



**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
Departamento de Ingeniería Industrial.**

Trabajo de Diploma

Título: Mejora al desempeño Energético de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos perteneciente a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.

Autor: Louba Mikaela Sylla Martín

Tutores: Msc. Ing. Jenny Correa Soto.
Ing. Roxana González Álvarez.

Año 55 del Triunfo de la Revolución



Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos: "Carlos Rafael Rodríguez" como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Industrial, autorizando a que el mismo sea utilizado por la institución para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad.

Louba Mikaela Sylla Martín

Autor del trabajo

Los abajo firmantes, certifican que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdos de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico y Técnica.

Nombres, Apellidos y Firma.

Tutor: MsC. Jenny Correa Soto

Computación

Nombre, Apellidos y Firma.

Tutor: Ing. Roxana González Álvarez

Pensamiento.

*Para el logro del triunfo siempre ha sido indispensable
pasar por la senda de los sacrificios.
Simón Bolívar.*

Agradecimientos.

En la construcción del camino universitario y en especial en tan rigurosa y extendida investigación como es el proceso del trabajo de diploma no se puede dejar de reconocer a todas esas personas que de una forma u otra hacen que uno de el óptimo a cada segundo, pues con su apoyo y ayuda encontramos el motivo por el cual conducimos por el camino correcto.

En primer lugar agradecerles a Dios y mi ángel de la guarda que siempre me acompaña Oshun, por haberme dado la oportunidad de llegar a vencer cuanto obstáculo pudo presentarse en todo el trayecto de esta larga y difícil travesía.

A mi linda y humilde familia, por brindarme todo su apoyo y confiar en mí en todo momento.

A mi abuela María y a mi mamá Moraima, quien se convirtió en todo en mi vida para sacarme adelante en este mundo tan difícil, brindándome amor, cariño, consejos, tanto a mí como a mis hermanos, que renunció a su propia vida para darnos siempre lo mejor de sí, gracias madre por existir.

A mis hermanas Sheila y Aicha y padre que sin su ayuda no habría sido posible mantenerme firme y seguir adelante.

A mi malcriao, David por ser parte de mi vida.

A mis amigas Yaima y Yoney, por estar siempre pendientes de mí.

Al maravilloso claustro de profesores de la Universidad "Carlos Rafael Rodríguez" por haberme brindado su apoyo incondicional y por transmitirme lo mejor de sus conocimientos.

A mis inconfundibles tutoras Jenny Correa Soto, Roxana González Álvarez, Mamadou Alpha Bah que sin su entrega y dedicación no habría sido posible culminar este trabajo a tiempo.

A todos y cada uno de mis compañeros de aula por su apoyo y preocupación cuando les necesité y, con un cariño muy especial a mis compañeras Lianet y Rachel quienes siempre estuvieron allí para hacerme sonreír y darme la mano.

A todos los que por consideración a la memoria no haya mencionado; gracias y mil veces gracias, pues de lo logrado, ustedes también son protagonistas.

Dedicatoria.

Este logro es de gran importancia tanto para mí como para muchos miembros de mi familia por lo que se lo dedico en primer lugar a mi abuela María Sánchez Villalobos, quien trató de inducir todo lo mejor en mí y las segundas personas que dedico este trabajo es a mis padres que gracias a ellos he llegado tan lejos.

También quiero dedicar este éxito a mis hermanas, porque de ellas de formas indescriptibles han luchado por mí.

A todos muchas gracias por ayudarme y ser parte de este sueño hecho realidad.

Resumen.

El presente trabajo de investigación tiene como objeto de aplicar las etapas de la planificación energética en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011 en la UEB Cerámica Roja de Cienfuegos. El trabajo se estructura en 3 capítulos. En el primer capítulo se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Calidad, el Sistema de Gestión de la Energía y con ello la Planificación de la Producción y la Planificación Energética. En el segundo capítulo se realiza la caracterización energética de la organización y se proponen las etapas para la planificación energética. En el tercer capítulo se realiza la planificación de la energía para la empresa UEB Combinado de Cerámica Roja de Cienfuegos en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011, haciendo uso de herramientas y técnicas como: trabajo con expertos, trabajo de Grupos, tormenta de ideas, diagrama de Pareto, las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), de calidad y gestión de procesos, la aplicación Excel sobre Windows, Microsoft Office Visio 2007 y el software estadístico Statgraphics Centurión XV versión 15.2.06.

Summary.

The present investigation work has like object of applying the stages of the energy planning in correspondence with the NC-ISO 50001:2011 in Ceramic Red UEB of Cienfuegos. The work is structured in 3 chapters. In the first chapter the topics related with the System of Management of the Quality are approached, the System of Management of the Energy and with it the Planning of the Production and the Energy Planning. In the second chapter he/she is carried out the energy characterization of the organization and they intend the stages for the energy planning. In the third chapter he/she is carried out the planning of the energy for the company Combined UEB of Red Ceramic of Cienfuegos in correspondence with the NC-ISO 50001:2011, making use of tools and technical as: I work with experts, work of Groups, storm of ideas, diagram of Pareto, the tools of the Technology of Total Efficient Management of the Energy (TGTEE)), of quality and management of processes, the application Excel Windows, Microsoft has more than enough Office Visio 2007 and the statistical software Statgraphics Centurion XV version 15.2.06.

Índice	
Resumen	
Introducción	1
Capítulo I Planificación energética	5
1.1 Introducción	5
1.2 – Sistema de Gestión de la Calidad.	6
1.2.1 Principios de gestión de la calidad	6
1.2.2 Política de la calidad	8
1.2.3 Objetivos de la calidad	8
1.2.4 Sistema de gestión de la calidad y otros sistemas de gestión.	8
1.2.5 Diversos enfoques sobre el Mejoramiento Continuo de la Calidad	9
1.3 Sistema de Gestión Energética	9
1.3.1. La gestión de la energía.	9
1.3.2 Indicadores de Gestión Energética.	10
1.3.3. Importancia de implantar y certificar el Sistema de Gestión Energética	12
1.3.4. Consumo y energía	12
1.3.5. Uso eficiente de la energía	13
1.3.6. La situación energética mundial.	13
1.3.7. Conciencia mundial sobre eficiencia energética en la construcción de edificios.	14
1.3.8. Eficiencia energética en Cuba.	15
1.4. Normas internacionales sobre gestión de la energía.	16
1.4.1. La norma UNE 216301:2007	16
1.4.2 La Norma UNE 216501:2010	17
1.4.3. ISO 26000:2010 Responsabilidad social de la empresa	17
1.4.4 Norma de ISO 50001: 2011	18
1.5 Proceso de Planificación y Control de la producción	20
1.5.1 Planificación	20
1.5.2 Control	20
1.6 Planificación Agregada	23
1.6.1 Métodos de la planificación agregada	24
1.7 Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)	25
1.7.1 Evolución de la planeación de requerimientos de materiales	25
1.7.2 Estructura de la Planeación de los Requerimientos Materiales (MRP)	26
1.8 Planificación Energética	28
1.8.1 Planificación Energética Regional Integrada - Conceptos y enfoque	30
1.8.2 Planificación Energética en la Comunidad	33
Capítulo II: Caracterización energética de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos	36
2.1 Introducción	36

2.2. Caracterización general de la Empresa Materiales de la Construcción	36
2.2.1. Reseña histórica de la Empresa Materiales de la Construcción	36
2.2.2. Objeto social	36
2.2.3. Planeación estratégica de la Empresa Materiales de la Construcción	37
2.2.4. Estructura organizativa de la Empresa Materiales de la Construcción	37
2.2.5 Identificación y secuenciación de los procesos	38
2.3 Caracterización Energética de la UEB Cerámica Roja de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos	40
2.3.1 Acciones realizadas por la empresa en función de la eficiencia energética	40
2.3.2 Fuentes de suministro energético	40
2.3.3. Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos en el período (2010-2012)	41
2.3.4. Orden de prioridad a los potadores energéticos según su gasto y consumo	42
2.3.5. Definición de la empresa de estudio	43
2.4. Caracterización energética de la UEB Combinado de Cerámica Roja	45
2.4.1 Diagramas tecnológico del flujo energético de producción	45
2.4.2 Índices de consumo	47
2.4.3. Análisis económico del comportamiento del consumo del agua por UEB	47
2.4.4. Comportamiento del consumo de los portadores energético en la UEB Combinado de Cerámica Roja	47
2.4.5. Posibles causas del alto por ciento del consumo de portadores energéticos no asociados directamente a la producción	49
2.5.- Identificación del problema	50
2.5.1-UEB Cerámica Roja.	50
2.5.2. Preparación del Diagrama Causa-Efecto.	50
2.5.3. Elaboración del plan de oportunidades y mejoras en la Empresa Materiales de la Construcción	50
2.5.4. Monitoreo y control	51
2.5.5 .Procedimiento para la planificación energética.	51
2.6.1. Etapas del procedimiento de planificación energética	53
2.6.1.1. Etapa I: Revisión del proceso de planeación energética	53
2.6.1.2. Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos	54
2.6.1.3. Etapa III: Revisión energética	55
2.6.1.4. Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética	59
2.6.1.4.1. Requisitos obligatorios para determinación de la línea base	60

energética y la línea meta del desempeño energético	
2.6.1.5. Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética	62
Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos.	65
3.1. Introducción	65
3.2. Procedimiento para la planificación energética en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos	65
3.2.1 Etapa I: Revisión del Proceso Planeación energética	65
3.2.2 Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos	67
3.2.3 Etapa III: Revisión energética	68
3.2.3.1. Analizar el uso y consumo de energía en la organización	68
3.2.3.2 Estudio de estabilidad y capacidad del índice de consumo de energía eléctrica en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos	74
3.2.3.3. Identificación de los portadores energéticos más consumidores	78
3.2.3.4. Estratificación de los gastos totales por portadores en el 2012	79
3.2.3.5. Selección de las áreas y equipos mayores consumidores de energía eléctrica	81
3.2.3.6. Estratificación del consumo de energía eléctrica en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos	82
3.2.3.7. Selección de equipos mayores consumidores de energía eléctrica producción de aligerados grande.	83
3.2.3.8. Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético	86
3.2.4. Etapa IV: Resultado del proceso de la planificación energética	86
3.2.4.1. Indicadores de desempeño energético.	86
3.2.4.2. Línea base y meta energética	91
3.2.5. Etapa V: Planes de acción y control de la planificación energética	92
Conclusiones	
Recomendaciones	
Bibliografía	
Anexos	

Introducción

En los momentos actuales reviste vital importancia para toda empresa cubana desarrollar e implementa su política energética para poder lograr la reducción en el consumo de energía. Evitar consumo innecesario de energía o escoger la mayor parte de equipo apropiado para reducir el costo de la energía ayuda a disminuir de energía.

En el mundo las restricciones financieras impuestas por los precios altos de energía, los consumidores pueden disminuir a través de una reducción en sus servicios de energía. El sistema de gestión energética pretende gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía, es la parte del sistema general de gestión de la organización que se encarga de controlar el uso de la energía, desde su entrada a través de distintas fuentes, su uso y su transformación en beneficios.

A partir del 2000, países líderes en la gestión de la energía tales como Dinamarca, Noruega, España, EEUU, China instituyeran guías y normas para la gestión energética las cuales contribuyeron a que en el año 2011 se aprobara por *la Internacional Standarization Organization (ISO)*, la norma internacional ISO 50001:2011 “*Energy management systems – Requirements with guidance for use*”, la cual posee alineación con las normas *ISO 9001:2008, ISO14000:2004 e ISO 22000:2005*.

Esta norma de la ISO trae implícita la planificación de la energía, la cual permite contar con un plan minuciosamente diseñado que sirve de guía durante un periodo de tiempo determinado. Es una herramienta muy útil para cualquier organización que decida mejorar su modelo de consumo energético y que desee hacerlo conforme a un plan correctamente elaborado. En nuestro país estas normas son adopta como Norma Nacional idéntica con la referencia NC-ISO 50001:2011.

Además cabe mencionar que los principales esfuerzos se han centrado en el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), y en los diagnósticos energéticos en algunas organizaciones con la utilización de la tecnología de la gestión de la eficiencia total de la energía (TGTEE) desarrollada por el (CEEMA) de la UCF.

Las empresas de la Rama Industrial: Construcción por la Empresa Materiales de la Construcción de Cienfuegos y Organismo del MICONS de Cuba, se caracterizan por poseer en su mayoría, un equipamiento de varios años de explotación, con un alto nivel de deterioro, el cual obstaculiza su funcionamiento eficiente desde el punto de vista energético.

Se toman medidas para elevar la eficiencia energética, apoyadas en planes de ahorro de energía; pero no se cuenta con 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 para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general que integre las acciones a los servicios brindados.

Por lo anteriormente planteado, se hace necesario crear condiciones favorables para trabajar en función de crear las bases que facilitaran la implantación futura de la NC-ISO 50001:2011. Donde las debilidades en la futura implantación están en la definición de las Políticas energéticas y la Planificación energética.

De lo anterior descrito se enuncia el siguiente **Problema de Investigación:**

¿Cómo determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos?

Objeto de estudio: La Empresa Cerámica Roja Cienfuegos.

Campo de acción: La gestión energética en la Empresa Cerámica Roja Cienfuegos

Objetivo general:

Determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos

Objetivos específicos:

1. Realizar la caracterización energética en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos perteneciente a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.
2. Aplicar el procedimiento para la planificación energética en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos perteneciente a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos.
3. Determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos perteneciente a la Empresa la Materiales de la Construcción Cienfuegos.

Hipótesis de investigación:

La aplicación del procedimiento para la planificación energética permitirá determinar las oportunidades de mejora del desempeño energético en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos perteneciente a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos

Justificación de la investigación:

La entidad Materiales de Construcción Cienfuegos perteneciente al Ministerio de la Construcción grupo GEICOM, se enfrascado en gestionar el uso y consumo de los portadores energéticos, en las diferentes UEB productivas que la integran siendo de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos la analizada debido a la situación crítica desde el punto de vista de consumo energética debido a los sobre consumos de la misma representando así un costo sustancial para la empresa ,además por ser la única UEB que utiliza el fuel oil en sus producciones. Dada a que la gestión de la Energía en la actualidad es un tema de importancia debido a la aprobación por la *International Standart Organization (ISO)* en junio 2011, de la norma internacional ISO 50001:2011. “Gestión de la Energía”, norma adoptada por Cuba en enero 2012, además de los temas de importancia definidas por el CITMA tales como la reducción de contaminantes y la eficiencia energética.

Tipos de investigación.

La investigación se clasifica como **Descriptiva**.

Definición de variables.

Variable independiente: Procedimiento para la planificación energética

Variable dependiente: Oportunidad de mejora

Definición conceptual:

1. Procedimiento para la planificación energética: Forma especificada para llevar a cabo el proceso de planificación energética, a través de las etapas de revisión del proceso de planeación energética, establecimiento de requisitos legales y otros requisitos, revisión energética, resultados del proceso de planeación energética y planes de acción y de control de la planificación energética.
2. Oportunidad de mejor: acciones de mejora encaminadas a mejorar el desempeño energético a través de resultados medibles relacionados con la capacidad que tiene la UEB Cerámica Roja Cienfuegos perteneciente a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos de producir bienes a partir de la energía eléctrica.

Estructura de la investigación

La investigación está estructurada en Introducción, Capítulo1, Capítulo2, Capítulo3, Conclusiones, Recomendaciones Anexos, donde en:

- **Capítulo1:** para el desarrollo del marco teórico de la investigación, se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Calidad, el Sistema de Gestión Energética y con ello la planificación de la producción y la planificación energética.

Capítulo2: Se realiza la caracterización energética de la organización y se exponen las etapas para la planificación energética.

- **Capítulo3:** Se realiza la aplicación del para planificación energética en la Empresa Cerámica Roja Cienfuegos en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011.

Capítulo I: Planificación energética

1.1 – Introducción:

Para el desarrollo del marco teórico de la investigación, se abordan los temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Calidad, el Sistema de Gestión Energética y con ello la planificación de la producción y la planificación energética. Lo cual se ilustra en la figura 1.1.



Figura 1.1: Hilo conductor en la elaboración del marco teórico.

Fuente: Elaboración propia.

1.2 – Sistema de Gestión de la Calidad.

1.2.1 Principios de gestión de la calidad

Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

- **Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
- **Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
- **Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- **Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- **Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- **Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
- **Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.NC: (ISO: 9000: 2005)

El modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos que se muestra en la figura 1.2 ilustra los vínculos entre los procesos. Esta figura muestra que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos.

El modelo mostrado en la figura 1.2 cubre todos los requisitos de esta Norma Internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada. De manera adicional, la norma ISO 9000: 2005 propone aplicar a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA) que fue desarrollada inicialmente en la década de los 20 por Walter Shewhart, y fue popularizada luego por W. Edwards Deming. Por esa razón, es frecuentemente conocido como (PDCA, ciclo Deming). El ciclo Deming puede describirse brevemente como:



Figura 1.2: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

Fuente: NC: ISO 9001: 2008

Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: implementar los procesos.

Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño energético. (NC: ISO 9001: 2008)

Las normas ISO 9001 e ISO 9004 forman un par coherente de normas sobre la gestión de la calidad. La norma ISO 9001 está orientada al aseguramiento de la calidad del producto y a aumentar la satisfacción del cliente, mientras que la norma ISO 9004 tiene una perspectiva más amplia sobre la gestión de la calidad brindando orientaciones sobre la mejora del desempeño. El estándar internacional de ISO 9001:2008 exige realizar el principio de “enfoque de procesos” que incluye el estudio de la organización como el sistema de procesos, descripción de procesos como por separado, tanto en su interacción, comprobación de sistema de proceso con el fin de asegurar la gestión de proceso eficaz.

1.2.2 Política de la calidad

La política de la calidad y los objetivos de la calidad se establecen para proporcionar un punto de referencia para dirigir la organización. Ambos determinan los resultados deseados y ayudan a la organización a aplicar sus recursos para alcanzar dichos resultados. La política de la calidad proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad. (NC: ISO 9000: 2005)

1.2.3 Objetivos de la calidad

Los objetivos de la calidad tienen que ser coherentes con la política de la calidad y el compromiso de mejora continua, y su logro debe poder medirse. El logro de los objetivos de la calidad puede tener un impacto positivo sobre la calidad del producto, la eficacia operativa y el desempeño financiero y, en consecuencia, sobre la satisfacción y la confianza de las partes interesadas. (NC: ISO 9000: 2005)

1.2.4 Sistema de gestión de la calidad y otros sistemas de gestión.

El sistema de gestión de la calidad es aquella parte del sistema de gestión de la organización enfocada en el logro de resultados, en relación con los objetivos de la calidad, para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas, según corresponda. Los objetivos de la calidad complementan otros objetivos de la organización, tales como aquellos relacionados con el crecimiento, los recursos financieros, la rentabilidad, el medio ambiente y la seguridad y salud ocupacional.

Las diferentes partes del sistema de gestión de una organización pueden integrarse conjuntamente con el sistema de gestión de la calidad, dentro de un sistema de gestión único, utilizando elementos comunes. Esto puede facilitar la planificación, la asignación de

recursos, el establecimiento de objetivos complementarios y la evaluación de la eficacia global de la organización. El sistema de gestión de la organización puede evaluarse comparándolo con los requisitos del sistema de gestión de la organización. (NC: ISO 9000: 2005).

1.2.5 Diversos enfoques sobre el Mejoramiento Continuo de la Calidad

El desarrollo de procedimientos y métodos que sean específicos para el proceso analizado, con el fin de darle solución a los problemas que surjan y por ende, elevar su eficiencia, sólo es posible lograrlo teniendo en consideración el proceso de mejoramiento.

Juran & Gryna [1993, 1998] definen el mejoramiento continuo como el logro de un nuevo nivel de rendimiento superior al nivel anterior, esta superioridad se consigue con la aplicación del concepto del salto adelante a los problemas de calidad. La mejora de la calidad abarca tanto la mejora de la aptitud de uso, como la reducción del nivel de defectos y errores. Ambas actividades se aplican a todos los consumidores internos o externos.

El Dr. Deming en 1986 realiza una contribución excepcional en el área de mejoramiento de la calidad destacándose los siguientes aspectos positivos: 1) vivió la evolución de la calidad en Japón, y de esta experiencia desarrolló sus famosos 14 puntos para que la administración lleve a la empresa a una posición de productividad y competitividad; 2) la calidad está orientada a las necesidades de los clientes, que se encuentran en continuo cambio, por lo que es necesario realizar el trabajo según el ciclo de mejora PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar); 3) la participación de todos en la empresa en la responsabilidad por la calidad, comenzando por la alta gerencia ; 4) la mejora a través de la reducción continua de la variabilidad, utilizando técnicas estadísticas, gerenciales y de producción ; 5) la capacitación de todos, buscando participación total en la mejora y 6) reducción de los costos de calidad.

1.3 Sistema de Gestión Energética

1.3.1. La gestión de la energía.

El ámbito energético se enfrenta actualmente a tres grandes retos: la competitividad directamente relacionada con la disminución de la intensidad energética (desacoplamiento del aumento del consumo energético con el desarrollo económico), el cambio climático y la

seguridad de suministro. En cualquiera de las soluciones estudiadas para resolver estos desafíos se encuentra la optimización de la demanda, mediante la eficiencia y el ahorro energético, por ser la más inmediata y barata de aplicar y porque aporta reducciones de costes y ahorro de recursos a corto plazo. Además, la eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43% durante los próximos 20 años.

Desde hace una década, diversas organizaciones de normalización vienen trabajando para desarrollar documentos que orienten a las organizaciones sobre cómo gestionar eficazmente la energía. El 15 de junio de 2011 la Organización Internacional de Normalización (ISO) publicó la esperada ISO 50001: 2011, un documento que ayudará a las organizaciones que lo implanten a obtener mejoras significativas en su eficiencia energética, con el consiguiente impacto positivo en su cuenta de resultados.

La Norma ISO 50001 puede ser implantada por cualquier organización, independientemente de su tamaño, sector y ubicación. No establece requisitos absolutos para el desempeño energético más allá de los compromisos incluidos en la política energética, del cumplimiento de los requisitos legales aplicables y de la mejora continua.

Tampoco establece por sí misma criterios de rendimientos con respecto a la energía. Por otra parte, los conceptos de alcance y límites dan flexibilidad a la organización para definir el ámbito de aplicación del sistema de gestión energética. Según la ISO 50001: 2011, el concepto de desempeño energético incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético, por lo que la organización puede actuar en un amplio rango de actividades de desempeño energético. (Juan Manuel García Márquez, A. C. P. (2012). Gestión de la Eficiencia Energética: Calculo de consumo e indicadores y mejora. AENOR.)

1.3.2 Indicadores de Gestión Energética.

Al establecer criterios o metas de producción, es práctica común plantearse los indicadores económicos que implica establecer un rango para evaluar su cumplimiento. Encerrarse en estos indicadores sin realizar variaciones es absurdo porque la reducción continua de las variables que inciden en los mismos posibilita una disminución de los costos. Los principios de reacción en cadena plantean que una reducción continua de errores es mejoramiento continuo, significa costos cada vez más bajos, disminución del desperdicio de materiales, recursos energéticos y financieros, de tiempo en esfuerzo humano y lógicamente provoca que aumente la productividad. Por lo tanto, un proceso de mejoramiento energético implica hallar las causas potenciales que atentan contra la obtención de un producto o la

prestación de un servicio ineficiente energéticamente y eliminarlas, de forma tal que el problema no se repita, con la propuesta de soluciones para contrarrestar la deficiencia o alto consumo de portadores energéticos. (Leiva, 2010).

Para el logro de la eficiencia energética debe contarse con indicadores e índices que permitan el análisis y muestren las desviaciones en los consumos y pueda la dirección en las organizaciones detectar problemas y tomar decisiones. El índice de consumo de energía se define como la cantidad consumida por unidad de producción o servicios medidos en términos físicos (productos o servicios prestados). Este índice relaciona la energía consumida (Kwh, litros de combustible, toneladas de fuel oil, toneladas equivalentes de petróleo), con indicadores de la actividad expresados en unidades físicas (toneladas de acero producidas, hectolitros de cerveza producidos, habitaciones-días ocupadas, toneladas-kilómetros transportadas). (Borroto, 2006).

En esta investigación se considera que un indicador de gestión energética es la expresión cuantitativa del comportamiento y el desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede señalar una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso. Para trabajar con los indicadores debe establecerse todo un sistema que vaya desde la correcta comprensión del hecho o de las características hasta la toma de decisiones acertadas para mantener, mejorar e innovar el proceso.

El concepto de indicadores de gestión remonta su éxito al desarrollo de la filosofía de calidad total creada en Estados Unidos y aplicada acertadamente en Japón. (Índices de eficiencia energética, 2007).

Según la propia fuente las principales características de los indicadores de gestión energética son:

- Simplicidad: puede definirse como la capacidad para definir el evento que se pretende medir de manera poco costosa.
- Adecuación: entendida como la facilidad de la medida para describir por completo el fenómeno o efecto. Debe reflejar la magnitud del hecho analizado y mostrar la desviación real del nivel deseado.
- Validez en el tiempo: puede definirse como la propiedad de ser permanente por un período deseado.
- Participación de los usuarios: es la habilidad para estar involucrados desde el diseño, y debe proporcionárseles los recursos y formación necesarios para su ejecución. Este es quizás el ingrediente fundamental para que el personal se motive en torno al cumplimiento de los indicadores.

- Utilidad: es la posibilidad del indicador para estar siempre orientado a buscar las causas que llevan a alcanzar un valor particular y mejorarlas.
- Oportunidad: entendida como la capacidad para que los datos sean recolectados a tiempo. Igualmente requiere que la información sea analizada oportunamente para poder actuar. (Omar Pérez García, Sonia Elena González Gómez, & Yoel Martínez. (n.d.). La gestión energética en el contexto empresarial cubano. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Retrieved from <http://xn--caribea-9za.eumed.net/gestion-energetica-contexto-empresarial-cubano/>.)

1.3.3. Importancia de implantar y certificar el Sistema de Gestión Energética

La importancia que tiene implantar y certificar un Sistema de Gestión de la Energía es que:

- Promociona la Política Energética e integra la eficiencia energética en la organización, alineando el Sistema de Gestión Energética con los otros sistemas de gestión existentes.
- Mejora la eficiencia energética de los procesos de forma sistemática, y mejorar los resultados empresariales mediante la identificación de soluciones técnicas precisas
- Proporciona una actitud responsable y económicamente rentable (reducción de costes)
- Da a conocer los objetivos normativos obligatorios actuales y futuros sobre eficiencia energética y reducción de Gas Efecto Invernadero
- Proporciona la voluntad de cumplir con los compromisos del Protocolo de Kioto, reduciendo las emisiones de CO₂.

1.3.4. Consumo y energía

El fenómeno de la globalización, la liberalización de los mercados, el aumento de los índices de pobreza y marginalidad, y las guerras movidas por intereses económicos, específicamente por el control de los recursos petroleros, son cuestiones que caracterizan al mundo contemporáneo, exacerbadas por el incremento de la demanda mundial de consumo energético combinada con la disminución a escala global de las reservas de combustible fósil. Así, la demanda de energía no sólo ha tenido que crecer en la industria, sino también en los consumidores de los productos manufacturados, dado que estos precisan mayoritariamente energía para cumplir con su finalidad. Para satisfacer esta demanda, no sólo de bienes, sino de exigencia de nuevas cotas de confort, se hace preciso una mayor generación y oferta de energía. Por ello, se ha hecho necesario dotarse de grandes centros generadores de energía excedentaria, ante la eventualidad de poder satisfacer la demanda que pueda ser requerida.

1.3.5. Uso eficiente de la energía

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Es una tarea urgente, según muchos de los estudiosos del ambiente, porque la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales son muy serios y porque, a medio plazo, no podemos seguir basando nuestra forma de vida en una fuente de energía no renovable que se va agotando. Además esto lo debemos hacer compatible, por un deber elemental de justicia, con lograr el acceso a una vida más digna para todos los habitantes del mundo. Para lograr estos objetivos son muy importantes dos cosas:

- aprender a obtener energía, de forma económica y respetuosa con el ambiente.
- aprender a usar eficientemente la energía.

Usar eficientemente la energía significa no emplearla en actividades innecesarias y conseguir hacer las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía es lo más importante para lograr un auténtico desarrollo, que se pueda llamar sostenible. Por ejemplo, se puede ahorrar energía en los automóviles, tanto construyendo motores más eficientes, que empleen menor cantidad de combustible por kilómetro, como con hábitos de conducción más racionales, como conducir a menor velocidad o sin aceleraciones bruscas.(Rosel Reid, 2011)

1.3.6. La situación energética mundial.

Los pronósticos más recientes sugieren que la población del mundo crecerá a más de 8.000 millones en el año 2020. Alrededor del 90% de ese crecimiento ocurrirá en los países en desarrollo. En el 2005, aproximadamente el 75% de la población del mundo que vive en países en desarrollo y en los recientemente industrializados, consumieron solamente el 33% del total de la energía global consumida. Para el año 2020 se calcula que cerca del 85% de la población mundial vivirá en estos países y será responsable de aproximadamente el 55% del consumo total de energía. En las dos últimas décadas la demanda de energía en Asia se incrementó en aproximadamente 4,5% por año, en comparación con el 2% experimentado por EEUU y Europa. El aumento del consumo de carbón en Asia ha sido aún más rápido, casi del 5,5% anualmente en los últimos 10 años.(Rudy Márquez, 2011).

1.3.7. Conciencia mundial sobre eficiencia energética en la construcción de edificios.

El Protocolo de Kioto y la Directiva Europea sobre Eficiencia Energética en los Edificios suponen el punto de partida para conseguir una disminución del consumo energético y de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

En los últimos años se están tomando en España una serie de medidas normativas para la transposición de la normativa europea. Tras la puesta en marcha del Código Técnico de la Edificación (CTE), que incluía disposiciones referentes a la eficiencia energética, en mayo entró en vigor la ley para la Certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Además de una evolución normativa en el campo de la técnica y la adopción de una visión más internacional, el CTE ha legislado por primera vez el uso energético en la construcción. Esta evolución normativa ha asentado unas bases fundamentales para la sostenibilidad en el proceso constructivo que afectan a todos los agentes que intervienen en el mismo e incluso al usuario final (agente responsable del uso y mantenimiento del edificio).

El nuevo enfoque del CTE, basado en prestaciones "establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE)". Uno de sus apartados está dedicado de forma específica al tema energético: el Documento Básico "Ahorro de Energía". Éste establece, por primera vez a nivel nacional, reglas y procedimientos que permiten un uso racional de la energía necesaria utilizada en los edificios, mediante la reducción a límites sostenibles de consumo y logrando que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovables.

Las disposiciones del CTE se han completado recientemente con la aprobación del Real Decreto 47/2007 de 19 de enero, que establece el Procedimiento básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Nueva Construcción. El nuevo certificado es de carácter obligatorio desde el 31 de octubre del presente año e incluye información objetiva sobre las características energéticas de los edificios -de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética- favorecerá la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

La calificación de eficiencia energética es el primer paso para conseguir la certificación de eficiencia energética. Dicha calificación es la expresión del consumo de energía que se

estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. La nueva ley establece el procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, así como las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los proyectos y de los edificios terminados.

En sintonía con la concienciación global entorno a la sostenibilidad, la nueva normativa fomenta el uso racional de la energía en el sector de la construcción, limitando las emisiones de CO₂ y mejorando el medioambiente.

http://tecno.sostenibilidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=178&Itemid=2

1.3.8. Eficiencia energética en Cuba.

En el período 80-89 en Cuba se decía que existía un adecuado balance oferta - demanda de portadores energéticos, en esta etapa crecía el consumo de energía a una tasa promedio anual de un 4 %. Quizás no se había tomado conciencia exacta del consumo energético nacional. La etapa 1989-1993 tuvo una tendencia a la reducción de la intensidad energética. La causa fundamental de este comportamiento fue la caída en los niveles de actividad económica, que conllevó a la eliminación y reducción de los consumos energéticos. Al mismo tiempo, se produjo un deterioro en los índices de intensidad energética de las principales ramas industriales (combustible, metalurgia ferrosa y no ferrosa, azúcar, materiales de la construcción, etc.). El ajuste derivó en una estructura de producción de bienes y servicios menos intensiva en el uso de la energía. En el período 90-93, con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció desde el 78 % hasta el 53 % y la de combustibles, en prácticamente 2 años, se redujo a menos del 50 %. El consumo promedio de energía eléctrica en este período en el país decreció en más de un 6 % anual.

Por primera vez en la década de los noventa comienza a observarse una disminución de la intensidad energética, a partir de la maduración de una serie de acciones y programas con vistas a disminuir el consumo energético, que por cierto, crece por debajo del incremento del PIB en la etapa analizada, reflejando una mejor eficiencia energética. Durante la etapa 1995- 1999 se invirtieron 300 millones de dólares en proyectos de ahorro energético, mientras que en la etapa 1986-1990, con una situación económica más favorable, no se destinaron recursos al uso racional de la energía. A partir de 1998-1999 la intensidad

energética comienza a decrecer producto de una serie de acciones y programas desarrollados para disminuir el consumo energético.

