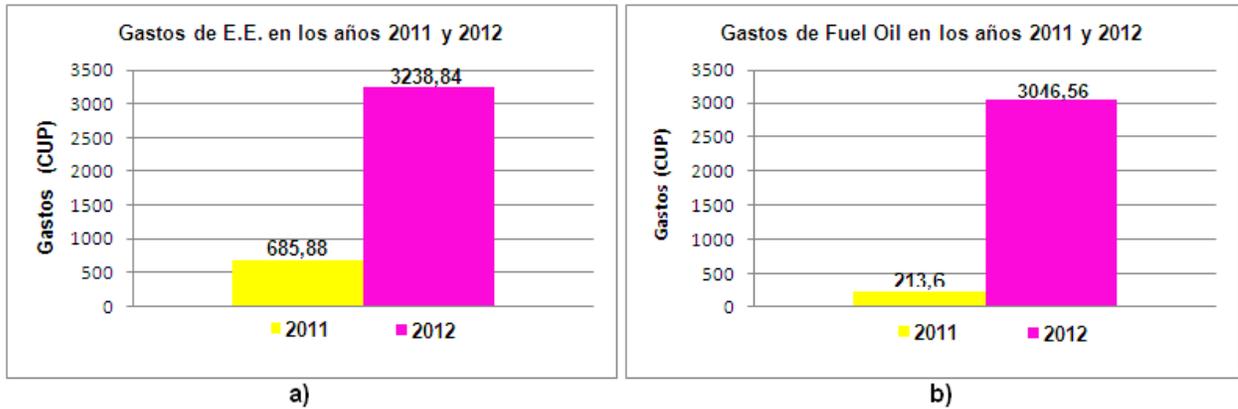
### **3.2. Análisis económico.**

Todo trabajo investigativo para su mejor comprensión lleva implícito un análisis económico. En nuestro caso nos centramos en la Energía Eléctrica consumida para producción cero ó Energía Eléctrica consumida que no está asociada al proceso productivo para cada año. Cuba invierte en generar (1kWh) de electricidad 0,25857 CUP y 0,21050 CUP en obtener (1 L) de Fuel Oil. La fábrica consumió 2 652,6 kWh en el año 2011 y 12 526 kWh en el año 2012 que no estuvieron asociados al proceso productivo, lo que representa un gasto para el país de (Fig. 3.11 a); 685,88 y 3 238,84 CUP respectivamente.

Para el caso de Fuel Oil, la fábrica consumió 7 014,7 L en el 2011 y 14 473 L en el 2012 que no estuvieron asociados al proceso productivo, representando un monto de 213,60 CUP y 3046,56 CUP respectivamente (Fig. 3.11 b). Gastos que se pueden disminuir si en la fábrica se le centrará mucho más atención en el recurso Gestión Energética.

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*



**Fig. 3.11 Gráficos de Índice de Consumo. a) Ic Energía Eléctrica vs Producción b) Ic Fuel Oil vs Producción.**

## **CONCLUSIONES**

1. Los portadores energéticos de mayor peso en la producción de la fábrica son el Fuel Oil y la Energía Eléctrica.
2. En el año 2011 no existe correlación entre el consumo de los portadores energéticos y la producción.
3. En el año 2012 existe correlación entre el consumo de los portadores energéticos y la producción.
4. La gestión energética se cataloga de satisfactoria en el 2012.
5. Los resultados obtenidos en año 2011 en esta investigación concuerdan con los encontrados por otros investigadores.
6. Los resultados obtenidos en el año 2012 en esta investigación difieren de los encontrados por otros investigadores.

