



Ministerio de la Industria Alimenticia



CEEMA

Centro de estudios de energía
y medio ambiente

TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MASTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

*Título: Mejora de la eficiencia energética en
la empresa Cereales Cienfuegos*

Autora: Ing. Jenny Correa Soto.

Tutor: Dr. Rafael L. Gómez Dorta.

Año 2011

Declaratoria del autor:

Hago constar que la presente investigación fue realizada en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” como parte de la Maestría de Eficiencia Energética; autorizando a que la misma sea utilizada por la institución para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentada en eventos ni publicada sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Ing. Jenny Correa Soto

Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática reseñada.

Nombre y Apellidos. Firma
Información Científico – Técnica

Nombre y Apellidos. Firma
Computación

Dr. Rafael L. Gómez Dorta.

Tutor

Pensamiento

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

Simón Bolívar.

Dedicatoria:

A mi Mamá que sin su apoyo constante no hubiese podido llegar hasta aquí.

A mi bebe Lester Gabriel por ser mi razón de ser

A mi esposo por estar a mi lado.

Agradecimientos:

*A mis profesores por su indeleble labor y
brindar sus conocimientos,*

*Los cuales fueron fundamentales para el
desarrollo del trabajo,*

A mi tutor por confiar en mí.

Resumen

El presente trabajo de investigación titulado "Propuesta de mejora de la eficiencia energética en la empresa Cereales Cienfuegos" tiene como objeto de estudio la realización del diagnóstico energético.

El trabajo se estructura en tres capítulos. En el primer capítulo se hace una valoración tanto en el panorama energético internacional como nacional, se ratifica la necesidad de la eficiencia energética y la gran importancia del uso de las fuentes de energías renovables, se hace referencia a la gestión energética en la industria y las medidas que toma la misma para la contribución del programa de ahorro energético llevado a cabo por nuestro país mediante la Revolución Energética, así como los Sistemas de Gestión Energética. En el segundo capítulo se caracteriza la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía descrita por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos. En el tercer capítulo se aplica el diagnóstico energético como una de las etapas que compone el Sistema de Gestión de Eficiencia Energética, haciendo uso de herramientas y técnicas como el Diagrama de Pareto, Gráficos de Control, Diagramas de Dispersión, Gráficos de Tendencia, Análisis de capacidad del proceso, las 5Ws y las 2Hs, Trabajo de Grupo, unido a la aplicación de paquetes de software como el SPSS 16.0, Microsoft Office Visio y la aplicación del Microsoft Office en el paquete Excel. Para el desarrollo del presente trabajo se empleó bibliografía actualizada sobre la gestión energética empresarial y control estadístico de calidad.

Abstract

The current research work is entitled “A proposal for improving energy efficiency at the Cereals Enterprise of Cienfuegos”, and it presents as object of study the development of an energy diagnosis.

The project is developed in three chapters. The first chapter presents an evaluation of the energy situation around the world, and emphasises on the need of energy efficiency implementation, as well as the use of renewable sources of energy. This same chapter also deals with energy negotiation/promotion in industry, and the measures industry takes for contributing to the saving program that the Cuban revolution develops. In the second chapter, the author makes a characterisation of the Total and Efficient Negotiation Technology described by the Centre for the Studies of Energy and Environmental Issues at the University of Cienfuegos. The third chapter presents the application of an energy diagnosis as part of the stages that form the system for the negotiation of energy efficiency. It describes the use of research tools and techniques like the Pareto Diagram, Control Graphs, Dispersion Diagrams, Trends Graphs, Analysis of the process capacity, the 5Ws and the 2Hs, and Group work, along with the application of software packs such as SPSS 16.0, Microsoft Office Visio, and the application Microsoft Excel as well. The bibliography used was mainly about energy efficiency at the enterprise and the statistical control of quality in this field.

Índice	
Introducción	1
Capítulo I: Sistema de Gestión Energética	5
1.1-Introducción	5
1.2-Reseña Energética	5
1.2.1-Consumo de energía y desarrollo económico en la sociedad	7
1.2.2-Energías renovables	9
1.2.3-El sector energético	9
1.2.4-Situación energética mundial	10
1.3-Situación energética en Cuba	10
1.3.1-Consumo de energía por tipo de combustibles	14
1.4-Referencias de la Gestión Energética en la Industria	18
1.4.1-Gestión de la carga eléctrica en las industrias	18
1.4.2-Industria Alimenticia en Cuba	19
1.4.3-Industria Molinera	20
1.4.4-Tipos de Cereales	21
1.5-Sistema de Gestión energética	22
1.5.1-Diagnóstico energético	23
1.5.2-Tipos de diagnósticos energéticos	24
1.5.3-Elementos que componen un Sistema de Gestión Energética	26
1.5.4-Sistema de Indicadores	27
1.5.5-Resultados esperados de la implementación de un Sistema de Gestión Energética	28
1.6-Eficiencia Energética	28
1.6.1-Gerencia de la Eficiencia Energética	29
1.6.2-Insuficiencias que se presentan en el país en lo referente a eficiencia energética en el ámbito empresarial	29
1.7-Normas internacionales sobre gestión de la energía	31
1.7.1- Norma UNE 216301: 2007	31
1.7.2- Norma de ISO 50001:2011	31
1.7.3- ISO 26000 responsabilidad social de empresa	33
1.8-Cultura Energética en Cuba	33
1.9. Conclusiones parciales	35
Capítulo II: Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía	36

2.1-Introducción	36
2.2-La Tecnología de Gestión Total de la Energía (TGTEE)	36
2.2.1- Aspectos que incluye la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía	37
2.3- Manual de Procesamientos para efectuar la Prueba de Necesidad en una empresa, desarrollado por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Gestión Total Eficiente de la Energía (CEEMA)	38
2.3.1- Datos Necesarios	40
2.3.2- Metodología.....	41
2.3.3- Análisis del comportamiento de los índices de consumo, de eficiencia y económico-energéticos que se utilizan hoy en la Empresa.....	42
2.3.4-Determinación de los sobre consumos y potencial de ahorro posible de los de los índices censados	43
2.3.5-Realización de los gráficos de control de los índices globales principales	43
2.3.6-Determinación de factores que inciden en el consumo y los costos energéticos	44
2.4- Diagnóstico al sistema de dirección y control.....	45
2.5- Impacto ambiental del manejo de la energía.....	46
2.5.1- Inspección de recorrido a las plantas de la empresa	46
2.6- Estructura del Informe Final de la Prueba de la Necesidad	47
2.7-Metodología del diagnóstico energético	48
2.8- Herramientas para establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía	49
2.8.1-Diagrama Energético – Productivo	50
2.8.2-Gráficos de Control	51
2.8.3-Grafico de Consumo y Producción en el Tiempo (E–P VS. T)	52
2.8.4-Diagramas de Dispersión y Correlación	53
2.8.5-Diagrama de Consumo – Producción (E VS P)	53
2.8.6-Diagrama Índice de Consumo – Producción (IC VS. P)	54
2.8.7-Grafico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM)	54
2.8.8-Diagrama de Pareto	55
2.8.9-Estratificación.....	55
2.9- Áreas de oportunidad para incrementar la Eficiencia Energética en diferentes sistemas.....	56
2.10- Conclusiones parciales	61
Capítulo III: Diagnóstico energético a la empresa de Cereales Cienfuegos	62

3.1-Introducción	62
3.2-Characterización general de la organización objeto de estudio	62
3.2.1-Reseña histórica	62
3.3-Objeto Social	63
3.3.1-Planeación estratégica de la empresa Cereales Cienfuegos	63
3.3.2-Estructura organizativa	64
3.4-Descripción de los principales procesos de la empresa objeto de estudio	68
3.4.1-Descripción del proceso de Descarga y Entrega del trigo	68
3.4.2-Descripción del proceso de Molinería	69
3.5-Identificación y secuenciación de los procesos	73
3.5. Producción por surtido de la empresa Cereales Cienfuegos.....	74
3.6-Characterización de la Gestión Energética en la empresa.....	77
3.6.1-Consumo de los portadores energéticos (2009-2010)	77
3.6.2-Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales de la empresa Cereales Cienfuegos (Años 2009-2010)	78
3.6.3-Diagrama Energético de la producción	79
3.7-Análisis de las acciones en función de la reducción de consumos energéticos en los años (2009-2010)	84
3.8- Índice de Energía	86
3.9- Comportamiento energético en la empresa Cereales Cienfuegos	87
3.9.1-Fuentes de suministro energético	87
3.9.2- Producción mensual y consumo de energía eléctrica en la empresa Cereales Cienfuegos. ...	88
3.10-Comportamiento energético en los dos últimos años en las áreas del Molino de Trigo I y II en la empresa Cereales Cienfuegos.....	94
3.10.1- Comportamiento energético en el Molino de trigo I en el año 2009	94
3.10.2- Comportamiento energético en el Molino de trigo I en el año 2010	99
3.10.3- Análisis de tendencia en el área del Molino I.....	103
3.10.4- Comportamiento energético en el Molino de trigo II en el año 2009	104
3.10.5- Comportamiento energético en el Molino de trigo II en el año 2010	107
3.10.6-Análisis de tendencia en el Molino de trigo II.....	109
3.11- Identificación del problema	111
3.11.1- Molino de trigo I.....	111
3.11.2- Molino de trigo II.....	112

3.12- Elaboración del proyecto de mejora.....	117
3.13- Análisis de costo de las inversiones propuestas	117
3.13.1- Evaluación económica del proyecto de inversión Molino II	119
3.14- Monitoreo y control.....	120
3.15- Conclusiones parciales _____	120
Conclusiones Generales _____	121
Recomendaciones _____	123
Bibliografía _____	124
Anexos _____	

Introducción

La energía posibilita y facilita toda la actividad humana. Las diferentes fuentes y sistemas de producción y uso de la energía utilizadas por el hombre han marcado las grandes etapas en el desarrollo de la sociedad humana.

La historia de la humanidad no ha sido más que la historia del control de esta sobre las fuentes y tecnologías energéticas, llegando al esquema energético global actual, el que descansa en la utilización de los combustibles fósiles, que son extinguidos, contaminantes en alto grado y que están concentrados en pocas regiones de la tierra, en manos de grandes consorcios transnacionales que lo utilizan de forma muy ineficiente. El inicio del tercer milenio representa para la humanidad la encrucijada de una nueva elección energética, frente al agotamiento de los combustibles fósiles por una parte, pero sobre todo, por la amenaza de una catástrofe ecológica, al rebasarse los límites de la capacidad del planeta para asimilar su impacto.

Cuba no se encuentra excluida de dicha panorámica mundial, por lo que se llevan a cabo programas gubernamentales con vistas a realizar acciones por la mejora energética. Por ello la empresa Cereales Cienfuegos, perteneciente al Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL), cuya actividad fundamental es la molienda de cereales para la producción de harinas de trigo y subproductos de cereales, realiza además operaciones portuarias como la descarga y expedición de cereales. La empresa se ha enfocado en la realización de estudios para la implantación de la Gestión Total Eficiente de la Energía, la que tiene como objetivo crear en las empresas las capacidades técnico organizativas propias para administrar eficientemente la energía, posibilitando el mejoramiento continuo de la eficiencia, la reducción de los costos energéticos y el impacto ambiental asociado al uso de la energía.

Teniendo como referencia los años 2009 y 2010 como base de años anteriores se tomaron una serie de medidas en función de la reducción del consumo de electricidad y demás portadores energéticos.

Estas medidas estuvieron enfocadas en:

Mantener una sistematización del estriado de cilindros en buen estado.

Establecer comunicación entre empaque y sala de control Molino # I.

Definición de los puestos claves por criterios técnicos.

Sin embargo la empresa ha experimentado en los últimos años un deterioro sostenido del Índice de Consumo (IC), debido a la contratación en estos años de un IC de 106,866 kWh/ ton para el Molino II, siendo este superior a la norma nacional para este tipo de industria que establece un IC de 83 kWh/ ton. En correspondencia con lo anteriormente planteado se significa que en el año 2010 la obtención de una tonelada de harina en esta área se encareció en \$ 4,42 representando una pérdida de \$ 89 521,26 por sobreconsumo de energía eléctrica.

Por lo que se define el siguiente **Problema de Investigación:**

La necesidad de realizar un diagnóstico energético que permita determinar las causas que inciden en el deterioro del Índice de Consumo en la empresa Cereales Cienfuegos.

Definiéndose como **Objetivo General:**

Realizar un diagnóstico energético en la empresa Cereales Cienfuegos que permita determinar las causas de inciden en el deterioro del Índice de Consumo con el establecimiento de acciones de mejora.

Objetivos Específicos:

1. Caracterizar la situación actual energética de la empresa Cereales Cienfuegos.
2. Determinar las causas de inciden en el deterioro del Índice de Consumo con el establecimiento de acciones de mejora en función de la eficiencia energética.

Justificación de la Investigación:

Dada a que la eficiencia energética y el uso racional de los portadores energéticos es un tema de gran importancia, se centra el análisis del consumo energético desde diferentes aristas de la sociedad, en especial en los procesos industriales y la contaminación ambiental, existiendo en Cuba una creciente preocupación por este tema. Teniendo en cuenta que la empresa necesita valorar su situación energética con el fin de implantar la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, desarrollada por el Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos. Además de incurrir la empresa en pérdidas por sobreconsumo de energía eléctrica, ascendiendo en el año 2010 a \$ 89 521,26.

Tipo de Investigación:

Se pretende ver la relación al realizarse el análisis de las variables diagnóstico energético y la determinación de las causas que inciden en el deterioro del Índice de Consumo como

indicador de la eficiencia energética. Eso permite hablar de una investigación Descriptiva-Correlacionar.

Por lo que la **Hipótesis de investigación** es la siguiente: El diagnóstico energético a la empresa Cereales, MINAL, Cienfuegos permitirá determinar las causas que inciden en el deterioro del Índice de Consumo y proponer acciones de mejora encaminadas a la elevación de la eficiencia energética.

Definición de las variables:

Variable independiente: Diagnóstico energético.

Variables dependientes:

Causas que inciden en el deterioro del Índice de Consumo

Mejora de la eficiencia energética.

Definición conceptual:

1. Diagnóstico energético: Herramienta básica para determinar cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico y definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.
2. Causas del deterioro del Índice de Consumo: causas que inciden en la desviación del indicador respecto al estándar, en función de la relación cantidad de energía por unidad de toneladas producidas.
3. Mejora de la eficiencia energética: Razón o relación cuantitativa entre una salida de rendimiento, de servicio, producto y una entrada de energía.

Definición operacional

1. Diagnóstico energético: Evaluación cuantitativa y cualitativa del consumo de energía, determinar eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos, identificar potenciales de ahorro energético y económico, establecer indicadores energéticos de control y definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.

2. Causas del deterioro del Índice de Consumo: Análisis de anomalías en el gráfico de control, análisis de causas de la desviación relativa del consumo, análisis de la influencia del valor real de las variables de control sobre los indicadores de control, conclusiones cualitativas y recomendaciones para corregir las desviaciones.
3. Mejora de la eficiencia energética: Se mide a través de los indicadores siguientes: índice de consumo, intensidad energética, eficiencia energética, porcentaje de energía no asociada directamente a la producción y coeficiente de correlación.

La investigación se encuentra estructurada por:

Capítulo I- Se hace una valoración tanto en el panorama energético internacional como nacional, se ratifica la necesidad de la eficiencia energética y la gran importancia del uso de las fuentes de energías renovables, se hace referencia de la gestión energética en la industrias y las medidas que toman las misma para la contribución del programa de ahorro energético llevado a cabo por nuestro país por la Revolución Energética, así como de los Sistemas de Gestión Energética.

Capítulo II- En este capítulo se caracteriza la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía descrita por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos.

Capítulo III- Se realiza la caracterización de la empresa y el diagnóstico energético como una de las etapas que compone al Sistema de Gestión de Eficiencia Energética, haciendo uso de herramientas y técnicas como el Diagrama de Pareto, Gráficos de Control, Diagramas de Dispersión, Gráficos de Tendencia, las 5Ws y las 2Hs, Trabajo de Grupo, unido a la aplicación de paquetes de software como el SPSS 16.0, Microsoft Office Visio y la aplicación del Microsoft Office en el paquete Excel.

Capítulo I: Sistema de Gestión Energética

1.1-Introducción

En este capítulo se pretenden mostrar algunos temas que son centrales para conocer el Sistema de Gestión de Eficiencia Energética. Es por ello que se hace referencia a los principales hallazgos encontrados durante el análisis bibliográfico, los cuales permiten la incorporación de los elementos teóricos necesarios para la fundamentación de este estudio. El procedimiento de trabajo a seguir para la realización de dicho estudio se muestra en la figura 1.1.



Figura 1.1 Hilo Conductor.

Fuente: Elaboración propia.

1.2-Reseña Energética

La energía se define como la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo. "También se define como una propiedad o atributo de todo cuerpo o sistema material en virtud de la cual puede éste transformarse, modificando su situación o estado, así como actuar sobre

otros originando en ellos procesos de transformación".¹ Está presente en los seres vivos, desde su propia alimentación hasta la realización de un trabajo.

Con el transcurso del tiempo el hombre paso del empleo de su fuerza muscular al uso de diversas fuentes de energía para satisfacer sus necesidades, el empleo del fuego, la utilización de la tracción animal y finalmente, en rápida sucesión, el dominio de la tecnología del carbón, el petróleo y el gas natural unido a la producción y uso del vapor y la electricidad.

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

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

Entre las fuentes convencionales de energía, los combustibles fósiles mantienen su dominio en la composición del balance energético mundial, sobre todo el petróleo. Los principales productores de petróleo son países subdesarrollados como Arabia Saudita, Irán, México, China, Venezuela y los Emiratos Árabes Unidos; a ellos se unen países desarrollados como Rusia, Estados Unidos y Noruega.

Con el paso de los años la humanidad fue perfeccionado su tecnología, lo cual trajo consigo que hacia el año 1990 se utilizaba una cantidad de energía 80 veces superior a la que se usaba en el año 1800. La mayor parte de dicha energía procedía de los combustibles fósiles.

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

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

ha podido provocar los cambios medioambientales de forma mucho más rápida, acelerando antiguas actividades como la deforestación.²”

Es imprescindible reducir la dependencia de la economía del petróleo y los combustibles fósiles. La creciente amenaza del cambio climático global es un serio problema que se enfrenta a mediano plazo. No es aconsejable según estudiosos del medio ambiente seguir basando el estilo de vida en el sobre consumo de las fuentes de energías no renovables, cuando estas se están agotando aceleradamente. La convivencia social debe estar basada en el deber elementar de justicia y el propósito de acceder a una vida más sana y digna para todos los habitantes del planeta.

Para lograr estos objetivos es importante tener en cuenta dos aspectos:

- Aprender a obtener energía de forma económica y respetuosa con el ambiente de las fuentes alternativas.
- Aprender a usar eficientemente la energía.

1.2.1-Consumo de energía y desarrollo económico en la sociedad

El consumo de energía por habitante constituye uno de los indicadores más fiables del grado de desarrollo económico de una sociedad, algo que está íntimamente vinculado con el bienestar material. En este sentido, la demanda energética se asocia de forma generalizada con el producto interno bruto de un país, con su capacidad industrial y con el nivel de vida alcanzado por sus habitantes.

Aunque desde ciertas perspectivas ecologistas se quiere negar la evidencia, es claro que existe una alta correlación entre consumo energético y toda una serie de magnitudes económicas, pues en la civilización moderna, la disponibilidad de energía está fuertemente ligada al nivel de bienestar, a la salud y a la prolongación de la vida del ser humano. En realidad vivimos en una sociedad que se puede denominar como "energívora".

En la sociedad el elevado porcentaje de la energía utilizada en el mundo es absorbida por los países desarrollados, mientras los países más pobres muestran los consumos más bajos de energía. Sin embargo, este escenario está cambiando de forma drástica, lo cual se acentuará

²“Generación distribuida,” Noviembre 11, 2007,

www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1917_generacion_distribucion

en los próximos años, donde serán precisamente los países en vías de desarrollo quienes experimenten con mayor rapidez un aumento en su consumo de energía. Este fenómeno estará motivado por el incremento de sus poblaciones y economías, pues cuando un país se encuentra iniciado el proceso de crecimiento la industria y el transporte se convierten en sectores prioritizados que demandan gran cantidad de energía. A ello se une la creciente mecanización de todas las actividades económicas y el aumento del uso de energía en las economías domésticas, redundando todo ello en fuertes incrementos en el empleo de energía.

En el siguiente gráfico 1.2 se aprecia el incremento del consumo de energía en relación al desarrollo de la sociedad humana.

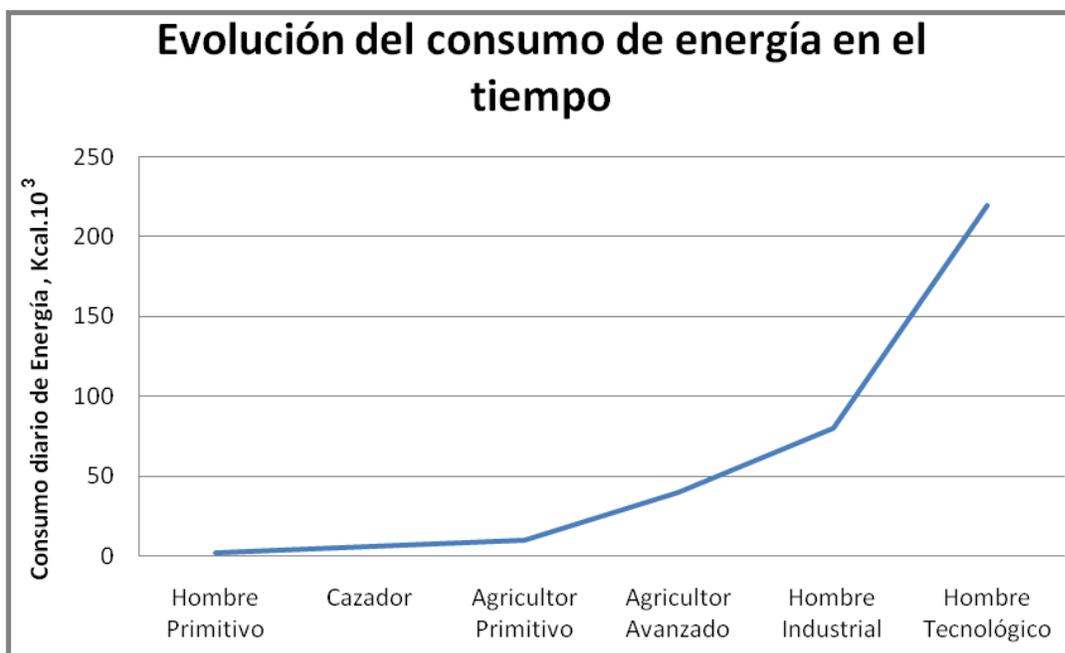


Figura 1.2- Evolución del consumo de la energía en el tiempo.

Fuente: Borroto Nordelo, A.E. & Monteagudo Yanes, 2006. *GESTIÓN Y ECONOMÍA ENERGÉTICA*.

Como lo muestra el gráfico anterior el desarrollo social viene de conjunto con el estado de bienestar, este ha generado el "estado del gasto y la dependencia energética". No es de extrañar por tanto, que uno de los parámetros más importantes para clasificar el grado de desarrollo de un país sea su gasto energético per cápita.

Son tres los problemas esenciales del consumo desmedido de la energía: En primer lugar, un paulatino agotamiento de los recursos naturales, luego un deterioro del entorno y por último un desequilibrio irracional en el reparto del consumo y uso de la energía.

Ante esta situación, las energías de origen renovable, adquieren un papel primordial, necesario y urgente, tanto en su aplicación como en la difusión de su uso.

1.2.2-Energías renovables

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

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

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

1.2.3-El sector energético

Actualmente la demanda mundial de energía está incrementándose a una tasa promedio de 3.5% anual. Se anticipa que este incremento ha de continuar, y por tanto, el consumo de energía será el doble del 2005 en el 2030 y el triple en el 2050.

Las principales fuentes de energía utilizadas para satisfacer la demanda inmediata mundial son los combustibles fósiles, ellos proporcionan la mayor parte de la energía que mueve la moderna sociedad industrial. La gasolina o el gasoleo que utilizan los automóviles, el carbón que mueve muchas plantas eléctricas y el gas natural que calienta los hogares.

Hay un grupo de fuentes de energía no convencionales que aportan un poco al consumo mundial, éstas se conocen más bien como las fuentes renovables de energía, destinadas a solucionar los grandes problemas de contaminación asociados con el uso de los combustibles fósiles.

1.2.4-Situación energética mundial

Han sido varios los intentos del hombre por dar solución a la explotación irracional de los combustibles fósiles. Se han dado hechos concretos: las industrias fabrican sus productos consumiendo menos energía, los aviones y automóviles consumen menos combustibles por kilómetros recorridos y se economiza en la calefacción de las viviendas. Medidas estas encaminadas a promover el ahorro de energía a raíz de la crisis energética mundial. Cálculos revelan que desde la década del setenta y hasta el año 2010 se ha reducido en un 20% el consumo de energía en países desarrollados.

Sin embargo en los países en desarrollo, aunque el consumo de energía por persona es mucho menor que en los países desarrollados, la eficiencia en el uso de energía no mejora, principalmente porque las tecnologías usadas son anticuadas. Se estima que en el año 2005 estos países utilizaron el 33% del total de la energía global consumida.

Los pronósticos más recientes sugieren que para el año 2020 cerca del 85% de la población mundial vivirá en países en vías de desarrollo y serán responsables de aproximadamente el 55% del consumo total de energía. La demanda de energía en las dos últimas décadas en Asia se incrementó en aproximadamente 4.5% por año, en comparación con el 2% experimentado por EEUU y Europa.

1.3-Situación energética en Cuba

Cuba no está exenta de la crisis energética internacional, en torno a esto arrastró una de las peores crisis electroenergética de su historia, el país contaba con diez (10) plantas termoeléctricas con una capacidad instalada de 3 958 Mw. a las cuales les corresponde el 72.77 %, los autoprodutores de Níquel y el MINAZ con el 16.52 Mw., la Hidroeléctrica con el 1.48 %, las turbinas de gas con el 7.28 %, plantas diesel 1.94 % y el resto pertenecía a la eólica. Todo lo anterior aparece en la figura 1.3.

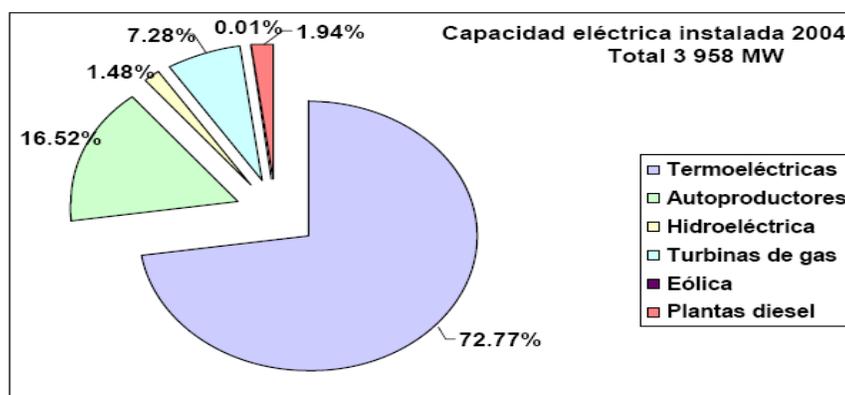


Figura 1.3- Capacidad instalada de energía eléctrica.

Fuente: Sosa Rodríguez Obiel, año 2009. “Propuesta de mejoras al sistema de monitoreo y control energético mediante una gestión eficiente de la energía en la Central Termoeléctrica Cienfuegos”.

Estas plantas tenían 46 unidades de generación, sin embargo, debido a varias causas como por ejemplo: averías, falta de mantenimiento en el tiempo planificado y uso de combustible no idóneo para su operación, provocaron que la capacidad real de generación llegara a ser de 1 200 mW.

Por su parte la demanda de energía eléctrica en Cuba, se redujo de 2 500 mW en el año 1989 a 950 mW en el año 2005, debido al gran número de industrias paralizadas, así como a una baja en el consumo agrícola y doméstico.³ Con el derrumbe del campo socialista y la desaparición de la URSS, unido al brutal bloqueo norteamericano, se establece en el país el período especial. Bajo estas condiciones las importaciones del combustible para la generación de electricidad llegaron a valores muy bajos y la caída en la generación de electricidad fue abrupta, decidiéndose iniciar el proceso de asimilación paulatina del crudo nacional en las plantas, a pesar de que sus características (alto contenido de azufre, alta viscosidad y otros componentes) no eran las especificadas en el diseño. Al agudizarse aún más las condiciones del bloqueo y considerando el requerimiento de satisfacer las necesidades de la economía y la población, se acelera el empleo del crudo nacional y del gas acompañante que se perdía con la extracción del hidrocarburo, llegando al cierre del año 2003 al consumo de 2 300 000 ton de combustibles nacionales.

³ Cereijo, Manuel, “Crisis de energía eléctrica,” Noviembre 11, 2007, <http://www.amigospaís-guaracabuya.org/oagmc236.php>

La explotación del crudo nacional, unida al gas acompañante que se expulsaba a la atmósfera con la correspondiente contaminación ambiental y que fue aprovechado para la generación de energía eléctrica, permitió la autosuficiencia energética del país. En esta etapa tuvo una particular importancia la modernización de las centrales termoeléctricas para el uso eficiente del crudo nacional cuyo alcance fue:

- Adaptación y asimilación paulatina de las instalaciones para la utilización del petróleo crudo nacional como combustible.
- Mantenimiento general y mejoramiento técnico de las instalaciones.
- Restablecimiento de los Sistemas de Control Automático de las Centrales Eléctricas, obsoletos y con ausencia de repuestos en el mercado mundial.

La política energética está orientada a alcanzar la independencia energética. Para ello se encuentra fomentando la exploración petrolera a través de contratos de riesgo compartido entre la empresa estatal Cupet y las empresas privadas, principalmente costa afuera. Por otro lado y como parte de la estrategia de alcanzar la independencia energética se apoya en el desarrollo de energías renovables, siendo Cuba el mayor país productor del Caribe de estos tipos de energías, en este sentido, se pretende continuar apoyando la utilización de la biomasa como principal recurso energético alternativo. En medio de esta situación se logran algunos convenios con la República Bolivariana de Venezuela y otras entidades exportadoras de combustibles.

Fue así que entre los convenios establecidos y sumado a esto el descubrimiento de un yacimiento de petróleo de calidad a escasos kilómetros de Santa Cruz del Norte, con reservas probadas de 14 millones de toneladas de crudo, promete restaurar e incrementar los niveles de extracción y dar un alivio importante al apetito energético de Cuba. Según expertos, los pozos que se perforen en ese yacimiento podrían llegar a producir, de conjunto, hasta un millón de toneladas al año, alrededor de la cuarta parte de la producción actual del país.⁴ De aquí que se mantuvo la política de impulsar la extracción del crudo nacional y del gas acompañante, toda vez que estudios han demostrado que se ha producido un amplio crecimiento en la utilización de ambos productos.

Eficiencia energética, uso racional de la energía y uso eficiente de la energía, son frases muy frecuentes encontradas dentro de las políticas que aplican casi todos los países a escala

⁴ “articulo3.htm,” *economía*, Enero 2005, www.bohemia.cubaweb.cu.

mundial, impulsadas cuando se presentan etapas o períodos de crisis, ya sea por efecto de precios elevados o por falta de oferta.

La escalada en los precios del petróleo en los últimos tres años ha sido de alrededor de más de \$ 70.00, llegando incluso por encima del nivel de los \$150.00 el barril a principios del año 2008. Actualmente se comercializa a un precio que oscila los \$40.00 el barril, esto ha hecho que muchos países se preocupen nuevamente por hacer un uso racional de la energía. Varios de los estados de Latinoamérica y el Caribe están diseñando o reactivando políticas de ahorro y eficiencia para tratar de paliar los efectos que en la economía causan los elevados precios del petróleo y sus derivados. La realidad muestra que no se trata solo de diversificar la matriz energética, sino de preocuparse por dar un uso racional y eficiente a la energía. Dos condiciones deben ser consideradas a este efecto:

Primero, mediante buenas costumbres de uso se debe evitar el desperdicio, hábitos que solo se logran a través de una profunda educación.

Segundo, promoviendo la utilización de equipos modernos altamente eficientes, es decir, que tengan un menor consumo de energía, sin necesidad de disminuir la capacidad deseada. La Revolución Energética de Cuba no es una campaña transitoria, es la evidencia concreta de uno de los esfuerzos más planificados y consientes que nunca haya hecho nación alguna para elevar el nivel de vida de su población, consumiendo el combustible de manera racional y económica.

La integralidad de la Revolución Energética cubana es evidente, nótese que los planes gubernamentales comprenden la reparación de la cablería que llega a cada uno de los hogares, reduciendo interrupciones, oscilaciones del voltaje y pérdidas de energía por mala calidad en las redes eléctricas. También se emprenden programas de desarrollo de energía limpia como la eólica y la solar, incluso se busca sustituir el consumo del petróleo mediante la utilización del gas acompañante. Según ha expuesto el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, “el mundo de hoy necesita utilizar de forma racional los recursos que están al alcance del hombre”⁵. De ahí que en los hogares del país, por ejemplo, se emplee de una manera óptima la energía eléctrica.

A continuación se reseñan un grupo de transformaciones que ha experimentado el país y que forman parte de la Revolución Energética.

⁵ Castro Ruz, Fidel, *Discurso pronunciado por motivo de la culminación del montaje de los grupos electrógenos* (Pinar del Río, 2006).

Se implanta la generación distribuida con motores altamente eficientes. Estos viene a sustituir el atrasado sistema de generación centralizado el cual se hacia con equipos antiguos he ineficientes. Esta nueva tecnología no solo garantiza un ahorro, además produce energía continua en caso de existir desastres naturales.

Ha existido una proyección hacia la generación de electricidad tomando como base el gas natural, siendo este método más económico que generar con derivados del petróleo. Se ha acelerando la perforación de pozos exploratorios y de desarrollo en las zonas productoras. Las plantas de ciclo abierto y ciclo combinado que se han instalado son sin duda una acertada decisión para tener energía más segura y a mucho menor costo.

Una acción decisiva es fomentar una concientización ciudadana que llegue a todas las clases sociales. En el ámbito escolar, a manera de ejemplo, existe un plan educativo profundo para no mantener equipos encendidos sin necesidad en la hora pico.

Una decisión importante es sin lugar a dudas el plan de ahorro en Cuba, debe destacarse la sustitución inmediata y masiva de una serie equipos antiguos e ineficientes por otros de última tecnología que están disminuyendo el consumo por cada domicilio, comercio e industria. El plan es auto sustentable y con el mismo ahorro se paga la inversión muy rápidamente.

Todas estas acciones de conjunto constituyen una verdadera Revolución Energética, que en la medida de las posibilidades y dadas las características de cada país, deberían ser tomadas como ejemplo en Latinoamérica y el Caribe, principalmente para imitar una voluntad política tendente al uso racional y eficiente de la energía.

1.3.1-Consumo de energía por tipo de combustibles

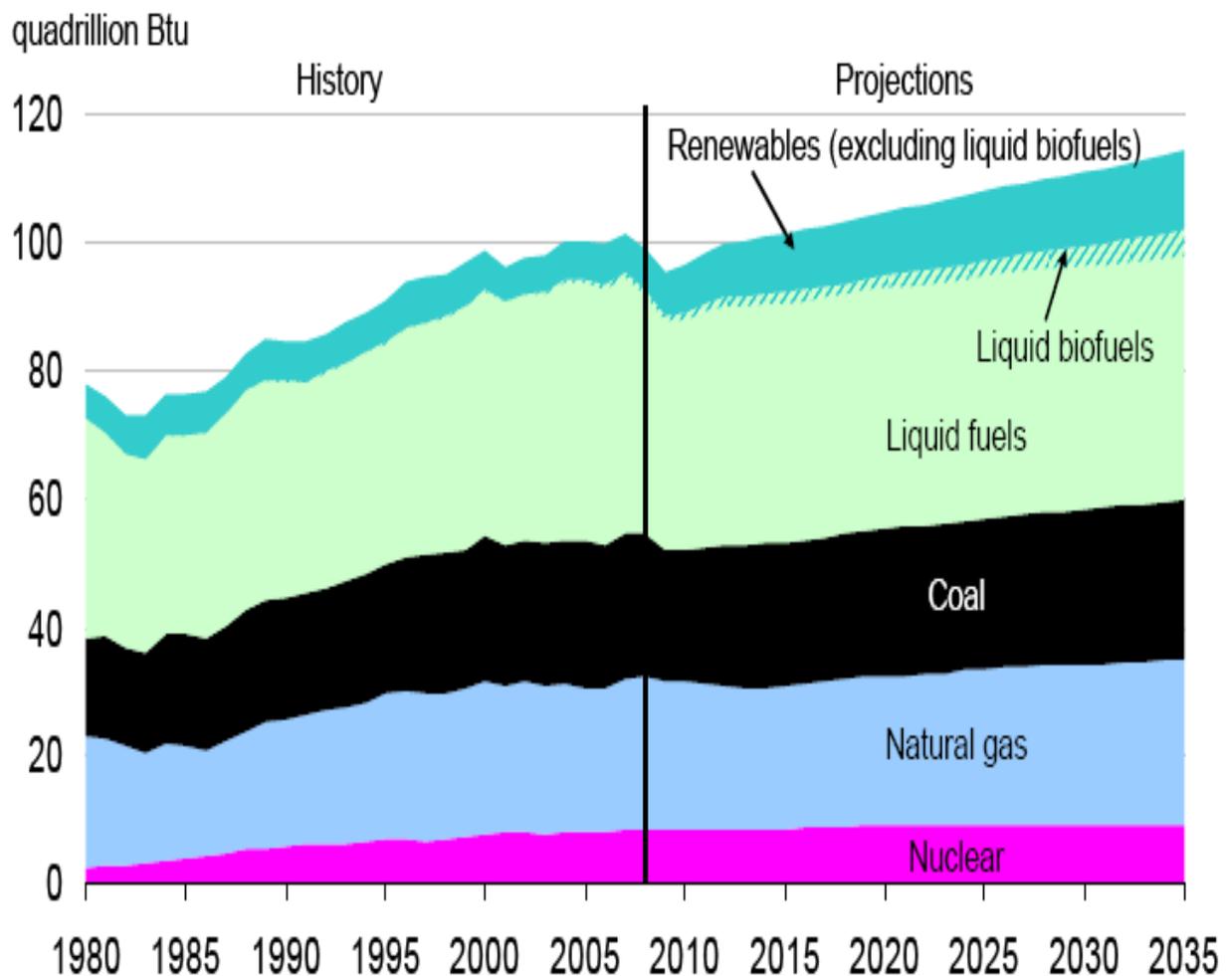
“El consumo de energía en el mundo se incrementará en un 57% entre 2004 y 2030, lo que aumentará el uso de todas las fuentes de energía.”⁶, por lo que cada día que pasa, se hace cada vez más necesario obtener un desarrollo sostenible, como nuevo concepto de desarrollo económico, el mismo se presenta como un proceso en que la política energética, entre otras muchas. Debe formularse de manera tal que logre un desarrollo que sea sostenible desde el punto de vista económico, social y ecológico.