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 Electro Energético Nacional más eficiente y seguro. El ahorro total alcanzado con este programa entre el 2006 y el 2007 asciende a 2 795 GWh, equivalente a 961 419 toneladas de combustible convencional.

1.4. Normas internacionales sobre gestión de la energía.

A veces, en una industria o en cualquier tipo de organización, cuesta ponerse a pensar cómo ahorrar energía, y se toman medidas de forma parcial e incorrecta que muchas veces no consiguen los resultados esperados.

1.4.1. La norma UNE 216301:2007

Publicada por AENOR, da las herramientas a una organización para crear un auténtico sistema de gestión de la energía, fomentando la eficiencia energética y el ahorro de energía, partiendo del análisis de los distintos procesos para mejorarlos energéticamente de forma individual, y que esto sumado a otras mejoras generales (por ejemplo, incrementar el aprovechamiento de energías renovables o energías excedentes propias o de terceros) consiga los objetivos.

Esta norma tiene una estructura similar a otras normas de gestión (por ejemplo, ISO 14001) con lo que se facilita su integración a sistemas de gestión ya existentes. Se basa, como ISO 14001, en identificar aspectos, pero en este caso aspectos energéticos, en lugar de aspectos ambientales y, posteriormente, evaluarlos para identificar cuáles son los aspectos energéticos significativos, sobre los cuales priorizaremos nuestras actuaciones. Las dificultades que una organización puede encontrarse al inicio de la implantación de un sistema de estas características, son la necesidad de tener datos totalmente actualizados (balances de materia y energía), ver si los equipos de medición disponibles son suficientes y/o adecuados, definir unidades de referencia para comparar datos. También será importante pensar que la eficiencia energética afecta a todas las fases del proceso general, incluso desde la fase de comprar máquinas o equipos (procurar que sean el máximo de eficientes, etc.) o la fase de diseño/modificación de proyectos.

1.4.2 La Norma UNE 216501:2010

El objeto de la norma UNE 216501 es describir los requisitos que debe tener una auditoría energética para que pueda ser comparable y describa los puntos clave para la mejora de la eficiencia energética, la promoción del ahorro energético y evitar emisiones de gases de efecto invernadero. Esta norma es de aplicación voluntaria en cualquier tipo de organización y sus objetivos son:

- Obtener un conocimiento fiable del consumo energético y su coste asociado.
- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía.
- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro y diversificación de energía y su repercusión en coste energético y de mantenimiento, así como otros beneficios y costes asociados.

La Norma UNE 216501:2010 es aplicable a organizaciones que deseen:

- Unificar procesos de auditoría energética
- Obtener seguridad en localización de los trabajos
- Asegurar su conformidad con su política energética
- Demostrar esta conformidad a otros
- Buscar la verificación de su auditoría energética por una organización externa
- Usar esta herramienta para la implantación de su sistema de gestión energética

1.4.3. ISO 26000:2010 Responsabilidad social de la empresa

Guía ISO 26000 (2010) es una normativa guía para la gestión de responsabilidad social corporativa (empresarial). Guía ISO 26000 se alinea con las normativas internacionales en sistema de gestión ambiental ISO 14001 y calidad ISO 9001, ISO 26000 aplica a cualquier entidad social constituida legalmente, inclusive sector de industria, privado y gobierno. Para demostrar responsabilidad social, la entidad legal requiere identificar, definir, implantar y mantener políticas que atienden, entre otros puntos:

- Actividad Laboral, Niños,
- Labor Forzada
- Higiene y Seguridad
- Libertad de Asociación
- Discriminación
- Acción Disciplinaria

- Horario Laboral
- Remuneración y Compensación
- Iniciativas "Verdes"
- Responsabilidad fiscal financiera
- Obligatoriedad legal y regulatoria
- Requisitos contractuales

Tal que respeto, oportunidad, responsabilidad e integridad sean valores en las operaciones. Los puntos previos se aplicarían para determinar alcance dentro de las obligaciones de una empresa - corporativo. Igualmente proveen las bases para optar a demostrar responsabilidad social a clientes o consumidores. Tanto ISO 9001 como ISO 14001 atienden requisitos expresados en ISO 26000 y estos con enfoque a beneficiar las partes interesadas. Hay otros esquemas, entre estos SA8000, ESR y SRA la cual propician certificación. Los organismos internacionales que proveen certificación son SRA, SA y otros.

1.4.4 Norma de ISO 50001: 2011

Para la ISO 50001:2011, la gestión energética es uno de los cinco campos principales dignos del desarrollo y la promoción que ofrecen las Norma Internacionales. La gestión eficaz de la energía es una prioridad, ya que cuenta con un potencial significativo en cuanto al ahorro de energía y la reducción de las emisiones de gases invernadero en todo el mundo. La Norma ISO 50001:2011 puede ser implantada por cualquier organización, independientemente de su tamaño, sector y ubicación. No establece requisitos absolutos para el desempeño energético más allá de los compromisos incluidos en la política energética, del cumplimiento de los requisitos legales aplicables y la mejora continua. Tampoco establece por sí misma criterios de rendimientos con respecto a la energía. Por otra parte, los conceptos de alcance y límites dan flexibilidad a la organización para definir lo que está incluido en el Sistema de Gestión Energética. El objetivo de esta Norma Internacional (ISO 50001:2011) es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia energética, uso, consumo e intensidad. La implementación de esta norma debería llevar a reducciones de costo energético, emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales, por medio de la gestión sistemática de la energía. Es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. La implementación acertada depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, y sobre todo de la alta dirección.

1.5 Proceso de Planificación y Control de la producción

1.5.1 Planificación

La planificación es un proceso continuo que refleja los cambios del ambiente en torno a cada organización y busca adaptarse a ellos. Se ha dicho que la planificación es como una locomotora que arrastra el tren de las actividades de la organización, la dirección y el control. Según (Stoner, n.d.) es el proceso en el que se establecen las metas y directrices apropiadas para el logro de dichas metas. En todas las definiciones es posible hallar algunos elementos comunes importantes: el establecimiento de objetivos o metas, y la elección de los medios más convenientes para alcanzarlos (planes y programas). Implica además un proceso de toma de decisiones, un proceso de previsión (anticipación), visualización (representación del futuro deseado) y de predeterminación (tomar acciones para lograr el concepto de adivinar el futuro).

1.5.2 Control

El control es una etapa primordial, pues, aunque una empresa cuente con magníficos planes, una estructura organizacional adecuada y una dirección eficiente, el ejecutivo no podrá verificar cuál es la situación real de la organización si no existe un mecanismo que se cerciore e informe si los hechos van de acuerdo con los objetivos. El concepto de control es muy general y puede ser utilizado en el contexto organizacional para evaluar el desempeño general frente a un plan estratégico. El control es un proceso cíclico y repetitivo, que ayuda a crear mejor calidad, las fallas del proceso se detectan y el proceso se corrige para eliminar errores, necesita ser oportuno, es decir, debe aplicarse antes de que se efectúe el error, de tal manera que sea posible tomar medidas correctivas, con anticipación. El control existe en función de los objetivos, es decir, el control no es un fin, sino un medio para alcanzar los objetivos preestablecidos. Ningún control será válido si no se fundamenta en los objetivos y si, a través de él, no se revisa el logro de los mismos. (Veliz, 2009). Luego de un análisis de los conceptos de control y planificación podemos decir que la planificación y el control de la producción se caracterizan por contar con un conjunto de decisiones estructurales interrelacionadas, las cuales permiten definir la actividad productiva de la organización a corto y mediano plazo. La interrelación entre el conjunto de decisiones estructuradas permite que exista una coordinación adecuada entre los objetivos, planes y actividades de los niveles estratégico, táctico y operativo. Según el enfoque holista que caracteriza la teoría General de Sistemas, cada una trabajará sus

propias metas, pero persiguiendo el cumplimiento de los objetivos generales. Muchos son los autores que han tratado de definir este tan utilizado término y como resultado de una minuciosa revisión del estado del arte. (Torres, 2001) El proceso conjunto de planeación y control de la producción tiene variados y similares los enfoques que han sido tratados por diversos autores quienes establecen, en términos generales, que este se inicia con las previsiones, de las cuales se desprenden los planes a largo, mediano y corto plazo. Este debe seguir un enfoque jerárquico, en el que se logre una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos y además se establezca su relación horizontal con las otras áreas funcionales de la compañía. Básicamente las cinco fases que componen el proceso de planificación y control de la producción son:

- 1. Planificación estratégica o a largo plazo.**
- 2. Planificación agregada o a medio plazo.**
- 3. Programación maestra.**
- 4. Programación de componentes.**
- 5. Ejecución y control.** (Sachare, 2003)

La primera arranca de los objetivos estratégicos de la empresa, los cuales teniendo en cuenta, entre otros factores, las previsiones de demanda a largo plazo, marcarán el Plan de Ventas para dicho horizonte temporal; aquí se indicarán las cifras de demanda que la empresa debería alcanzar para cumplir las metas de la organización. Este plan, conjuntamente con los citados objetivos, servirá para establecer el plan de producción a largo plazo, que nos indicará las cantidades a producir en cifras trimestrales o anuales muy agregadas (tipo de producto). De dichos planes derivarán las necesidades de recursos para llevarlos a cabo, lo cual generará, junto con los ingresos previstos por ventas, el Plan financiero a largo plazo.

El conjunto de los tres planes mencionados conforma la base del Plan estratégico o Plan de Empresa, que debe tener en cuenta la situación en el sector, consideraciones sobre competitividad y previsiones sobre las condiciones económicas en general. A este nivel, las actividades de planificación de la producción se centrarán en el desarrollo de nuevos productos o modificación de los existentes, en tecnologías y procesos, así como en la valoración de las necesidades de capacidad derivadas del plan a largo plazo; se estudiará la conveniencia o no de crear nuevas instalaciones o modificar las existentes, así como los momentos de tiempo más idóneos para llevar a cabo dichas decisiones.

La siguiente etapa del largo y complejo camino que nos llevará desde el plan de producción a largo plazo a la ejecución es la Planificación agregada. Esta fase consiste en concretar algo más el mencionado plan se trata de establecer, todavía en unidades

agregadas, pero para períodos normalmente mensuales, los valores de las principales variables productivas (cantidades de productos, inventarios, nivel de mano de obra, etc.), teniendo en cuenta la capacidad disponible e intentando que permita cumplirse el plan a largo plazo al menor costo posible. Esta etapa, que también se denomina planificación a mediano plazo, finaliza con el establecimiento de dos planes agregados: el de producción y el de capacidad.

El grado de detalle del Plan agregado, que permite la coordinación de la Planificación estratégica y la Operativa, no es suficiente para llevar a cabo esta última, por lo que las distintas familias se descompondrán en productos concretos y los períodos pasarán de meses a semanas. El resultado será el Programa Maestro de Producción, con un horizonte temporal que no suele superar el año. A pesar de que ya se aseguró la factibilidad del Plan agregado en relación con la capacidad, habrá que hacer lo mismo para el Programa Maestro. Ello es debido, por una parte, a que el nivel de desagregación es mayor y por otra, al hecho de que, aunque la capacidad disponible para períodos mensuales sea suficiente de forma agregada, es decir que no existan desajustes semanales, se deberá realizar un análisis aproximado de capacidad, en el que se tendrán en cuenta las necesidades derivadas de actividades distintas de la elaboración de productos terminados. El Programa Maestro deberá tener la suficiente estabilidad como para que la fabricación pudiese garantizar su ejecución y suficiente flexibilidad como para obtener una respuesta competitiva ante posibles cambios en la demanda. En la cuarta etapa se llevará a cabo la programación detallada (en cantidades y momentos de tiempo) de los componentes que integran los distintos productos y la planificación detallada de la capacidad requerida por los mismos (esto se hará para cada centro de trabajo). Deberá conseguirse que se cumpla el programa maestro de fabricación, el cual, si existen problemas irresolubles de disponibilidad respecto a la capacidad existente, deberá ser ajustado. El resultado de este proceso, por lo que respecta a producción, es la obtención del denominado Plan de materiales. Siguiendo con el proceso de planificación jerárquica, está la última fase, que implicará la ejecución y control del Plan de materiales. Para ello, éste se traducirá, por un lado, en una programación de operaciones en los centros de trabajo que tenga en cuenta las prioridades de fabricación y, por otro, en las acciones de compra de las materias primas y componentes que se adquieren en el exterior. También será necesario realizar aquí un control de la capacidad, pero de tipo detallado, el cual proporcionará retroalimentación a ese nivel y a los niveles superiores.

Las fases anteriormente expuestas se deben llevar a cabo en cualquier empresa manufacturera, independientemente de su tamaño y actividad, aunque, lógicamente, la forma en que éstas se desarrollen dependerá de las características propias de cada

sistema productivo. Lo que siempre debería ser un factor común ineludible es el enfoque jerárquico mencionado, de forma que se facilitase la coordinación en el desarrollo de las distintas etapas y, con ello, la consecución de los objetivos de los niveles superiores. La figura 1.4, resume las principales fases mencionadas junto con los planes que de ellos se derivan, relacionando por un lado, los niveles de planificación empresarial y por otro la planificación y gestión de la capacidad.

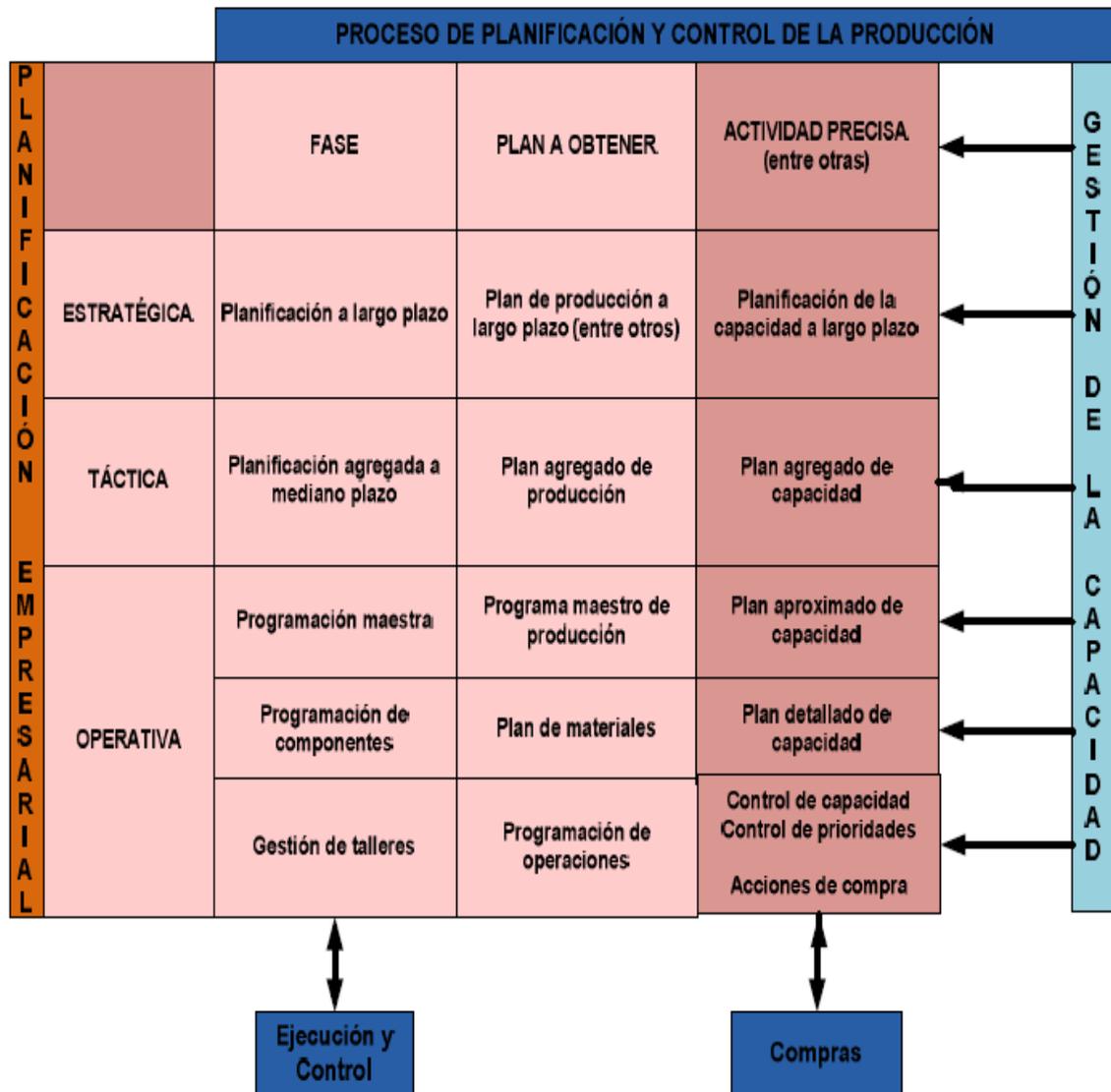


Figura 1.4: Principales fases que componen el proceso de planificación y control de la producción

Fuente: (Sachare, 2003).

1.6 Planificación Agregada

Según (Heizer&Render, 2001) la planificación agregada hace referencia a la determinación de la cantidad y de la programación de producción para un futuro a medio plazo,

generalmente entre 3 y 18 meses. El objetivo de la planificación agregada es buscar la combinación óptima de la tasa de producción, el nivel de fuerza de trabajo y el inventario disponible para minimizar los costos durante el período que se planifica.

1.6.1 Métodos de la planificación agregada

Debido a las diferentes estrategias que se pueden adoptar, se debe obtener un plan que satisfaga las restricciones internas de la organización y a la vez mantenga el costo de utilización de los recursos lo más bajo posible. En cuanto a los métodos existentes en la elaboración de planes agregados, de acuerdo con los autores consultados, los más renombrados son los siguientes:

- **Métodos de gráficos y cuadros:** Son muy conocidos, ya que son fáciles de entender y de utilizar. Básicamente, estos planes funcionan con pocas variables al mismo tiempo para permitir a los planificadores comparar la demanda estimada con la capacidad existente. Son planteamientos de ensayo y error que no garantizan un plan de producción óptimo; son muy utilizados, porque requieren pocos cálculos, que pueden ser realizados por el personal de oficina. Los métodos gráficos siguen 5 pasos:
 1. Determinar la demanda en cada periodo.
 2. Determinar la capacidad en el horario del trabajo regular, con las horas extras y la subcontratación de cada periodo.
 3. Hallar los costos de mano de obra, de contratación y de despido; y los costos de almacenamiento.
 4. Considerar la política de la empresa que debe aplicarse a los trabajadores o a los niveles de existencias.
 5. Desarrollar planes alternativos y examinar sus costos totales.
- **Métodos matemáticos: programación lineal (método simplex y método del transporte):** Este método proporciona un plan óptimo para minimizar los costos. Es también flexible, ya que puede especificar la producción en horario regular o mediante horas extras de producción en cada periodo de tiempo, el número de unidades que deben ser subcontratadas, los recursos adicionales y el almacenamiento necesario entre periodo y periodo. Pero cuando se introducen factores como contrataciones o los despidos temporales, que son factores no lineales, este método no funciona entonces se debe utilizar el método simple de programación lineal.
- **Métodos heurísticos: método de los coeficientes de gestión, reglas lineales de decisión (LDR).** El modelo de gestión de Bowman constituye un modelo de decisión explícito basado en las experiencias y en la eficacia de un directivo. El supuesto es que la actuación pasada de un director ha sido bastante buena, de tal modo que puede ser utilizada como base para decisiones futuras. Este método utiliza el análisis de

regresión de las decisiones de producción anteriores por los directivos. La línea de regresión proporciona la relación entre las variables (tales como la demanda y mano de obra) para decisiones futuras. Según Bowman, las deficiencias de los directivos se deben principalmente a incoherencias en la toma de decisiones. La regla de decisión lineal trata de especificar una tasa óptima de producción y un nivel de mano de obra durante un periodo específico. Minimiza los costos totales de nómina, contratación, despidos, horas extras e inventarios mediante series de curvas cuadráticas de costos.(Heizer&Render, 2001)

A continuación la tabla 1.1 nos muestra las principales características de los métodos planteados.

Tabla 1.1: Resumen de los tres métodos de la planificación agregada más importantes.

Técnica	Método de solución	Aspectos importantes
Métodos de gráficos y cuadros	Ensayo y error	Sencillos de entender y fáciles de utilizar; alguna elección podría no ser la óptima.
Método de transporte de la programación lineal	Optimización	Software de programación lineal disponible; permite el análisis de sensibilidad y de nuevas restricciones; las funciones lineales pueden no ser reales.
Modelos de coeficientes de gestión	Heurístico	Sencillo, fácil de desarrollar; trata de imitar el proceso de decisión del directivo; utiliza la regresión.

Fuente: (Heizer&Render, 2001)

1.7 Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)

1.7.1 Evolución de la planeación de requerimientos de materiales

Los sistemas MRP aparecen a comienzos de los 70 para dar nuevas respuestas a las preguntas de cuándo y cuánto pedir de los materiales que utiliza una empresa. El éxito inicial de los sistemas MRP puede ser atribuido a una serie de factores como:

- Los trabajos de investigadores como Berry, Plossl, Vollmann, Whybark, Wight,..., para sentar las bases de este sistema.
- La aparición del *software* comercial de IBM COPICS (*Communications Oriented Production Information and Control System*), como soporte para la aplicación de técnicas MRP.
- El lanzamiento por APICS (*American Production and Inventory Control Society*) de la «MRP cruza de», donde se identificaba la implantación de sistemas MRP como principal reto para la modernización empresarial en EEUU.
- La publicación en 1975 del libro *Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management*, de Joseph Orlicky, donde se recogen bases conceptuales, tendencias y problemas de implantación y operación de estos sistemas. Esta obra, a la que el propio autor denomina informalmente «MRP de la A a la Z», supone no solamente una exhaustiva descripción del estado de la cuestión en lo referente a sistemas MRP, sino que anticipa posibilidades y problemas potenciales de este tipo de sistemas, que irán confirmándose a lo largo de lo que resta de siglo. (Delgado & Marín, 2000)

Hoy en día los sistemas de planeación de requerimientos de materiales han sido instalados casi universalmente en las fábricas, incluso en las pequeñas, para resolver el problema de determinar la cantidad de partes, componentes y materiales que se necesita para producir un bien final, también proporciona un programa que especifica cuándo se debe pedir o producir cada uno de estos materiales. (Aquilano et al., 2004)

Mediante este sistema se garantiza la prevención y solución de errores en el aprovisionamiento de materias primas, el control de la producción y la gestión de inventarios.

Los sistemas MRP conllevan una forma de planificar la producción caracterizada por la anticipación, tratándose de establecer qué se quiere hacer en el futuro y con qué materiales se cuenta, o en su caso, se necesitarán para poder realizar todas las tareas de producción.

1.7.2 Estructura de la Planeación de los Requerimientos Materiales (MRP)

La parte de las actividades de producción de la planeación de requerimientos de materiales interactúa estrechamente con el programa maestro, el archivo de la lista de materiales, el archivo de los registros de inventarios y los informes de producción, como vemos en la figura 1.5. En esencia la figura 1.5 nos muestra cómo funciona la planeación de requerimientos de materiales empezando por usar los pedidos de los productos para crear un programa maestro de producción que establece la cantidad de bienes que producirémos durante períodos específicos, luego el archivo de la lista de materiales identifica los materiales específicos que usaremos para fabricar cada bien, así como las cantidades correctas de cada uno de ellos, mientras que el archivo de registro de inventarios contiene datos como sería la cantidad de unidades en existencias y la de pedidos.

Estas tres fuentes se convierten en la fuente de datos para el programa de requerimientos de materiales, expande el programa de producción a un plan detallado de programación de los pedidos para toda la secuencia de la producción. (Aquilano et al., 2004)

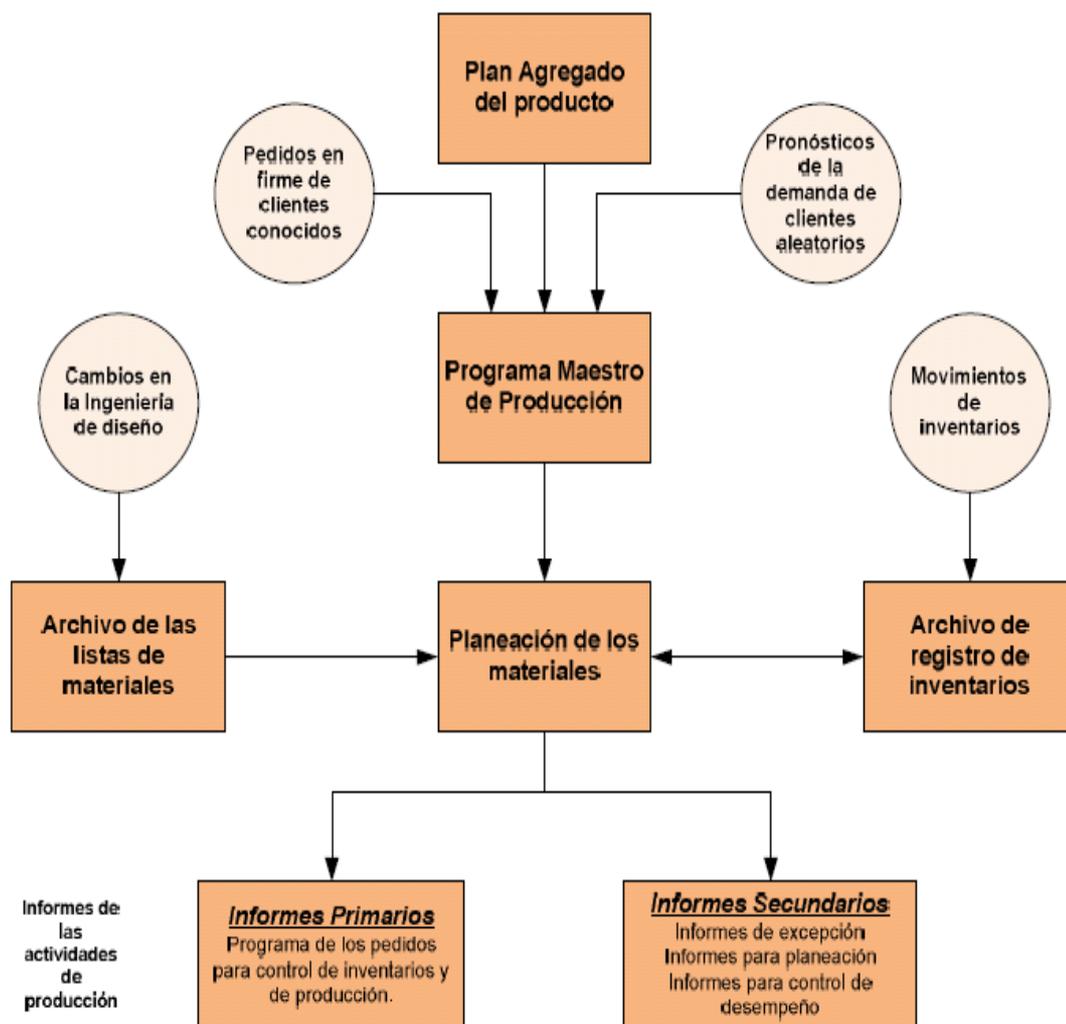


Figura 1.5: Resumen general de la información contenida en un programa estándar de MRP y de los informes generados por el programa.

Fuente: (Aquilano et al., 2004)

1.8 Planificación Energética

La planificación energética tiene una serie de significados diferentes. Sin embargo, un sentido común del término es el proceso de desarrollo de políticas de largo plazo para ayudar a guiar el futuro de una organización, de un país, región o incluso el sistema energético mundial. La planificación energética a menudo se realiza dentro de las organizaciones gubernamentales, pero también puede ser llevada a cabo por grandes empresas de energía, tales como centrales eléctricas o de petróleo y gas. La planificación energética puede llevarse a cabo con la colaboración de las diferentes partes interesadas procedentes de organismos gubernamentales, empresas de servicios públicos, locales, instituciones académicas y otros grupos de interés. La planificación energética a menudo se lleva a cabo utilizando enfoques integrados que tengan en cuenta tanto la provisión de los suministros de energía y el papel de la eficiencia energética en la reducción de la demanda, además tradicionalmente ha desempeñado un papel importante en establecer el marco de las regulaciones en el sector de la energía. Pero en las últimas dos décadas muchos países han liberalizado sus sistemas de energía de modo que el papel de la planificación energética se ha reducido, y las decisiones han sido cada vez más en manos del mercado. Esto ha llevado, discutiblemente, a una mayor competencia en el sector de la energía, aunque hay poca evidencia de que esto se ha traducido en precios más bajos de energía para los consumidores. De hecho, en algunos casos, la desregulación ha llevado a concentraciones significativas de "poder de mercado" con las grandes empresas muy rentables que tiene una gran influencia, como los fijadores de precios.

Esta tendencia parece estar invirtiéndose en lo que respecta a crecer en los impactos ambientales del consumo de energía y producción, especialmente a la luz de la amenaza del cambio climático global, que es causada en gran medida por las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los sistemas energéticos del mundo. Muchos países de la OCDE y algunos estados de EE.UU se están moviendo para regular más de cerca sus sistemas de energía. Por ejemplo, muchos países y estados han adoptado objetivos para las emisiones de gases de efecto invernadero, CO₂ y otros. A la luz de estos acontecimientos, parece probable que la planificación integrada de energía será cada vez más importante.

Tanto si se trata de reducir las emisiones de CO₂ y mitigar el cambio climático, debido a que las reservas de combustibles fósiles de fácil acceso se están reduciendo, o por razones geopolíticas, parece que la economía mundial tendrá que alejarse de los

combustibles fósiles en las próximas décadas. Dado el papel masivo de los combustibles fósiles de hoy, este es un desafío enorme. Garantizar nuestro abastecimiento energético futuro sin combustibles fósiles tendrá una reorientación radical.

Una de las preguntas que se realizan los gobiernos, empresas e instituciones es sobre qué tecnologías tendrán que invertir en el futuro. La transición hacia una economía de combustible no fósil ha comenzado, pero se encuentra todavía en su infancia. Sólo se ha conseguido una pequeña parte de la jornada hasta el momento, y estamos con gran necesidad de una visión integral de cómo proceder.

Es importante reconocer la urgencia de la materia. Se requiere de soluciones que, en la medida de lo posible, basados en los sistemas y tecnologías, teniendo cuidados de no bloquear en soluciones costosas e inadecuadas en última instancia.

Desde una visión clara de los sistemas energéticos del futuro que aún falta, sería bueno que se pudiera iniciar el cambio sin tener que tomar todas las decisiones de inmediato.

Tomando todos estos elementos en cuenta, la única opción que tenemos hoy es ir a la "sociedad eléctrica", como se acaba de describir. Se trata de un sistema que ya está en marcha y funcionando, pero necesita ser adaptada para satisfacer las necesidades adicionales de transporte y la calefacción, y hacer frente a las fuentes de energía renovables y libre de carbono. Aquí es donde debemos invertir la mayor parte de nuestros recursos.

Hay muy pocas alternativas a esta visión. Una gran cantidad de entusiasmo que se expresa de diversas partes del sistema energético, pero muy pocas soluciones integrales para la sociedad de la energía en su conjunto se les presentan.

Esto no significa que la electricidad es el único dominio que debe recibir el apoyo. Rebanadas de la torta proporcional puede ir a otras tecnologías que son útiles como alternativas a nivel local o en aplicaciones específicas.

Una parte menor de los recursos también se puede ir a la investigación sobre tecnologías que podrían ofrecer nuevas soluciones en la energía a largo plazo, como energía desde el espacio o la fusión nuclear.

Una nueva tendencia en la planificación de la energía se conoce como Planificación de la Energía Sostenible que tiene un enfoque más integral al problema de la planificación de las

necesidades futuras de energía. Se basa en un proceso de toma de decisión formulado en siete pasos claves, que mostramos a continuación:

- 2 Exploración del contexto de la situación actual y futura.
- 3 La formulación de problemas y oportunidades que deben ser abordados como parte del proceso de Planificación Energética Sostenible. Esto podría incluir temas tales como "PeakOil" o "Económico recesión / depresión".
- 4 Crear una gama de modelos para predecir el posible impacto de diferentes escenarios. Esto tradicionalmente consiste en modelos matemáticos, pero está evolucionando para incluir "Metodologías para Sistemas Blandos", tales como grupos de enfoque, la investigación etnográfica entre pares de escenarios lógicos posibles.
- 5 Sobre la base de la salida de una amplia gama de ejercicios de modelización, análisis de documentación, foro de discusión abierta, los resultados son analizados y estructurados en un formato fácil de interpretar.
- 6 Los resultados se interpretan con el fin de determinar el alcance, la escala y los métodos posibles de ejecución que serían necesarios para garantizar una implementación exitosa.
- 7 Esta etapa es un proceso de garantía de calidad que activa interroga a cada etapa del proceso de Planificación Energética Sostenible y comprueba si se ha llevado a cabo con rigor, sin ningún prejuicio y que avanza las metas de desarrollo sostenible y no actúa en contra de ellos.
- 8 La última etapa del proceso consiste en tomar medidas. Esto puede consistir en el desarrollo, publicación y aplicación de una serie de políticas, reglamentos, procedimientos o tareas que en conjunto contribuyan a lograr los objetivos del Plan de Energía Sostenible.