## **RECOMENDACIONES**

1. Continuar con el estudio para otros productos.
2. Realizar un estudio más amplio para establecer un Índice de Consumo para el caso del tomate.
3. Valorar con el consejo de dirección y los suministradores de la materia prima no poner en marcha la fábrica para valores de producción inferiores a las 400 toneladas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ADEME, 2004. 2004. Energy Efficiency: A worldwide Review - Indicators, Policies, Evaluation Copyright-2004 World Energy Council and French Environment Management Agency (ADEME). Energy Efficiency.
2. Arraiza, H. 2005. Metodología para la inclusión de las variables sociales en la formulación, ejecución y administración de proyectos de energía rural. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI) y Universidad de Calgary.
3. Arratría, Á. M. A. 2002. Ahorro de energía y respecto ambiental. Editorial Política. La Habana. 171 p.
4. Ayes, A. G. N. 2008. Revolución energética un desafío para el desarrollo, Editorial Científico-Técnica 147.
5. Bazmi, A. A. y G. Zahedi. 2011. Sustainable energy systems: Role of optimization modeling techniques in power generation and supply A review [Online]. from [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=GatewayURL&\\_origin=ScienceSearch&\\_method=citationSearch&\\_piikey=S1364032111002061&\\_version=1&\\_returnURL=http%3A%2F%2Fwww.scirus.com%2Frsapp%2F&md5=c4712450d689b6eaf49f479bf4d131ae](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=GatewayURL&_origin=ScienceSearch&_method=citationSearch&_piikey=S1364032111002061&_version=1&_returnURL=http%3A%2F%2Fwww.scirus.com%2Frsapp%2F&md5=c4712450d689b6eaf49f479bf4d131ae)
6. Borroto, B. A. J. 1997a. Planificación Energética en Asentamientos Rurales. Editorial Guadalajara. Guadalajara. Mexico. p.
7. Borroto, B. A. J. 2001. Gestión energética empresarial; CEEMA, PAEC. Universidad de Cienfuegos: 81.
8. Borroto, B. A. J., Y. J. Monteagudo, A. J. C. Campos y V. J. R. Fuentes. 2002. Gestión Energética Empresarial. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba. Editorial Universidad de Cienfuegos: 98.
9. Borroto, E. A. J. 1997b. El verdadero costo de la energía. Taller de energía y Medio Ambiente, Cienfuegos, Cuba, Universidad de Cienfuegos.
10. Borroto, N. A. E. y Y. J. Monteagudo. 2001. Gestión Energética. Universidad Autónoma de Baja California. Tecate, B. C. México. 100 p.
11. British, P. 2011. BP Energy Outlook 2030. London. British Petroleum.
12. Campos, A. J. C., R. Gomez y L. Santos. 2002 La eficiencia energética en la gestión empresarial.
13. Canedo, W. 2005. Diagnóstico del Sector Energético en el Área Rural de Bolivia (Proyecto: Electrificación Rural). Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI) y Universidad de Calgary.
14. Castro, R. F. 1992. Ecología y Desarrollo. Editorial Política La Habana. 116 p.
15. CEDEX. 1998. Estudio Sobre el Impacto Potencial del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Demandas de Agua de Riego en Determinadas Regiones de España. Informe técnico para el Ministerio de medio Ambiente de España. Madrid. .

