

Sistema de gestión total de eficiencia energética en una destilería de etanol de caña de azúcar.

System of total administration of energy efficiency in a still of ethanol of sugar cane.

Silva Becheran, Julio Manuel, Nápoles Gonzalez, Julio, Ley Chong, Nestor¹

¹Departamento de Ingeniería Química, Universidad Central “Martha Abreu” de

Las Villas; nley@uclv.edu.cu

Resumen.

Este trabajo se desarrolló en una Destilería de etanol de caña de azúcar, en el se aplican técnicas y herramientas de la Tecnología de Gestión Total de Eficiencia Energética, TGTEE, donde, los niveles de consumo de energía determinados muestran que no existe adecuada correspondencia entre los niveles productivos y de consumo de portadores energéticos, lo que evidencia que existen potencialidades de ahorro incuestionables.

Palabras claves: Eficiencia, consumo, portadores energéticos.

Summary.

This work was developed in a Still of ethanol of cane of sugar, in the they are applied technical and tools of the Technology of Total Administration of Energy Efficiency, TGTEE, where, the determined levels of energy consumption show that appropriate correspondence doesn't exist among the productive levels and of energy payees' consumption, what evidences that unquestionable saving potentialities exist.

Key words: Efficiency, consumption, energy payees

Introducción.

Dentro del ámbito energético, el ahorro de energía ha adquirido amplias proporciones en Cuba y otros países, ahorrar energía se considera como una nueva fuente de energía en el mundo.

El gradual crecimiento económico demanda crecientes cantidades de portadores energéticos, lo que conduce a hablar ya del agotamiento de estas fuentes en un breve período de tiempo, esto ha traído consigo disputas en el ámbito internacional por el control de los recursos energéticos, elevando la inseguridad mundial, así como el aumento de los precios de estos portadores en los principales mercados del mundo, situación que hace entrar en crisis a las economías de un gran número de países incapaces de soportar los altos precios. A todo lo anterior se adiciona el empeoramiento de las condiciones medio ambientales, producto de la emisión de gases de efecto invernadero ocasionados por la quema de estos mismos combustibles lo que, de seguirse incrementando, traería daños irreversibles a nuestro planeta.

Desarrollo.

En la actualidad el control de la eficiencia energética empresarial en nuestro país se efectúa fundamentalmente a través de índices de consumo al nivel empresarial, Municipal y Provincial, sin embargo, en muchos casos estos índices no reflejan adecuadamente la eficiencia energética de la empresa, no se han estratificado hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores, y en ocasiones no se pone en el análisis de dichos Índices el énfasis necesario.

En la Destilería Antonio Guiteras Holmes, el control de la eficiencia energética se efectúa a través de índices de consumo, no existe un sistema de monitoreo constante de los resultados en la búsqueda de nuevas soluciones, se adoptan medidas que no garantizan el mejoramiento continuo de la eficiencia energética.

Análisis de la Literatura sobre el tema de investigación.

Estado del arte de las metodologías aplicadas a la eficiencia energética en sistemas industriales.

Existe un buen número de normas y directrices para desarrollar sistemas de gestión energética. La mayor parte de ellas sigue el ciclo establecido, PDCA (plan, do, check, act.: planificación, realización, control y actuación). Esta norma proporciona el marco de trabajo para el desarrollo y la puesta en práctica de un sistema de gestión energética que sea fácil de aplicar en la mayor parte de las empresas pequeñas. No obstante, se trata tan sólo de recomendaciones y directrices, sin que exista en ella ningún requisito obligatorio. Las empresas pueden elegir las cláusulas que deseen incluir como prioritarias en su sistema de gestión energética en función de sus necesidades y características. Posteriormente, y en su proceso de mejora continua, podrán ir incorporando paulatinamente más cláusulas. (Colectivo de autores, España 2006)¹

El uso eficiente de la energía representa una serie de importantes beneficios para el país, ya que permite mejorar la competitividad de las industrias, al aumentar la eficiencia de sus procesos y disminuir sus actuales consumos de energía logrando ahorros y reducción de costos de producción, por otra parte, al utilizar en forma más eficiente la energía, se reduce el consumo de combustibles fósiles, se utilizan de mejor forma los recursos renovables y se generan menores emisiones de gases de efecto invernadero.