La planificación energética sostenible es particularmente apropiada para las comunidades que deseen desarrollar su propia seguridad energética, al tiempo que emplean las mejores prácticas disponibles en sus procesos de planificación.

1.8.1 Planificación Energética Regional Integrada - Conceptos y enfoque

El tema central del plan integrado de la energía sería para preparar un área a base de planes descentralizados de energía para satisfacer las necesidades de energía para la subsistencia y el desarrollo de fuentes alternativas de energía al menor costo para la economía y el medio ambiente. Ejercicios de planificación centralizada de la energía no puede prestar atención a las variaciones en los factores socioeconómicos y ecológicos de una región que influyen en el éxito de cualquier intervención. Planificación energética descentralizada es en el interés de la utilización eficiente de los recursos. El mecanismo de

planificación regional toma en cuenta los recursos disponibles y la demanda en una región. Esto implica que la evaluación de la oferta y la demanda y la intervención en el sistema de energía que puede parecer deseable, debido a los ejercicios de este tipo debe estar a una escala geográfica similar. Las intervenciones planeadas para reducir la escasez de energía puede tomar diversas formas tales como la conservación de energía a través de la promoción y el uso de estufas eficientes en energía para cocinar y calentar agua, focos fluorescentes compactos en lugar de bombillas incandescentes ordinarias, la expansión de suministro a través de plantaciones energéticas y de alternativas; fuentes de energía renovables, tales como micro / mini / pequeñas centrales hidroeléctricas, eólicas, solares y sistemas basados en la biomasa. Ecológicamente sano desarrollo de la región es posible cuando las necesidades de energía se integran con las preocupaciones ambientales a nivel local y global. Para este propósito un marco de planificación integrada es necesario.

El uso de Decisión Support Systems (DSS) y los Sistemas de Información Geográfica (GIS) para la planificación de la energía en los países en desarrollo no está tan bien establecido en las agencias gubernamentales grandes, sin embargo hay pocos centros de investigación en que las evaluaciones hidrológicas y cuencas hidrográficas están siendo estudiadas. Aparte de estos, la planificación energética en países en desarrollo no es una actividad integrada. Varias agencias gubernamentales que se ocupan de los diferentes recursos, sólo tiene en cuenta la demanda y los proyectos de la demanda de energía durante un período de varios años sin tomar en cuenta la eficiencia de la utilización, el alcance de la conservación con la mejora de la tecnología, la explotación de fuentes renovables.

En esta situación, hay una necesidad de desarrollar un plan integrado de la energía tomando en cuenta la variación espacial y variación estacional en la disponibilidad de recursos, la demanda de energía, etc. Aparte de éstos, se intenta tener en cuenta la estructura de decisión, los niveles de toma de decisiones y estrategias de aplicación en el plan energético regional. Plan regional integrado de la energía (Riep) es una herramienta de contabilidad asistida por computadora y la simulación se está desarrollando con Visual Basic y MS Access para ayudar a los responsables políticos y los planificadores a nivel de distrito en la evaluación de las políticas energéticas y el desarrollo ecológicamente racionales, los planes de energía sostenible. La disponibilidad de energía y la demanda se puede proyectar para varios escenarios (el escenario base, la intensidad energética alta, la transformación, los escenarios de crecimiento de estado) con el fin de obtener una visión de los futuros patrones y evaluar los posibles impactos de las políticas energéticas.

El Plan integral regional de la energía sirve para varios propósitos:

- 1 Como una base de datos: Demografía (población) de los recursos naturales (uso de la tierra, la cubierta vegetal, los tipos de bosques, páramos, los tipos de cultivos en la agricultura, la producción, el rendimiento, los detalles de riego, tipos de cultivos hortícola, residuos. Plantación de área, tipo (programa de silvicultura social)
- 2 Mantiene la información de la energía: la entrada de datos, añadir datos, edición, conversión de unidades, consulta, recuperación de datos, generación de informes, generación de gráficos, enlace a mapas espaciales.
- 3 Previsión de la herramienta: para hacer proyecciones de la oferta y demanda de energía en el intervalo de 5 años
- 4 Herramienta de análisis de políticas: simula y evalúa los efectos de los programas de energía alternativa (técnico de efectos económicos, ambientales).
- 5 Bibliografía: (resúmenes de artículos publicados en revistas) y la energía de base de datos de otras regiones.
- 6 Enlaces a sitios diferentes de energía: (URL de los sitios importantes relacionados con la energía y el medio ambiente).
- 7 Evaluación del potencial de energía renovable, el estado de suministro de las fuentes comerciales de energía (electricidad, petróleo, kerosén, etc.).
- 8 Entorno de base de la tecnología: (recursos, tecnología, aspectos ambientales).

Los recursos energéticos de base de datos (renovables y no renovables), base de datos de la demanda de energía (sector de sabio), base de datos del medio ambiente, la agregación de datos, análisis de datos (los escenarios energéticos, el análisis técnico-económicos) y un plan integrado, son los diferentes módulos que se incorporan en el Plan Energético Regional Integrado. El módulo de energía de los escenarios, junto con la demanda de energía, transformación técnico-económicos y el módulo de medio ambiente se utilizan (en el módulo integrado) para llevar a cabo un sistema integrado de energía y medio ambiente ejercicio de planificación para una región. Base de datos de medio ambiente se utiliza automáticamente para calcular los impactos ambientales de los escenarios energéticos.

El escenario da las ayudas en la creación de una imagen de la situación energética actual y los cambios futuros estimados sobre la base de los planes previstos o que los patrones de crecimiento y los análisis. Caso base o de negocios como siempre se basa en el crecimiento de la población actual, la industrialización, la demanda de energía agrícola.

También ayuda en el desarrollo de escenarios de políticas con las hipótesis alternativas, como:

- Transformación mediante la introducción de aparatos de energía eficientes, tales como: alimentar las estufas eficientes, la mejora de hornos, calderas, secadores, lámparas fluorescentes etc.
- Proyección sobre la base de alta intensidad energética (por ejemplo, la rápida industrialización, con un aumento de la demanda de energía del 20%)
- Proyección sobre la base de los promedios estatales (crecimiento en el hogar, la industria, sectores agrícolas y comerciales)
- Introducción de tecnologías de energía renovable (solar, hidroeléctrica, bioenergía, etc.) y la agro-silvicultura.

La agregación de datos permite una planificación coordinada a más de un nivel espacial. Tal como escenario la energía puede ser desarrollada a nivel de aldea y luego se suman para el nivel de distrito.

El análisis Tecno-económico proporciona viabilidad técnica y económica de las alternativas. Estos programas se basa en la metodología de análisis de "ciclo vital" de análisis, no sólo para cada uno de las fuentes de energía y la opción de la tecnología sino que también rastrea los insumos de energía y los impactos ambientales.

El módulo integrado integra el suministro de energía y análisis de la demanda con los programas de los escenarios de energía y proporciona una amplia gama de alternativas de políticas óptimas en un marco común. Esto permite a los responsables políticos de los / tomadores de decisión para examinar las relaciones críticas entre la oferta y la demanda, el uso del suelo, las cuestiones de recursos biológicos, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico.

La base de datos del medio ambiente ofrece un amplio resumen de datos sobre las consecuencias ambientales del uso de la energía y la producción. Esta base de datos estaría vinculada con el programa de escenario energético para proporcionar información sobre los impactos ambientales de las energías alternativas.

1.8.2 Planificación Energética en la Comunidad

Un Plan Energético de la Comunidad es un medio para revisar y evaluar las opciones de la comunidad de diseño para un uso más eficiente y sostenible de la energía. Dado que el consumo de energía es un componente de cada proyecto comunitario, la planificación para el uso de energía y de recursos puede ayudar a las comunidades lograr la sostenibilidad a largo plazo. La adopción de medidas para ahorrar energía y utilizar la energía más

eficientemente, al mismo tiempo el desarrollo de recursos renovables, reducir el impacto medioambiental de nuestro consumo de energía.

Se trata de una herramienta de planificación voluntaria complementaria a las ya en uso en su comunidad. El desarrollo del plan tiene un enfoque a largo plazo. El objetivo de este enfoque es llevar a su comunidad hacia un futuro sostenible. Lo que el futuro parece, y cómo va a ser alcanzado, se decide por su comunidad, durante el proceso de planificación. A través de la planificación y la implementación de la estrategia, las comunidades han demostrado que pueden motivar y facilitar las tasas aceleradas de conservación de la energía local, la eficiencia y el uso de recursos renovables.

Una "comunidad" puede adoptar muchas formas, pero en general es un área o grupo con intereses comunes que compromete a sus miembros. Para propósitos de planificación que hemos hecho distinciones entre un municipio (es decir, el órgano de gobierno de una comunidad, ciudad o condado) y una comunidad (es decir, los miembros colectivos de la localidad).

Conclusiones parciales del Capítulo

- 1 Las normas ISO 9001: 2008, la UNE 216301:2007, la ISO 50001: 2011 y la ISO 26000:2010, en su conjunto permiten a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia energética, su uso, consumo e intensidad; de conjunto con un compromiso social y empresarial, con un enfoque a procesos.
- 2 La Norma Internacional ISO 50001:2011 es un instrumento adecuado para el diseño de sistemas de gestión energética ya que propicia la integración de los sistemas de gestión energética con los sistemas de gestión de la calidad, la planificación de la producción y la planificación de la energía.
- 3 El mundo de la construcción debe empezarse desde los cimientos con todos los requisitos energéticos necesarios para su desarrollo y su uso útil en la sociedad.
- 4 Lograr una correcta planificación de la energía nos mantendrá en un margen de gastos mínimos que a largo plazo puede traernos beneficios comerciales, sean internos o externos.

Capítulo II: Caracterización energética de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos.

2.1 Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo realizar la caracterización de la empresa, objetivos, misión, visión de la Empresa Materiales de la Construcción a partir de la cual se deriva la estructura organizativa de la UEB Cerámica Roja de Cienfuegos y descripción de los principales procesos en la misma. Se hace un análisis del comportamiento de los diferentes portadores energéticos utilizados en la UEB Cerámica Roja de Cienfuegos, además se propone el procedimiento para la planeación energética diseñado por Correa Soto Jenny Alpha Bah, 2013.

2.2. Caracterización general de la Empresa Materiales de la Construcción

2.2.1. Reseña histórica de la Empresa Materiales de la Construcción

En el año 1981 fue creada la Empresa Materiales de Construcción de Cienfuegos, dictada su Resolución por el entonces Ministerio de Industria de Materiales para la Construcción; que posteriormente por decisión del estado cubano para perfeccionar la economía del país se extingue el Ministerio de Industria de Materiales de Construcción y se funda un grupo empresarial denominado: Grupo Empresarial Industrial de la Construcción (GEICON) subordinado al Ministerio de la Construcción (MICONS).

La Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos sita en calle 63 Km 3, Pueblo Griffó Cienfuegos, es una empresa industrial, su actividad fundamental es producir y comercializar materiales para la construcción de forma mayorista para toda la provincia y alcance a todo el país.

2.2.2. Objeto social

Mediante la Resolución No. 503 de fecha 30 de diciembre del 2004, aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación, se modifica el objeto empresarial de la Empresa de Materiales de Construcción de Cienfuegos, quedando de la siguiente forma:

- ✓ Producir, transportar y comercializar de forma mayorista áridos incluyendo la arena sílice y otros materiales provenientes de la cantera, pinturas, yeso, cal y sus derivados, sistemas y productos de arcilla y barro, elementos de hormigón, terrazo, aditivos, repellos texturizados, monocapas, cemento cola, mezcla deshidratada, losetas hidráulicas, elementos de hierro fundido y bronce, productos para la industria del vidrio y la cerámica, productos refractarios, hormigones hidráulicos, recubrimientos e impermeabilizantes, incluyendo su aplicación, carpintería de madera, incluyendo su montaje y ofrecer servicios de posventa, todos ellos en moneda nacional y divisa.

- ✓ Brindar servicios de mantenimiento y montaje a instalaciones y equipos tecnológicos industriales de producción de materiales de construcción, de laboratorio para ensayos de materiales de construcción, de alquiler de equipos de construcción, complementarios y transporte especializado, de transportación de carga general, de diagnóstico, reparación y mantenimiento

2.2.3. Planeación estratégica de la Empresa Materiales de la Construcción

Misión:

La Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos, produce y comercializa materiales de la construcción y acabados, así como brinda, servicios relacionados con su actividad fundamental; en transportación, servicios constructivos y de postventa , dirigidos a satisfacer las necesidades de los clientes asegurando calidad, profesionalidad y preservando el medio ambiente.

Visión:

Es la empresa preferida en el territorio central en la producción, comercialización nacional y exportación de materiales de construcción y acabados, así como en la prestación de servicios relacionados con nuestra actividad fundamental en transportación, servicios constructivos y de postventa, con calidad y profesionalidad, orientados al cliente y preservando el medio ambiente.

Política de calidad:

Demostrar nuestra capacidad de producir materiales y prestar servicios para la construcción, que satisfagan los requisitos y expectativas del cliente, mejorándolos continuamente en el marco de un sistema de gestión de la calidad NC ISO 9001, con desempeño ambiental sostenible y en un medio laboral donde se mantenga y modernice la tecnología de producción y en el que prime la competencia del personal, la organización, la seguridad y la salud.

2.2.4. Estructura organizativa de la Empresa Materiales de la Construcción

Esta empresa está conformada por una oficina central, y cinco (5) UEB dedicadas a la producción de materiales de construcción y la prestación de servicios, con un total de 576 trabajadores de ellos 311 operarios, técnicos 121, administrativos 12, dirigentes 37, servicio 95. La oficina central cuenta con 45 trabajadores; 27 son mujeres y 18 hombres, en *TRANSTALL* suman 123, de ellos 26 son mujeres y 97 hombres, Arriete tiene 79 trabajadores, 12 mujeres y 67 hombres, en Hormigón hay 114, 23 mujeres y 91 son hombres,

Cerámica cuenta con 107 trabajadores, 18 son mujeres y 89 hombres y la Arena tiene 108 trabajadores 23 mujeres y 85 hombres. En la figura 2.1 se muestra la estructura del Organigrama de la empresa Materiales de la Construcción.



Figura. 2.1 Organigrama de la empresa.

Fuente: Pujols Zabala, J, 2013.

2.2.5 Identificación y secuenciación de los procesos

Los procesos descritos en el epígrafe 2.2 conforman la estructura organizativa de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos la figura 2.2 muestra el orden y cómo están distribuidos los mismos.

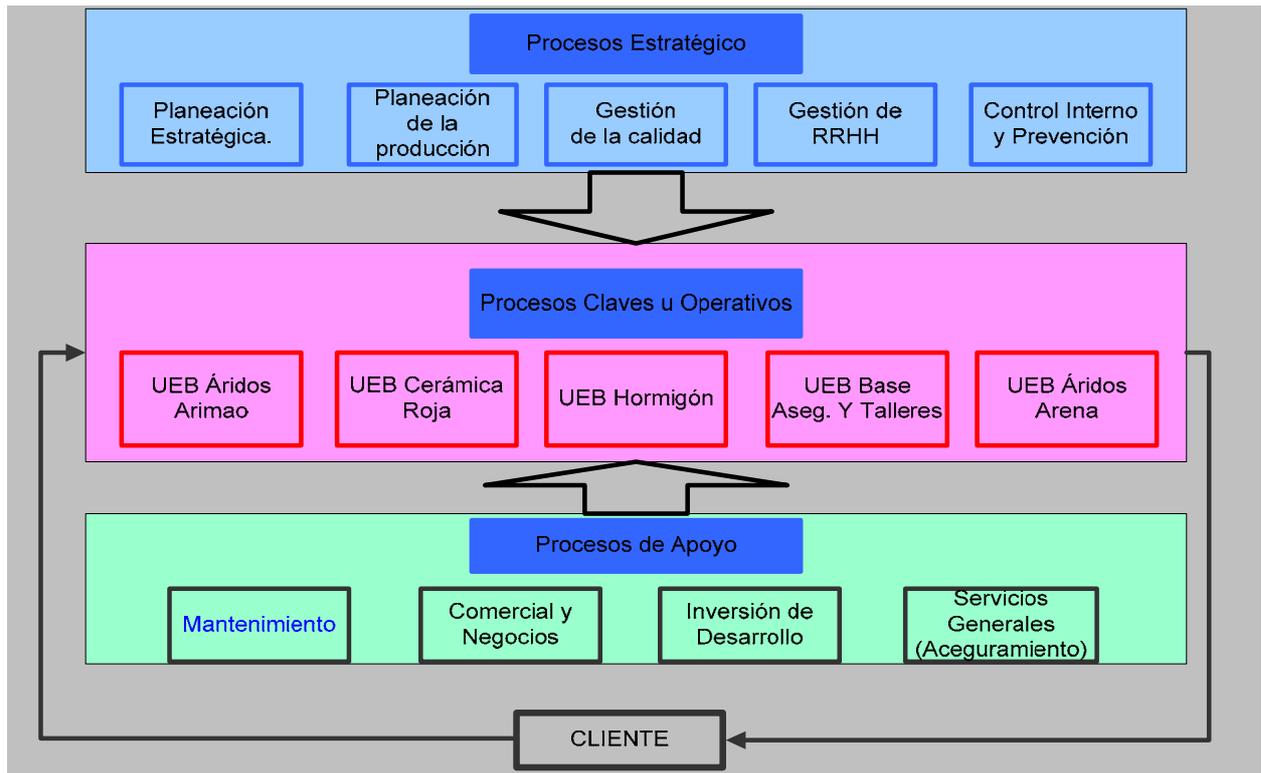


Figura 2.2. Mapa General de Procesos de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos

Fuente: Pujols Zabala, J, 2013.

Es asignada para el estudio la Empresa la Cerámica Roja. La estructura organizativa de la Empresa la Cerámica Roja que se encuentra ubicada en el municipio de Cienfuegos con dependencias en el municipio de Abreus. Sus producciones utilizan como materias primas las arcillas de los yacimientos ubicados en la zona de Charco Soto y Simpatía, los productos se logran a través de los procesos de preparación, moldeo, secado, cocción y enfriamiento de las mismas.

El producto fundamental que se obtiene es: bloques aligerados grandes.

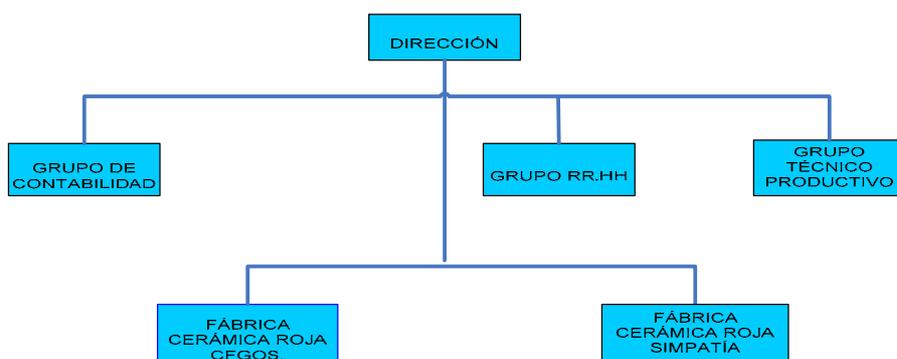


Figura. 2.3: Organigrama de la empresa Cerámica Roja.

Fuente: Pujols Zabala, J, 2013.

2.3 Caracterización Energética de la UEB Cerámica Roja de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos

La Empresa la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos comenzó a implantar en el 2012 mediante un estudio realizado por (José Pujol ,2012) la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), desarrollada por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos en la cual se realizó una evaluación del suministro eléctrico de la entidad detectándose entre los problemas que afectaban la calidad de la energía y la Gestión Energética los siguientes:

- El transformador de entrada está sobredimensionado.
- La existencia de valores considerables de pérdidas por transformación, fundamentalmente de vacío.
- Diecisiete transformadores en el interior de la fábrica, la mayoría subcargados o no se desconectan en horarios de baja demanda por no tener breakers independientes

2.3.1 Acciones realizadas por la empresa en función de la eficiencia energética

En los últimos años en la Empresa Materiales de la Construcción se han realizado acciones con el objetivo de disminuir el consumo de los portadores energéticos, en concordancia con la política energética del país, efectuando estudios orientados a determinar los portadores energéticos de mayor consumo. Para ello en la Empresa Materiales de la Construcción se desarrollan los consejos energéticos donde se elaboró y aprobó el plan de ahorro de los portadores energéticos, donde dentro de las medidas tomadas se encuentra, realizar el control diario de los consumos de energía eléctrica, diesel y fuel oíl, siendo estos los portadores energéticos de mayor consumo en la empresa.

También se elaboró el plan de ahorro energético del año 2011, así como el banco de problemas energético del año 2012, conjunto a medidas y acciones para el ahorro energético en la UEB Cerámica Roja.

2.3.2 Fuentes de suministro energético

La Empresa Materiales de la Construcción tiene como principales fuentes de suministros de los portadores energéticos a las empresas:

- ✓ Electricidad: La empresa se alimenta del Sistema Energético Nacional (SEN) desde una línea de 34.05 kv.
- ✓ Combustibles y Lubricantes (grasas y aceites): Son suministrados por CUPET mediante contratos con la entidad.
- ✓ Agua: Es suministrada por la Empresa de Acueductos y Alcantarillados amparado bajo contrato legal.

2.3.3 Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos en el período (2010-2012)

Consumo de los portadores energéticos en el período (2010-2012)

En el estudio realizado por Pujols Zabala, J, 2013 se muestra el comportamiento del consumo de los principales portadores energéticos utilizados en la empresa objeto de estudio. En la misma se observa que durante el año 2011 existió un aumento en el consumo de energía eléctrica con respecto al año anterior, disminuyendo este en el año 2012.

En el período analizado de tres años desde 2010-2012 el portador energético que representa un mayor gasto es el Diesel, seguido por la energía eléctrica y por el fuel oíl a continuación se ubica el agua, presentando un comportamiento ascendente en los últimos tres años.

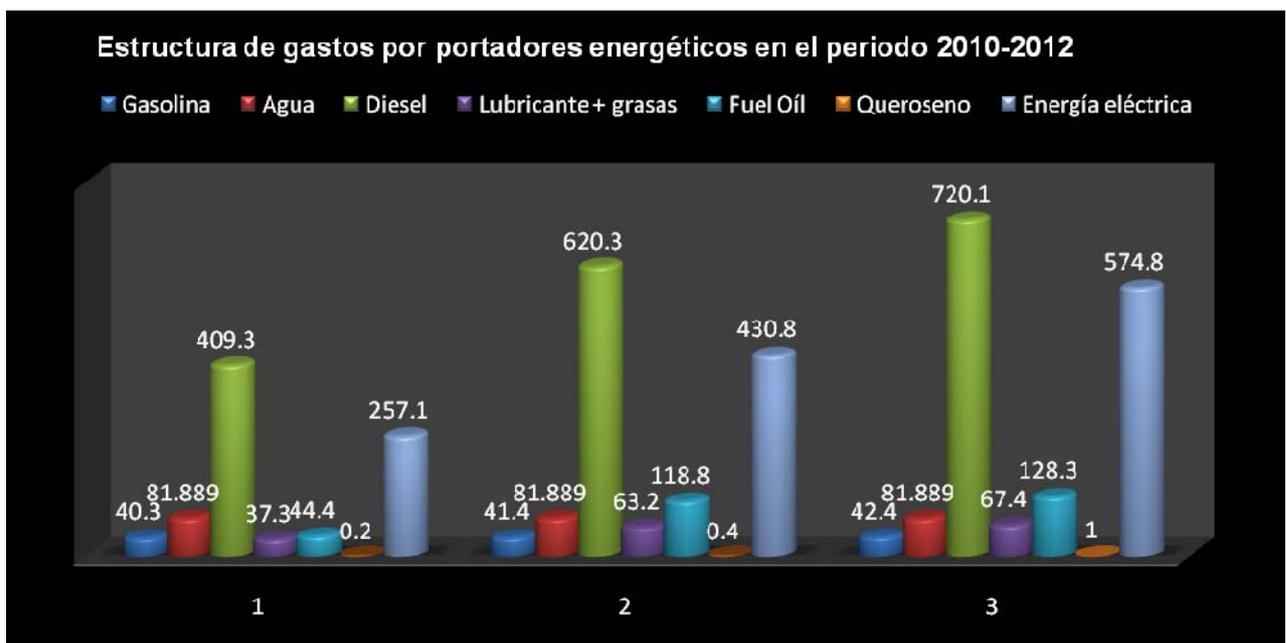


Figura 2.4: Estructura de gastos por portadores energéticos.

Fuente: Pujols Zabala, J, 2013.

Los gastos por conceptos de consumo de diesel representan el 44.56%, la electricidad el 35,58%, el fuel oíl el 7,94% y el agua con 5.06% de los gastos por portadores, en la figura 2.5 se muestran los porcentajes de los gastos por portadores energéticos en el año 2012.

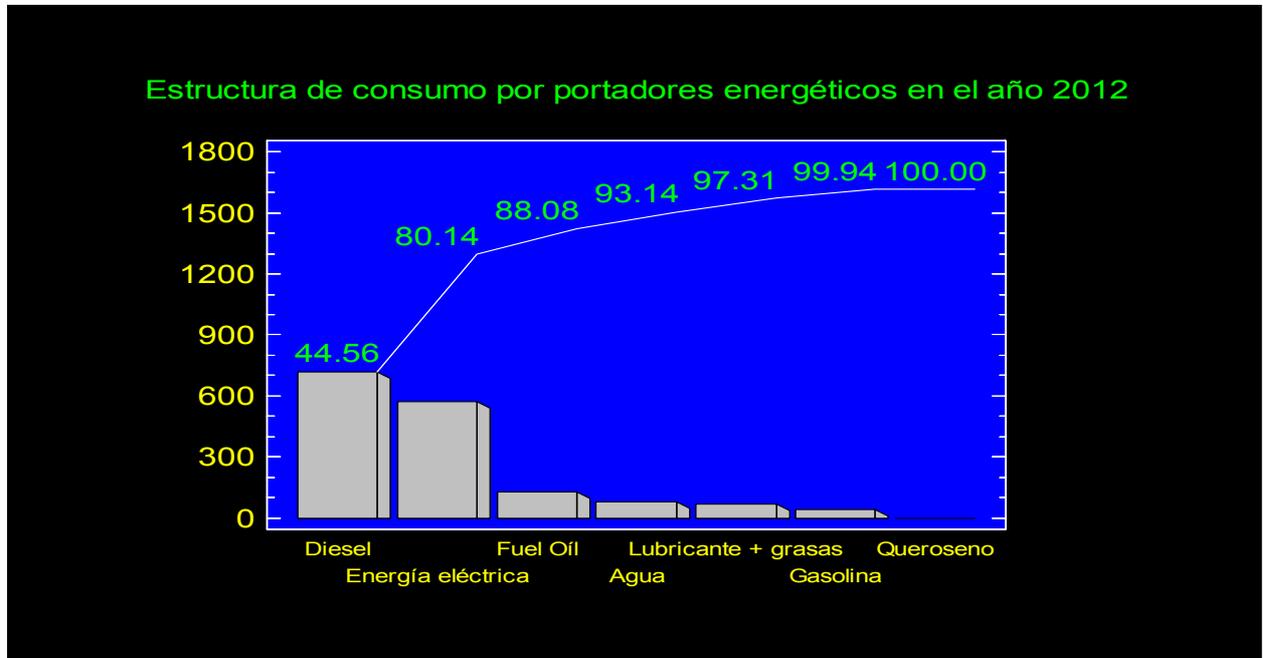


Figura 2.5-Estructura de gastos por portadores energéticos.

Fuente: Elaboración propia.

2.3.4. Orden de prioridad a los potadores energéticos según su gasto y consumo

A partir de los resultados obtenidos del análisis del Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales de la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos en el período (2010-2012) se puede inferir un orden de prioridad a los potadores energéticos lo cual se muestran en la tabla 2. 1.

Tabla 2.1: Orden de prioridad de gastos por portadores energéticos.

Potadores energéticos	
1	Diesel
2	Energía eléctrica
3	Fuel oíl
4	Agua
5	Lubricantes y grasas
6	Gasolina

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento y consumo de los portadores energéticos es analizado por los especialistas y los demás miembros de la dirección, los mismos se analizan mediante: Modelos 5073, CD.

2.3.5. Definición de la empresa de estudio

Para definir de las empresas que forman parte de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos cual de ella es la más crítica desde el punto de vista de consumo energética se hace de ellas un análisis de los portadores de mayor importancia.

Desde el punto de vista de estudio como a diferencia de Simpatía la UEB Cerámica Roja Cienfuegos presente el fuel oil presenta los tres portadores de mayor orden de prioridad se hace indispensable su análisis pero para demostrar la existencia de otros factores que la señalen como mas necesaria de estudio se realizan la siguientes graficas de comparación con respecto a cantidad de producción consumo eléctrico y diesel. Además es válido señalar que a partir de septiembre del 2012 la UEB Simpatía sufre un paro de su producción y aun el 2013 no ha vuelto a producir.



Figura 2.6- Consumo de portadores energéticos y producción de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos.

Fuente: Elaboración propia.

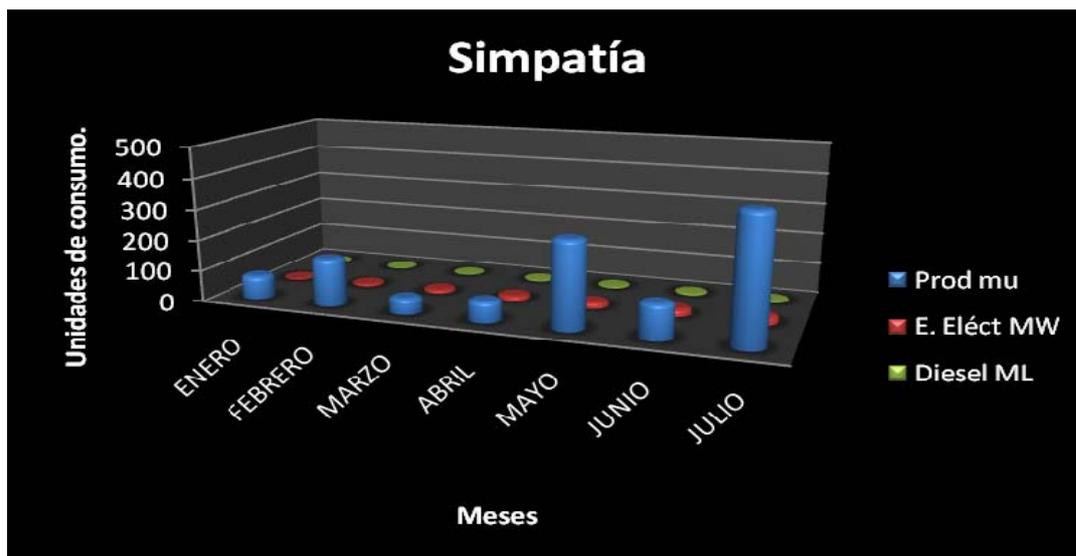


Figura 2.7- Consumo de portadores energéticos y producción de la UEB Simpatía.

Fuente: Elaboración propia.

Comparando ambas figuras se puede inferir que el consumo por portadores analizados en los gráficos y de producción de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos es mucho mayor que la de la UEB Simpatía. Por ello se decide hacer el estudio en de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos ya que además de estar produciendo en el periodo del estudio y presentar los tres portadores mas importantes tiene un plan real mayor de producción y consumo de portadores. Además se observa que la miles de unidades producidas en Cerámica sobrepasan las 500 y en el caso de simpatía ni siquiera se acerca a este valor, por lo que al ver desde el punto de vista de ingresos Cerámica es la que mas aporta económicamente a la empresa.

El portador de mayor impacto económico en el año 2012 para la UEB Cerámica Roja Cienfuegos fue el fuel oil, el cual se encuentra valorado en 300 usd/ton lo que equivale a 47,223 usd para el acumulado de 157,41 ton. Las pérdidas de energía eléctrica acumuladas en el 2012 son de 22992 kw; y el consumos de energía eléctrica de 187950kw.

También se hace válido destacar que el consumo eléctrico ha presentado por la calidad de la energía del factor de potencia en un valor inferior al 90% establecido y se considera como mala, siendo a su vez baja por lo que recibe penalizaciones la UEB, ya que esto indica la existencia de energía desperdiciada. Factor de potencia de esta UEB oscila entre los 83 y 85% teniendo como acumulado una factura por penalizaciones representa en dinero 737487 CUP. Sin embargo la organización desconoce los equipos más consumidores, y la veracidad de los indicadores.