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

16. CEEMA. 2002. Gestión energética empresarial. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba. Editorial Universidad de Cienfuegos.
17. Cereijo, M. 2001. Crisis de energía eléctrica. Revista electrónica GUARACABUYA.
18. CNE. 1990. Sistema de generación y distribución de vapor. La Habana. 1990.
19. CREG. 2006. Comisión reguladora de energía y gas de Colombia. Retrieved 30 de abril, 2012, from <http://www.gov.co>.
20. Económico, Impacto. 2007. Impacto económico en el alza del precio internacional del petróleo. Retrieved 30 de abril, 2012, from <http://www.monografias.com>.
21. FIDE 1. 1995. Proyectos de ahorro de energía. Cs-pe-3. . Universidad Autónoma de Tamaulipas.: 4.
22. FIDE 3. 1994. Proyectos de ahorros de energía. Cs-HM-4. Comunicación interna. Como ahorrar energía eléctrica.: 4.
23. Figueroa, N. L.O. 1995. Experiencias en proyectos de ahorro de energía eléctrica en el área de comercios y servicios. FIDE: 27-35.
24. García, Y. 2007. VII Período Ordinario de Secciones de la Legislatura de la Asamblea Nacional del Poder Popular.
25. Honty, G. 2006. Integración energética en el mercosur. Retrieved 31 de mayo, 2012, from [www.redtercermundo.org.uy/tm\\_economico/texto\\_completo](http://www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo).
26. Kruska, M. 1999. Experiencias con programas de URE en la industria alemana. Revista(1).
27. López, R. J. 2011. Evaluación energética de la pasterizadora del municipio Media Luna. Departamento de Ciencias Técnicas. Bayamo. Granma, Universidad de Granma: 64 p.
28. Llanes, C. E. 2006. Diagnóstico energético del CAI arrocero Fernando Echenique en la provincia Granma. Retrieved 25 de mayo, 2012, from [http://www.monografias.com/trabajos20/diagnosticoenergetico/diagnostic\\_energetico.shtml](http://www.monografias.com/trabajos20/diagnosticoenergetico/diagnostic_energetico.shtml).
29. Martínez, E. Y. 2007. Caracterización energética en el pasteurizador de Mnazanillo. Departamento de Mecanización Agrpecuaria. Bayamo, Granma, Universidad de Granma: 48 p.
30. Material, de estudio. 2006. La Revolución Energética en Cuba. La Habana, Cuba.
31. Monteagudo, Y. J. y B. A. J. Borroto. 1997. La producción equivalente. Un método para elevar la efectividad de los índices energéticos. Taller de Energía y Medio Ambiente, Cienfuegos, Cuba, Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos.
32. OLADE. 2000. Informe Energético de América Latina y Perspectiva 2000-2020. Quito, Ecuador.
33. Pichs, M. R. 2011. Cambio climático: enfoques desde el sur. La Habana. Cuba. RUTH casa.
34. Rodríguez, C. S. 2001 Consideraciones sobre el sector energético cubano. 34.
35. Rodríguez, E.P. 2000 La economía cubana en el 2000. Diagnóstico sobre eficiencia energética en la industria del cemento. Departamento de inspección energética estatal. MEP. Cuba.

*Evaluación energética en la Fábrica de Conserva de Frutas y Vegetales del municipio Yara, de la provincia Granma, Cuba.*

*Autor: Diego Sebastian Chicaiza Lagla*

36. Zonas, Calientes. 2005. El servicio eléctrico de Cuba mejorará en el 2005. Retrieved 11 de octubre 2006, from <http://www.americaeconomica.com/numeros4/298/noticias/>.

