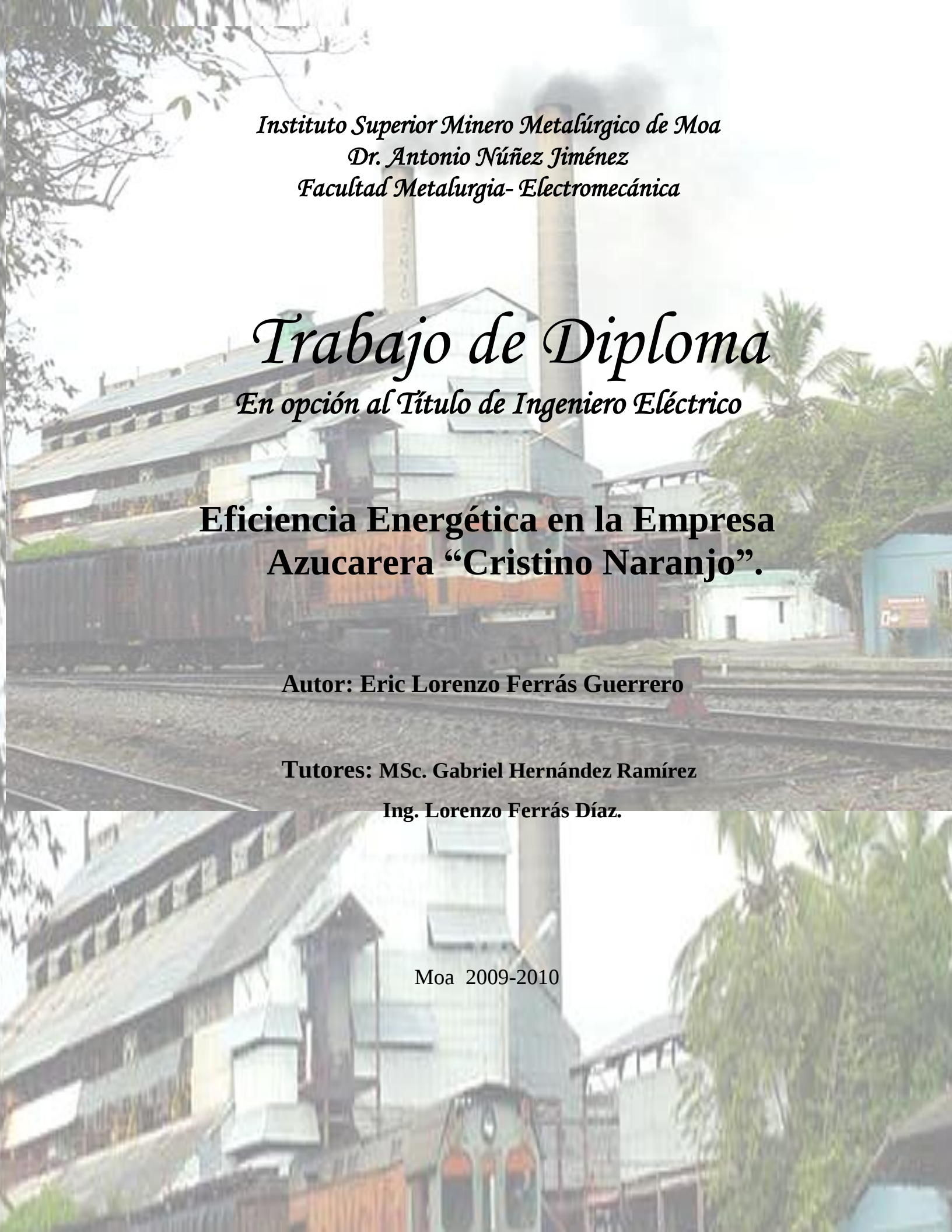




Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
Dr. Antonio Núñez Jiménez
Facultad Metalurgia- Electromecánica

Trabajo de Diploma

En opción al Título de Ingeniero Eléctrico

Eficiencia Energética en la Empresa Azucarera “Cristino Naranjo”.

Autor: Eric Lorenzo Ferrás Guerrero

Tutores: MSc. Gabriel Hernández Ramírez

Ing. Lorenzo Ferrás Díaz.

Moa 2009-2010

Declaración de autor

Yo Eric Lorenzo Ferrás Guerrero autor de este trabajo de Diploma tutoreado por Gabriel Hernández certifico la propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Eric Lorenzo Ferrás Guerrero
(Diplomante)

MSc.Gabriel Hernández
(Tutor)

Ing. Lorenzo Ferrás Díaz.
(Tutor)



”Mientras no seamos un pueblo realmente ahorrativo, que sepamos emplear con sabiduría y con responsabilidad cada recurso, no nos podemos llamar un pueblo eternamente revolucionario”.

Fidel Castro Ruz.

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada a todas aquellas personas que inspiradas en sus propios esfuerzos, dedican una parte importante de sus vidas al sacrificio de lograr su superación profesional, al apoyo incondicional de las personas más allegadas, familiares, amigos y profesores.

En especial, a mi esposa Ariadnnis Ferrás Bartolis y mi tesoro máspreciado, mi pequeño hijo Eric Livan Ferrás.

A mis queridos padres Lorenzo Ferrás Díaz y Graciela Guerrero Pupo por su esfuerzo y dedicación dirigidos hacia mi persona desde los primeros momentos de mi vida hasta la actualidad.

A mis abuelos Librado Guerrero Escalona y Erlinda Pupo Perdomo por brindarme su afecto y cariño todos los días del mundo.

A mis queridos primos Rosel, Edgar, librado, Yanelis y a mis tíos por formar parte de una maravillosa familia.

Agradecimientos

Para lograr grandes cosas en la vida muchas veces dependemos del esfuerzo de otras personas, sin el cual hubiese sido imposible alcanzar la cúspide de una meta trazada, a todas esas personas mi eterna gratitud

Agradecido sin dudas de tener la posibilidad, de vivir, ser útiles, de habernos preparado, de sentirnos cada día más cubanos, de aportar con nuestro trabajo un granito de arena más a nuestra sociedad, a nuestra revolución.

Agradecido de los que de una forma u otra, directa o indirectamente fueron marcando el camino que guía mis pasos.

Agradecido de mis familiares, amistades, compañeros de trabajo y de estudio.

Resumen

Este trabajo se realiza en el contexto de la Empresa Azucarera Cristino Naranjo, municipio Cacocum, provincia Holguín, la investigación se desarrolla para perfeccionar el sistema Eléctrico existente en la Empresa Azucarera, se estudió el sistema eléctrico y se detectó las ineficiencias del mismo , determinándose también los niveles de consumo de los portadores energéticos ,además de realización de mediciones y levantamiento de carga con el objetivo de conocer el estado eléctrico de la Empresa, se evaluaron algunas medidas para reducir los consumos de el portador electricidad.

Summary

This work is developed in the context of the E. A. Cristino Naranjo at the municipality of Cacocum, province of Holguín, the investigation is done to make perfect the existing system of steps in the complex. Applying on this the techniques and tools for the implementation of the system of complete steps, the system was studied and its inefficiency was detected, also determining the level of consumption of the energy bearers, in addition to the realization of measurements and a load survey with the objective of knowing the electrical status of the CAI, some measures were also evaluated in order to reduce the consumption of water and the electricity bearer

Índice

Declaración de autor	II
<i>Pensamiento</i>	III
<i>Dedicatoria</i>	IV
<i>Agradecimientos</i>	V
<i>Resumen</i>	VI
<i>Summary</i>	VII
Índice.....	VIII
<i>Introducción</i>	- 1 -
Situación problémica	- 2 -
Hipótesis.....	- 2 -
Objetivo general	- 2 -
Objetivos específicos.....	- 2 -
Resultados esperados:.....	- 2 -
Capítulo I: Nociones generales para la evaluación de un sistema de gestión.....	- 4 -
1.1 Introducción	- 4 -
1.2 Actualidad	- 5 -
1.3 Estado del Arte	- 6 -
1.4 Nociones generales de la gestión energética	- 7 -
1.4.1 Indicadores Energéticos que se usan para medir el desempeño de la Eficiencia Energética.....	- 9 -
1.5 Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de gestión Energética.....	- 15 -
1.6 Flujo grama de los portadores Energéticos	- 18 -
1.7 Conclusiones	- 19 -
Capítulo II Aplicación del sistema de gestión en la Empresa Azucarera.	- 20 -
2.1 Introducción	- 20 -
2.2 Comportamiento del consumo de los portadores energéticos de la Empresa Azucarera “Cristino Naranjo”	- 21 -
2.2.1 Importe de los portadores energéticos	- 23 -
2.3 Sistema de Suministro Eléctrico	- 25 -
2.3.1 Análisis de la facturación eléctrica	- 27 -
2.3.2 Descripción de los principales equipos consumidores en las distintas áreas	- 29 -
2.4 Evaluación del sistema de iluminación:	- 34 -
2.5 Pérdidas por transformación en los diferentes circuitos de la Industria	- 35 -
2.5.1 Pérdidas totales por transformación en el circuito de las Centrífugas... -	35 -
2.5.2 Pérdidas por transformación en el circuito No 1 de las Calderas	- 36 -
2.5.3 Pérdidas por transformación en el circuito No 2 de las Calderas	- 36 -
2.5.4 Pérdidas por transformación en el Circuito de Inyección y Vacío.....	- 37 -
2.5.5 Pérdidas por transformación en el Circuito del Tandem.....	- 37 -
2.5.6 Pérdidas por transformación en el Circuito del Basculador	- 38 -
2.6 Compensación de los circuitos de la industria, calculo de las perdidas por transformación después de la compensación.	- 39 -
2.6.1 Circuito de las Centrífugas:	- 41 -

2.6.2 Circuito de las Bombas de Vacío e Inyección	43 -
2.6.3 Circuito del Tandem	45 -
2.6.4 Circuito de las Calderas No 1.....	47 -
2.6.5 Circuito de las Calderas No 2.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.6 Circuito del Basculador	51 -
2.7 Conclusiones	53 -
Capítulo III Resultados del sistema de gestión energética en la Empresa Azucarera “Cristino Naranjo”	54 -
3.1 Introducción	54 -
3.2 Ineficiencias del sistema de gestión en la instalación	54 -
3.3 Principales medidas a tener en cuenta para la gestión energética en la	56 -
3.3.1 Cronograma de la implementación del sistema de gestión	58 -
3.4 Valoración técnico económica del trabajo.....	60 -
3.4.1 Gastos de Montaje (materiales).	60 -
3.4.2 Gastos de Salario.....	61 -
3.4.3 Inversión Total.....	62 -
3.4.4 Ahorro en Pérdidas Eléctricas	62 -
3.4.5 Tiempo de recuperación de la inversión.....	65 -
3.5 Valoración ambiental en la Empresa Azucarera	65 -
3.6 Conclusiones	66 -
Conclusiones generales	67 -
Recomendaciones.....	68 -
Bibliografías.....	69 -
Anexos	71 -

Introducción

Gran cantidad de los problemas de uso no eficiente de la energía en la industria y los servicios se deben a gestión inadecuada en la administración de estos recursos y no a la capacidad o actualización de la tecnología productiva o de servicios existente. La gestión energética se hace generalmente tan cíclica como lo son los aumentos y caídas de los precios de los recursos energéticos primarios que se consumen. Sin embargo, en los últimos tiempos el crecimiento de los costos energéticos ha pasado a ser parte preocupante y creciente dentro de los costos de producción y los métodos tradicionales de administración de los recursos energéticos no logran bajarlos sin realizar grandes inversiones en cambios de tecnología.

Existe un camino de baja inversión que logra reducir y controlar los costos energéticos actuales en la industria y los servicios.

El Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, aprobado por la Asamblea nacional del Poder Popular en 1993, considera que entre un 5 y 10 % del ahorro del consumo de portadores del país puede lograrse mediante el incremento de la eficiencia energética, fundamentalmente a través de medidas técnico - organizativas, con inversiones que se recuperarán en menos de 1.5 años. Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa no es sólo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo. Por estas razones se plantea como problema de esta investigación: No están definidas las estrategias que permitan proponer el perfeccionamiento de sistema de gestión energética a partir de la situación actual.

Con el objetivo de caracterizar la situación actual de la capacidad Técnico-Organizativa en el CAI, se realizará Estudio de la eficiencia energética de la empresa azucarera y quedará perfeccionado un sistema de gestión energética garantizando el mejoramiento continuo de la eficiencia energética.

Situación problemática

La Empresa Azucarera “Cristino Naranjo” en los momentos actuales presenta altos consumos energéticos, por un mal reordenamiento del proceso productivo, elevadas pérdidas por transformación de la energía presentando un bajo factor de potencia

Hipótesis

Si se detectan los principales problemas de uso ineficiente de la energía, se podrá proponer medidas para disminuir el consumo de electricidad.

Objetivo general

Disminuir el consumo de la energía eléctrica en todos los circuitos de la fábrica como parte del programa de Eficiencia Energética.

Objetivos específicos

1. Lograr un reordenamiento técnico organizativo del proceso productivo que permita un ahorro sustancial en los consumos de los portadores energéticos.
2. Mejorar el factor de potencia dentro de la industria para lograr que se cumplan los requerimientos técnicos que exigen las normas técnicas en este tema.
3. Disminuir las pérdidas eléctricas por transformación y distribución de la energía dentro de la fábrica de azúcar.
4. Proponer medidas que permitan mejorar el sistema de alumbrado de talleres, áreas exteriores y oficinas.

Resultados esperados:

Entre los resultados esperados se encuentran la reducción del consumo eléctrico de forma significativa con lo que se disminuirán las pérdidas económicas de la entidad,

liberación en la capacidad en el sistema eléctrico de la industria, reducción de las pérdidas de potencia y energía y mejoramiento del voltaje en las líneas.

Capítulo I: Nociones generales para la evaluación de un sistema de gestión

1.1 Introducción.

1.2 Actualidad.

1.3 Estado del arte.

1.4 Nociones generales de la gestión energética.

1.5 Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de gestión Energética.