2.4 Caracterización energética de la UEB Combinado de Cerámica Roja

De la situación energética en la producción de bloques aligerados grandes se detectó que existe un consumo alto de portadores energéticos no asociado a la producción, debido a ello se realiza un análisis detallado de los procesos energético en la UEB Combinado de Cerámica Roja.

2.4.1 Diagramas tecnológico del flujo energético de producción

En la figura que se muestra a continuación visualiza el diagrama de flujo energético del área de fabricación de bloques aligerados grandes.

2.4.2 Índices de consumo

En la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos se registran los índices energéticos de la siguiente manera para el UEB Combinado de Cerámica Roja.

Tabla 2.2 Fórmula de cálculo para los índices de consumo.

UEB Combinado de Cerámica Roja	
Mw-h/TON	Mega watt- horas de energía eléctrica consumida/ toneladas de ladrillos de barro producidas
L/MU	Litros de diesel consumidos/miles de unidades de ladrillos de barro producidas
KG/TON	Kilogramos de fue oíl consumido/toneladas de ladrillos producidas
Mw-h/TON	Mega watt-Horas de electricidad consumida / toneladas de cerámicas producidas
L/MU	Litros de diesel consumidos/miles de unidades de cerámicas producidas
KG/TON	Kilogramos de fue oíl consumido/toneladas de cerámicas producidas
Mw-h/TON	Mega watt-Horas de electricidad consumida/toneladas de cerámicas producidas
L/MU	Litros de diesel consumidos/miles de unidades de ladrillos macizos producidas

Fuente: Pujols Zabala, J, 2013.

2.4.3. Análisis económico del comportamiento del consumo del agua por UEB

En este epígrafe se hace un análisis de los gastos por el consumo de agua. La Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos en el consumo de agua en sus actividades productivas se rige por la resolución 58-95 del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos donde se establecen los IC de agua para el sector no agrícola de la economía, por organismos y actividad. Los gastos totales por consumo de agua en UEB Combinado de Cerámica Roja son de 3430.77 CUP.

2.4.4. Comportamiento del consumo de los portadores energético en la UEB Combinado de Cerámica Roja

El análisis de la situación de los portadores energéticos en la Empresa Materiales de la Construcción fue realizado por Pujol Zabala, J, 2013, donde se tomó como muestra el año 2012, analizándose la UEB Combinado de Cerámica Roja entidad de producción.

Para la elaboración de los gráficos de control se toman datos del consumo de los portadores energéticos diesel, energía eléctrica y fuel oíl que se utilizan para la producción real de (Bloque Aligerado) en la UEB Combinado de Cerámica Roja, y el índice de consumo según plan y real en la producción .

En los gráficos de control para el consumo de portadores energéticos en la UEB Cerámica, se evidencia que la variable consumo de portadores energéticos se encuentra en control estadístico y que la variabilidad presentada en los mismos está dada por fallas técnicas, mecánicas e imprevistos tales como: roturas en el coplin del motor de extrusora, escasez de agua en la línea de producción, mala planificación del mantenimiento, fuertes lluvias, poco movimiento en el inventario, rotura en: la cortadora, en la cadena de la torva del alimentador y en el pedestal de bandas transportadoras.

los gráficos de control para el índice de consumo (IC) de los portadores energéticos diesel (T/MU), fuel oíl (Kg/T), y energía eléctrica (Mw-h/T), donde se evalúan las variables IC de diesel y fuel oíl se encuentra en control estadístico, no siendo así con el IC de energía que está fuera de control estadístico puesto que hay un punto que se encuentra por encima del límite superior, aunque se observa que la aleatoriedad en los índices de consumo de diesel, fuel oíl y energía en la UEB Combinado de Cerámica Roja es deteriorado en gran medida por la variabilidad en la producción, siendo la misma en ocasiones nula, así como afectaciones técnicas, mecánicas, eléctricas, fuertes lluvias y huracanes.

los diagramas de dispersión donde se evidencia que la correlación existente entre el consumo de portadores energéticos vs producción es relativamente baja, para la energía y el diesel, el fuel oíl muestra una correlación relativamente media.

La baja o media correlación existente entre el consumo de los portadores energéticos vs. producción podría estar dada por la nomenclatura de los datos ya que se trabaja para distintos productos en un mismo diagrama, por lo que se recomienda el estudio por separado a cada uno de los mismos, en las ecuaciones de correlación se evidencia el consumo de portadores energéticos asociados a la producción, así como los no asociados donde el diesel presenta un 0.000132526 T/MU el fuel oíl 115.615 Kg/T y la energía eléctrica 0.00897112 Mw-h/T asociados a la producción, la no asociada es para el diesel 2.35956 T, el fuel oíl 7585.25 Kg y la energía 17.0265 Mw-h, en el epígrafe 2.4.5. se muestran las posibles causas del % del consumo no asociado a la producción.

Quedando el % del consumo de portadores no asociados a la producción de la siguiente manera:

Ena= (E 0 /Em) x 100. %		
Energía Eléctrica	Diesel	Fuel Oil
$(17.0265/18.0884) \times 100. \%$	$(2.35956/2.36875) \times 100. \%$	$(7585.25/18232.5) \times 100. \%$
94.129%	99.612%	41.6029%

Tabla 2.3: Porcentaje de energía no asociado a la producción (Ena).

Fuente: Pujols Zabala, J, 2013.

En la tabla 2.3 se muestran los porcentajes del consumo de portadores energéticos no asociados a la producción en la UEB Combinado de Cerámica Roja observándose que los mismos son elevados ya que están por encima del 40 y 90% de los portadores consumidos tanto de fuel oil como de diesel y electricidad, por lo que se recomienda un estudio desagregado en la UEB para el análisis del consumo de los mismos, aunque se conoce que en el caso del diesel es principalmente en el uso del transporte de la materia prima y que en el fuel oil del proceso de la cerámica existen muchas mermas y derrame lo que podría estar provocando un elevado consumo, en el caso de la energía como en fuel oil existen mermas.

2.4.5. Posibles causas del alto porcentaje del consumo de portadores energéticos no asociados directamente a la producción

En este epígrafe se exponen las posibles causas que provocan el alto porcentaje del consumo de portadores no asociados a la producción, las mismas podrían estar dadas por:

- ✓ Iluminación de plantas, electricidad para equipos de oficinas y ventilación.
- ✓ Áreas climatizadas, aire acondicionado.
- ✓ Energía usada en servicio de mantenimiento.
- ✓ Trabajo en vacío de equipos eléctricos o térmicos.
- ✓ Pre calentamiento de equipos.
- ✓ Pérdida eléctrica por potencia reactiva.
- ✓ Uso de diesel en vehículos para el transporte del personal.
- ✓ Uso de diesel en vehículos para el aseguramiento logístico.
- ✓ Drenaje de los yacimientos (afectaciones por lluvias).

- ✓ Uso del diesel en mantenimientos, en equipos tecnológicos y no tecnológicos.
- ✓ Mermas en la producción.
- ✓ Derrames de fuel oíl.

2.5.- Identificación del problema

Después de realizar el análisis de la situación energética en las UEB productiva por Pujol Zabala, J, 2013 de la Empresa Materiales de la Construcción de Cienfuegos se definieron conjuntamente con el grupo de expertos las posibles causas de los problemas identificados en dicha UEB.

2.5.1-UEB Cerámica Roja.

En el estudio de la situación energética en la producción de bloques aligerados grandes se detectó que existe un consumo de 99.612% de diesel, un 41.6029% de fuel oíl y un 94.129% de energía no asociados a la producción, lo cual se considera alto puesto que este valor debe ser lo más pequeño posible.

2.5.2. Preparación del Diagrama Causa-Efecto.

Se realizaron análisis de causa y efecto para determinar las posibles causas teniendo en cuenta el alto porcentaje del consumo de portadores energéticos no asociados directamente a la producción de la UEB productiva de la empresa objeto de estudio, así como el alto % del consumo de agua. Los diagramas causa-efecto fueron construidos en una sesión de tormenta de ideas por el grupo de expertos, mediante el empleo de Microsoft Office Visio 2003, arrojando el mismo las causas más probables son, deterioro de la tecnología, solo existe un metro contador por centro, en las áreas de producción y servicio, falta de bancos de capacitores ,falta de mantenimientos preventivos planificados ,falta de metros contadores de agua ,sistemas de recirculación y cultura ambiental.

En el trabajo con expertos, se aprecia concordancia en el criterio de los mismos, por lo que se puede concluir que hay que prestar especial importancia a la realización de un estudio profundo en la UEB Cerámica Roja y adquirir aquellos equipos que sean de impacto para el desarrollo productivo, así como ejecutar las reparaciones necesarias, teniendo en cuenta que los gastos por el alto porcentaje del consumo de portadores energético no asociados a la producción es elevado debido al deterioro de la tecnología, al igual que el tratamiento y reutilización de las aguas residuales.

2.5.3. Elaboración del plan de oportunidades y mejoras en la Empresa Materiales de la Construcción

Para la elaboración del plan de mejora se hace uso de la técnica de las 5Ws y 2Hs (qué, quién, cómo, por qué, dónde, cuándo y cuánto). A través de estos planes se definieron, en forma ordenada y sistemática, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para lograr las metas propuestas. Debido a que los planes de acción en su mayoría pueden realizarse con el personal de la empresa excepto aquellos que requieren de una inversión. Los planes de acción en función de disminuir el porcentaje del consumo de portadores energéticos no asociados a la producción.

2.5.4. Monitoreo y control

El monitoreo y control de los portadores energéticos en la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos se realizara a través de los indicadores: índices de consumo.

2.5.5 .Procedimiento para la planificación energética.

El procedimiento propuesto diseñado por Alpha Bah y Correa Soto ,2013 para la planificación energética consta de cinco etapas, este procedimiento se diseñó teniendo en cuenta los requerimientos de la NC-ISO 50001:2011 "*Energy management systems – Requirements with guidance for use*" y del estudio de otras normas a nivel mundial referentes a la gestión de la energía y gestión de la calidad, tales como:

- UNE216301, Sistema de gestión energética
- DIN EN 16001: *Energy Management Systems in Practice A Guide for Companies and Organisations.*
- ANSI/MSE 2000:2008, *management System for Energy*
- ISO 9001:2008, Gestión de la calidad

En la figura 2.9 se muestran las etapas que componen el procedimiento para la planificación energética del Sistema de Gestión de la Energía.

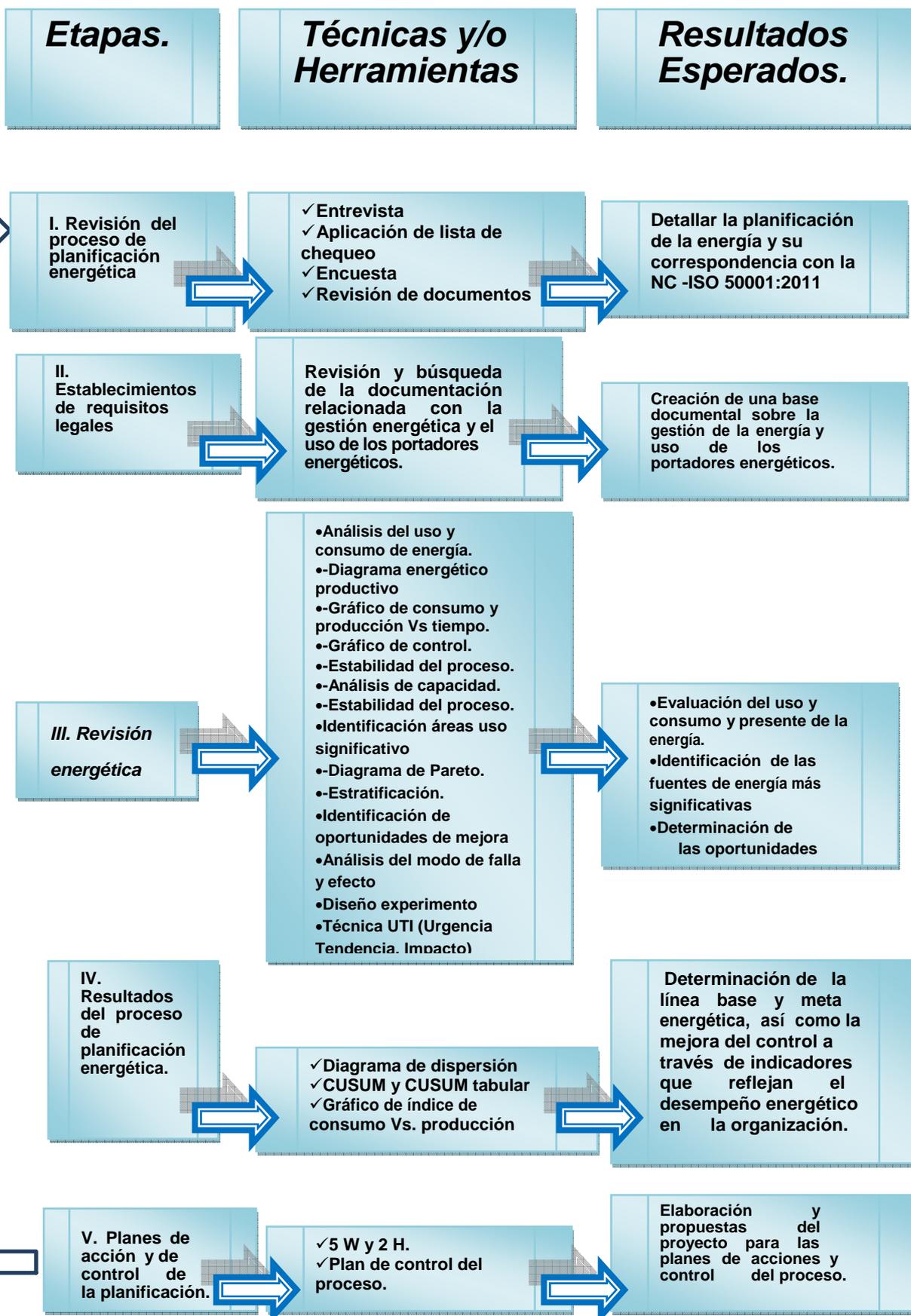


Figura 2.9: Procedimiento para la planificación energética.

Fuente: Alpha Bah, 2013.

2.6.1. Etapas del procedimiento de planificación energética

En este epígrafe se describen las cinco etapas que componen el procedimiento de planificación energética, a través de la declaración de objetivos por etapas, la propuesta de técnicas y/o herramientas a emplear y los resultados esperados

2.6.1.1. Etapa I: Revisión del proceso de planeación energética.

Objetivos de esta etapa:

- ✓ Revisión del Proceso Planeación energética actual en correspondencia con la norma NC- ISO 50001:2011

Técnicas y/o herramientas propuestas:

- ✓ Entrevistas
- ✓ Aplicación de lista de chequeo
- ✓ Encuestas
- ✓ Revisión de documentos

Resultados esperados de la etapa.

Con estas técnicas y/o herramientas, se puede detallar la planificación de la energía actual y su correspondencia con la NC- ISO 50001:2011.

La etapa I consta de tres pasos para su desarrollo siendo estos: la conformación del equipo de trabajo, la aprobación por la alta dirección de la organización y la revisión del proceso de planeación energética, los cuales se detallan a continuación:

Paso 1: Formar el equipo de trabajo.

El equipo de trabajo debe ser integrado por un grupo de expertos conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que aporten información precisa, participen en toda las etapas de la investigación, y puedan tomar las decisiones convenientes.

Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calculará el número de expertos necesarios, según la siguiente expresión:

$$M = \frac{p(1-p)K}{i^2}$$

Donde:

K: constante que depende del nivel de significación $(1 - \alpha)$

Tabla 2.4: Nivel de confianza y valor k.

Fuente: Alpha Bah, 2013.

Nivel de Confianza (%)	Valor de K
99	6,6564
95	3,8416
90	2,6806

p: proporción de error

l: precisión ($i \leq 12$)

Los datos para los cálculos los fija el investigador.

Además para la definición de los expertos se establecen un grupo de criterios de selección en función de las características que deben poseer los mismos, siendo estos:

1. Conocimiento del tema a tratar.
2. Capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración.
3. Años de experiencia en el cargo.
4. Vinculación a la actividad lo más directamente posible.

Paso 2. Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección.

Se presentará ante la alta dirección el grupo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección, para su aprobación.

Paso 3: Revisión del proceso de planeación energética.

Se aplicarán las técnicas y herramientas que determine el grupo de trabajo para la determinación de la planificación de la energía actual de la organización y el análisis de su correspondencia con la NC- ISO 50001:2011.

En este paso se propone una lista de chequeo para la revisión de la planificación energética diseñada a partir de las siguientes referencias, ver anexo 2:

- *Energy management system checklist.DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice A Guide for Companies and Organizations.*
- Lista de chequeo ISO 50001. Grupo de Gestión Eficiente de la Energía
- Universidad del Atlántico.

2.6.1.2. Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos

Objetivo de esta etapa:

Esta etapa tiene como objetivo, recopilación de requisitos internacionales, nacionales, regionales o locales, relacionados con la energía.

Técnicas y/o herramientas propuestas

Revisión y búsqueda de la documentación relacionada con la gestión energética y el uso de los portadores energéticos.

Resultados esperados

Creación de una base documental sobre la gestión de la energía y uso de portadores energéticos.

Los requisitos legales aplicables son aquellos requisitos internacionales, nacionales, regionales y locales que se aplican al alcance del sistema de gestión energética relacionados con la energía.

Es conveniente para una organización evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos a los cuales suscriba que son pertinentes para su uso y consumo energético. Los registros de los resultados de las evaluaciones del cumplimiento deben ser mantenidos.

En este caso, se tendrán en consideración normas, regulaciones, leyes e indicaciones estipuladas por:

- ✓ Consejo de Estado y de Ministros de la República de Cuba
- ✓ Ministerio de la Industria Básica (MINBAS)
- ✓ Organización Básica Eléctrica (OBE)
- ✓ Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC)
- ✓ Ministerio al cual pertenece la entidad
- ✓ Grupo empresarial al cual pertenece la entidad
- ✓ Resoluciones de la entidad
- ✓ Todas desde el punto de vista energético

2.6.1.3. Etapa III: Revisión energética

Objetivos: esta etapa tiene como objetivo:

- ✓ Analizar el uso y consumo de energía en la organización.
- ✓ Identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo.
- ✓ Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.

Técnicas y/o herramientas propuestas

Para cada objetivo se hace necesario el uso de herramientas específicas.

a) El análisis del uso y consumo de energía:

Para el cumplimiento de este objetivo, se proponen las siguientes herramientas.

1. Diagrama energético productivo: esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de material y 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 bueno expresar las magnitudes de energía consumida en cada etapa del flujograma por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.

2. El gráfico de consumo y producción vs.tiempo: Este diagrama permite el análisis simultáneo de la variación del consumo energético y la producción durante el periodo de tiempo observado. Puede realizarse para analizar el comportamiento del consumo y producción de toda la empresa, un área o equipo específico. Es útil ya que muestra los periodos de tiempo en los cuales se producen comportamientos anormales en la variación del consumo respecto a variaciones en la producción, además de que permite identificar las causas que los producen, pues es posible determinar los periodos en los cuales se presentan dichos comportamientos y hacer un análisis específico para esos periodos (UPME 2006) e (CEEMA 2002).

De acuerdo con UPME (2006), debe evaluarse la confiabilidad de los datos para determinar si la muestra tiene la validez necesaria para realizar la caracterización energética. Esta clasificación de la confiabilidad es determinada según como se presenta en la tabla 2.5.

Tabla 2.5. Confiabilidad de los datos

Porcentaje de confiabilidad %	Clasificación
100-95	Bueno
] 95-80	Regular
<80	Deficiente

Fuente: UPME (2006)

3. El gráfico de control: es un diagrama lineal que permite observar el comportamiento de una variable en función de determinados límites establecidos. Su importancia está en que permiten detectar comportamientos anormales que actúan en alguna fase del proceso y que influyen en la desviación estándar del parámetro de salida controlado (UPME, 2006) e (CEEMA, 2002).

4. Análisis de capacidad del proceso: es analizar como cumplen las variables de salida con las especificaciones del proceso; en este caso para procesos con una sola especificación, ya sea para variables del tipo entre más grande es mejor donde lo que interesa es que sean mayores los valores a cierto valor mínimo (LIE o EI), o variables del tipo entre más pequeña mejor donde lo que se desea es que nunca se exceda a un valor máximo (LSE o ES), en eficiencia energética en el análisis de los índices de consumo de los portadores energéticos este es el tipo de variable que se analiza, sin embargo para el análisis de factor de potencia se considera satisfactorio variables del tipo entre más grande es mejor. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.

5. Estabilidad del proceso: implica el estudio de la variación de un proceso a través del tiempo. Un proceso tiene estabilidad si su desempeño es predecible en el futuro inmediato y se dice que está en control. Este análisis se hace a través del software Statgraphics y Excel.

6. Gráfico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM): es un gráfico que 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.

b) La identificación de las áreas de uso significativo de la energía y consumo:

Para el cumplimiento de este objetivo, se propone las herramientas siguientes:

1. Diagrama 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.

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.

2. Diagrama de causa y efecto o Ishikawa: es un método gráfico que relaciona un problema o

efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a contemplar todas las causas que pueden afectar el problema bajo análisis y de esta forma se evita el error de buscar directamente las soluciones sin cuestionar a fondo cuales son las verdaderas causas.

3. 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 las herramientas de descripción de efectos.

c) La identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético:

Para el cumplimiento de este objetivo, se propone las herramientas y/o técnicas siguientes:

1. Análisis del modo de falla y efecto: es un enfoque estructurado para identificar, estimar, dar prioridad y evaluar riesgo de las posibles fallas en cada etapa de un proceso. Empieza por identificar cada elemento, ensamble o parte del proceso y listar los modos de falla potencial, las causas potenciales y los efectos de cada falla.

También se calcula un número de prioridad del riesgo (RPN) para cada modo de falla.

Este es un índice utilizado para medir la importancia de los aspectos listados en la figura 2.6 del FMEA.

Figura 2.6 Análisis del modo de falla y efecto, FMEA.

Fuente: Alpha Bah, 2013

No.	Entradas	Modo de fallo	Efecto de fallo	Sev.	Causas potenciales	Occ.	Acciones correctivas.	Det.	RPN

2. Diseño de experimentos (DOE). El DOE, al que en ocasiones se hace referencia como pruebas multivariadas, es un método estadístico que se utiliza para determinar la relación de causa y efecto entre las variables de la entrada (X) y la salida (Y) del proceso. En contraste con las pruebas estadísticas estándar, que requieren cambiar cada variable individual para determinar la de mayor influencia, el DOE permite la experimentación simultánea de muchas variables mediante la cuidadosa selección de un subconjunto de las mismas.

3. Técnica UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto). Es una técnica válida para definir

prioridades. La solución de prioridades es la identificación de que debemos de atender primero e incorporar la urgencia, la tendencia y el impacto de una situación, de ahí la sigla UTI.

Urgencia:

Se relaciona con el tiempo disponible frente al tiempo necesario para realizar una actividad. Para cuantificar en la variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a la menos urgente, aumentando la calificación hasta 10 para la más urgente. Tenga en cuenta que se le puede asignar el mismo puntaje a varias oportunidades.

Tendencia:

Describe las consecuencias de tomar la acción sobre una situación. Hay situaciones que permanecen idénticas si no hacemos algo. Otras se agravan al no atenderlas. Finalmente se haya las que se solucionan con solo dejar de pasar el tiempo. Se debe considerar como principal entonces las que tienden a agravarse al no atenderlas, por lo cual se le dará un valor de 10; las que se solucionan con el tiempo, 5; y las que permanecen idénticas sino hacemos algo la calificamos con 1.

Impacto:

Se refiere a la incidencia de la acción o actividad que se está analizando en los resultados de nuestra gestión en determinada área o la empresa en su conjunto. Para cuantificar esta variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a las oportunidades de menor impacto, aumentando la calificación hasta 10 para las de mayor impacto. Tenga en cuenta que le puede asignar el mismo puntaje a varias oportunidades.

Resultados esperados

- Evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía;
- Identificar las fuentes de energía más significativas
- Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía;
- Estimar el uso y consumo futuros de energía;

2.6.1.4. Etapa IV: Resultados del proceso de planeación energética

Objetivos de esta etapa:

Determinación de la Línea de base energética.

Determinación de la Línea meta del desempeño energético.

Mejora, diseño o incorporación de Indicadores de desempeño energético, a través de:

- Detectar deficiencias en los indicadores actuales.

- Mejorar (modificar) los indicadores existentes
- Incorporar indicadores energéticos de empresas líderes a través del Benckmarking.
- Diseñar indicadores propios a los procesos productivos o de servicio para la organización en general o sector.

2.6.1.4.1. Requisitos obligatorios para determinación de la línea base energética y la línea meta del desempeño energético

La línea base y línea meta se determinan mediante el análisis de dispersión lineal para ello es obligatorio tomar como referencia datos de más de 3 años cuando se posee información mensual, sin embargo cuando la información es diaria se pueden considerar los datos de un año. Con ello se muestra a la entidad como ha sido su comportamiento.

Herramientas y técnicas propuestas

1. Diagrama de dispersión

Conocido también como diagrama de regresión, el objetivo de este diagrama es presentar la correlación entre dos variables, en este caso: consumo de energía y producción. Para esto se deben recolectar los datos correspondientes a estas variables para un periodo de tiempo que puede ser en días, meses o años y a través del método de mínimos cuadrados determinar el coeficiente de correlación R y la ecuación de la línea que se ajusta a los puntos de la gráfica. De acuerdo con

CEEMA (2002) el coeficiente de correlación debe ser mayor o igual a 75%, mientras que UPME (2006) sugiere que debe ser mayor o igual a 85%. Estos organismos indican que coeficientes menores a los mencionados reflejan una relación débil entre las variables y que por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético. Igualmente afirman que un coeficiente de correlación menor hace que el índice de consumo (otra herramienta presentada más adelante) no refleje adecuadamente la eficiencia energética de la empresa o área analizada. Para efectos de este trabajo, se tomará el coeficiente R = 80%

La ecuación que se ajusta a los puntos de la gráfica está dada por:

$$E = mP + E_0 \quad (1)$$

Dónde:

E = consumo de energía.

P = producción.

m = pendiente de la línea.

E_0 = intercepto de la línea

Esta ecuación refleja aspectos importantes: la pendiente (m) corresponde a la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción; el intercepto (E_0) es el consumo de energía no asociado a la producción, lo que quiere decir que a pesar de dejar de producir hay un consumo fijo dado por E_0 . Muchas de las oportunidades de ahorros de energía están en este consumo y pueden lograrse con poca inversión.

Según UPME, (2006) y CEEMA (2002), este consumo puede estar dado por:

- La iluminación de la planta.
- La electricidad consumida por los equipos de las oficinas.
- Las áreas acondicionadas tanto de frío como de calefacción.
- La energía utilizada durante los servicios de mantenimiento.
- El precalentamiento de los equipos y los sistemas de tuberías.
- La energía perdida en aire comprimido.
- Pérdidas de electricidad por potencia reactiva.

2. CUSUM y CUSUM tabular: La selección del periodo base puede apoyarse en un análisis CUSUM herramientas que se encuentran explicada en la etapa III del documento.

3. Diagrama índice de consumo Vs. producción

Después de obtener la ecuación 1, puede obtenerse el índice de consumo dividiendo la ecuación 1 por la producción, tal como presentado en la ecuación 2.

$$IC = m + E_0 / P \quad (2)$$

La ecuación 2 muestra que el índice de consumo depende del nivel de producción realizada, de este modo, si la producción disminuye, es posible disminuir el consumo total de energía, sin embargo, el costo de energía por unidad de producto aumenta.

Esto sucede porque hay una menor cantidad de unidades producidas soportando el consumo energético fijo. Por otro lado, si la producción aumenta, disminuyen los costos de energía por unidad de producto, sin embargo, hasta el valor límite dado por la pendiente (m) de la ecuación 2 (UPME, 2006). De este modo, el índice de consumo es una herramienta que contribuye a la programación de la producción.

Resultados esperados.

Determinación de la línea base y la línea meta energética, así como la mejora del control, a través de indicadores que reflejen el desempeño energético en la organización.

2.6.1.5. Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética

Objetivos de la etapa:

- ✓ Proponer acciones de mejora para el proceso de planificación energética
- ✓ Establecer planes de control para el proceso.

Herramientas y/o técnicas

1.5W y 2H: Se utiliza para definir claramente la división del trabajo y para ejecutar el plan de mejora con un grupo estableciéndose el qué, por qué, cuándo, quién, dónde, cómo y cuánto según se muestra en la figura 2.4

Figura 2.7 Oportunidad de mejora.

Fuente: Alpha Bah, 2013.

Oportunidad de mejora: Consumo de energía no asociado al proceso productivo.						
Meta: Disminución del gasto energético no asociado al proceso productivo responsable general:						
qué	quién	cómo	por qué	dónde	cuándo	cuánto

2. Planes de control del proceso: Los planes de control del proceso permiten preservar los efectos de las acciones de mejora y mantener la operación del proceso dentro de los límites que han sido establecidos. Están orientados a las características importantes para el cliente, constituyen un resumen de los sistemas para minimizar la variación del proceso y utilizan un formato estandarizado según se muestra en la figura 2.5

Figura 2.5 Planes de control del proceso.

Fuente: Alpha Bah, 2013.

Entrada	Oportunidad de Mejora	Indicador	Rango de control	Frecuencia de control	Responsable
---------	-----------------------	-----------	------------------	-----------------------	-------------

Resultados esperados

Elaboración y propuesta de planes de acción y de control para el proceso de planeación energética

Conclusiones del capítulo

1. Los portadores energéticos de mayor consumo en la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos son: diesel, energía eléctrica, fuel oíl y agua, representando un 44.56%, 35,58%, 7,94% y 5.06% de los gastos de estos indicadores en el año 2012.
2. El alto porcentaje de portadores energéticos no asociados a la producción en la UEB productiva de la empresa, están dados por las siguientes causas: deterioro de la tecnología, la falta de existencia del control independiente del consumo energético en las diferentes áreas de la empresa y los escasos de instrumentos necesarios para la medición teniendo en cuenta además la no realización del mantenimiento preventivo planificado, así como los análisis de correlación en gran parte son medios y bajos debido a: En el caso de la energía por la nomenclatura de los datos, el deterioro de la tecnología, los reprocesos, el diesel que se utiliza en el transporte de la materia prima, el fuel oíl incurre en mermas y derrames.
3. Se propone el procedimiento diseñado por Alpha Bah y Correa Soto ,2013 para la planificación energética en las organizaciones según los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 y el cual se aplicó en empresas metalmecánicas pero puede aplicarse a cualquier organización productiva.

Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la planificación energética en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos.

3.1. Introducción

En el presente capítulo se realiza la aplicación del procedimiento para la planificación energética en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011.

3.2. Procedimiento para la planificación energética en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos

3.2.1 Etapa I: Revisión del Proceso Planeación energética

Paso 1: Formar el equipo de trabajo

El equipo de trabajo debe ser integrado por un grupo de expertos conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que aporten información precisa, participen en toda las etapas de la investigación, y puedan tomar las decisiones convenientes.

Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calculará el número de expertos necesarios, resultando el mismo por la siguiente expresión:

Nivel de Confianza (%)	Valor de K
99	6,6564
95	3,8416
90	2,6806

$$M = \frac{0,01(1 - 0,01)3,8416}{0,075^2} = 6,76 = 7$$

Donde:

K: constante que depende del nivel de significación (1 - α).

p: proporción de error

i: precisión (i \leq 12)

El número de expertos es de siete (7).

Los expertos seleccionados fueron los siguientes:

1. Director técnico.
2. Jefe de la brigada eléctrica.
3. Obreros eléctricos.
4. Especialista energético.
5. Investigadores en gestión de energía (2) .

La selección de los expertos se realizó a partir de los criterios de selección establecidos en el diseño de procedimiento en el capítulo II de la investigación y del análisis realizado de forma conjunta entre el autor del trabajo y la dirección de la empresa.

Paso 2: Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección

Se presenta ante consejo de dirección el equipo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección para su aprobación.

Paso 3: Revisión del Proceso Planificación energética. El Departamento de Energía y el Ministerio del Interior de Cienfuegos en coordinación con la dirección del Centro de elaboración, establece el plan de producción en valores (en coordinación con el grupo empresarial GEICOM).El área productiva establece las cantidades y producto que se procesaran en el periodo a planificar (año siguiente).Teniendo en cuenta los índices de consumo físicos en periodos precedentes, el especialista energético calcula la energía eléctrica necesaria para el plan en cuestión y elabora una propuesta que es elevada al departamento de energía . Este a su vez analiza con la dirección de la empresa dicha propuesta y como resultado el documento es presentado al MEP (Ministerio de Economía y Planificación) el cual aprueba o no la variante de plan procesada.