⁶ Informe "Internacional Energy Outlook 2005 (IEO 2007)"

A pesar del agotamiento del petróleo mundial los consumos seguirán incrementándose, por lo que se estima que aumente de 78 a 119 millones de barriles por día entre el año 2002 y el 2025, donde China incrementará su consumo hasta un 7.5 % anual. Debido a esto y de acuerdo con un estudio realizado, los miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) serán los más importantes suministradores de petróleo del mundo, representando un 60 % del incremento previsto.⁷

Como se puede observar en la figura 1.4 aun cuando el uso de la energía renovable se está incrementando a un ritmo acelerado, los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), seguirán siendo los más utilizados en todo el mundo, básicamente en los sectores del transporte y la industria. También para este período se incrementarán la energía nuclear y energías renovables, aunque en menor medida.

⁷ “Tercer Mundo Económico-Integración Energética en el MERCOSUR,” Noviembre 12, 2007, www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo



Richard Newell, SAIS, December 14, 2009

Source: Annual Energy Outlook 2010

Figura 1.4- Consumo de energía mundial por tipo 1980 - 2035.

Fuente: *Annual Energy Outlook 2010*: Energy Information Administration (EIA). The Paul H. Nitze School of Advanced International Studies December 14, 2009 Washington, DC. web site <http://www.ascension-publishing.com/BIZ/HD18-2010.pdf>

En cuanto a la generación de electricidad se espera que se duplique entre 2 002 y 2 025, pasando de 14 275 b/kWh a 26 018 billones, donde el crecimiento más rápido lo experimentarán las economías emergentes, con un promedio de crecimiento de 4.0 % por año, en los países consolidados se prevé un aumento promedio de consumo eléctrico de 1.5 % por año. En este aspecto se debe añadir que algunos países han optado por la generación

distribuida (GD), que se basa como necesidad de generación o el almacenamiento de energía eléctrica a pequeña escala, lo más cercana al centro de carga, con la red eléctrica y donde la capacidad de los sistemas de GD varía de cientos de kW hasta diez mil kW.⁸

Según **OLADE**⁹: El año 2003, fue un año que se caracterizó por una gran volatilidad e incertidumbre en los mercados energéticos, situación reflejada principalmente en el incremento en los precios del petróleo los cuales fueron los más altos de los últimos 20 años. Por otro lado, cabe destacar, que las reservas mundiales de energía continuaron en ascenso y se cuenta con reservas de petróleo para cubrir la demanda actual de energía por 40 años y de gas natural por 60 años. Existen indicios para sostener que los descubrimientos continuarán en los años venideros por lo cual la seguridad energética de los países pasa más por un análisis de la distribución y geopolítica de las mismas que por una escasez en la oferta. Finalmente, se espera que en los siguientes años el consumo de energía siga liderado por la demanda de petróleo, aunque seguida muy de cerca por la demanda de gas natural, que pasara a ser el segundo energético más demandado.

CEPAL¹⁰: El 2005 fue el tercer año consecutivo de crecimiento de América Latina y el Caribe. Se estima que el Producto Interno Bruto (PIB) tuvo una expansión de alrededor de un 4.3 %, lo que supone un aumento del PIB per cápita cercano al 3 %. El 2006 tuvo una prolongación de la fase expansiva del ciclo económico, aunque a una tasa algo inferior (4.1 %), siendo la tasa de crecimiento medio del período 2003 - 2006 levemente superior al 4 %, mientras el PIB per cápita acumula un aumento cercano al 11 %. Desde una perspectiva histórica, el período de crecimiento que atraviesa América Latina y el Caribe constituye un hecho sumamente positivo. Sin embargo, la mayor parte de los países de la región está creciendo menos que otras regiones del mundo.

⁸ John McNeill: es profesor de Historia en la Universidad de Georgetown. Es autor, entre otras muchas publicaciones, de *Global Environmental History of the Twentieth Century*. Microsoft © Encarta © Biblioteca de Consulta 2003

⁹ OLADE, "Aspectos económicos, regulatorios y de política energética," Octubre 5, 2007, www.olade.org.ec/InformeEnergético/informeenergetico05.htm

¹⁰ CEPAL, "Comisión económica para América Latina," www.cepal.orgComision

1.4-Referencias de la Gestión Energética en la Industria

La industria es uno de los sectores de la sociedad más necesitados del ahorro de energía, ya que su logro supone una mayor competitividad. Son grandes consumidoras de electricidad, por ejemplo: las cementeras, metalúrgicas, cerámicas, etc. y aplican en sus procesos de producción diversas estrategias de producción y tecnologías para reducir al máximo el consumo de electricidad. Una de las técnicas más utilizadas para el ahorro de energía de este tipo de empresas es la cogeneración.¹¹ La búsqueda de una mayor eficiencia energética conlleva un aumento del capital financiero, ambiental, seguridad nacional, seguridad personal y confort humano.

Nota: Los sistemas de cogeneración reciclan la energía perdida en el proceso primario de generación en un proceso secundario

1.4.1-Gestión de la carga eléctrica en las industrias

Cuando se producen picos acusados en el consumo de electricidad, se impone hacer un uso adecuado de la gestión de la carga eléctrica disponible (*Electric Load Management* o LM)¹² o bien conocido acomodo de la carga, con el objetivo de conseguir una carga pico total del sistema más reducido. El objetivo es que la carga máxima del sistema sea lo más uniforme posible, de manera que no sea necesario invertir recursos en instalaciones energéticas infrutilizadas durante la mayor parte del tiempo (por ejemplo, es más eficiente desconectar parte del alumbrado público el día más frío del año, que construir una central eléctrica que sólo se ponga en funcionamiento el día más frío del año).

Algunos ejemplos de gestión de carga que pueden considerarse en un escenario industrial son los siguientes:¹³

- Planificación de la producción: Planificar los procesos productivos para evitar que las cargas se conecten simultáneamente a la red. Pueden reorganizarse los

¹¹ Borroto Nordelo, A, *Gestión Energética Empresarial* (Cienfuegos, 2001).

¹² Electric Load Management in Industry. Leonardo Energy. January 2009 (ed.): «La gestión de la carga eléctrica en la industria como herramienta para reducir costes».

¹³ miliarium.com (ed.): «Cogeneración».

turnos o automatizar los procesos para prevenir la entrada en funcionamiento de los equipos que consumen más energía de forma simultánea.

- Almacenamiento de energía: Instalar dispositivos de almacenaje de frío o calor de forma que estas necesidades se cubran antes de entrar en los momentos de consumo pico.
- Eficiencia energética: Introducir medidas de eficiencia energética específicamente enfocadas en el momento de consumo pico y así reducir los kWh.
- Corrección del factor de potencia: Si no se actúa sobre el factor de potencia es muy probable que el transformador trabaje un 10 % por encima de la demanda real en kWh.

Estas medidas requieren inversión, pero ésta se recuperará en un corto espacio de tiempo, confirmado por estudios realizados y análisis del VAN y PIR.

1.4.2-Industria Alimenticia en Cuba

La industria alimentaria está integrada por una serie de industrias que se basan en diferentes procesos tecnológicos, donde se utilizan maquinarias y equipos para producir los Bienes de Consumo Alimenticios Industrializados (BCAI) con un considerable valor agregado.

Estas se caracterizan por altos consumos de energía y emisión de residuales, lo cual estará en dependencia del grado de eficiencia que alcance el proceso u operación a realizar, el MINAL en su proyección estratégica aborda la necesidad de prestar atención al uso racional y conservación de los recursos naturales y la disminución de emisiones residuales para evitar los riesgos de impacto ambiental.

El Ministerio de la Industria Alimenticia cuenta con un gran número de industrias y plantas, los cuales son altas consumidoras de portadores energéticos y generadoras de grandes volúmenes de residuales, los cuales pueden ser reutilizados para otros propósitos, contribuyendo así, al ahorro del consumo de energía, a la disminución del volumen de emisiones y a reducir el impacto al medio ambiente.

Las industrias con el fin de producir los bienes de consumo alimenticios se encuentran organizadas por órganos locales, los cuales son:

- MINAL.
- MINAGRI.
- MINAZ.
- Ministerio de la Industria Pesquera (MIP).
- Ministerio de las Fuerzas Armadas (MINFAR).
- Ministerio del Interior (MININT).
- Órganos del Poder Popular (OPP).
- Ministerio del Turismo (MINTUR).
- Ministerio de Comercio Interior (MINCIN).
- Algunas entidades o empresas de la denominada economía emergente
- Otros organismos.

El MINAL es el organismo rector de la actividad agroindustrial en el país y produce gran parte de estos bienes, dispone de más de 450 establecimientos productivos organizados en más de 120 empresas, las que a su vez están integradas en 5 empresas de la Unión Molinera distribuidas por todo el país. También cuenta con un Centro Nacional de Inspección de la Calidad (CNICA) que tiene una red nacional de laboratorios dedicados al control e inspección de la calidad.

La Unión Molinera es la entidad estatal cubana perteneciente al Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL) cuya actividad fundamental es la molienda de cereales para la producción de harinas de trigo, así como subproductos de cereales, realiza operaciones portuarias para la descarga y expedición de cereales.

1.4.3-Industria Molinera

La molienda representa la primera fase del proceso de transformación industrial de los cereales y el anillo de unión entre la producción agrícola y la industria alimenticia: panadería, fábrica de pastas, industria de dulces y alimenticias en general. En efecto, la industria de la

molienda suministra las materias primas, tales como: harinas y sémolas, para las actividades sucesivas de transformación.

El cultivo de los cereales ha constituido hasta hoy en día el principal recurso alimentario de las poblaciones mundiales, se estima que cerca de las dos terceras partes (2/3) de la superficie cultivable sobre la tierra están dedicados a su producción.

En varias regiones del mundo los cereales son difundidos en modo diverso en función de las costumbres alimenticias, del tipo de terreno y del clima, con la única exclusión de las zonas polares de las líneas equinoccial.

Los cereales son nutritivos, representan una fuente óptima de energía y discreto recurso de proteínas, satisface las costumbres y las tradiciones alimenticias más diversas, tienen un sabor agradable y son fáciles de cultivar, de conservar y sobre todo son versátiles en las transformaciones. El término cereales es derivado de la mitología romana, proviene de la palabra Ceres que significa diosa de la tierra y la agricultura.

1.4.4-Tipos de Cereales

Los cereales más importantes tanto para la alimentación humana como para la alimentación zootecnia son: el trigo, la cebada, la avena, el centeno, el maíz, el arroz, el sorgo, el mijo, el panizo; todos pertenecen a la familia de las gramíneas, y el trigo saraceno a la familia de las poligonáceas.

El trigo:

El trigo es considerado hoy en día el cereal más importante para la alimentación humana. La importancia del trigo está ligada a dos proteínas, la gliadina y la glutenina.

Existen diversas clasificaciones para el trigo, esta tipología está en dependencia del origen botánico, la proveniencia geográfica y la calidad del gluten.

Las especies más difundidas son:

- *Triticum durum* (trigo duro), cuyo uso principal es destinado a la producción de pastas.

- *Triticum aestivum* o *vulgare* (trigo blando), utilizado para la producción de pan y otros productos de horno.

Estas dos especies son diferentes desde el punto de vista morfológico – cualitativo.

Una segunda clasificación es aquella que toma en consideración la proveniencia geográfica. Los granos provenientes de América (Estados Unidos y Canadá), por la alta calidad de las proteínas.

Trigo blando:

El trigo blando es molido con molinos denominados molinos blandos y da como producto la harina destinada principalmente a la planificación (pan, pizzas y hogazas), a la preparación de los productos horneados (brioche, pan dulce, galletas, bizcochuelo, tortas) y a producción de pastas frescas.

Trigo duro:

El trigo duro así denominado porque ofrece una mayor resistencia a la rotura, es molido exclusivamente por molinos específicos, molinos duros. La molienda del trigo duro produce prevalentemente la sémola, destinada casi toda a la producción de pastas alimenticias secas. El trigo duro presenta las siguientes características:

- Grano alargado.
- Color amarillo marfil más intenso.
- Mayor resistencia a la rotura.
- Endospermo vítreo.

1.5-Sistema de Gestión energética

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

La Gestión Energética o Administración de Energía como subsistema de la gestión empresarial abarca en particular las actividades de administración y aseguramiento de la

función gerencial, que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. Entendiendo por eficiencia energética el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental.

En el anexo # 1 se muestra el sistema de gestión energética el cual se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

1.5.1-Diagnóstico energético

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

El diagnóstico energético constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, además establece el grado de eficiencia en su utilización, identifica los principales potenciales de ahorro energético y económico y define los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

Un diagnóstico integral proporciona una visión global de la empresa para facilitar el entendimiento del flujo de energía y producción, así como concentrarse en las áreas donde la reducción en el consumo y demanda de energía sea rentable.

Los objetivos generales de una auditoría energética son los siguientes:

- Obtener información acerca de las instalaciones físicas, incluyendo datos de diseño, características de maquinaria y capacidades de producción.
- A partir de registros históricos, determinar los consumos energéticos y los correspondientes perfiles de producción y actividades para la planta
- Determinar, a través de mediciones en sitio, los parámetros operativos reales y el desempeño de equipos y procesos.
- Analizar los datos obtenidos y las observaciones realizadas, estableciendo la eficiencia de utilización de la energía, identificando medidas potenciales de mejora y llevando a cabo análisis financieros de dichas medidas.
- Identificar y caracterizar las restricciones a la mejora de la eficiencia energética.

- Desarrollar un programa de gestión energética donde se incluyan recomendaciones y prioridades específicas basadas en los datos obtenidos y justificadas en términos técnicos y financieros.

1.5.2-Tipos de diagnósticos energéticos

Los diagnósticos energéticos se encuentran clasificados por grados o niveles debido a la profundidad y alcance de los mismos. Las siguientes clasificaciones están dadas por la CONAE¹⁴ de México:

1.5.2.1-Diagnóstico Energético Preliminar

También llamado diagnóstico de recorrido. Consiste en una inspección visual de las instalaciones energéticas de la empresa, la observación de parámetros de operación, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento, así como de la información estadística global de consumos y facturaciones por concepto de electricidad, combustibles y agua. Con este diagnóstico se obtiene un panorama global generalizado del estado energético y una idea preliminar de los potenciales de ahorros energéticos y económicos.

De este tipo de diagnóstico se derivan medidas de ahorro o de incremento de eficiencia energética de aplicación inmediata y con inversiones marginales, y se obtiene una idea preliminar sobre otras posibles medidas de ahorro.

El diagnóstico preliminar comprende la realización de una visita de uno o dos días a la instalación y la elaboración y entrega de un informe breve dentro de un término aproximado de una semana.

1.5.2.2-Diagnóstico Energético de Nivel uno (DEN 1)

Consiste esencialmente en una recolección de información y su análisis, poniendo el énfasis fundamental en la identificación de fuentes de posible mejoramiento en el uso de la energía.

El DEN1 se centra en el análisis de los equipos y sistemas de conversión primaria y distribución de energía, los equipos auxiliares, sin abarcar los procesos tecnológicos. Analiza

¹⁴ Diagnósticos energéticos. México. 1995.

principalmente sistemas tales como generación y distribución de vapor, generación y suministro de electricidad, sistemas de refrigeración, aire acondicionado, agua, aire comprimido, iluminación, etc.

Ofrece una visión detallada de los patrones de utilización y costos de la energía y permite definir un conjunto de medidas de ahorro, evaluadas técnica y económicamente. Proporciona la información necesaria para un diagnóstico de nivel dos (DEN2).

Un diagnóstico energético de nivel uno puede realizarse en un término aproximado de tres a seis semanas, dependiendo de las características de la instalación y del alcance del diagnóstico y los recursos disponibles, incluyendo una visita inicial, el trabajo de campo, el trabajo de gabinete así como la elaboración y presentación del informe final.

Los objetivos específicos de un DEN uno pueden ser:

- Recopilación y desarrollo de una base de datos de consumo y costos de energía y de producción.
- Definición de índices energéticos globales.
- Evaluación de la situación energética de la planta.

- Identificación de medidas de ahorro de energía.
- Evaluación del nivel de instrumentación y su utilidad en el control energético.
- Establecimiento de estrategias para el establecimiento de un programa de ahorro de energía.
- Identificar necesidad y conveniencia de realizar un diagnóstico de nivel dos.

1.5.2.3-Diagnóstico Energético de Nivel 2 (DEN 2)

Este tipo de diagnóstico abarca todos los sistemas energéticos, tanto equipos de conversión primaria y distribución, como del proceso tecnológico. Incluye los aspectos de mantenimiento y control automático relacionados con el ahorro y uso eficiente de la energía.

Un diagnóstico de nivel dos puede ser la continuación, una etapa subsiguiente de un diagnóstico de nivel uno, aunque no necesariamente, ya que se puede plantear directamente un DEN dos, el que por supuesto incluirá todo lo referente al DEN uno.

1.5.2.4- Diagnóstico o auditoría energética

En sentido general, un diagnóstico o auditoría energética comprende las siguientes actividades:

- Reunión inicial en la empresa.
- Integración del grupo de trabajo.
- Determinación de la información necesaria para el diagnóstico.
- Selección de unidades, áreas y equipos a diagnosticar.
- Planeación de los recursos y el tiempo.
- Revisión metrológica en los lugares claves a diagnosticar.
- Recopilación de información.
- Elaboración del plan de mediciones.
- Mediciones en campo, recopilación y filtrado de los datos.
- Procesamiento de datos y análisis de resultados.
- Determinación de posibles medidas de ahorro.
- Estimación del potencial de ahorro energético y económico.
- Definición de medidas de ahorro y proyectos de mejora de la eficiencia energética.
- Elaboración y presentación del informe final del diagnóstico.

1.5.3-Elementos que componen un Sistema de Gestión Energética

Según la Intechology Chile Ltda los elementos que componen un Sistema de Gestión Energética son los siguientes:

Manual de Gestión Energética: establece las definiciones bases del sistema (política, objetivos y metas), los procedimientos, la estructura y las responsabilidades.

Planeación energética: establece y describe el proceso de planeación energética según las nuevas herramientas de planeación del sistema de gestión.

Control de procesos: Detalla los procedimientos que serán usados para el control de los consumos y los costos energéticos en las áreas y equipos claves de la empresa.

Proyectos de Gestión Energética: Se establecen los proyectos rentables a corto, mediano y largo plazo que serán ejecutados para el cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión.

Compra de energía: incluye los procedimientos eficientes para la compra de recursos energéticos y evaluación de facturas energéticas.

Monitoreo y control de consumos energéticos: se establecen los procedimientos para la medición, establecimiento y análisis de indicadores de consumo, eficiencia y gestión.

Acciones Correctivas/Preventivas: incluye los procedimientos para la identificación y aplicación de acciones para la mejora continua de la eficiencia y del sistema de gestión.

Entrenamiento: prescribe el entrenamiento continuo al personal clave para la reducción de los consumos y costos energéticos.

Control de documentos: establece los procedimientos para el control de los documentos del sistema de gestión.

Registro de energía: establece la base de datos requerida para el funcionamiento del sistema.

1.5.4-Sistema de Indicadores

El enfoque basado en procesos de los sistemas de gestión pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un seguimiento y medición de los procesos con el fin de conocer los resultados que se están obteniendo y si estos resultados cubren los objetivos previstos. El seguimiento y la medición constituyen la base para saber que se está obteniendo, en que extensión se cumplen los resultados deseados y por donde se deben orientar las mejoras.

Para evaluar los cambios en la eficiencia energética se utilizan indicadores de tres tipos fundamentales:

- Índices de Consumo:
- Índices de Eficiencia:
- Índices Económico-Energéticos:

1.5.5-Resultados esperados de la implementación de un Sistema de Gestión Energética

Identificar y evaluar los potenciales de reducción de costos de energía que tiene la empresa por mejora de los procedimientos de producción, mantenimiento y operación y por cambios tecnológicos.

Implementar los proyectos viables, técnica y económicamente para la empresa en reducción de costos energéticos, en un orden de nula o baja, media y alta inversión.

Evitar errores en procedimientos de producción, operación y mantenimiento que incrementen los consumos de energía.

Aplicar acciones de reducción de costos de energía con alto nivel de efectividad y con la posibilidad de evaluar su impacto en los indicadores de eficiencia de la empresa.

Establecer un sistema fiable de medición de la eficiencia en el uso de la energía a nivel de empresa, áreas y equipos, en tiempo real.

Motivar, entrenar y cambiar los hábitos del personal involucrado en el uso de la energía hacia su utilización eficiente.

Planear los consumos energéticos y sus costos en función de las posibilidades reales de reducción en cada área y equipo clave.

1.6-Eficiencia Energética

La eficiencia energética y la conservación de la energía son dos conceptos muy relacionados entre sí pero diferentes.

La conservación de la energía es obtenida cuando se reduce el consumo de la energía, medido en sus términos físicos. Es el resultado, por ejemplo, del incremento de la productividad o el desarrollo de tecnologías de menores consumos de energía.

La eficiencia energética es obtenida, sin embargo, cuando se reduce la intensidad energética de un producto dado (consumo de energía por unidad de producto), o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida o los niveles de confort. La eficiencia energética contribuye a la conservación de la energía, (Intechnology Chile Ltda.)

Uso Eficiente de la energía no significan consumir menos sino consumir mejor, manteniendo las mismas prestaciones, lo que a nivel de los usuarios finales se traduce en reducción del costo de la factura de energía sin disminuir el confort.

Dado que la generación eléctrica es en gran medida producida a partir de combustibles fósiles, una reducción del consumo implica por un lado consumir menos recursos no renovables y por otro reduce la emisión de gases de efecto invernadero con el consiguiente beneficio ambiental.

1.6.1-Gerencia de la Eficiencia Energética

La gerencia de la eficiencia energética tiene un objetivo final: lograr la máxima reducción de los consumos energéticos con la tecnología productiva actual de la empresa y realizar los cambios a tecnologías eficientes en la medida que estos sean rentables de acuerdo a las expectativas financieras de cada empresa. Lograr este objetivo de forma continua requiere de organizar un sistema de gestión, cambios de hábitos y cultura energética.

Existen incentivos que en el orden práctico llevan a las empresas a actuar sobre la reducción de sus consumos energéticos: la inestabilidad y el crecimiento de las tarifas de energía, la fuerza creciente de las legislaciones ambientales, la incorporación de la gestión ambiental a la imagen competitiva de la empresa, la reducción de los costos de las tecnologías eficientes y la necesidad de confiabilidad e independencia energética a nivel de empresa.

1.6.2-Insuficiencias que se presentan en el país en lo referente a eficiencia energética en el ámbito empresarial

Según, Fernández Navarro Darío Antonio, año 2010."Diagnóstico Energético a La Embotelladora Ciego Montero". Cuba presenta una serie de insuficiencias relacionado al tema de gestión de la eficiencia energética tales como:

- Existen indicadores de consumo al nivel de empresa, pero no en todos los casos estos caracterizan adecuadamente la eficiencia energética y su evolución.
- No se han identificado las áreas y equipos mayores consumidores, los "Puestos Claves", ni se han establecido índices de consumo en los mismos.

- No se maneja adecuadamente el impacto de los costos energéticos en los costos de producción y su evolución y tendencias. Se conoce el costo de la energía primaria, pero no siempre el de los portadores energéticos secundarios.
- Se asignan y/o delegan acciones relativas al ahorro de energía; sin embargo, no están involucradas todas las áreas, cuesta trabajo implantarlas y mantenerlas.
- La instrumentación necesaria para evaluar la eficiencia energética es insuficiente o no se encuentra totalmente en condiciones de ser utilizada.
- No se ha identificado al personal que decide en la eficiencia energética, ni capacitado de forma especializada a la dirección y al personal involucrado en la producción, transformación o uso de la energía.
- Se realizan algunas inspecciones de tipo preliminar, mediante las que se descubren desperdicios y fugas de energía, así como otros tipos de potenciales de ahorro que se enfrentan, en dependencia de las prioridades y disponibilidad de recursos de la empresa.
- Se llevan a cabo algunas acciones para ahorrar electricidad o combustibles, basadas en el récord histórico de la empresa, pero en forma aislada, con seguimiento parcial, y sus resultados no son los esperados.
- El banco de problemas energéticos no responde a los resultados de la realización de diagnósticos o auditorías energéticas con metodologías y equipos de medición adecuados, y no cuentan con un banco de proyectos de mejoramiento de la eficiencia energética apropiados al escenario energético y financiero de la misma.
- Son insuficientes los mecanismos para motivar al personal que decide en la eficiencia al ahorro de energía y existe una incipiente divulgación y un bajo nivel de concientización sobre la necesidad del ahorro de energía en la empresa.

1.7-Normas internacionales sobre gestión de la energía

1.7.1- Norma UNE 216301: 2007

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

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.

1.7.2- Norma de ISO 50001:2011

El objetivo de este Estándar Internacional ISO 50001:2011 es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento en el uso de la energía, incluyendo la eficiencia e intensidad. El estándar debería llevar a reducciones de costo, 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 su ubicación geográfica, condiciones culturales o sociales. La implementación acertada depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y sobre todo de la dirección superior.

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión energético (SGEn), para desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas y

planes de acción, teniendo en cuenta los requisitos legales y la información pertinente al uso significativo de energía. Un sistema de gestión energético permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las acciones que sean necesarias para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. La aplicación de esta Norma Internacional puede ser adaptada para calzar los requisitos de la organización, incluyendo la complejidad del sistema, grado de la documentación, recursos y actividades bajo control de la organización.

Esta Norma Internacional está basada en el marco del mejoramiento continuo Planear-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión energética en las prácticas organizacionales diarias.

Este enfoque puede ser brevemente descrito como sigue:

Planear: establecer los objetivos y los procesos necesarios para alcanzar (entregar, repartir) los resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar el desempeño energético y las políticas de organización.

Hacer: implementar los procesos.

Verificar: monitorear y medir los procesos y productos con referencia a las políticas, objetivos y características claves de sus operaciones y reportar los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño energético.

Las bases de este enfoque se muestran en el anexo # 2.

La aplicación global de esta Norma Internacional contribuye a lograr un uso más eficiente de las fuentes de energía disponibles, a incrementar la competitividad y a reducir el impacto ambiental asociado al uso de la energía. Esta Norma Internacional considera todos los tipos de energía, se incluyen energías renovables, no renovables y recuperadas.

Las organizaciones pueden elegir integrar la ISO 50001:2011 con las de otros sistemas de gestión, tales como calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional o responsabilidad social. Esta norma aun no esta vigente.

1.7.3- ISO 26000 responsabilidad social de 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 proveen certificación son SRA, SA y otros.

1.8-Cultura Energética en Cuba

Los problemas ambientales a causa de la explotación de los combustibles fósiles para la generación de energía y emisión de gases al medio, han hecho que se tome conciencia de la relación entre consumo de electricidad y medio ambiente, las cuales están fuertemente correlacionadas. En muchos países se realizan acciones encaminadas al uso racional de la

energía, la promoción de una cultura energética y el ahorro de energía, son actividades que se realizan por países de todos los continentes y de diferente nivel de desarrollo.

Las acciones de promoción del ahorro de electricidad y la cultura energética en Cuba abarcan todos los sectores incluyendo el educativo. El Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), fue la primera acción de carácter integral que se llevó a cabo. Se necesita una estrategia de ahorro y educación energética, que convierta a Cuba en una economía eficiente en el uso de la energía. No debe ser una consigna o una suma simple de acciones comunicativas. Es necesario lograr que las personas incorporen a cada una de sus actividades la cultura del ahorro de la electricidad en hogares, escuelas, fábricas, hospitales, etc. Cultura energética es respeto ambiental, (Centro de información y gestión tecnológica).

En Cuba se realizan numerosos esfuerzos para fomentar el ahorro energético y potenciar la cultura energética, ejemplo de ello lo es desde el año 2002 el Frente de Energías Renovables (FER), que aúna los esfuerzos para alcanzar una cultura energética y un desarrollo sostenible a partir del uso creciente de las fuentes de energía renovables.

Entre las funciones del FER se encuentran:

Elaborar y proponer al Gobierno la política y estrategia a seguir en cuanto al uso de las fuentes renovables de energía, así como mantener actualizado el Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía en lo relacionado a las fuentes renovables.

Proponer y supervisar la implementación de proyectos de energías renovables y conciliar sus esquemas de financiamiento.

Promover la creación y/o el fortalecimiento y la capacitación de grupos, instituciones y empresas capaces de realizar la investigación, la innovación tecnológica, la introducción y la divulgación de las fuentes renovables de energía para contribuir al desarrollo energético sostenible.

Contribuir, apoyar e integrar los esfuerzos nacionales para identificar, evaluar y proponer las modificaciones necesarias al Marco Regulatorio Nacional que faciliten y promuevan la introducción y desarrollo de las energías renovables.

Elaborar y proponer una política integral del país sobre el aprovechamiento de las posibilidades de la colaboración internacional en el campo de las energías renovables.

Promover la cultura del desarrollo energético sostenible basado en el uso de las fuentes renovables de energía y su uso eficiente.

Promover diversas vías de formación y capacitación de los recursos humanos en energías renovables.

Potenciar al máximo el proceso de producción e integración en la industria nacional, de partes componentes, tecnologías o equipamiento a utilizar en los proyectos de energías renovables que se aprueben.

Coordinar e integrar la actividad de investigación, desarrollo e innovación tecnológica que se realiza en los diferentes programas de ciencia e innovación tecnológica en el país.

1.9. Conclusiones parciales

1. El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exigen reducir la dependencia en la economía, del petróleo y de los combustibles fósiles, además de la necesidad de crear una cultura energética medio ambiental.
2. Existe una necesidad imperiosa de cambiar los patrones de consumo en el mundo. La sociedad capitalista actual, está basada en un consumismo desmedido, depredador del medio ambiente, insostenible para el futuro de la humanidad.
3. Los diagnósticos energéticos constituyen herramientas de gran importancia en un sistema de gestión energética pues permiten determinar las causas que inciden sobre la eficiencia energética en una organización y permiten detectar oportunidades la elevación de esta.
4. Las normas ISO 9001: 2008, la UNE 216301:2007, la ISO 50001: 2011 y la ISO 26000:2010, en su conjunto permiten las organizaciones establecer los sistemas y proceso 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.
5. En Cuba se realizan numerosos esfuerzos para potenciar la cultura energética e implantar un desarrollo energético sostenible basado en el uso eficiente de las fuentes renovables de energía, ejemplo de ello lo es el Frente de Energías Renovables (FER).

Capítulo II: Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía

2.1-Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo analizar enfoques para la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).

2.2-La Tecnología de Gestión Total de la Energía (TGTEE)

El Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), perteneciente a la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos, ha desarrollado como resultado de más de 10 años de trabajo la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), la cual tiene como objetivo central crear en las empresas las capacidades técnico organizativas propias para administrar eficientemente la energía, posibilitando el mejoramiento continuo de la eficiencia, la reducción de los costos energéticos y del impacto ambiental asociado al uso de la energía.

La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, que aplicadas de forma continua, con la filosofía y principios de la gestión total de la calidad, permiten establecer en una empresa nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía.

Las diferencias entre la tecnología de gestión total eficiente de la energía y los servicios que se ofertan en este campo están dadas porque:

- Es un proceso de reingeniería de la gestión energética de la empresa.
- Su objetivo no es solo diagnosticar y dejar un programa, sino elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa para ser autosuficiente en la gestión por la reducción de sus costos energéticos.
- Añade el estudio socio ambiental, la gestión de mantenimiento, la gestión tecnológica y los elementos de las funciones básicas de la administración que inciden en el uso eficiente de la energía.
- Es capaz de identificar un número muy superior de medidas triviales y de baja inversión para la reducción de los costos energéticos.
- Entrena, capacita y organiza los recursos humanos que deciden la reducción de los consumos y gastos energéticos creando una nueva cultura energética.

- Instala en la empresa procedimientos, herramientas y capacidades para su uso continuo y se compromete con su consolidación.

2.2.1- Aspectos que incluye la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía

La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía contiene los siguientes aspectos:

- Capacitación al consejo de dirección y especialistas en el uso de la energía.
- Establecimiento de un nuevo sistema de monitoreo, evaluación, control y mejora continua del manejo de la energía.
- Identificación de las oportunidades de conservación y uso eficiente de la energía en la empresa.
- Proposición, en orden de factibilidad, de los proyectos para el aprovechamiento de las oportunidades identificadas.
- Organización y capacitación a los trabajadores vinculados al consumo energético en hábitos de uso eficiente.
- Establecimiento de un programa efectivo de concientización y motivación de los recursos humanos de la empresa para auto diagnosticarse en eficiencia energética.
- Establecimiento en la empresa la herramientas necesarias para el desarrollo y perfeccionamiento continuo de la tecnología.

La TGTEE permite, a diferencia de las medidas aisladas, abordar el problema en su máxima profundidad, con conceptos de sistema, de forma ininterrumpida y creando una cultura técnica que permite el autodesarrollo de la competencia alcanzada por la empresa y sus recursos humanos.

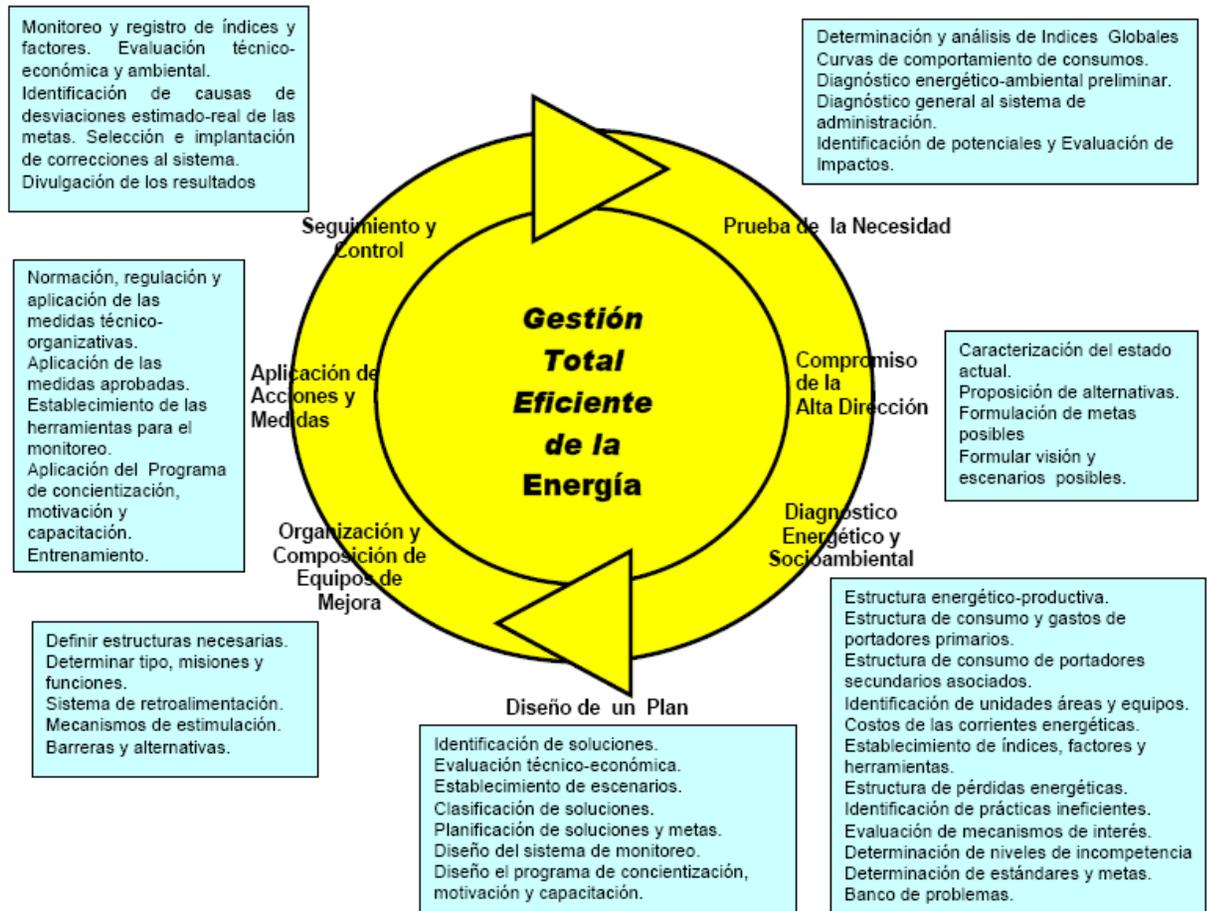


Figura 2.1- Secuencia de Aplicación de la Tecnología Gestión Total Eficiente de la Energía.