## Anexo 1

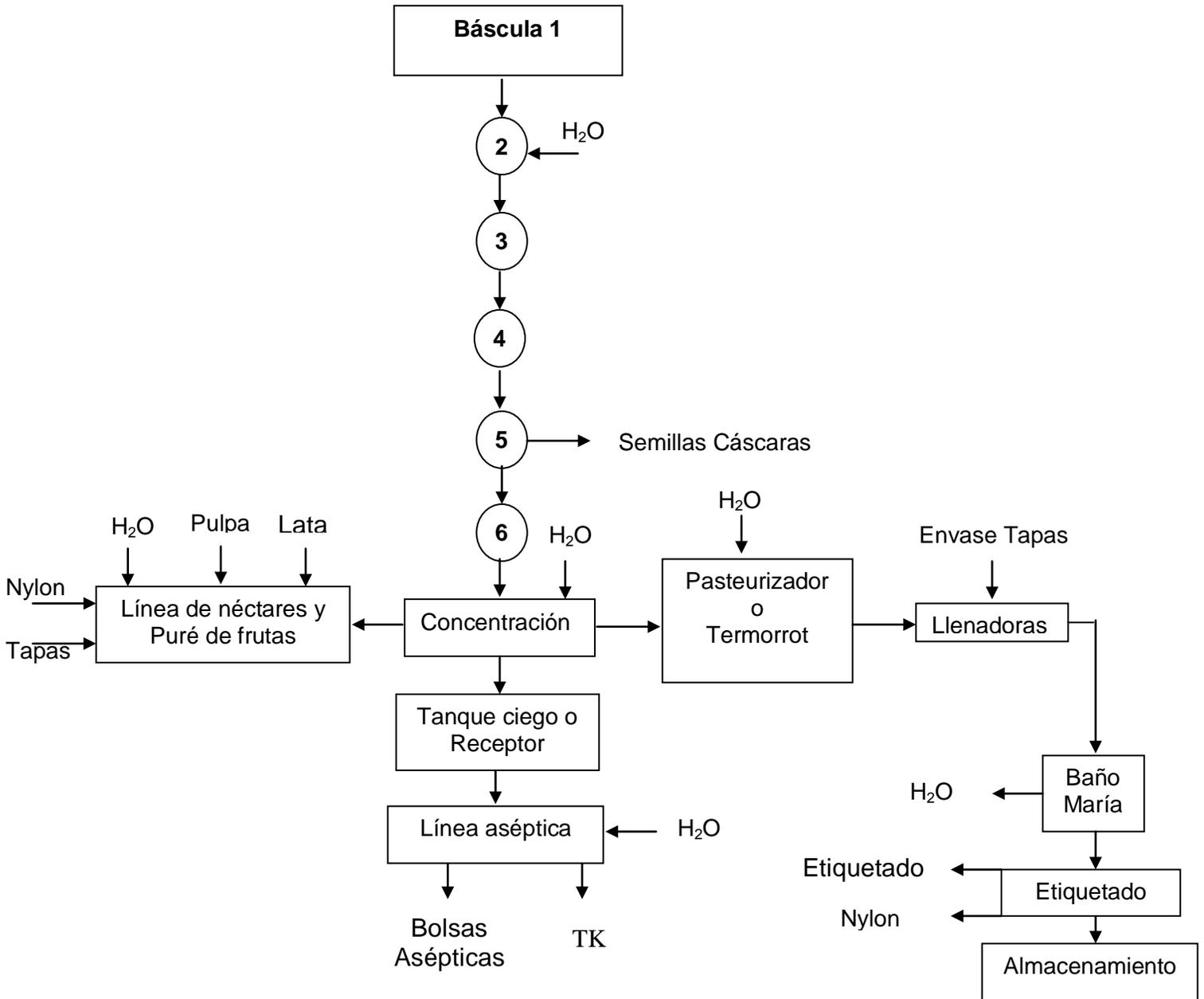
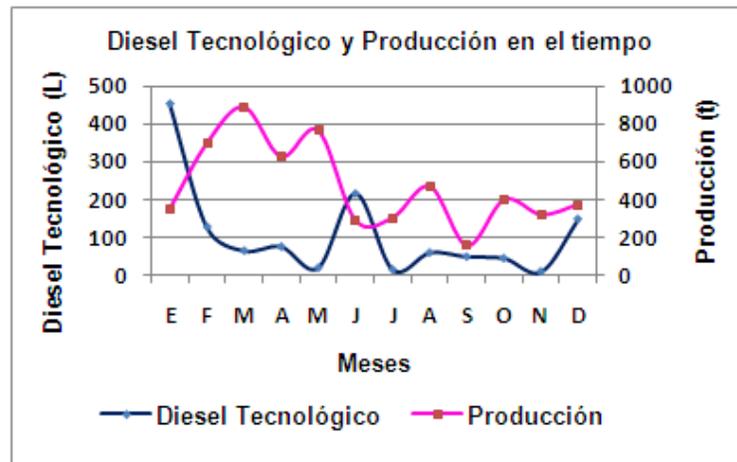


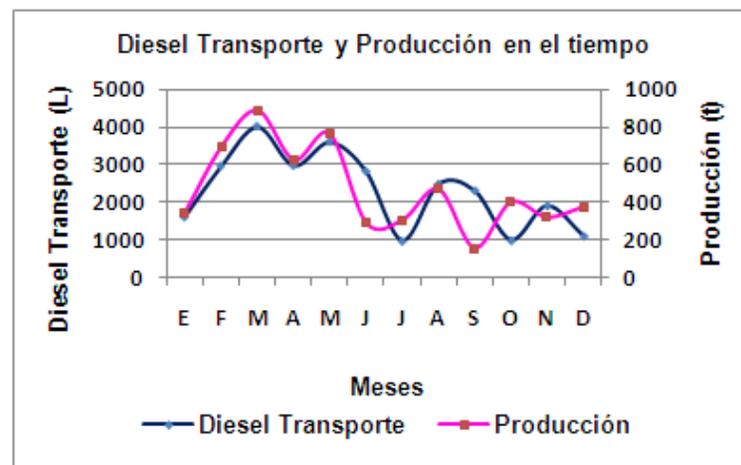
Fig. 2.1-Diagrama del proceso tecnológico de la fábrica de conservas y vegetales Yara.