En este paso también se aplicó la lista de chequeo propuesta en el capítulo II para la revisión de la planificación energética, cuyos resultados se muestran en el anexo No 3, realizándose un resumen de los mismos:

- No se identifican las áreas mayores consumidoras.
- No se han identificado las áreas que han tenido mejoras significativas con respecto al uso de energía en el último período.

- No se mide y controla el consumo de energía a nivel de procesos productivos y área de servicios diariamente
- Se controlan y registran el desempeño de los indicadores diariamente a nivel de áreas productivas, servicios o nivel de empresa.
- No se conoce el gasto de energía no asociada a la producción a nivel de empresa, procesos productivos y áreas de servicios.
- No están establecidos los procedimientos, medidas o aspectos a tener en cuenta por el personal que planifica la producción para la reducción de los consumos energéticos en cada proceso productivo. (Aprovechamiento de la máxima capacidad productiva, secuencia de productos, cambios de productos, tipos de productos, velocidad de procesos etc...)
- No están identificadas todas las personas que trabajan en la organización cuyas actividades tiene un impacto significativo en el consumo de energía.
- No fue determinada la pertinencia de otros requisitos para los aspectos de energía.

3.2.2 Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos

- Las normas, resoluciones que regulan la Gestión Energética y el consumo de portadores energéticos de la empresa son:

Consejo de Estado y de Ministros, República de Cuba.

- Ley eléctrica, ley 1287, de enero 2, 1975 de servicio eléctrico.
- Medidas excepcionales para reducir la demanda eléctrica en las horas picos. RS3358,19 de mayo 2004.
- Carta circular No 12/2005. Programa de eficiencia energética y administración de las demandas eléctricas. RS 1315, 20 febrero 2005.
- Nuevas medidas de ahorro de electricidad para el sector estatal en el año 2007. RS1604. 21 de febrero 2007.

Ministerio de la Industria Básica.

- Resolución No. 328. 9 de noviembre 2007 sobre el establecimiento del plan anual de consumo de portadores energéticos.

Ministerio de la Construcción (MICONS).

- Indicación sobre la carta circular No. 12/2005 del Consejo de Estado y de Ministros.
- Indicación sobre selección de los puestos claves en el SIME. VMCT-RS. 67/07, 3 de abril 2007.
- Indicación sobre medidas obligatorias de cumplimientos relacionados con el consumo de electricidad en horario pico. RES 0582/11, 23 noviembre 2011.
- Indicación. Medidas excepcionales tomadas como acuerdo del Consejo Energético Nacional referente al sistema de trabajo para el control del plan de consumo eléctrico. Reg 0710/12, 13 febrero 2012.
- Indicaciones para la regulación de la demanda en horario pico. Reg.1209/13, 21 de enero del 2013.
- Sistema de trabajo para el control del consumo del horario pico del SEN. Consejo Energético Nacional. 3 de enero del 2013.

Ministro de Economía y Planificación.

- Sugerencias para el ahorro y uso racional de la energía, septiembre 1998.
- Acuerdo No. 5959 del Ministerio de Economía y Planificación (MEP).

Grupo Empresas de la Construcción. (GEICOM) .

- Carta sobre demanda eléctrica de servicio seleccionado, 30 junio 2005.
- Carta sobre segunda versión plan 2009, 15 octubre 2008.

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

- Inclusión del plan de uso del agua como indicador directivo de la economía, en el plan 2011.

3.2.3 Etapa III: Revisión energética

La UEB Cerámica Roja tiene como fin garantizar que las producciones de bloques aligerados grandes satisfagan las necesidades de sus clientes de forma rápida y con la calidad requerida.

3.2.3.1. Analizar el uso y consumo de energía en la organización

Se decide analizar el uso y consumo de energía en la organización con el objetivo de obtener altos rendimientos que son los que permiten emplear menos energía para producir más. Este análisis se comienza con el estudio del consumo y la producción del año 2010.

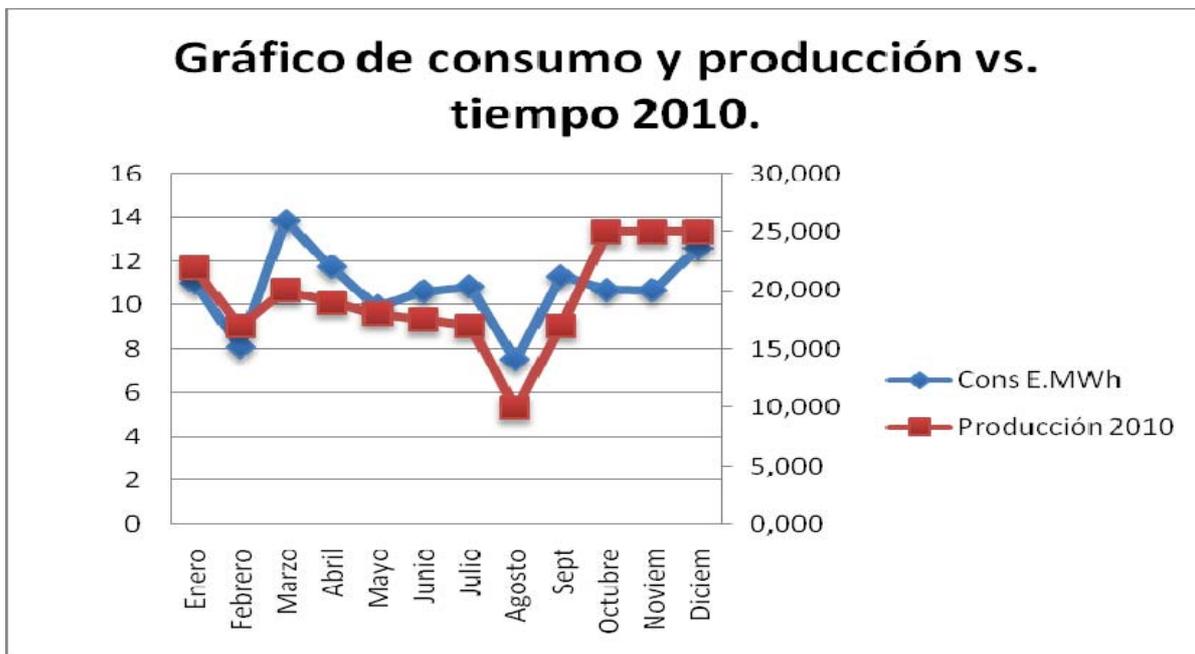


Gráfico 3.1: Gráfico de consumo y producción vs tiempo 2010.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 3.1, puede observarse la variación simultánea del consumo energético y la producción. Se constata que los incrementos en el régimen de producción están acompañados de un incremento en el consumo de energía eléctrica, portador asociado al proceso productivo, esto sucede de forma general. En el caso del mes de octubre este comportamiento se altera porque parte de la producción del mes de septiembre que fue reflejada en este mes, además se observa como la capacidad de los equipos es subutilizada notándose como los valores se comportan inversamente proporcionales a partir de octubre en adelante. De acuerdo con UPME (2006), se puede decir que la muestra (los datos) tiene la validez necesaria para realizar la caracterización energética debido a la confiabilidad de 91% que tiene, resultado que indica una buena confiabilidad.

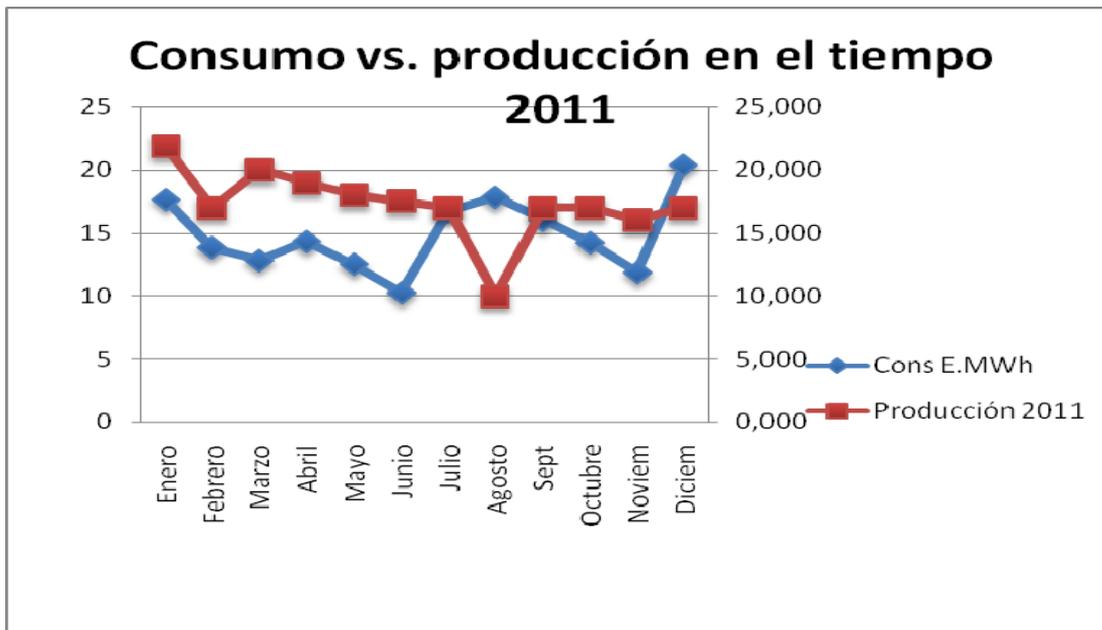


Gráfico 3.2: Gráfico de consumo y producción vs tiempo 2011.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 3.2 como en el 3.1 se puede observar que el incremento de la producción está acompañado del incremento en el consumo energético durante todo el periodo analizado. En los meses de agosto y diciembre del año 2011 se observa como el consumo eléctrico supera a la producción esto esta dado a la subutilización de los hornos.

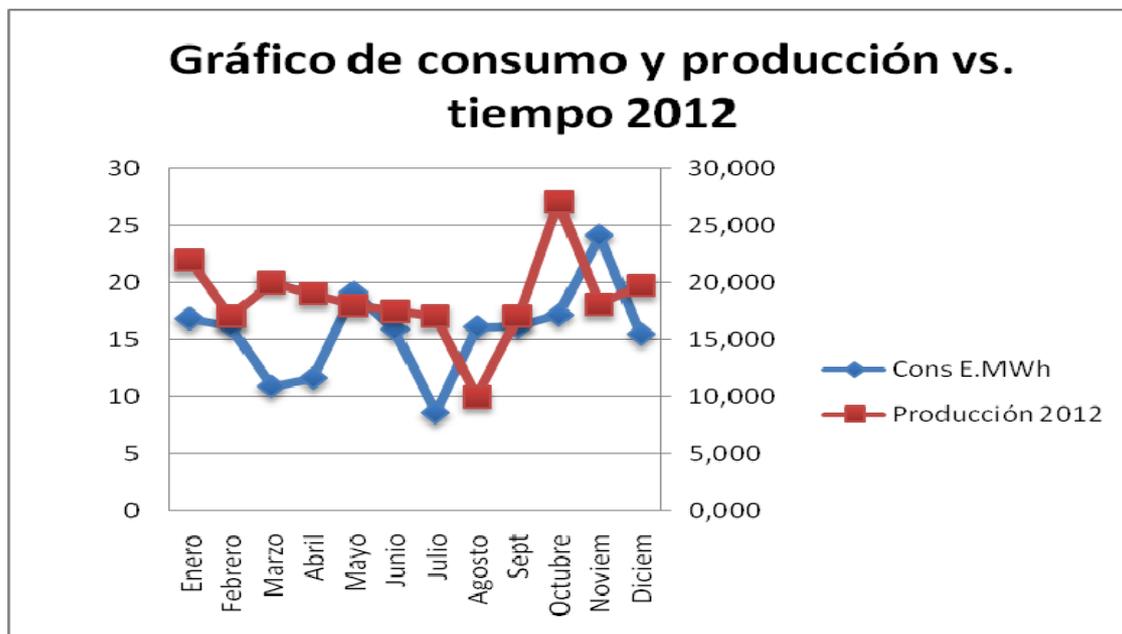


Gráfico 3.3: Gráfico de consumo y producción vs tiempo 2012.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 3.3 igualmente se puede observar que el incremento de la producción está

acompañado del incremento en el consumo energético durante todo el periodo.

Gráficas de control.

Gráficas de control 2010 con respecto a 2009 MWh.

La carta de control utilizada es el Gráfico de Individuos, se recurre a este debido a que es un diagrama para variables de tipo continuo, con tamaño de subgrupo ($n= 1$) y una muestra de (12) observaciones.

En el gráfico 3.4 que se muestra, se comprueba que el proceso de consumo de energía eléctrica en el periodo analizado (2010) está dentro de los límites establecidos con respecto al año 2009.

La carta de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 10,7112 y una desviación estándar igual a 1,72808. De los 12 puntos no excluidos mostrados en el gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control.

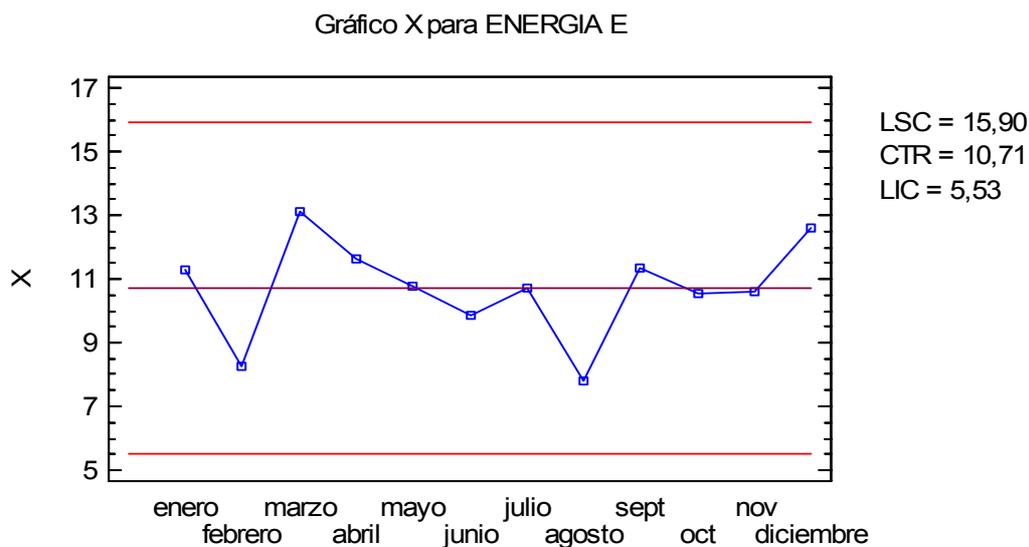


Gráfico 3.4: Gráfico de control 2010 con respecto a 2009 MWh.

Fuente: Elaboración propia

La carta de control utilizada es el Gráfico de Individuos, se recurre a este debido a que es un diagrama para variables de tipo continuo, con tamaño de subgrupo ($n= 1$) y una muestra de (12) observaciones.

En el gráfico 3.4 que se muestra que el incremento del régimen de producción provoca el incremento del consumo del mes de febrero, junio y agosto en adelante.

En el gráfico de control se evalúa el comportamiento de la variable consumo de energía eléctrica (MWh), evidenciándose un comportamiento estable de este, aunque se observa aleatoriedad debido a que el índice de consumo de la energía eléctrica en la empresa Cerámica Roja Cienfuegos es deteriorado en gran medida por la extrusora, atendiendo a los problemas mecánicos, eléctricos y tecnológicos de esta área, causados por los años de explotación.

La tendencia es al comportamiento promedio sin grandes desviaciones lo que denota cierta estabilidad del consumo de energía eléctrica.

Si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

Gráfico de control 2011 con respecto a 2010 MWh.

En el gráfico 3.5 que se muestra, se comprueba que el proceso de consumo de energía eléctrica en el periodo analizado (2011) está dentro de los límites establecidos con respecto al año 2010.

En el gráfico 3.5 se describe el control del variable consumo de energía eléctrica, detectándose un comportamiento de ascenso establecido en el mes de enero, debido a que el plan operativo asignado de la energía eléctrica contratada no era suficiente para el nivel de actividad productiva. En el resto del año presenta un comportamiento aleatorio.

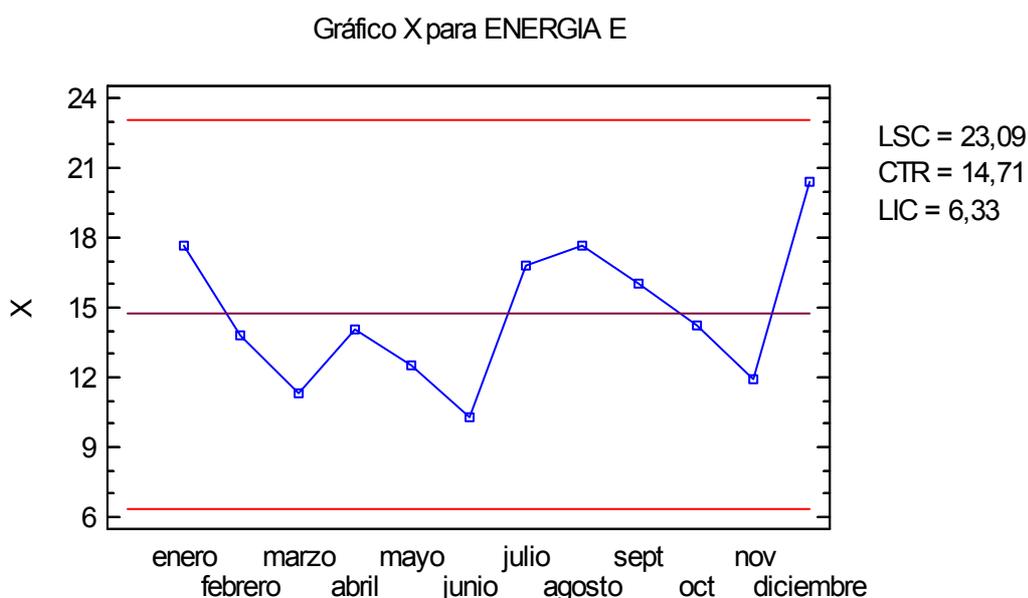


Gráfico 3.5: Gráfico de control 2011 con respecto a 2010 MWh.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 14,7096 y una desviación estándar igual a 2,79223. Estos parámetros fueron estimados a partir de los datos. De los 12 puntos no excluidos mostrados en el gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control.

El arribo de materia prima en masa en el mes de noviembre, causa el incremento en el consumo de energía eléctrica, reflejado en el gráfico. Es importante denotar que no ocurren cambios significativos en la variabilidad del proceso, demostrándose en la no existencia de puntos especiales en el grafico.

En el gráfico analizado se describe el control del variable consumo de energía eléctrica, detectándose un aumento en el consumo de energía eléctrica establecido en el mes de mayo a julio. Si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

Gráfico de control 2012 con respecto a 2011 MWh.

En el gráfico 3.6 se describe el control del variable consumo de energía eléctrica, se comprueba que el proceso de consumo de energía eléctrica en el periodo analizado (2012) está dentro de los límites establecidos con respecto al año 2010.

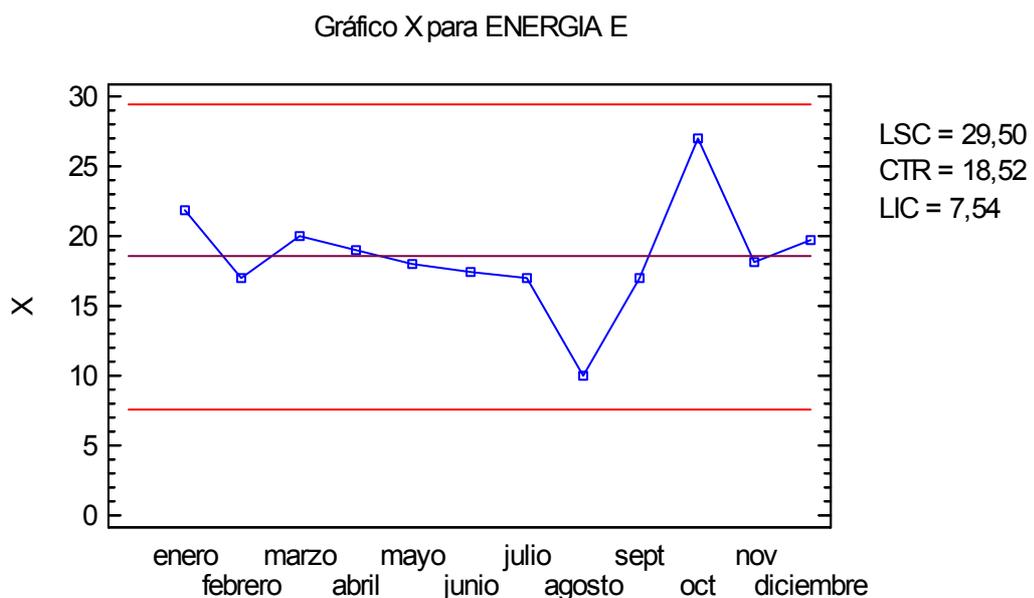


Gráfico 3.6: Gráfico de control 2012 con respecto a 2011 MWh.

Fuente: Elaboración propia

El gráficos de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 18,5163 y una desviación estándar igual a 3,65957. Estos parámetros fueron estimados a partir de los datos. De los 12 puntos no excluidos mostrados en el gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control

Se detectó en el gráfico de control que describe la figura 3.6 que la variable consumo de energía tuvo un comportamiento de ascenso en el mes de julio en adelante, debido al aumento de la producción planificada, manifestándose un ascenso del consumo de mWh en los cinco últimos meses del año.

Se observa que los puntos están dentro de área de control por lo que no ocurren cambios significativos en la variabilidad del proceso. Si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

3.2.3.2 Estudio de estabilidad y capacidad del índice de consumo de energía eléctrica en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos

Se realizó el análisis de normalidad y bondad de ajuste para los datos del consumo energético de los tres años analizados (2010, 2011, 2012) donde se obtuvo el Valor-P mayor que 0,05 en las Pruebas Bondad-de-Ajuste para consumo energético, la prueba de Shapiro-Wilk y prueba de Kolmogorov-Smirnov. Ver **anexos 4, 5, 6**.

El gráfico de Control de Valores Individuales 3.9 se puede observar que el proceso fue operado de manera estable durante el período en estudio para el variable consumo de energía eléctrica.

Gráfico X para Consumo.E

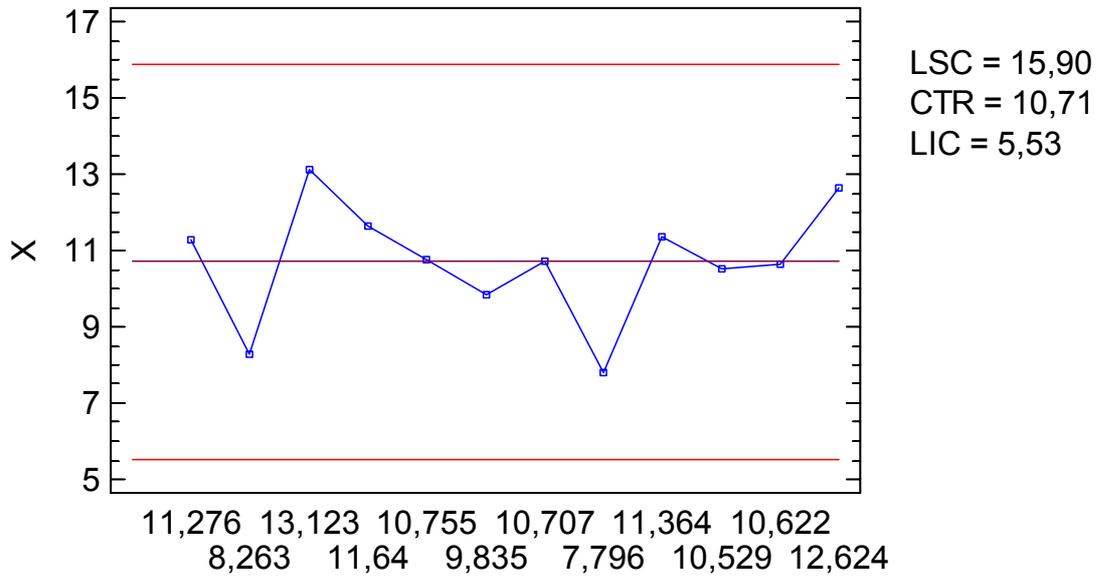


Gráfico 3.9: Gráficos de control para el consumo eléctrico 2010.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de control se construye bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 10,7112 y una desviación estándar igual a 1,72808. Estos parámetros fueron estimados a partir de los datos. De los 12 puntos no excluidos mostrados en el gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control. Si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%. Ver anexo 7.

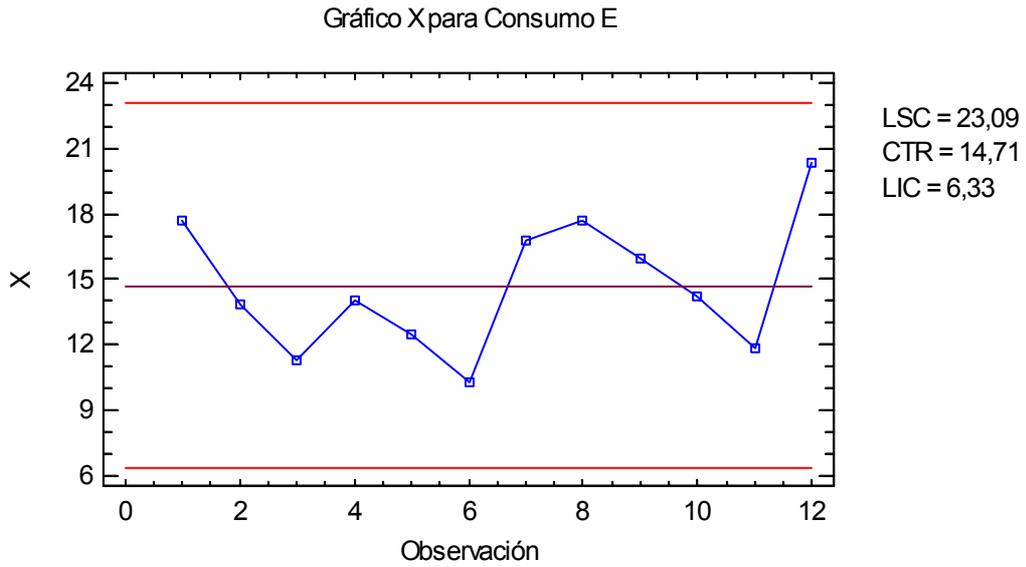


Gráfico 3.10: Gráficos de control para el consumo eléctrico 2011.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de Control de Valores Individuales 3.10 se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 14,7096 y una desviación estándar igual a 2,79223. De los 12 puntos no excluidos mostrados en la gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control. Si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%. Ver anexo 8.

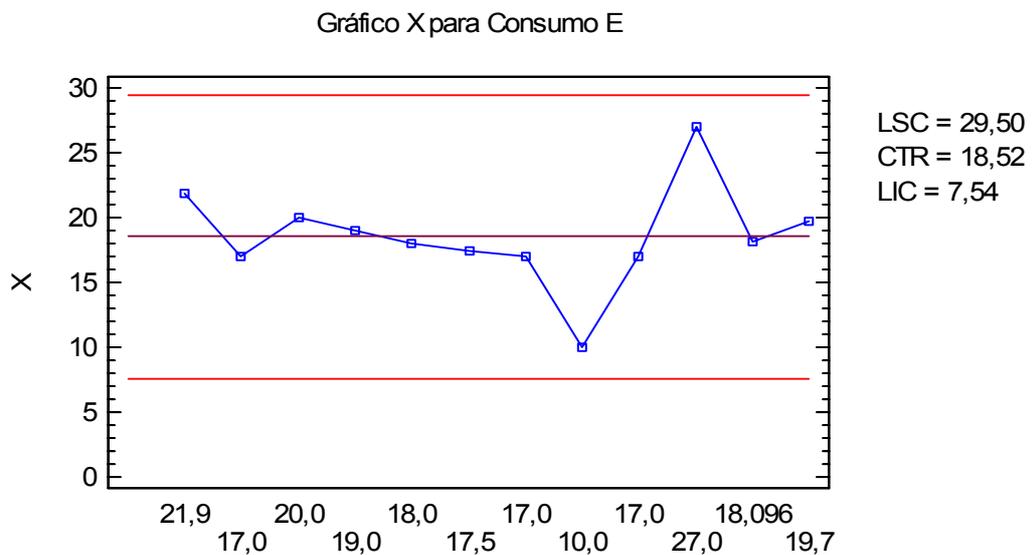


Gráfico 3.11: Gráficos de control para el consumo eléctrico 2012.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de Control de Valores Individuales 3.11 ningún punto de las 12 observaciones en análisis se encuentran fuera del límite de control superior de especificación, sin embargo se detectan puntos que se están alejando lentamente del valor meta en los meses de agosto a octubre. Los gráficos de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 18,5163 y una desviación estándar igual a 3,65957. Si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95 %, ver anexo 9.

Índice de Inestabilidad (St).

(St)= Número de puntos especiales/ Número total de puntos.

(St)= 0/12.

El valor obtenido del índice de inestabilidad es del 0 % lo cual se interpreta como un proceso estable para todos los años analizados.

Índice de capacidad (Cpk).

Con respecto a la capacidad del proceso se puede decir que, este tipo de característica de calidad con una especificación se mide definiendo la especificación superior, sea del tipo entre más pequeña mejor.

Para evaluar la capacidad del proceso de la gestión de energía a partir de la variable consumo energético se tiene en cuenta cumplir con la especificación superior (LSE)

- Índice de capacidad (Cpk). 2010

La especificación superior (LSE) para el año 2010 tiene un valor de 11,276. El proceso debido a que el índice de capacidad para la especificación superior es de $Cpk = 0.11$ indica que se encuentra fuera de especificación. La media del proceso está fuera del centro de las especificaciones observándose que el proceso se encuentra desplazado hacia la derecha con un 33,333333 por encima del límite superior de control, corroborándose que el proceso no es capaz en función de la calidad medida (indicador energético) .Véase anexo No 10 sobre el análisis de la capacidad del proceso.

- Índice de capacidad (Cpk). 2011

La especificación superior (LSE) para el año 2011 tiene un valor de 17,689. El proceso debido a que el índice de capacidad para la especificación superior es de $Cpk = 0.36$ indica que se espera que haya 18,4% fuera de especificación. La media del proceso está alejada del centro de las especificaciones observándose que el proceso se encuentra desplazado hacia la derecha con un 16,666667% por encima del límite superior de control, corroborándose que el proceso no es capaz en función de la calidad medida (indicador energético) . Véase anexo No11 sobre el análisis de la capacidad del proceso.

- Índice de capacidad (Cpk). 2012

La especificación superior (LSE) para el año 2011 tiene un valor de 21,9 El proceso debido a que el índice de capacidad para la especificación superior es de $Cpk = 0.31$ indica que se espera que haya 18,4% fuera de especificación. La media del proceso está alejada del centro de las especificaciones observándose que el proceso se encuentra desplazado hacia la derecha con un 8,33 % por encima del límite superior de control, corroborándose que el proceso no es capaz en función de la calidad medida (indicador energético) . Véase anexo No12 sobre el análisis de la capacidad del proceso.

A modo de conclusión se puede decir que es un proceso de categoría 4 y no se adecua para el trabajo, se requieren modificaciones muy severas, por lo que se puede generalizar que el proceso no es capaz en función de la calidad medida (indicador energético), por ello se hace necesaria la identificación de las áreas y equipos que inciden en el consumo energético, a partir de un análisis previo de los portadores energéticos más consumidores de la UEB Cerámica Roja de Cienfuegos.

3.2.3.3. Identificación de los portadores energéticos más consumidores

Para lograr la identificación de los portadores energéticos más consumidores se realiza el siguiente diagrama de Pareto con respecto al consumo por portadores energéticos para el año 2012, con el fin de organizar la información para mostrar cuál es el portador energético principal que más influye en la UEB, y lograr tomar la decisión, para ayudar al equipo a decidir donde concentrar sus esfuerzos de mejora, basado en atacar primero el portador energético más consumido.