Fuente: Colectivo de autores, año 2002, Cienfuegos. Gestión energética empresarial.

2.3- Manual de Procesamientos para efectuar la Prueba de Necesidad en una empresa, desarrollado por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Gestión Total Eficiente de la Energía (CEEMA)

La Prueba de la Necesidad constituye el primer paso para implantar un Sistema de Gestión Total por la Eficiencia Energética en la empresa. De los resultados de esta prueba depende que los especialistas y la alta dirección, decidan, con elementos técnicos y económicos, continuar con la implantación y dedicar recursos materiales y humanos a esta actividad.

La metodología que se presenta sirve de guía para alcanzar los objetivos planteados en esta etapa y confeccionar el informe que debe presentarse a la alta dirección de la empresa.

La prueba de la necesidad, en sí, constituye un resultado importante, al caracterizar e identificar los principales problemas energéticos de la empresa en el ámbito general.

En el orden práctico, sus resultados permiten la planificación objetiva de los índices de consumo, la modelación de los comportamientos históricos y la cuantificación de la influencia de diferentes factores globales en los consumos, costos energéticos y gastos totales de la empresa, aspectos todos que se usan en las etapas subsiguientes de la implantación del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía.

Objetivos.

- Caracterizar el estado de eficiencia energética y de impacto ambiental de la empresa.
- Determinar potenciales globales de disminución de consumos, costos energéticos e impactos ambientales en la empresa.
- Determinar la necesidad de la empresa de implantar un sistema de gestión total eficiente de la energía.

Actividades

- Recopilación de información y datos.
- Diagnóstico de recorrido en las instalaciones de la empresa.
- Entrevistas a dirigentes, técnicos, operadores y obreros de la empresa.
- Procesamiento de la información.
- Elaboración del Informe Final de la Prueba de la Necesidad.

Herramientas.

- Hojas de Cálculo
- Diagnóstico de Recorrido
- Gráficos de Control
- Gráficos de Dispersión
- Estimación Lineal Simple
- Estimación Lineal Múltiple

- Gráfico de Correlación
- Selección Ponderada
- Gráfico de Tendencias. Método CUSUM
- Listas de chequeo

Resultados Esperados.

- Determinar la influencia del gasto de energéticos en el costo de la producción.
- Demostrar si la empresa gasta más energía de la que debiera gastar.
- Identificar los principales potenciales de reducción de los consumos y de los gastos energéticos aprovechables en forma rentable.
- Determinar si existen potenciales de reducción de los costos energéticos en el sistema de administración de la energía.
- Identificar los riesgos e impactos ambientales más generales que existen en la empresa por manejo de energía y los potenciales de su disminución.

2.3.1- Datos Necesarios

Los datos a utilizar deben corresponder preferentemente a valores mensuales del año en curso y de los dos años anteriores a éste. La Información debe ser la siguiente:

- Gastos totales de la empresa por partidas principales, en MLC y MN.
- Consumo energético por portadores y consumo total equivalente. En el caso de la electricidad, si por la tarifa aplicada se registra por separado, desglosar el consumo y la demanda máxima en día, pico y madrugada.
- Producción (total en unidades equivalentes y desagregadas por tipo de producto principal).
- Gastos por portadores energéticos. En el caso de la electricidad, además del gasto total, desglosar el gasto de acuerdo a la tarifa por los conceptos de: consumo en día, pico y madrugada, demanda máxima contratada, demanda máxima real, penalización o bonificación por factor de potencia.
- Índices de consumo, de eficiencia y económico-energéticos que se controlan en la empresa.
- Valores de diseño. Normativos, referencias nacionales e internacionales de los índices principales que controla la empresa y el organismo.

- Cantidad de interrupciones, tiempo de paradas, cantidad de producciones rechazadas y/o pérdidas de materiales en procesos en la empresa.
- Tarifa eléctrica contratada en la empresa (la actual y la que se prevé en caso pertinente).

2.3.2- Metodología

1. Influencia del gasto energético en el costo de producción

1.1. Realizar la estructura de gastos anuales por partidas en MN y en MLC.

1.2. Realizar la estructura de consumo anual en toneladas equivalentes de petróleo de la empresa por portadores energéticos.

1.3. Realizar la estructura de costos por portadores energéticos de la empresa.

1.4. Realizar gráficos de control de:

1.4.1 Gastos Energéticos mensuales.

1.4.2 Factura total de electricidad.

1.4.2.1 Factura pagada en horario pico mensual.

1.4.2.2 Factura pagada por demanda máxima mensual.

1.4.2.3 Factura pagada o bonificación recibida por factor de potencia mensual.

1.5 Realizar gráfico de tendencia de los gastos totales y de los gastos energéticos de la empresa. Utilizar como referencia años 1 y 2 y plotear año actual.

1.6 Realizar gráfico (dispersión) de gastos totales y gastos en energéticos en función de la Producción. Determinar tendencia del comportamiento de ambos respecto a la producción.

2.3.3- Análisis del comportamiento de los índices de consumo, de eficiencia y económico-energéticos que se utilizan hoy en la Empresa

Índice	Valor del índice								Nivel				Uso dado al indic.	Observaciones
	Real Año1	Real Año2	Real Año Actual	Planificado	Normativo.	Diseño.	Ref. Nac.	Ref. Internac.	Emp.	Unid.	Area.	Equip.		

Los índices más comunes son:

Índices de consumo:

- Energía total o por portador consumida/Producción Bruta realizada.

Índices de Eficiencia:

- Energía real consumida/Energía que debe consumirse o necesaria.

Índices Económico-Energéticos:

- Gastos Energéticos Totales o por Portador/Gastos Totales de la Empresa.
- Costo de la Energía Total consumida/Valor de la Producción Total Realizada.
- Energía Total Consumida/Valor de la Producción Total Realizada.
- Costo de la Energía Total consumida / Horas Totales Productivas.

El índice de consumo o consumo específico de energía se define como la cantidad de energía por unidad de producción o servicios, medidos en términos físicos (productos o servicios prestados). La intensidad energética, aunque se emplea con determinadas limitaciones a nivel de empresa, se utiliza fundamentalmente para dar seguimiento a los cambios en la eficiencia con que los países o ramas de la economía usan la energía. Se define como la relación entre el consumo de energía en unidades tales como: Tcal, TJ o toneladas equivalentes de petróleo (TEP) e indicadores de la actividad económica, normalmente el producto interno bruto (PIB) o el valor agregado (VA) de la rama de actividad. Para una empresa, la intensidad energética sería la relación entre el consumo total de energía primaria y la producción mercantil expresada en valores.

2.3.4-Determinación de los sobre consumos y potencial de ahorro posible de los de los índices censados

Indice	Tipo			Sobreconsumo actual con respecto a:				Nivel				Po-ten-cial	Obser-vaciones
	Efic	Cons	Econ	Diseño	Norma-tivo.	Nac	Intern.	Emp.	Unid	Area	Eq		

2.3.5-Realización de los gráficos de control de los índices globales principales

Se toman los valores históricos mensuales del año 1, año 2 y año actual.

Curvas de Comportamiento Energético al nivel de Empresa.

No	Tipo de Curva	Periodos a Graficar	Eje Y	Eje X	Parámetros A Graficar
1	Curva E,P-Mes	Año 1, Año 2, Año Act.	Consumo (E) y Prod. (P)	Meses	Consumo Total Equiv. y P.vs.Mes Consumo por portador principal y P.v.s. Mes
2	Curva E-P	Año 1, Año 2, Año Act.	Consumo (E)	Prod. (P)	Consumo Total Equiv. vs P. Consumo por portador principal v.s. P.
3	Gráfico de Control	Año 1 y 2 y el actual	Consumo, Producción	Meses	Valor Medio y Real del Consumo y de la Producción vs. Meses
4	Gráfico IC-P	Año 1, Año 2	Indice de Consumo ó Consumo Específico (IC= E/P)	Prod. (P)	Consumo Específico vs. Producción, usando los datos de los años 1 y 2. Se plotea el actual sobre la gráfica obtenida.
5	Gráfico de Tendencia del consumo de energía (CUSUM)	Año 1, Año 2	Suma acumulativa	Meses	Suma acumulativa de las desviaciones del consumo con respecto a la ecuación ajustada de los años 1 y 2 con respecto al valor real actual.

2.3.6-Determinación de factores que inciden en el consumo y los costos energéticos

1. Identificación de factores: Realizar con los especialistas un proceso de selección ponderada para determinar los factores generales que más influyen al nivel de empresa sobre los consumos y costos energéticos. Los factores que se listen deben cumplir los siguientes requisitos: tener valor cuantitativo o cualitativo bien determinado, haber sido contabilizados y registrados mensualmente junto a los consumos, correlacionar con los valores de consumo de energéticos correspondientes o con su variación.

Ejemplos de factores generales influyentes en el consumo y los costos energéticos a nivel de empresa:

- Nivel de producción.
- Estructura de la producción.
- Temperatura ambiente.
- Cantidad de interrupciones.
- Tiempo de paradas mensual (o eficiencia operacional).
- Cantidad de rechazos de la producción.
- Tipo de materia prima.
- Horarios de trabajo de equipos y procesos (en el caso de tarifas eléctricas con costos diferentes de acuerdo al horario).
- Tipo de combustible (cambios en el valor calórico, composición etc.)

2. Análisis de correlación: Realizar un diagrama de dispersión del consumo de portadores energéticos con cada uno de estos factores para determinar si existe correlación y de qué tipo. Pueden usarse las herramientas de cualquier programa utilitario, por ejemplo, Excel del Microsoft Office. En caso de existir más de un portador energético principal en la empresa se realizar esta correlación para el consumo total equivalente y para cada portador por separado.

3. Análisis de influencias: Trazar las curvas de comportamiento del consumo específico de portadores energéticos con los factores que hayan correlacionado.

2.4- Diagnóstico al sistema de dirección y control

Responder a las siguientes preguntas:

<i>Preguntas</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>
1. ¿Está definido en qué grado influyen los costos energéticos en los costos totales de producción?		
2. ¿Está definido el peso que tiene cada portador energético en el consumo y en el costo total de la energía?		
3. ¿Existe un sistema de monitoreo y control de la eficiencia?		
4. ¿Existen registros del sistema de monitoreo?		
5. ¿Está basado el sistema de monitoreo y control de la eficiencia energética en índices de eficiencia, consumo y economía energética?		
6. ¿La planificación del consumo de portadores y el monitoreo y control llega hasta las áreas y equipos mayores consumidores?		
7. ¿Se monitorean índices de eficiencia, consumo y economía energética en los niveles necesarios?		
8. ¿Las áreas y equipos mayores consumidores cuentan con estándares y metas de consumo fundamentadas técnicamente?		
9. ¿Están identificados los recursos humanos que más influyen en la eficiencia energética?		
10. ¿Están identificados los problemas de prácticas ineficientes de estos recursos humanos?		
11. ¿Es el nivel de competencia de estos recursos humanos el adecuado para la labor que realizan?		
12. ¿Se capacitan y recalifican con la frecuencia necesaria estos recursos humanos?		
13. ¿Existe estabilidad laboral de estos recursos humanos?		
14. ¿Están establecidos mecanismos de interés funcionales para la eficiencia energética en la empresa?		
15. ¿Están organizados los recursos humanos en la empresa para trabajar por la eficiencia energética?		
16. ¿Existe un plan de inversiones en eficiencia energética a corto, mediano y largo plazo debidamente fundamentado técnica y económicamente?		
17. ¿Se han ejecutado en el último año inversiones para elevar la eficiencia energética?		
18. ¿Es adecuada la tarifa eléctrica seleccionada por la empresa?		
19. ¿Existe un plan de concientización del personal alrededor de la eficiencia energética?		

20. ¿Existe un sistema de divulgación interna de las mejores experiencias en materia de ahorro de energía?		
21. ¿Se cumplen por la empresa las medidas orientadas por el PAEC y el Plan de Contingencia Energética?		
22. ¿Es fuerte el Movimiento del Fórum de la empresa en el trabajo por la eficiencia energética?		
23. ¿Se han realizado generalizaciones de soluciones del Fórum en función de la eficiencia energética en el último año?		
24. ¿Ha realizado la ANIR de la empresa innovaciones en función de la eficiencia energética?		
25. ¿Existe algún otro sistema para la estimulación de la creatividad de los técnicos en la búsqueda de soluciones para el ahorro de energía?		

2.5- Impacto ambiental del manejo de la energía

- Identificación de riesgos e impactos (piscinas de derrame de combustibles, estado técnico de líneas y contactos de transmisión eléctrica, medios de protección, estado técnico del equipamiento energético peligroso, efluentes contaminantes etc.)
- Valoración de su magnitud y posible incumplimiento de las normas.
- Evaluación de potenciales y vías generales para su disminución.

2.5.1- Inspección de recorrido a las plantas de la empresa

Consta de la realización del recorrido a las Unidades de Servicio Energético (casa de caldera, estaciones de bombeo, estaciones de compresión, bancos de transformadores, sistemas centralizados de refrigeración etc.) y unidades de producción (líneas de producción o servicios productivos), con el fin de confeccionar una Lista de Chequeo para evaluar los siguientes aspectos:

- Estado técnico y operacional del equipamiento.

Estado, completamiento y certificación de la instrumentación, estado de los sistemas de transformación y distribución de la energía, estado de la combustión, temperatura de gases de salida de calderas y hornos, recuperación de condensados, niveles de presión de aire, vapor y agua producidos en comparación con los requeridos, temperaturas de refrigeración y congelamiento producidas en comparación con las requeridas, incrustaciones en evaporadores y condensadores, estado de difusores, regímenes de descongelación, estado de trampas, aislamientos, fugas o salideros, equipos eléctricos sin uso consumiendo, capacidades en exceso de transformación conectadas, sobredimensionamiento de equipos, sistemas de regulación ineficientes o sin funcionamiento, sistemas automáticos fuera de servicio, tipo de tecnología utilizada, nivel del factor de potencia, equipos trabajando en vacío, nivel de

ensuciamiento de intercambiadores de calor, caídas de presión en tuberías sistemas de iluminación ineficientes, ganancias térmicas en locales acondicionados, subutilización de equipos o espacios refrigerados, desaprovechamiento de efluentes térmicos, uso de regímenes de funcionamiento inadecuados, trabajo en regímenes tecnológicos menores consumidores, evaluación de pérdidas de materiales.

- Nivel de operación

Existencia de registros y libros de incidencia, manuales de operación y de mantenimiento, conocimiento de medidas de ahorro generales, en puestos de trabajo y en el pico, sistemas de coordinación entre áreas para desconexiones ante paradas y cambios de regímenes de trabajo, medidas de acomodos de carga de acuerdo con la tarifa eléctrica contratada, ubicación, estado y uso de los medidores de consumo eléctrico, de combustible y de energéticos secundarios, conocimiento de los costos de los portadores primarios y secundarios de energía, existencia de medidas tecnológicas para el ahorro de energía, funcionamiento del sistema de monitoreo, efectividad de la retroalimentación del sistema del monitoreo, sondeo de niveles de competencia del personal, sondeo de los mecanismos de motivación del personal, existencia y funcionamiento de estructuras creadas para el ahorro, posibilidades y uso de las medidas de acumulación de energía térmica fuera del pico, evaluación ocular de hábitos de uso final de la energía y el agua, existencia de inspecciones periódicas al uso eficiente de la energía, existencia de sistemas de control a las medidas de ahorro y acomodo de carga.

2.6- Estructura del Informe Final de la Prueba de la Necesidad

10.1 Resumen Ejecutivo

10.1.1 Caracterización Energética de la Empresa

10.1.2 Potenciales generales de reducción del consumo y los costos energéticos

10.1.3 Listado de Recomendaciones.

10.1.4 Conclusiones.

10.2 Introducción

10.2.1 Datos Generales

10.2.2 Estructura General de Gastos en MLC y MN. Comentarios

10.2.3 Estructura de Consumo de portadores Energéticos. Comentarios

10.2.4 Estructura de Gastos de los portadores energéticos. Comentarios

10.2.5 Índices fundamentales de consumo, eficiencia y economía energética de la empresa. Posición que ocupa la empresa nacional e internacionalmente en su rama.

10.3 Estado Energético de la Empresa

- 10.3.1 Análisis del comportamiento histórico de indicadores. Gráficos de control. Sobre consumos. Potenciales de Ahorro.
- 10.3.2 Análisis del comportamiento histórico energético de la empresa. Curvas de comportamiento. Modelación matemática. Comentarios. Potenciales de Ahorro.
- 10.3.3 Factores fundamentales que influyen en el consumo energético de la empresa. Curvas de Consumo Específico vs. Factores. Comentarios. Evaluación cuantitativa del nivel de influencia. Comentarios. Potenciales de Ahorro.
- 10.4 Influencia de los gastos energéticos en el costo de producción.
 - 10.4.1. Análisis del comportamiento histórico de los gastos energéticos. Gráficos de control.
- 10.5 Comentarios.
 - 10.5.1 Potenciales de Ahorro.
 - 10.5.2 Análisis de las Tendencias del comportamiento de los gastos totales y energéticos de la empresa. Sobre consumos. Potenciales de Ahorro.
 - 10.5.3 Análisis de factores que influyen en el gasto unitario de producción. Modelación matemática. Potenciales de Ahorro.
- 10.6. Resultados del diagnóstico al sistema de dirección y control.
 - 10.6.1 Potenciales cualitativos en el sistema de monitoreo y control.
 - 10.6.2 Potenciales cualitativos en la concientización, motivación y capacitación de los recursos humanos.
- 10.7 Resultados del diagnóstico de recorrido al equipamiento.
 - 10.7.1 Potenciales cualitativos generales con inversiones en eficiencia energética
- 10.8 Impactos y riesgos ambientales del manejo de la energía.
 - 10.8.1 Impactos y riesgos identificados. Magnitud. Potenciales de reducción.
- 10.9 Conclusiones y Recomendaciones

2.7-Metodología del diagnóstico energético

La metodología del diagnóstico energético se puede dividir en las siguientes etapas:

1. Planeación: identificar áreas importantes en planta y definir centros de costos contables de energía, planear el uso eficiente del tiempo del equipo de auditoría.
2. Obtención de datos básicos: obtener los datos básicos disponibles acerca del consumo energético y las actividades de producción. En esta fase deben recolectarse las especificaciones de equipo y proceso

3. Datos de prueba del equipo: llevar a cabo corridas de prueba y mediciones para obtener nuevos datos acerca de las condiciones reales de operación así como la eficiencia de los equipos y procesos claves.
4. Análisis de datos: analizar los datos obtenidos, incluyendo presentaciones gráficas. Calcular los balances de energía de planta y los departamentos principales. Calcular eficiencias de equipo y procesos. Establecer balances de vapor y energía eléctrica de planta.
5. Recomendaciones de baja inversión o que no requieren inversión: identificar prácticas operativas, de mantenimiento y actitud que pueden ahorrar energía o mejorar eficiencias. Especificar procedimientos a seguir y determinar ahorros de energía y reducciones de costos susceptibles de obtenerse.
6. Inversiones de capital: identificar oportunidades de ahorro de energía que requieren inversiones de capital. Especificar equipo a reemplazar, adquirir o rehabilitar. Determinar períodos de recuperación de inversión o tasas de retorno.
7. Plan de acción: delinear un plan de acción claro que contemple todos los tópicos requeridos para poder implementar las recomendaciones en planta, incluyendo prioridades, procedimientos, recursos y costos.
8. Reporte. Preparar un reporte completo para la gerencia, resumiendo los hallazgos realizados en la auditoría, las recomendaciones hechas (con justificaciones) y la implementación del plan de acción.

2.8- Herramientas para establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía

Para el establecimiento de un sistema de gestión total eficiente de la energía se utilizan una serie de herramientas, las cuales son:

- Diagrama Energético – productivo
- Gráficos de control
- Grafico de consumo y producción en el tiempo (E –P vs. T)
- Diagramas de dispersión y correlación
- Diagramas de consumo – producción (E vs. P)
- Diagrama índice de consumo – producción (IC vs. P)
- Grafico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM)
- Diagrama de Pareto
- Estratificación

2.8.1-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.

Utilidad del Diagrama Energético – Productivo

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

2.8.1.1- Forma de preparar un diagrama energético-productivo

Pasos para la elaboración del diagrama energético – productivo:

1. Elaborar el flujograma del proceso productivo de la empresa.
2. Indicar con flechas las entradas de materiales y el tipo de material, de energéticos o tipo de energético, así como las salidas de productos y sus tipos, los rechazos o residuos de productos y sus tipos y los efluentes energéticos y sus tipos.
3. Escribir en las flechas las magnitudes de los elementos representados, en las mismas unidades de medición de ser posible. En el caso de energéticos, expresar las magnitudes en tep o kWh, en las unidades características de ese tipo de energía y en porcentaje respecto al consumo total de cada portador energético.

Indicar además, la productividad de cada etapa del proceso, así como las magnitudes de productos que no pasan a la etapa siguiente y se almacenan en caso que existan.

4. A partir del diagrama confeccionar una tabla de consumos y efluentes energéticos por etapas del proceso productivo como se muestra en la tabla siguiente.
5. Establecer los posibles indicadores de control por área para cada tipo de portador energético.
6. Establecer la producción equivalente de la empresa.

Tabla de consumos y efluentes energéticos

Proceso	Consumo Energético				Efluentes Energéticos						
	Portador 1		Portador 2		Gases		Líquidos		Sólidos		
	Unid. Caract	Unid. Equiv.	Unid. Caract	Unid. Equiv.	Unid. Caract	Unid. Equiv.	Unid. Caract	Unid. Equiv.	Unid. Caract	Unid. Equiv.	
Total											

2.8.2-Gráficos de Control

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

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir, existe un valor medio M del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar del valor medio. Este comportamiento permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado.

Utilidad de los gráficos de control

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

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

El uso del gráfico de control es de gran utilidad para la disminución y control de los consumos energéticos pues permite:

- Identificar las pautas anómalas que presenta el gráfico.
- Determinar las causas de cada anomalía, verificando qué factores de producción u otro tipo variaron el período de la anomalía y cómo variaron.
- Verificar que en los estados estables estos factores no influyeron.
- Establecer acciones o estrategias para eliminar las anomalías que provocan incremento de los consumos o mantener las condiciones que provocan reducción de los mismos.

Una vez que se hayan adoptado acciones para evitar la recurrencia de los problemas, se descartan los datos de las anomalías y se calculan los nuevos límites de control para el seguimiento del comportamiento de los consumos. Si solamente 1 de 35 puntos consecutivos o 2 de 100 consecutivos están fuera de los límites de control se puede considerar estable el proceso y continuar empleando los mismos límites.

2.8.3-Grafico de Consumo y Producción en el Tiempo (E–P VS. T)

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

Utilidad de los gráficos E-P vs. T

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

2.8.4-Diagramas de Dispersión y Correlación

En un gráfico que muestra la relación entre 2 parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico X, Y si existe correlación entre dos variables y en caso de que exista, que carácter tiene esta.

Utilidad de los diagramas de dispersión y correlación

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

2.8.5-Diagrama de Consumo – Producción (E VS P)

Para las empresas industriales y de servicios realizar un diagrama de dispersión de la energía usada por mes u otro período de tiempo con respecto a la producción realizada o los servicios prestados durante ese mismo período revela importante información sobre el proceso. Este gráfico de E vs. P puede realizarse por tipo de portador energético y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión.

Utilidad de los diagramas E vs. P

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

2.8.6-Diagrama Índice de Consumo – Producción (IC VS. P)

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

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

$$E = m * P + E_0$$

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

$$IC = m + E_0/P$$

El gráfico IC vs P es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje x al valor de la pendiente m de la expresión $E = f(p)$, es muy útil para establecer sistemas de gestión energética y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores.

Utilidad de los diagrama IC vs. P

- Establecer metas de índices de consumos en función de una producción planificada por las condiciones de mercado.
- Evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado
- Determinar el punto crítico de producción de la empresa o de productividad de un equipo y planificar estos indicadores en las zonas de alta eficiencia energética.
- Determinar factores que influyen en las variaciones del índice de consumo a nivel de empresa, área o equipo.

2.8.7-Grafico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM)

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

Utilidad del gráfico de tendencia

- Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a la variación de los consumos energéticos.

- Compara la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción.
- Determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base.
- Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

2.8.8-Diagrama de Pareto

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

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

Utilidad de los diagrama de Pareto

Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.

Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.

Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

2.8.9-Estratificación

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

La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control,

los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y las herramientas de descripción de efectos.

Utilidad de la estratificación

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

2.9- Áreas de oportunidad para incrementar la Eficiencia Energética en diferentes sistemas

En las organizaciones existen áreas de oportunidad para incrementar la eficiencia energética en diferentes sistemas, estos son:

Iluminación

- Comprobación de niveles de iluminación existentes respecto a las normativas, reducir niveles de iluminación excesiva a los niveles estándares
- Controlar el uso de iluminación mediante temporizadores, sensores de presencia y foto celdas.
- Instalar alternativas eficientes en lugar de luces incandescentes, bombillas de vapor de mercurio etc.
- Seleccionar balastos y lámparas cuidadosamente teniendo en cuenta que tengan factores de potencia altos y eficiencia a largo plazo.
- Actualizar sistemas fluorescentes obsoletos a lámparas T-8 y balastos electrónicos.
- Considerar sistemas de iluminación para compartimentar su uso.
- Iluminar puntos específicos en lugar de iluminar fondos.
- Limpieza o sustitución de difusores y pantallas.
- Pintar paredes, techo y columnas de colores claros.
- Disminución de altura de las lámparas

- Uso de lámparas de valor de sodio de alta o baja presión en áreas externas que no requieren nitidez.
- Utilización de reflectores ópticos para aumentar el nivel de iluminación.
- Aprovechamiento de niveles de iluminación en áreas comunes.
- Cambiar señales de salida de incandescentes a diodos emisores de luz (LED).

Sistemas Eléctricos.

- Selección adecuada de la tarifa. Reducción de la demanda contratada.
- Determinar las áreas que son factibles de controlar para implantar la autogeneración y cogeneración.
- Eliminar las pérdidas por conexiones falsas a tierra.
- Efectuar acomodos de cargas reducción del uso de equipos en el horario pico sin afectar el servicio.
- Revisión de la selección de las bombas en función de la carga, flujo y tiempo de operación necesaria.
- Eliminar simultaneidad en el uso de equipos altos consumidores. Ejemplo: Elevadores de hoteles etc.
- Programación especial de elevadores para disminuir su uso.
- Prevenir el bajo factor de potencia mediante la selección u operación correcta de compensadores (motores sincrónicos, capacitores)
- Conectar los capacitores de carga cerca de la carga que van a compensar.
- Sustitución de motores sobredimensionados.
- Establecer mantenimientos periódicos a los sistemas de compensación de potencia reactiva.
- Selección apropiada de los motores eléctricos (tipo y potencia).
- Verificar y garantizar la calidad de las reparaciones de los motores rebobinados.
- Empleo de motores trifásicos en lugar de monofásicos (3-5% mayor de eficiencia).
- Evitar el trabajo en vacío de motores.
- Instalación de capacitores en los circuitos con mayor número de motores o en los motores de mayor capacidad.
- Seleccionar correctamente la velocidad del motor (los motores de alta velocidad son más eficientes)

- Utilizar motores sincrónicos en lugar de motores de inducción cuando se requieren motores de gran potencia y baja velocidad.
- Empleo de motores y transformadores de alta eficiencia.
- Evitar concentración de motores en lugares poco ventilados.
- Balancear la tensión de alimentación en motores trifásicos de corriente alterna.
- Instalar arrancadores electrónicos en lugar de reóstatos convencionales para el arranque de motores de corriente directa.
- Uso de variadores de frecuencia para regulación de velocidad (Accionamiento de bombas, compresores y ventiladores con flujos variables)
- Preferir acoplamiento individual en accionamientos con grupos de motores.
- Acoplar siempre que se pueda directamente el motor de la carga.
- Revisar conexiones del motor periódicamente.
- Verificar periódicamente la alineación del motor con la carga impulsada.
- Mantener en buen estado los medios de transmisión motor-carga, así como los cojinetes del motor.
- Operación económica de transformadores que trabajan en paralelo.
- Sustitución de calentadoras eléctricos por calentadores de gas o fluidos térmicos donde existan condiciones.
- Mejora en la calidad de la energía eléctrica.
- Aprovechamiento de las potencialidades propias de generación y cogeneración.
- Generación con plantas de emergencia en horarios pico.

Sistemas de aire comprimido.

- Cuantificación, detección y eliminación de fugas.
- Seccionalización del sistema para aislar las tuberías de aire comprimido que no se usan.
- Usar controles de drenaje en lugar de purgas continuas de aire a través de los drenajes
- Revisar y reparar las trampas automáticas de evacuación.
- Reducción de la presión al mínimo requerido.
- Uso adecuado del aire comprimido. Sustitución de accionamientos neumáticos por otros más eficientes energéticamente.
- Eliminación de uso de aire comprimido para barrido o soplado.
- Mejoras en el sistema de control de los compresores.

- Limpieza o recambio regular de los filtros de entrada de aire del compresor.
- Ubicación de la toma de aire de entrada ubicada en el punto más frío posible.
- Revisión periódica y mantenimiento del sistema de tratamiento de aire.
- Unificación de horarios en las áreas a las que sirve el aire comprimido.
- Separación de circuitos a diferentes presiones.
- Uso de compresores locales para satisfacer demandas específicas.
- Incremento en la capacidad de receptores de aire.
- Ubicación de receptores de aire en zonas para simular picos de demanda.
- Remodelación del sistema de distribución de aire comprimido.
- Recuperación del calor en los compresores.
- Reemplazar correas en V estándar por correas dentadas de alta eficiencia a medida que las viejas se vayan desgastando.

Sistema de refrigeración y acondicionamiento de aire.

- Incrementar la temperatura del agua helada en los chillers, en los locales climatizados o en las cámaras al máximo admitido por los procesos y productos.
- Ajustar los termostatos en locales climatizados a 25 °C.
- Introducir los productos en las cámaras a la menor temperatura posible.
- Aprovechamiento al máximo de la capacidad de las cámaras y reducción del número de cámaras en operación.
- Limpieza del evaporador.
- Maximizar la superficie común entre las cámaras en operación.
- Seccionalización de cámaras subcargadas.
- Mantener el aislamiento en buen estado y evaluar si en las condiciones actuales su espesor resulta el económico.
- Reducir las entradas de aire exterior mediante adecuada hermeticidad de las puertas, empleo de puertas automáticas, cortinas, antecámaras y reducir el tiempo de apertura de las puertas mediante medidas organizativas.
- Reducir la potencia de los equipos interiores, apagado de luces en cámaras cerradas, uso de iluminación y equipos eficientes.
- Reducción de empaques y soportes innecesarios en el almacenamiento de productos.

- Mantener condiciones de circulación del aire, adecuadas dentro de las cámaras, espacios entre los productos que aseguren la circulación del aire y la uniformidad de la temperatura.
- Mantener la velocidad del aire sobre los productos en valores entre 2 y 7 m/s.
- Correcta ubicación de los condensadores enfriados por aire.
- Tratamiento adecuado del agua de enfriamiento para evitar incrustaciones en las superficies de transferencia de calor de los condensadores.
- Limpiar los filtros de aire regularmente una vez por semana.
- Apagar los equipos de climatización en habitaciones vacías.
- Estudio de cargas de enfriamiento en diferentes locales climatizados para establecer la estrategia ocupacional.
- Reducción de la presión de condensación
- Limpieza periódica de las superficies de transferencia de los condensadores.
- Purga continua de los gases incondensables del sistema.
- Ampliación de la capacidad de los condensadores.
- Variar la velocidad o cantidad de ventiladores en servicio en torres de enfriamiento y condensadores evaporativos.
- Recuperación del calor de condensación.
- Sistemas de acumulación de frío.
- Lograr un correcto funcionamiento de las torres de enfriamiento.

Ventiladores.

- Selección adecuada de los ventiladores (tipo y capacidad)
- Ubicar la toma de aire de manera que se obtenga una óptima calidad este y la mejor eficiencia.
- Usar conductos de toma de aire de borde redondeados y suaves o conos en la succión.
- Minimizar las obstrucciones en las entradas y salidas de los ventiladores.
- Limpiar los filtros y las rejillas con regularidad
- Reducir la velocidad de rotación en ventiladores sobredimensionados.
- Considerar el uso de ventiladores de dos velocidades y trabajar en lo posible en lo más baja.
- Usar correas antideslizantes.
- Verificar la tensión de las correas regularmente.

- Usar variadores de velocidad para cargas variables del ventilador.
- Usar motores eficientes para operaciones continuas o discontinuas.
- Usar conductos bien dimensionadas con las curvas y transiciones adecuadas.
- Eliminar fugas en los conductos.
- Apagar los ventiladores cuando no estén en uso.
- Usar diseños de impelentes de sopladores con alabes inclinados hacia atrás.

2.10- Conclusiones parciales

1. La Gestión Total Eficiente de la Energía consiste en una tecnología integrada por un paquete de procedimientos y herramientas técnico-organizativas, la cual permite identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos energéticos de la empresa.
2. El Manual de Procedimientos forma parte de la Tecnología para 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, es una guía para la realización de la Prueba de la Necesidad que constituye el primer paso para implantar un Sistema de Gestión Total por la Eficiencia Energética en la empresa.
3. La Prueba de Necesidad constituye un resultado importante al caracterizar e identificar los principales problemas energéticos de la empresa en el ámbito general.

Capítulo III: Diagnóstico energético a la empresa de Cereales Cienfuegos

3.1-Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo realizar la caracterización general de la empresa, objetivos, misión, visión, estructura organizativa y descripción de los principales procesos. Se hace un análisis del comportamiento de los diferentes portadores energéticos utilizados en la empresa Cereales Cienfuegos, mediante el empleo de procedimientos, herramientas técnico – organizativas, aplicadas de forma continua con la filosofía de gestión total de la calidad, permitiendo proponer mejoras en lo referente a la eficiencia energética.

3.2-Characterización general de la organización objeto de estudio

La empresa Cereales Cienfuegos se encuentra localizada en Zona Industrial No. 2 carretera O'Bourke, municipio y provincia de Cienfuegos. La organización clasifica por sus características como una Empresa con personalidad jurídica propia, de subordinación nacional perteneciente a la Unión Molinera del MINAL. La Empresa de Cereales fue fundada en el año 1976, es la única de su tipo en la Región Central y una de las cinco de todo el país. Desde su creación ha tenido como función abastecer de harina de trigo a una amplia región del país, producto este obtenido a partir de procesamiento de la molienda del trigo, el cual es empleado en la elaboración de alimentos así como la venta del subproducto de este proceso.

3.2.1-Reseña histórica

En el año 1976 se puso en marcha la línea de harina de maíz de tecnología Italiana (Ocrim de Cremona) con una capacidad de 160 ton por día. En este año se le denomina como Empresa Molino de Maíz de Cienfuegos. En el año 1982 el molino de maíz es transformado para molino de trigo con una capacidad de 100 ton por día. Pasados algunos meses se comienza a construir una batería de silos con una capacidad total de 30 000 ton y con una capacidad de descarga portuaria de 150 ton al día. En este mismo año toma el nombre de Empresa de Cereales Cienfuegos con el código No. 110.0.1603. Al año siguiente se acomete una nueva inversión de silos, hasta llegar a 4 baterías con una capacidad de almacenamiento de 60 000 ton de cereales y 300 ton diarias de descarga portuaria.

Como toda empresa cubana tuvo un considerable descenso en los niveles de su producción durante la década del 90, alrededor del año 1997 se aprecia una rápida recuperación gracias al trabajo recíproco de la dirección del centro, con los factores y los trabajadores en general, lo cual la ubica en una situación muy favorable en cuanto a la

producción. El proceso de Perfeccionamiento Empresarial comenzó en Cereales Cienfuegos en el año 2000.

A partir del año 2003 se realiza un nuevo proceso inversionista donde se introduce tecnología de punta con producciones más limpias de harina a partir del cambios tecnológicos en el Molino No. 1, patrocinados por la firma italiana GBS, con solo dos líneas productivas que aumentan la capacidad y efectividad de esta área a 350 ton diarias.

3.3-Objeto Social

- Brindar servicios de almacenaje con capacidades eventualmente disponibles en ambas monedas.
- Prestar servicios de descarga portuaria en ambas monedas.
- Realizar el proceso de molinería de trigo en grano para la producción de harina para el consumo humano y otros productos derivados y la comercialización mayorista en ambas monedas.

3.3.1-Planeación estratégica de la empresa Cereales Cienfuegos

Misión.

Satisfacer el consumo de harina y otros productos derivados del proceso de molinación de trigo en grano para la comercialización mayorista, así como prestar servicios de descarga portuaria y almacenaje con capacidades eventualmente disponibles en ambas monedas. Contando con una alta tecnología y calidad de las producciones.

Visión.

La visión de la empresa se define:

- Cuenta con una tecnología de avanzada dentro de la rama que garantiza altos niveles productivos con calidad y eficiencia.
- La empresa tiene aplicado un sistema íntegro de Gestión de los Recursos Humanos que le posibilita obtener crecientes resultados.
- La Unidad de Base de Mantenimiento y Abastecimiento realiza un sostenido y eficiente trabajo de mantenimiento y reparación del equipamiento industrial, así como en el aseguramiento de los recursos que garantizan mantener en óptimas condiciones toda la empresa.

- Los servicios de la Unidad Empresarial de Base de Descarga y Entrega son reconocidos como los mejores del país en su tipo.
- Cuenta con un alto nivel de automatización en todas las áreas de la empresa.
- Los indicadores de eficiencia están en correspondencia con los altos niveles de producción.
- Es una empresa rentable.
- Los clientes están satisfechos con los productos y servicios que se ofertan.
- Los productos se insertan con la mayor calidad y competitividad en el mercado en divisa.