Al crecer los costos de la energía y a medida que el suministro y el uso de la misma requieren un esfuerzo de planificación a medio plazo, se comprende la necesidad de establecer mecanismos de gestión energética. Es decir, es preciso conocer los consumos y usos de las distintas fuentes energéticas. En este campo de estudio, Gómez, Santos y Campos (2006), proponen las herramientas básicas y procedimientos para programas de control y mejoramiento de la eficiencia energética en empresas de producción y servicios. Relacionado con este tema, Marrero (2000), hace un análisis de la gestión energética en el sector industrial y de los servicios aplicando las nuevas tecnologías para el uso eficiente de la energía y González (2001), propone una metodología para la gestión de la energía en pequeñas y medianas empresas.

Un buen suministro eléctrico esta caracterizado por la continuidad y la calidad de la energía eléctrica, teniendo como premisa esta afirmación, de Armas (2006) con el trabajo “Temas especiales de Sistemas Eléctricos Industriales” elaboraron una serie de medidas que contribuyen al ahorro en sistemas eléctrico de empresas industriales o de servicios. Se tratan los elementos básicos de aquellas medidas relacionadas con los medios de control de la demanda y del consumo de energía, de la mejora del factor de potencia y con la detección y reducción de los problemas vinculados a la calidad de la energía eléctrica en estos sistemas. Debido a la importancia de este nuevo paradigma y la temática analizada, en nuestro país existen

instituciones encargadas de llevar a cabo la política del ahorro de la energía; y otras proponen la implementación del Sistema de Gestión Energética tanto en empresas industriales como de servicios, tales como: el grupo CETA, los grupos de Energía de la Universidad de Cienfuegos y el ISMM de Moa.

En esta última Ponce (2001), Figueroa (2002), Ochoa y Gutiérrez (2005), realizan un estudio de los portadores energéticos y proponen un Sistema de Gestión Energética. Relacionado con este tema en el evento CEMMA del 2008 desarrollado en la Universidad de Cienfuegos, Linfernal (2008) hace un análisis de Gestión Energética actual en la empresa de envases “Rafael Trejo” para identificar las áreas de mayor consumo de portadores energéticos y dentro de los mismos se identifican los equipos que representan el mayor por ciento del consumo de portadores con el fin de establecer los puestos claves y Perellada (2008) en la empresa Conformadora de Aluminios “Vladimir I. Lenin” establece la estructura de consumo de la empresa, identifica la electricidad como portador de mayor incidencia en la entidad así como el área más consumidora (taller de extrusión), se identifican los puestos claves en la misma y sus índices de consumo, se elabora el diagnóstico energético preliminar.

Criterios generales sobre las funciones de la Tecnología de Gestión Total de Eficiencia Energética (TGTEE). Debido a la importancia de buscar soluciones a esta problemática debemos tener definidos algunos conceptos que nos permitirán tener una idea clara del camino a seguir; entre ellos se encuentra la Eficiencia, que no es más que la optimización de los recursos utilizados para la obtención de los resultados u objetivos previstos y por tanto la Eficacia es la contribución de los resultados obtenidos al cumplimiento de los objetivos trazados, de aquí que Efectividad sea la generación sistemática de resultados consistentes integrando eficacia y eficiencia.

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, que aplicadas de forma continua, con la filosofía de la gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía y a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada en una empresa. Borroto 2002.

Etapas para la implantación de un sistema de gestión energética.

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 uso racional de la energía (Planes de Acción).

·Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético. GARCÍA, P (2004) Restrepo, V (1999).

Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética

Las herramientas de trabajo son aquellas que nos permiten implementar las secuencias de mejora. Por su nivel de complejidad generalmente se clasifican en básicas, medias y avanzadas. Las básicas son aquellas que debe conocer todo miembro de un círculo o grupo de calidad y se basan en métodos estadísticos que permiten desarrollar un proceso deductivo que va de lo general a lo particular detectando las causas de los problemas.

Las medias y de avanzada deben ser conocidas por los equipos y grupos de gestión de mejora ya que requieren un nivel académico y grado de especialización técnica para su comprensión, aplicación e interpretación. Borroto 2002, Rodríguez C. (2005).

La selección de las herramientas de trabajo para abordar un determinado problema de mejora puede ser determinante en el éxito de su solución, por ello hay que prestar especial cuidado en esto para no invertir tiempo y recursos en obtener resultados erróneos por mala selección o utilización de las herramientas.

Las herramientas básicas fundamentalmente que se utilizarán son las siguientes:

·Diagrama de Pareto.

·Histogramas.

·Diagrama causa y efecto.

·Diagrama de dispersión.

·Estratificación.

·Gráficos de control.

·Gráficos de Tendencia o de Sumas Acumulativas (CUSUM).

Diagrama de Pareto: Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total, Borroto 2002. 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.

Histograma: Es una representación gráfica de la distribución de uno o varios factores que se confecciona mediante la representación de las medidas u observaciones agrupadas en una escala sobre el eje vertical. Generalmente se presenta en forma de barras o rectángulos cuyas bases son dadas por los intervalos de clases y las alturas por las frecuencias de aparición de las mismas. Las marcas en la escala horizontal pueden ser los valores límites reales o valores arbitrarios claves. Para que sea más legible, generalmente es mejor indicar los valores límites de las anotaciones aunque las bases de los rectángulos se extienden en realidad desde un valor límite real al siguiente más próximo, Borroto 2002.

El Diagrama causa y efecto: Se conoce también con el nombre de Ishikawa por ser quien lo diseñó en 1953, o diagrama de espina de pescado. Su valor principal es que representa de forma ordenada todos los factores causales que pueden originar un efecto específico.

El principio del diagrama consiste en establecer que el origen o causa del efecto puede encontrarse en: los materiales, el método, el equipo o la mano de obra. Si algún elemento fundamental no puede clasificarse dentro de estas cuatro categorías, deberá añadirse por separado. A su vez cada uno de estos factores es afectado por otros. Por ejemplo el factor mano de obra es afectado por: número de trabajadores, capacitación, supervisión, condiciones ambientales. También cada uno de ellos está influido por otros y algunos de estos por otros más. El diagrama puede llegar a ser muy complejo, lo que significa una mayor comprensión del problema por las personas que participan en su elaboración, Borroto 2002.

Diagrama de dispersión: Este diagrama permite observar la relación que existe entre una supuesta causa y un efecto. Su uso permite comprobar o verificar hipótesis que pudieran haberse desprendido del análisis del diagrama Ishikawa. Tomando el ejemplo anterior sobre el consumo de combustible en la instalación hotelera, habíamos considerado la hipótesis de que el % de ocupación de sus habitaciones era un factor que influye directamente en los niveles de consumo. Borroto 2002.

Gráficos de Control: 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.

Herramientas computacionales aplicadas en la empresa para la adquisición de datos

Entre las herramientas computacionales implementadas se encuentran el Sistema de Supervisión y Control de Procesos (Eros), es un sistema de adquisición de datos y supervisión (SCADA_ Supervision Control and Data Acquisition) que realiza un potente tratamiento estadístico y determinístico de las variables medidas, trabaja acoplado con diversos sistemas de colección de datos y se comunica con los dispositivos de medición mediante manejadores de comunicación (drivers), posee alarmas que notifican las fallas en la explotación y mantenimiento garantizando la seguridad de la toma de dato al operar individual los grupos o la instalación (emplazamiento o batería) en modo de manual o automático. El histórico que almacena los parámetros de explotación está limitado por la capacidad de la memoria de la computadora por tanto, en la mayoría de los estudios no se tiene acceso a todos los datos necesarios y los datos almacenados no permiten un análisis detallado de la eficiencia de la empresa. Anterior a este SCADA se tenía el MVision con características muy parecidas, censaba más parámetros, pero a diferencia de este no guardaba un histórico por lo que no era factible para el estudio de la eficiencia. Este SCADA permite al usuario entrar datos de mediciones opcionales, tal como el índice de consumo, pero no tiene incorporado estadígrafos