1.6 Flujo grama de los portadores Energéticos.

1.7 Conclusiones.

1.1 Introducción

Los análisis realizados en numerosas empresas ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los consumos y costos energéticos mediante la creación en las empresas de las capacidades técnico organizativo para administrar eficientemente la energía. Hasta el momento, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar áreas de oportunidad, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro o conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan una baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene reducida efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido, por limitaciones financieras para aplicar los proyectos, pero sobre todo, por no contar la empresa con la cultura ni con las capacidades técnico-administrativas necesarias para realizar el seguimiento y control requerido y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas.

1.2 Actualidad

En el período 80- 89 en Cuba existía un adecuado balance oferta - demanda de portadores energéticos, creciendo el consumo de energía debido al desarrollo del país a una tasa promedio anual del 4 %. En el período 90- 93, con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció desde el 78 % hasta el 53 % y la de combustibles, en prácticamente 2 años, Se redujo a menos del 50 %. El consumo promedio de energía eléctrica en este período en el país decreció en más de un 6 % anual. Esta situación repercutió en los sistemas de gestión energética establecidos, existiendo un período de inestabilidad, en el que se tuvo que obviar gran parte del sistema de control anterior e implementar nuevos mecanismos, muchas veces con carácter particular y no debidamente fundamentado.

El Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, aprobado por la Asamblea nacional del Poder Popular en 1993, considera que entre un 5 y 10 % del ahorro del consumo de portadores del país puede lograrse mediante el incremento de la eficiencia energética, fundamentalmente a través de medidas técnico - organizativas, con inversiones que se recuperarán en menos de 1.5 años. Se estimó que el 85 % de este ahorro podía obtenerse en el sector industrial, residencial y de los servicios.

Las acciones propuestas para el incremento de la eficiencia energética se basan, en lo fundamental, en medidas de carácter técnico - organizativas, mejoras en la instrumentación, el control de la operación, uso de dispositivos de ahorro, mantenimiento energético, mejor utilización de la infraestructura de base y talleres existentes, así como concentrar la producción en las instalaciones más eficientes.

En la actualidad el control de la eficiencia energética empresarial se efectúa fundamentalmente a través de índices de consumo al nivel empresarial, municipal y Provincial. Sin embargo, en muchos casos estos índices no reflejan adecuadamente la eficiencia energética de la empresa, no se han estratificado hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores, y en ocasiones no se

pone en el análisis de dichos índices el énfasis necesario. (Colectivo de autores ,2002)¹, (Navarro, Armelio del Monte, 2001)².

También existen problemas pues no contamos con un sistema de gestión energética competitiva, mediante la adopción de medidas aisladas que no garantizan el mejoramiento continuo de la eficiencia económica que debe lograr la empresa.

Los sistemas de planeación y control de la administración de energía que se aplican hoy en la mayor parte de las empresas en Cuba se han retrasado respecto a los métodos de planeación y control económico que el perfeccionamiento de la economía ha exigido.

1.3 Estado del Arte

Existe un buen número de normas y directrices para desarrollar sistemas de gestión energética. La mayor parte de ellas sigue el ciclo establecido PDCA (plan, do, check, act.: planificación, realización, control y actuación). Esta norma proporciona el marco de trabajo para el desarrollo y la puesta en práctica de un sistema de gestión energética que sea fácil de aplicar en la mayor parte de las empresas pequeñas. No obstante, se trata tan sólo de recomendaciones y directrices, sin que exista en ella ningún requisito obligatorio. Las empresas pueden elegir las cláusulas que deseen incluir como prioritarias en su sistema de gestión energética en función de sus necesidades y características. Posteriormente, y en su proceso de mejora continua, podrán ir incorporando paulatinamente más cláusulas. (Colectivo de autores, España 2006)³.

La calidad de la gestión energética depende de los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento energético. El motor principal para la adopción de una medida o una práctica concreta es su impacto en el rendimiento energético. Unos resultados energéticos mediocres indican la existencia de puntos débiles o carencias en la gestión energética. Además, la evaluación de la gestión energética se basa en el sistema de comparaciones. (Colectivo de autores, España 2006)³.

Se insta a las empresas a que implanten prácticas de gestión energética, así como a que se beneficien de las reducciones en el consumo de energía. De hecho, ésta debe ser la razón principal para la puesta en práctica de tales medidas. El valor de la presente norma como herramienta de comercialización es limitado. Por esta razón, está orientada al objetivo, sin que sirva como base para una verificación externa.

Las auditorías internas o externas se centran en la adquisición de los datos apropiados sobre el consumo energético, así como en la evaluación del potencial de conservación de energía, en la identificación de las medidas de eficacia y en la realización de comparaciones.

Se han realizados varios trabajos sobre la temática nuestra, (Fernández, Puerta Juan F, SA)⁴ se basa en los criterios de otros investigadores, donde explica que actualmente se consume mucha agua en la industria azucarera, lo que constituye un serio problema para algunos países debido a lo limitado de su recurso agua. La disponibilidad de agua potable para consumo doméstico se va tornando en un problema muy serio para las generaciones actuales y futuras, y en esta competencia entra a formar parte, también, el agua que se consume en los procesos industriales. La industria azucarera puede alcanzar altos volúmenes de consumo de agua que incluyen hasta casi 141 Kg./TC molidas como máximo. En el trabajo los autores analizan las causas fundamentales que inciden en estos niveles de consumos, al igual que se ofrecen algunas sugerencias para el análisis científico de los mismos. La combinación de dichas sugerencias con la atención a las causas que se detallan puede contribuir decisivamente a mejorar el balance de aguas de esa industria.

1.4 Nociones generales de la gestión energética

Hasta los días de hoy y desafortunadamente, de un futuro no tan cercano, el 90 % de las necesidades energéticas de nuestro planeta son satisfechas con la utilización de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón). Todos ellos extinguidos, fuertemente contaminantes y utilizados en forma ineficiente, por el

interés predominante de la producción de energía sobre el de su efecto ecológico.

La importancia de reducir el consumo de estas fuentes primarias se ha transformado de un problema económico a un problema vital, y de un problema vital del futuro a uno de los mayores accidentes que ya padecemos en el desarrollo de la humanidad. La acidez de las lluvias, las catástrofes naturales, las consecuencias del efecto de invernadero y de la disminución de la capa de ozono, son secuelas que debemos curar con una nueva vía de producción energética que recorre desde el control de los procesos actuales, el incremento de su eficiencia y nuevos hábitos de consumo, hasta el cambio de estructuras a una utilización descentralizada de las fuentes renovables, inagotables y de bajo impacto ambiental.

Para cualquier Empresa o Institución desarrollar estos cambios sin tener en cuenta su rentabilidad sería particularmente desastroso, sin embargo, el camino puede recorrerse, contrario a lo que comúnmente se piensa, mejorando posiciones de mercado.

El alto nivel competitivo a que están sometidas las Empresas desde los años 90 les impone cambios en sus sistemas de administración. No es suficiente dirigir desde un núcleo generador de soluciones a los problemas (generalmente Consejo o Junta de Dirección), a través de medidas que compulsen a los hombres y dediquen los recursos a lo que se ha considerado fundamental, sino existe una estrategia, un sistema entendido por todos y la capacidad de llevarlos a cabo, que garantice la estabilidad de cada resultado en el sentido de la visión que se ha propuesto la Empresa. Para esto se necesita un nivel determinado de cultura empresarial dado por nuevos criterios de planificación, organización y control.

Lo más importante para lograr la Eficiencia Energética de una Empresa no es sólo que tengamos un plan de ahorro de energía, sino que exista un sistema de gestión energética que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumo en función de la

Eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol y en general que integre las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza.

1.4.1 Indicadores Energéticos que se usan para medir el desempeño de la Eficiencia Energética

Indicadores Globales

Los más utilizados por la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) son:

- Consumo Total de Derivados del Petróleo, Consumo Final de Energía y Consumo Final per cápita de Energía; se expresan en barriles de petróleo equivalente (bep) y bep/habitantes (bep/hab.)
- Consumo Final de Electricidad y Consumo Final de Electricidad per Capita; se expresan en Gigawatts-horas (GWh.) y Kilowatts-hora/hab.
- Intensidad Energética: se define como el Consumo Final de Energía de un país entre su Producto Interno Bruto (este último expresado en dólares, \$); se expresa en bep/\$. Según OLADE (julio 1994) la intensidad energética promedio de la Región en ese año fue de 2,9 bep/\$.

1 bep = 1,613944 MWh.

Indicadores energéticos a nivel de Empresa:

Índice de Consumo: unidades de producto terminado por unidad de energía consumida. Este valor de índice de consumo puede ser calculado por tipo de producto o como índice de consumo general en el caso que el tipo de producción lo permita (si son varios productos diferentes pero de un mismo material el índice puede reducirse a toneladas de ese material etc.). Si se consumen diferentes tipos de energía para un mismo producto debe determinarse el consumo equivalente haciendo compatibles los diferentes tipos. Este índice permite su comparación con las normas de consumo establecidas para la Empresa. Ejemplo de índices de consumo: TN cemento / TN equivalentes de equivalentes de petróleo: gramos equivalentes de petróleo / kWh.; Kilogramos de vapor / Kilogramos de petróleo equivalente; MWh / cuarto noche ocupado.

El consumo equivalente de energía asociada a los productos o servicios realizados por la Empresa se expresa en toneladas de petróleo equivalentes.

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

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

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

Intensidad Energética: A nivel de Empresa este indicador puede determinarse como la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción mercantil total. Nos refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción.

Todos los indicadores de eficiencia y de consumo energético dependen de condiciones de la producción y los servicios de la Empresa como: factor de carga (es la relación de la producción real respecto a la capacidad productiva

nominal de la Empresa), calidad de la materia prima, estado técnico del equipamiento etc. Debido a esto cada índice debe establecerse especificando las condiciones en que debe alcanzarse.

Competitividad: es la capacidad de un Empresa para sostener y expandir su participación en el mercado. La Eficiencia Energética como fuente de energía en Cuba: La fuente de energía más barata es la eficiencia energética ya que generalmente la inversión principal para obtenerla esta hecha, es el equipo, el sistema o la tecnología donde se producen las pérdidas. El problema fundamental para explotarla lo constituye la determinación del lugar donde éstas se producen, su evaluación en cantidad y calidad, la identificación de las causas que la producen, las vías que conducen a su reducción o eliminación, la evaluación del costo - beneficio de cada una de esas vías, el seguimiento de la aplicación de la decisión adoptada y su control así como la evaluación técnico - económica final del proceso. Para cada uno de estos elementos, imprescindibles para lograr y hacer permanente los avances en eficiencia energética, existen tecnologías bien definidas y que se desarrollan y perfeccionan con el desarrollo científico - técnico. La violación o realización inadecuada o incompleta de alguno de estos pasos puede llevar a una explotación ineficiente de la fuente y el desaprovechamiento de potenciales.

Además de ser la fuente energética más barata y menos contaminante de todas las fuentes ya que no sólo no afecta el medio sino que reduce la contaminación ambiental, la eficiencia energética no es una fuente despreciable. En América Latina y el Caribe la OLADE considera que mediante el uso eficiente de la energía podría reducirse el consumo específico de combustible de la Región entre el 10% y 20% en el corto y mediano plazo.

En Cuba la Comisión Nacional de Energía consideró que por esta vía, con inversiones menores y de rápida recuperación (menos de 1,5 años) se lograría un ahorro anual del 5% del consumo del país. Más del 45% de este ahorro se obtendría en el sector industrial, el 40% en los sectores residencial y de servicios, y en el transporte casi un 10%.

Se estima en Cuba que en la industria las actividades con mayores potenciales son: el níquel, el cemento, el acero, la generación eléctrica y la refinación de petróleo y en menor medida las industrias alimentarias y del papel. En todas

ellas las medidas en lo fundamental se dirigen a elevar la disciplina tecnológica, mejoras técnicas y técnico organizativo, adición de equipos recuperadores de energía, aprovechamiento del calor residual, sustitución por combustibles económicamente más ventajosos, mejoras en la combustión, automatización en los controles y otras.

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

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

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

En etapas posteriores y a medida que los resultados de estas acciones lo permitan el país puede ir incorporando progresivamente medidas de renovación tecnológica, con un peso muy significativo en la industria azucarera (modernización del equipamiento energético, comenzando por calderas de eficiencias superiores, incremento progresivo de la producción de electricidad incluyendo la introducción de la condensación y ciclos combinados) el sector residencial y del transporte con el reemplazo de los equipos por otros más eficientes, el agropecuario fundamentalmente en los sistemas de regadío y en el resto del sector industrial altos consumidores. Esto reduciría, según se

estima por la misma fuente, el índice de intensidad energética en el sector productivo en un 5%.

Los principales errores que se cometen están muy relacionados con el concepto de administrar que prevalezca en la empresa y son los siguientes:

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

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

Una de las características de las empresas que actúan de esta forma es que no cuentan con un diagnóstico energético que permita establecer la interrelación funcional y de consumo que existe entre todos los elementos productores y consumidores de energía, de manera tal que puedan establecerse los elementos control antes de los costos energéticos y la influencia real de cada componente de la empresa en el costo energético total (Policías energéticos). Solamente conociendo cuantitativamente estas relaciones podrán atacarse las verdaderas causas y actuar por planeación y no por reacción, ya que desde el punto de vista energético y aún más cuando se trata de energía térmica (calor o frío) puede ocurrir que donde se genere más alto consumo no sea el lugar donde debe encontrarse la causa.

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

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

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

En los sistemas energéticos de las empresas no saltan a la vista los puntos vitales que determinan los altos consumos, su detección requiere de la aplicación de herramientas estadísticas en diferentes regímenes de trabajo y de herramientas especiales para establecer prioridades en políticas de ahorro y control de la energía.

- **No se detectan potenciales.**

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

- **Se cree en soluciones definitivas.**

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

1.5 Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de gestión Energética.

Existe varias herramientas que se utilizan para establecer un sistema de gestión energética pero las principales son las siguientes:

- Diagrama de Pareto
- Histogramas
- Intensidad Energética
- Diagrama causa y efecto
- Diagrama de dispersión Estratificación
- Gráficos de control.