1. Pesado de la materia prima.
2. Lavado y enjuague.
3. Selección.
4. Trituración y separado de semilla.
5. Precalentamiento de la pulpa.
6. Extracción y repasado.

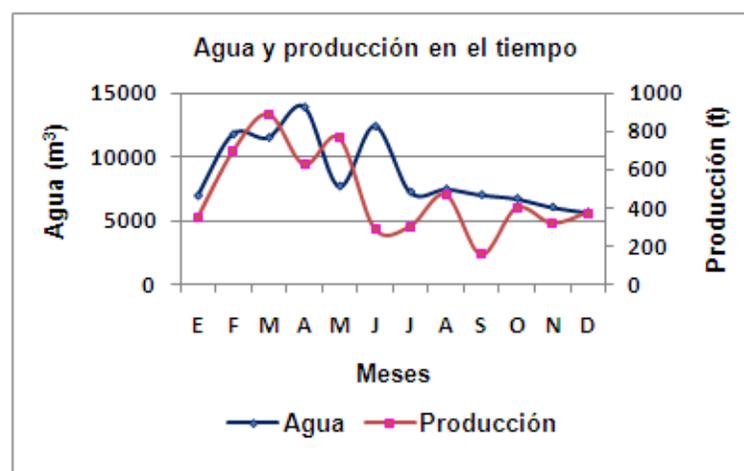
## Anexo 2



a)



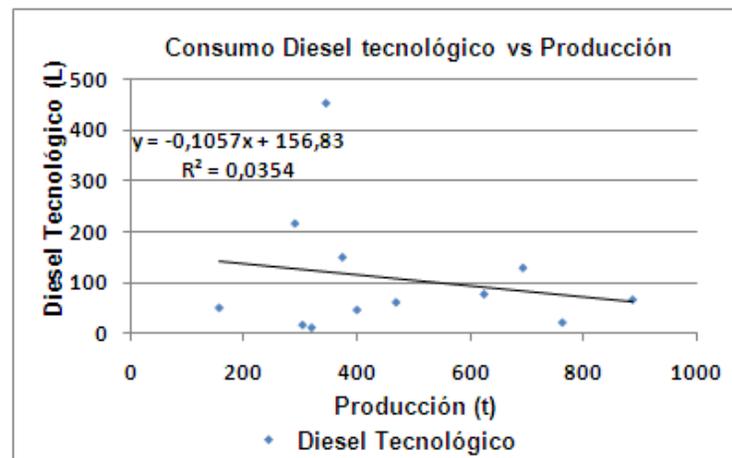
b)



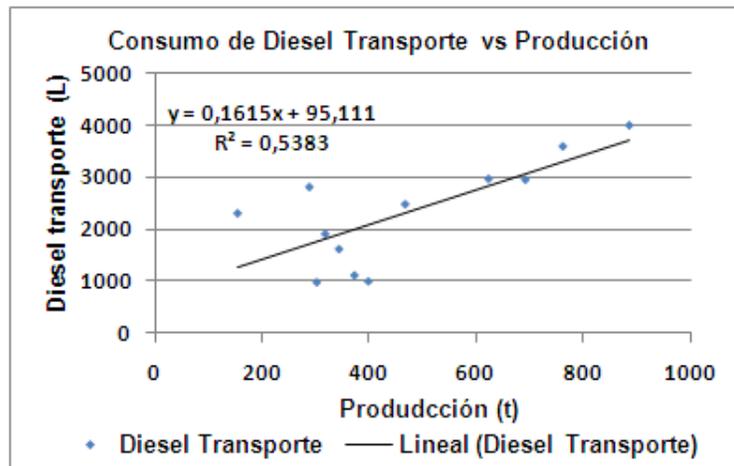
c)

**Fig. 3.4 Gráficos de energía y producción 2011. a) Diesel Tecnológico vs Producción b) Diesel Transporte vs Producción c) Agua vs Producción.**