3.3.2-Estructura organizativa

La empresa está constituida por tres direcciones fundamentales, Dirección de Contabilidad y Finanzas, Dirección de Recursos Humanos y Dirección Técnica de Calidad y Desarrollo. De conjunto con 5 unidades empresariales de base la Dirección de Contabilidad y Finanzas tiene como función registrar, clasificar, controlar y resumir en términos monetarios las operaciones que se realizan en la entidad. Las operaciones se realizan teniendo en cuenta los principios de la contabilidad que son: registro, uniformidad, exposición, prudencia no compensatoria, período contable, entidad en marcha y revelación suficiente. La dirección de Recursos Humanos organiza el trabajo y salario de la fuerza laboral y controla los medios de protección y capacitación de los trabajadores.

La dirección de Técnica de Calidad y Desarrollo es la encargada de exigir y controlar que los productos tengan la calidad aceptable para los clientes, cuenta con un personal técnico preparado para enfrentar las situaciones que se presenten en la entidad; por ejemplo situaciones tecnológicas, energéticas e informáticas por solo mencionar algunas.

En el anexo # 3 se muestra una tabla con el total de trabajadores que presenta la empresa para el desarrollo de sus actividades y se refleja gráficamente en los anexos # 4 y 5 la categorización ocupacional y el nivel escolar respectivamente.

La empresa se encuentra estructurada por UEB fundamentales:

La UEB de Descarga y Entrega tiene como objetivo fundamental descargar el cereal para el proceso de molienda del trigo y la entrega del mismo a diferentes empresas, además almacena el cereal para la Fábrica de Pienso.

La UEB de Servicio está confeccionada para prestar servicios a las diferentes UEB y direcciones, como son: transporte, comedor-cafetería, recreación, panadería, etc.

La UEB de Mantenimiento y Abastecimiento tiene como responsabilidad prestar servicio de mantenimiento y almacenamiento a las diferentes UEB y direcciones.

La UEB de Comercialización es la encargada de la comercialización y distribución de los productos terminados, estableciendo de manera congruente la relación cliente-consumidor.

La UEB de Molinería como principal tarea desarrolla la producción de harina, cuenta con tres líneas de producción, las dos primeras líneas son de tecnología de punta Italiana y una tercera con tecnología más atrasada Alemana. Controla el proceso de empaque, donde es envasado y etiquetado el producto final, quedando listo para su comercialización.

3.3.2.1- Principales clientes, proveedores y áreas de la empresa Cereales Cienfuegos

El uso final del producto se destina al comercio mayorista abasteciendo principalmente la región central, estando entre sus primeros clientes:

De trigo: Alimentaría Cienfuegos, Alimentaría Villa Clara, Conservas Sancti Spíritus, Alimentaría Camagüey y Alimentaría Ciego de Ávila.

De afrecho: Fábrica de Piensos Cienfuegos, OLPP, Porcinos Región Central de Cuba, MININT, MINFAR, CAI Arrocero Región Central de Cuba, Empresas Ganaderas Región Central de Cuba y La Habana, MINAZ Región Central de Cuba.

De harina: OLPP Región Central de Cuba, MICONS Región Central de Cuba, UDECAN Región Central de Cuba, MINAZ Región Central de Cuba, ISLAZUL Región Central de Cuba, MINFAR Cienfuegos, Polo Científico, MIP Región Central de Cuba, Escuelas especiales de la Región Central de Cuba, MINAL Región Central de Cuba, UJC Región Central de Cuba, MINAGRI Región Central de Cuba, MINCIN Región Central de Cuba, Cadena Cubana del Pan (Centro), Campismo Popular Región Central de Cuba, GAIPA, Alimentaría Cienfuegos (Divisa), Glucosa (Divisa), EPICIEN (Divisa), EQUIFA (Divisa), Refinería Cienfuegos (Divisa).

Proveedores:

- ALIMPORT (predominando las importaciones del producto en Canadá, Argentina y Francia).
- Dirección de Recursos Humanos.
- Sistema Electro Energético Nacional. (SEN)
- Dirección General.
- CITMA.
- SAREX.
- Ferrocarriles.
- UDECAM.
- ETAC.
- ALIMPEC.
- Refinería.

Áreas de la Empresa:

Área socio administrativa:

- Oficinas y baños.

Área de UEB Servicio:

- Cocina-comedor
- Cafetería.
- Almacén de víveres y Centro de Elaboración
- Panadería
- Ranchón
- Tanque de almacenamiento de GLP
- Área de Transporte
- Áreas verdes.
- Áreas interiores (patios y viales).

Áreas de UEB Mantenimiento

- Almacén Central

- Taller Central (Maquinado)
- Carpintería
- Taller de mecánica de máquinas de coser
- Taller eléctrico (enrollado)
- Taller mecánica Molino No. I
- Taller eléctrico Molino No. II
- Taller mecánica Molino No. II
- Talleres del Muelle
- Subestación eléctrica

Áreas de UEB Comercialización

- D.1 Planta recuperadora de sacos

Áreas de UEB Molienda:

- E.1 Laboratorio
- E.2 Molino No. I
- Instalación de descarga de afrecho hacia los camiones (Molino No. I)
- Empaque (Molino No. I)
- Molino No. 2
- Instalación de descarga de afrecho hacia los camiones (Molino No. II)
- Empaque (Molino No. II)
- Área de Producciones Especiales

UEB Descarga y Entrega:

- Muelle
- Casa de Máquinas y Silos

Sistemas Auxiliares:

- Tratamiento de Residuales.
- Sistema de Abasto, almacenamiento y distribución de agua.
- Manejo y almacenamiento de los desechos sólidos.

- Manejo y almacenamiento de los productos químicos, tóxicos y desechos peligrosos.
- Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (cuatro pararrayos radioisotópicos).

3.4-Descripción de los principales procesos de la empresa objeto de estudio

La materia prima a utilizar en el proceso productivo de la empresa Cereales es el trigo (*Triticum Vulgase*) que pueden ser Duro o Suave (rojo o blanco), del tipo Durum y de las cosechas de invierno o primavera. Su procedencia es variada pero son importados fundamentalmente de los EEUU, Canadá, Argentina y Francia.

3.4.1-Descripción del proceso de Descarga y Entrega del trigo

El flujo productivo en descarga y entrega (UEB Descarga y Entrega) es:

I. Etapa de recepción del trigo.

II. Etapa de almacenamiento del trigo en silos.

III. Etapa de entrega a clientes externos y molinos de la empresa.

La UEB de Descarga y Entrega está destinada a realizar las operaciones de descarga y entrega, recibe la materia prima en el Espigón, ubicado en el lóbulo norte de la bahía de Cienfuegos, posee en la actualidad dos grúas diseñadas por la firma TAKRAF de tecnología alemana, cada una de ellas con dos tubos de succión neumática para realizar las operaciones de descarga, los que con un promedio entre 70 y 80 ton hacen que los niveles de la misma se estimen por encima de 1 100 toneladas métricas en 24 horas de trabajo.

Luego de extraerse el trigo en el espigón pasa a los silos mediante transportadores exteriores en cadena (8 transportadores del TR-81 --- TR-95 (línea impar que es la que se encuentra trabajando)); al llegar el trigo a los silos pasa al área de almacenaje y distribución, es decir pasa del transportador TR-95 al elevador 123, transitando por un imán en el 6to piso donde se eliminan las impurezas ferrosas, del imán pasa a una báscula de una tonelada en el 5to piso la cual pesa la descarga del barco, luego es transportada por un tambor en el 4to piso donde se separa el trigo del resto de los objetos, entiéndase como maíz, piedras, etc.

Del tambor el producto pasa a una válvula de tres vías en el tercer piso donde se distribuye para tres elevadores (elevador 119, 121 y 123), aunque tiene una opción mediante la válvula para poder trabajar con un 4to elevador mediante el cambio de otra válvula por si uno de los tres elevadores (119,121 y 123) esta defectuoso, los elevadores son los encargados de transportar el trigo a los transportadores del séptimo piso para luego ser transferidos a los 64 silos y 36 realengos; los transportadores son el 102 que descarga para el 105, el 103 descarga para el 106 y el 104 descarga para el 107.

Para extraer el producto de los silos se requiere de la información que proporciona el sistema de entrega a los molinos (esta información la da el jefe de entrega o el tecnólogo), determinando el silo y tipo de trigo seleccionado, entonces se va al transportador que contiene el producto y se distribuye a los molinos (1 y 2).

Este proceso cuenta con un sistema de aspiración que está situado en el cuarto y sexto piso respectivamente, el cuarto piso dispone de dos esclusas y un ventilador y el sexto de cuatro esclusas y dos ventiladores, siendo su objetivo extraer el polvo del producto que luego pasará al primer piso hasta una caseta que acumula el desecho que luego es recogido en carretas o camiones, aunque también es expulsado el polvo por los ventiladores, vertiendo éste al medio circundante.

3.4.2-Descripción del proceso de Molinería

El flujo productivo en las líneas de molienda (UEB Molinería) es:

- I. Etapa de limpieza del trigo.
- II. Etapa de molienda del trigo.
- III. Etapa de empaque de la harina.

3.4.2.1-Descripción del las etapas del Molino I

Limpieza del trigo.

El molino tiene dos líneas de producción idénticas por lo que se detalla el el flujo de una de ellas.

Las líneas tienen nueve (9) torvas, cada una con capacidad de 98 ton, donde se recepciona el trigo cuando se exporta de los silos, luego pasa por las válvulas de estrellas, para

luego ser transportado a una rosca receptora que tira a otra rosca y conduce el producto al elevador de canjilones, el cual se encarga de llevar el producto desde el segundo piso hasta el noveno, donde comienza la primera limpieza con una capacidad de 18 ton por hora. La báscula de trigo está situada en el octavo piso y su función es pesar el trigo sucio que entra al proceso, luego transita por un equipo magnético en el séptimo piso que le extrae los materiales ferrosos (tornillos, tuercas, etc.), después el trigo pasa a un vibro separador el cual extrae las impurezas de maíz y semillas que traiga el trigo.

El polvo se liga con el subproducto de trigo que va a la torva de subproducto y las partículas más gruesas pasan a un depósito del primer piso, este se vende como pienso a empresas porcinas, después pasa a las despiedradoras, las cuales están ubicadas en el sexto piso, luego son transferidas a un triavergón para extraerle las semillas redondas, estas vienen con pequeñas cantidades de trigo, que pasan por un separador de espiral en el cuarto piso para recuperar este trigo, después pasa al tercer piso a la cepilladora intensiva de trigo con una tarara vertical, posteriormente pasa a un sistema de rociado automático en el segundo piso que su función es agregar la orden del agua que se le va a adicionar al trigo en el noveno piso (la cantidad de agua depende de la humedad inicial que trae el trigo y del tipo de trigo, ya que los trigos duros necesitan más agua que los blandos), subsiguiente pasa a un elevador de canjilones que transporta el trigo al noveno piso para el primer acondicionamiento pasando por el rociador intensivo y de éste a la rosca que lo distribuye a las torvas del primer acondicionamiento que son seis, con capacidad para 42 ton cada una.

Debajo de cada torva existen tres válvulas de estrella (una para dos torvas), pasando a una rosca receptora que lo puede distribuir a una rosca que va directamente a la segunda limpieza sin pasar por el segundo acondicionamiento, aunque existe otra variante de otra rosca que pasa el producto a un elevador de canjilones al noveno piso para el segundo acondicionamiento idéntico al primero.

Luego el trigo pasa a través de un elevador de canjilones para la segunda limpieza que comienza en el octavo piso con una cepilladora intensiva y una tarara vertical, después pasa al piso siete a un depósito de pulmón para almacenar el trigo que va para la molienda, luego es transferido al sexto piso a una báscula de trigo limpio (en ésta se saca el rendimiento tecnológico), se traslada al quinto piso a un equipo magnético y de aquí pasa a la molienda.

Molienda del trigo.

Durante la fase de molienda se efectúa la separación del salvado y la parte harinosa, la cual es regulada por el diagrama de flujo compuesto de una sucesión de operaciones y pasajes estrictamente ligados a diversas máquinas. El procedimiento es con circuito cerrado, es decir, que el personal que maneja las máquinas no tiene contacto directo con el producto, los productos intermedios ni tampoco con los subproductos del tratamiento. Los productos intermedios y los productos se mueven por empleo de aire (transporte neumático) y por caída.

Las máquinas aplicadas para la molienda son diversas y entre ellas destacan:

- Bancos de Cilindros.
- Plansifter.
- Sasores.

Además existen otras máquinas y accesorios con función auxiliar. Otras funciones de molienda frecuentes son:

- Cepilladoras de salvados.
- Disgregadores.
- Disgregadores por choque.
- Ciclones.
- Filtros.
- Dosificadores volumétricos.
- Aparatos magnéticos.
- Desinsectador.

Este molino no cuenta con ciclones ni dosificadores volumétricos.

Funcionamiento y utilidad de los equipos que conforman el proceso de molinería (Ver anexo # 6)

Empaque de la Harina.

De las torvas, la harina pasa a una mezcladora situada debajo de las mismas (seis torvas por línea con capacidad de 125 ton por torvas de harina donde hay dos líneas idénticas), se inserta en una rosca colectora que lo pasa al turbo tamiz que saca las posibles impurezas de la harina, posteriormente pasa a una válvula de estrella dosificadora donde pasada por esta, la

harina es impulsada hacia el empaque por una bomba de vacío (Cada empaque tiene una capacidad de 40 ton por hora por máquina 80 ton por hora en total), después de la bomba, la harina pasa a un depósito pasando posteriormente a la máquina de empaque donde la línea uno tira para las casillas (ferrocarriles) solamente y la línea dos para casillas y camiones.

Existe la variante del flujo tecnológico para reciclar la harina a través de las válvulas siete y ochenta cinco y siete y ochenta seis.

Empaque de Sub producto.

El subproducto se extrae de las torvas (cincuenta siete – sesenta dos) con capacidad de 64 ton cada una, pasando posteriormente por las mezcladoras, después por una rosca colectora, donde seguido de esto pasa a tres roscas de enlace hasta que llega al telescopio que descarga a los camiones a granel.

3.4.2.2-Descripción del las etapas del Molino # II

Limpieza del trigo.

El trigo pasa por una zaranda y un canal de aspiración (en este molino la línea carece de equipos tales como: despiedradoras, cepilladoras de trigo, básculas e imanes magnéticos), cuenta con dos torvas de remojadura con capacidad de 34 ton cada una, no existiendo la segunda limpieza.

Molienda del trigo.

Este molino sigue un procedimiento de molienda muy parecido al del Molino # I, aunque cuenta con menos equipos por tener una tecnología atrasada. Cuenta con:

- Bancos de cilindros.
- Plansifter.
- Cepilladoras de salvado.
- Disgregadores de impactos (no funcionan).
- Básculas de harina (no funcionan).
- Ventiladores de alta para la aspiración neumática.
- Ciclones.

En lugar de ciclones deberían estar instalados filtros ya que estos vierten productos a la atmósfera constantemente

Empaque de la Harina.

El empaque de la harina es por camiones, cuenta con cuatro torvas con capacidad de 78 ton cada una, de las mismas la harina pasa a una rosca colectora y luego a una máquina empacadora siendo la carga por sacos.

Empaque de Subproducto.

Cuenta con dos torvas de subproductos con capacidad de 35 ton, la harina extraída de las torvas pasa por una rosca colectora que la transporta hacia los camiones por carga a granel.

La descripción de las actividades del proceso de Producción de Harina de trigo se efectúa a través de un diagrama de flujo donde se representa de manera gráfica la secuencia de actividades (Ver Anexo # 7).

3.5-Identificación y secuenciación de los procesos

Los procesos antes descritos conforman la estructura organizativa de la empresa Cereales Cienfuegos por lo que se encuentran clasificados y agrupados permitiendo esto establece la analogía entre los mismos, estando descritos estos en la figura 3 .1.

Procesos Estratégicos.

- Planeación estratégica.
- Gestión de la calidad y desarrollo.

Procesos Claves:

- Recepción y almacenamiento del trigo en silos.
- Fabricación de harina.
- Comercialización de la harina.

Procesos de apoyo:

- Gestión de Recursos Humanos.
- Servicios Internos.

- Gestión de Recursos Financieros.
- Mantenimiento y abastecimiento.



Figura 3.1: Mapa general de procesos de la empresa Cereales Cienfuegos.

Fuente: Empresa Cereales Cienfuegos.

3.5. Producción por surtido de la empresa Cereales Cienfuegos

A continuación se desglosa en la tabla 3.1 los valores de las producciones terminadas plan y real en los años 2009 y 2010.

Tabla 3.1-Producción por surtido de la empresa Cereales Cienfuegos.

		Año 2009			Año 2010		
Producto	UM	Plan	Real	%	Plan	Real	%
Harina Integral	T	1320.0	987.2	74.8	2400.0	3821.9	159.2
	MP	800.4	598.8	74.8	1269.2	1982.6	156.2
Harina Blanca	T	157064.0	144926.3	188.1	166554.0	163303.2	180.0
	MP	103611.2	96349.1	189.1	97911.7	96397.4	180.9
Subproducto	T	52799.9	67006.5	126.9	56000.0	66696.2	119.1
	MP	8236.8	10453.1	126.9	8736.0	10404.6	119.1

Fuente: Elaboración propia.

Tomando de referencia los resultados productivos del año 2009 se aprecia que la producción de harina integral solo representa el 0.46 % de la producción total de la empresa, la harina blanca el 68.07 % y el subproducto el 31.47 %. Siendo la harina blanca el producto principal debido a que es la de mayor aporte para satisfacer al comercio mayorista, seguida por el subproducto, incurriendo ambos en altas ganancias para la empresa. Como se detalla en las figuras 3.2 y 3.3.

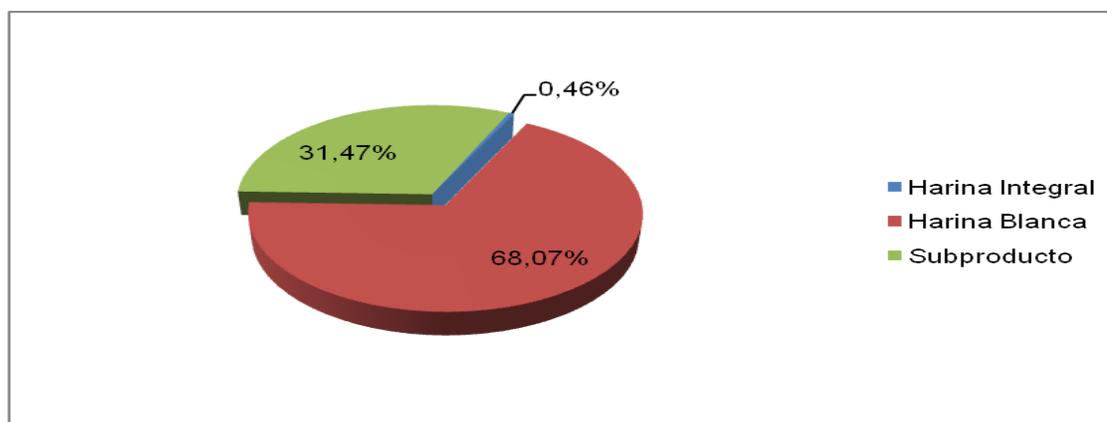


Figura 3.2-Producción real en toneladas por surtido en el año 2009.

Fuente: Elaboración propia.

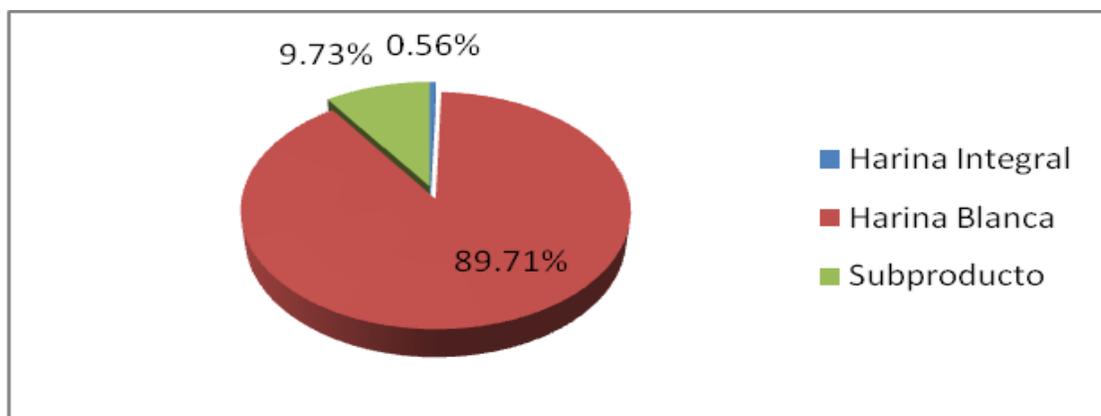


Figura 3.3-Producción real en miles de peso por surtido en el año 2009.

Fuente: Elaboración propia.

En el año 2010 se muestra un pequeño aumento de la producción de harina integral llegando a alcanzar 1.63 % de la producción, la harina blanca en un 69.84 % y el subproducto disminuye hasta un 28.52 %, como se muestra en el gráfico 3.4.

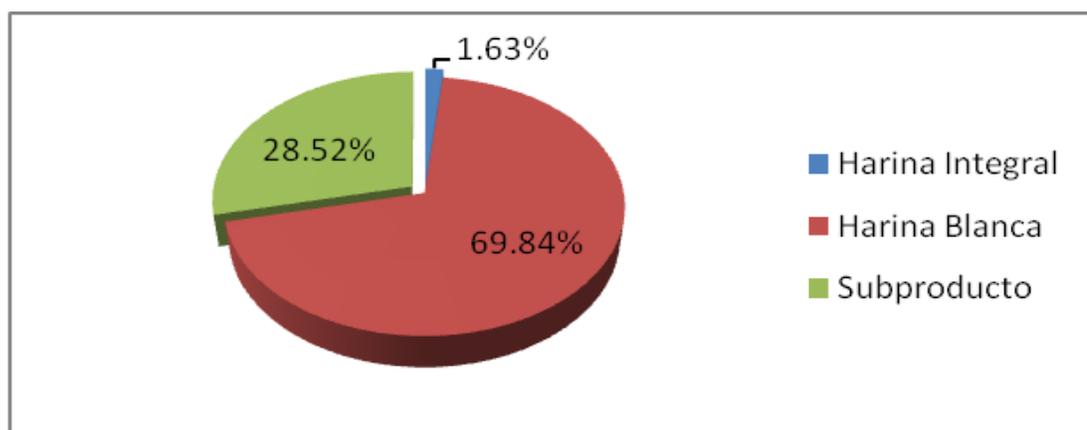


Figura 3.4-Producción real en toneladas por surtido en el año 2010.

Fuente: Elaboración propia.

No existe un proceso diferenciado para la harina integral en el Molino I, solo la distingue por ser una producción menos limpia, a diferencia del Molino II, el cual cuenta con un molino de martillo para dicha producción, no estando en explotación en la actualidad debido al deterioro que ha experimentado con el transcurso de los años.

3.6- Caracterización de la Gestión Energética en la empresa

Los principales portadores energéticos de la empresa son:

- Energía Eléctrica.
- Combustible Diesel.
- Gasolina Motor.
- Aceites y Grasas Lubricantes.
- Gas Licuado.
- Nafta.
- Agua.

El consumo y comportamiento de estos es analizado por la Comisión de Energía, los Consejos de Dirección, los Análisis Económicos, las guías de supervisión CUPET (Modelo 5073) y por la Unión Molinera.

3.6.1- Consumo de los portadores energéticos (2009-2010)

En la tabla 3.2 se describe el comportamiento del consumo plan y real de los portadores energéticos que son utilizados por la empresa objeto de estudio. Se evidencia mayor consumo de energía eléctrica en el año 2010 con respecto al año anterior, aunque el consumo en este está por debajo del valor previsto en plan para el período analizado.

Tabla 3.2- Consumo de los portadores energéticos.

Portadores energéticos	UM	Año 2009		Año 2010	
		Plan	Real	Plan	Real
Energía eléctrica	MWh	16270.45	15445.37	16867.63	16749.73
Combustible Diesel	T	38.57	37.8	41.78	39.25
Gasolina Motor	T	11.19	8.32	10.53	9.77
Aceite y Grasas Lubricantes	T	4.2	4.2	5.27	5.27
Gas Licuado	T	10.6	10.6	12.45	0.56
Nafta	T	1.0	0.0	0.9	0.0
Agua	m ³	33058.0	39873.0	35177.0	32756.0

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2-Impacto de los portadores energéticos en los gastos totales de la empresa Cereales Cienfuegos (Años 2009-2010)

En la siguiente tabla se desglosa el gasto de forma independiente para cada portador energético.

Tabla 3.3-Estructura de gastos por portadores energéticos.

Portadores Energéticos	Gastos en MN	
	2009	2010
Energía Eléctrica	1651400	1517700
Combustible Diesel	40200,57	35481,79
Gasolina Motor	14138,48	22316,14
Lubricantes y Grasas	5225,66	5192,15
Gas Licuado	4490,38	2885,92
Nafta	51,49	52,17
Agua	28363,02	118338,34

Tabla 3.3-Estructura de gastos por portadores energéticos.

Fuente: Estos datos se obtuvieron de los Análisis de los Gastos Subelementos - Centro de Costo (acumulado de los años 2009-2010). Modelos 30120-30130-30131-30132-30140-80990.

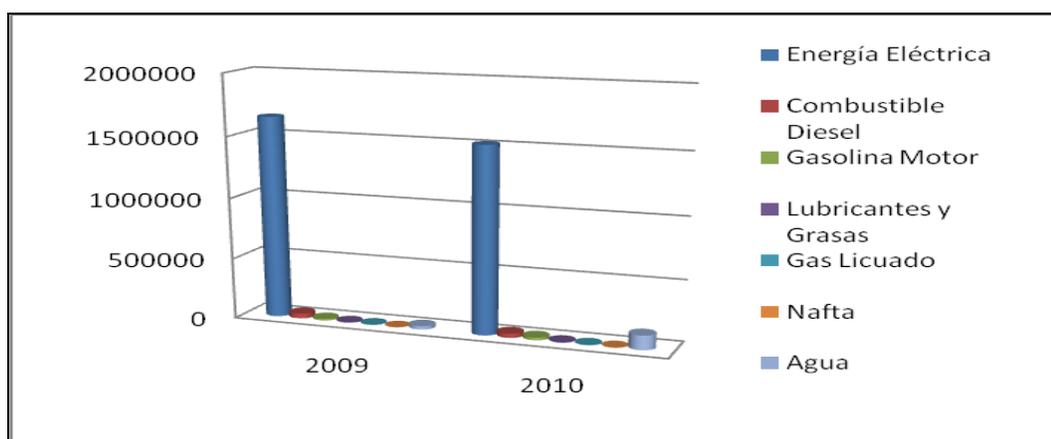


Figura 3.5-Estructura de gastos por portadores energético.

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en tablas anteriores y en la figura 3.5 de la estructura de gastos por portadores en los años 2009 y 2010, la electricidad es el portador energético que más se demanda en la entidad, representado el 99.04 % de los gastos por portadores en el año 2010, corroborándose dicha afirmación en la siguiente figura.

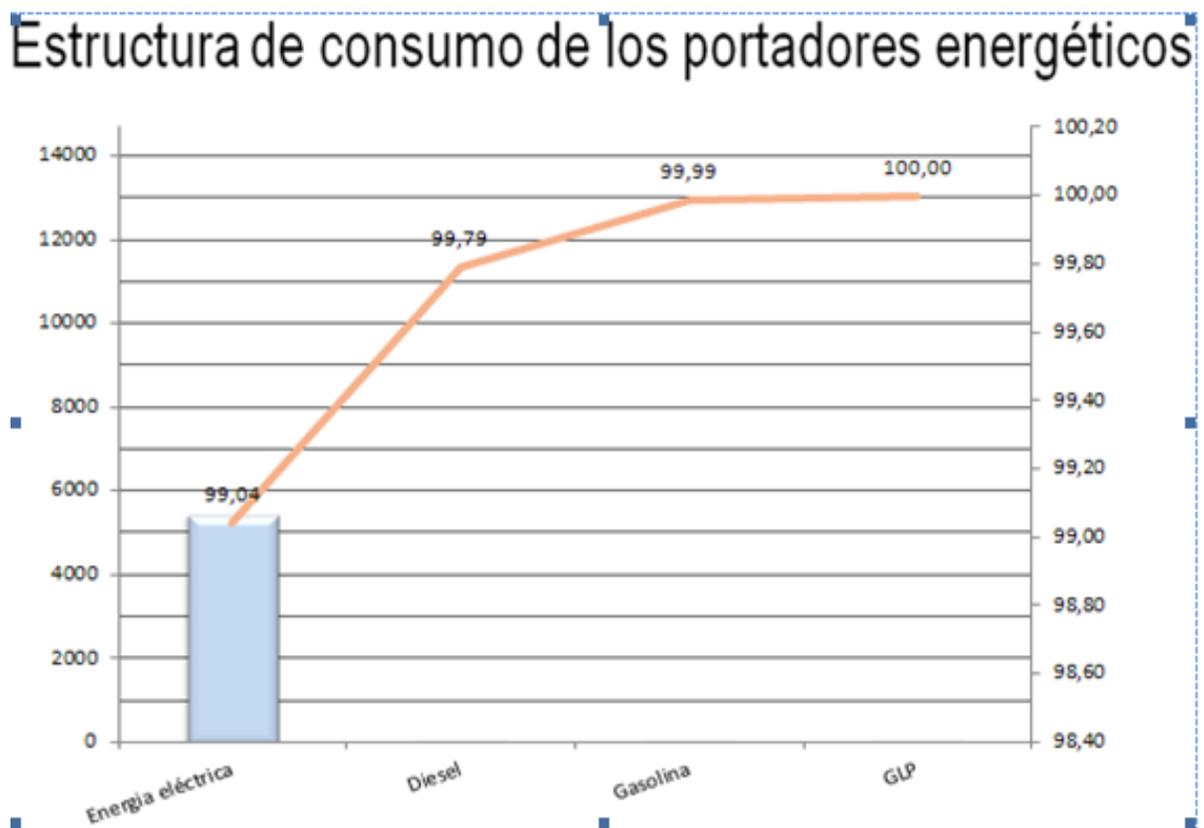


Figura 3.6-Estructura de gastos por portadores energético.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3-Diagrama Energético de la producción

En las siguientes figuras se muestra el diagrama productivo por equipo del Molino # I, el cual se encuentra conformado por dos líneas de producción idénticas.

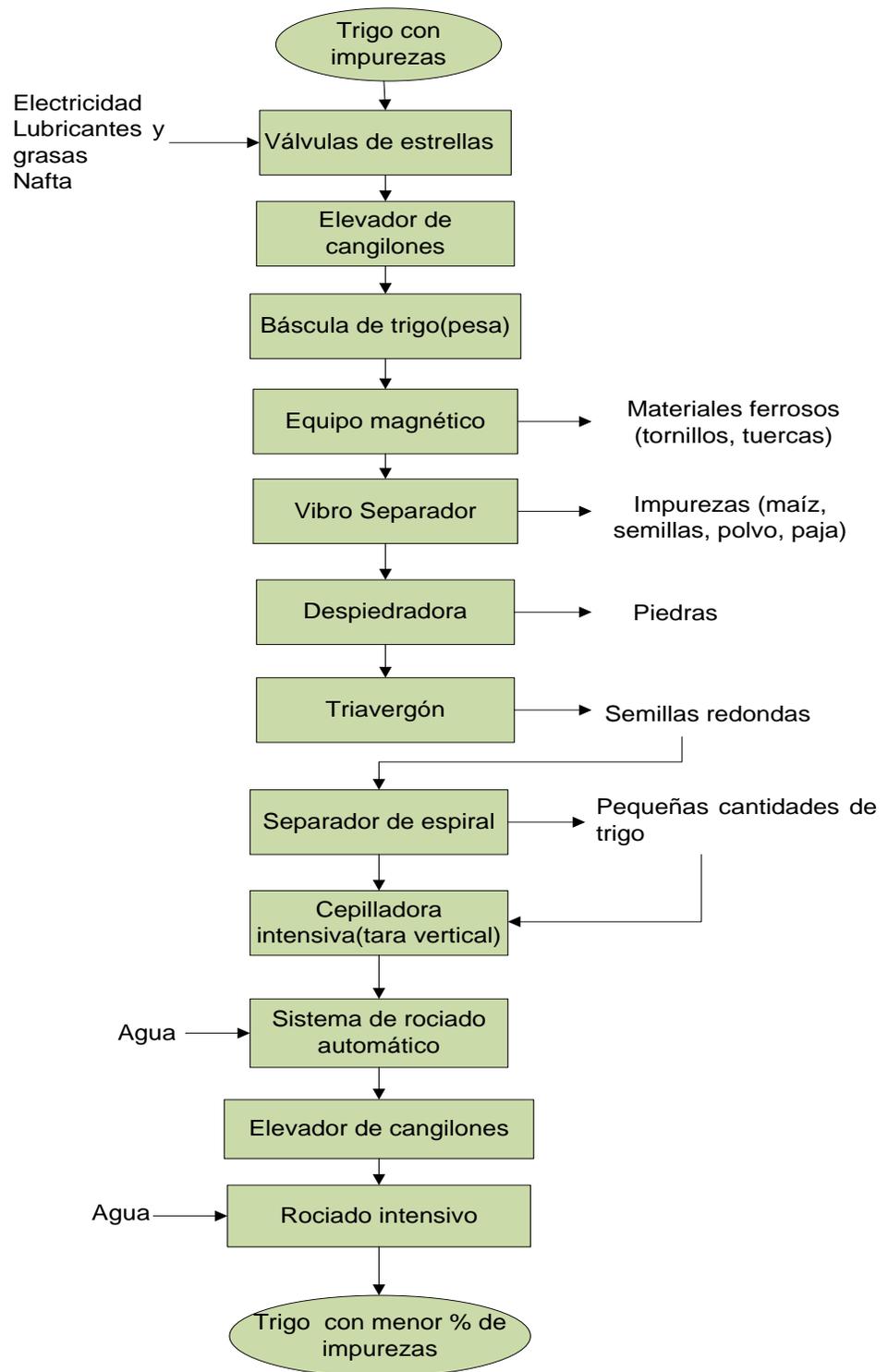


Figura 3.7-Limpieza de Trigo I

Fuente: Elaboración propia.

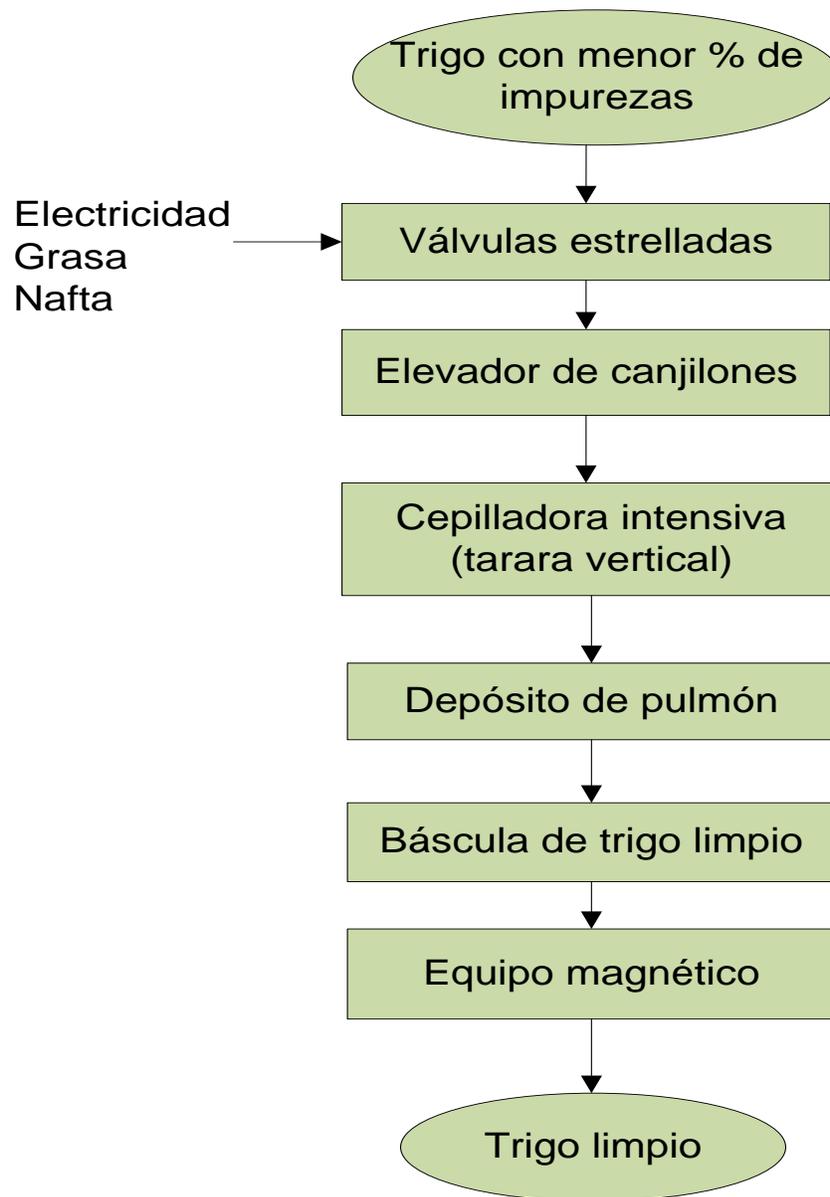


Figura 3.8-Limpia de trigo II

Fuente: Elaboración propia.