Diagrama de Pareto:

Un diagrama de Pareto informa sobre los siguientes aspectos:

- ¿Cuál es la causa o elemento de mayor importancia de los registrados y cuál es su influencia cuantitativa?
- ¿Cuál es el 20% de los elementos que producen el 80% del efecto reflejado en la categoría? Por ejemplo: ¿Cuál es el 20% de los portadores energéticos que producen el 80% del consumo de energía equivalente de la empresa?

¿Cómo influye cuantitativamente la reducción de una causa o elemento en el efecto o categoría general analizado? . (Colectivo de autores ,2002)¹, (Colectivo de Autores, SA)⁶ , (Colectivo de autores, España 2006)³.

Histograma:

El histograma permite:

- Obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema.
- Mostrar el resultado de un cambio del sistema.
- Identificar anomalías examinando la forma.
- Comparar la variabilidad con los límites de especificación.

El Histograma es una instantánea de la capacidad del proceso y revela tres características del mismo:

- Centrado: media de los valores obtenidos.
- Distribución: dispersión de las medidas.

- Forma: tipo de distribución. (Colectivo de autores ,2002)¹, (Colectivo de Autores, SA)⁶ , (Colectivo de autores, España 2006)³.

Intensidad Energética:

A nivel de Empresa este indicador puede determinarse como la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción mercantil total. Nos refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción.

Todos los indicadores de eficiencia y de consumo energético dependen de condiciones de la producción y los servicios de la Empresa como: factor de carga (es la relación de la producción real respecto a la capacidad productiva nominal de la Empresa), calidad de la materia prima, estado técnico del equipamiento etc. Debido a esto cada índice debe establecerse especificando las condiciones en que debe alcanzarse. (Colectivo de autores ,2002)¹, (Colectivo de Autores, SA)⁶ , (Colectivo de autores, España 2006)³.

El diagrama causa y efecto:

El análisis de las causas con el Diagrama requiere de 5 pasos:

1. Definir el efecto. Significa que sea claro, preciso y medible.
2. Identificar las causas. Cada miembro del grupo en una tormenta de ideas propone posibles causas del efecto descrito. Se toma la lista y se señala la palabra clave de cada causa. Se determinan las subcausas en torno a la palabra clave.
3. Definir las principales familias de causas. Se agrupan las causas y subcausas en familias de: métodos, mano de obra, equipos, materiales u otra causa fundamental del problema.
4. Trazar el diagrama. Se traza la línea central y las que representan las causas principales. Se aportan ideas en torno a cada causa principal por separado y se colocan con su palabra clave.
5. Seleccionar la causa. Una vez construido el diagrama, este cubre todas las posibles causas. Se realiza un proceso de selección ponderada para determinar las de mayor importancia. (Colectivo de autores ,2002)¹, (Colectivo de Autores, SA)⁶ , (Colectivo de autores, España 2006)³.

Gráficos de Control

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una Variable en función de ciertos límites establecidos. Generalmente se usan como instrumento de Autocontrol por los círculos y grupos de calidad y resultan muy útiles como apoyo a los diagramas causa y efecto, cuando logramos aplicarlos a cada fase del proceso y detectar en cuales fases 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, mientras que a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar ($3S$) del valor medio Este comportamiento (que puede probarse en caso que no estemos seguros que ocurran) nos permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influya en desviaciones del parámetro de salida controlado.

1.6 Flujo grama de los portadores Energéticos

A continuación se muestra un organigrama energético productivo donde se puede observar que uno de los portadores más utilizados es la energía eléctrica:

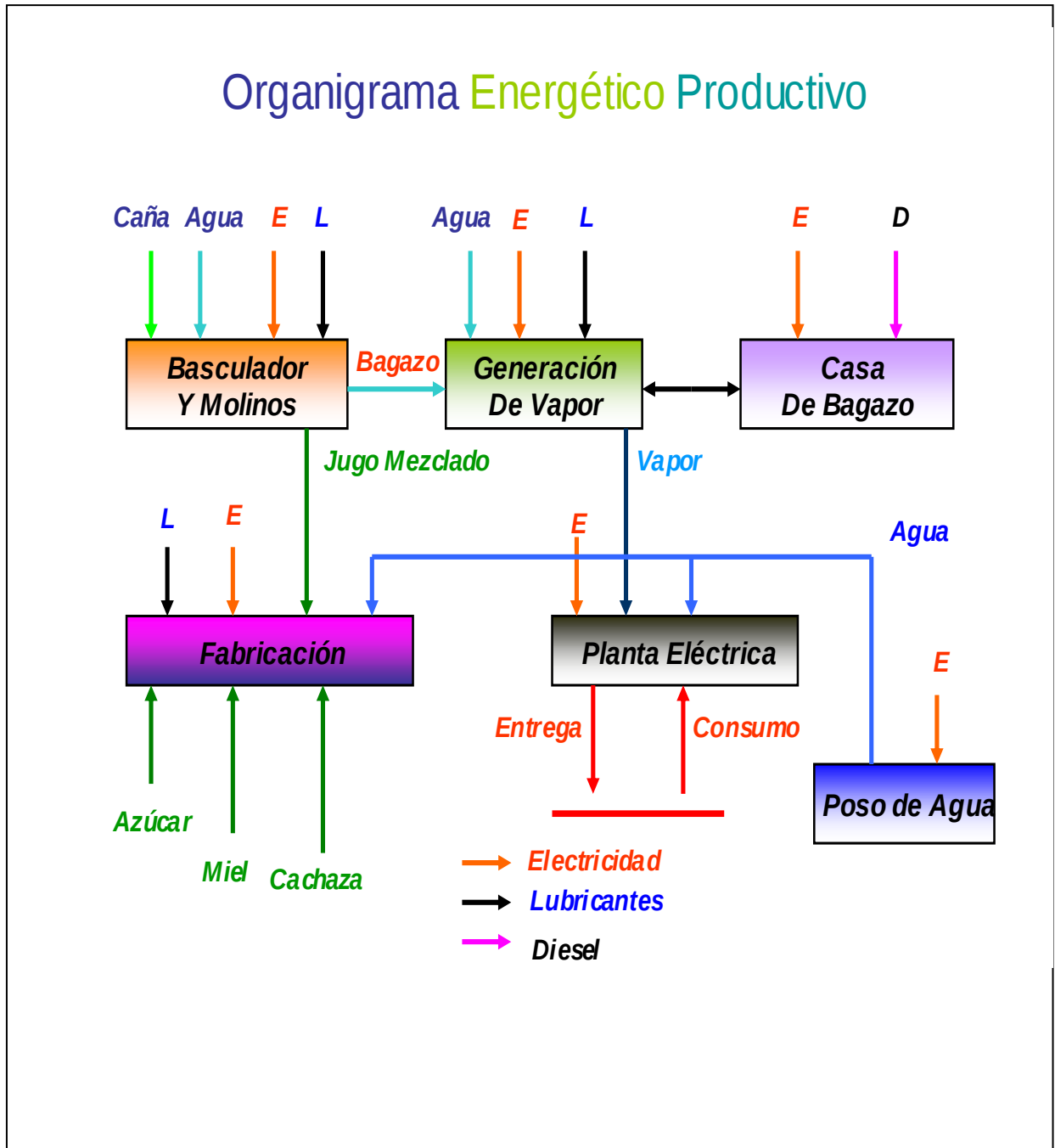


Figura 1.1 Organigrama energético del CAI.

1.7 Conclusiones

En este capítulo hemos brindado el panorama de la actualidad existente en el ámbito de eficiencia energética en nuestras empresas, a partir del conocimiento de las nociones generales de la gestión energética, comprendiendo los indicadores energéticos que se usan para medir el desempeño de la eficiencia energética, hemos tratado además la eficiencia energética como fuente de energía en Cuba, determinando los principales errores que se cometen por parte de nuestras administraciones en nuestras empresas, se muestran las herramientas que se utilizan para establecer un sistema de gestión energética y por último brindamos el flujo grama de los portadores energéticos en nuestra empresa.

Capítulo II Aplicación del sistema de gestión en la Empresa Azucarera.

2.1 Introducción.

2.2 Comportamiento del consumo de los portadores energéticos de la Empresa Azucarera “Cristino Naranjo”.

2.3 Sistema de suministro eléctrico de la industria.

2.4 Evaluación del sistema de iluminación.

2.5 Perdidas por transformación en los diferentes circuitos de la industria.

2.6 Compensación de los circuitos, calculo de las perdidas por transformación después de la compensación.

2.7 Conclusiones.

2.1 Introducción

Actualmente nuestro país desarrolla varios programas de ahorro de energía eléctrica debido al alto costo de los portadores energéticos, en su mayoría importados y con altas tendencias a seguir elevando sus precios actuales, y nuestra empresa no está exenta de las nuevas transformaciones con vista a lograr una mayor eficiencia partiendo de la reducción del consumo de energía.

La Empresa Azucarera Cristino Naranjo tiene una capacidad de Generación instalada de 12.00 Mw. Se trabaja por incrementar la disponibilidad de caña y los días de zafra y se asegura un crecimiento anual sostenido hasta llegar a las 660223.7 toneladas de caña aprobados en la Tarea Álvaro Reinoso II.

En la actualidad el consumo total de la Empresa en el año, incluyendo su propia generación, es de 21.5 millones de Kwh., de ello se consumen del Sistema Electro energético Nacional (SEN) 2.9 millones de Kwh. La industria se autoabastece al 102 % para un balance negativo de la Empresa que no permite el autoabastecimiento total, lo cual se refleja en un resultado del 88 %.

En el 2013 se proyecta alcanzar el 100 % de autoabastecimiento de la Empresa sobre la base de más días de zafra, mejor situación de la materia prima caña y la extracción de miel B que benefician el balance energético, además de otras medidas que aseguren una mayor eficiencia. Para alcanzar el 100 %, se deben cumplir las medidas organizativas, inversiones de rápida recuperación para disminuir el consumo y lograr la capacidad de generación que tiene instalada.

2.2 Comportamiento del consumo de los portadores energéticos de la Empresa Azucarera “Cristino Naranjo”

Para el análisis de los consumos de los portadores en la Empresa Azucarera se obtuvo información en el departamento de Economía así como datos y trabajos realizados, dicha información no está actualizada pudiendo comprobar que no existe un control continuo en el consumo de los portadores, en el centro se consumen los siguientes portadores energéticos.

- Energía Eléctrica
- Diesel
- Lubricantes
- Gasolina
- Nafta
- Bagazo

En el caso de la nafta, en el centro solo llegan pequeñas porciones, que se utilizan solo en tiempo de reparaciones con el objetivo de limpiar equipos y otros. Por lo que no lo analizaremos porque influye en un mínimo sobre los gastos totales de la empresa. Por otra parte el bagazo es de mucha importancia pero no tenemos como medir la cantidad que se consume y cuanto se necesita quemar para que logre convertir el agua en vapor. Sin embargo el consumo de energía eléctrica es sin dudas el mas abarcador en nuestra industria, también es considerable el consumo de diesel.

Tabla 2.1: Estructura de consumo de Portadores energéticos de la Industria.

Portadores	Tcc/año	%	% acumulado
Energía Eléctrica	20955,00	66	66,00
Diesel	7508,88	23,65	89,65
Gasolina	984,25	3,1	92,75
Lubricante	2301,87	7,25	100
Total	31750,00	100	100

Con dichas informaciones y mediciones se pudo realizar el gráfico 2.1, donde al llevar los portadores a toneladas de petróleo equivalente (tcc), se observa que la electricidad representa el 66,00% el diesel un 23,65% la gasolina representa un 3,10% y el lubricante 7,25% respectivamente del consumo de portadores, esto nos indica que la búsqueda de eficiencia debe tener prioridad en la energía eléctrica como se verá a continuación.

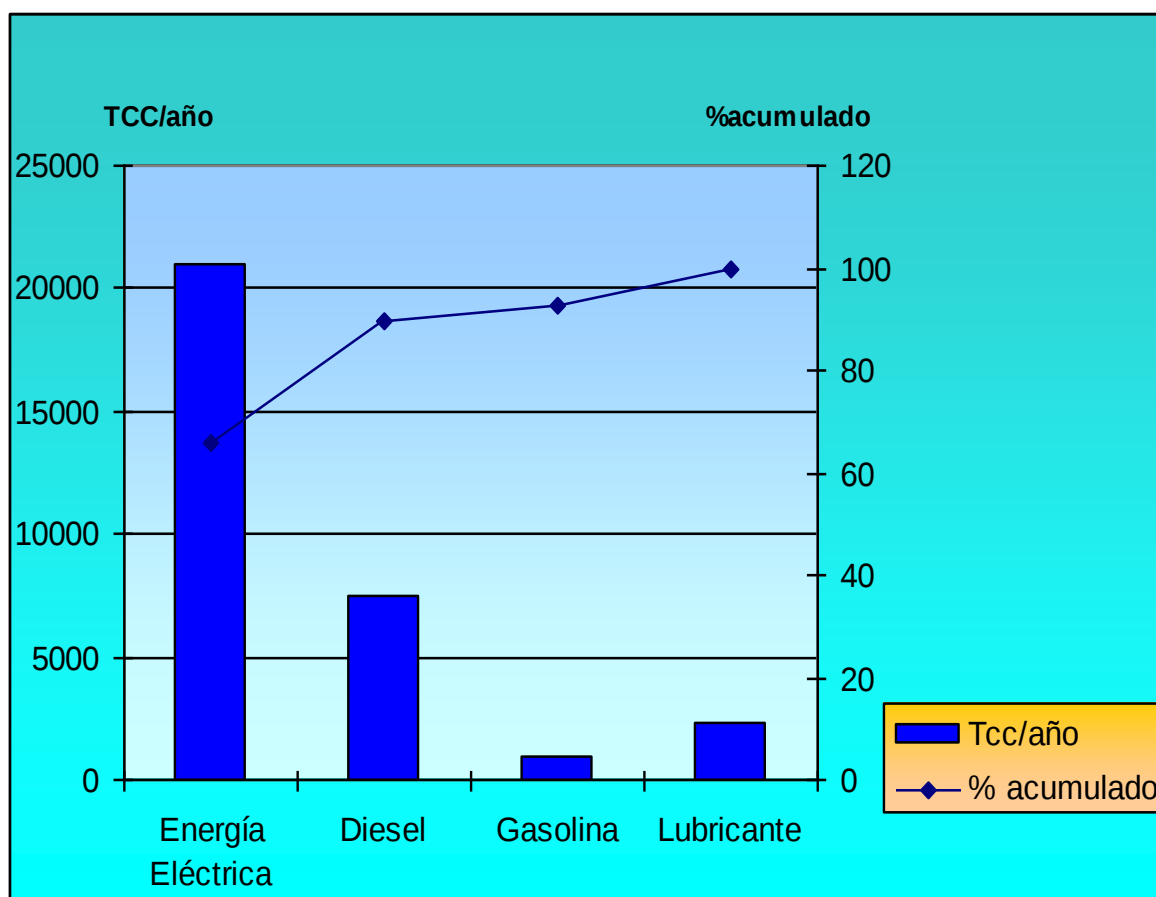


Grafico 2.1 Muestra el comportamiento de los portadores energéticos.