para el análisis de estos indicadores por lo que dificulta la toma de decisiones que posibilite el mejoramiento continuo de la eficiencia y la reducción de los costos energéticos.

Análisis de los resultados.

Evaluación del consumo de energía de la Destilería.

Con vista a lograr mayores oportunidades de ahorros, conocer el grado de eficiencia en materia de energía, mejorar la eficiencia energética, aumentar las capacidades técnicas – organizativa y de la Destilería, se realizó una evaluación de la situación energética de la Fábrica.

Análisis de la estructura de consumo.

Con el objetivo de mostrar la influencia de cada portador energético con respecto al consumo, se realiza la estructura de consumo de ellos. En la tabla 2.1, se reflejan los consumos de energía llevado a toneladas de combustible convencional (Tcc) de los distintos portadores energéticos.

Tabla 2.1: Tcc/ Año de portadores de energía.

Portador	TCC/año	%
Fuel Oil	2400.8	76.71
Electricidad	292561.87	21.95
Diesel	40.5	1.29
Gasolina	1.47	0.05

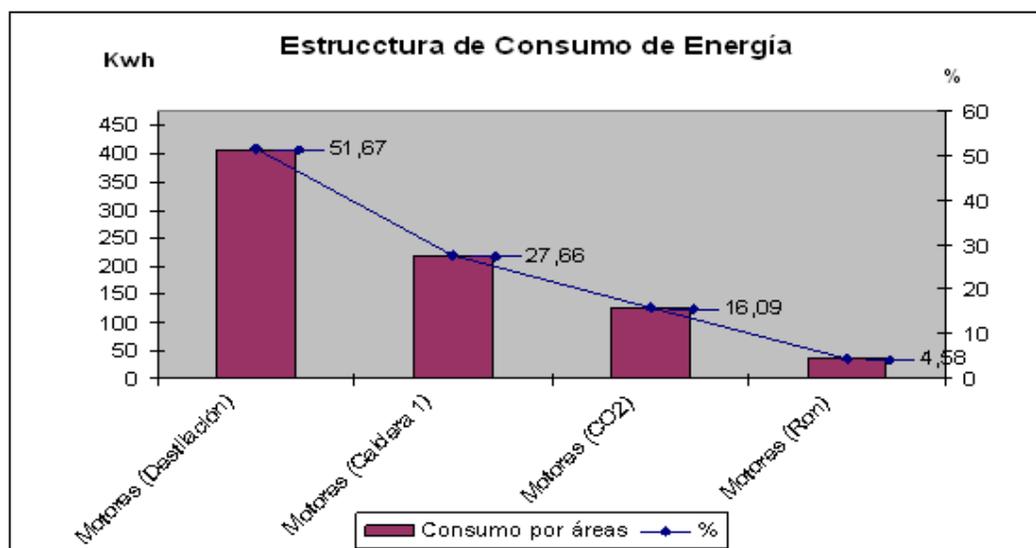
Estructura de consumo de energía por equipo.

La estructura de consumo de energía por equipos la podemos apreciar en la tabla 2.2, esta fue realizada a partir de un levantamiento de las cargas instaladas en la entidad.

Tabla 2.2: Estructura de consumo por áreas

Equipos	Cantidad	Consumo	%
Motores (Destilación)	14	406.2	51.67
Motores(Caldera 1)	5	217.5	27.66
Motores (CO2)	6	126.5	16.09
Motores (Ron)	2	36	4.58
Total	27	786.6	100

En la figura 2.4, se puede observar el comportamiento del consumo por uso final de la energía de los equipos por áreas.