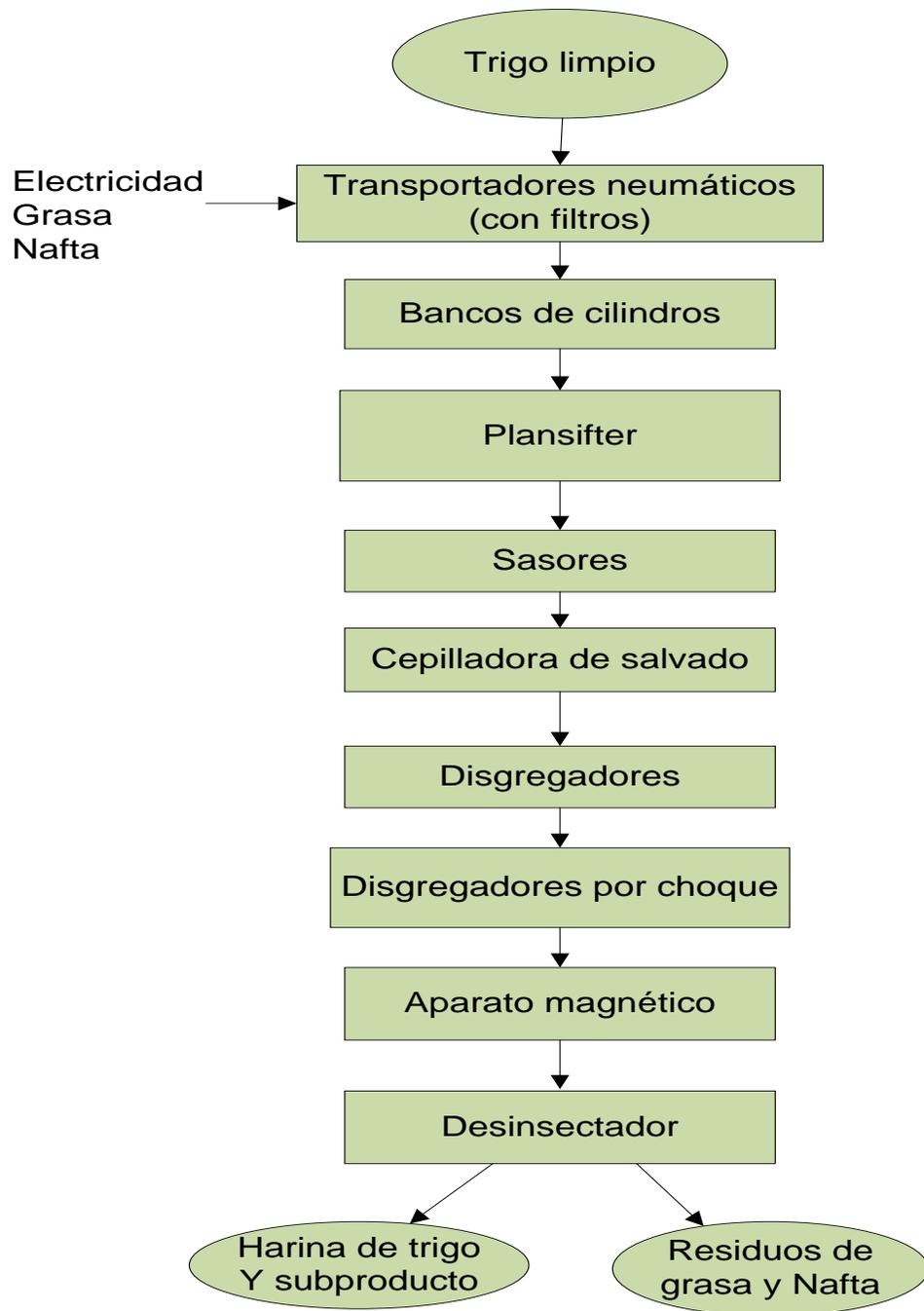


Figura 3.9-Molienda

Fuente: Elaboración propia.

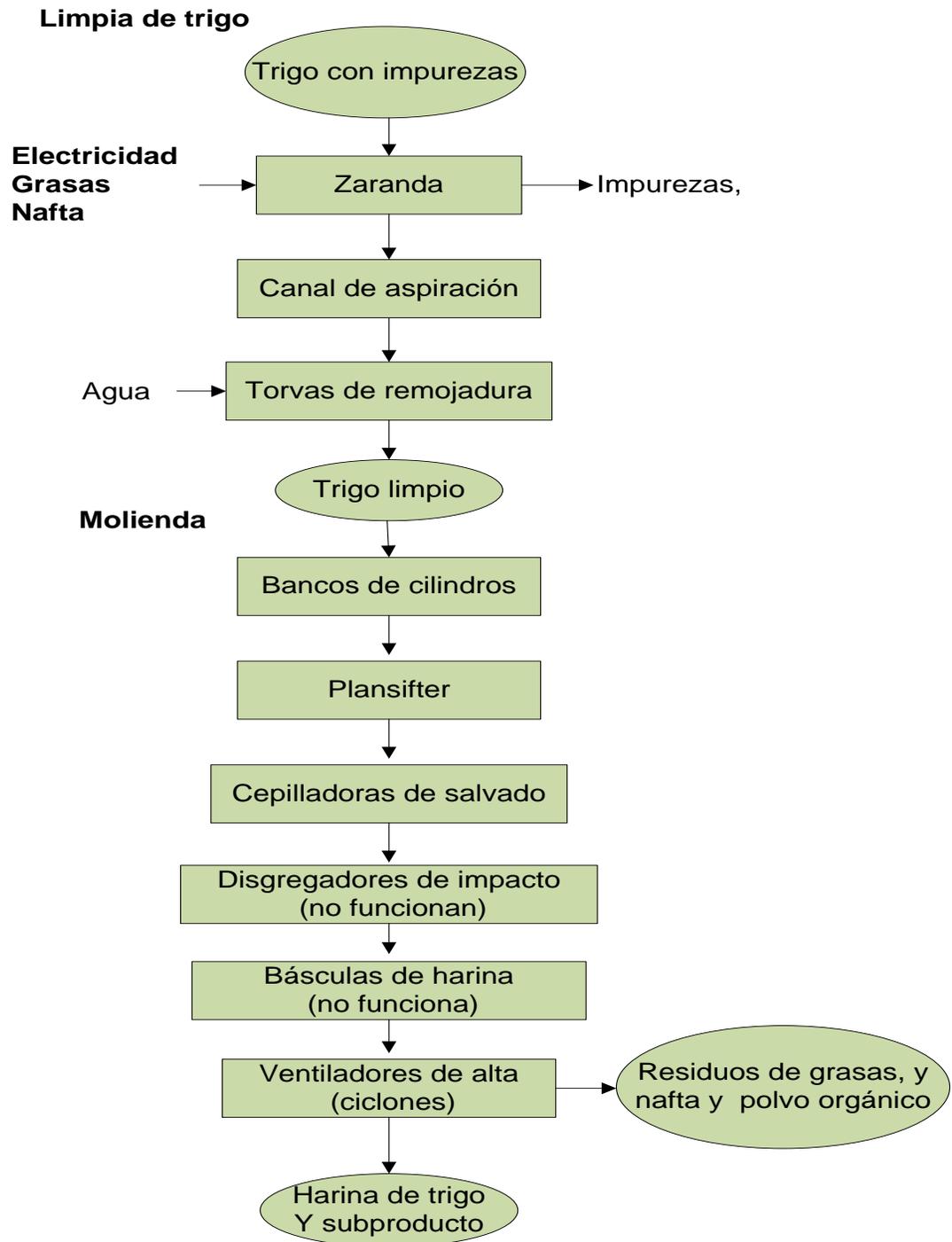


Figura 3.10-Diagrama del flujo productivo Molino II.

Fuente: Elaboración propia.

3.7-Análisis de las acciones en función de la reducción de consumos energéticos en los años (2009-2010)

En los años 2009-2010 se han tomado una serie de medidas en función de la reducción del consumo de electricidad y demás portadores energéticos (teniéndose como base años anteriores), debido a la situación que se encuentra el mundo con el excesivo uso de la energía provocando un agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible al medio ambiente así como la situación que enfrenta el país atendiendo a la crisis económica internacional o sea la situación de contingencia energética existente. Para ello en la empresa Cereales Cienfuegos se desarrollan los Consejos Energéticos donde se tomaron como acuerdo el plan de ahorro de los portadores energéticos y ahorro del agua aprobados por Ministerio de la Industria Alimenticia (Unión Molinera), con el objetivo de obtener altos rendimientos que son los que nos permiten emplear menos energía para producir más. (Ver Anexo # 8 y 9)

Estas medidas estuvieron enfocadas en lo siguiente:

- Mantener una sistematización del estriado de cilindros en buen estado ya que el mismo es el que permite la calidad de la harina pues reducen el porcentaje (%) granulometría de las sémolas y separan (raspan) las partículas del endospermo del salvado siendo eficiente la producción (evitando el reproceso del producto).
- Establecer comunicación entre empaque y sala de control Molino # I, pues por falta de la misma existe mala coordinación entre dichas áreas trayendo consigo el paro momentáneo de la línea de empaque incurriendo esto en gastos de energía innecesaria por parte de los equipos de este proceso.
- Definición de los puestos claves por criterios técnicos, ya que se conocen los principales consumidores:

Puestos Claves	Principales equipos consumidores
Molino #. I	Banco de molienda
	Empaque
Molino #. II	Banco de molienda
	Empaque
Silos y Muelles	Transportadores (interiores y exteriores)
	Grúas de Descarga (torres de aspiración)

Sin embargo a pesar de los planes de ahorro de los portadores se hizo necesario tomar nuevas medidas encaminadas a los planes de acción de contingencia energética por áreas y acomodo de la carga, los mismos fueron aprobados por la entidad y entidades rectoras. También se tomaron como acuerdo la realización de fórum, concursos y eventos que eleven el conocimiento y conciencia energética del capital humano de la empresa objeto de estudio.

-Medidas en el Molino # I y Molino # II

- Limpiar a 18 ton/h de trigo.
- Recibir el trigo a más de 90 ton/h y siempre en el horario de la madrugada.
- No arrancar el molino de martillo.
- No arrancar la extracción de desechos de limpia de los tanques de almacenaje en el horario pico.
- Limpiar la zaranda de trigo diariamente en el horario pico.

-Medidas tomadas en el edificio administrativo

- Apagar los aires acondicionados no tecnológicos en horario pico así como las luces innecesarias y Equipos. (11:00 am - 1:00 pm).
- Ajustar los aires acondicionados a 24 grados Celsius de temperatura.
- Hermetizar los locales para lograr el mejor aprovechamiento de los equipos.
- Acomodar el horario de la panadería para que el horno no trabaje en el período de 11:00 am – 1:00 p.m.

-Acomodo de la carga de 6:00 a.m.- 10:00 p.m.

Molino # I

- Parar limpia siempre que no afecte la molienda.
- Recibir el trigo en el horario de la madrugada.

Molino # II

- Parar limpia siempre que no afecte la molienda.
- Recibir el trigo en el horario de la madrugada.
- No arrancar el molino de martillo, hacerlo en el horario de la madrugada.

Silos y muelles

- No hacer recicles entre silos en este horario.
- Entregar trigo a los molinos siempre en el horario de la madrugada y a más de 90 ton/h.

3.8- Índice de Energía

En la empresa se registran y analizan indicadores referentes a:

- Índice de consumo.

Forma de Cálculo:

kW Consumido / Producción realizada.

Los máximos valores exigidos de este indicador para los puestos claves son los siguientes:

Molino # I: 84.692 kWh/ton Molino # II: 106.866 kWh/ton

Silos y Muelles: 10.750 kWh/ton

Teniendo en cuenta el valor establecido por norma que es de 83.00 kWh/ton

Por lo que la empresa Cereales Cienfuegos muestra un comportamiento favorable manteniéndose por debajo de lo exigido en todo el año 2009, no teniendo el mismo comportamiento en el año 2010 debido a que el Molino II no cumplió con el Índice de Consumo establecido a causa de las condiciones de desgaste.

- Índice Intensidad Energética

Forma de Cálculo:

Toneladas de Combustible Convencional (TCC) / Producción Mercantil

Forma de Cálculo de TCC:

Consumo real x Factor de conversión

Los factores de conversión son establecidos anualmente por el Ministerio de Economía y Planificación Provincial. (Ver Anexo # 10- Factor de conversión).

- Índice de Eficiencia Energética

Forma de Cálculo:

TCC / Toneladas Producidas

La empresa utiliza los indicadores de Eficiencia e Intensidad Energética a modo de cálculo, confeccionándose un informe mensual que es enviado a la Unión Molinera y a Economía - Planificación Provincial, donde se incluye también el indicador de consumo. Correspondiendo a la Unión Molinera el análisis de estos indicadores confeccionándose un informe mensual con el resultado de estos indicadores, realizándose la discusión en el Consejo de Dirección de dicha entidad.

3.9- Comportamiento energético en la empresa Cereales Cienfuegos

3.9.1-Fuentes de suministro energético

- Electricidad: La empresa se alimenta del Sistema Energético Nacional (SEN) desde una línea de 34.05 kv.
- Grupo electrógeno:
 1. Conformado por 6 motores Marca ESCANIER.
 2. Potencia aparente de 2550 kva.
 3. Con una capacidad de cada motor de 425 kva.
- Generadores: Existe 1 motor ubicado en la línea de producción del Molino I y otro en el Molino II.
 1. 2 motores Marca MANS.
 2. Con una potencia aparente de 710 kva.
 3. A una tensión de 390 v.
- 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.

3.9.2- Producción mensual y consumo de energía eléctrica en la empresa Cereales Cienfuegos.

Para analizar la situación energética de la empresa Cereales Cienfuegos se tomo como muestra el año 2010. Reseñándose en la tabla 3.4 y la figura 3.11 el comportamiento del consumo energético. Estos datos son tomados en cuenta para la realización del diagnóstico energético.

Tabla 3.4-Comportamiento de la producción mensual y consumo de energía.

Año 2010		
Mes	Toneladas producidas(ton)	mWh
ene.-10	37591,9	1315,46
feb.-10	39134,4	1496,85
mar.10	41479,7	1562,13
abr.-10	55537,2	1517,45
may.-10	42620,6	1367,47
Jun.-10	32764,2	1367,470
Jul.-10	51184,2	1510,590
agos.-10	40067,5	1415,936
Sept.-10	33227,5	1256,603
Oct.-10	39305,8	1369,028
Nov.-10	27219,3	1233,997
Dic.-10	41951,4	1353,282

Fuente: Elaboración propia.

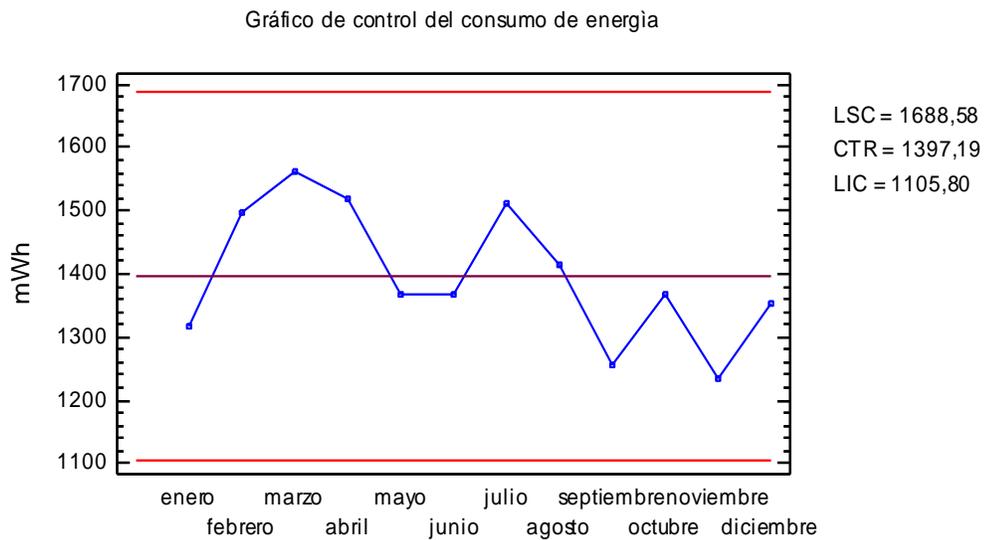


Figura 3.11- Gráfico de control del consumo de energía eléctrica en el año 2010.

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 anterior gráfico se puede apreciar que la variable consumo de energía eléctrica en la empresa Cereales se encuentra en un estado de control estadístico, sin embargo se observa aleatoriedad en el primer trimestre del año, debido a que en el mes de enero las interrupciones en la producción fueron de 304,90 h, ocasionado por problemas mecánicos, eléctricos, oscilaciones del voltaje, interrupciones tecnológicas, entre otras causas, presentes en las áreas del Molino I y II. En el mes de marzo se aprecia un aumento en el consumo de electricidad, llegando hasta los 246,67 mW, lo que conlleva a un incremento en la producción, alcanzando a ser de 4890,2 ton.

A inicios del segundo semestre del año se estructuraron estrategias de contingencia energética y acomodo de la carga lo cual trajo consigo la disminución del consumo energético aunque fueron evidentes oscilaciones en el consumo de energía nunca sobrepasaron el valor meta.

Los datos que se muestran en la tabla 3.5 y la figura 3.12 ilustran el índice de consumo de la empresa objeto de estudio.

Tabla 3.5-Comportamiento del índice de consumo energético en la empresa Cereales Cienfuegos.

Mes	Índice de Consumo plan	Índice de Consumo real
ene.-10	35,937	35,914
feb.-10	33,614	41,382
mar.10	36,086	41,243
abr.-10	28,128	42,261
may.-10	35,604	38,776
Jun.-10	41,737	39,34
Jul.-10	29,513	38,694
agos.-10	35,339	38,473
Sept.-10	37,818	34,018
Oct.-10	34,83	34,705
Nov.-10	45,335	36,411
Dic.-10	32,258	35,874

Fuente: Informe de producción acumulada de la empresa Cereales Cienfuegos en el año 2010.

Gráfico de control del índice de consumo eléctrico

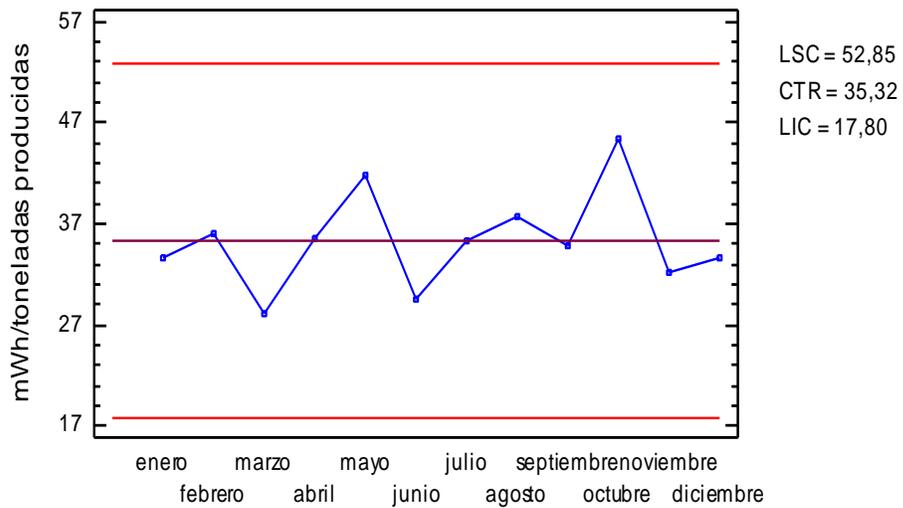


Figura 3.12- Gráfico de control del índice de consumo de la energía eléctrica.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de control se evalúa el comportamiento de la variable índice de consumo (mWh/ton), evidenciándose un comportamiento estable de este, aunque se observa aleatoriedad debido a que el índice de consumo de la energía eléctrica en la empresa Cereales Cienfuegos es deteriorado en gran medida por el Molino de trigo II, atendiendo a los problemas mecánicos, eléctricos y tecnológicos de esta área, causados por los años de explotación. En los meses de mayo, agosto y octubre se elevó el valor del índice de consumo debido al aumento de la producción tras las descargas portuarias.

Son apreciables otros indicadores para realizar un diagnóstico energético, entiéndase eficiencia e intensidad energética. Mostrándose estos datos en las tablas 3.6 y 3.7 así como en las figuras 3.13 y 3.14.

Tabla 3.6-Comportamiento del índice eficiencia energética en la empresa Cereales Cienfuegos.

Mes	Índice eficiencia energética plan	Índice eficiencia energética real
ene.-10	0,013592	0,013547
feb.-10	0,015671	0,012695
mar.10	0,014556	0,013264
abr.-10	0,016056	0,010617
may.-10	0,01467	0,013436
Jun.-10	0,014847	0,015754
Jul.-10	0,01464	0,011144
agos.-10	0,014504	0,013291
Sept.-10	0,012902	0,014302
Oct.-10	0,013124	0,013171
Nov.-10	0,013749	0,017096
Dic.-10	0,013695	0,012181

Fuente: Informe de producción acumulada de la empresa Cereales Cienfuegos en el año 2010.

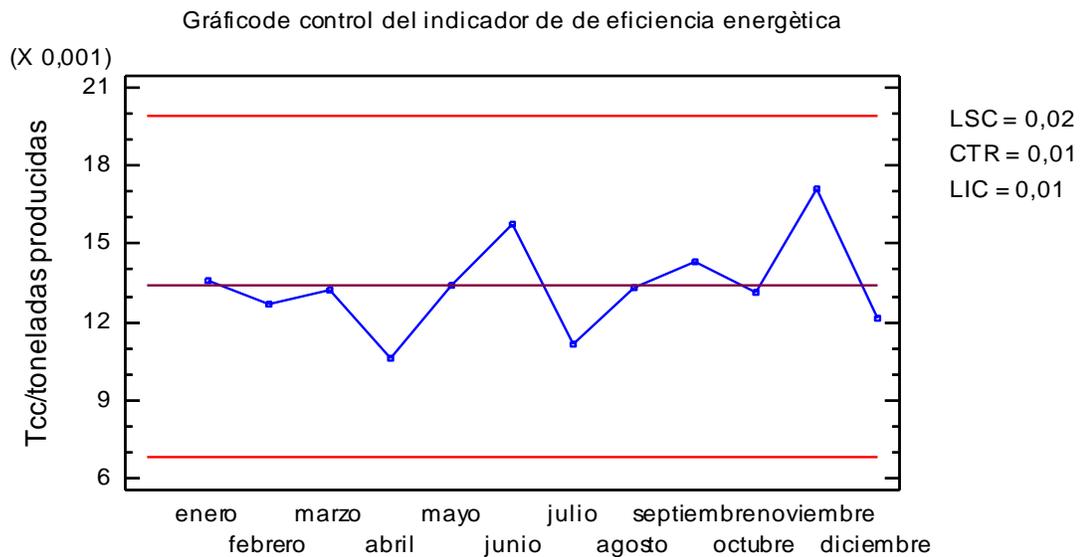


Figura 3.13- Gráfico de control del indicador eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico que muestra la figura 3.13 se corrobora que existe un comportamiento estable del índice de eficiencia energética en la empresa, aunque al igual que el índice de consumo se observa aleatoriedad de las muestras, causado por las descargas de trigo no

planificadas, así como el descenso y ascenso del nivel productivo en la molienda de esta materia prima.

Mes	Índice intensidad energética plan	Índice intensidad energética real
ene.-10	0,049506	0,052658
feb.-10	0,059023	0,051953
mar.10	0,05855	0,052658
abr.-10	0,058808	0,059420
may.-10	0,05373	0,053983
Jun.-10	0,056896	0,051352
Jul.-10	0,06357	0,056571
agos.-10	0,056679	0,048133
Sept.-10	0,050495	0,046487
Oct.-10	0,049088	0,051974
Nov.-10	0,052236	0,050012
Dic.-10	0,051859	0,048349

Tabla 3.7-Comportamiento del índice intensidad energética en la empresa Cereales Cienfuegos.

Fuente: Informe de producción acumulada de la empresa Cereales Cienfuegos en el año 2010.

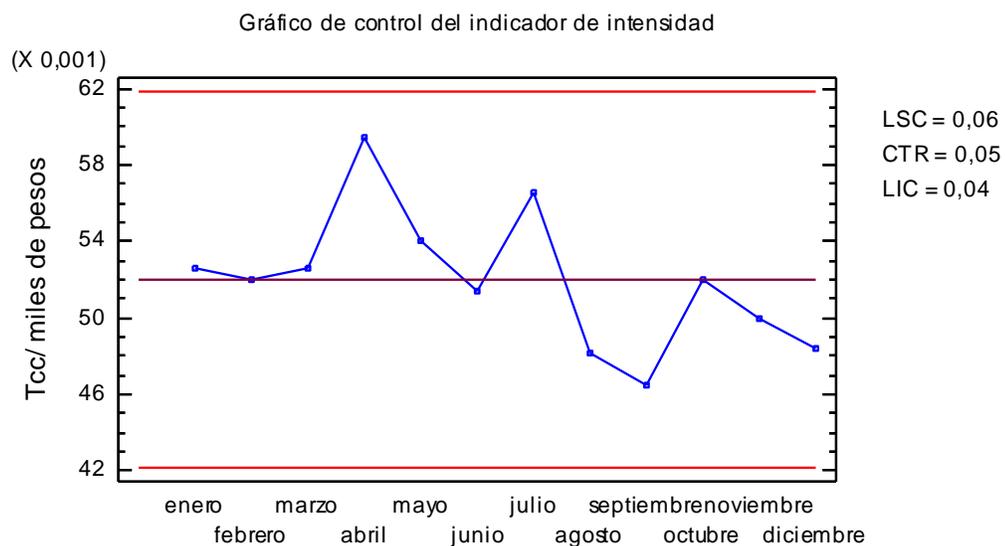


Figura 3.14- Gráfico de control del indicador de intensidad energética.

Fuente: Elaboración propia.

El índice de Intensidad Energética en la empresa Cereales Cienfuegos tiene un comportamiento estable, mostrando variabilidad en su patrón debido a que este índice se ve afectado por causas ajenas a la entidad como lo es la caída de los precios de la harina y el trigo.

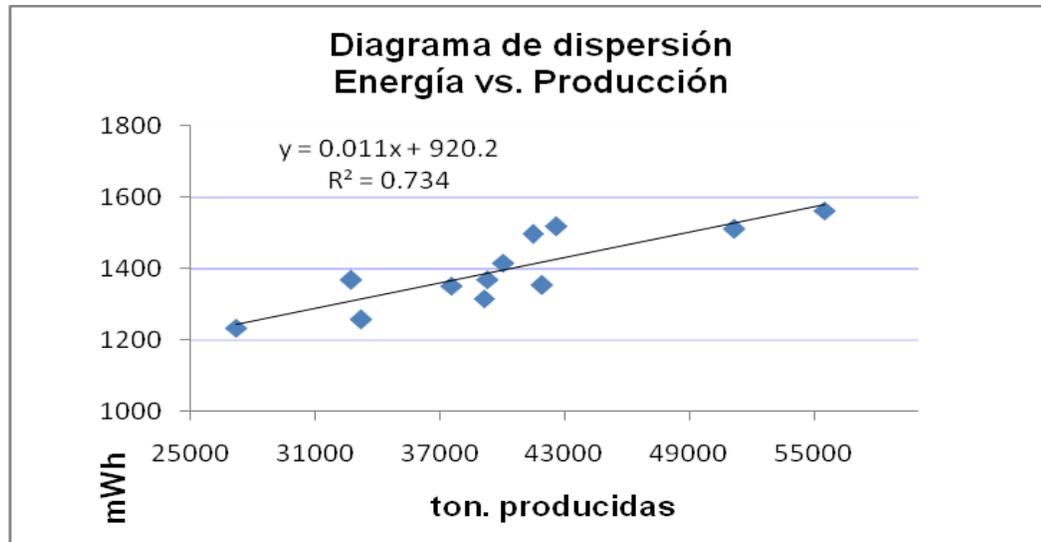


Figura 3.15- Gráfico de correlación entre las variables de Energía vs. Producción.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.15 se obtiene la correlación lineal entre las variables de energía consumida y toneladas de harina de trigo producidas en el año 2010 en la empresa Cereales Cienfuegos.

La expresión que caracteriza dicha correlación es la siguiente:

$$y = 0.011x + 920.0$$

Con un coeficiente de correlación $R^2 = 0.734$

La literatura y la experiencia acumulada en los trabajos realizados por el CEEMA indican que se pueden considerar adecuados, a los efectos de estos análisis energéticos, valores del coeficiente de correlación $R^2 \geq 0.75$.

Por lo que el valor del coeficiente de correlación (R^2) obtenido en el Diagrama de Dispersión de Energía vs. Producción se considera media, lo cual no hace confiable el índice de consumo como un indicador de eficiencia energética para la entidad.

Lo antes planteado hace necesario realizar el diagnóstico de eficiencia energética en determinadas áreas, siendo seleccionadas para ello las principales líneas productivas localizadas en el Molino de Trigo I y II, esta decisión fue tomada en el Consejo Energético

(Grupo de Expertos que se muestra en el anexo # 11) de la entidad objeto de estudio mediante sesiones de lluvia o tormenta de ideas.

- Molino de trigo I: cuenta con una tecnología de punta instalada a partir del mes de febrero del año 2003, la cual consta con dos líneas de producción y una capacidad de 350 ton/día, siendo más complejo desde el punto de vista tecnológico, lo que trae como consecuencia que se ejecuten en él la mayoría de las inversiones.
- Molino de trigo II: su tecnología fue instalada en el año 1982 con una capacidad de 100 ton/día, actualmente presenta problemas mecánicos debido a los años de explotación de esta línea de producción, trascendiendo al deterioro de los indicadores de eficiencia y consumo energético en la empresa.

3.10-Comportamiento energético en los dos últimos años en las áreas del Molino de Trigo I y II en la empresa Cereales Cienfuegos

La empresa Cereales Cienfuegos tiene como objetivo garantizar las producciones de harina de trigo que satisfaga las necesidades de consumo nacional de forma interrumpida, desde la provincia de Matanzas y hasta Camagüey, estas producciones se realizan en las líneas productivas del Molino de trigo I y II.

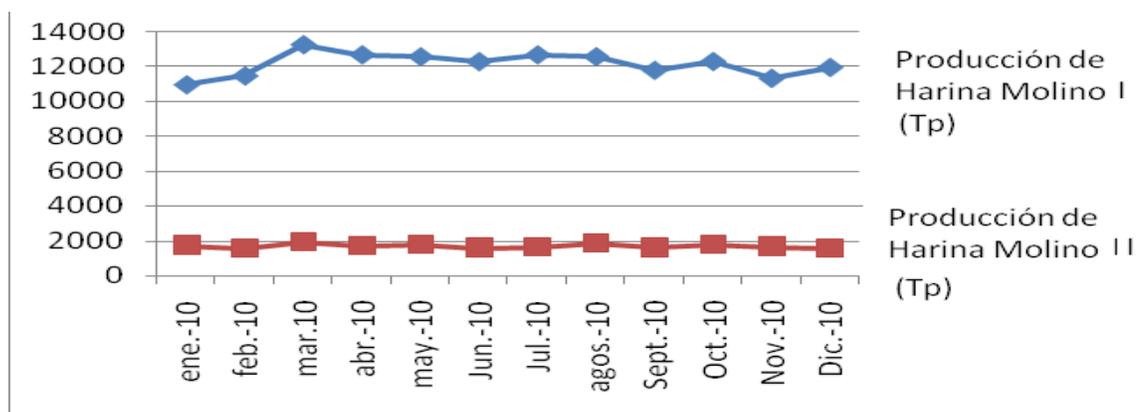


Figura 3.16-Comportamiento de las producciones por Molino en la empresa Cereales Cienfuegos.

Fuente: Elaboración propia.

3.10.1- Comportamiento energético en el Molino de trigo I en el año 2009

Se ilustra en la tabla 3.8 la estructura de producción, consumo energético y comportamiento del índice de consumo. Datos que serán utilizados para la elaboración del

diagrama de Energía vs. Producción, gráfico de control del consumo de energía, índice de consumo y diagrama de correlación.

Tabla 3.8-Comportamiento de la producción mensual y consumo de energía eléctrica del Molino I.

Mes	Toneladas producidas(ton)	mWh	IC(kWh/ton)
ene.-09	8496.0	765.66	90.120
feb.-09	8860.6	804.240	90.766
mar.-09	7976.9	804.337	100.833
abr.-09	9233.0	830.311	89.929
may.-09	9271.8	790.207	85.227
Jun.-09	8564.6	747.389	87.265
Jul.-09	11853.7	928.240	78.308
agos.-09	12012.6	960.896	79.991
Sept.-09	12383.8	882.793	71.286
Oct.-09	11131.3	873.393	78.463
Nov.-09	10458.2	884.000	84.527
Dic.-09	11917.9	903.731	75.830
Total	122160.4	10175.2	936.715

Fuente: Informe de producción acumulada y comportamiento de los portadores energéticos en el año 2009 en la empresa Cereales Cienfuegos de la Unión Molinera.

En la siguiente figura se observa que existe una adecuada correspondencia entre el consumo de electricidad y las toneladas producidas de harina de trigo en el año 2009 (Molino I), se evidencia por mes un comportamiento coordinado.

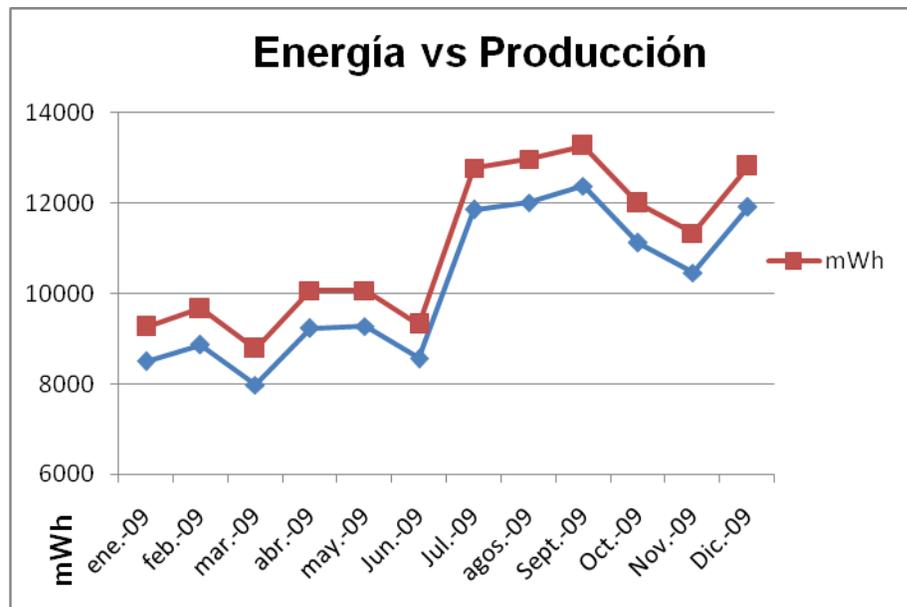


Figura 3.17-Consumo de Energía vs Producción en el Molino I.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico de control del consumo de mWh

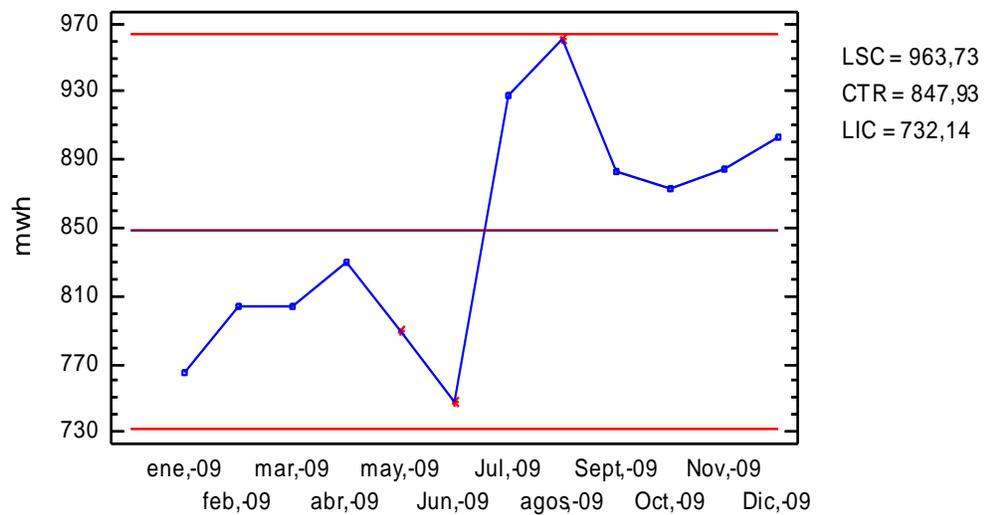


Figura 3.18- Gráfico de control del consumo energía en Molino I en el año 2009.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de control de la variable consumo energético se evidencia una secuencia de la variable en los primeros seis meses por debajo del límite central, debido a que se presentaron problemas mecánicos, eléctricos y en el sistema de neumáticos ocasionado por la

falta de piezas de repuesto como son las cuchillas de los bancos, correas y problemas en los inverter de la línea de producción A. Provocando lo anterior la parada de varios bancos de cilindros, así como baja carga en las líneas, las cuales molieron aproximadamente 6,5 toneladas de harina por hora de 10.5 ton/h que es la capacidad que tiene por diseño cada línea teniendo un comportamiento ineficiente tecnológico y energético. Luego muestra un comportamiento de ascenso del consumo de mWh en el resto del año debido al cumplimiento del plan productivo.