2.2.1 Importe de los portadores energéticos

Otro análisis importante lo constituye el Pareto del importe de los portadores energéticos mostrado en la figura 2.2 donde se ratifica a la electricidad en el primer orden de importancia con un importe de 51084,00 CUC. Cada año los precios de los portadores se incrementan a consecuencia de la crisis mundial de los combustibles y las regulaciones para el sistema estatal se imponen ante una necesidad de lograr la racionalidad.

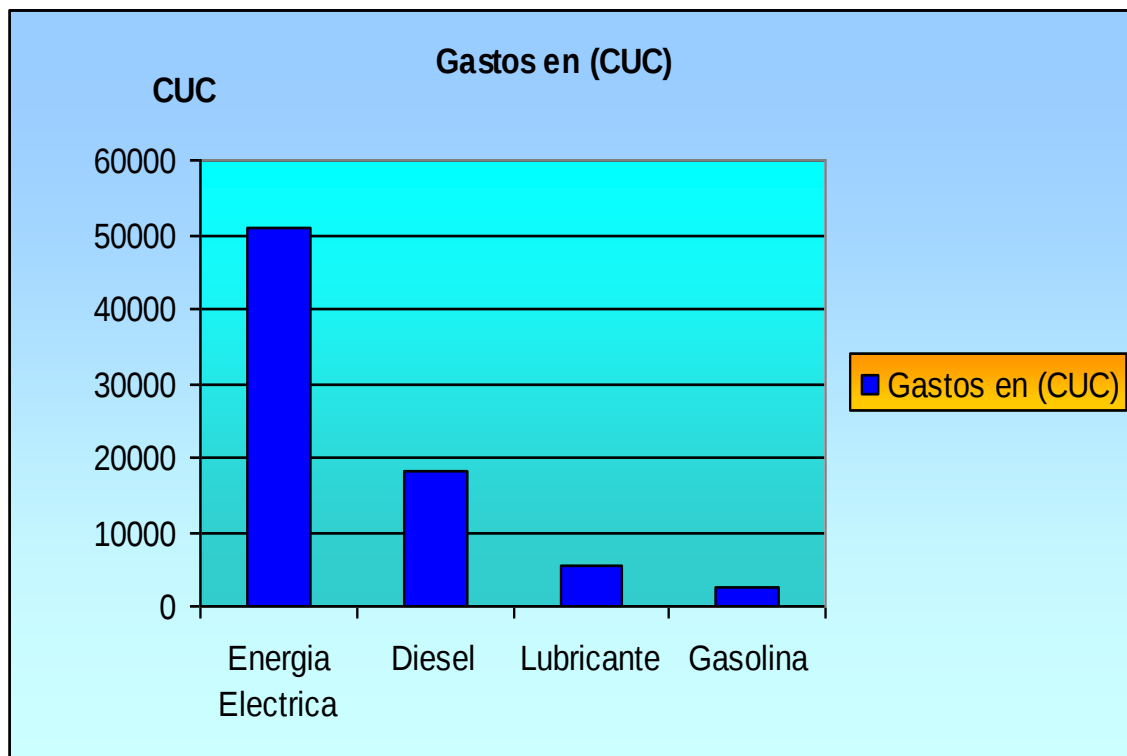


Gráfico 2.2 Importe de los portadores energéticos.

Comportamiento de los gastos de la instalación.

Para el estudio anual de los gastos de la instalación se analizaron varios conceptos, para ello debemos decir que los costos variables son la materia prima consumida de acuerdo al volumen de producción, en ella se encuentra lo siguiente:

Tabla 2.2 Gastos de los costos variables

Costo variable	Gastos en pesos	Gastos en CUC
Materia prima	22674296,00	906971,84
Otras materias primas y materiales	581392,25	23255,69
Combustible	775194,75	31007,79
Energía	387589,75	15503,59
Otros gastos	581392,25	23255,69
total	24998865,00	999994,60

Los costos fijos son la mano de obra directa con las distintas prestaciones e impuestos a pagar dentro de ella se encuentra los siguientes.

Tabla 2.3 gastos de los costos fijos:

Costos fijos	Gastos en pesos	Gastos en CUC
Salario y seguridad social	2616256,00	104650,60
Amortización de activos fijos (depreciación)	1453480,50	58139,22
Total	4069745,50	162789,82

Se realizó un gráfico de Pareto con los principales consumidores, apreciando que los mayores gastos van dirigidos a materia prima con un importe anual de 906971,84 CUC. Como se puede observar los combustibles y energía gastan un total de 46511,38 CUC alcanzando al año el cuarto lugar en el consumo de la Empresa, como se muestra en la Tabla 2.3. , representando un 4%, hay que tener en cuenta que nuestra empresa tiene un sistema de generación, por eso representa un % bajo de los gastos totales de la empresa.

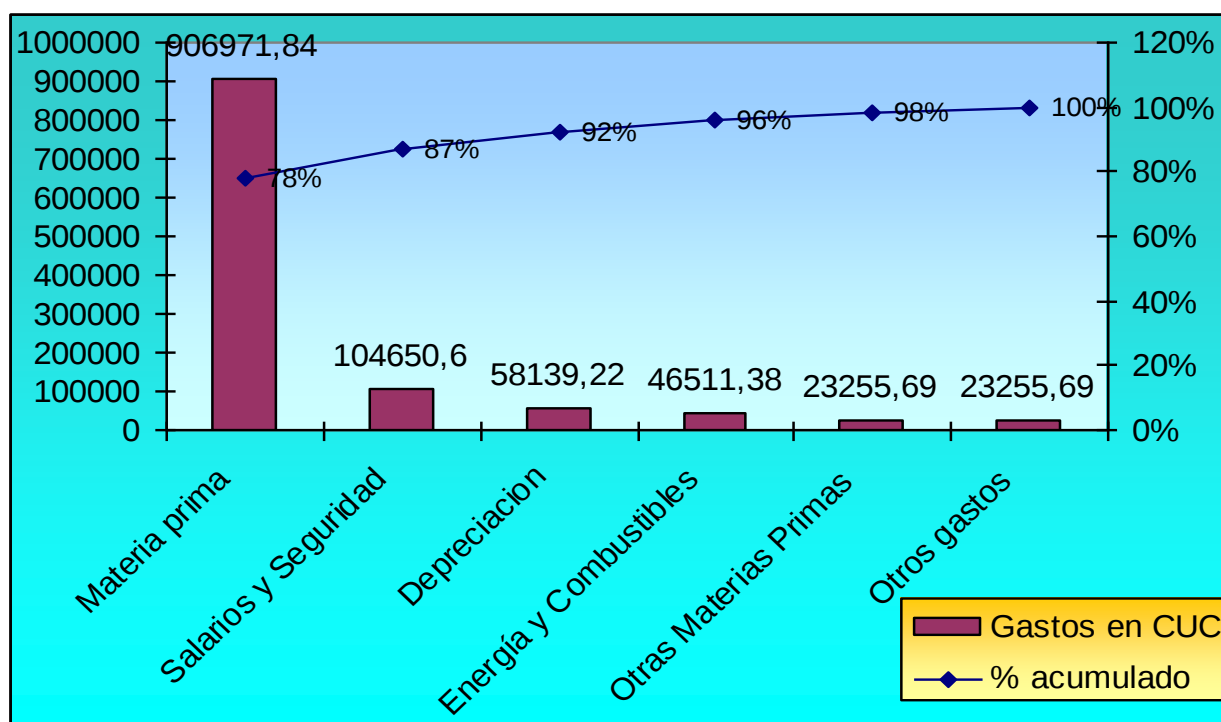


Gráfico 2.3 Gastos anuales de la instalación.

2.3 Sistema de Suministro Eléctrico

La planta eléctrica cuenta con 3 turbos generadores cuyos parámetros y características se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2.4 Caracterización del sistema de suministro eléctrico.

Características	Número 1	Número 2	Número 13
País de fabricación	RDAlemana	RDAlemana	RDAlemana
Año de fabricación			
Pnom (MW)	5,0	3.0	4.0
Vnom (KV)	6,3	6.3	6.3
Frecuencia (Hz)	60	60	60
Tipo turbina	contrapresión	contrapresión	contrapresión
Presión de vapor directo (Kg./cm ²)	18,0	18,0	18,0
Temperatura	320	320	320
Presión de vapor escape (Kg./cm ²)	2.0	2.0	2.0
Consumo específico(Kg./KWH)	12.5	12.5	12.5
Consumo a plena carga	46	46	46

Actualmente en la barra de 6,3 kV se generan hasta 9,0 MW con la máquina 1 Y 3 el consumo desde esta barra es de unos 7,0 MW aproximadamente.

La subestación de enlace con el SEN recibe una línea de 33kV y mediante dos transformadores se enlaza con la barra de 6.3 kV. Las características de estos transformadores son:

Dos 2500 kVA.

Centros de Carga

Centro de carga del Basculador

1 por 1000 KVA 6.3/0,48 kV.

Otra carga por 6,3 kV. Formada por tres motores:

1 por 630 Kw. (Primer Juego de Cuchillas).

2 por 400 Kw. (Segundo Juego de Cuchilla).

Circuito del Tandem.

La carga de 6,3 kV se compone fundamentalmente de:

Motores

2 por 630 kW. (Molinos 1 y 5 del tandem).

3 por 500 kW. (Molinos 2, 3 y 4 del tandem).

Centro de carga de Centrífugas.

2 por 1000 kVA 6,3/0.48 kV.

Centro de Carga de Inyección y Vacío.

2 por 1000 kVA 6.3/0.48 kV.

Centro de Carga de Caldera 1.

1 por 1000 kVA 6.3/0.48 kV.

Centro de Carga de Caldera 2.

1 por 1000 kVA 6.3/0.48 kV

Levantamiento de las cargas instaladas:

Para tener una idea de cuáles son los lugares donde existe un mayor consumo se realizó un levantamiento de carga de los equipos principales por área, como resultado del análisis se identificaron equipos altos consumidores de energía.

Se realizó una clasificación de estas cargas en los lugares donde mayor consumo existe como se muestra en los siguientes resultados de la tabla.

Tabla 2.5 Clasificación de la carga instalada

Distribución por áreas	Equipos por área	Consumo kWh.	Consumo kVArh
Inyección y Vacío	23	1543	1249
Basculador	30	1356	1930
Tandem	5	2124	1837
Circuito caldera No 1	22	671	606
Circuito caldera No 2	27	680	524
Circuito de las Centrífugas	69	596	1307
Total por Áreas	176	6970	7453

2.3.1 Análisis de la facturación eléctrica

Las tarifas eléctricas aprobadas por la Resolución No 311 del Ministerio de Finanzas y Precios se encuentran diferenciadas por niveles de voltaje (Alta, Media y Baja Tensión) y podrán aplicarse en Moneda Nacional o en Moneda Libremente Convertible, según la moneda de pago establecida para cada cliente.

El Sistema Tarifario consta de tres grandes grupos, los clientes que se encuentran conectadas a la red de Alta Tensión, clientes de Media Tensión y clientes de Baja Tensión.

La tarifa eléctrica aplicada a la Empresa Azucarera Cristino Naranjo, es a través de contrato, es decir por la resolución 83 la empresa paga:

\$ 0,09 Por cada Kwh. consumido en horario pico.

\$ 0,09 Por cada Kwh. consumido en horario de la madrugada.

\$ 0,09 Por cada Kwh. consumido en el horario del Día.

Demanda contratada por la Empresa Azucarera en periodo de Zafra:

Tabla 2.6 Demanda contratada en la Empresa.

Mes	Demanda contratada (KW)	Consumo real (KW)
Enero	161000	209081
Febrero	322000	333640
Marzo	285200	362516
Abril	345000	328715
Total	1113200	1233952

Como podemos observar en la tabla anterior, solo se cumplió con plan de consumo en el mes abril, consumiendo durante los cuatro meses de zafra 1233,9 MW de 1113,2 MW planificados para un sobregiro de consumo de 120,7 MW.

$$\text{\$ } 0,09 \times 120700 \text{ kW} = \text{\$ } 10887.68$$

Esto se traduce a que la Empresa pago un total de \$10887.68 por encima de lo planificado.