Gráfica de Pareto para Consumo del 2012

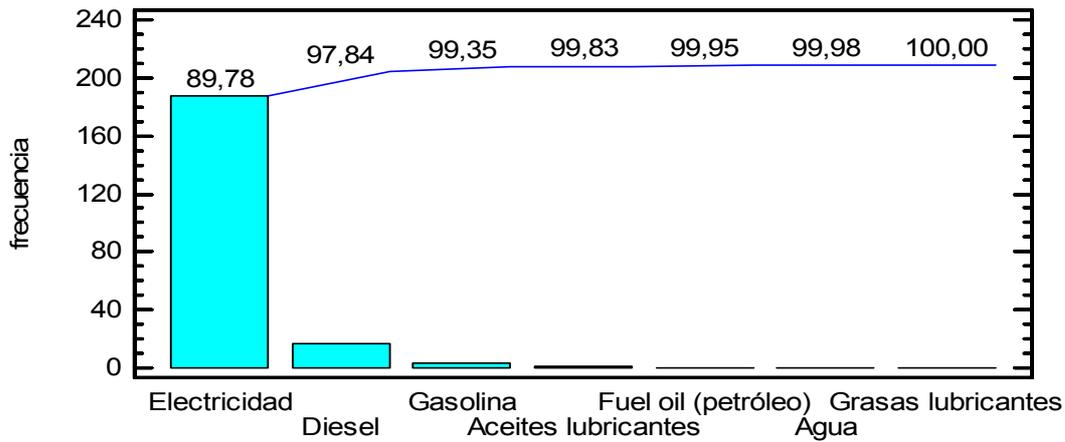


Gráfico 3.12: Estructura de consumo, 2012.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 3.11 puede verse que al igual que en años precedentes, la importancia relativa de la electricidad sigue siendo de alrededor del 90 %, lo cual es característico de las empresas constructoras, perteneciente al grupo empresarial GEICOM, siguiéndole el diesel con un 7.57 %. Ambos sumados significan más del 98 % del total de portadores energéticos y así sucesivamente, hasta terminar con el Grasas lubricantes, la cual es la de menor consumo.

3.2.3.4. Estratificación de los gastos totales por portadores en el 2012

La estratificación de los gastos totales por portadores en el 2012 es realizada con el fin de identificar los portadores de mayor impacto económico en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos y comprobar si existe relación con los portadores más consumidores.

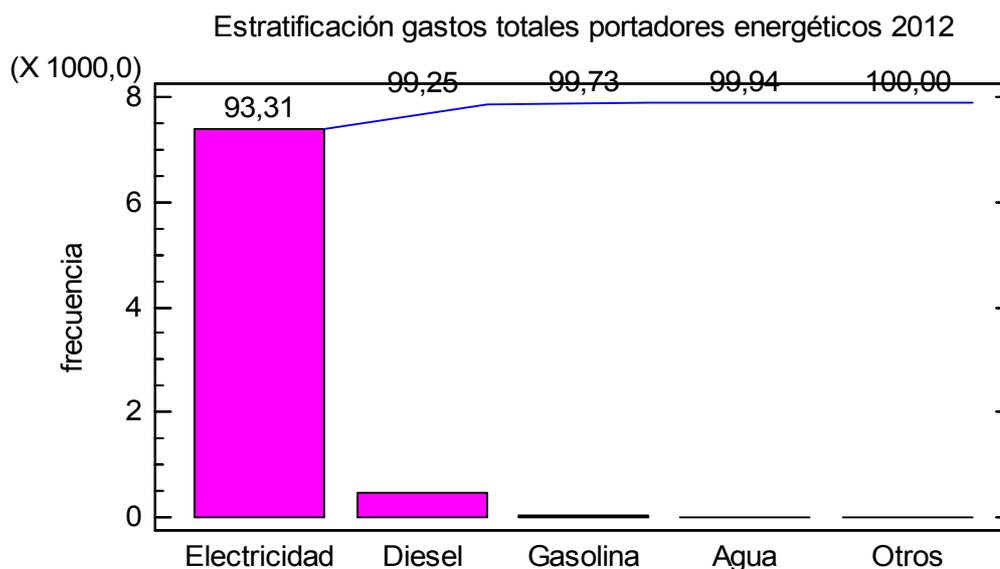


Gráfico 3.13: Estratificación de los gastos totales por portadores en el 2012.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 3.12 se ve que la electricidad es el primer componente, al igual que en el gráfico de consumo del esquema de gastos en portadores energéticos de la empresa con un 93,31 % del total. Actualmente se encuentran el diesel, la gasolina, el agua, el fuel oil, el aceite y los grasos lubricantes como se muestra en el gráfico. Se hace importante denotar que la similitud de los tres portadores de mayor consumo coincide en ambas graficas.

Estratificación de costo por portadores	CUP.
Fuel oil (petróleo)	2,80536
Electricidad	7374,87
Diesel	470,176
Gasolina	37,69476
Aceites lubricantes	2,0352
Agua	16,35064
Grasas lubricantes	0,096
Total.	7904,02796

Tabla 3.1: Estratificación de los gastos totales por portadores en el 2012.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.1 se observa como los costos totales por portadores ascienden a aproximadamente 8000 CUP, donde se aprecia que del total es representado generalmente por la Electricidad con 7374,87CUP.

3.2.3.5. Selección de las áreas y equipos mayores consumidores de energía eléctrica

Debido a las reparaciones a terceros, en cuanto a tipo y cantidad, los equipos y áreas de producción mayores consumidoras no coinciden en tiempo real de trabajo

La intensidad con que trabaja el equipamiento instalado en la empresa en un mes, difiere además de la de otros meses, todo en función de la producción o reparación concreta que se realice.

Para hacer un análisis que permita tener en cuenta los consumos de áreas y equipos y la incidencia de estos en el total del consumo del año, proponemos considerar un mes hipotético, en el que coincidan todos los equipos trabajando.

De la situación energética en la producción de bloques aligerados grandes se detectó que existe un consumo alto de portadores energéticos no asociado a la producción, debido a ello se realiza un análisis detallado de los procesos energéticos en la UEB Combinado de Cerámica Roja, para ello se presenta el diagrama de flujo energético del área de fabricación de bloques aligerados grandes en el capítulo 2 la figura 2.8. A continuación presentamos una breve descripción de los procesos presentados en el flujo energético.

Descripción del proceso de bloques aligerados grandes.

La fábrica de Cerámica Roja tiene tecnología búlgara de mediados del pasado siglo. Cuenta con un área de procesamiento y otra área de cocción con tres hornos. Su gama de producción incluye bloques aligerados grandes.

Para esta producción se utiliza una mezcla de arena fina y arcilla plástica, que se coloca en el pudridero, luego es transportada por palas a la tolva dosificadora donde se mezclan ambas materias primas para la elaboración del producto, a continuación se traslada todo el material a través de un sistema de esteras al molino rompedor que es el encargado de la trituración del producto, continúa el proceso por el molino laminador # 1 donde la mezcla se lamina hasta 6/4 mm, pasa al mezclador de doble batición donde se logra una mezcla más homogénea, después pasa al molino laminador # 2 donde la mezcla se lamina de 4/2 mm.

De aquí pasa a la extrusora donde se procesa la materia prima, luego pasa a la cortadora para el corte del bloque a la medida establecida, este producto semielaborado se denomina pastilla. A continuación pasa a la estera de palatización y clasificación donde son recibidas las pastillas para ser colocado en los parles; el producto que no cumple con la calidad requerida se deposita en el tanque de deshecho, el producto que cumple los requisitos pasa al área de secado de bloques aligerados, donde debe reducir el contenido de humedad hasta un 8 %.

Cuando el producto se encuentra ya casi seco es llevado para los hornos para su cocción. Una vez terminada esta última etapa del proceso, es extraído y depositado en el área de almacenamiento para su posterior comercialización. Una gran parte de la mano de obra en esta fábrica es reclusa, por no disponer de otra fuente, dada las severas condiciones de trabajo, dadas en lo fundamental por la tecnología obsoleta.

3.2.3.6. Estratificación del consumo de energía eléctrica en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos

La estratificación del consumo de energía eléctrica en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos para el 2012 es realizada con el fin de identificar el área de mayor impacto energético existente, para proponer medidas de mejora encaminadas a disminuir el consumo de la energía eléctrica en la UEB.

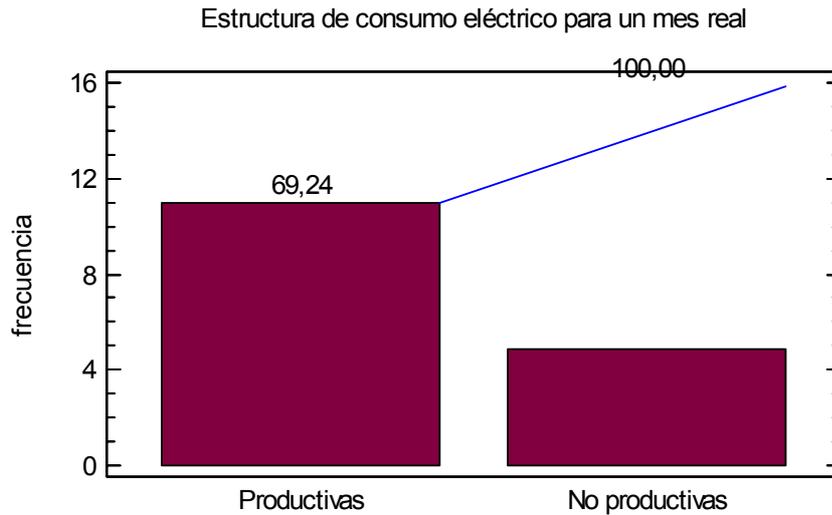


Gráfico 3.14: Estratificación consumo de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos.

Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 3.14, se muestra que en un mes en el que se esté trabajando en el consumo en el área productiva es de (70 %) del total muy superiores al consumo de las área no productiva lo que implica una incidencia menor de estos últimos en los consumo totales.

Los resultados del Pareto de la figura anterior indican que se hace necesario un análisis profundo del área de producción de bloques aligerados.

El área no asociada a la producción resulta ser tan insignificante para el consumo eléctrico de la UEB porque en el área de oficinas, cocina comedor y almacenes apenas existen aires acondicionados y computadoras, lo que indica que este consumo se refleja en el alumbrado de estas áreas y alguno que otro equipos que puedan ser utilizados en las oficinas.

3.2.3.7. Selección de equipos mayores consumidores de energía eléctrica producción de bloques aligerados grande.

Como resultado de la estratificación del consumo de energía eléctrica en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos para el 2012 se obtienen que el área de mayor impacto energético es la productiva por lo que se decide hacer una segunda estratificación de ella.

Estratificación de horneado por equipos.

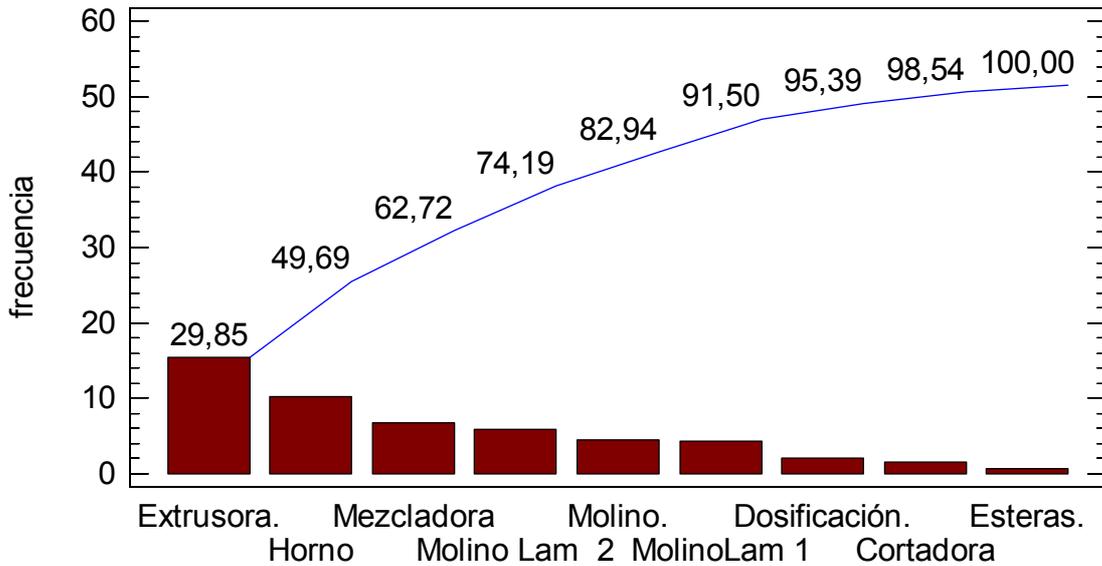


Gráfico 3.15: Estratificación consumo de energía eléctrica producción de bloques aligerados grande.

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 3.15 puede verse que durante el proceso de producción de bloques aligerados grandes, como es indicado en la figura, cerca del 29,85% de la energía se consume en el proceso de eliminación del agua del bloque en la extrusora.

La etapa de horneado ocupa el segundo lugar con el 19,84 %, mientras que la mezcladora y el molino laminador 2, al ocupar el tercer y cuarto lugares con el 13,06 y el 11,47 % respectivamente, suman con los anteriores un total de 74.19 %.

Este gráfico se obtiene a partir de datos de la tecnología. Sin embargo, de acuerdo a mediciones realizadas, la extrusora llega hasta el 30 % del total del área productiva, lo cual indica que debe trabajarse sobre las causas de esta diferencia.

Como resultado se obtiene que el proceso de extrusión, horneado son los que más consume energía eléctrica dentro de la producción de bloques aligerados grandes, se decide realizar el análisis del mismo detalladamente para cada uno de los equipos que componen estos procesos.

Estructura de Consumo eléctrico,Extrusora.

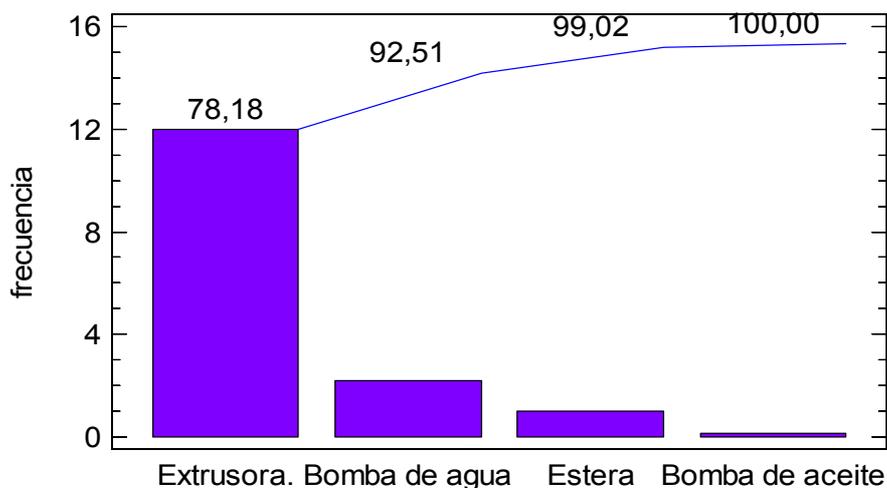


Gráfico 3.16: Estratificación del consumo de energía eléctrica del proceso de eliminación del agua del bloque en la extrusora.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.16 puede verse que el consumo de energía eléctrica está concentrado en la extrusora denotando aproximadamente un 80% del total, seguidos por la bomba de agua que consume un 15% aproximado del total de este proceso de secado.

En menor magnitud participa la estera y la bomba de aceite ocupando el tercer y último lugar respectivamente con valores de 6,51 y 0,80 % del total.

Estratificación de homeado por equipos.

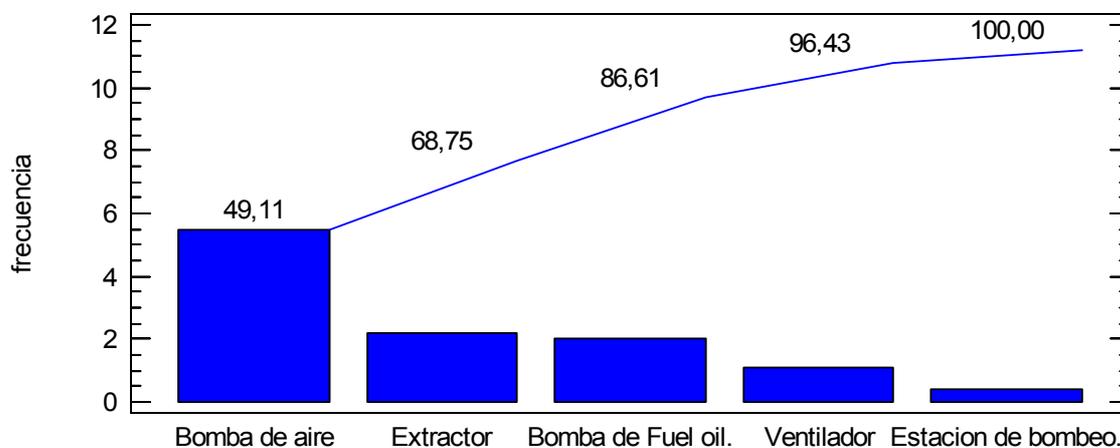


Figura 3.17: Estratificación del consumo de energía eléctrica en el área horneado.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 3.17 puede verse que durante el proceso de producción de bloques aligerados grandes, el consumo de energía eléctrica en %, área horneada como es indicado en la figura, cerca del 49,11% de la energía se consume en la bomba de aire del horno.

En la etapa de horneado el segundo lugar con el 19,64%, lo ocupa el extractor mientras que la bomba y el ventilador ocupan el tercer y cuarto lugar con el 17,86 y el 9,82% respectivamente, suman con los anteriores un total de 96,43 %.

En menor magnitud participa la estera y la estación de bombeo que ocupando el último lugar con un valores de 3,57 % del total.

Este gráfico se obtiene a partir de datos de la tecnología.

3.2.3.8. Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético

A partir de la revisión energética realizada, se han podido apreciar, los consumos asociados al proceso productivo en el área de producción, que son de una importancia relativa considerable en la composición del consumo total de la empresa, mayor al 70%, por lo que a continuación se usará la técnica “Análisis del modo de falla y efecto FMEA” para identificar, estimar, dar prioridad y evaluar riesgo de las posibles fallas. Ver anexos No 13 ,14 y15

3.2.4. Etapa IV: Resultado del proceso de la planificación energética

3.2.4.1. Indicadores de desempeño energético.

El diagrama de dispersión permite mostrar la relación existente entre las variables (ambas variables deben ser continuas) sobre un gráfico de ejes X e Y, como se muestra la grafica 3.18, consumo de energía (MWh) para el año 2010 y la producción en (mu).

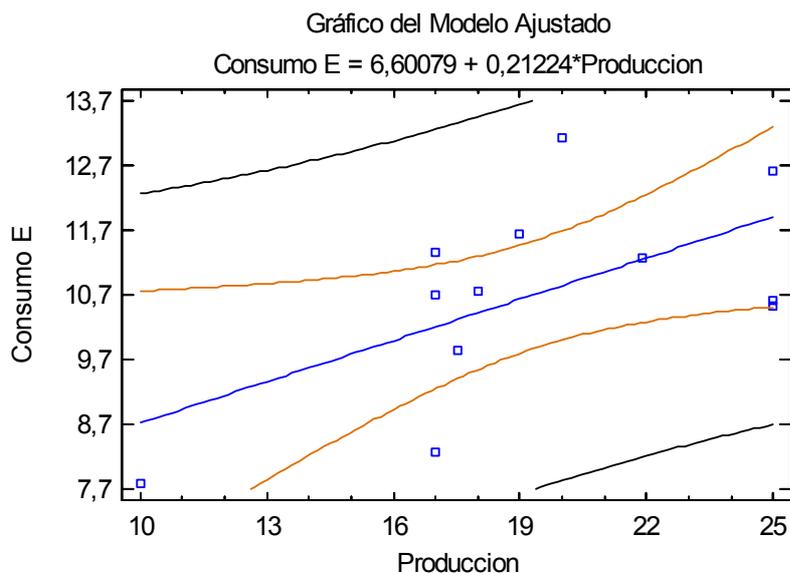


Gráfico 3.18: Gráfico de control consumo de energía (MWh) para el año 2010

Fuente: Elaboración propia

Modelo de Regresión Lineal 2010.

La figura 3.18 (Diagrama de Dispersión) se puede apreciar que existe en la producción de bloque aligerados grandes para el 2010 una correlación lineal entre las variables de consumo de energía y producción en miles de unidades de bloques, donde se evidencia con un coeficiente $R^2=0.601$.

El valor del coeficiente indican una baja correlación entre los parámetros representados (mWh consumidos vs Mu producidas), y por tanto, que el consumo de energía (MWh) no refleja adecuadamente la eficiencia energética en la entidad, debido a que consumo de energía (MWh) acumulado en el proceso de producción, se deteriora con respecto al plan por las condiciones de desgaste que se encuentra la maquinaria del mismo por los años de explotación. La expresión que caracteriza la relación entre las variables es la siguiente:

Relación en la recta $y=0.21224x +6.60079$

Con un consumo de electricidad asociado a la producción de 0.21224 mWh/Mu y no asociado directamente al proceso productivo de 6.60079 mWh.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica $36,1999\%$ de la variabilidad en consumo de energía, reflejando una relación débil entre las variables y que por tanto, los

datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético, y se hace necesario realizar la comparación de modelos alternos. Ver anexo No 16.

A partir de la comparación de los modelos alternos se determinó que el otro modelo de mayor correspondencia que el modelo lineal el cual es de Doble Inverso. Ver anexo No 17. De los modelos ajustados, el modelo Doble Inverso es el que arroja el valor más alto de R-Cuadrada con 53,6331%.

Modelo de Doble Inverso 2010.

El modelo *Recíproco Doble* o *Doble Inverso* de energía vs producción corrobora que existe un correlación entre las variables baja de $=0,732346$ que refleja una relación débil entre las variables y por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético. La expresión que caracteriza la relación entre las variables es la siguiente:

Ecuación del modelo ajustado es: $y=1/(0,057094 + 0,698666/X)$,

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre consumo de energía y producción con un nivel de confianza del 95,0% pero no la necesaria para efectos de este trabajo siendo para este caso el valor obtenido menor a 75%. Ver anexo No18.

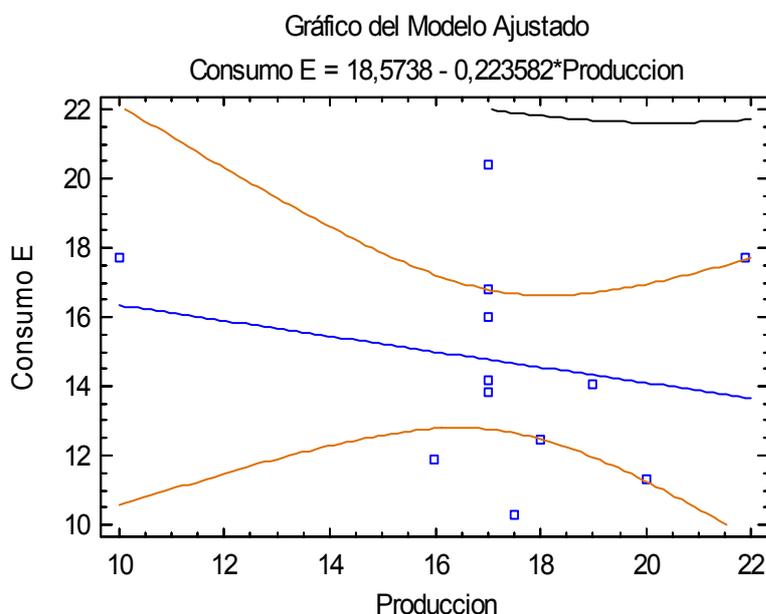


Figura 3.19: Gráfico de control consumo de energía MWh para el año 2011

Fuente: Elaboración propia.

Modelo de Regresión Lineal 2011.

El diagrama de dispersión de energía vs producción corrobora que existe un deterioro de la correlación entre las variables en comparación con el año anterior, lo cual ratifica aun más la invalidez del consumo de energía (MWh) provocando que no refleje adecuadamente la eficiencia energética en la UEB.

Ecuación del modelo ajustado es: $y = 18,5738 - 0,223582x$

Mostrando un consumo de energía asociado a la producción de 0,223582 mWh/Mu.

El consumo de energía no asociada a la producción es de, 18,5738 mWh.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 4,28718% de la variabilidad en el consumo de energía (MWh). El coeficiente de correlación es igual a -0,207055 indicando una relación relativamente débil y negativa entre las variables y por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético. Ver anexo No 19. Se hace necesario realizar la comparación de modelos alternos.

A partir de la comparación de los modelos alternos se determino que el otro modelo de mayor correspondencia que el modelo lineal el cual es de Curva S. Ver anexo No 20.

El Modelo de Curva S arroja el valor más alto de R-Cuadrada con 7,43662%. Este es 3,14944% mayor que el modelo lineal seleccionado.

Modelo de Curva S 2011.

El modelo de Modelo de Curva S de energía vs producción corrobora que existe una correlación entre las variables baja, y por tanto, que el consumo de energía (MWh) no refleja adecuadamente la eficiencia energética en la entidad, debido a que consumo de energía (MWh) acumulado en el proceso de producción, se deteriora con respecto al plan por las condiciones de desgaste que se encuentra la maquinaria del mismo por los años de explotación.

Expresándose dicha relación en la ecuación modelo ajustado es:

$$y = \exp(2,41804 + 4,19424/X).$$

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 7,43662% de la variabilidad en Consumo E. El coeficiente de correlación es igual a 0,272702, indicando una relación

relativamente débil entre las variables y por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético. Ver anexo No 21.

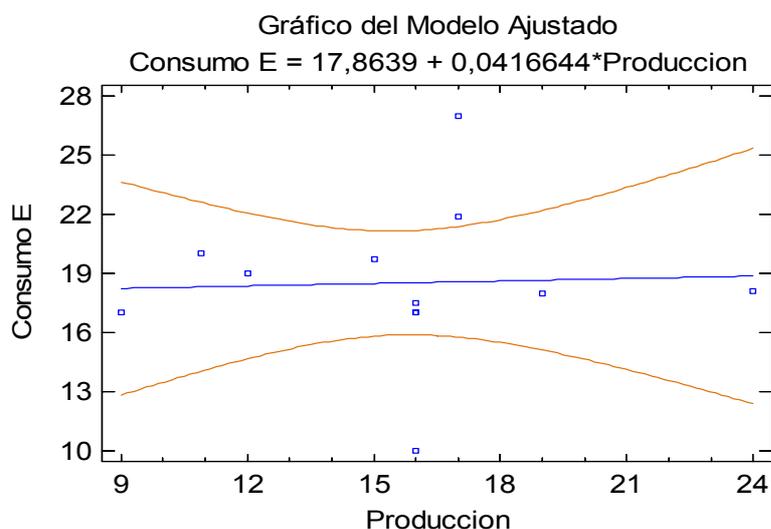


Figura 3.20: Gráfico de control consumo de energía MWh para el año 2012

Fuente: Elaboración propia.

Modelo de Regresión Lineal 2012.

El diagrama de dispersión de energía vs producción corrobora que existe un deterioro de la correlación entre las variables, lo cual ratifica aun más la invalidez del consumo de energía, y no refleja adecuadamente la eficiencia energética.

Ecuación del modelo ajustado es, $y = 17,8639 + 0,0416644x$

Mostrando un consumo de energía asociado a la producción de 0,0461783 Wh/mu manteniendo un comportamiento estable teniendo en cuenta el año anterior.

El consumo de energía no asociada a la producción es de, 14,7412 mWh.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 0,20321% de la variabilidad en consumo de energía. El coeficiente de correlación es igual a 0,0450788, indicando una relación relativamente débil entre las variables y que por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético. Ver anexo No 22. Se hace necesario realizar la comparación de modelos alternos.

A partir de la comparación de los modelos alternos se determino que el otro modelo de mayor correspondencia que el modelo lineal el cual es el modelo Y-cuadrada X-inversa Ver anexo No 23.

De los modelos ajustados, el modelo Y-cuadrada X-inversa es el que arroja el valor más alto de R-Cuadrada con 0,785659%. Este es 0,614779% mayor que el modelo lineal seleccionado.

Modelo Y-cuadrada X-inversa 2012.

El modelo de Modelo de Curva S de energía vs producción corrobora que existe una correlación entre las variables, lo cual ratifica aun más la validez del índice de consumo formado entre mWh/mu refleja adecuadamente la eficiencia energética.

Expresándose dicha relación en la ecuación modelo ajustado es:

$$y = \sqrt{404,299 - 698,602 / X}$$

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 0,785659% de la variabilidad en consumo eléctrico. El coeficiente de correlación es igual a -0,0886374, indicando una relación relativamente débil entre las variables y por tanto, los datos no son adecuados para efectuar el diagnóstico energético. Ver anexo No 24.

En conclusión para todos los años analizados queda demostrado que este modelo no refleja correlación entre el consumo de energía (MWh) y la producción en (mu). Generalmente se hace el análisis a través de la regresión lineal para ver si el coeficiente de correlación es mayor o igual a 75%, en este caso es evidente que no se aproximan los valores resultantes a este.

Estos resultados indican que el proceso de producción de bloques aligerados grandes tiene tantas deficiencias desde el punto de vista tecnológico que hay consumos de energía eléctrica que no tienen relación con la producción. El proceso de producción, se deteriora con respecto al plan por las condiciones de desgaste que se encuentra la maquinaria del mismo por los años de explotación.

Lo primero que se hace necesario es ejecutar los planes de mejora para a partir de los cambios volver a realizar el estudio y ver si se logra la relación del tipo deseada entre las variables.

3.2.4.2. Línea base y meta energética

Teniendo en cuenta el análisis de correlación entre las variables consumo de energía (MWh) y la producción en (mu), donde se evidencia en el año 2010 la mayor relación lineal medida no suficiente para efectuar el diagnóstico energético a partir de los criterios planteados por el CEEMA y donde los años 2011,2012 no se evidencia relación lineal alguna y la relación mas

adecuada esta dada por modelos tales como Modelo de Doble Inverso 2010, Modelo de Curva S 2011 y Modelo Y-cuadrada X-inversa 2012.

No se hace factible determinar la línea de base energética, ni la línea meta energética para ello deben de efectuarse acciones de mejora encaminadas a disminuir o eliminar el efecto de la causa que inciden en la eficiencia energética.

Según la utilización del método de expertos, se muestra que el principal problema considerado en estos momentos por la empresa se encuentra la incidencia de la eficiencia energética en el área asociada a la producción. Por lo que las mejoras que se puedan hacer al proceso se deberán encaminar hacia este factor.

Para la determinación de las causas más incidentes sobre el problema de la empresa se utiliza los métodos Delphi donde a partir de la técnica de lluvia de ideas realizada por el grupo de expertos que identifican las causas que inciden sobre ella que son:

- La electricidad consumida por los equipos del proceso.
- La energía perdida en transformadores.
- Una sub-utilización de la capacidad instalada en equipos electromecánicos, por una mala planificación y operación en el sistema eléctrico de la industria.
- Sustitución de los motores subcargados por otros de menor potencia (Los motores que operan con bajas cargas disminuyen su factor de potencia. Por esto es importante adecuar la capacidad de los motores a sus cargas reales y evitar su operación prolongada en vacío.)
- Un mal estado físico los equipos de la industria.
- Alto valor del factor potencia de la empresa.

3.2.5. Etapa V: Planes de acción y control de la planificación energética

Con el fin de optimizar la información se procedió a elaborar el proyecto de mejora, al quedar identificadas las entradas que más influyen en las salidas y que son la principal fuente generadora de los altos por ciento de energía asociada a la producción.

Elaboración del proyecto.

De acuerdo con las prioridades definidas en el Anexo 14, se diseñaron los planes de mejora correspondientes, para ello se utilizó de la técnica de las 5Ws (What, Who, Why, Where, When) y las 2Hs (How, How much), Anexo No 25. A través de estos planes se definieron, en forma ordenada y sistemática, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para

lograr las mejoras desde el punto de vista energético. Debido a que los planes de acción en su mayoría se logran por inversión, se deja de recomendación continuar la investigación realizando el análisis económico del proyecto.

Planes de control.

Para el control del proceso de planificación de la UEB Cerámica Roja Cienfuegos luego de la implantación de las acciones de mejora, se propone controlar la variable consumo de energía asociada a la producción a partir de la verificación de la relación entre las variables por las graficas de correlación.

Conclusiones parciales del capítulo.

1. La estructura de consumo de energéticos en la UEB Cerámica Roja Cienfuegos está formada por la electricidad como primer portador energético en importancia, con alrededor del 90 % del total y los combustibles ocupan el segundo lugar con el 10 %.
2. El consumo de energía eléctrica asociado al proceso productivo (producción, pérdidas por transformación herramental, y alumbrado) constituye aproximadamente el 70% del consumo total de la fábrica, siendo el 60% en producción.
3. No se logra el establecimiento de la línea base y meta, debido a la débil relación existen entre la producción y le consumo donde la energía asociada a la producción en los periodos analizados, la cual es causada por la: Falta de bancos de capacitores, subutilización del transformador de entrada, mal estado físico de los equipos del proceso, y la subutilización de los equipos del proceso.