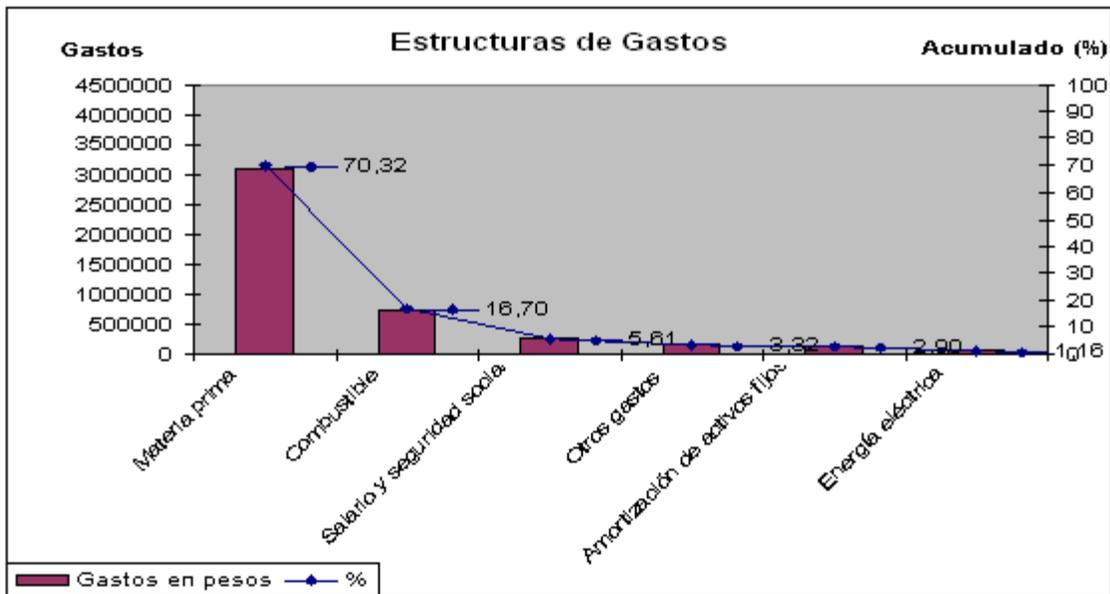
Evaluación del comportamiento de los gastos de la instalación.

Para el estudio anual de los gastos de la instalación se analizaron varios conceptos, costos variables y costos fijos. Los resultados del análisis de los costos se pueden observar en las tablas 2.2 y 2.3.

Costo variable	Gastos en pesos	%
Materia prima	3107100	76,855
Combustible	737800	18,25
Energía eléctrica	51100	1,264
Otros gastos	146800	3,6311
total	4042800	100

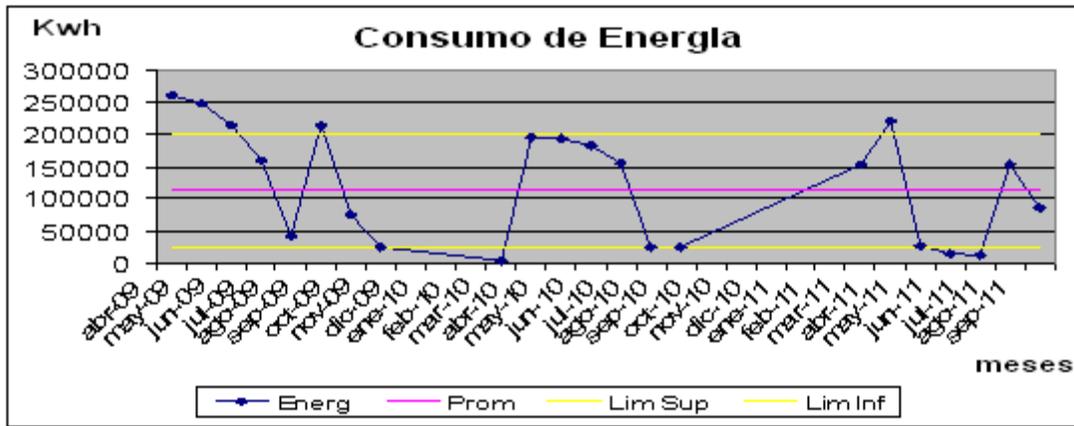
Costos fijos	Gastos en pesos	%
Salario y seguridad social	248000	65,957
Amortización de activos fijos	128000	34,043
Amortización diferido	116000	30,851
Total	376000	100