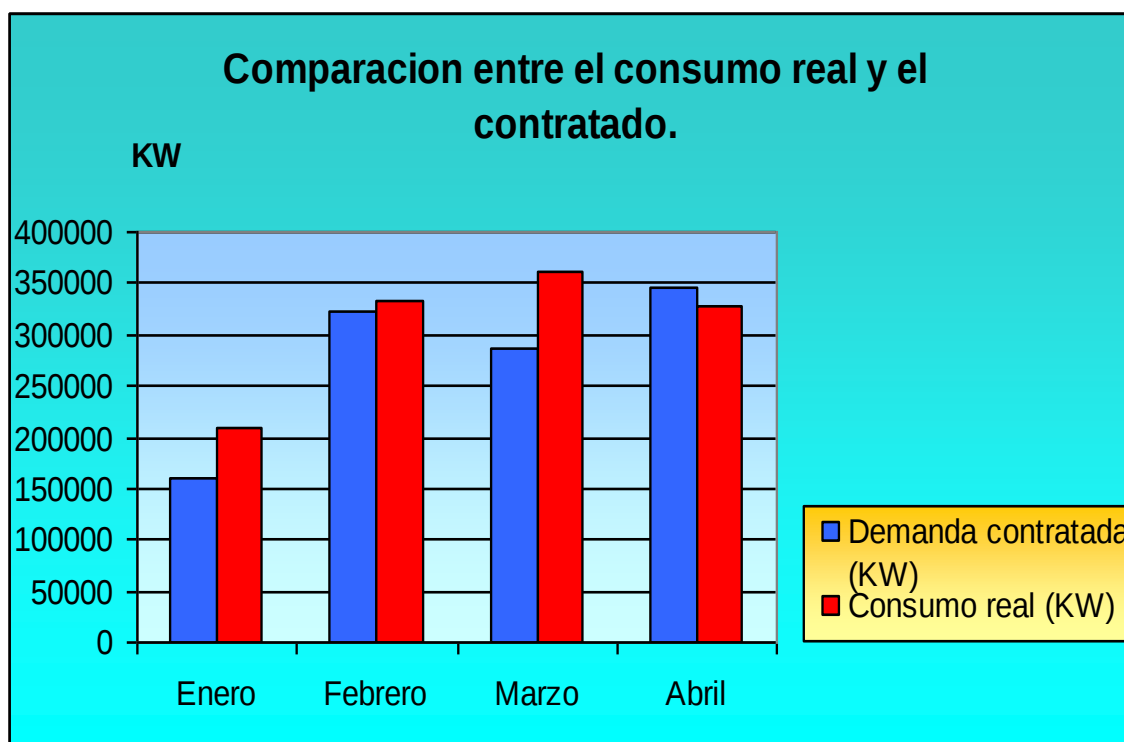


Grafico 2.4: Comparación por meses entre el consumo planificado y el real.

El grafico muestra el comportamiento del consumo de energía eléctrica de la industria durante los meses de zafra.

2.3.2 Descripción de los principales equipos consumidores en las distintas áreas

Hay que tener presente que el kWh. que se ahorre en nuestros ingenios se entrega al SEN sustituyendo el kWh. que tendría que generarse con petróleo en las termoeléctricas del país, cuyo precio se ha disparado en el mercado internacional sin que se vislumbre en el futuro una baja del mismo. Por ello, pretender extraer hasta el último gramo de sacarosa que trae la caña a costa de invertir una gran cantidad de energía carece actualmente de sentido económico.

Hay que tener en cuenta que las áreas más consumidoras de electricidad del ingenio son:

Tabla 2.7 Representación porcentual del consumo por áreas.

No	ÁREA	%
1	Tandem	30
2	Basculador	19
3	Inyección y vacío	22
4	Centrífugas	9
5	Calderas	20
	TOTAL	100

Por lo tanto, es en dichas áreas donde hay que concentrar los esfuerzos, pues es de ahí donde están los mayores potenciales de ahorro. Veamos cada una.

Ventiladores de las calderas:

Constituyen la tercera causa de consumo de electricidad en nuestro ingenio después de la planta moledora y el circuito de las bombas de vacío e inyección. Nuestro ingenio actualmente, posee ventiladores en sus calderas cuya potencia totaliza 974 kW. El consumo de electricidad de ese volumen de ventiladores, para las Zafras previstas, se evalúa en 3.40 MWh, lo que constituye una cifra considerable.

Una parte importante de ese consumo de electricidad se produce por la necesidad de regular el flujo, de acuerdo a las variaciones de carga de la caldera, por el método tradicional de estrangular la corriente de aire o gases mediante un damper.

Sin embargo, es técnica establecida hace muchos años que se pueden obtener ahorros en el consumo de un ventilador que necesita regular flujo de no menos de un 30 % utilizando variadores de frecuencia para regular la velocidad del motor que mueve el rotor del ventilador en lugar del método clásico de estrangulación.

Estos equipos, que hace años resultaban de precios elevados, ya actualmente pueden adquirirse a precios más bajos, de manera que la inversión se recupera en un plazo breve. Entonces, el potencial de ahorro disponible debido al cambio de dampers por variadores de frecuencia es como mínimo de 2.2MW.

Sin embargo podemos decir que actualmente presentamos ciertos problemas de operación con el sistema de lazo cerrado automático de las calderas pues nuestros operadores no están lo suficientemente capacitados para el manejo de las mismas y en ocasiones se provocan reiterados disparos provocando excesivos arranques de los motores de los ventiladores, caídas de la presión del vapor, inestabilidad en el sistema y deterioro de los elementos de protección.

Características de los Ventiladores:

Tabla 2.8 Características de los ventiladores de las Calderas.

No	Equipos	Cantidad	Potencia Instalada
1	VTI Caldera # 1	1	160 kW
2	VTF Caldera # 1	1	132 kW
3	VTI Caldera # 2	1	180 kW
4	VTF Caldera # 2	1	110 kW
5	VTI Caldera # 3	1	260 kW
6	VTF Caldera # 3	1	132 kW
	Total	6	974 kW

Inyección y vacío:

Actualmente en nuestro ingenio se ha modificado 8 condensadores a 8 PM (pasos múltiples), lo que representa el 67 %.Nos proponemos la sustitución de los cuatros restantes por condensadores más eficientes para lograr disminuir el gasto de energía en 0.90 Kwh. /TCM.

Esta es la segunda área de mayor consumo en la industria, ya que se ha visto afectada por la escasez de motores eléctricos para reponer los que con el transcurso del tiempo se han ido deteriorando, esto unido a que no se realiza la compra en el mercado internacional de los mismos, genera que casi no se cuente con el repuesto adecuado y en muchas ocasiones para resolver este problema se conectan motores de mayor potencia nominal que la que en realidad se necesita.

Tabla 2.9 Equipos de más consumo instalados en el área de Inyección y vacío:

No	Principales Equipos consumidores del Área	Potencia (kW)
1	Motor Bomba de Vacío No 1	184
2	Motor Bomba de Vacío No 2	160
3	Motor Bomba de Vacío No 3	160
4	Motor Bomba de Vacío No 4	160
5	Motor Bomba de Inyección No 1	260
6	Motor Bomba de Inyección No 2	260
7	Motor Bomba de Inyección No 3	260
8	Motor Bomba de Inyección No 4	220
9	Motor Bomba de Inyección No 5	220
	Total	1884

Nota: no todos los equipos de esta área trabajan al mismo tiempo.

Tandem:

Esta es sin lugar a dudas el área que mayor consumo representa en nuestra industria, la misma esta conformada por los equipos del Basculador y los Molinos, por su considerable nivel de consumo de energía la misma no se pone en funcionamiento, hasta tanto no sean sincronizados los Turbogeneradores con el Sistema Electro-energético Nacional (SEN).

En los Molinos contamos con 5 motores de 6,300 kW

Tabla 2.10 Característica de los motores de los Molinos

Motores del Tandem	Potencia (KW)	rpm	Factor de Potencia
Motor Molino No1	630	900	0,8
Motor Molino No2	500	900	0,8
Motor Molino No3	500	900	0,8
Motor Molino No4	500	900	0,8
Motor Molino No5	630	900	0,83
Total	2260	—	—

En el Basculador contamos con 3 motores de 6,300 KV.

Tabla 2.11 Característica de los motores de las cuchillas.

Motores del Basculador	Potencia (kW)	rpm	Factor de Potencia
Motor Cuchilla No1	630	900	0,8
Motor Cuchilla No2	400	900	0,8
Motor Cuchilla No3	400	900	0,8
Total	1430	—	—

Estos motores se encuentran conectados a una barra 6,300 KV a través de un interruptor principal ubicado en la Planta Eléctrica que distribuye a un Centro de Control de Motores Eléctricos que cuenta con un interruptor de tecnología Athel de SF6 de 6,300 Kv para suministrarle el voltaje de operación al estator de cada motor. Poseen un sistema de protección que incluye protecciones por bajo y alto voltaje, por corriente que incluye sobrecarga y cortocircuito para cada motor. El Sistema de arranque se realiza con la inserción de resistencias liquidas en el rotor que se van eliminando paulatinamente hasta que el motor alcanza su máxima velocidad.

Para aliviar el trabajo de la red y del generador, la podemos alcanzar con una racional selección y utilización del equipamiento eléctrico, de forma que consuman la menor corriente reactiva. El sobredimensionamiento de la potencia de los motores y transformadores, lleva inútilmente a una gran corriente de magnetización.

2.4 Evaluación del sistema de iluminación:

El sistema de iluminación de nuestra industria en gran parte es distribuido a partir del transformador de consumo propio ubicado en la planta eléctrica, el cual alimenta los transformadores que se encuentran en las distintas áreas con 440 V, estos pueden transformar a 220 V, 110 V y 48 V, según el alumbrado que se encuentre instalado. En el análisis de iluminación se hizo un levantamiento de la cantidad de lámparas, cuyo resultado se recoge en la tabla 2.11, donde se pudo comprobar que las condiciones en que se utiliza el alumbrado en toda la fabrica no es la mas adecuada, el sistema carece de bandejas y tuberías para la distribución del cableado, existe un numero muy bajo de interruptores para independizar por áreas el alumbrado, actualmente existen áreas en las que el sistema de alumbrado se encuentra alimentado conjuntamente con el sistema de fuerza del ingenio.

Tabla 2.12 Distribución de alumbrado en la fábrica:

Distribución por áreas	Luminarias De 20 W	Luminarias De 40 W	Luminarias De 160 W	Luminarias De 250 W	Luminarias De 400 W
Basculador	2	2	6	4	5
Molinos	4	3	7	5	8
Hornos	6	4	4	4	6
Planta Eléctrica	6	5	3	3	4
Fabricación	22	32	18	12	17
Taller	6	8	6	2	5
Oficinas	32	36	0	0	0
Total	78	90	44	30	45

En nuestra empresa existe grandes problemas con el alumbrado algunas deficiencias son:

- Prácticamente no existe iluminación en las áreas exteriores.
- la necesidad del mantenimiento de las lámparas existentes.
- La disposición de las luminarias en algunos casos no es la más conveniente.

Algunas recomendaciones a considerar para ahorrar el sistema de iluminación y mejorar la iluminación son:

Realizar la limpieza sistemática de las luminarias, ya que la suciedad reduce en un 20 % el nivel de iluminación. Evaluar una mayor utilización de la luz solar en aquellos lugares que sea posible. (Tejas translúcida). Instalar superficies reflectoras en las lámparas, pues esto direcciona e incrementa la iluminación y posibilita la reducción de lámparas en las luminarias. Utilizar balastos electrónicos que permiten ahorrar energía hasta un 10 % e incrementa la vida útil de las lámparas.

2.5 Pérdidas por transformación en los diferentes circuitos de la Industria

2.5.1 Pérdidas totales por transformación en el circuito de las Centrífugas

Las pérdidas totales del transformador se determinan por:

$$P_t = P_{fe} * T_3 + \left(\frac{kVA_{real}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T_1$$

Donde:

P_{fe} – Pérdidas en el hierro para régimen nominal, las mismas se consideran constante para todo el régimen de trabajo del transformador.

P_{cu} – Pérdidas por efecto Joule en el Cobre.

T_1 —es el tiempo que dura la carga del transformador (24 h / diarias).

$T_3 = T_1$ porque el transformador trabaja a régimen continuo las 24 h del día,

El coeficiente de carga no es más que la relación entre los kVA. Reales y los nominales.

$$k_c = \frac{kVA_{real}}{kVA_{nominal}}$$

$$kVA_{real} = \sqrt{kW^2 + kVAR^2}$$

$$kVA_{real} = 1436 kVA$$

El transformador es de 2000KVA

$$P_{cu} = 23,95 \text{ kW}$$

$$P_{fe} = 3,649 \text{ kW}$$

$$T_1 = T_3 = 24 \text{ h}$$

Sustituyendo en la ecuación 2.1 se calculan las pérdidas totales.

$$Pt = 3,649 kW * 24h + \left(\frac{1436 kVA}{2000 kVA} \right)^2 * 23,95 kW * 24h$$

$$Pt = 383,90 kWh. /día$$

2.5.2 Pérdidas por transformación en el circuito No 1 de las Calderas

$$kVA_{real} = \sqrt{kW^2 + kVA_r^2}$$

$$kVA_{real} = 904,14 kVA$$

$$k_c = \frac{kVA_{real}}{kVA_{nomin al}} = 0,90$$

El transformador es de 1000kVA

$$P_{cu} = 11,115 kW.$$

$$P_{fe} = 2,594 kW.$$

$$T_1 = T_3 = 24 h$$

Sustituyendo en la ecuación se calculan las pérdidas totales.

$$Pt = 2,594 kW * 24h + \left(\frac{904,14 kVA}{1000 kVA} \right)^2 * 11,115 kW * 24h$$

$$Pt = 278,34 kWh. /día$$

2.5.3 Pérdidas por transformación en el circuito No 2 de las Calderas

$$kVA_{real} = \sqrt{kW^2 + kVA_r^2}$$

$$kVA_{real} = 858,47 kVA$$

$$k_c = \frac{kVA_{real}}{kVA_{nomin al}} = 0,86$$

El transformador es de 1000KVA

$$P_{cu} = 11,115 \text{ kW.}$$

$$P_{fe} = 2,594 \text{ kW.}$$

$$T_1 = T_3 = 24 \text{ h}$$

$$P_t = 2,594 \text{ kW} * 24 \text{ h} + \left(\frac{858,47 \text{ kVA}}{1000 \text{ kVA}} \right)^2 * 11,115 \text{ kW} * 24 \text{ h} = 259,56 \text{ kWh/día}$$

2.5.4 Pérdidas por transformación en el Circuito de Inyección y Vacío

$$kVA_{real} = \sqrt{kW^2 + kVA_r^2}$$

$$kVA_{real} = 1985,15 \text{ Kva.}$$

$$k_c = \frac{kVA_{real}}{kVA_{nominal}} = 0,99$$

El transformador es de 2000KVA

$$P_{cu} = 23,950 \text{ kW.}$$

$$P_{fe} = 3,649 \text{ kW.}$$

$$T_1 = T_3 = 24 \text{ h}$$

$$P_t = 3,649 \text{ kW} * 24 \text{ h} + \left(\frac{1985,15 \text{ kVA}}{1000 \text{ kVA}} \right)^2 * 23,950 \text{ kW} * 24 \text{ h} = 650,94 \text{ kWh /día}$$

2.5.5 Pérdidas por transformación en el Circuito del Tandem

$$kVA_{real} = \sqrt{kW^2 + kVA_r^2}$$

$$kVA_{real} = 2808,19 \text{ kVA}$$

$$k_c = \frac{kVA_{real}}{kVA_{nominal}} = 0,82$$

La Potencia Aparente nominal por los datos de chapa es de 3422,00 Kva.

$$P_{cu} = 37,00 \text{ kW.}$$

$$P_{fe} = 11,50 \text{ kW.}$$

$$T_1 = T_3 = 24 \text{ h}$$

$$P_t = 11,50 \text{ kW} * 24 \text{ h} + \left(\frac{2808,19 \text{ kVA}}{3422 \text{ kVA}} \right)^2 * 37,00 \text{ kW} * 24 \text{ h} = 873,09 \text{ kWh/ día}$$

2.5.6 Pérdidas por transformación en el Circuito del Basculador

$$kVA_{real} = \sqrt{kW^2 + kVAR^2}$$

$$kVA_{real} = 2354,74 \text{ kVA}$$

$$k_c = \frac{kVA_{real}}{kVA_{nominal}} = 0,84$$

En este circuito tenemos un Transformador 1000 kVA, y le sumamos la potencia aparente nominal de los motores de las cuchillas:

La Potencia Aparente nominal por los datos de chapa es de 2787 kVA.

$$P_{cu} = 23,10 \text{ kW.}$$

$$P_{fe} = 5,175 \text{ kW.}$$

$$T_1 = T_3 = 24 \text{ h}$$

$$P_t = 5,175 \text{ kW} * 24 \text{ h} + \left(\frac{2354,74 \text{ kVA}}{2787 \text{ kVA}} \right)^2 * 23,10 \text{ kW} * 24 \text{ h} = 515,38 \text{ kWh. /día}$$

Tabla 2.13 Representación de las perdidas por transformación en la industria.