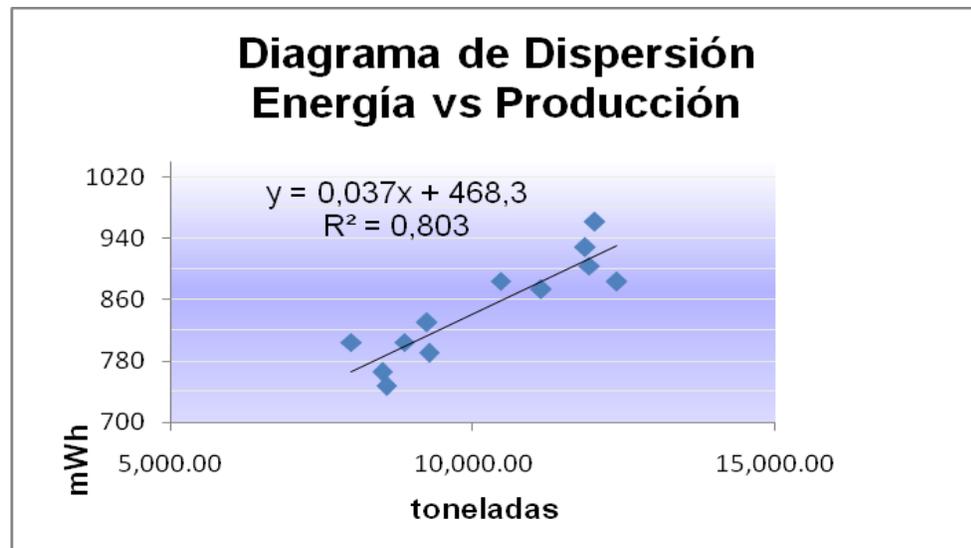


Figura 3.19-Dispersión de Energía vs. Producción del Molino I. Año 2009.

Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama de dispersión Consumo de Energía vs. Producción que muestra la figura 3.19 se hace evidente una fuerte correlación lineal entre dichas variables, apreciándose como valor $R^2=0.803$, lo que ratifica la validez de índice de consumo establecido entre (mWh consumido/toneladas producidas) como indicador de eficiencia energética en la entidad objeto de estudio.

La expresión que caracteriza la correlación entre las variables (Energía y Producción) en el año 2009 es la recta:

$$y=0.037x+468.3$$

Donde se representa una energía asociada al proceso productivo de 0.037 mWh/ton producidas y consumo de energía no asociada directamente el proceso productivo es de 468.3 mWh, lo cual podría estar asociada a:

- Iluminación de plantas, electricidad para equipos de oficinas y ventilación.
- Áreas climatizadas, tanto de calefacción como de aire acondicionado.
- Energía usada en servicio de mantenimiento.
- Trabajo en vacío de equipos eléctricos o térmicos.
- Energía perdida en salideros de vapor, aire comprimido, deficiente aislamiento térmico.
- Precalentamiento de equipos y sistemas de tuberías.
- Pérdida eléctrica por potencia reactiva.

El porcentaje de energía no asociada directamente al nivel de producción (E_{na}) se determina como:

$$E_{na} = (E_0 / E_m) \times 100. \%$$

$$E_{na} = (468.3 / 847.93) \times 100. \%$$

$$E_{na} = 55.23\%.$$

E_0 -energía no asociada directamente al proceso productivo.

E_m es el valor del consumo medio de energía determinado como el valor de la línea central del gráfico de control de consumo del portador energético correspondiente.

Este valor del porcentaje de energía no asociado a la producción debe ser tan pequeño como sea posible, su causa como valor esta en dependencia del tipo de producción y de proceso tecnológico utilizado para una producción dada. Es un parámetro a monitorear y controlar.

El comportamiento del índice de consumo de energía eléctrica del Molino I en el año 2009, se muestra en el siguiente gráfico de control:

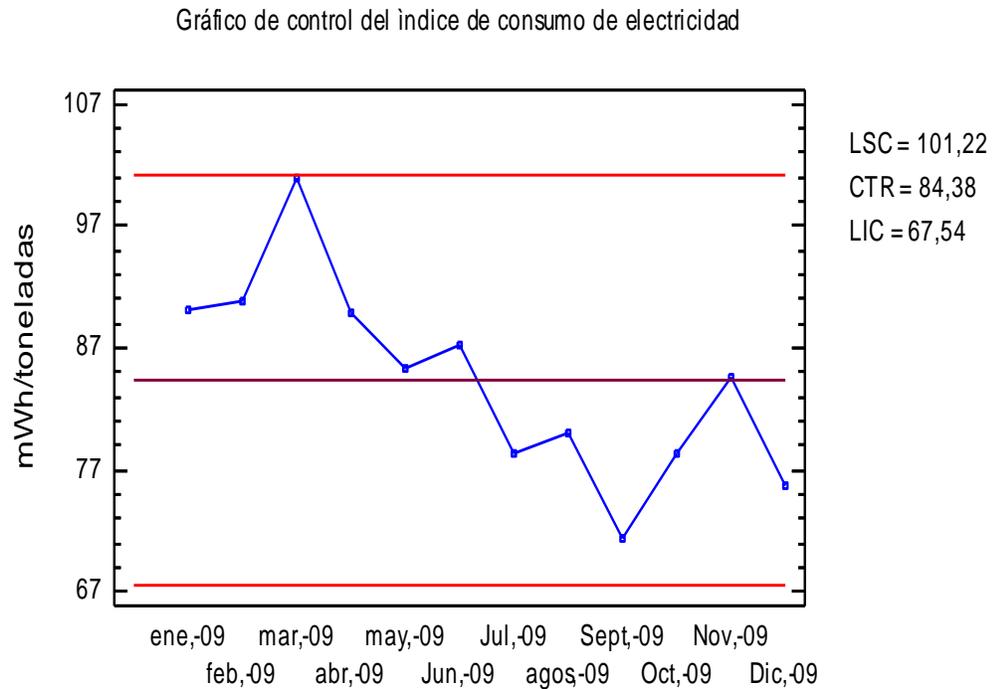


Figura 3.20-Gráfico de control del índice de consumo energía en Molino I en el año 2009.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de control de valores individuales se evidencia que en los seis primeros meses del año un comportamiento por encima del valor del índice de consumo establecido (84,692 kWh/ton), debido a las interrupciones mecánicas, eléctricas y tecnológicas ocurridas en las dos líneas productivas del Molino de trigo I lo cual trae consigo un consumo energético sin un respaldo productivo. Evidenciándose en el resto del año un patrón de descenso debido al cumplimiento de la producción planificada.

3.10.2- Comportamiento energético en el Molino de trigo I en el año 2010

En la siguiente tabla se muestra la estructura de producción, consumo energético y comportamiento del índice de consumo del área productiva del Molino de trigo I.

Tabla 3.9-Comportamiento de la producción mensual y consumo de energía eléctrica del Molino I.

Mes	Toneladas producidas(ton)	mWh	IC(kWh/ton)
ene.-10	10964.8	918.58	83.775
feb.-10	11472.6	915.29	79.781
mar.10	13270.6	1038.13	78.228
abr.-10	12688.8	1034.27	81.510
may.-10	12577.6	999.05	79.431
Jun.-10	12299.2	987.27	80.271
Jul.-10	12688.2	987.27	77.810
agos.-10	12581.4	995.94	79.160
Sept.-10	11796.9	921.202	78.088
Oct.-10	12303.4	960.002	78.027
Nov.-10	11334.5	910.673	80.345
Dic.-10	11962.3	915.697	76.549
Total	145940.3	11.583.374	869.2

Fuente: Informe de producción acumulada y comportamiento de los portadores energéticos año 2010. Empresa Cereales Cienfuegos, Unión Molinera.

El siguiente gráfico muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el Molino I teniendo igual comportamiento en el año anterior.

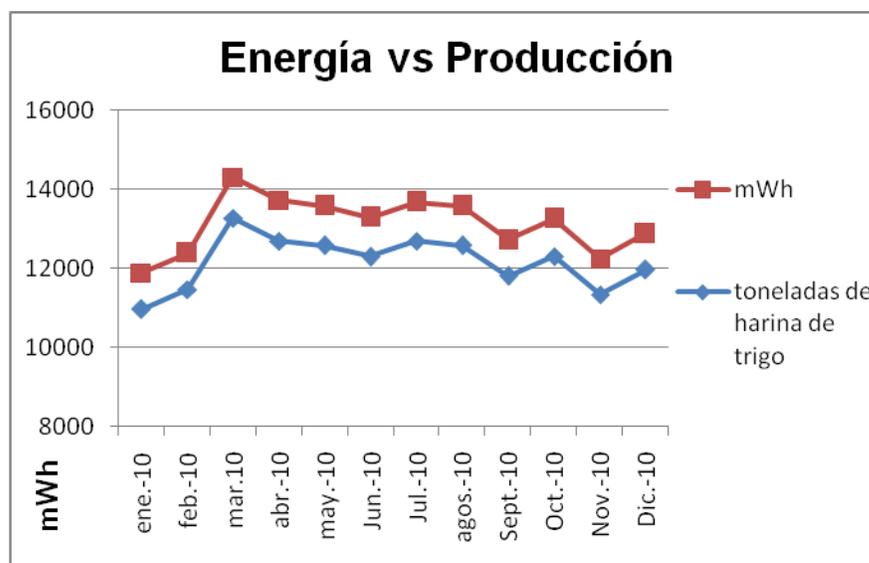


Figura 3.21-Consumo de Energía vs Producción en el Molino I en el año 2010.

Fuente: Elaboración propia.

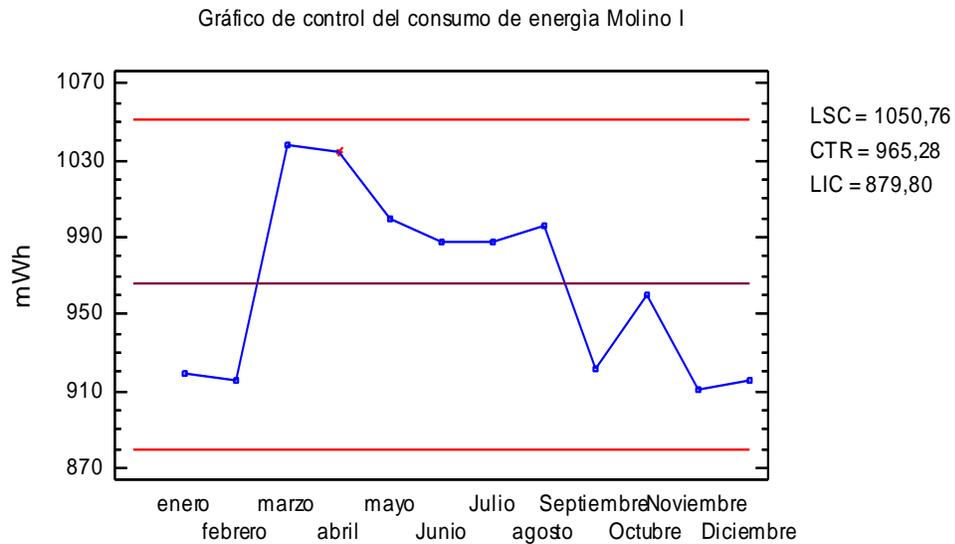


Figura 3.22- Gráfico de control del consumo energía en Molino I en el año 2010.

Fuente: Elaboración propia.

Se detectó en el gráfico de control que describe la figura 3.22 que la variable consumo de energía tuvo un comportamiento de ascenso en el mes de marzo, debido al sobre cumplimiento de la producción planificada, manifestándose un descenso del consumo de mWh en los cuatro últimos meses del año, gracias a la implantación y control de medidas de acomodo de la carga en los turnos de la madrugada.

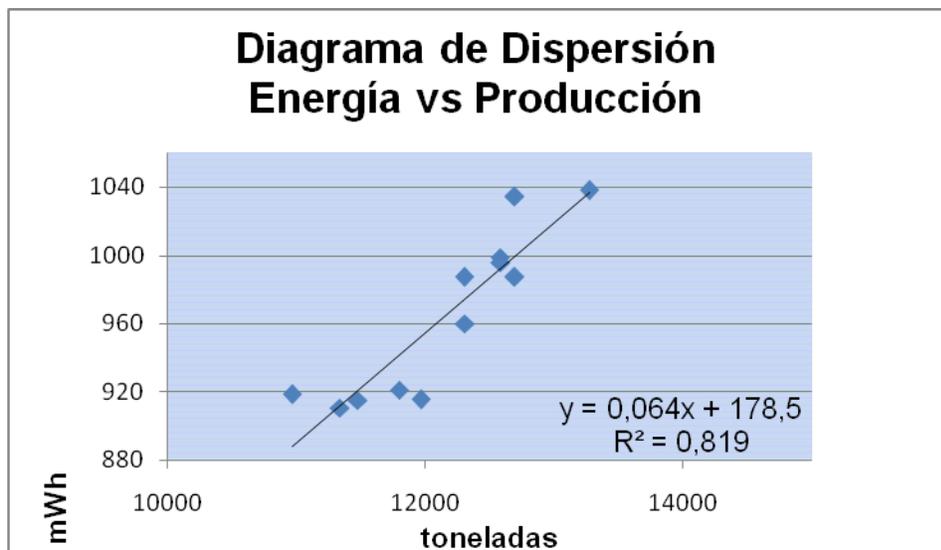


Figura 3.23-Dispersión de Energía vs Producción en el Molino I en el año 2010.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico anterior corrobora que existe una fuerte correlación entre las variables, obteniéndose valores del coeficiente de correlación $R^2 \geq 0.75$, evidenciando un comportamiento favorable en la eficiencia energética con respecto al año anterior.

La ecuación que caracteriza la relación entre el consumo de energía eléctrica y toneladas producidas en las líneas productivas del Molino I en el año 2010, con un coeficiente de $R^2=0.819$ es:

$$y=0.064x+178.3$$

El consumo fijo de electricidad no asociado a la producción en este año es de 178.3 mWh, lo que representa el 18.49 % del consumo total de electricidad destinado a dichas líneas de producción, lo cual se puede considerar un comportamiento favorable en la entidad con respecto al año anterior.

Se aprecia un aumento del consumo de energía asociado a la producción de 0.064 mWh/ton debido a los altos niveles de producción acumulada en el año 2010 cumpliéndose con lo establecido por la empresa.

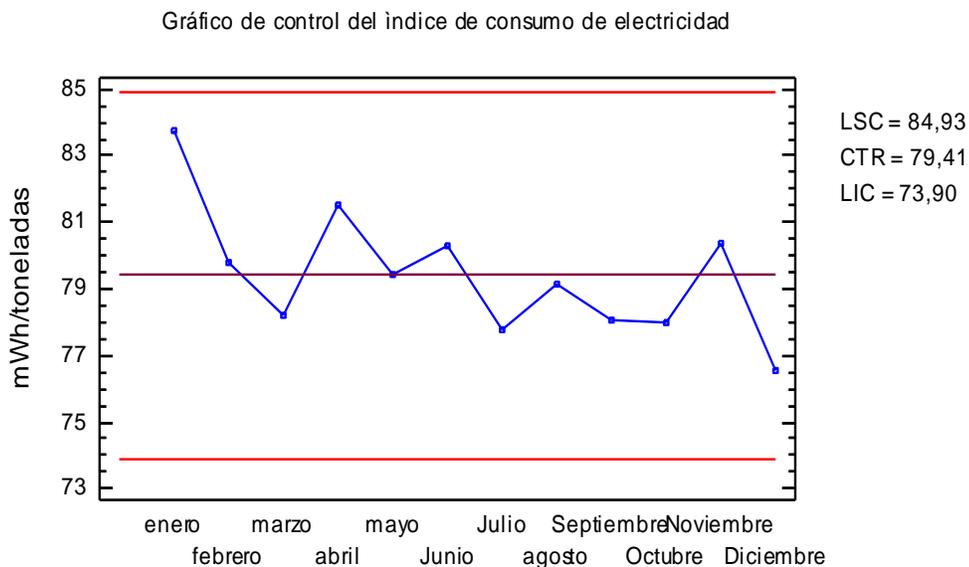


Figura 3.24-Gráfico de control del índice de consumo energía en Molino I en el año 2010.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico precedente se describe el control de la variable consumo de energía, detectándose un deterioro en el índice de consumo 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 cumpliéndose con lo establecido por la Unión Molinera y la OBE, manteniendo el parámetro menor o igual a los 84,692 kWh/ton.

3.10.3- Análisis de tendencia en el área del Molino I

Para analizar la tendencia en el consumo de electricidad en el año 2011 con respecto al período base año 2010 en el Molino de Trigo I de la empresa Cereales Cienfuegos, se aplicó el Método de Sumas Acumulativas (CUSUM), el cual permite monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base dado. A partir de ella también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha sobreconsumido hasta el momento de su actualización.

Mes	Producción (ton)	Consumo Real. mWh	Consumo Calculado. mWh	Diferencia	CUSUM
ene.-10	10964.8	918.58	880.26	38.32	38.32
feb.-10	11472.6	915.29	912.772	2.518	40.838
mar.10	13270.6	1038.13	1.027.844	10.286	51.124
abr.-10	12688.8	1034.27	990.596	43.674	94.798
may.-10	12577.6	999.05	983.492	15.558	110.356
Jun.-10	12299.2	987.27	965.636	21.634	131.99
Jul.-10	12688.2	987.27	990.532	-3.262	128.728
Ago-10	12581.4	995.94	983.648	12.292	141.02
Sept.-10	11796.9	921.202	933.508	-12.306	128.714
Oct.-10	12303.4	960.002	965.892	-5.89	122.824
Nov.-10	11334.5	910.673	903.94	6.733	129.557
Dic.-10	11962.3	915.697	944.068	-28.371	101.186

Tabla 3.10-Métodos de Sumas Acumulativas (CUSUM) en el Molino I.

Fuente: Elaboración propia.

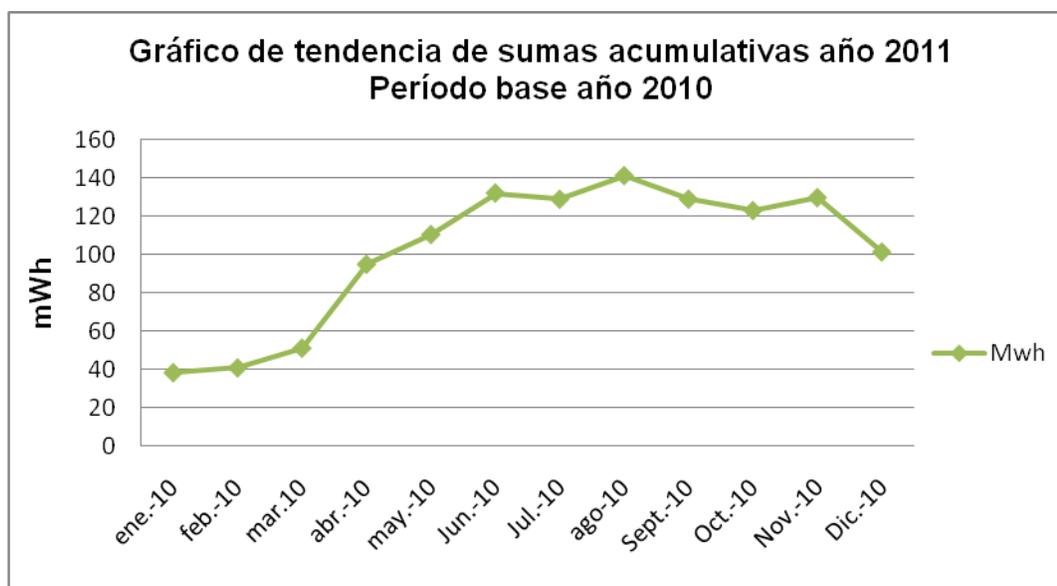


Figura 3.25-Gráfico de tendencia del consumo de electricidad en el año 2011 con relación al año 2010 en el Molino I.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.25 se observa que la demanda de energía eléctrica en el área del Molino I de la empresa Cereales Cienfuegos. En el primer trimestre del año el comportamiento es estable y del mes de abril comienza un alto consumo energético debido al aumento de la producción, continuando en los meses siguientes con un ligero aumento, experimentando una leve caída de la demanda en el mes de noviembre y diciembre, o sea el comportamiento es desfavorable con respecto al año de referencia y la tendencia en su consumo es creciente.

3.10.4- Comportamiento energético en el Molino de trigo II en el año 2009

En la siguiente figura se muestra la estructura de producción, consumo energético y comportamiento del índice de consumo del área productiva del Molino de trigo II.

Tabla 3.11-Comportamiento de la producción mensual y consumo de energía eléctrica del Molino II.

Mes	Toneladas producidas(ton)	mWh	IC(kWh/ton)
ene.-09	1909.3	204.798	107.263
feb.-09	1829.8	200.989	109.842
mar.-09	2000.0	225.493	112.747
abr.-09	1928.8	218.239	113.148
may.-09	2002.0	214.543	107.164
Jun.-09	2067.5	215.731	104.344
Jul.-09	2067.5	218.880	105.867
agos.-09	1957.1	211.404	108.019
Sept.-09	2005.4	221.117	110.261
Oct.-09	2032.8	216.596	106.550
Nov.-09	1822.6	209.427	114.906
Dic.-09	1953.6	210.649	107.826
Total	25533.5	2.567.866	1.307.937

Fuente: Informe de producción acumulada y comportamiento de los portadores energéticos año 2009. Empresa Cereales Cienfuegos, Unión Molinera.

En el siguiente gráfico se aprecia comportamiento similar entre las variables de energía consumida y toneladas de harina producidas en el Molino II en función del nivel de producción del 2009.

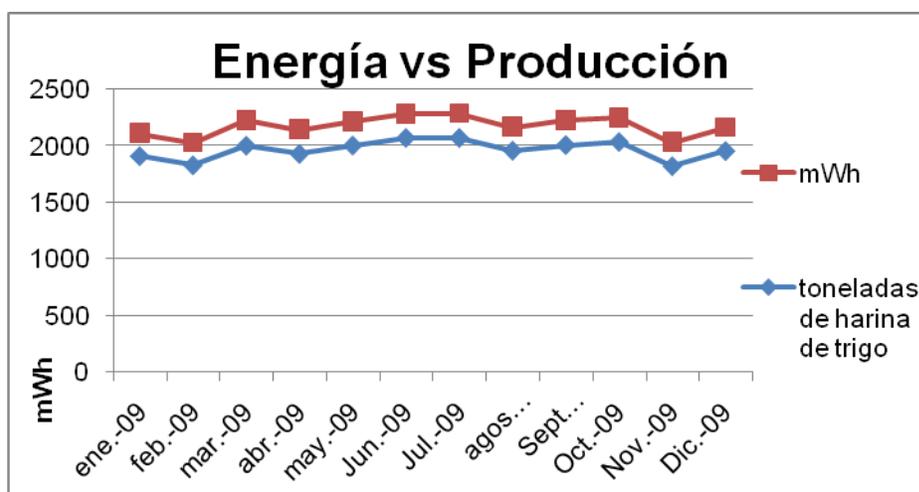


Figura 3.26-Consumo de Energía vs. Producción en el Molino II.

Fuente: Elaboración propia.

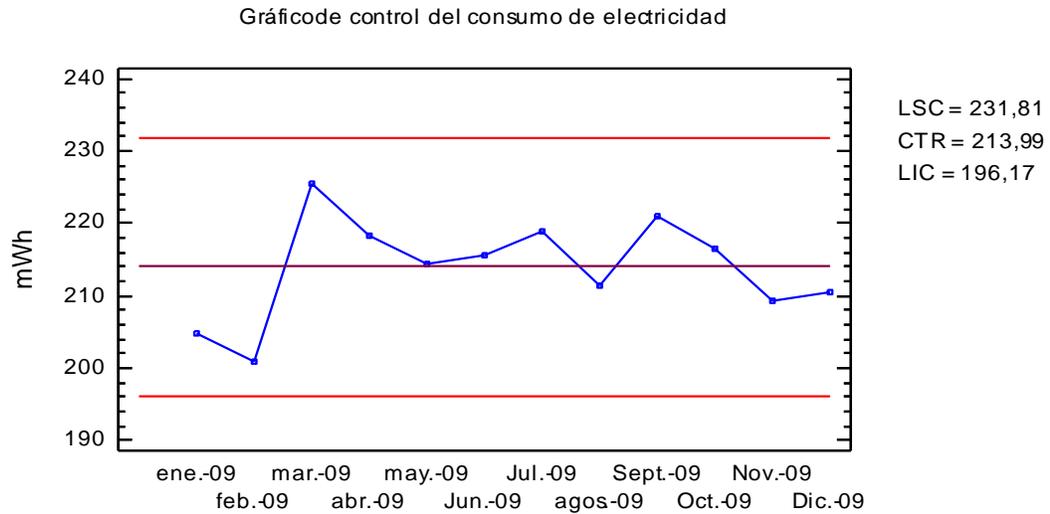


Figura 3.27- Gráfico de control del consumo energía en Molino II. Año 2009.

Fuente: Elaboración propia.

En el anterior gráfico de valores individuales de la variable consumo de energía eléctrica se aprecia que la misma tiene un comportamiento estable aunque se evidencia aleatoriedad debido a las condiciones de desgaste de la línea productiva por los años de explotación, ocasionando paradas productivas por problemas mecánicos, eléctricos y tecnológicos.

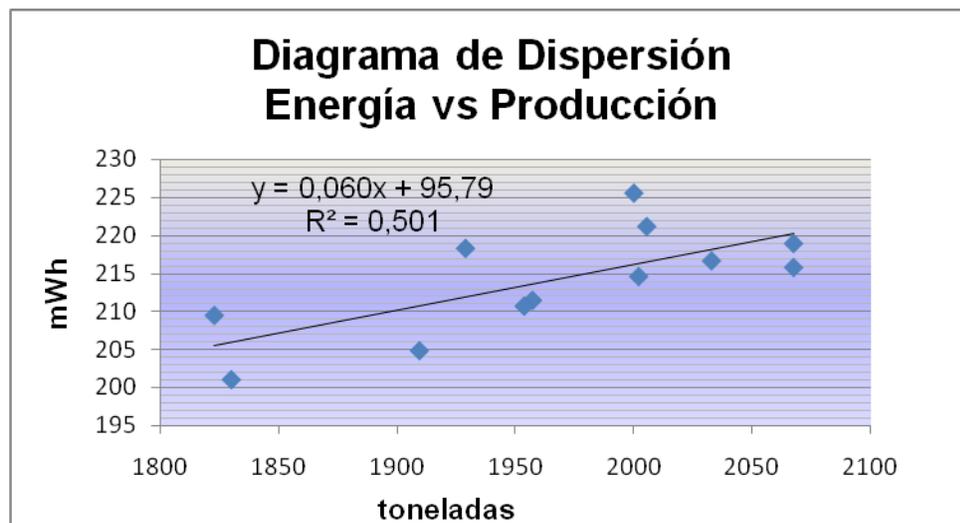


Figura 3.28-Dispersión de Energía vs producción en el Molino II en el año 2009.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 3.28 (Diagrama de Dispersión) se puede apreciar que existe en la producción del Molino de trigo II una correlación lineal entre las variables de consumo de energía y producción en toneladas de harina, donde se evidencia con un coeficiente $R^2=0.501$.

Por lo que el valor del coeficiente indican una baja correlación entre los parámetros representados (mWh consumidos vs toneladas producidas), y por tanto, que el índice de consumo formado por el cociente entre ellos no refleja adecuadamente la eficiencia energética en la entidad, debido a que los índices de consumo acumulados en el Molino II, se deterioran 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:

$$y=0.060x + 95.79$$

Con un consumo de electricidad asociado a la producción de 0.060 mWh/ton y no asociado directamente al proceso productivo de 95.79 mWh, lo que representa 44.76 % del consumo total de la producción del Molino II.

3.10.5- Comportamiento energético en el Molino de trigo II en el año 2010

En la siguiente figura se muestra la estructura de producción, consumo energético y comportamiento del índice de consumo del área productiva del Molino de trigo II.

Mes	Toneladas producidas(ton)	mWh	IC(kWh/ton)
ene.-10	1727.1	206.036	119.296
feb.-10	1561.8	189.87	121.574
mar.10	1909.1	217.82	114.095
abr.-10	1704.9	182.16	106.84
may.-10	1776.3	177.097	99.70
Jun.-10	1583.0	194.900	123.12
Jul.-10	1640.4	183.519	111.87
agos.-10	1860.9	207.197	111.34
Sept.-10	1598.9	172.902	108.14
Oct.-10	1797.3	198.787	110.60
Nov.-10	1665.5	210.859	126.60
Dic.-10	1563.4	193.720	123.91
Total	20388.6	2.334.867	1.377.085

Tabla 3.12-Comportamiento de la producción mensual y consumo de energía eléctrica del Molino II.

Fuente: Informe de producción acumulada y comportamiento de los portadores energéticos año 2010, empresa Cereales Cienfuegos, Unión Molinera.

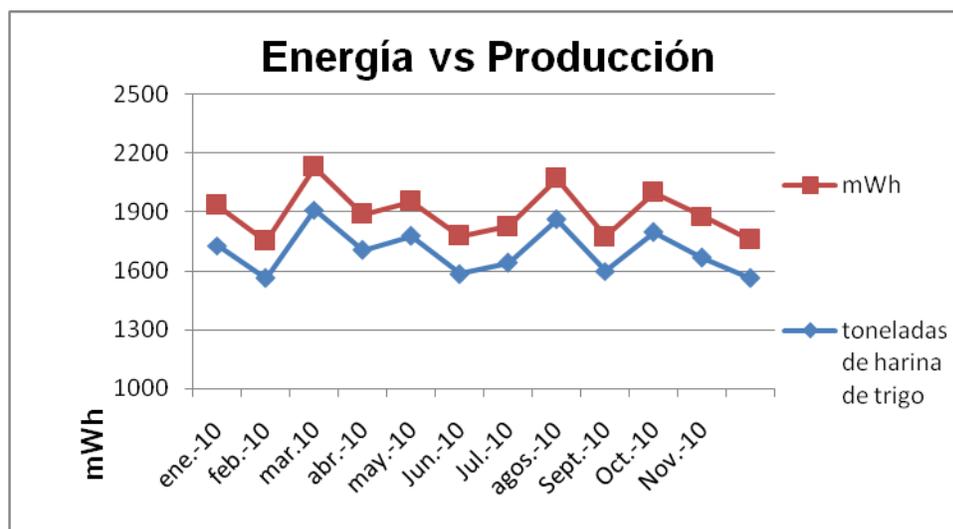


Figura 3.29-Consumo de Energía vs Producción. Molino II.

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico anterior se puede apreciar la variación simultánea de las variables energía y producción del Molino II teniendo un comportamiento normal pues a medida que existe un incremento del nivel productivo aumenta el consumo eléctrico y viceversa al igual que el año anterior.

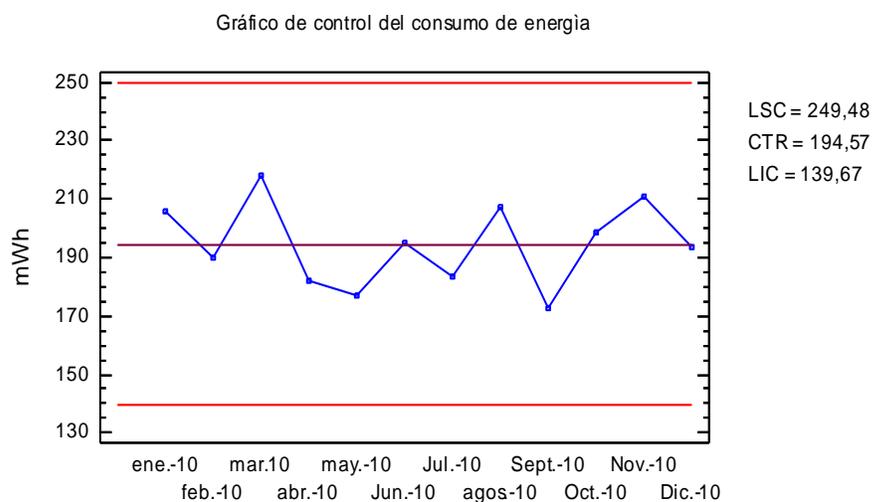


Figura 3.30- Gráfico de control del consumo energía en Molino II en el año 2010.

Fuente: Elaboración propia.

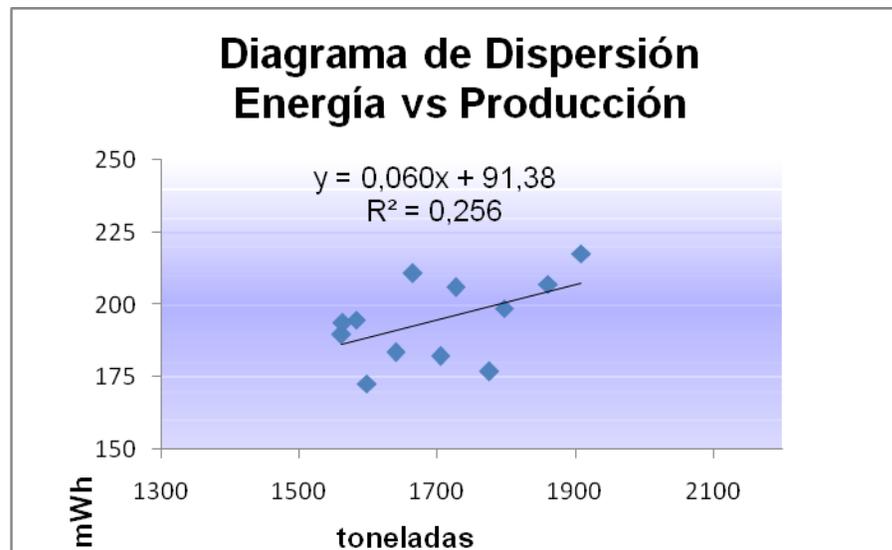


Figura 3.31-Dispersión de Energía vs Producción en el Molino II. Año 2010.

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de dispersión de energía vs producción nos 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 índice de consumo formado entre mWh/ton no refleja adecuadamente la eficiencia energética.

Expresándose dicha relación en la recta:

$$y=0.060x +91.38, \text{ con una correlación de } R^2=0.256.$$

Mostrando un consumo de energía asociado a la producción de 0.060 mWh/ton manteniendo un comportamiento estable teniendo como base el año anterior 2009.

El consumo de energía no asociada a la producción es de 91.38 mWh, lo cual representa el 46.96 % de la energía destinada a la línea de producción Molino II donde se detecta un aumento del porcentaje debido al aumento del nivel de producción acumulado de dicha área en el año 2010.

3.10.6-Análisis de tendencia en el Molino de trigo II

Se aplica el Método de Sumas Acumulativas (CUSUM), tomando como referencia para la realización de la gráfica la ecuación de la correlación del año 2010.

Mes	Producción (ton)	Consumo Real. mW/h	Consumo Calculado. mW/h	Diferencia	CUSUM
ene.-10	1727.1	206.036	195.006	11.03	11.03
feb.-10	1561.8	189.87	185.088	4.782	15.812
mar.-10	1909.1	217.82	205.926	11.894	27.706
abr.-10	1704.9	182.16	193.674	-11.514	16.192
may.-10	1776.3	177.097	197.958	-20.861	-4.669
Jun.-10	1583.0	194.900	186.36	8.54	3.871
Jul.-10	1640.4	183.519	189.804	-6.285	-2.699
Ago-10	1860.9	207.197	203.034	4.163	1.464
Sept.-10	1598.9	172.902	187.314	-14.412	-12.948
Oct.-10	1797.3	198.787	199.218	-0.431	-13.379
Nov.-10	1665.5	210.859	191.31	19.549	6.17
Dic.-10	1563.4	193.720	185.19	8.53	14.7

Tabla 3.13-Métodos de Sumas Acumulativas (CUSUM) en el Molino II.

Fuente: Elaboración propia.

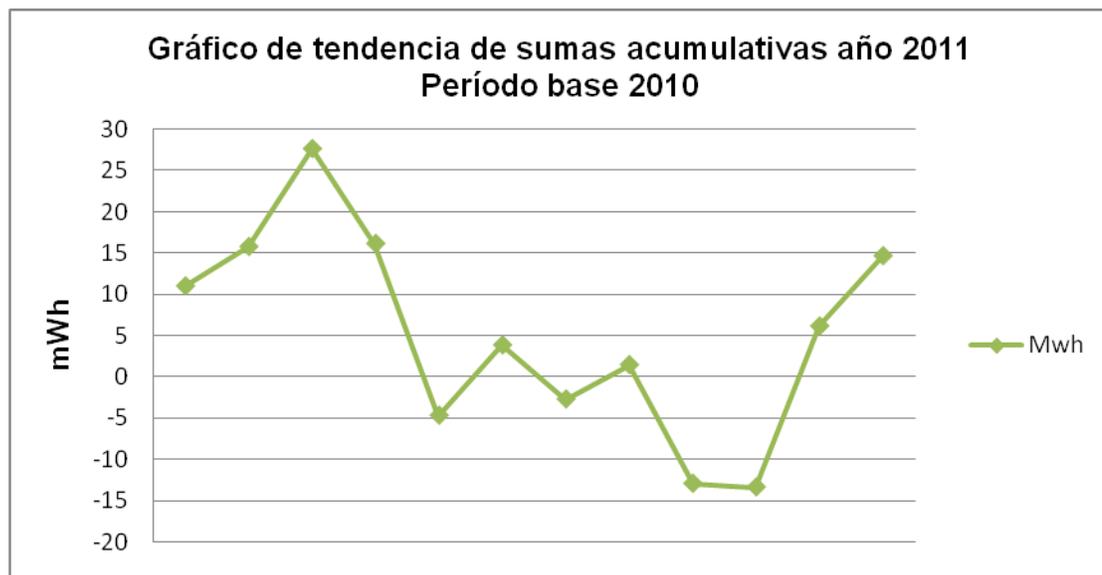


Figura 3.32-Gráfico de tendencia del consumo de electricidad en el año 2011 con relación al año 2010.Molino II.