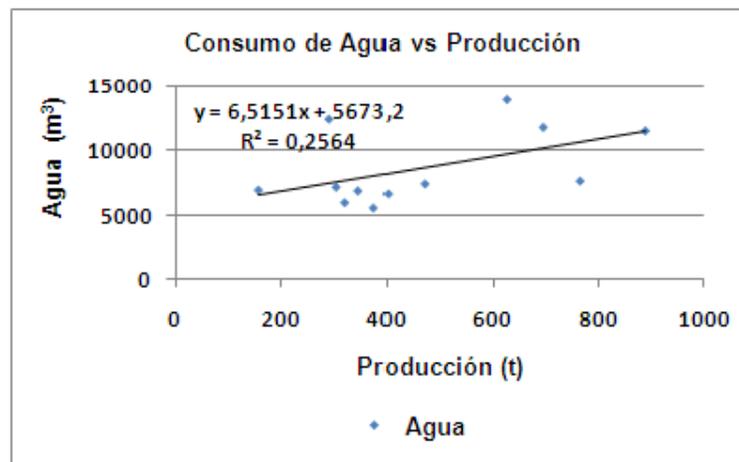
### Anexo 3



a)



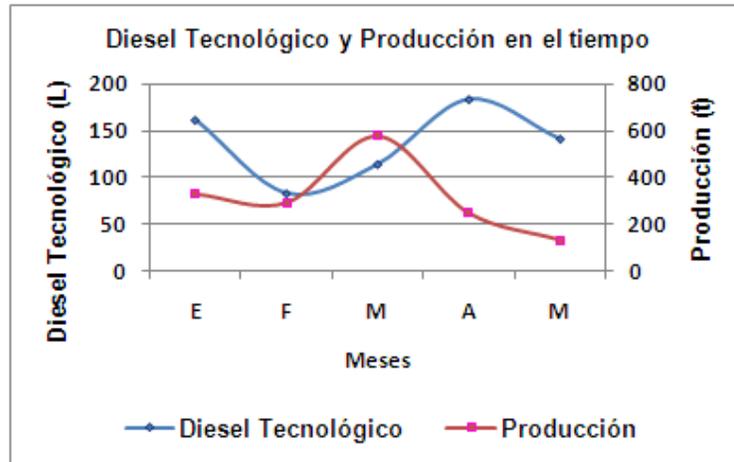
b)



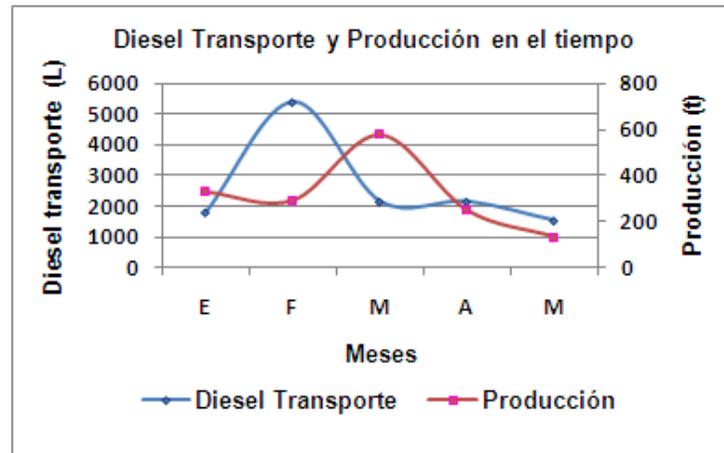
c)

Fig. 3.5 Gráficos de consumos año 2011. a) Diesel Tecnológico vs Producción b) Diesel Transporte vs Producción c) Agua vs Producción.

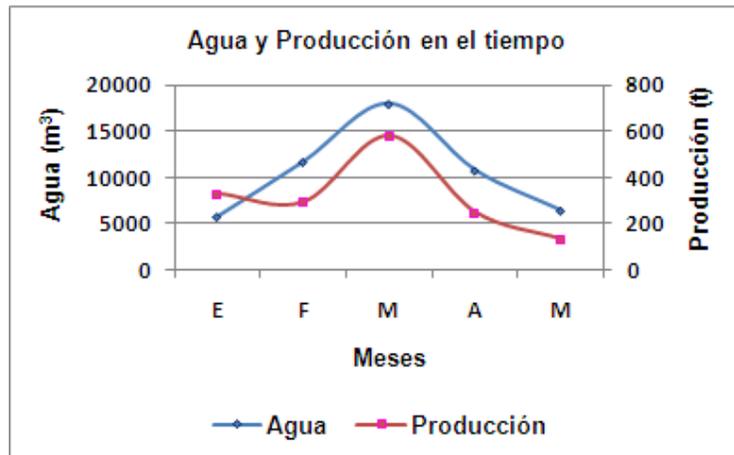
Anexo 5



a)