Lugar	Pérdidas por transformación en un día (kW.)	Pérdidas por transformación en 148 días (kW.)
Centrifugas	383,90	46068,0
Calderas No 1	278,34	33400,8
Calderas No 2	259,56	31147,2
Inyección y Vacío	650,94	78112,8
Tandem	873,09	103507,8
Basculador	515,38	61845,6
Total	2951,21	436769,08

Como hemos podido observar en la tabla anterior por concepto de transformación de la energía en nuestra industria se pierden diariamente 2,9 MW, lo que a lo largo de 148 días de zafra se traduce en 436,8 MW en perdidas de energía.

2.6 Compensación de los circuitos de la industria, calculo de las perdidas por transformación después de la compensación.

Existen varios problemas por tener bajo factor de potencia como son los siguientes:

- ✓ Mayor coste de la energía consumida.
- ✓ Mayor sección en los conductores de línea.
- ✓ Perdidas en la línea por disipación de calor (efecto joule).
- ✓ Mayor carga sobre transformador y línea.

En el CAI existe un bajo factor de potencia por lo que se calculará su corrección para un mejoramiento del sistema y ahorro económico.

El $\cos\phi$ se puede mejorar en el sistema general o en los distintos centros de cargas (CC), se escogió la segunda variante ya que al mejorar el $\cos\phi$ en los CC mejora en el sistema.

El valor del $\cos\phi$ se podrá ver en la siguiente tabla

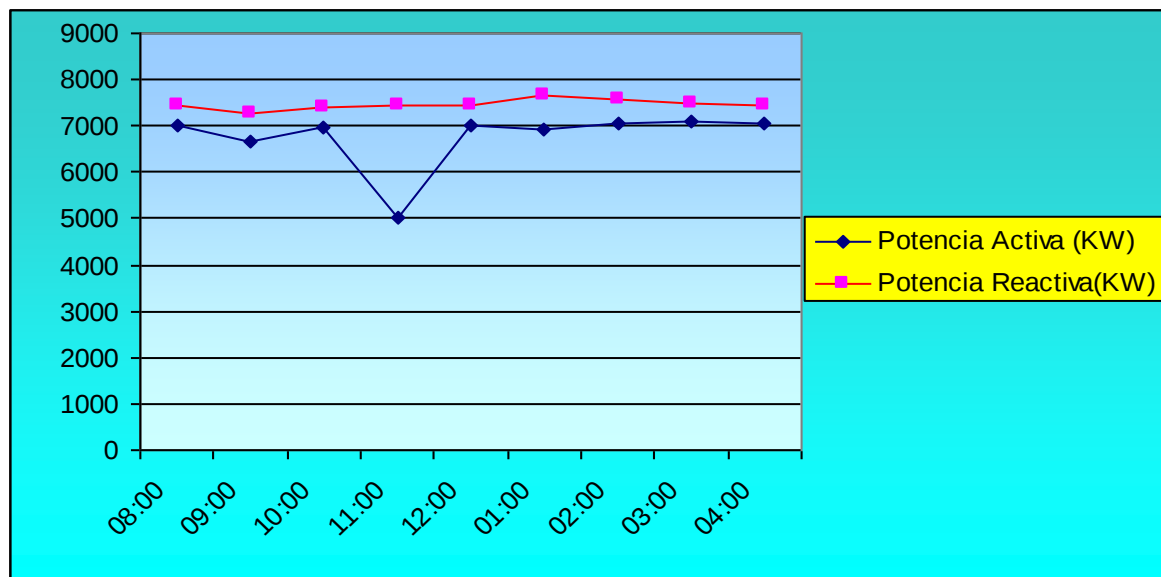


Grafico 2.5 Muestra el comportamiento de las potencias activa y reactiva de la Industria.

Como se puede observar en el grafico anterior se refleja el comportamiento de las potencias activa y reactiva de la fabrica en general, en el mismo nos podemos dar cuenta que la potencia reactiva presenta valores superiores a los de la potencia activa.

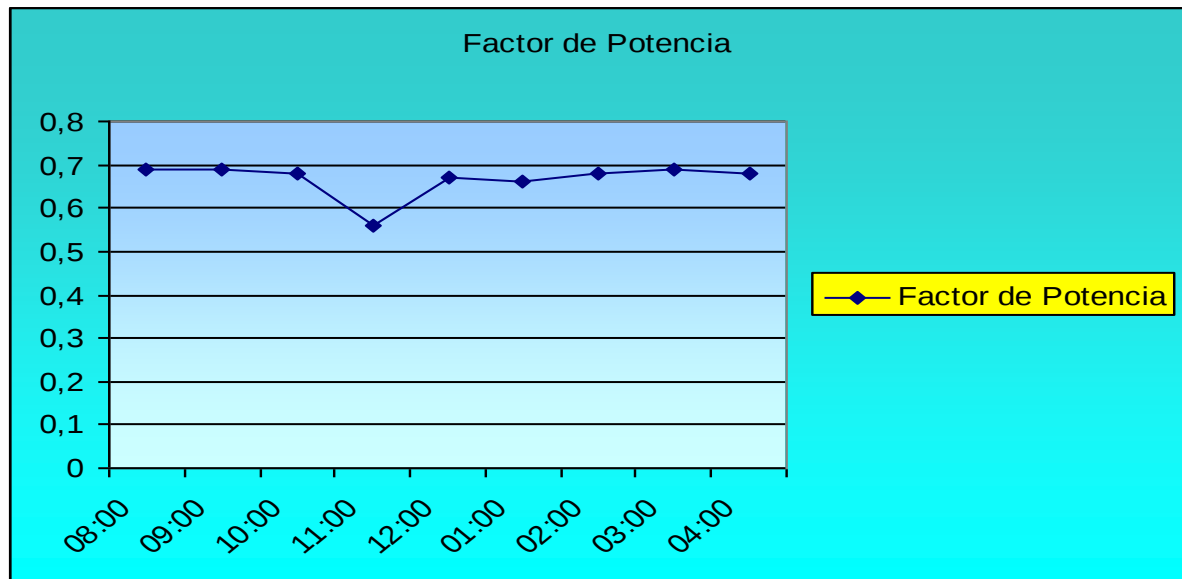


Grafico 2.6 Muestra el comportamiento del factor de potencia en la fábrica:

Actualmente el factor de potencia existente en nuestra industria es muy bajo, como es reflejado en la grafica anterior.

Tabla 2.14 Coeficiente para la compensación por circuitos.

Lugar	Potencia Activa kWh	Factor de Potencia	K
Centrífugas	596	0,50	1,369
Caldera No 1	671	0.74	0,546
Caldera No 2	680	0,79	0,413
Inyección y Vacío	1543	0,77	0,466
Tandem	2124	0,76	0,429
Basculador	1356	0,59	0,943

2.6.1 Circuito de las Centrífugas:

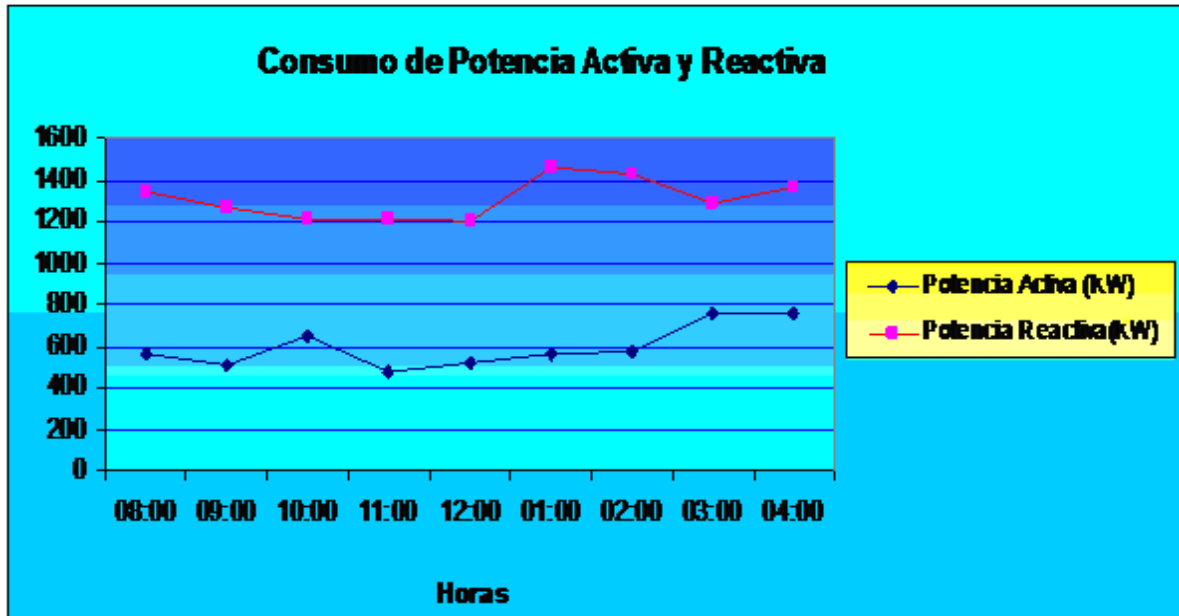


Gráfico 2.7 Muestra el comportamiento de las Potencias Activas y Reactivas del circuito.

Como podemos observar en el gráfico la línea que representa las mediciones tomadas del reactivo se encuentran muy por encima de la línea que muestran el comportamiento de la potencia activa.

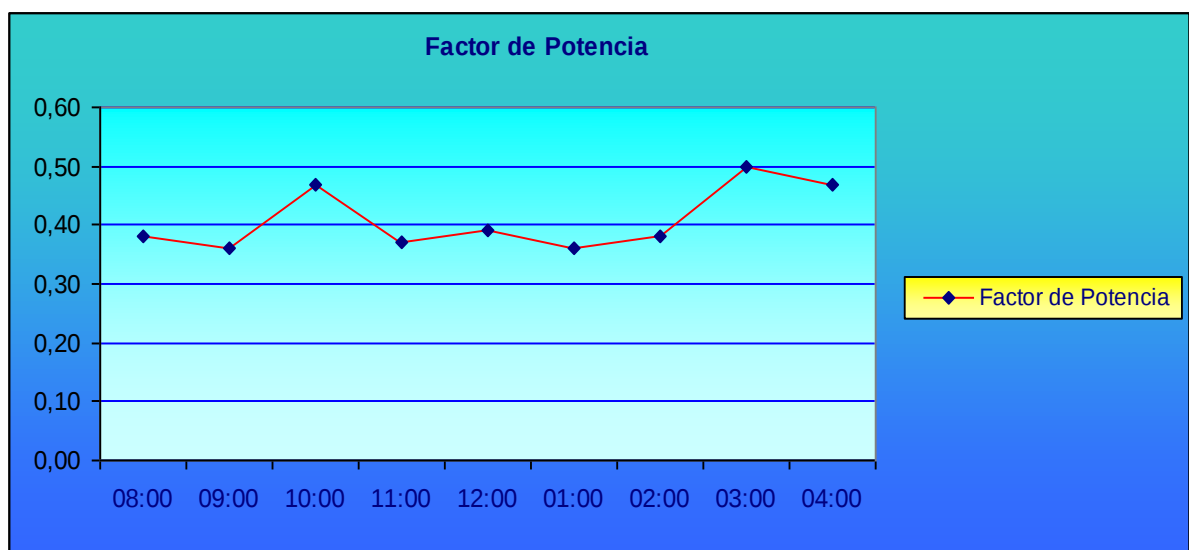


Gráfico 2.8 Muestra el comportamiento del factor de Potencia en el circuito

Este es sin lugar a dudas el circuito que presenta el factor de potencia mas bajo de la Industria.