Conclusiones generales

1. La Norma Internacional ISO 50001:2011 es un instrumento adecuado para aplicación de sistemas de gestión energética ya que propicia la integración de los sistemas de gestión energética con los sistemas de gestión de la calidad, la planificación de la producción y la planificación de la energía.
2. Se aplica un procedimiento para la planificación energética en las organizaciones según los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 y teniendo como premisas diferentes normas a nivel internacional y la gestión de la calidad, que posibilita su aplicación tanto en organizaciones de producción como de servicios.
3. La estructura de consumo de energéticos en la UEB objeto de estudio está formada por la electricidad como primer portador energético en importancia, con alrededor del 90% del total y los combustibles ocupan el segundo lugar con el 10%, donde el consumo de energía eléctrica asociado al proceso productivo (producción, pérdidas por transformación herramental, y alumbrado) constituye más de 70% del consumo total de la fábrica).
4. La baja correlación en el año los periodos analizados se debe al deterioro que presenta la línea productiva de bloque aligerados grandes, ocasionado por los años de explotación de su vida útil. El proceso de producción, se deteriora con respecto al plan por las condiciones de desgaste que se encuentra la maquinaria del mismo por los años de explotación.
5. No se logra el establecimiento de la línea base y meta, debido a la débil relación existen entre la producción y el consumo donde la energía asociada a la producción en los periodos analizados, la cual es causada por la: Falta de bancos de capacitores, subutilización del transformador de entrada, mal estado físico de los equipos del proceso, y la subutilización de los equipos del proceso.

Recomendaciones

1. Seguir profundizando los detalles del procedimiento propuesto.
2. Realizar los análisis costos y beneficios para las inversiones propuestas, siendo estas:
 - Adquisición de instrumentos de medición
 - Selección e instalación del transformador adecuado.
 - Selección y sustitución del compresor.
3. Implantar el procedimiento diseñado para la planificación energética como una metodología para la gestión de la energía en la organización.
4. Controlar la variable consumo de energía asociada a la producción a partir de la verificación de la relación entre las variables por las graficas de correlación
Implantar las acciones de mejora.

Bibliografía.

AENOR. (2012, March 20). Certificación del sistema de gestión energética ISO5001.

Retrieved from

http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab_gestion_energetica.asp.

Ahorro de energía y eficiencia energética. (2007a). ,24.

Ahorro de energía y eficiencia energética. (2007b). 24.

Alpha, Bah. (2013). *Etapas de la Planificación Energética en correspondencia con la NC-ISO 50001:2011 para Empresas Metalmeccánicas Cuba*. Universidad de Cienfuegos.

Análisis modal de fallos y efectos. (2013). Retrieved from

http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_modal_de_fallos_y_efectos.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2007). *UNE 216301: 2007*.

Sistema de gestión energética - Requisitos. AENOR.

banco de capacitores para ahorrar energía eléctrica. (n.d.). Retrieved May 16, 2013,

from [http://www.google.com/cu/images?hl=es-](http://www.google.com/cu/images?hl=es-419&q=banco+de+capacitores+para+ahorrar+energía+eléctrica&gs_l=firefox-)

[419&q=banco+de+capacitores+para+ahorrar+energía+eléctrica&gs_l=firefox-](http://www.google.com/cu/images?hl=es-419&q=banco+de+capacitores+para+ahorrar+energía+eléctrica&gs_l=firefox-)

[hp.1.7.0i13110.98238.157069.0.159736.48.21.1.26.6.0.374.4507.3j3j13j2.21.0...](http://www.google.com/cu/images?hl=es-419&q=banco+de+capacitores+para+ahorrar+energía+eléctrica&gs_l=firefox-)

[0.0...1ac.1.12.firefox-](http://www.google.com/cu/images?hl=es-419&q=banco+de+capacitores+para+ahorrar+energía+eléctrica&gs_l=firefox-)

[hp.Y5uLFQRm53U&sa=X&oi=image_result_group&ei=NiiWUYe8EPPH4AP](http://www.google.com/cu/images?hl=es-419&q=banco+de+capacitores+para+ahorrar+energía+eléctrica&gs_l=firefox-)

[G1YBg&ved=0CDoQsAQ](http://www.google.com/cu/images?hl=es-419&q=banco+de+capacitores+para+ahorrar+energía+eléctrica&gs_l=firefox-).

Betancourt Cura, Dania. (n.d.). Influencia de la calcita en la eficiencia energética de la producción de ladrillos. Retrieved May 28, 2013, from :

[http://www.monografias.com/trabajos82/influencia-calcita-eficiencia-](http://www.monografias.com/trabajos82/influencia-calcita-eficiencia-energetica/influencia-calcita-eficiencia-energetica.shtml#ixzz2JPbkNRoW)

[energetica/influencia-calcita-eficiencia-energetica.shtml#ixzz2JPbkNRoW](http://www.monografias.com/trabajos82/influencia-calcita-eficiencia-energetica/influencia-calcita-eficiencia-energetica.shtml#ixzz2JPbkNRoW).

Borroto Nordelo, Aníbal E. (2011). *Los sistemas de gestión energética y la nueva*

norma internacional ISO 50001. Cienfuegos Cuba.

Borroto Nordelo, Aníbal E., & Monteagudo Yanes, José P. (2006). *Gestión y economía energética.*

Borroto Nordelo, Aníbal E., & Monteagudo Yanes, José P. (2009). *Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía.* Cuba.

British Standards Institution. (2011). *Sistemas de gestión.* Retrieved from <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/De-un-vistazo/Que-son-los-sistemas-de-gestion/>.

British Standards Institution. (n.d.). *Gestión de la calidad.* Retrieved from <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/Area-de-Negocios/Calidad/>.

Carranza, Loida. (n.d.). Contamina la producción de los ladrillos nuestro medio ambiente. Retrieved May 28, 2013, from <http://www.uca.edu.sv/virtual/comunica/archivo/mar302007/notas/nota19.htm>.

Ciencia energética. (2010). . Retrieved from <http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficRev.html?opcion=1&folio=7129>.

Coordinación de Planeación Energética. (2010, March). . Retrieved May 28, 2013, from <http://xml.cie.unam.mx/xml/se/pe/>.

Corea Soto, Jenny. (2011). *Mejora de la Eficiencia Energética en la empresa de Cereales Cienfuegos.* Universidad Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.

Debate Banco de capacitores - grupos.emagister.com. (n.d.). . Retrieved May 20, 2013, from http://grupos.emagister.com/debate/banco_de_capacitores/6581-203023.

Department of Power. (2006). *Energy Conservation - The Indian experience. NPC Publication.*

Díaz Medina, Antonio. (2008). *Sistema de gestión total eficiente de la energía en la*

empresa Oleohidráulica Cienfuegos. Cienfuegos Carlos Rafael Rodriguez.

Diferencias entre transformadores de potencia y de corriente | eHow en Español. (n.d.). .

Retrieved May 20, 2013, from http://www.ehowenespanol.com/diferencias-transformadores-potencia-corriente-hechos_10813/.

Emgesa. (2012, March 18). Gestión Energética Integral. Retrieved from

<http://www.emgesa.com.co/econtent/Library/Images/Gestion%20energetica%202.pdf>.

Energía: Planificación energética. (n.d.). . Retrieved May 28, 2013, from

<http://www.galaxitv.com/contenidos/verArt/servicios/energa-planificacin-energetica/>.

Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation. (n.d.).

,http://www.worldenergy.org/publications/energy_efficiency_policies_around_the_world_review_and_evaluation/1_introduction/1175.asp.

Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation. (n.d.).

,http://www.worldenergy.org/publications/energy_efficiency_policies_around_the_world_review_and_evaluation/1_introduction/1175.asp.

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).

(n.d.). DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice. *Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).*

Retrieved from Website: www.bmu.de.

Funciones de un transformador de corriente. (n.d.). . Retrieved May 20, 2013, from

http://www.ehowenespanol.com/cuales-son-funciones-transformador-corriente-sobre_114704/.

Garcías Prieto, Madelin . Alonso Martínez, Carlos Alberto. (n.d.). *Análisis Productivo y*

Costos Logísticos en la Empresa de Materiales de la Construcción Cienfuegos.

UCF.

González Quintero, Enyrsa. (2009). *Procedimiento para la implantación y mejora continua de un Sistema de gestión Integrado de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud Ocupacional en Inmobiliaria CIMEX S.A.* Instituto Superior Politécnico, José Antonio Echeverría.

Grupo de Gestión Eficiente de la Energía Universidad del Atlántico. (n.d.). Lista de chequeo ISO 50001.

Gutierrez Pulido, Humberto, Vara Salazar, Ramón de la. (2007). *Control estadístico de calidad y seis sigma.* Felix Varela la Habana, 2007.

Hernandes Marquez, Luz Maria. (2012). *Propuesta de guía técnica sobre sistema de gestión energética para empresas metalmeccánicas.* Cienfuegos Carlos Rafael Rodriguez.

Hernández González, Y. (2011). *Aplicación de un Procedimiento de Gestión para la mejora del proceso de Planificación y Control de la Producción en la empresa de Soluciones Mecánicas de Cienfuegos.* Universidad Cienfuegos, Cuba.

Hernández Sampier, R. (2010). *Metodología de la Investigación (Vols. 1-2, Vol. 2).* La Habana: Félix Varela.

Hutter, Carlos. (n.d.). Banco de Condensadores. Ingeniería Eléctrica. Retrieved May 16, 2013, from <http://www.todoexpertos.com/categorias/ciencias-e-ingenieria/ingenieria-electrica/respuestas/1853868/banco-de-condensadores>.

Influencia de la calcita en la eficiencia energética de la producción de ladrillos. (n.d.). .

Influencia de la calcita en la eficiencia energética de la producción de ladrillos. (n.d.). .

International Organization for Standardization. (2010). *ISO/DIS 50001: 2010. Energy management systems - Requirements with guidance for use.*

IZ@RO. (2012, March 19). Sistema de gestión energética. Retrieved from

<http://www.izaro.com/contenidos/ver.php?id=es&se=3&su=30&co=130891756>

3.

Labañino Sánchez, Lieslie. (n.d.). *Los Sistemas de Gestión Integrados, un camino a la excelencia*. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos53/sistemas-integrados/sistemas-integrados.shtml>.

Lima, Callao. (n.d.). Análisis de sistemas eléctricos de potencia. Retrieved May 16, 2013, from <http://limacallao.olx.com.pe/banco-de-condensadores-ahorro-en-energia-iid-179630393>.

Madelin Garcías Prieto. Carlos Alberto Alonso Martínez. (n.d.). *Análisis Productivo y Costos Logísticos en la Empresa de Materiales de la Construcción Cienfuegos*. UCF.

Madelin Garcías Prieto. Carlos Alberto Alonso Martínez. (n.d.). *Análisis Productivo y Costos Logísticos en la Empresa de Materiales de la Construcción Cienfuegos*. UCF.

Mamadou ,Alpha bah. (2011, July). *mejora del factor de potencia en la empresa oleohidraulica cienfuegos*. Cienfuegos.

Ministerio de Energia. (n.d.). Ministerio de Energia y Minas - Consumo de Energia. Retrieved May 16, 2013, from <http://intranet.minem.gob.pe/AppWeb/DGE/CalculoConsumo>.

Ministry of Industry, Energy and Tourism. (n.d.). *Indicative energy planning 2012-2020*. Retrieved from <http://www.minetur.gob.es/energia/en-us/novedades/paginas/planificacionindicativa2012-2020.aspx>.

Modelos de planeación energética. (n.d.). . Retrieved May 28, 2013, from <http://www.energiaadebate.com/Articulos/Marzo2010/BazanOrtiz.htm>.

Montesinos Larrosa,Alejandro. (2010). *El petróleo nuestro de cada día*. No. 52.

Retrieved from <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energiaytu.html>.

Objetivos e Indicadores (sector construcción). (n.d.). ,

<http://www.todoexpertos.com/categorias/negocios/gestion-de-calidad/respuestas/1134178/objetivos-e-indicadores-sector-construccion>.

Objetivos e Indicadores (sector construcción). (n.d.). ,

<http://www.todoexpertos.com/categorias/negocios/gestion-de-calidad/respuestas/1134178/objetivos-e-indicadores-sector-construccion>.

Oficina Nacional de Normalización. *NC ISO 9000: 2005. Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario.*

Oliver, T. J. (n.d.). *Sistemas de Gestión Energéticos según la NORMA UNE 16001:2009 y Transición a la ISO 50001:2011, Una Eficaz Herramienta para Mejorar la Competitividad. Director de Desarrollo y de Unidad de Cambio Climático de AENOR.*

Peña Skilyar, Oxana. (2012, March 25). *Integración del sistema de gestión energética al sistema de gestión de Cementos Cienfuegos S. A., Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.*

Perez Campo, Andres. (2012, Diciembre). *Herramientas soporte para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001:2011.* Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.

Pérez del Río, Guillermo. (2011). *La visión de la eficiencia energética se incorporará paulatinamente a la pequeña industria.* Retrieved from <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1582&edi=>.

Planificación Energética. (n.d.). . Retrieved May 28, 2013, from

<http://www.pmmlearning.com/index.php/principal/asset-energy-management/planificacion-energetica>.

Planificación Energética. (n.d.). . Retrieved May 28, 2013, from

<http://www.minetur.gob.es/energia/planificacion/Paginas/Index.aspx>.

Planificación energética indicativa 2012-2020. (n.d.). . Retrieved May 28, 2013, from

<http://www.minetur.gob.es/energia/es-es/novedades/paginas/planificacionindicativa2012-2020.aspx>.

Planificación Energética. (n.d.). . Retrieved from

http://www.pmmlearning.com/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=57.

Planificacion.pdf (Objeto application/pdf). (n.d.). . Retrieved May 28, 2013, from

<http://biblioteca.ucf.edu.cu/biblioteca/articulos-descargados/planificacion/Planificacion.pdf>.

Porqué es importante hablar de “planeación energética”. (n.d.). . Retrieved May 28,

2013, from <http://cafeconciencia.wordpress.com/2006/05/17/porque-es-importante-hablar-de-planeacion-energetica/>.

Precio de transformador de 1000 kva :: CostoNet. (n.d.). . Retrieved May 16, 2013,

from <http://www.costonet.com.mx/precio/de/transformador/de/1000/kva>.

Problema cargando la página. (n.d.). . Retrieved January 24, 2013, from [http://es-](http://es-ar.www.mozilla.com/es-AR/firefox/3.5/whatsnew/)

[ar.www.mozilla.com/es-AR/firefox/3.5/whatsnew/](http://es-ar.www.mozilla.com/es-AR/firefox/3.5/whatsnew/).

Problema cargando la página. (n.d.). . Retrieved May 9, 2013, from [http://es-](http://es-ar.start3.mozilla.com/firefox?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es-AR:official)

[ar.start3.mozilla.com/firefox?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es-AR:official](http://es-ar.start3.mozilla.com/firefox?client=firefox-a&rls=org.mozilla:es-AR:official).

Proyecto Planificación Energética. (n.d.). . Retrieved May 28, 2013, from

<http://www.olade.org.ec/proyecto-planificacion-energetica>.

Pujols Zabala,J. (2012, enero). *Diagnóstico Energético a la Empresa Materiales de la Construcción Cienfuegos*.

Rodríguez Masot, Carlos Alberto. (n.d.). *Etapas de la Planificación Energética en*

correspondencia con la NC-ISO 50001:2011 en

la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos. UCF.

Rodríguez, Remy. (n.d.). Factor de Potencia y Bancos de Capacitores para no

Electricistas. *Ramsés Antillón Power Quality Panamá, S.A. (PQP).*

Salazar Aragón, Carolina De Olivera Pamplona, Edson, Vidal Medina Juan Ricardo.

(2012). La eficiencia energética como herramienta de gestión de costos.

Taiwan Turnkey Project Association. (n.d.). Planta de producción de ladrillos rojos.

Retrieved May 28, 2013, from

[http://www.monografias.com/trabajos82/influencia-calcita-eficiencia-](http://www.monografias.com/trabajos82/influencia-calcita-eficiencia-energetica/influencia-calcita-eficiencia-energetica2.shtml#ixzz2JPdI9Ftp)

[energetica/influencia-calcita-eficiencia-energetica2.shtml#ixzz2JPdI9Ftp.](http://www.monografias.com/trabajos82/influencia-calcita-eficiencia-energetica/influencia-calcita-eficiencia-energetica2.shtml#ixzz2JPdI9Ftp)

The British Standards Institution 2012. (2012, March 20). Eficiencia Energética EN

16001 // ISO 50001. Retrieved from [http://www.bsigroup.es/certificacion-y-](http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Eficiencia-Energetica-EN-16001-ISO50001/)

[auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Eficiencia-Energetica-EN-](http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Eficiencia-Energetica-EN-16001-ISO50001/)

[16001-ISO50001/.](http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Eficiencia-Energetica-EN-16001-ISO50001/)

Tipos y Aplicaciones de Transformadores. (n.d.). . Retrieved May 20, 2013, from

[http://patricioconcha.ubb.cl/transformadores/tipos.htm.](http://patricioconcha.ubb.cl/transformadores/tipos.htm)

Villa González del Pino, Eulalia M., & Pons Murguía, Ramón Ángel. (2006). *Gestión*

por procesos. Cienfuegos, Cuba.

Wikipedia. (n.d.). Combustible fósil. Retrieved from

[http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible_f%C3%B3sil.](http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible_f%C3%B3sil)

Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Factor de potencia. Retrieved May 20, 2013,

from [http://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_potencia.](http://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_potencia)

Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Transformador. Retrieved May 20, 2013, from

[http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador.](http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador)

Wikipedia, the free encyclopedia. (n.d.). *Energy planning.* Retrieved from 2012, from

http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_planning.

WorldWideScience.org. (n.d.). Como funciona un banco de capacitores. Retrieved May 16, 2013, from

<http://worldwidescience.org/topicpages/t/tumoral+demostrada+por.html>.

WorldWideScience.org. (n.d.). Transformador de 1000 kva - Traducción al inglés –

Linguee. Retrieved May 16, 2013, from [http://www.linguee.es/espanol-](http://www.linguee.es/espanol-ingles/traduccion/transformador+de+1000+kva.html)

[ingles/traduccion/transformador+de+1000+kva.html](http://www.linguee.es/espanol-ingles/traduccion/transformador+de+1000+kva.html).

WorldWideScience.org. (n.d.). Transformadores de Distribución - Siemens. Retrieved

May 16, 2013, from [http://www.energy.siemens.com/co/es/transmision-de-](http://www.energy.siemens.com/co/es/transmision-de-energia/transformadores/transformadores-de-distribucion.htm)

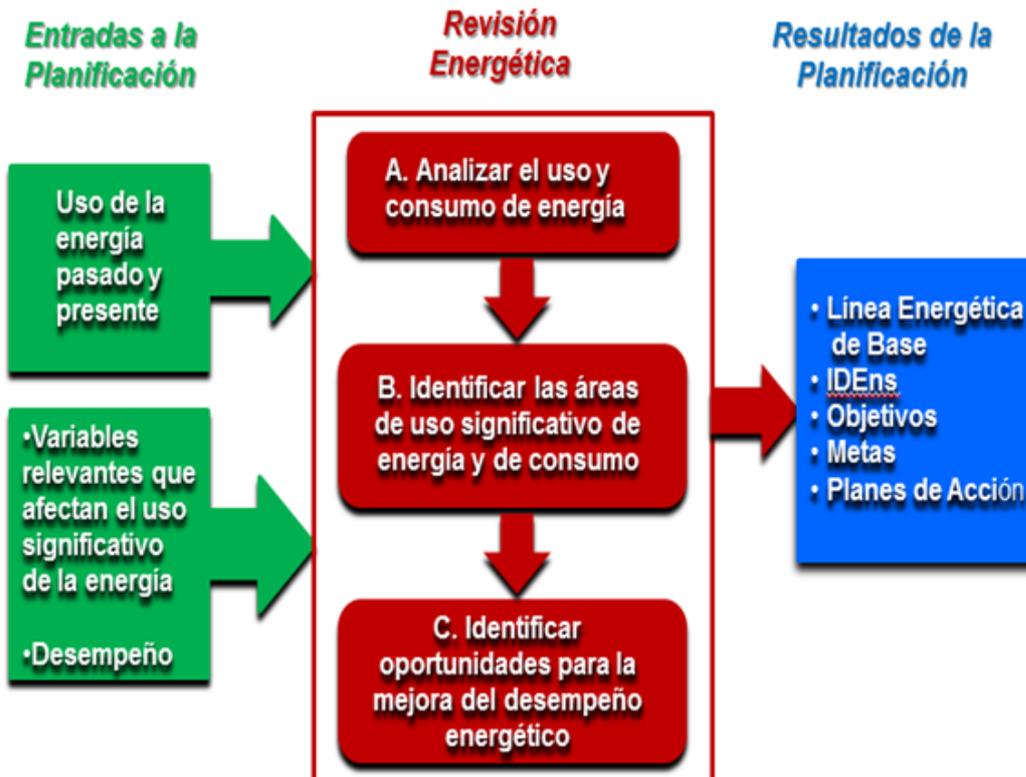
[energia/transformadores/transformadores-de-distribucion.htm](http://www.energy.siemens.com/co/es/transmision-de-energia/transformadores/transformadores-de-distribucion.htm).

Anexos.

Anexo No. 1: Mapeo de proceso de la Empresa Cerámica Roja Cienfuegos.

Fuente: Alpha Bah, 2013.

CONCEPTOS BÁSICOS DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA



Anexo No2. Lista de chequeo para la revisión de la planificación energética, elaborada.

Fuente: Elaboración propia.

No	Implementación Sí/NO	Planificación (aspectos)
I.		Identificación y revisión de los aspectos relacionados con la energía.
1		¿Los aspectos de energía significantes fueron identificados y revisados en los intervalos regulares por la organización?
2		¿Se ha preparado una lista de opciones para mejorar la eficiencia de energética?
3		¿Fueron documentados las revisiones de los aspectos de energía?
4		¿Se han realizado auditorías energéticas para identificar medidas de reducción de consumos energéticos en el último año?
II.		Aspectos a considerar en el proceso de gestión de la energía.
5		¿Se considera en la gestión de la energía el consumo de energía anterior y actual, así como los indicadores energéticos anteriores y actuales (datos)?
6		¿Se identificaron las áreas mayores consumidoras?
s7		¿Se han identificado las áreas que han tenido mejoras significativas con respecto al uso de energía en el último período?
8		¿Se mide y controla el consumo de energía a nivel de empresa diariamente?
9		¿Se mide y controla el consumo de energía a nivel de procesos productivos y área de servicios diariamente?
10		¿Se controlan y registran el desempeño de los indicadores diariamente a nivel de áreas productivas, servicios o nivel de empresa?

1 1	¿Se conoce el gasto de energía no asociada a la producción a nivel de empresa, procesos productivos y áreas de servicios?
1 2	¿Los indicadores de consumo de energía tienen en cuenta el nivel de producción realizada para el que son determinados?
13	¿Existe gestión a la vista del desempeño de los indicadores a nivel de empresa, procesos productivos o áreas de servicios?
14	¿Se estima el consumo de energía esperada para los siguientes periodos definidos?
15	¿Están establecidos los procedimientos, medidas o aspectos a tener en cuenta por el personal que planifica la producción para la reducción de los consumos energéticos en cada proceso productivo. (Aprovechamiento de la máxima capacidad productiva, secuencia de productos, cambios de productos, tipos de productos, velocidad de procesos etc...)?
I II.	Elementos requeridos
16	¿Están identificadas todas las personas que trabajan en la organización cuyas actividades tiene un impacto significativo en el consumo de energía?
17	¿Están identificadas las oportunidades de mejora en la eficiencia de energía?
I V.	Las obligaciones legales y otros requisitos
18	¿Fueron determinadas todas las obligaciones legales acerca de los aspectos de energía?
19	¿Fue determinada la pertinencia de otros requisitos para los aspectos de energía?
V.	Los objetivos, metas y programas de la energía
20	¿Fueron establecidos los objetivos y metas de la energía para todas las funciones pertinentes y los niveles de la organización?
21	¿Fueron éstos documentados?
22	¿Fueron éstos implementados?
VI.	Objetivos y metas en la gestión de la energía.
23	Cumplimiento de la política energética en la organización

24		Consistentes con la obligación para mejorar la eficiencia de energía en la organización
25		Consistentes con las obligaciones legales aplicables y otros requisitos
26		¿Fueron determinados los objetivos específicos para los aspectos que influyen en la eficiencia de la energía?
27		¿Son medibles todos los objetivos de energía?
28		¿Un período de tiempo ha sido determinado para lograr los objetivos declarados?
29		¿Fueron tomadas en consideración las opciones tecnológicas, financieras y las condiciones de la estructura operacional y social?
30		¿Para la planificación del año siguiente se tienen en cuenta las producciones no seriadas?

Anexo No3. Lista de chequeo para la revisión de la planificación energética, elaborada.

Fuente: Elaboración propia.

No	Implementación Sí/NO	Planificación (aspectos)
I.		Identificación y revisión de los aspectos relacionados con la energía.
1	Si	¿Los aspectos de energía significantes fueron identificados y revisados en los intervalos regulares por la organización?
2	Si	¿Se ha preparado una lista de opciones para mejorar la eficiencia de energética?
3	Si	¿Fueron documentados las revisiones de los aspectos de energía?
4	Si	¿Se han realizado auditorías energéticas para identificar medidas de reducción de consumos energéticos en el último año?
II.		Aspectos a considerar en el proceso de gestión de la energía.
5	Si	¿Se considera en la gestión de la energía el consumo de energía anterior y actual, así como los indicadores energéticos anteriores y actuales (datos)?
6	No	¿Se identificaron las áreas mayores consumidoras?
7	No	¿Se han identificado las áreas que han tenido mejoras significativas con respecto al uso de energía en el último período?
8	Si	¿Se mide y controla el consumo de energía a nivel de empresa diariamente?
9	No	¿Se mide y controla el consumo de energía a nivel de procesos productivos y área de servicios diariamente?
	No	

10		¿Se controlan y registran el desempeño de los indicadores diariamente a nivel de áreas productivas, servicios o nivel de empresa?
11	No	¿Se conoce el gasto de energía no asociada a la producción a nivel de empresa, procesos productivos y áreas de servicios?
12	Si	¿Los indicadores de consumo de energía tienen en cuenta el nivel de producción realizada para el que son determinados?
13	Si	¿Existe gestión a la vista del desempeño de los indicadores a nivel de empresa, procesos productivos o áreas de servicios?
14	Si	¿Se estima el consumo de energía esperada para los siguientes periodos definidos?
15	No	¿Están establecidos los procedimientos, medidas o aspectos a tener en cuenta por el personal que planifica la producción para la reducción de los consumos energéticos en cada proceso productivo. (Aprovechamiento de la máxima capacidad productiva, secuencia de productos, cambios de productos, tipos de productos, velocidad de procesos etc...)?
II.		Elementos requeridos
16	No	¿Están identificadas todas las personas que trabajan en la organización cuyas actividades tiene un impacto significativo en el consumo de energía?
17	Si	¿Están identificadas las oportunidades de mejora en la eficiencia de energía?
IV.		Las obligaciones legales y otros requisitos
18	Si	¿Fueron determinadas todas las obligaciones legales acerca de los aspectos de energía?
19	No	¿Fue determinada la pertinencia de otros requisitos para los aspectos de energía?
V.		Los objetivos, metas y programas de la energía
20	Si	¿Fueron establecidos los objetivos y metas de la energía para todas las funciones pertinentes y los niveles de la organización?
21	Si	¿Fueron éstos documentados?
22		¿Fueron éstos implementados?
VI.		Objetivos y metas en la gestión de la energía.

23	Si	Cumplimiento de la política energética en la organización
24	Si	Consistentes con la obligación para mejorar la eficiencia de energía en la organización
25	Si	Consistentes con las obligaciones legales aplicables y otros requisitos
26	Si	¿Fueron determinados los objetivos específicos para los aspectos que influyen en la eficiencia de la energía?
27	No	¿Son medibles todos los objetivos de energía?
28	Si	¿Un período de tiempo ha sido determinado para lograr los objetivos declarados?
29	No	¿Fueron tomadas en consideración las opciones tecnológicas, financieras y las condiciones de la estructura operacional y social?
30	Si	¿Para la planificación del año siguiente se tienen en cuenta las producciones no seriadas?

Anexo No 4. Pruebas de Normalidad . 2010.
Fuente: Elaboración propia

Pruebas de Normalidad para ENERGIA E

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,941157	0,477592

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ENERGIA E puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada con los cuantiles de los datos.

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de ENERGIA E proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Pruebas Bondad-de-Ajuste para ENERGIA E

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Distribución Normal</i>
DPLUS	0,109693
DMINUS	0,203182
DN	0,203182
Valor-P	0,704826

Anexo No 5. Pruebas de Normalidad _ 2011.

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de Normalidad para ENERGIA E 2011

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,96804	0,836461

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ENERGIA E 2011 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada con los cuantiles de los datos.

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de ENERGIA E 2011 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Pruebas Bondad-de-Ajuste para ENERGIA E 2011

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Distribución Normal</i>
DPLUS	0,150372
DMINUS	0,0863191
DN	0,150372
Valor-P	0,948982

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de pruebas realizadas para determinar si ENERGIA E 2011 puede modelarse adecuadamente con una distribución Normal. La prueba de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de ENERGIA E 2011 y la FDA de la distribución Normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,150372.

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de ENERGIA E 2011 proviene de una Normal con 95% de confianza.

Anexo No 6. Pruebas de Normalidad _ 2012.

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de Normalidad para ENERGIA E 2012

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,880529	0,0849673

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si ENERGIA E 2012 puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada con los cuantiles de los datos.

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de ENERGIA E 2012 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Pruebas Bondad-de-Ajuste para ENERGIA E 2012

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Distribución Normal
DPLUS	0,185503
DMINUS	0,26574
DN	0,26574
Valor-P	0,368401

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de pruebas realizadas para determinar si ENERGIA E 2012 puede modelarse adecuadamente con una distribución Normal. La prueba de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de ENERGIA E 2012 y la FDA de la distribución Normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,26574.

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de ENERGIA E 2012 proviene de una Normal con 95% de confianza.

Anexo No 7. Gráfico de Individuos 2010

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de Individuos - ENERGIA E

Número de observaciones = 12

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

Gráfico X

Período	#1-12
LSC: +3,0	15,895
sigma	4
Línea Central	10,711
	2
LIC: -3,0	5,5269
sigma	3

0 fuera de límites

Gráfico MR(2)

Período	#1-12
LSC: +3,0	6,3688
sigma	3
Línea Central	1,9492
	7
LIC: -3,0	0,0
sigma	

0 fuera de límites

Estimados

Período	#1-12
Media de proceso	10,7112
Sigma de proceso	1,72808
MR(2) promedio	1,94927

Sigma estimada a partir del rango móvil promedio

Este procedimiento crea un gráfico de valores individuales para ENERGIA E. Está diseñada para permitirle determinar si los datos provienen de un proceso en un estado de control estadístico. Los gráficos de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 10,7112 y una desviación estándar igual a 1,72808. Estos parámetros fueron estimados a partir de los datos. De los 12 puntos no excluidos mostrados en el gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control en el primer gráfico, mientras que 0 están fuera de límites en el segundo. Puesto que la probabilidad de que aparezcan 0 o más puntos fuera de límites, sólo por azar, es 1,0 si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

Anexo No 8 Gráfico de Individuos 2011
Fuente: Elaboración propia

Gráfico de Individuos - Consumo E

Número de observaciones = 12
0 observaciones excluidas

Distribución: Normal
Transformación: ninguna

Gráfico X

Período	#1-12
LSC: +3,0 sigma	23,086 3
Línea Central	14,709 6
LIC: -3,0 sigma	6,3328 9

0 fuera de límites

Gráfico MR(2)

Período	#1-12
LSC: +3,0 sigma	10,290 8
Línea Central	3,1496 4
LIC: -3,0 sigma	0,0

0 fuera de límites

Estimados

Período	#1-12
Media de proceso	14,7096
Sigma de proceso	2,79223
MR(2) promedio	3,14964

Sigma estimada a partir del rango móvil promedio

El StatAdvisor

Este procedimiento crea una gráfico de valores individuales para Consumo E. Está diseñada para permitirle determinar si los datos provienen de un proceso en un estado de control estadístico. Las gráficos de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 14,7096 y una desviación estándar igual a 2,79223. Estos parámetros fueron estimados a partir de los datos. De los 12 puntos no excluidos mostrados en la gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control en la primer gráfico, mientras que 0 están fuera de límites en la segunda. Puesto que la probabilidad de que aparezcan 0 ó más puntos fuera de límites, sólo por azar, es 1,0 si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

Anexo No 9. Gráfico de Individuos 2012

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de Individuos - Consumo E

Número de observaciones = 12

0 observaciones excluidas

Distribución: Normal

Transformación: ninguna

Gráfico X

Período	#1-12
LSC: +3,0 sigma	29,495 1
Línea Central	18,516 3
LIC: -3,0 sigma	7,5376 1

0 fuera de límites

Gráfico MR(2)

Período	#1-12
LSC: +3,0 sigma	13,487 4
Línea Central	4,128
LIC: -3,0 sigma	0,0

0 fuera de límites

Estimados

Período	#1-12
Media de proceso	18,5163
Sigma de proceso	3,65957
MR(2) promedio	4,128

Sigma estimada a partir del rango móvil promedio

El StatAdvisor

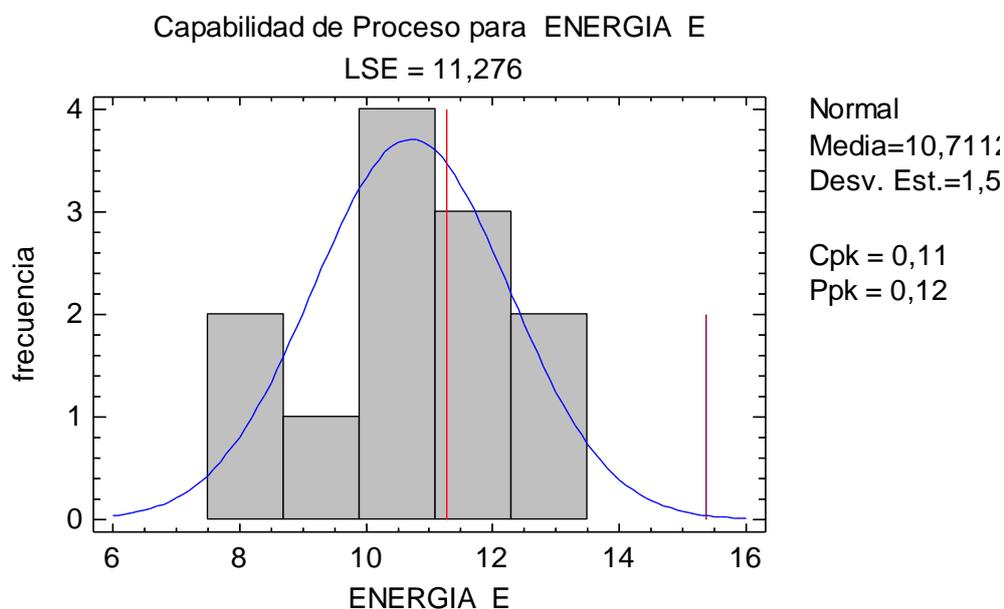
Este procedimiento crea un gráfico de valores individuales para Consumo E. Está diseñada para permitirle determinar si los datos provienen de un proceso en un estado de control estadístico. Los gráficos de control se construyen bajo el supuesto de que los datos provienen de una distribución normal con una media igual a 18,5163 y una desviación estándar igual a 3,65957. Estos parámetros fueron estimados a partir de los datos. De los 12 puntos no excluidos mostrados en el gráfico, 0 se encuentran fuera de los límites de control en el primer gráfico, mientras que 0 están fuera de límites en la segunda. Puesto que la probabilidad de que aparezcan 0 ó más puntos fuera de límites, sólo por azar, es 1,0 si los datos provienen de la distribución supuesta, no se puede rechazar la hipótesis de que el proceso se encuentra en estado de control estadístico con un nivel de confianza del 95%.