En el gráfico, muestra las estructuras de los gastos de la instalación, la mayor parte de estos en el sector son ocasionados por la materia prima, combustibles, salario y seguridad social.



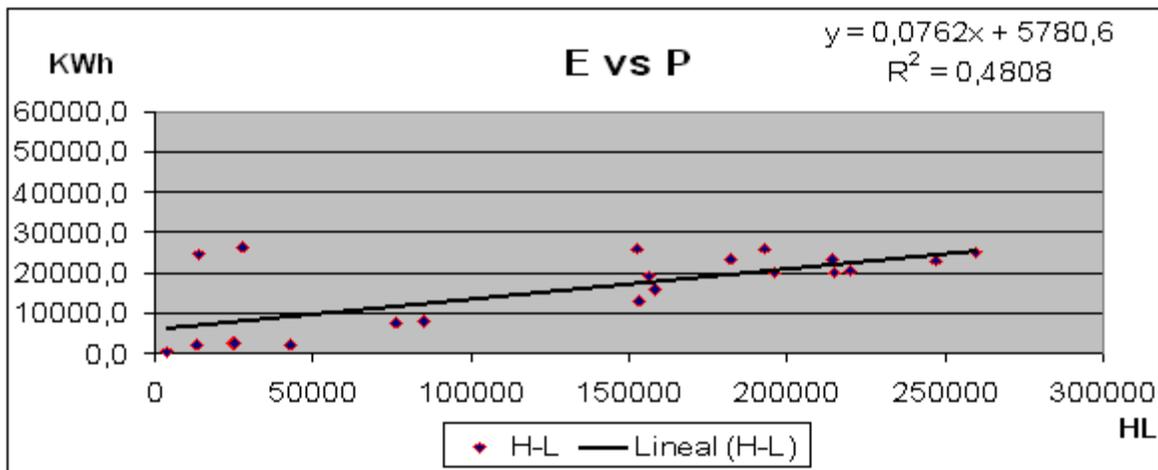
Comportamiento del consumo de electricidad.

La figura 2.5, muestra la gráfica del comportamiento del consumo de electricidad de la fábrica, se puede apreciar que en los meses de producción existe un consumo elevado de electricidad, aparecen sesgos próximos y fuera de los límites de desviación estándar establecidos, demostrando que la electricidad no está bajo control.