Calculo del banco para la compensación del Circuito:

K- es el coeficiente tomado de la tabla para mejorar el factor de potencia, ver anexos

$$Q = P * K$$

P- es la potencia activa

Q- potencia reactiva a compensar.

$$Q = 596 * 1,369 = 815,92 \text{ kVAr}$$

Después de la compensación:

$$Q_{sist_n} = Q_{antes} - Q_{es \text{ tan darizado}}$$

$$Q_{sist_n} = 1307 \text{ kVAr} - 815 \text{ kVAr}$$

$$Q_{sist_n} = 492,92 \text{ kVAr}$$

Donde Q_{sist_n} es la potencia reactiva del sistema nueva

$$S_2 = \sqrt{(P_{antes})^2 + (Q_{sist_n})^2}$$

$$S_2 = \sqrt{596^2 + 492,92^2}$$

$$S_2 = 773,42 \text{ KVA}$$

$$P_{tn} = P_{fe} * T3 + \left(\frac{kVA_{real_2}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T1$$

$$P_{tn} = 175,01 \text{ kWh} / \text{Día}$$

$$\Delta P = P_t - P_{tn}$$

$$\Delta P = 383,90 \text{ kWh} / \text{día} - 175,01 \text{ kWh} / \text{día}$$

$$\Delta P = 208,89 \text{ kWh} / \text{día}$$

Donde:

S_2 Es la potencia aparente después de la compensación.

P_{tn} Son las pérdidas después de la compensación.

ΔP Es la variación de pérdidas.

2.6.2 Circuito de las Bombas de Vacío e Inyección

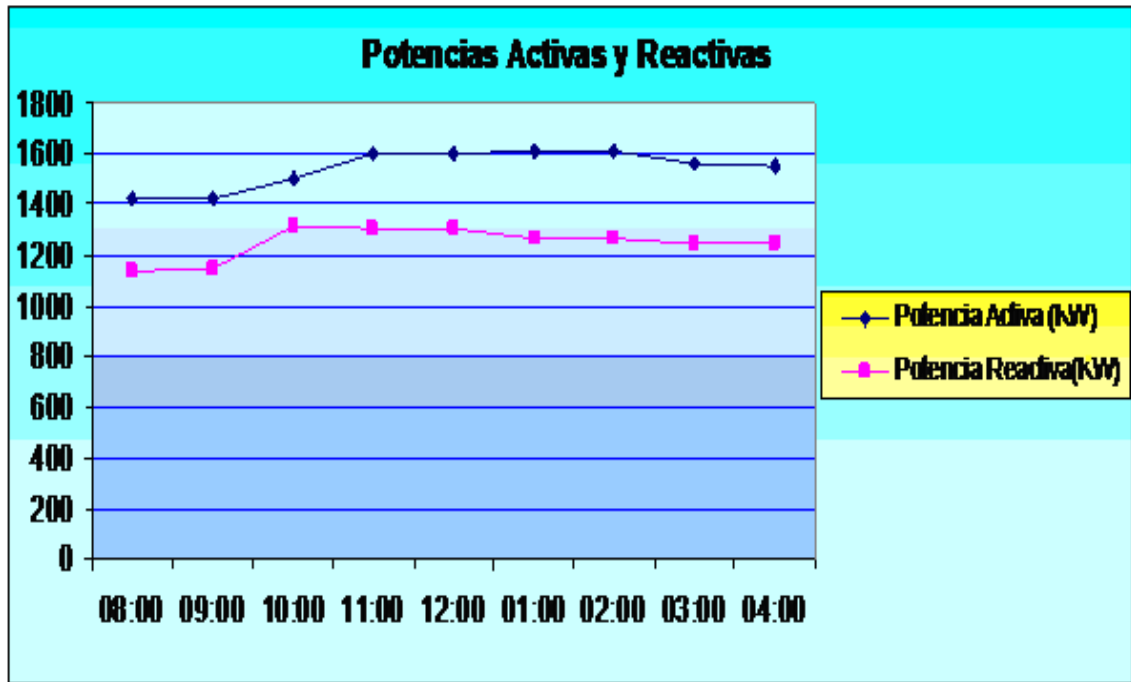


Gráfico 2.9 Muestra el comportamiento de las Potencias Activas y Reactivas del circuito

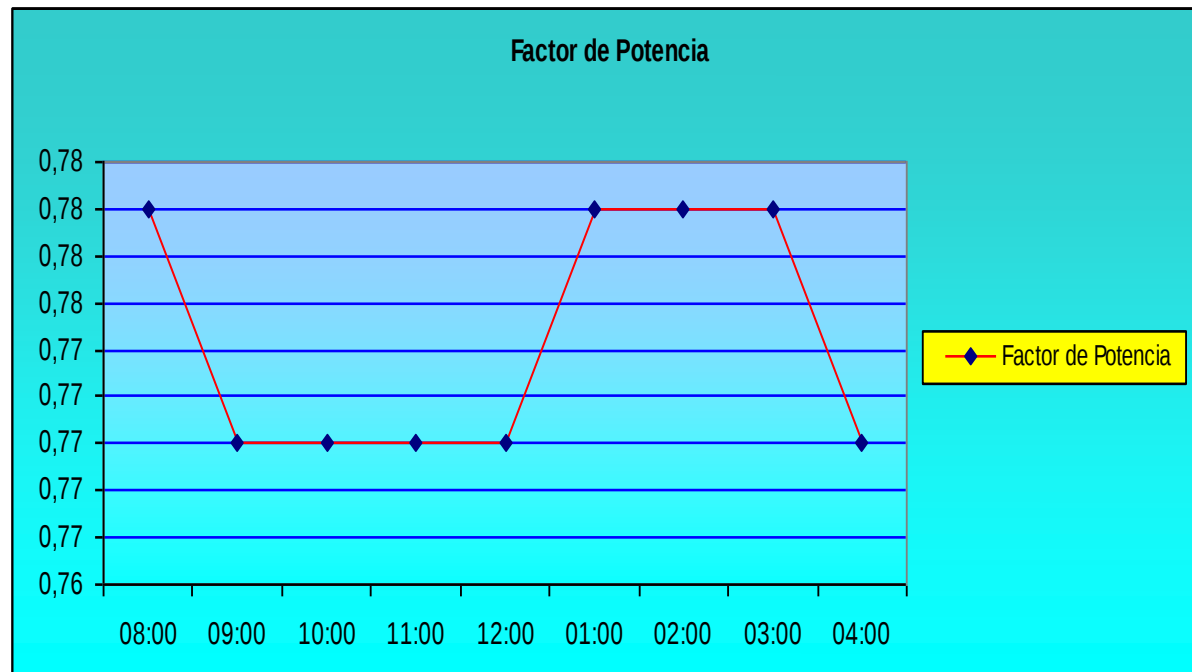


Gráfico 2.10 Muestra el comportamiento del factor de Potencia en el circuito.

Cálculo del banco para la compensación del Circuito

K- es el coeficiente tomado de la tabla para mejorar el factor de potencia, ver anexos

$$Q = P * K$$

P- es la potencia activa

Q- potencia reactiva a compensar.

$$Q = 1543 * 0,466 = 719,04 \text{ kVAr}$$

Después de la compensación:

$$Q_{sist_n} = Q_{antes} - Q_{es \text{ tan darizado}}$$

$$Q_{sist_n} = 1249,00 \text{ kVAr} - 719,04 \text{ kVAr}$$

$$Q_{sist_n} = 529,96 \text{ kVAr}$$

Donde Q_{sist_n} es la potencia reactiva del sistema nueva

$$S_2 = \sqrt{(P_{antes})^2 + (Q_{sist_n})^2}$$

$$S_2 = \sqrt{1543^2 + 529,96^2}$$

$$S_2 = 1631,47 \text{ kA}$$

$$P_{tn} = P_{fe} * T3 + \left(\frac{kVA_{real_2}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T1$$

$$P_{tn} = 474,08 \text{ kwh} / \text{Día}$$

$$\Delta P = P_t - P_{tn}$$

$$\Delta P = 650,94 \text{ kWh} / \text{día} - 474,08 \text{ kWh} / \text{día}$$

$$\Delta P = 176,86 \text{ kWh} / \text{día}$$

Donde:

S_2 Es la potencia aparente después de la compensación.

P_{tn} Son las pérdidas después de la compensación.

ΔP Es la variación de pérdidas

2.6.3 Circuito del Tandem

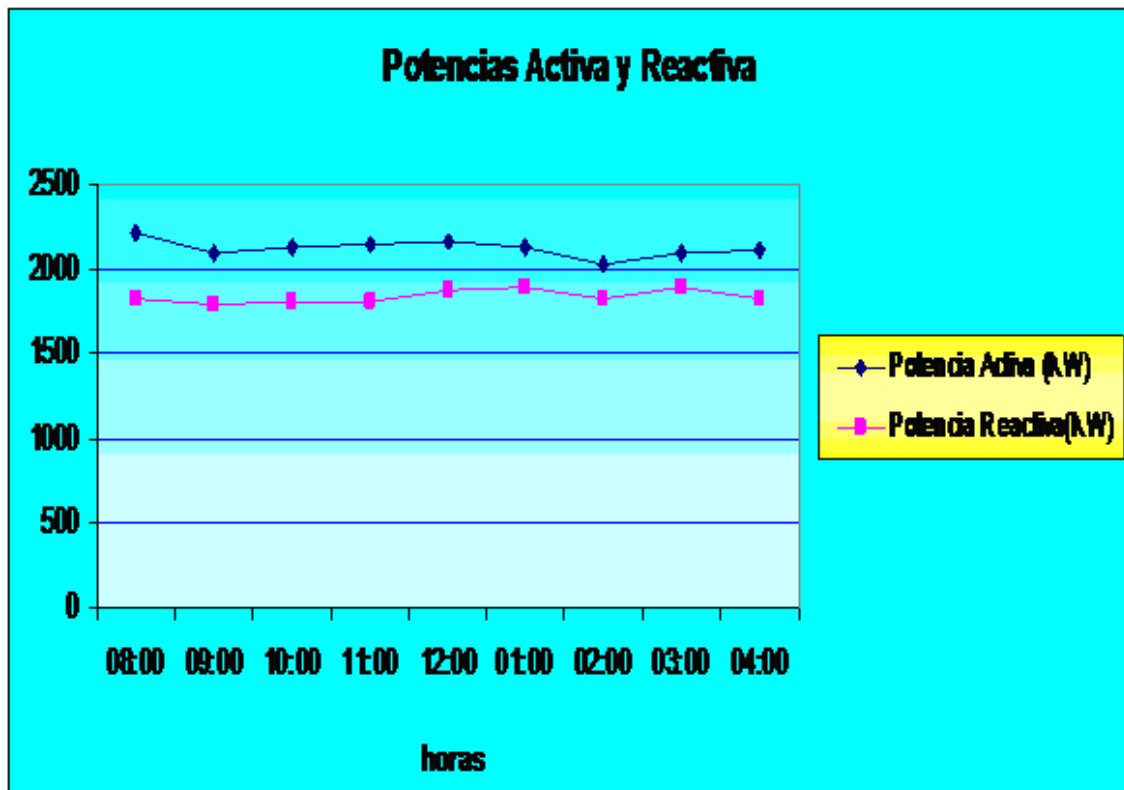


Gráfico 2.11 Muestra el comportamiento de las Potencias Activas y Reactivas del circuito.

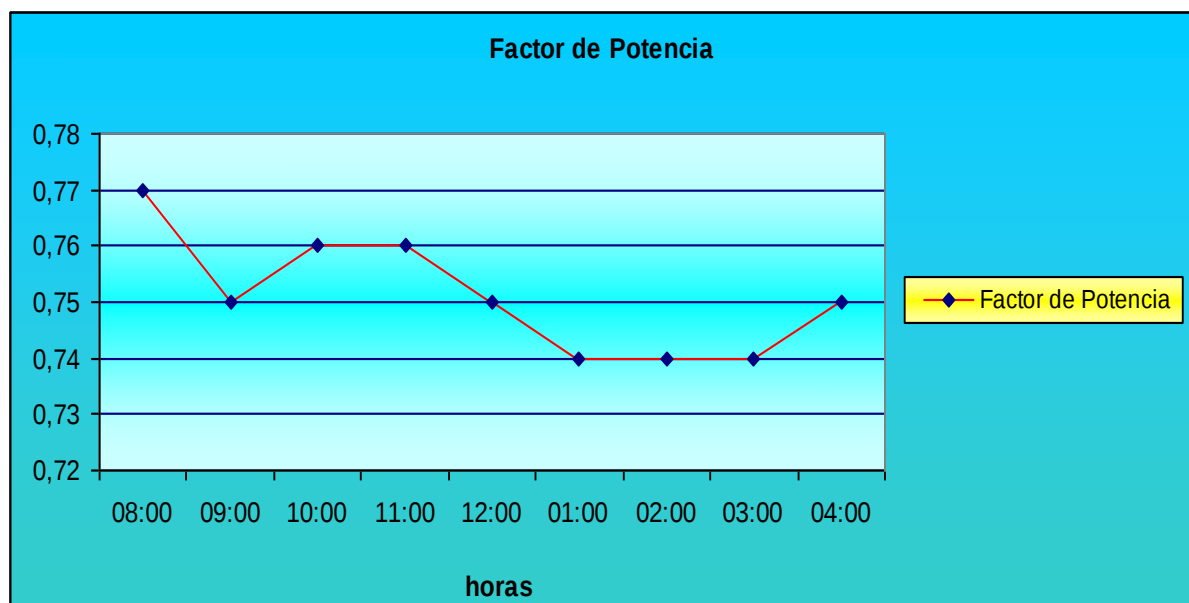


Gráfico 2.12 Muestra el comportamiento del factor de Potencia en el circuito

Calculo del banco para la compensación del Circuito:

K- es el coeficiente tomado de la tabla para mejorar el factor de potencia, ver anexos

$$Q = P * K$$

P- es la potencia activa

Q- potencia reactiva a compensar.

$$Q = 2124 * 0,429 = 911,20 \text{ kVAr}$$

Después de la compensación

$$Q_{sist_n} = Q_{antes} - Q_{estandarizado}$$

$$Q_{sist_n} = 1837 \text{ kVAr} - 911,20 \text{ kVAr}$$

$$Q_{sist_n} = 925,80 \text{ kVAr}$$

Donde Q_{sist_n} es la potencia reactiva del sistema nueva

$$S_2 = \sqrt{(P_{antes})^2 + (Q_{sist_n})^2}$$

$$S_2 = \sqrt{2124^2 + 925,80^2}$$

$$S_2 = 2317,00 \text{ kA}$$

$$P_{tn} = P_{fe} * T3 + \left(\frac{kVA_{real_2}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T1$$

$$P_{tn} = 877,26 \text{ kWh / Día}$$

$$\Delta P = P_t - P_{tn}$$

$$\Delta P = 873,09 \text{ kWh / día} - 686,61 \text{ kWh / día}$$

$$\Delta P = 186,48 \text{ kWh / día}$$

Donde:

S_2 Es la potencia aparente después de la compensación.