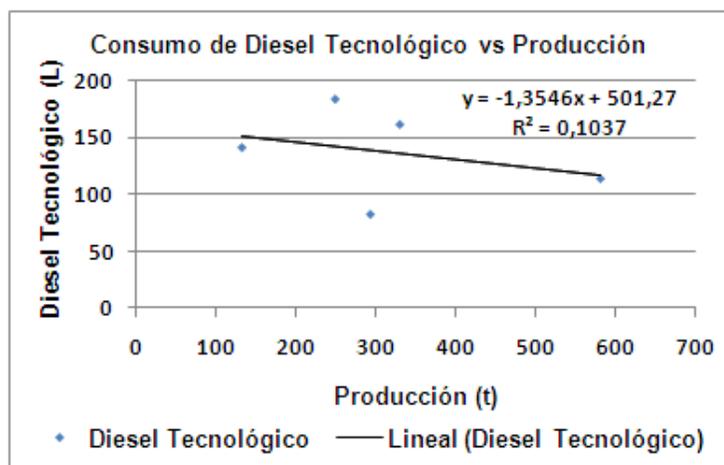
b)



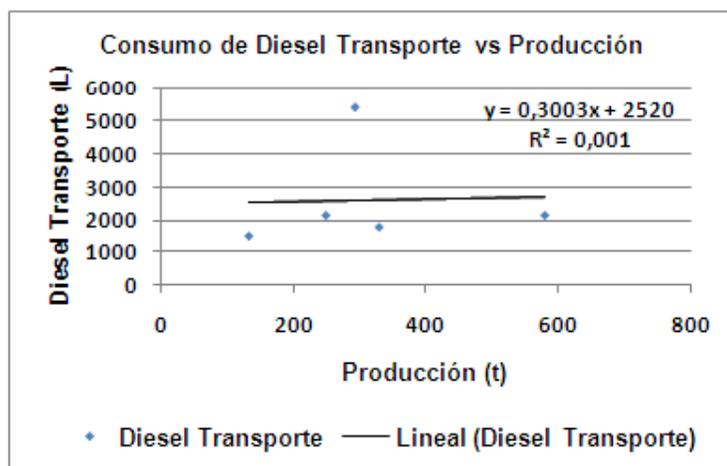
c)

Fig. 3.9 Gráficos de energía y producción 2012. a) Diesel Tecnológico vs Producción b) Diesel Transporte vs Producción c) Agua vs Producción.

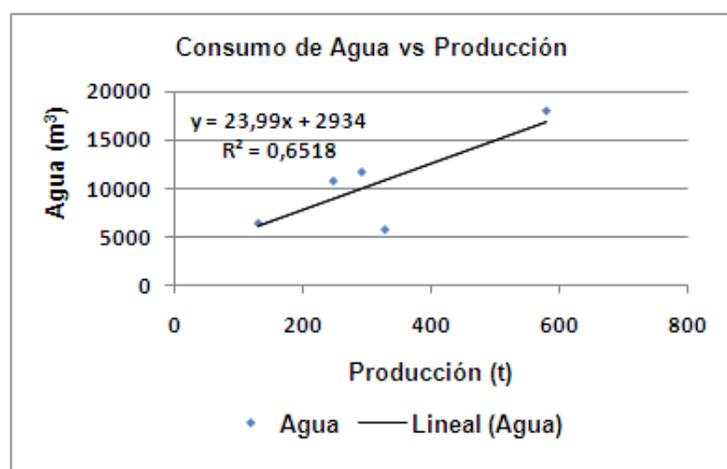
Anexo 6



a)



b)



c)

Fig. 3.10 Gráficos de consumos año 2012. a) Diesel Tecnológico vs Producción b) Diesel Transporte vs Producción c) Agua vs Producción.