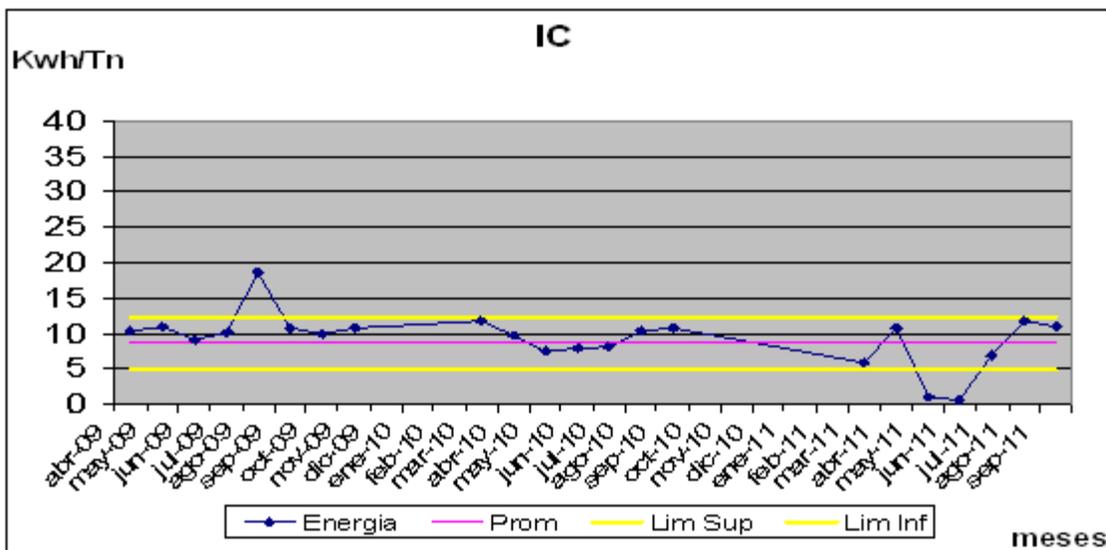
2.5.3 Diagrama de dispersión. Energía vs. Producción.

Se pueden considerar adecuados, a los efectos de estos análisis energéticos, como se observa en la figura 2.7, el coeficiente de correlación es de 0.48, confirmándose que existe una débil correlación entre estos parámetros.



Análisis del índice de consumo.

La figura 2.6, muestra el gráfico del índice de consumo, se observa el índice de consumo (IC) con respecto a los límites de control establecidos, existiendo pautas de distribución anormales, demostrando un comportamiento inestable



Conclusiones.

- 1.El diagnóstico de recorrido al equipamiento y al sistema de dirección y control evidencian oportunidades de ahorro significativos.
- 2.Es imprescindible la aplicación de la Tecnología de la Gestión Total y Eficiente de la Energía.
- 3.Los índices globales principales tienen un comportamiento inestable según resultados de la aplicación de los gráficos de control.
- 4.Las acciones propuestas para el incremento de la eficiencia energética en la fábrica se basan, en lo fundamental, en medidas de carácter técnico – organizativas.

Referencias Bibliográficas.

- 1.BORROTO, A. E., Monteagudo, Y. Gestión Energética Empresarial. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos. Cuba 2006. pp 63
- 2.Castro Ruz, Fidel, Reflexiones sobre la energía eléctrica en Cuba. [Periódico Granma]. [01-Mayo-2006].
- 3.Colectivo de autores. Gestión Energética Empresarial: Eficiencia energética en Cuba. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.
- 4.Cuba. Ministerio de la Industria Básica. Programa de desarrollo de la industria eléctrica MINBAS.- - La Habana: MINBAS, 2000.- -15p.
- 5.González Juan Pablo. Sistemas de Gestión Energética: Una vía hacia la eficiencia y el ahorro de energía. www.ite.es. Universidad Politécnica de Valencia. Instituto de Tecnología Eléctrica. 2007.
- 6.LINFERNAL, R. Gestión energética actual en la empresa de envases “Rafael Trejo”. CEEMA 2008. Universidad de Cienfuegos. Cuba 2008. pp 12 .
- 7.OCHOA, P. M., GUTIÉRREZ, B, M. Diagnóstico energético ambiental del ISMM. Instituto Superior Minero -Metalúrgico. Cuba 2005. pp 70
- 8.PRELLADA, G. M. Gestión energética actual en la empresa conformadora de Aluminios “Vladimir I. Lenin”. CEEMA 2008. Universidad de Cienfuegos. Cuba 2008. pp 16.
- 9.RESTREPO, V. HERNÁN, Á. Memorias del diplomado Gestión Total Eficiente de la Energía. Cienfuegos: [s.n], 1999.
- 10.Tamayo, E. *Técnicas modernas en la conversión y conservación energética*. [[s.l]. [s.n], [s.a].