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la figura 3.32 se observa desde el mes de enero y hasta marzo un aumento en el consumo de electricidad, justificado por múltiples roturas lo cual conlleva a paradas de la producción y a continuación la puesta en marcha de esta línea productiva, siendo necesario

estabilizar el proceso antes de comenzar a procesar el trigo, trayendo consigo una demanda de electricidad sin respaldo productivo.

La variabilidad que se aprecia en los meses siguientes se debe al mal estado tecnológico y mecánico de los equipos que conforman la línea productiva del Molino de trigo II, este presenta un aumento en su consumo, no siendo posible predecir el estimado de la producción de esta línea pues no existe en la misma una seguridad tecnológica, ni correlación entre los kW consumidos y producción terminada. Siendo evidente una tendencia al aumento de la demanda de energía eléctrica.

3.11- Identificación del problema

Después de realizar el análisis de la situación energética en las áreas del Molino de trigo I y II de la empresa Cereales Cienfuegos se definieron en conjunto con el grupo de expertos las posibles causas de los problemas obtenidos en dichas áreas.

3.11.1- Molino de trigo I

En el estudio de la situación energética del Molino de trigo I se detectó en el año 2009 un 55.23 % de energía no asociada directamente a la producción lo cual se considera alto, obteniéndose en el año 2010 un 18,49 % de energía no asociada por lo cual aunque se aprecia una disminución, esta se considera alta debido a que la variable debe reducirse a la mínima expresión.

Preparación del Diagrama Causa-Efecto.

Se realizaron análisis de causa y efecto para determinar las posibles causas teniendo en cuenta el alto porcentaje de energía no asociada directamente en la producción de harina de trigo en las líneas productivas del Molino I. El diagrama de causa y efecto, que se muestra en el (Anexo # 12) fue construido 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.

Causa probable	Verificación de la causa	Oportunidad de mejora
Déficit de piezas de repuesto.	No se ejecutan los mantenimientos de la forma establecida.	Planificar un estudio en conjunto con la Unión Molinera para la adquisición de las piezas de repuesto mediante importaciones.

Problemas técnicos en el banco de capacitores.	Pérdidas de energía reactiva, (factor de potencia menor que el 0,90).	Realizar estudio de esquemas de suministro eléctrico, principalmente analizando la cargabilidad de los transformadores.
La existencia de un solo metrocontador de energía eléctrica para el área del Molino I y áreas de servicios.	Debido a la no existencia de un control de la energía real consumida en las líneas de producción del Molino I.	Compra y montaje de un analizador de redes eléctricas.

Mediante el trabajo con expertos, se aprecia concordancia en el criterio de estos, arribándose a la conclusión de que es necesario priorizar la oportunidad de mejora relacionada con la instalación de un analizador de redes eléctricas, teniendo en cuenta que esta inversión puede costearse con pocos recursos, pues los accesorios para el montaje se pueden obtener en el territorio nacional, erradicando la empresa con mayor rapidez el problema. Ver Anexo # 13.

3.11.2- Molino de trigo II

Después de realizar el análisis de la situación energética en el Molino de trigo II se detectó en el año 2009 una baja correlación del coeficiente (R^2) de las variables consumo de energía eléctrica y producción en toneladas de harina de trigo. Evidenciándose un deterioro de este parámetro en el año 2010 con respecto al año anterior, ratificando la invalidez del índice de consumo como indicador de eficiencia energética para esta área.

Cuando se obtiene un coeficiente de correlación débil ($R^2 < 0,75$) lo primero es analizar las posibles causas de ello, llegando a las siguientes conclusiones:

Posible causa: El Molino de trigo II cuenta con dos salidas productivas: la harina de trigo y el subproducto (Afrecho), el cual se obtiene del mismo proceso de fabricación de la harina y no se tiene en cuenta como producción terminada de esta área.

Por lo que se propone aplicar el método de la **Producción Equivalente**, con el objetivo de tener en cuenta las dos salidas que se obtienen del proceso productivo y su relación con el consumo energético.

Solución: una solución aproximada que permite elevar el coeficiente de correlación R^2 es considerar como producción equivalente la suma de las toneladas producidas de harina de trigo y las toneladas producidas de subproducto. Ello es posible dado que la energía específica requerida es la misma para ambos ya que siguen la misma secuencia productiva.

Forma de cálculo para la obtención de la producción de harina de trigo equivalente.

$$\text{Producción harina}_{EQ} = \sum \text{Producción harina de trigo} + \sum \text{Producción subproducto}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de las producciones equivalentes de harina de trigo en el período en análisis (año 2010).

Mes	Harina de trigo (ton)	Subproducto (ton)	P harina EQ (ton)	mWh producción
ene.-10	1727,10	673,10	2400,20	206,04
feb.-10	1561,80	361,80	1923,60	189,87
mar.-10	1909,10	677,60	2586,70	217,82
abr.-10	1704,90	605,30	2310,20	182,16
may.-10	1776,30	630,60	2406,90	177,10
Jun.-10	1583,00	549,90	2132,90	194,90
Jul.-10	1640,40	568,40	2208,80	183,52
agos.-10	1860,90	660,70	2521,60	207,20
Sept.-10	1598,90	567,60	2166,50	172,90
Oct.-10	1797,30	638,10	2435,40	198,79
Nov.-10	1665,50	591,30	2256,80	210,86
Dic.-10	1563,40	555,00	2118,40	193,72
Total	20388,60	7079,40	27468,00	2334,87

Figura 3.14- Comportamiento de las producciones equivalentes de harina de trigo en el año 2010.

Fuente: Informe de producción acumulada Cereales Cienfuegos. Unión Molinera.

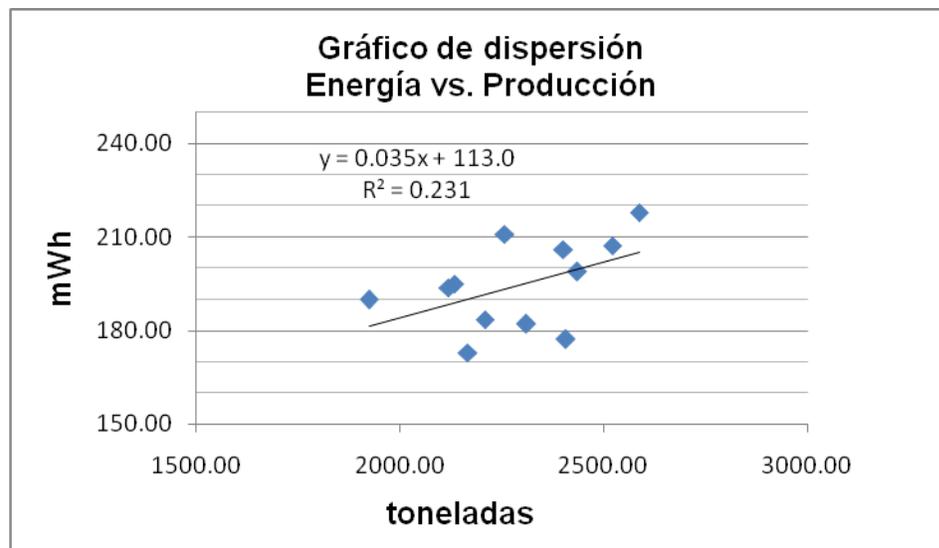


Figura 3.33-Dispersión de Energía vs Producción de la producción equivalente en el Molino II en el año 2010.

Fuente: Elaboración propia.

Al aplicar el método de la producción equivalente se aprecia un deterioro de un 2,5 % en el coeficiente de correlación ($R^2 = 0.231$) entre las variables producción de harina (ton) y consumo de energía (kW), por lo que se hace necesario continuar realizando un análisis para determinar la causa potencial del bajo coeficiente de correlación. Proponiéndose un estudio de la estabilidad y capacidad del proceso productivo en el Molino II.

Estudio de estabilidad y capacidad del índice de consumo de energía eléctrica en la línea de producción Molino de trigo II.

En cuanto a la estabilidad de la variable índice de consumo de energía eléctrica se puede observar en el Gráfico de Control de Valores Individuales que el proceso fue operado de manera estable durante el período en estudio con un nivel de confianza del 95 %. Arribando a la conclusión de que ningún punto de las 200 observaciones en análisis se encuentran fuera del límite de control superior de especificación, sin embargo se detectan procesos que se están alejando lentamente del valor meta, aún cuando ningún punto caiga fuera de los límites de control, una secuencia inusual se ha detectado con un patrón de cinco (5) observaciones con al menos 4 más allá de 1,0 sigma.

Gráfico X para IC m2 2010

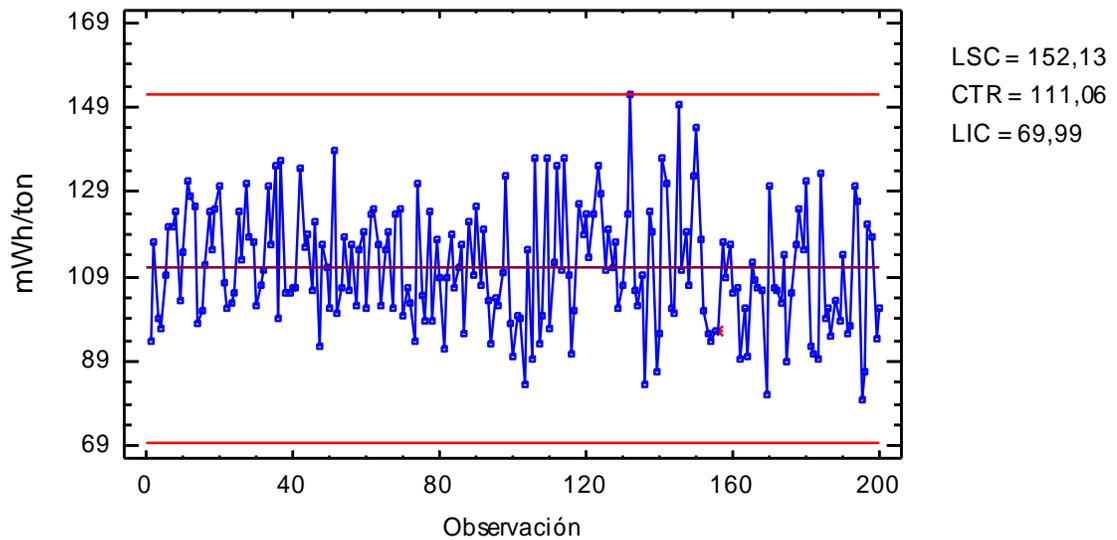


Figura 3.34 – Gráfico de Control de Valores Individuales del Índice de Consumo de energía eléctrica.

Fuente: Elaboración propia.

Se detectó en el gráfico de MR2 (Recorridos Móviles), que la variable índice de consumo energético presenta gran variabilidad, debido que se manifiesta alta proporción de puntos cerca de los límites de control y a ambos lados del límite central, así como solo tres (3) puntos de un total de doscientos (200) coinciden en la parte central de la carta, lo cual representa el 1,5 % del total. Este es un factor que puede tener mucha implicación a la hora de cumplir con el requerimiento de que el índice de consumo energético sea menor que el 106,866 kWh/ton. También se identifican tres puntos que siguen un patrón inusual, comportándose el primero con una frecuencia arriba o abajo de la línea central con longitud de 8 o mayor, además conjuntos de 5 observaciones con al menos 4 más allá de 1,0 sigma así como conjuntos de 3 observaciones con al menos 2 más allá de 2,0 sigmas.

Gráfico MR(2) para IC m2 2010

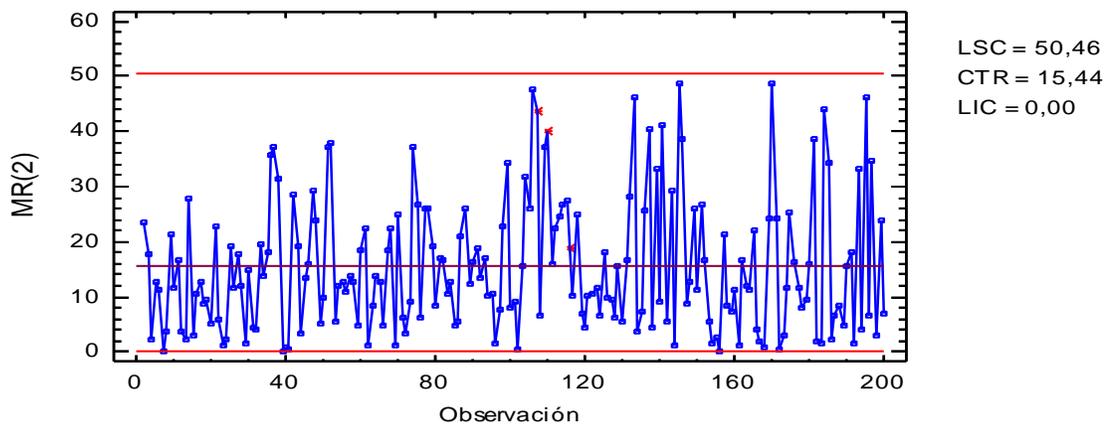


Figura 3.35: Gráfico de Control de Recorridos Móviles para el Índice de Consumo energético.

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Inestabilidad (S_t)

$$S_t = \frac{4}{200} = 0.02 * 100 = 2.00\%$$

El valor obtenido del índice de inestabilidad es del 2,0 % lo cual se interpreta como un proceso con una estabilidad relativamente óptima.

En cuanto a la capacidad del proceso de cumplir con la especificación del índice de consumo energético acordado por la Unión Molinera y la OBE de no excederse de 106,866 kWh/ toneladas, según los criterios del autor Humberto Gutiérrez Pulido (Pulido & Vara Salazar, 2004), el proceso es de categoría 4 debido a que el índice de capacidad para la especificación superior es de $C_{pk} = -0.102117$, lo cual indica que la media del proceso está fuera de la especificación observándose que el proceso se encuentra desplazado hacia la derecha con un 53,50 % por encima del límite superior de control, corroborándose que el proceso no es capaz en función de la calidad medida (indicador energético) .Véase anexo # 14 sobre el análisis de la capacidad del proceso.

Dados los resultados obtenidos del análisis de capacidad y estabilidad del proceso de molinación del trigo (Molino II) y a criterios del autor Humberto Gutiérrez Pulido (Pulido & Vara Salazar, 2004) el estado del proceso es de tipo C (estable pero incapaz), estos resultados fueron analizados por el Grupo de Expertos en el Consejo Energético de la entidad, arrojando que la principal causa que incide en el resultado de este estudio es:

Causa: Deterioro que presenta la línea productiva del Molino II ocasionado por los años de explotación de su vida útil al ser instalada desde el año 1982.

3.12- Elaboración del proyecto de mejora

Mejora en el Molino de trigo I.

Una vez identificado el problema se procede a la elaboración del plan de acción del montaje del Analizador de Redes eléctricas como estrategia de mejora para el área del Molino I.

Mejora en el Molino de trigo II.

Se propone como solución el montaje de una nueva línea tecnológica con una capacidad de 250 ton/diaria de trigo, con ello no solo se perfeccionaría la gestión energética en busca de la eficiencia si no una mejora en la gestión medio ambiental eliminando la emisión de polvo orgánico al medio.

El proyecto de mejora en el Molino I fue organizado mediante un plan de acción, haciendo uso de la técnica de las 5Ws y 2Hs (Qué, Quién, Cómo, Por qué, Dónde, Cuándo y Cuánto). A través de este plan se definió, en forma ordenada y sistemática, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para lograr las metas propuestas. En el anexo # 15 se muestra la acción de mejora del área productiva Molino I.

3.13- Análisis de costo de las inversiones propuestas

Montaje del Analizador de Redes eléctricas para el área del Molino I.

En el anexo # 16 se muestra un desglose de los equipos y software que se deben adquirir para una correcta instalación y puesta en marcha del Analizador de Redes eléctricas.

Análisis económico de costo – beneficio de la inversión del Molino de trigo II.

Se propone la compra de la línea de procedencia iraní con una capacidad de 250 ton/diaria de trigo lo cual reporta la producción de harina en 180 ton/diaria obteniéndose 54 360 toneladas anuales a un rendimiento del 75 %, la capacidad actual es de 100 ton/d para un rendimiento del 73 % y una producción anual de 20237 ton de harina.

Precios del mes de marzo del año 2011			
Precio trigo	Precio de Harina	Precio de subproducto	Precio actual de 1 kWh
406 \$/ton	658.68 \$/ton	130 \$/ton	0.1855 \$/kWh

Índice de consumo

- Índice de consumo actual es de 106,866 kWh/ton.
- Índice de consumo propuesto por la inversión y la OBE es de 82 kWh/ton.

Rendimiento del trigo.

75% de rendimiento propuesto

- 1.33333 ton de trigo =1ton de harina
- 1 ton de harina= 0.33333 ton de subproducto

73.8% de rendimiento actual

- 1.355013 ton de trigo =1ton de harina
- 1 ton de harina= 0.355013 ton de subproducto

Ventajas de la nueva línea de producción propuesta a instalar:

- Por lo que se propone con la inversión un aumento en el rendimiento del trigo de 1,2 %, para un aumento productivo de 54630 toneladas de harina.

54630 ton de harina ÷ 73.8 % = 74024 toneladas de trigo.

54630 ton de harina ÷ 75 % = 72840 toneladas de trigo

Lo que incurre en un ahorro de 1184 toneladas de trigo anual representando monetariamente \$ 480704.

- Ahorro energético.

Con el índice de consumo actual y la producción propuesta se incurre en un gasto energético de 5838089,58 kWh.

54630 ton de harina * 106,866 kWh/ton= 5838089,58 kWh.

Con el índice propuesto por la inversión de 82 kWh/ton para igual nivel de producción se obtiene un gasto de 4479660 kWh.

54630 ton de harina * 82 kWh/ton= 4479660 kWh.

Lo cual representa un ahorro energético de 1358429,58 kWh y monetariamente de \$ 251988,69.

- Incremento en la producción de subproducto de 10900 ton anuales.

Serían: $130 \text{ \$/ton} \times 10900 \text{ ton} = 1\,417\,000 \text{ \$}$.

Por incremento del subproducto = $1\,417\,000 \text{ \$}$.

3.13.1- Evaluación económica del proyecto de inversión Molino II

Haciendo uso de las técnicas más difundidas en la actualidad y más confiables para la evaluación de proyectos, las que toman en consideración el valor del dinero en el tiempo al analizar los beneficios y costos esperados durante la vida útil del equipamiento, como son: VPN (Valor Presente Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y el PRI (Período de Recuperación de la Inversión), se realizó el análisis del proyecto propuesto: instalación de la línea tecnológica de procedencia iraní en el Molino de trigo II empresa Cereales Cienfuegos.

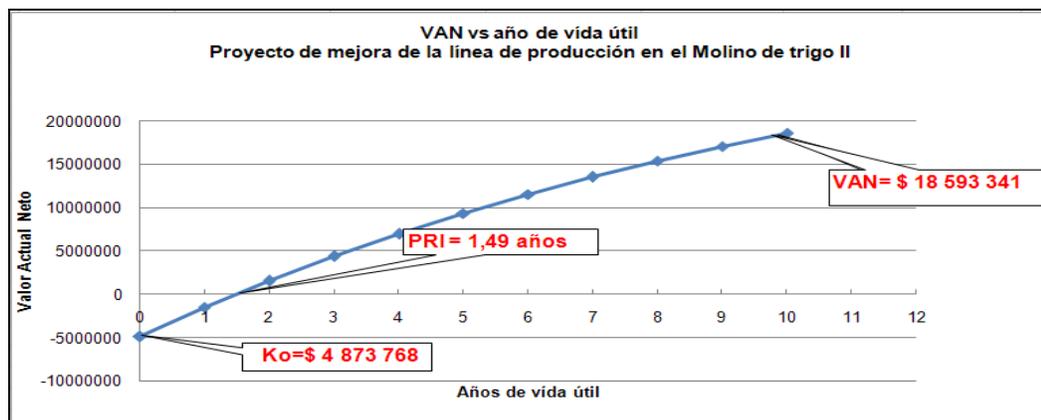


Figura 3.36- Análisis económico de la inversión en el Molino de trigo II.

Fuente: Elaboración propia.

Los métodos seleccionados han dado como resultado la factibilidad del proyecto de instalación del montaje de la línea de procedencia Iraní en el Molino de trigo II, obteniendo resultados negativos en el primer año de realizada la inversión, siendo este el período de recuperación, mostrándose en la figura 3.36. A partir de este momento se aprecia el beneficio del proyecto dando positivo en el transcurso de su vida útil, lo que genera el aprovechamiento que se necesita para rembolsar la deuda y para proporcionar el rendimiento requerido. Así como la tasa interna de rentabilidad (TIR), según los cálculos realizados un 75 % equivalen a un valor

aceptable ya que la tasa de inflación de los bancos es mucho menor por lo que se obtendría un mayor nivel de ingresos.

3.14- Monitoreo y control

El monitoreo y control de la energía en la empresa Cereales Cienfuegos se realiza a través de los indicadores: índices de consumo, índice de eficiencia energética e índice de intensidad energética. Ver fichas de las mismas en el anexo # 17. Debido de ello se hace necesario el empleo de otros indicadores, al ser mecanismos idóneos para garantizar la evaluación del cumplimiento de los planes de mejora, con el consiguiente control de los mismos.

Proponiendo como estrategia de monitoreo y control el Índice Económico – Energético, definiéndose para el Molino de trigo I como Porcentaje de Energía no asociada directamente a la producción (Ena) y para el Molino de trigo II el Coeficiente de Correlación (R^2) entre Energía consumida y Producción terminada.

3.15- Conclusiones parciales

1. La energía eléctrica es el portador energético que más se demanda en la empresa objeto de estudio, representando el 99.04 % de los gastos por portador en el año 2010.
2. El alto porcentaje de energía no asociada directamente a la producción del Molino de trigo I, teniendo un comportamiento en el año 2009 del 55.23 % y en el año 2010 de 18,49 %, estando motivado por las siguientes causas: déficit de piezas de repuesto, problemas técnicos en el banco de capacitores, existencia de un solo metrocontador de energía eléctrica para el área del Molino I y áreas de servicios.
3. La baja correlación $R^2=0.501$ en el año 2009 y el deterioro del mismo en el 2010 del $R^2=0.256$ se debe al deterioro que presenta la línea productiva del Molino de trigo II ocasionado por los años de explotación de su vida útil ya que esta fue instalada como molino de trigo en el año 1982.
4. Se propone como mejora para el área del Molino I el montaje del Analizador de Redes eléctricas y para el Molino II la instalación de una nueva tecnología de procedencia iraní.
5. Se hace necesario implantar como estrategia de monitoreo y control el Índice Económico – Energético, definiéndose para el Molino de trigo I como Porcentaje de Energía no asociada directamente a la producción (Ena) y para el Molino de trigo II el Coeficiente de Correlación (R^2) entre Energía consumida y Producción terminada.

Conclusiones Generales

1. En Cuba se realizan numerosos esfuerzos para fomentar el ahorro energético y potenciar la cultura energética, ejemplo de ello lo es El Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC) y el Frente de Energías Renovables (FER) que aúna los esfuerzos para alcanzar una cultura energética y un desarrollo sostenible, a partir del uso creciente de las fuentes de energía renovables.
2. La Gestión Total Eficiente de la Energía consiste en una tecnología integrada por un paquete de procedimientos y herramientas técnico-organizativas, la cual permite identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos energéticos de la empresa.
3. Al caracterizar energéticamente a la empresa, se ratifica que el portador energético de mayor impacto es la energía eléctrica, representando el 99.04 % del total de gastos por portadores energéticos.
4. El alto porcentaje de energía no asociada directamente a la producción del Molino de trigo I, teniendo un comportamiento en el año 2009 del 55.23 % y en el año 2010 de 18,49 %, estando motivado por las siguientes causas: déficit de piezas de repuesto, problemas técnicos en el banco de capacitores, existencia de un solo metrocontador de energía eléctrica para el área del Molino I y áreas de servicios.
5. La baja correlación $R^2=0.501$ en el año 2009 y el deterioro del mismo en el 2010 del $R^2=0.256$ se debe al deterioro que presenta la línea productiva del Molino de trigo II, ocasionado por los años de explotación de su vida útil.
6. Se propone como mejora para el área del Molino I el montaje del Analizador de Redes eléctricas y para el Molino II la instalación de una nueva tecnología de procedencia iraní.
7. Es factible la inversión de la instalación de la tecnología Iraní en el Molino de trigo II, teniendo en cuenta que se recupera en un término de un año y seis meses, reportando como ganancia en diez años de vida útil de \$ 18 593 341,42.

8. Se elaboraron nuevos indicadores para garantizar un mejor monitoreo y control de la eficiencia energética siendo estos: porcentaje de energía no asociada directamente al nivel de producción (Ena) y correlación entre tonelada equivalente de petróleo (TCC) y producción real (R2).

Recomendaciones

- Se recomienda extender el diagnóstico energético al área de producción Silos y Muelle.
- Realizar el análisis económico a la propuesta de mejora de la instalación del analizador de redes eléctricas.
- Realizar posteriormente a la instalación del analizador de redes, el estudio de las producciones equivalentes antes y después del montaje de la línea de procedencia iraní en el Molino II.
- Realizar estudio de esquemas de suministro eléctrico, principalmente analizando la cargabilidad de los transformadores.

Bibliografía

2006. Alternativa Bolivariana para América Latina. Available at: www.alternativabolivariana.org/modules.php.2004.
2009. Comisión nacional para el ahorro de energía en México. Available at: www.conae.gov.mx.
- Consumo y recursos energéticos a nivel mundial. Available at: http://es.wikipedia.org/wiki/Consumo_y_recursos_energ%C3%A9ticos_a_nivel_mundial
- 2009a. Crisis Energética Mundial. Available at: www.econoticias.com.
- 2009b. Cumbre Energética Suramericana, un encuentro que busca luchar contra la pobreza y las asimetrías. Available at: <http://WWWtelesurtv.net/secciones/noticias.php>.
1995. *Diagnósticos energéticos*, México.
2004. DOE/EIA. "International Energy Annual 2002. Available at: www.eia.doe.gov/iea/.
- DOE/EIA. "International Energy Annual 2002.
2005. Economía. Available at: www.bohemia.cubaweb.cu.
- El arroz a nivel mundial. Available at: www.agrodigital.com/images/arroz.pdf.
2007. El mercado mundial del petróleo. Available at: cipres.cec.uchile.cl/~jrybertt/t2/Pagina3.html.
2009. Energía y Minería. Available at: www.cubaeconomica.com/numero77/esp/ene.htm.
2001. Energía: El 2 000 supo a petróleo. *Bohemia*, (7), 82.
- Energía: El 2 000 supo a petróleo. *Bohemia*.
- 2009a. Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2002. Available at: www.eia.doe.gov/iea.
- 2009b. Enfrentar los excesos con renovada energía: Buscar soluciones. Available at: www.consumerinternational.org.
- 2007a. Especialistas en perforación de pozos. Available at: www.petrocaribe.com.
- 2007b. Generación distribuida. Available at: www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1917_generacion_distribucion.
- Industria Mundo. Available at: es.wikipedia.org/wiki/Industria.
2004. Militarización y hegemonía. Available at: <http://WWWvisionesalternativas.com/militarizacion/articulos/alca/6.htm>.

Mundo Industria. Available at: www.mundoindustria.es.

2007. Petróleo sigue batiendo record. *Granma*.

2006a. Petróleo y gas en América Latina: un análisis político de relaciones internacionales a partir de la política venezolana. Available at: www.cepal.com.

2006b. Relaciones entre las reservas y Producción de petróleo en el mundo. Evolución. Available at: <http://www.foronuclear.org>.

Situación de energía en el mundo, Europa y España. Available at: www.energiasrenovables.ciemat.es/.../energía/index.htm.

2007. Tercer Mundo Económico-Integración Energética en el MERCOSUR. Available at: www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo.

Análisis de la Cadena de Harina de Trigo.

Annual Energy Outlook 2010: Energy Information Administration (EIA). The Paul H. Nitze School of Advanced International Studies December 14, 2009 Washington, DC. web site <http://www.ascension-publishing.com/BIZ/HD18-2010.pdf>

Berroa Barrell, F.E., 2007. *Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en la CTE Carlos M. de Céspedes*. Tesis en Opción al grado de Máster en Ciencias Técnicas. Universidad "Carlos Rafael Rodríguez".

Borroto Nordelo, A., 2001a. *Gestión Energética Empresarial*.

Borroto Nordelo, A., 2001b. *Gestión Energética Empresarial*, Cienfuegos: CEEMA Universidad Carlos Rafael Rodríguez.

Borroto Nordelo, A.E. & Monteagudo Yanes, 2006. *GESTIÓN Y ECONOMÍA ENERGÉTICA*.

Castro Ruz, F., *Culminación de los grupos electrógenos*, 2006: Editorial Ciencias Sociales.

Castro Ruz, F., 2006. Discurso pronunciado por motivo de la culminación del montaje de los grupos electrógenos. En Pinar del Río.

CEPAL, Comisión económica para América Latina. Available at: www.cepal.org/Comision.

CEPAL, 2004. Informe Estadístico. Available at: www.eclac.cl/estadística.

CEPAL, 2000. *La economía cubana: reformas estructurales y desempeño en los noventa*, México: ASDI.

Cereijo, M., 2007. Crisis de energía eléctrica. Available at: <http://www.amigospaís-guaracabuya.org/oagmc236.php>.

Coben, L., 2003. *Métodos de Investigación educativa*, Madrid: La Muralla.

- Colectivo de autores, 2006. El futuro de la Generación Eléctrica en España. Available at: www.econoticias.com.
- Colectivo de autores, 2005. *Reformas en el sector de la energía en América Latina y el Caribe*, Cogeneración. Available at: miliarium.com.
- Díaz Medina, A., 2008. *Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en La Empresa Oleohidráulica Cienfuegos*. Tesis en Opción al grado de Master en Ciencias Técnicas. Universidad. Universidad de Cienfuegos.
- Energy, L., 2009. *La gestión de la carga eléctrica en la industria como herramienta para reducir costes*, Electric Load Management in Industry.
- García, A., 2000. *Diagnóstico de la economía energética nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía*,
- García, A., 1997. *La concepción estratégica de las transformaciones en la economía energética*, INIE.
- Generación distribuida, "Noviembre 11, 2007. www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1917_generacion_distribucion
- Gutiérrez Pulido, H. & De la Vara Salazar, R., 2007. *Control estadístico de calidad seis sigma.*, La Habana: Félix Varela.
- IEO, 2007. *Internacional Energy Outlook 2005*,
- International Energy Annual, 2002b. Energy Information Administration. Available at: www.eia.doe.gov/iea.
- ISO 9004, Sistemas de gestión de la calidad - Directrices para la mejora del desempeño. (2000).
- ISO 9000, Sistemas de gestión de la calidad - fundamentos y vocabulario. (2005).
- ISO 9001, Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos. (2008).
- ISO 50001, Norma Internacional. Sistemas de Gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso. Primera edición. (2011)
- León Rodríguez, M., 2000. Del dicho a hecho para la conformación de la Zona de Libre comercio energético. *Petrovisión*.
- McNeill, J., 2003. *Global Environmental History of the Twentieth Century*.
- Miguel Trejo, L., 2000. Memorias del xv congreso nacional de termodinámica. En México.
- Monteagudo Yanes, J.P. & Borroto, A., La "producción equivalente". un método para elevar la efectividad de los índices energéticos.

Bibliografía

- OLADE, 2007. Aspectos económicos, regulatorios y de política energética. Available at: www.olade.org.ec/InformeEnergético/informeenergetico05.htm.
- OLADE, 2000. Informe Energético: Aspectos Relevantes en el 2000. Available at: WWW.olade.org.ec/InformeEnergetico/InformeEnergetico02b.htm.
- OLADE, 2002. Sistema de Información Económico-Energética. Available at: www.cubaeconomica.com/numero77/esp/eneymine.htm.
- OLADE, 2000. *Sistema de Información Económico-Energética*, Quito: Organización Latinoamericana de la Energía.
- Rosembuj, F., 2006. *El cambio climático. La creación de un mercado de derechos de emisiones de CO2 en Energía, Protección y Sostenibilidad*, Ingeniería Sin Fronteras.
- Sosa Rodríguez Obiel, año 2009. "Propuesta de mejoras al sistema de monitoreo y control energético mediante una gestión eficiente de la energía en la Central Termoeléctrica Cienfuegos".
- Víctor, B., 2006. La Crisis Energética y nuestro futuro. *El País*.

Anexos

ANEXO # 1-Diagrama sobre la composición de un sistema de Gestión



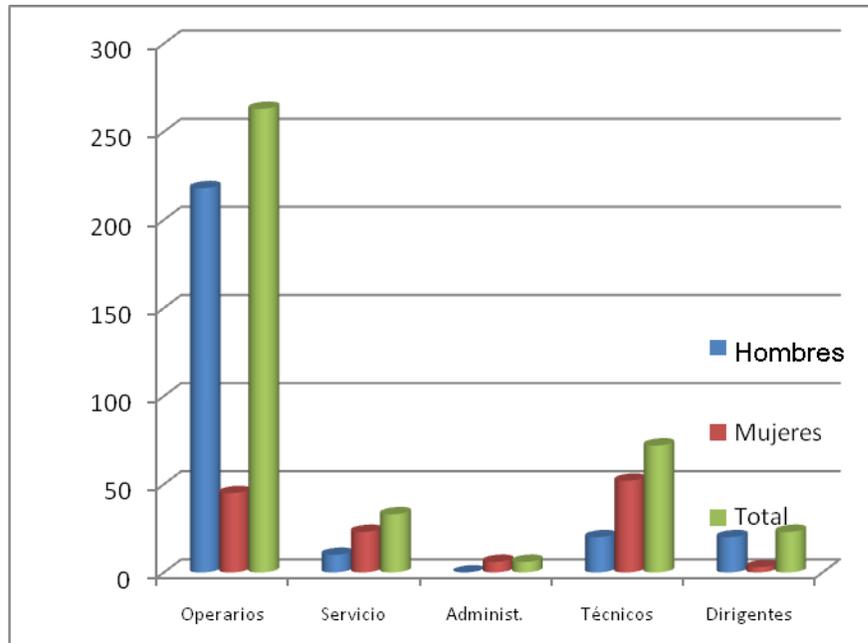
Fuente: Libro/ Gestión energética empresarial/Colectivo de autores CEEMA. Universidad Cienfuegos.2006

Anexo # 3-Total de trabajadores de la Empresa Cereales Cienfuegos.

	Operarios	Servicio	Administrativos	Técnicos	Dirigentes	Total
Mujeres	45	23	6	52	3	129
Hombres	218	10	0	20	20	268
	263	33	6	72	23	397

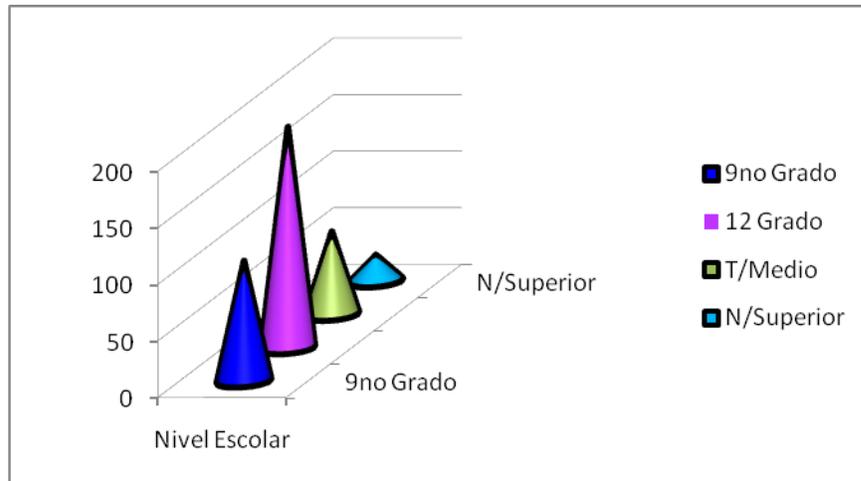
Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 4-Categorización ocupacional.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 5-Nivel de escolaridad de los trabajadores de la Entidad.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 6- Funcionamiento y descripción de los equipos que interviene en el proceso de molinería en la Empresa Cereales Cienfuegos.

❖ Bancos de cilindros

Estas máquinas realizan la molienda o bien la reducción de la granulometría del grano y de los productos intermedios.

Los molinos disponen de diferentes tipos de esta máquina y a cada uno es atribuido un determinado trabajo a base de los factores siguientes:

- Morfología de los cilindros (lisos o ranurados)
- Número, inclinación y profundidad de las ranuras
- Velocidad de rotación de los cilindros

Los bancos de cilindros efectúan tres operaciones fundamentales: rotura, raspado y reducción.

Los bancos de cilindros para la rotura tienen cilindros ranurados y producen harina, sémolas y sémolas raspadas. La ranura deviene progresivamente más espesa y sutil mientras pasa de la cabeza hasta la extremidad del molino. En el diagrama de molienda son indicados con la letra B como broyage. Esta letra seguida por un número describe el tipo de pesaje; por ejemplo B1 representa la primera rotura. B2 corresponde a la tercera. etc.

Los bancos de cilindros para el raspado que tienen los cilindros ligeramente ranurados o lisos reducen la granulometría de las sémolas y separan (raspan) las partículas del endospermo del salvado. Estas máquinas son indicadas con la letra D como desagregage.

Dado que estos pasajes tratan las sémolas que son mucho más importantes y numerosos para el grano duro que para el grano blando. Los bancos de cilindros para la reducción que tienen los cilindros lisos reducen la granulometría del raspado y entre ellos se distingue entre dos tipos de reducciones. Estos pasajes son señalados por la letra C como convertissage.

❖ Plansifter

El plansifter separa sémola, semita y harina a través del tamizado de los productos provenientes de los bancos de cilindros para clasificar los productos destinados a los sasores y a los bancos de cilindros a base de la granulometría.