Anexo No 10. Análisis de capacidad de proceso_(Individuales)_ 2010.
Fuente: Elaboración propia

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de pruebas realizadas para determinar si ENERGIA E puede modelarse adecuadamente con una distribución Normal. La prueba de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de ENERGIA E y la FDA de la distribución Normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,203182.

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de ENERGIA E proviene de una Normal con 95% de confianza.



Análisis de Capacidad de Proceso (Individuales) - ENERGIA E 2010

Datos/Variable: ENERGIA E

Transformación: ninguna

Distribución: Normal
tamaño de muestra = 12
media = 10,7112
desv. est. = 1,54879

6,0 Límites Sigma
+3,0 sigma = 15,3575
media = 10,7112
-3,0 sigma = 6,06479

	<i>Observados</i>		<i>Estimados</i>	<i>Defectos</i>
<i>Especificaciones</i>	<i>Fuera Especs.</i>	<i>Valor-Z</i>	<i>Fuera Especs.</i>	<i>Por Millón</i>
LSE = 11,276	33,333333 %	0,36	35,766845%	357668,45
Total	33,333333 %		35,766845%	357668,45

El StatAdvisor

Este procedimiento se ha diseñado para comprar un conjunto de datos contra un conjunto de especificaciones. El objetivo del análisis es estimar la proporción de la población, de la cual provienen los datos, que queda fuera de los límites de especificación. En este caso, se ha ajustado una distribución Normal a un conjunto de 12 observaciones en la variable ENERGIA E. 35,7668% de la distribución ajustada queda fuera de los límites de especificación. Si la distribución Normal es apropiada para los datos, esto estima el porcentaje de la población que queda fuera de la especificación.

Para determinar si la distribución Normal es apropiada para estos datos, seleccione Pruebas de Bondad de Ajuste de la lista de Opciones Tabulares. Puede evaluar visualmente el ajuste seleccionando la Gráfica de Capabilidad de la lista de Opciones Gráficas.

Índices de Capabilidad para ENERGIA E

Especificaciones

LSE = 11,276

	<i>Capabilidad</i>	<i>Desempeño</i>
	<i>Corto Plazo</i>	<i>Largo Plazo</i>
Sigma	1,72808	1,54879
Cpk/Ppk	0,108952	0,121564
Cpk/Ppk (superior)	0,108952	0,121564
DPM	371886,	357668,

Con base en límites 6,0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

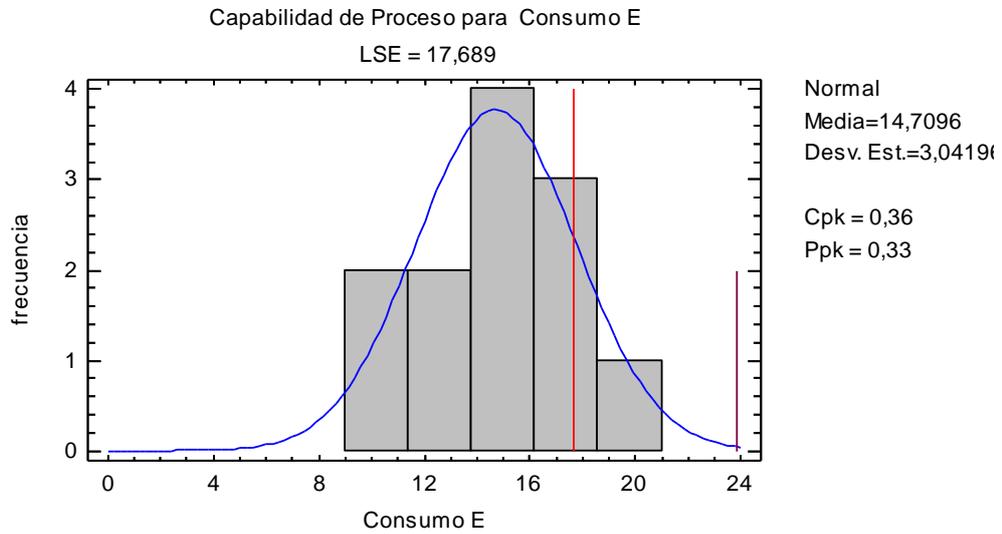
Intervalos de confianza del 95,0%

<i>Índice</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Cpk	-0,0850632	0,302967
Ppk	-0,0737549	0,316884

Se han calculado diversos índices de capacidad para resumir la comparación entre la distribución ajustada y las especificaciones. Ppk es un índice de capacidad unilateral, el cual, en el caso de una distribución normal, divide la distancia de la media al límite de especificación más cercano, entre 3 veces la desviación estándar. En este caso, el Ppk es igual a 0,121564.

Puesto que los índices de capacidad son estadísticos, variarán de una muestra de datos a otra. Los intervalos de confianza del 95,0% muestran que tanto pueden variar estos estadísticos de los valores verdaderos dado el hecho de que solamente se tomaron 12 observaciones.

Anexo No11 . Análisis de capacidad de proceso (Individuales) 2011.
Fuente: Elaboración propia



Análisis de Capacidad de Proceso (Individuales) - Consumo E 2011

Datos/Variable: Consumo E

Transformación: ninguna

Distribución: Normal
 tamaño de muestra = 12
 media = 14,7096
 desv. est. = 3,04196

6,0 Límites Sigma
 +3,0 sigma = 23,8355
 media = 14,7096
 -3,0 sigma = 5,58369

	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LSE = 17,689	16,666667 %	0,98	16,368094%	163680,94
Total	16,666667 %		16,368094%	163680,94

El StatAdvisor

Este procedimiento se ha diseñado para comparar un conjunto de datos contra un conjunto de especificaciones. El objetivo del análisis es estimar la proporción de la población, de la cual provienen los datos, que queda fuera de los límites de especificación. En este caso, se ha ajustado una distribución Normal a un conjunto de 12 observaciones en la variable Consumo E. 16,3681% de la distribución ajustada queda fuera de los límites de especificación. Si la distribución Normal es apropiada

para los datos, esto estima el porcentaje de la población que queda fuera de la especificación.

Para determinar si la distribución Normal es apropiada para estos datos, seleccione Pruebas de Bondad de Ajuste de la lista de Opciones Tabulares. Puede evaluar visualmente el ajuste seleccionando la Gráfica de Capabilidad de la lista de Opciones Gráficas.

Índices de Capabilidad para Consumo E

Especificaciones

LSE = 17,689

	<i>Capabilidad</i>	<i>Desempeño</i>
	<i>Corto Plazo</i>	<i>Largo Plazo</i>
Sigma	2,79223	3,04196
Cpk/Ppk	0,355679	0,32648
Cpk/Ppk (superior)	0,355679	0,32648
DPM	142977,	163681,

Con base en límites 6,0 sigma. La sigma de corto plazo se estimó a partir del rango móvil promedio.

Intervalos de confianza del 95,0%

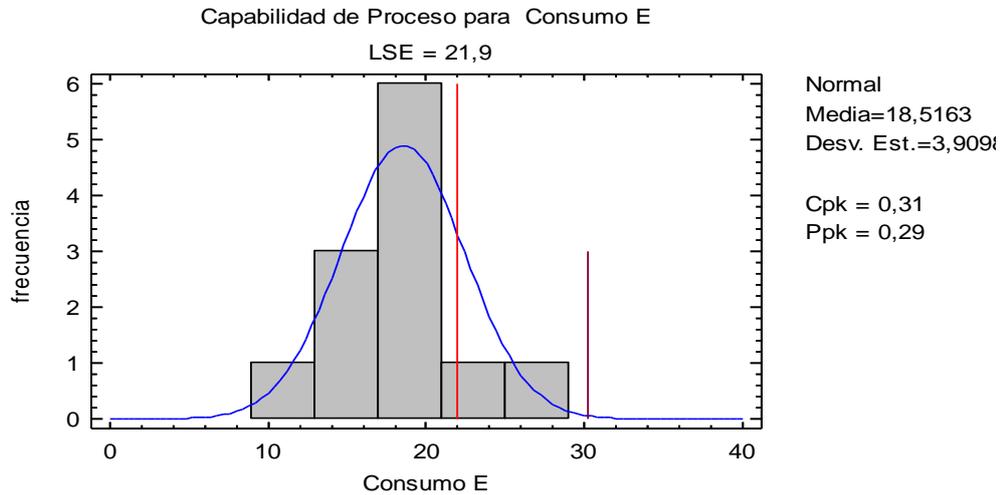
<i>Índice</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Cpk	0,115556	0,595802
Ppk	0,0937115	0,559248

El StatAdvisor

Se han calculado diversos índices de capacidad para resumir la comparación entre la distribución ajustada y las especificaciones. Ppk es un índice de capacidad unilateral, el cual, en el caso de una distribución normal, divide la distancia de la media al límite de especificación más cercano, entre 3 veces la desviación estándar. En este caso, el Ppk es igual a 0,32648.

Puesto que los índices de capacidad son estadísticos, variarán de una muestra de datos a otra. Los intervalos de confianza del 95,0% muestran que tanto pueden variar estos estadísticos de los valores verdaderos dado el hecho de que solamente se tomaron 12 observaciones.

Anexo No12. Análisis de capacidad de proceso (Individuales) 2012.
Fuente: Elaboración propia



Análisis de Capacidad de Proceso (Individuales) - Consumo E

Datos/Variable: Consumo E

Transformación: ninguna

Distribución: Normal
 tamaño de muestra = 12
 media = 18,5163
 desv. est. = 3,90989

6,0 Límites Sigma
 +3,0 sigma = 30,246
 media = 18,5163
 -3,0 sigma = 6,78665

	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LSE = 21,9	8,333333%	0,87	19,340563%	193405,63
Total	8,333333%		19,340563%	193405,63

El proceso se encuentra descentrado con mucha variabilidad desplazado hacia la derecha por lo que fuera del límite de especificación superior esta el 8,333333% de las observaciones

Anexo No13: Análisis del modo de falla y efecto, FMEA.

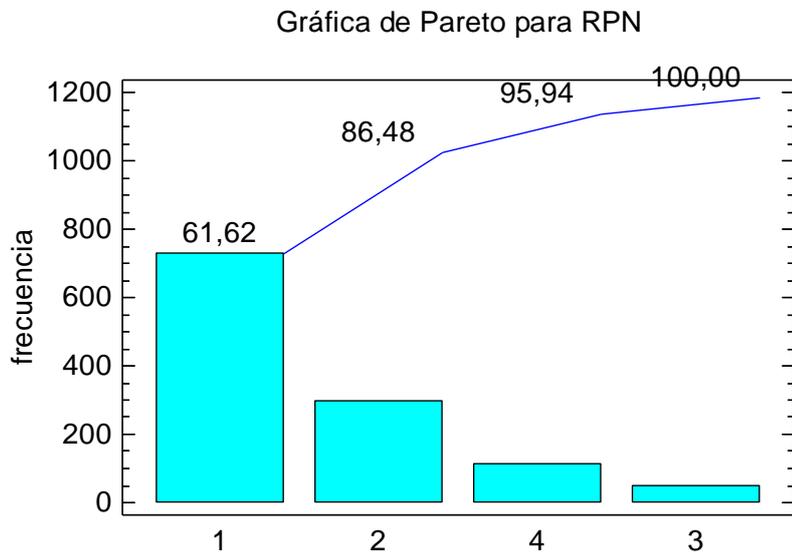
Fuente: Elaboración propia

No	Entradas.	Modo de fallo.	Efecto de fallo.	S E V	Causas del problema.	O C C	Oportunidad de mejora.	D E T	RPN
1		Falta de bancos de capacitores	Pérdidas de energía reactiva	9	Factor de potencia menor que el 0,90	9	Realizar un estudio de proyectos de inversión para la instalación de los bancos de capacitores	9	729
2		No aprovechamiento total del transformador de entrada.	Perdidas por transformación	7	Subutilización del transformador de entrada, no agrupación de cargas y no desconexión de los innecesarios.	7	Selección adecuada del transformador de entrada, agrupación de cargas y desconexión de los innecesarios.	6	294
3		Subutilización de los equipos del proceso.	Perdidas por vacío.	4	Aumento del factor potencia.	2	Adecuar la capacidad de los motores para lograr el aumento del factor potencia. Desconexión de los innecesarios	6	48
4		Mal estado físico de los equipos del proceso.	Roturas, pérdida de equipos.	4	Mala calidad de los equipos.	4	Dar mantenimiento a los equipos, y realizar la adquisición y sustitución de equipos.	7	112

Anexo No14 De los RPN (Resultado del FMEA)**Fuente: Elaboración propia**

No	Tipo de fallo.	RPN	%Participación.	Acumulado.
1	Falta de bancos de capacitores	729	61	61
2	No aprovechamiento total del transformador de entrada.	294	25	86
4	Mal estado físico de los equipos del proceso.	112	10	96
3	Subutilización de los equipos del proceso.	48	4	100

Anexo No15 Diagrama de Pareto del resultado del FMEA.
Fuente: Elaboración propia



Anexo No 16. Regresión Simple para consumo eléctrico vs producción 2010.
Fuente: Elaboración propia

Regresión Simple - Consumo E vs. Produccion

Variable dependiente: Consumo E

Variable independiente: Produccion

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	6,60079	1,76578	3,73818	0,0039
Pendiente	0,21224	0,0891013	2,38201	0,0385

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	9,55181	1	9,55181	5,67	0,0385
Residuo	16,8345	10	1,68345		
Total (Corr.)	26,3863	11			

Coefficiente de Correlación = 0,601663

R-cuadrada = 36,1999 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 29,8199 por ciento

Error estándar del est. = 1,29748

Error absoluto medio = 1,0026

Estadístico Durbin-Watson = 2,50768 (P=0,7653)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,269138

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo E y Produccion. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Consumo E} = 6,60079 + 0,21224 \cdot \text{Produccion}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo E y Produccion con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 36,1999% de la variabilidad en Consumo E. El coeficiente de correlación es igual a 0,601663, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 1,29748. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 1,0026 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Anexo No 17 , Comparación de Modelos Alternos 2010
Fuente: Elaboración propia

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Doble Inverso	0,7323	53,63%
Curva S	-0,7031	49,44%
Inversa-Y Log-X	-0,7018	49,25%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,6868	47,17%
Multiplicativa	0,6768	45,80%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	-0,6767	45,79%
Inversa de X	-0,6694	44,80%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,6626	43,90%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,6540	42,77%
Logaritmo de X	0,6473	41,90%
Inversa de Y	-0,6468	41,83%
Raíz Cuadrada Doble	0,6410	41,09%
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,6319	39,93%
Raíz Cuadrada de X	0,6269	39,30%
Exponencial	0,6264	39,23%
Raíz Cuadrada de Y	0,6145	37,77%
Cuadrado-Y Log-X	0,6140	37,70%
Lineal	0,6017	36,20%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,5960	35,52%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,5804	33,68%
Cuadrado de Y	0,5732	32,86%
Log-Y Cuadrado-X	0,5640	31,81%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,5543	30,73%
Cuadrado de X	0,5437	29,56%
Cuadrado Doble	0,5197	27,01%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

El StatAdvisor

Esta tabla muestra los resultados de ajustar varios modelos curvilíneos a los datos. De los modelos ajustados, el modelo doble inverso es el que arroja el valor más alto de R-Cuadrada con 53,6331%. Este es el modelo actualmente seleccionado.

Anexo No 18_Recíproco Doble para consumo eléctrico vs producción 2010.
Fuente: Elaboración propia

Regresión Simple - Consumo E vs. Produccion

Variable dependiente: Consumo E

Variable independiente: Produccion

Recíproco Doble: $Y = 1/(a + b/X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,057094	0,0116942	4,88224	0,0006
Pendiente	0,698666	0,205427	3,40104	0,0068

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,001399	1	0,001399	11,57	0,0068
Residuo	0,00120947	10	0,000120947		
Total (Corr.)	0,00260848	11			

Coefficiente de Correlación = 0,732346

R-cuadrada = 53,6331 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 48,9964 por ciento

Error estándar del est. = 0,0109976

Error absoluto medio = 0,00797306

Estadístico Durbin-Watson = 2,532 (P=0,8057)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,280075

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo doble inverso para describir la relación entre Consumo E y Produccion. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Consumo E} = 1/(0,057094 + 0,698666/\text{Produccion})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Consumo E y Produccion con un nivel de confianza del 95,0%.

Anexo No19_Regresión Simple para consumo eléctrico vs producción 2011.
Fuente: Elaboración propia

Regresión Simple - Consumo E vs. Produccion

Variable dependiente: Consumo E

Variable independiente: Produccion

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar Error	Estadístico T	Valor-P
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	18,5738	5,84371	3,17843	0,0098
Pendiente	-0,223582	0,334069	-0,669269	0,5185

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,36387	1	4,36387	0,45	0,5185
Residuo	97,4251	10	9,74251		
Total (Corr.)	101,789	11			

Coefficiente de Correlación = -0,207055

R-cuadrada = 4,28718 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -5,2841 por ciento

Error estándar del est. = 3,1213

Error absoluto medio = 2,36897

Estadístico Durbin-Watson = 1,74782 (P=0,2875)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,117911

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo E y Produccion. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Consumo E} = 18,5738 - 0,223582 \cdot \text{Produccion}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre Consumo E y Produccion con un nivel de confianza del 95,0% ó más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 4,28718% de la variabilidad en Consumo E. El coeficiente de correlación es igual a -0,207055, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 3,1213. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 2,36897 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Anexo No 20 Comparación de Modelos Alternos 2011.
Fuente: Elaboración propia

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Curva S	0,2727	7,44%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	0,2727	7,43%
Inversa de X	0,2713	7,36%
Doble Inverso	-0,2690	7,23%
Cuadrado-Y Inversa de X	0,2644	6,99%
Multiplicativa	-0,2459	6,05%
Logaritmo de X	-0,2444	5,98%
Inversa-Y Log-X	0,2429	5,90%
Cuadrado-Y Log-X	-0,2385	5,69%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	-0,2284	5,22%
Raíz Cuadrada de X	-0,2270	5,15%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,2259	5,10%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	-0,2215	4,91%
Exponencial	-0,2085	4,35%
Raíz Cuadrada de Y	-0,2082	4,34%
Lineal	-0,2071	4,29%
Inversa de Y	0,2065	4,26%
Cuadrado de Y	-0,2022	4,09%
Log-Y Cuadrado-X	-0,1629	2,65%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	-0,1625	2,64%
Inversa-Y Cuadrado-X	0,1619	2,62%
Cuadrado de X	-0,1615	2,61%
Cuadrado Doble	-0,1579	2,49%
Raíz Cuadrada Doble	<sin ajuste>	
Raíz Cuadrada-Y Log-X	<sin ajuste>	
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

El StatAdvisor

Esta tabla muestra los resultados de ajustar varios modelos curvilíneos a los datos. De los modelos ajustados, el modelo modelo curva-S es el que arroja el valor más alto de R-Cuadrada con 7,43662%. Este es 3,14944% mayor que el modelo lineal seleccionado. Para cambiar los modelos, seleccione el cuadro de diálogo de las Opciones de Análisis.

Anexo No 21_Curva S para consumo eléctrico vs producción 2011.

Fuente: Elaboración propia

Regresión Simple - Consumo E vs. Produccion

Variable dependiente: Consumo E

Variable independiente: Produccion

Curva S: $Y = \exp(a + b/X)$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	2,41804	0,286277	8,44652	0,0000
Pendiente	4,19424	4,67935	0,89633	0,3911

NOTA: intercepto = ln(a)

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,0351918	1	0,0351918	0,80	0,3911
Residuo	0,438032	10	0,0438032		
Total (Corr.)	0,473224	11			

Coefficiente de Correlación = 0,272702

R-cuadrada = 7,43662 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -1,81972 por ciento

Error estándar del est. = 0,209292

Error absoluto medio = 0,15256

Estadístico Durbin-Watson = 1,90006 (P=0,4150)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,168915

El StatAdvisor

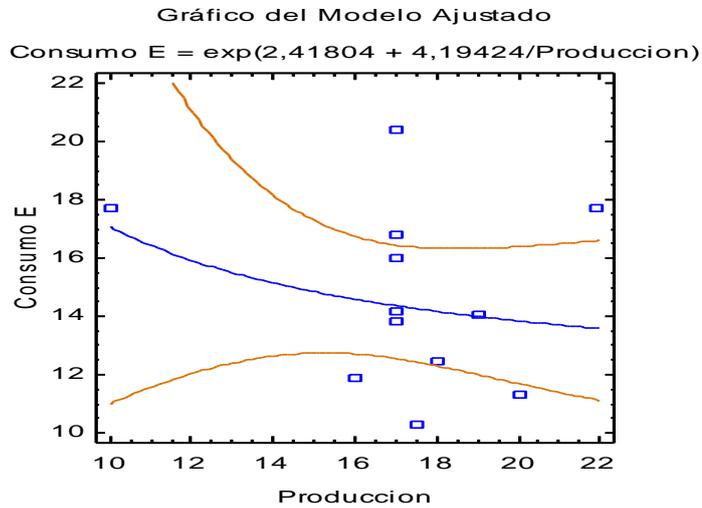
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo modelo curva-S para describir la relación entre Consumo E y Produccion. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Consumo E} = \exp(2,41804 + 4,19424/\text{Produccion})$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre Consumo E y Produccion con un nivel de confianza del 95,0% ó más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 7,43662% de la variabilidad en Consumo E. El coeficiente de correlación es igual a 0,272702, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,209292. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 0,15256 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.



Anexo No 22 Regresión Simple para consumo eléctrico vs producción 2012.
Fuente: Elaboración propia

Regresión Simple - Consumo E vs. Produccion

Variable dependiente: Consumo E

Variable independiente: Produccion

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar Error	Estadístico T	Valor-P
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	14,7412	6,11333	2,41132	0,0366
Pendiente	0,0461783	0,323611	0,142697	0,8894

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,35859	1	0,35859	0,02	0,8894
Residuo	176,104	10	17,6104		
Total (Corr.)	176,463	11			

Coefficiente de Correlación = 0,0450788

R-cuadrada = 0,20321 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -9,77647 por ciento

Error estándar del est. = 4,19648

Error absoluto medio = 2,70725

Estadístico Durbin-Watson = 1,94099 (P=0,4494)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0260776

El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Consumo E y Produccion. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Consumo E} = 14,7412 + 0,0461783 \cdot \text{Produccion}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre Consumo E y Produccion con un nivel de confianza del 95,0% ó más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 0,20321% de la variabilidad en Consumo E. El coeficiente de correlación es igual a 0,0450788, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 4,19648. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 2,70725 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Anexo No 23 Comparación de Modelos Alternos 2012
Fuente: Elaboración propia

Comparación de Modelos Alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Cuadrado-Y Inversa de X	-0,0886	0,79%
Cuadrado-Y Log-X	0,0755	0,57%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	0,0674	0,45%
Cuadrado de Y	0,0584	0,34%
Inversa de X	-0,0560	0,31%
Logaritmo de X	0,0494	0,24%
Raíz Cuadrada de X	0,0456	0,21%
Lineal	0,0413	0,17%
Cuadrado Doble	0,0386	0,15%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,0376	0,14%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	0,0349	0,12%
Raíz Cuadrada Doble	0,0336	0,11%
Raíz Cuadrada de Y	0,0321	0,10%
Cuadrado de X	0,0318	0,10%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	0,0283	0,08%
Log-Y Cuadrado-X	0,0250	0,06%
Exponencial	0,0229	0,05%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	0,0216	0,05%
Multiplicativa	0,0204	0,04%
Inversa-Y Cuadrado-X	-0,0193	0,04%
Curva S	-0,0189	0,04%
Doble Inverso	-0,0155	0,02%
Inversa de Y	-0,0064	0,00%
Inversa-Y Log-X	0,0061	0,00%
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,0001	0,00%
Logístico	<sin ajuste>	
Log probit	<sin ajuste>	

El StatAdvisor

Esta tabla muestra los resultados de ajustar varios modelos curvilíneos a los datos. De los modelos ajustados, el modelo Y-cuadrada X-inversa es el que arroja el valor más alto de R-Cuadrada con 0,785659%. Este es 0,614779% mayor que el modelo lineal seleccionado. Para cambiar los modelos, seleccione el cuadro de diálogo de las Opciones de Análisis.

Anexo No 24. Cuadrado-Y Inversa de X para consumo eléctrico vs producción 2012.

Fuente: Elaboración propia

Regresión Simple - Consumo E vs. Produccion

Variable dependiente: Consumo E

Variable independiente: Produccion

Cuadrado-Y Inversa de X: $Y = \sqrt{a + b/X}$

Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	404,299	174,356	2,31882	0,0429
Pendiente	-698,602	2482,56	-0,281404	0,7841

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1891,13	1	1891,13	0,08	0,7841
Residuo	238815,	10	23881,5		
Total (Corr.)	240706,	11			

Coefficiente de Correlación = -0,0886374

R-cuadrada = 0,785659 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -9,13577 por ciento

Error estándar del est. = 154,537

Error absoluto medio = 97,8714

Estadístico Durbin-Watson = 2,14525 (P=0,5986)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,102927

El StatAdvisor

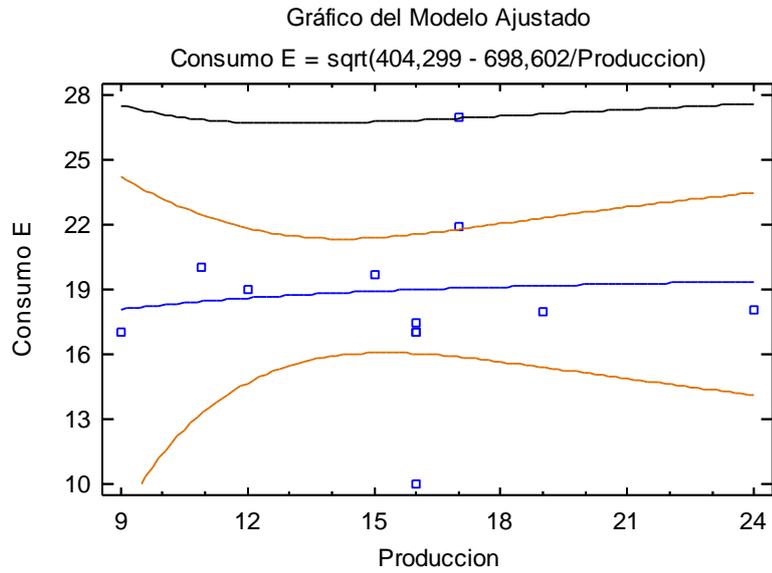
La salida muestra los resultados de ajustar un modelo Y-cuadrada X-inversa para describir la relación entre Consumo E y Produccion. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Consumo E} = \sqrt{404,299 - 698,602/\text{Produccion}}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre Consumo E y Produccion con un nivel de confianza del 95,0% ó más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 0,785659% de la variabilidad en Consumo E. El coeficiente de correlación es igual a -0,0886374, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 154,537. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto.

El error absoluto medio (MAE) de 97,8714 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.



Anexo No 25 Oportunidades de mejora.
Fuente: Elaboración propia

Oportunidad de mejora: Instalación de bancos de capacitores Meta: disminución del gasto energético asociado a la proceso productivo. Responsable general.						
Que	Quien	Como	Por que	Donde	Cuando	Cuanto
Realizar un estudio donde se justifique la instalación de bancos de capacitores en la empresa Cerámica Roja.	Director técnico. Jefe de mantenimiento, especialista principal de energía	Por mediciones y estudios	El aumento del Factor de potencia a al menos 0,90	En la empresa Cerámica Roja.	Septiembre 2013	3 meses
Documentarlo y presentarlo en el consejo de dirección de la empresa Cerámica Roja.	Director técnico. Jefe de mantenimiento, especialista principal de energía	En sesiones de trabajo	Para su aprobación ante el consejo de dirección.	En la oficina	Noviembre 2013	2 semanas
Presentar propuesta ante ministerio de industria.	Director general	Consejo de dirección.	Para su aprobación ante el consejo de dirección.	En el ministerio .	Diciembre 2013	1 día.

Oportunidad de mejora: Mal estado físico de los equipos del proceso.
 Meta: disminución del gasto energético asociado a la proceso productivo.
 Responsable general.

Que	Quien	Como	Por que	Donde	Cuando	Cuanto
Realizar un estudio donde se justifique que mal estado físico de los equipos del proceso.	Director técnico. Jefe de mantenimiento, especialista principal de energía	Por mediciones y estudios	La correlación entre el consumo y la producción es relativamente baja debido al envejecimiento de los equipos y sus roturas contantes,	En la empresa Cerámica Roja.	Septiembre 2013	3 meses
Documentarlo y presentarlo en el consejo de dirección de la empresa Cerámica Roja.	Director técnico. Jefe de mantenimiento, especialista principal de energía	En sesiones de trabajo	Para su aprobación ante el consejo de dirección.	En la oficina	Noviembre 2013	2 semanas
Presentar propuesta ante ministerio de industria.	Director general	Consejo de dirección.	Para su aprobación ante el consejo de dirección.	En el ministerio .	Diciembre 2013	1 día.

Oportunidad de mejora: Selección adecuada del transformador y desconexión de los innecesarios
 Meta: disminución del gasto energético asociado a la proceso productivo.
 Responsable general.

Que	Quien	Como	Por que	Donde	Cuando	Cuanto
Realizar un estudio donde se justifique la adquisición de los instrumentos de medición energética	Director técnico. Jefe de mantenimiento, especialista principal de energía	Por mediciones y estudios.	Para identificar los equipos de más consumidores.	En la empresa Cerámica Roja.	Septiembre 2013	3 meses
Documentarlo y presentarlo en el consejo de dirección de la empresa Cerámica Roja.	Director técnico. Jefe de mantenimiento, especialista principal de energía	En sesiones de trabajo	Para su aprobación ante el consejo de dirección.	En la oficina	Noviembre 2013	2 semanas
Presentar propuesta ante ministerio de industria.	Director general	Consejo de dirección.	Para su aprobación ante el consejo de dirección.	En el ministerio	Diciembre 2013	1 día.