El plansifter puede parecer una caja enorme suspendida al techo con cuatro juegos de cañas de india especialmente aptas debido a su robustez y su elasticidad para garantizar el movimiento continuo rotatorio horizontal de la máquina.

Las cajas llevan numerosos juegos sobrepuestos de zarandas con luces de mallas diversas del revestimiento según esquemas predispuestos para cada tipo de producto a separar.

Las partículas de productos de molienda que queda sobre los tamices se llaman colas, mientras aquellas que pasan son nombradas pasajes. En general unos elementos de plástica son dedicados a la limpieza de cada tamiz, en la parte inferior se encuentran cebillas que se mueven automáticamente. Los materiales de empaquetadura para los tamices son: metal, seda o nylon a base de los productos a seleccionar.

La parte inferior del plansifter es dotada de una manguera en tejido que siguen el movimiento rotatorio y que ligan los canales con las otras máquinas. El funcionamiento del plansifter es expuesto a una ligera aspiración del aire de tal manera que el aire caliente sea absorbido y una condensación sea excluida. En el diagrama de molienda estas máquinas figuran con la letra D como divisor seguida por un número que corresponde al tipo de pasaje en cuestión.

❖ Sasores

Estas máquinas fungen de separador de las sémolas calificadas de grises y las sémolas raspadas calificadas de dunst a base de la granulometría y el peso específico de las partículas. Teniendo dimensiones iguales las sémolas son más ligeras que las raspadas por consecuencia, mientras corren por superficies de los tamices pueden ser separadas por una corriente de aire subiendo cuya intensidad es regulada por el peso específico del producto.

Por eso los sasores seleccionan el producto molido gracias a una acción combinada de tamisaje y soplaje.

En el diagrama de molienda estas máquinas figuran con la letra S como sasor seguida por un número que corresponde al tipo de pasaje en cuestión.

❖ Cepilladora de salvados

Estas máquinas efectúan la tamizaduras de la harina aún adherente a las partes corticales del núcleo del grano. Esta harina tiene un aspecto graso, puntiagudo y oscuro. Este efecto se crea por medio de centrifugación del producto contra el manguito de chapa perforada con perforaciones adecuadas a diversos calibres de los subproductos. Las cebillas están colocadas en los pasajes finales de la molienda.

En el diagrama de molienda estas máquinas figuran con la letra Br como brose seguida por un número que corresponde al tipo del pasaje en cuestión.

❖ Disgregadores

Los disgregadores obran sobre las capas del producto que se forman después del pasaje de los bancos de cilindros lisos y los reducen para obtener partículas finas.

❖ Disgregadores por choques

Estas máquinas excorían y remueven las chapas del producto que se crean sucesivamente a la presión durante los pasajes de reducción. A veces son usados para disminuir la granulometría de las semillas de reducción y por lo tanto acelerar el proceder de la molienda. Una función particular de estas máquinas consiste en la prevención de contaminación biológica. Efectivamente sirven para extinguir insectos y sus huevos en el grano de la harina.

❖ Ciclones

Se trata de aparatos con perfil cónico que mantiene los polvos en el aire alejados del transporte neumático.

❖ Filtros

Los filtros instalados al final de los transportes neumáticos recuperan la fracción polvorienta en el aire con aspiración como baja presión.

❖ Dosificadores volumétricos

Encima de las básculas se encuentran en los molinos aparatos para la medición volumétrica de los productos. En particular se usan los dosadores para la preparación de las mezclas del grano.

❖ Aparatos magnéticos

Estas máquinas quitan las partículas férricas presentes en el grano y en la harina. La molienda del grano transcurre con una lógica precisa; todas las fases siguen una secuencia empleando tres operaciones fundamentales ejecutadas por los bancos de cilindros, el plansifter y los sasores, y tres operaciones auxiliares ejecutadas por las cepilladoras de salvados, los disgregadores y las instalaciones neumáticas.

Los bancos de cilindros producen la harina y las sémolas raspadas con granulometría diversa. Después cada pasaje de molienda, el producto a través del tamiz del plansifter que divide a base de la granulometría el producto en fracciones diversas de las cuales cada una es conducida hacia la maquina correspondiente o transportada hacia la celda relativa del producto final.

Especialmente le gries y el durs después de la clasificación del plansifter pasan por los sasores aunque calificadas de limpiadoras de sémola pues deben separar el salvado y la sémola. Los productos seleccionados vuelven a los bancos de cilindros y el ciclo es repetido por el paso de la cabeza hasta la extremidad de la instalación donde se manifiestan los productos intermedios de molienda ricos de salvado de los cuales se obtienen los productos destinados a la alimentación zootécnica. Se llaman mojuelos y son:

- Menudillo superfino
- Harinas bajas
- Harinilla
- Afrechillo
- Salvado

Para convertir los menudillos superfinos en salvado las partes periféricas del grano suben y las harinosas disminuyen.

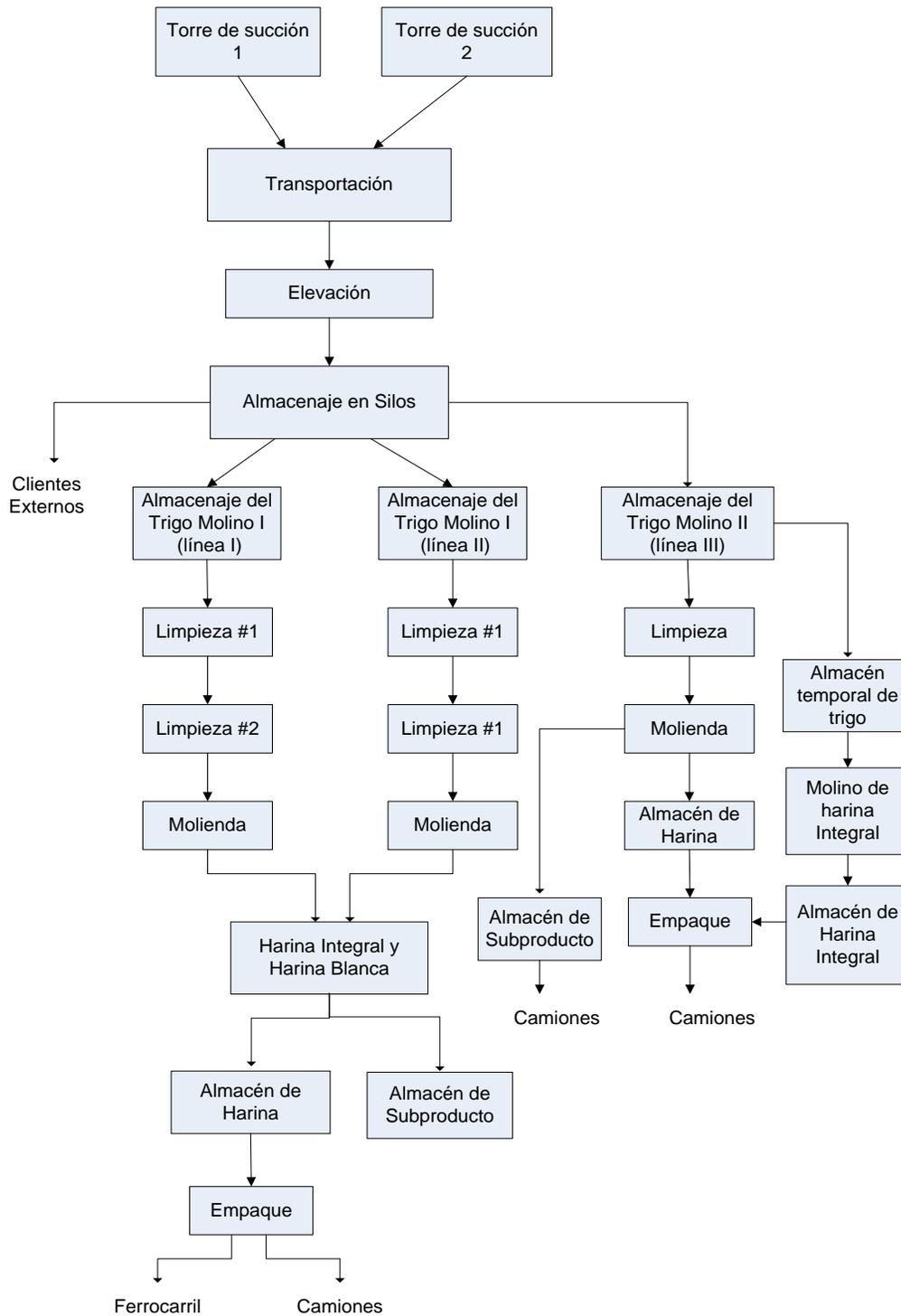
Las instalaciones de aspiración de la sección de molienda son particularmente importantes porque tienen que alimentar los sasores y purificar el aire usado para el transporte de los productos de molienda.

Las máquinas son colocadas sobre los pisos altos del molino de tal modo que la salida del aire limpio del edificio sea apoyada y la harina “grasa y muerta” recuperada por los filtros sea entregada en un apropiado canal del plansifter o a máquinas vibrantes o centrífugos (vibroseparadores) para la separación de las partes de afrechillo y las de almidón.

❖ Desinsectador

Este equipo es utilizado después de confeccionada la harina para eliminar huevos o parásitos que pueda tener la harina.

Anexo # 7- Diagrama de flujo de la Producción de Harina de trigo y Subproducto



Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 8 Programa de Ahorro de Agua para el 2010.

Ministerio de la Industria Alimenticia-Empresa Cereales Cienfuegos

Problemas	Medida o Acción	Responsable y Ejecutor	Fecha a cumplir
Medidas Organizativas			
No existe control diario del índice de consumo de agua por establecimiento, solo existe el control de la entrada de agua a la Empresa.	Instalar metros contadores a la entrada de cada establecimiento (buscar ofertas).	Dr. Técnico Dr. Mantenimiento	30/12/11
Los directores de cada UEB no conocer las entradas de agua a la Empresa ni su comportamiento.	Evaluar las entradas de agua a la Empresa en cada reunión de la CAE de la Empresa y en la de cada UEB.	Energético	Mensual
Los trabajadores no tienen conciencia ni cultura sobre la importancia y necesidad del ahorro del agua.	Lograr que en los matutinos, reuniones sindicales, asambleas de eficiencia de la ANIR y de otros medios de divulgación los trabajadores tomen conciencia y cultura sobre el ahorro de agua.	Energético Jefe de Área Sindicato	Permanente
En ocasiones se encuentran salideros en distintas áreas.	Hacer recorrido por todas las áreas con la mayor frecuencia posible para detectar cualquier salidero o derroche de agua existente y darle solución de inmediato.	Energético Plomero.	Permanente
Los trabajadores no saben a quien tienen que dirigirse para informar la existencia de salideros o derroche de agua.	Solicitar orden de trabajo al técnico de mantenimiento para arreglar cualquier salidero o derroche por otras causas.	Jefe de Áreas	Permanente

Medidas que requieren Inversión.			
Comprar flotante para el tanque de la cocina.	El tanque de la cocina se desborda cuando se llenan.	Dr. Técnico y Dr. Mantenimiento	30/12/09

Aprobado por:

Alexis Alemán Trujillo.

Dtor. Técnico Calidad y Desarrollo

Fuente: Empresa Cereales Cienfuegos.

Anexo # 9- Programa de medidas de Ahorro de energía para el 2010.

Medidas	Recurso que se Demanda		Costo de las medidas		Ahorro de electricidad	Ahorro total en valor
	Tipo	Cantidad	MN	CUC	mWh	
1-Mantener una sistematización del estriado de los cilindros	Cilindros 300x1250 y 250x1000(mm)	28		14.000	96.0	8.553
	Cuchillas	200		0.800		
2-Continuar mejorando la hermeticidad de los sistemas de aspiración neumática de las máquinas turbo soplantes que eleven la eficiencia de un 70% a 80%.	Junta de tuberías	10m2		8.0	80.0	7.131
	antifricción	120m				
	Exclusa	4u				
	600					
3-Poner en funcionamiento los disgregadores.	Impelente	4		0.800	12	1.068
4- Mantener en buen estado técnico el tejido tecnológico de las líneas de molinación (gavetas)	Tejido técnico pegamento	100m 10kg		3.200	40	3.560
5- Establecer comunicación entre empaque y sala de control Molino # I	Teléfono	2		2.000	14	1.250
6- Mantener un factor de potencia por encima de 0.94 montaje de bancos de capacitores nuevos más eficiente.	Inversión	4		6.8		
Total				855.270	1105.0	98.486

Fuente: Empresa Cereales Cienfuegos.

Anexo # 10- Factor de conversión

Portadores Energético	Factor de conversión
Energía Eléctrica	0,37392
Combustible Diesel	1,0588
Gasolina Motor	1.1078
Lubricantes y Grasas	1,0000
Gas Licuado	1,1631
Nafta	1,0971

Fuente: Informe de acumulación de la producción empresa Cereales Cienfuegos.

Anexo # 11: Determinación del Número de Expertos.

El grupo de expertos se conformó con trabajadores conocedores del tema e integrantes del Consejo Energético de la empresa Cereales Cienfuegos, de forma tal que pudieran aportar información precisa y detallada.

Asignándose un nivel de confianza de 95%, una precisión (i) de un 7.5% y una probabilidad de error (p) de un 1%. A partir de aquí el número de expertos calculado fue de 7.

El número de expertos se calculó a partir de la ecuación

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

Donde:

i = nivel de precisión deseado.

p = proporción estimada de errores.

K = parámetro cuyo valor está asociado al nivel de confianza que sea elegido en la tabla siguiente:

NIVEL DE CONFIANZA (%)	VALOR DE K
99	6.6564
95	3.8416
90	2.6806

Tabla: Valores de K para diferentes niveles de confianza

$$M = \frac{0,01(0,99)1,96^2}{0,075^2} = 6,67 \approx 7$$

Es decir, siete (7) expertos, el cual coincide con los valores recomendados que oscilan entre 7 y 15 expertos.

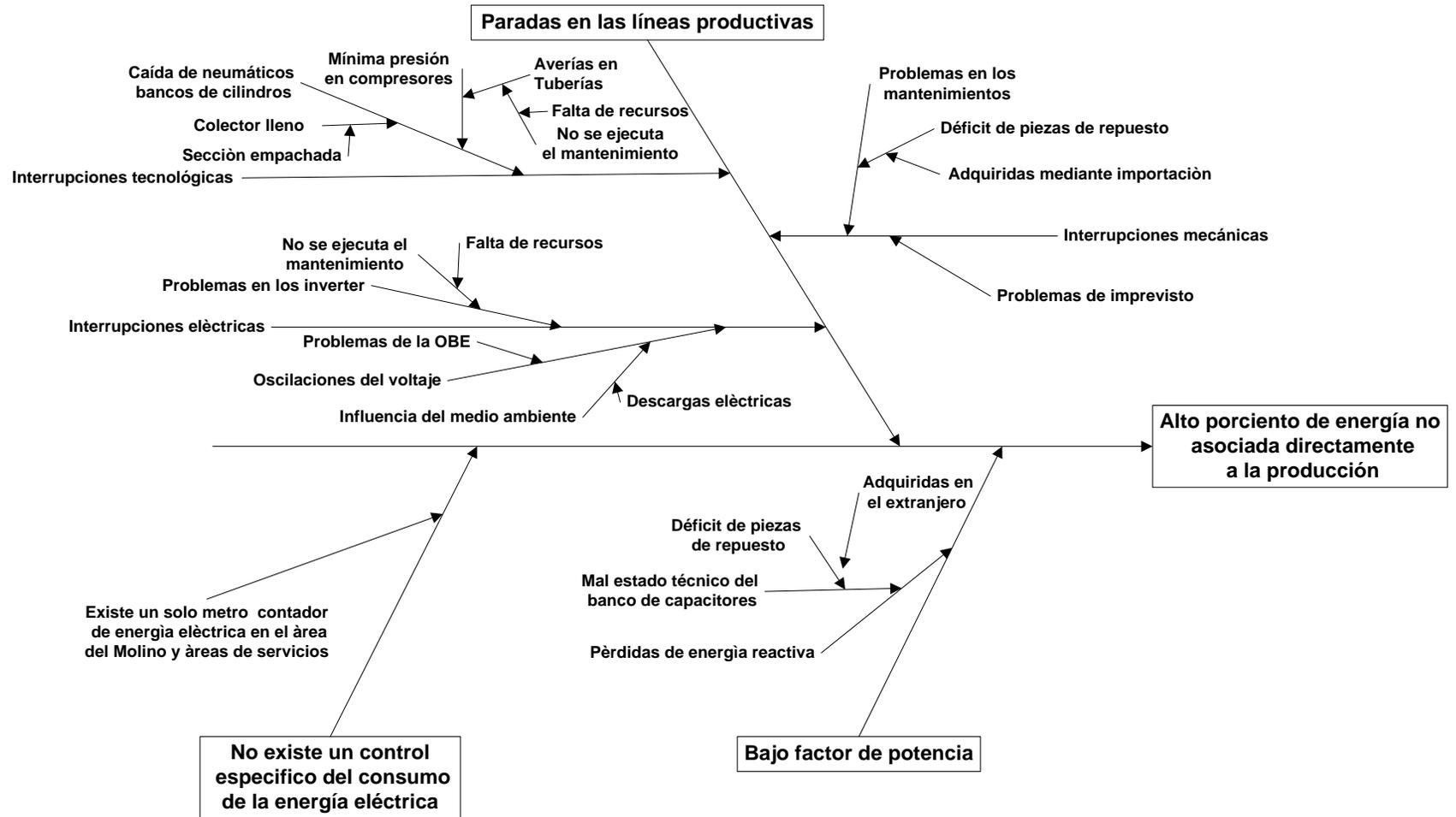
El Grupo de Experto se encuentra conformado por:

- Director General
- Director Técnico
- Energético Empresa
- Especialista Molinería
- Especialista Eléctrico
- Especialista Mecánico
- Especialista Económico

Fuente: Elaboración propia.

Anexos

Anexo # 12: Diagrama Causa- Efecto para los altos porcentos de energía no asociada directamente al proceso Molino de trigo I



Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 13: Resultado del análisis de expertos acerca de la ponderación y la valoración de los requisitos del proceso

Tabla de resultados de la votación de los expertos.

Problemas	Expertos						
	1	2	3	4	5	6	7
Déficit de piezas de repuesto.	6	7	6	6	6	6	7
Problemas técnicos en el banco de capacitores.	8	7	6	7	6	6	6
La existencia de Un solo metro contador de energía eléctrica para el área del Molino I y áreas de servicios.	9	8	8	9	8	9	8

Análisis de concordancia entre los expertos.

Pruebas no paramétricas

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Déficit de piezas de repuesto	1,43
Problemas técnicos en el banco de capacitores	1,57
Un solo metrocontador de energía eléctrica	3,00

Test Statistics

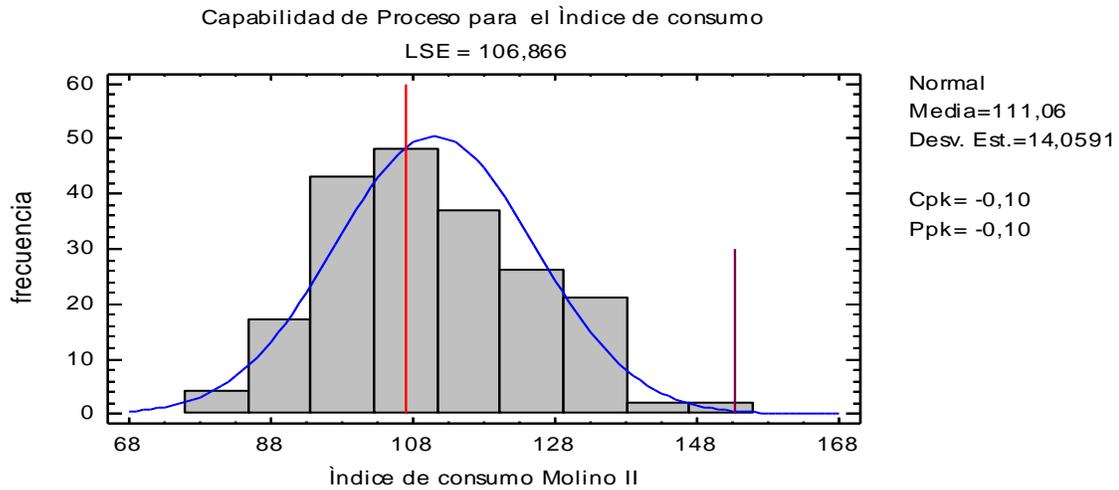
N	7
Kendall's W(a)	,881
Chi-Square	12,333
Df	2
Asymp. Sig.	,002

a. Kendall's Coefficient of Concordance

El W de Kendall's es mayor que 0,8 por lo que existe una buena correlación entre los expertos, corroborándose la fiabilidad de sus decisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 14: Estudio de Capacidad de Proceso Índice de Consumo Molino II



Análisis de Capacidad de Proceso (Individuales) - IC m2 2010

Datos/Variable: IC m2 2010

Transformación: ninguna

Distribución: Normal
tamaño de muestra = 200
media = 111,06
desv. est. = 14,0591

6,0 Límites Sigma
+3,0 sigma = 153,238
media = 111,06
-3,0 sigma = 68,8831

	Observados		Estimados	Defectos
Especificaciones	Fuera Especs.	Valor-Z	Fuera Especs.	Por Millón
LSE = 106,866	53,500000%	0,00	100,000000%	1000000,00
Total	53,500000%		138,272070%	1382720,70

El proceso se encuentra descentrado con mucha variabilidad desplazado hacia la derecha por lo que fuera del límite de especificación superior esta el 53,500000% de las observaciones.

Índices de Capacidad para IC m2 2010

Especificaciones
LSE = 106,866

	Capabilidad	Desempeño
	Corto Plazo	Largo Plazo
Sigma	13,6913	14,0591
Cpk/Ppk	-0,102117	-0,0994459
Cpk/Ppk (superior)	-0,102117	-0,0994459
DPM	620333,	1,38272E6

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	-0,149391	-0,0548434
Ppk	-0,146665	-0,0522272

Pruebas Bondad-de-Ajuste para IC m2 2010

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Distribución Normal</i>
DPLUS	0,0842319
DMINUS	0,0401723
DN	0,0842319
Valor-P	0,117096

<i>Estadístico EDF</i>	<i>Valor</i>	<i>Forma Modificada</i>	<i>Valor-P</i>
Kolmogorov-Smirnov D	0,107718	0,94716	>0.10
Kuiper V	0,18622	1,64674	<0.10
Cramer-Von Mises W ²	0,185178	0,182351	>=0.10
Watson U ²	0,163579	0,163994	<0.10
Anderson-Darling A ²	1,1829	1,1829	>=0.10

Debido a que el valor-P más pequeña de las pruebas realizadas es mayor que 0.05, no se puede rechazar la idea de que los datos tomados del Índice de Consumo del Molino II provienen de una distribución normal con 95 % de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

Anexos

Anexo # 15: Plan de acción de mejora para el montaje de un analizador de redes eléctricas

Oportunidad de Mejora: Compra y montaje de un analizador de redes eléctricas.						
Meta: Garantizar un control de los puntos de medición de la energía eléctrica consumida en la empresa por áreas y subproceso.						
Responsable General: Dirección general.						
QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Calculo de los costos para el diseño.	Especialista Eléctrico Energético Empresa Dto. Técnico Especialista Económico	Teniendo el diseño propuesto, los costos de adquisición y los de instalación.	Para conocer el costo total de la inversión.	Departamento de economía.	Septiembre /2010	3 meses
Montaje y puesta en marcha del analizador de redes eléctricas.	Contratista	En función de los requisitos del contrato firmado	Para conocer con exactitud los consumos energéticos existentes	Área de control de la subestación	Febrero /2011	8 meses
Determinar los consumos energéticos por áreas y subproceso.	Especialista Eléctrico Energético Empresa Dto. Técnico	Realizando un proyecto para la instalación del analizador de redes eléctricas.	Para conocer con exactitud los consumos energéticos existentes y realizar la comparación con los parámetros establecidos.	Para el área productiva Molino I y áreas no productivas de la empresa.	Enero /2012	Hora diario meses, anual

Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 16: Análisis del costo de la inversión en la obtención de los equipos

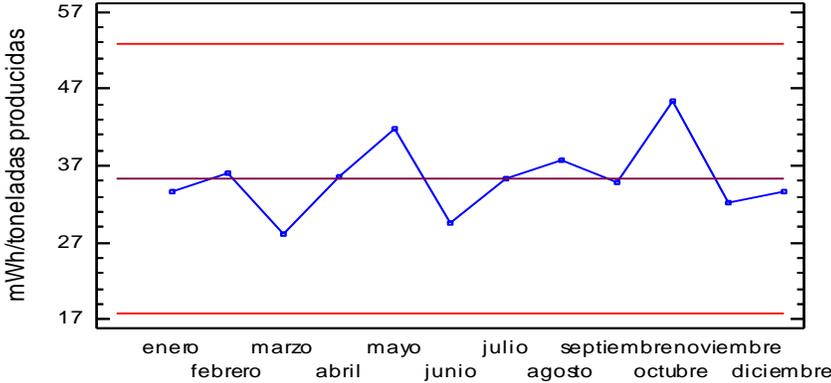
Nombre de la inversión: Montaje de Analizador de Redes eléctricas.

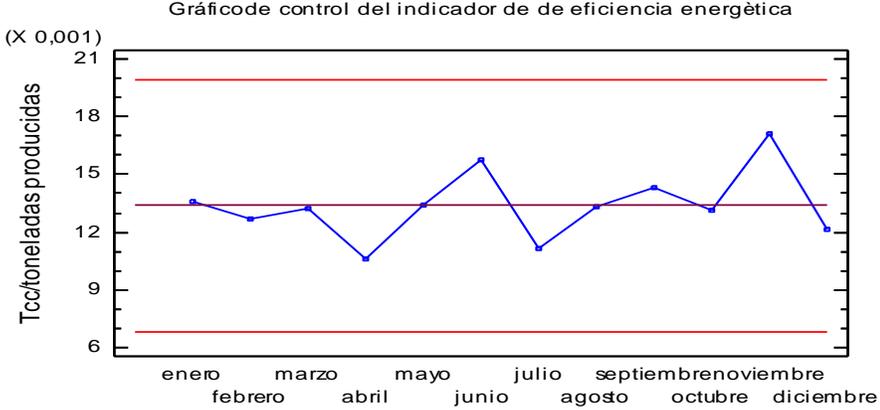
Organismo: MINAL.

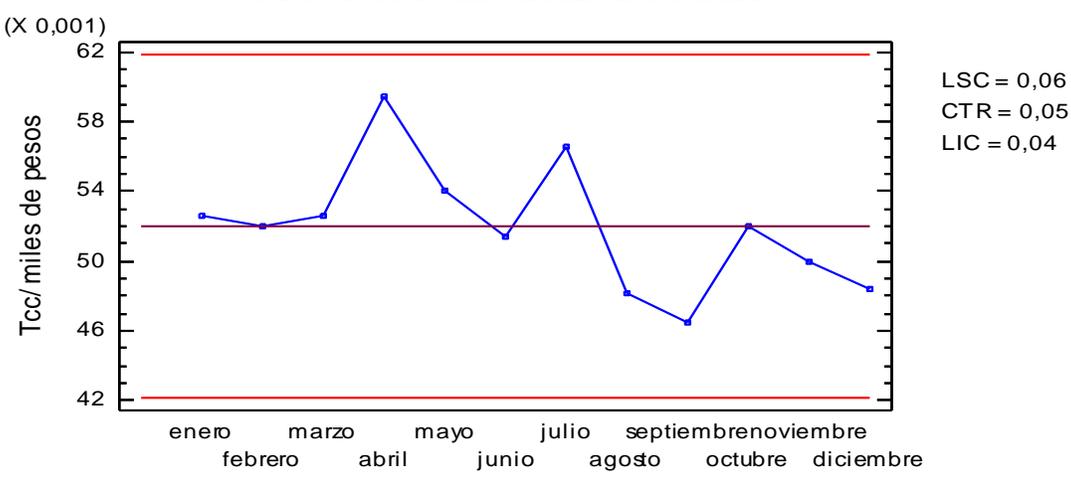
Entidad a que pertenece: Empresa de Cereales Cienfuegos.

Costo de inversión en los equipos	Presupuesto	
	MN	Divisa
Montaje y puesta en marcha	\$1 932.92	
Equipos		€ 10 329.24
Accesorios(cables de red, pizarra de control, entre otros)	\$2 000.00	
PowerLogic® System Manager Software		€ 4326,10
PM710 POWER METER		€ 825,32
PM870 POWER METER		€ 4526,77
TRAFO CARRIL DIN 800/5 Aber.65x32 Tro.		€ 82,48
Ethernet gateway for PowerLogic System devices and for any other communicating devices utilizing the Modbus protocol		€ 933,78
TRAFO CARRIL DIN 1500/5 ABERTURA 65x32mm		€ 88,74
Total	\$3932.92	€21112,19

Anexo # 17: Ficha de indicadores.

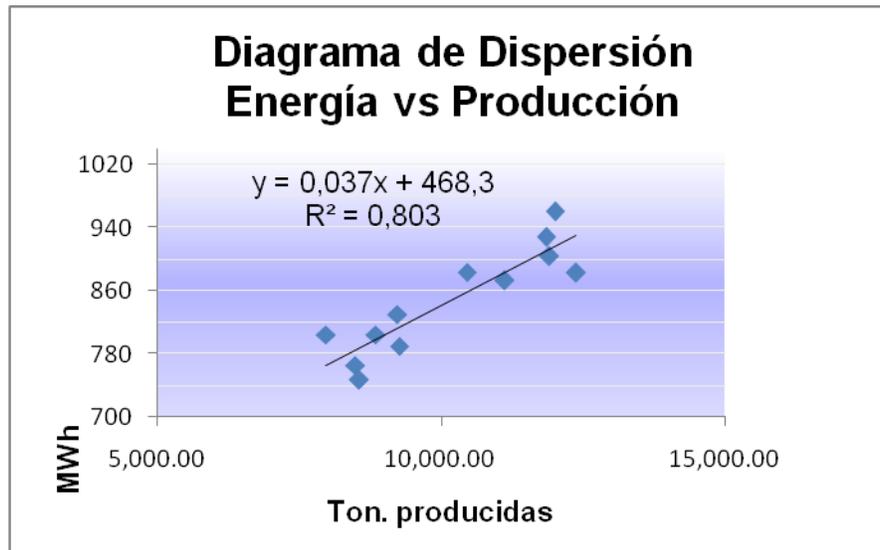
	<p>Ficha del indicador</p>	<p>Referencia: Cód. ficha:</p>			
<p>Indicador: Índice de Consumo.</p>					
<p>Nivel de referencia: ≤ 0.82 Bien > 0.82 Mal</p>					
<p>Forma de cálculo: Energía total / Producción realizada.</p>					
<p>Fuentes de información: Informe de economía y planificación de producciones acumuladas. Registro del comportamiento de los portadores energéticos empresa Cereales Cienfuegos.</p>					
<p>Objetivo: Alcanzar el un Índice de Consumo de 83 kWh/ton.</p>					
<p>Seguimiento y presentación:</p> <div style="text-align: center;"> <p>Gráfico de control del índice de consumo eléctrico</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: 0;"> <tr> <td>LSC = 52,85</td> </tr> <tr> <td>CTR = 35,32</td> </tr> <tr> <td>LIC = 17,80</td> </tr> </table> </div>			LSC = 52,85	CTR = 35,32	LIC = 17,80
LSC = 52,85					
CTR = 35,32					
LIC = 17,80					

	<p align="center">Ficha del indicador</p>	<p>Referencia:</p> <p>Cód. ficha:</p>																										
<p>Indicador: Índice Eficiencia Energética.</p>																												
<p>Nivel de referencia: ≤ 0.013 Bien</p> <p align="center">> 0.013 Mal</p>																												
<p>Forma de cálculo:</p> <p>Toneladas de Combustible Convencional / toneladas de harina producida.</p>																												
<p>Fuentes de información:</p> <p>Registro del comportamiento de los portadores energéticos empresa Cereales Cienfuegos.</p>																												
<p>Seguimiento y presentación:</p> <div style="text-align: center;"> <p>Gráfico de control del indicador de de eficiencia energética</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Estimated data from the control chart</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Índice Eficiencia Energética (X 0,001)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>enero</td><td>13.5</td></tr> <tr><td>febrero</td><td>12.5</td></tr> <tr><td>marzo</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>abril</td><td>10.5</td></tr> <tr><td>mayo</td><td>13.5</td></tr> <tr><td>junio</td><td>15.5</td></tr> <tr><td>julio</td><td>11.0</td></tr> <tr><td>agosto</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>septiembre</td><td>14.0</td></tr> <tr><td>octubre</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>noviembre</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>diciembre</td><td>12.0</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">LSC = 0,02 CTR = 0,01 LIC = 0,01</p> </div>			Mes	Índice Eficiencia Energética (X 0,001)	enero	13.5	febrero	12.5	marzo	13.0	abril	10.5	mayo	13.5	junio	15.5	julio	11.0	agosto	13.0	septiembre	14.0	octubre	13.0	noviembre	16.5	diciembre	12.0
Mes	Índice Eficiencia Energética (X 0,001)																											
enero	13.5																											
febrero	12.5																											
marzo	13.0																											
abril	10.5																											
mayo	13.5																											
junio	15.5																											
julio	11.0																											
agosto	13.0																											
septiembre	14.0																											
octubre	13.0																											
noviembre	16.5																											
diciembre	12.0																											

	Ficha del indicador	Referencia: Cód. ficha:			
Indicador: Índice Intensidad Energética.					
Nivel de referencia: < 0.05 Excelente 0.05 - 0.10 Bien > 0.10 Mal					
Forma de cálculo: Toneladas de Combustible Convencional / producción mercantil.					
Fuentes de información: Registro del comportamiento de los portadores energéticos empresa Cereales Cienfuegos.					
Objetivo: Alcanzar una estabilidad entre la relación Tcc/ producción mercantil.					
Seguimiento y presentación: <p style="text-align: center;">Gráfico de control del indicador de intensidad</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>LSC = 0,06</td> </tr> <tr> <td>CTR = 0,05</td> </tr> <tr> <td>LIC = 0,04</td> </tr> </table>			LSC = 0,06	CTR = 0,05	LIC = 0,04
LSC = 0,06					
CTR = 0,05					
LIC = 0,04					

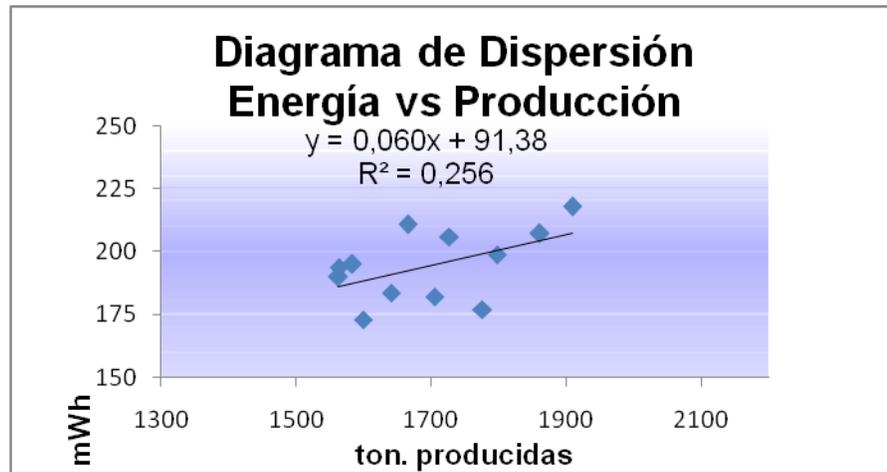
	Ficha del indicador	Referencia: Cód. ficha:
<p>Indicador: Índice Económico –Energético</p> <p>Por ciento de energía no asociada directamente a la producción (Ena).</p>		
<p>Nivel de referencia: < 0.05 Excelente</p> <p style="padding-left: 100px;">= 0.05 - 0.10 Bien</p> <p style="padding-left: 100px;">> 0.10 Mal</p>		
<p>Forma de cálculo:</p> <p>Ena = (Eo/Em).100, %</p> <p>Donde:</p> <p>Em. – es el valor del consumo medio de energía determinado como el valor de la línea central del gráfico de control de consumo del portador energético correspondiente.</p> <p>Eo - Energía no asociada directamente a la producción.</p>		
<p>Fuentes de información:</p> <p>Registros de los resultados de la inspección al proceso tecnológico de la harina de trigo del Molino I (Línea A y B).</p> <p>Informe de economía y planificación de producciones acumuladas.</p> <p>Registro del comportamiento de los portadores energéticos empresa Cereales Cienfuegos.</p>		
<p>Objetivo: Alcanzar el valor mínimo del por ciento de energía no asociada directamente a la producción.</p>		

Seguimiento y presentación:



	Ficha del indicador	Referencia: Cód. ficha:
<p>Indicador: Índice Económico –Energético</p> <p>Coeficiente de Correlación (R^2) entre Energía consumida y Producción terminada.</p>		
<p>Nivel de referencia: >0.85 Excelente</p> <p>0.75 – 0.85 Buena</p> <p>0.75 – 0.65 Media</p> <p>< 0.65 Baja</p>		
<p>Forma de cálculo: Utilización de software Statgraphics Centurión.</p> <p>mWh consumido / ton producidas</p>		
<p>Fuentes de información:</p> <p>Registros de los resultados de la inspección al proceso tecnológico de la harina de trigo del Molino II (Línea A).</p> <p>Informe de economía y planificación de producciones acumuladas.</p> <p>Registro del comportamiento de los portadores energéticos empresa Cereales Cienfuegos.</p>		
<p>Objetivo: Alcanzar la máxima correlación entre las variables Consumo Energético y Producción terminada.</p>		

Seguimiento y presentación:



Fuente: Elaboración propia.