P_{tn} Son las pérdidas después de la compensación.

ΔP Es la variación de pérdidas.

2.6.4 Circuito de las Calderas No 1

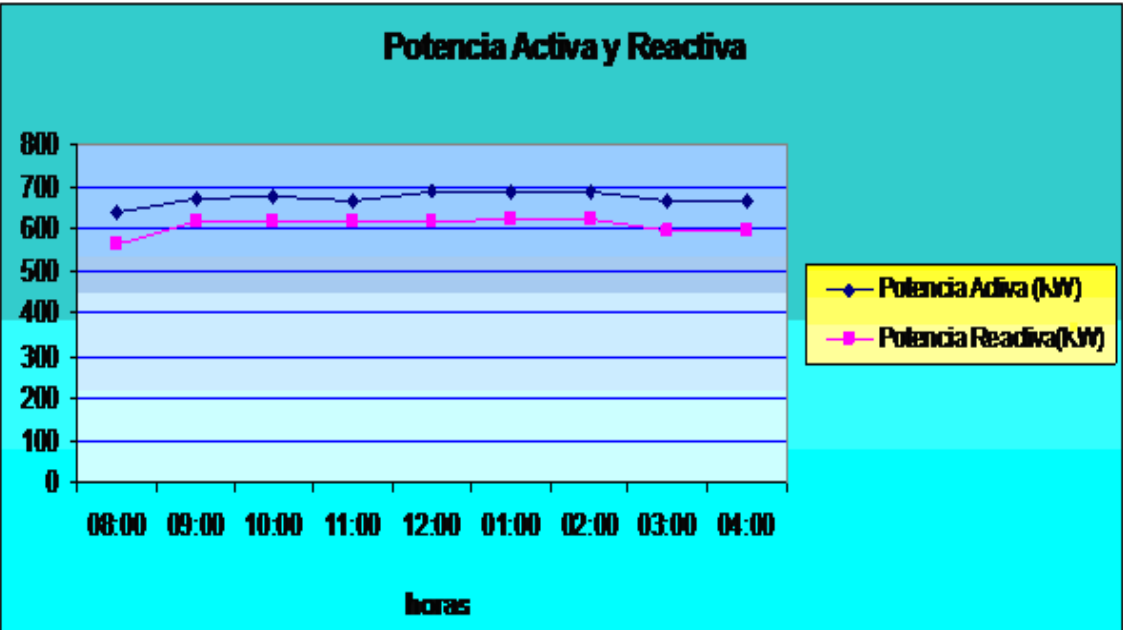


Gráfico 2.13 Muestra el comportamiento de las Potencias Activas y Reactivas del circuito.

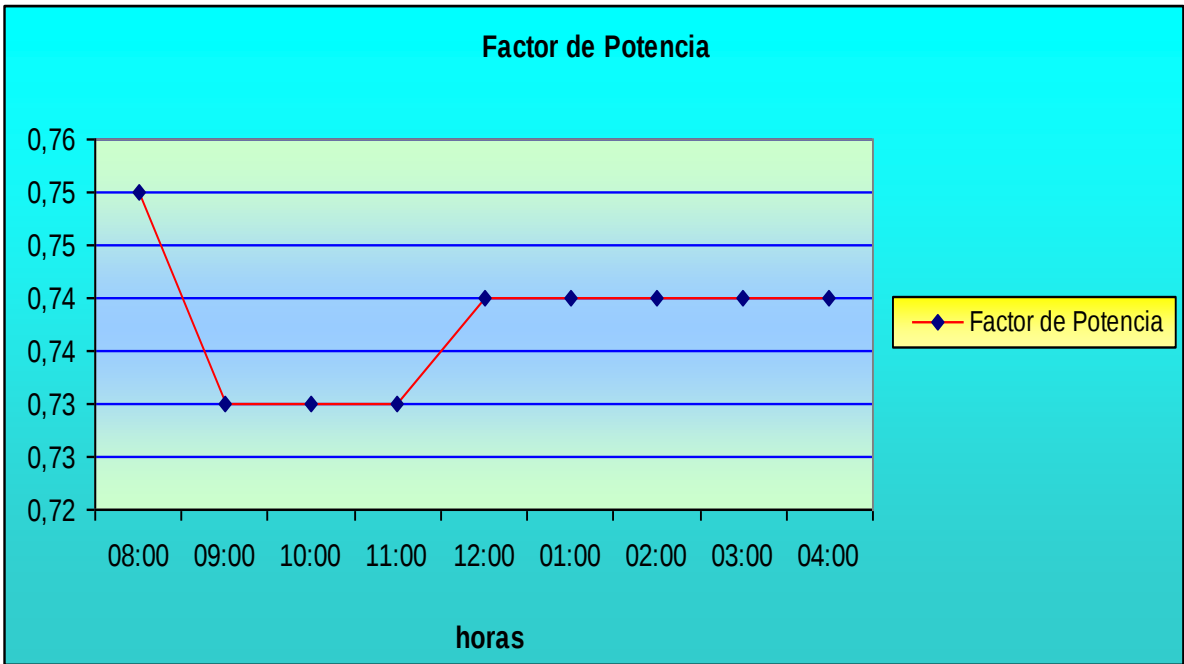


Gráfico 2.14 Muestra el comportamiento del factor de Potencia en el circuito

Cálculo del banco para la compensación del Circuito:

K- es el coeficiente tomado de la tabla para mejorar el factor de potencia, ver anexos

$$Q = P * K$$

P- es la potencia activa

Q- potencia reactiva a compensar.

$$Q = 671 * 0,546 = 366,37 \text{ kVAr}$$

Después de la compensación

$$Q_{sist_n} = Q_{antes} - Q_{estandarizado}$$

$$Q_{sist_n} = 606 \text{ kVAr} - 366,37 \text{ kVAr}$$

$$Q_{sist_n} = 239,63 \text{ kVAr}$$

Donde Q_{sist_n} es la potencia reactiva del sistema nueva

$$S_2 = \sqrt{(P_{antes})^2 + (Q_{sist_n})^2}$$

$$S_2 = \sqrt{671^2 + 239,67^2}$$

$$S_2 = 712,51 \text{ kA}$$

$$P_{tn} = P_{fe} * T3 + \left(\frac{kVA_{real_2}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T1$$

$$P_{tn} = 196,73 \text{ kWh} / \text{Día}$$

$$\Delta P = P_t - P_{tn}$$

$$\Delta P = 278,34 \text{ kWh} / \text{día} - 196,73 \text{ kWh} / \text{día}$$

$$\Delta P = 81,71 \text{ kWh} / \text{día}$$

Donde:

S_2 Es la potencia aparente después de la compensación.

P_{tn} Son las pérdidas después de la compensación.

ΔP Es la variación de pérdidas.

2.6.5 Circuito de las Calderas No 2

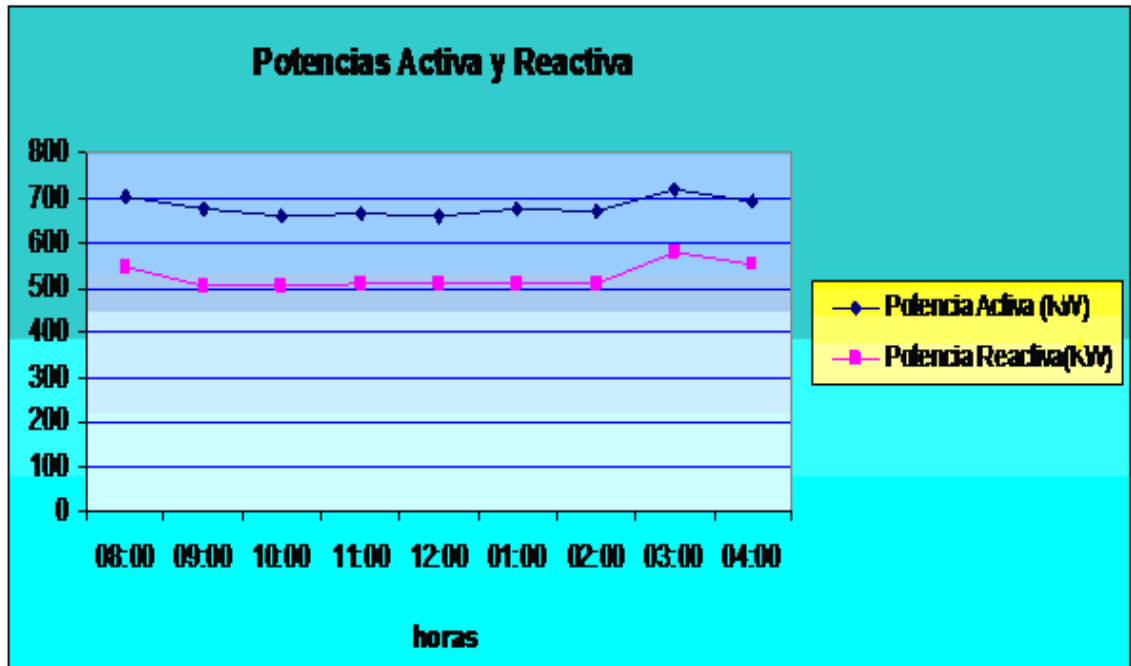


Gráfico 2.15 Muestra el comportamiento de las Potencias Activas y Reactivas del circuito.

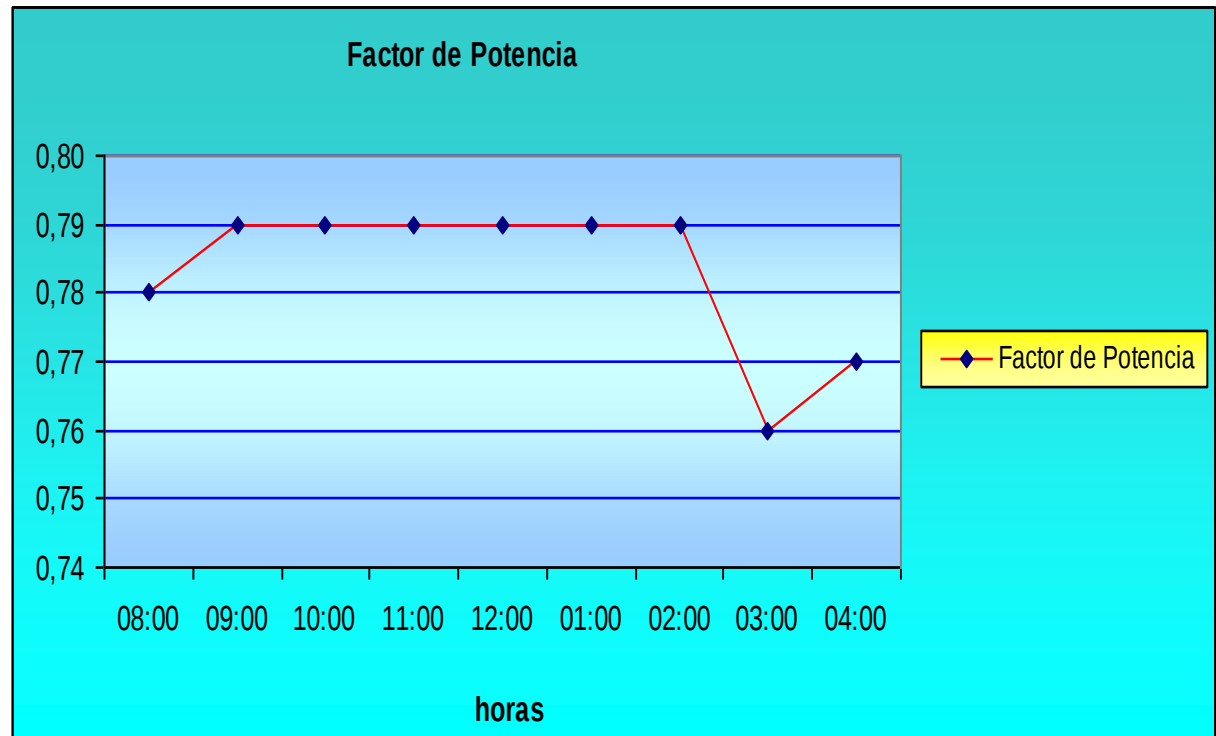


Gráfico 2.16 Muestra el comportamiento del factor de Potencia en el circuito

Cálculo del banco para la compensación del Circuito:

K- es el coeficiente tomado de la tabla para mejorar el factor de potencia, ver anexos

$$Q = P * K$$

P- es la potencia activa

Q- potencia reactiva a compensar.

$$Q = 680 * 0,413 = 280,84 \text{ kVAr}$$

Después de la compensación

$$Q_{sist_n} = Q_{antes} - Q_{estandarizado}$$

$$Q_{sist_n} = 524 \text{ kVAr} - 280,84 \text{ kVAr}$$

$$Q_{sist_n} = 243,16 \text{ kVAr}$$

Donde Q_{sist_n} es la potencia reactiva del sistema nueva:

$$S_2 = \sqrt{(P_{antes})^2 + (Q_{sist_n})^2}$$

$$S_2 = \sqrt{680^2 + 243,16^2}$$

$$S_2 = 722,17 \text{ kA}$$

$$P_{tn} = P_{fe} * T3 + \left(\frac{kVA_{real_2}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T1$$

$$P_{tn} = 200,55 \text{ kwh} / \text{Día}$$

$$\Delta P = P_t - P_{tn}$$

$$\Delta P = 259,56 \text{ kWh} / \text{día} - 200,55 \text{ kWh} / \text{día}$$

$$\Delta P = 59,01 \text{ kWh} / \text{día}$$

Donde:

S_2 Es la potencia aparente después de la compensación.

P_{tn} Son las pérdidas después de la compensación.

ΔP Es la variación de pérdidas.

2.6.6 Circuito del Basculador

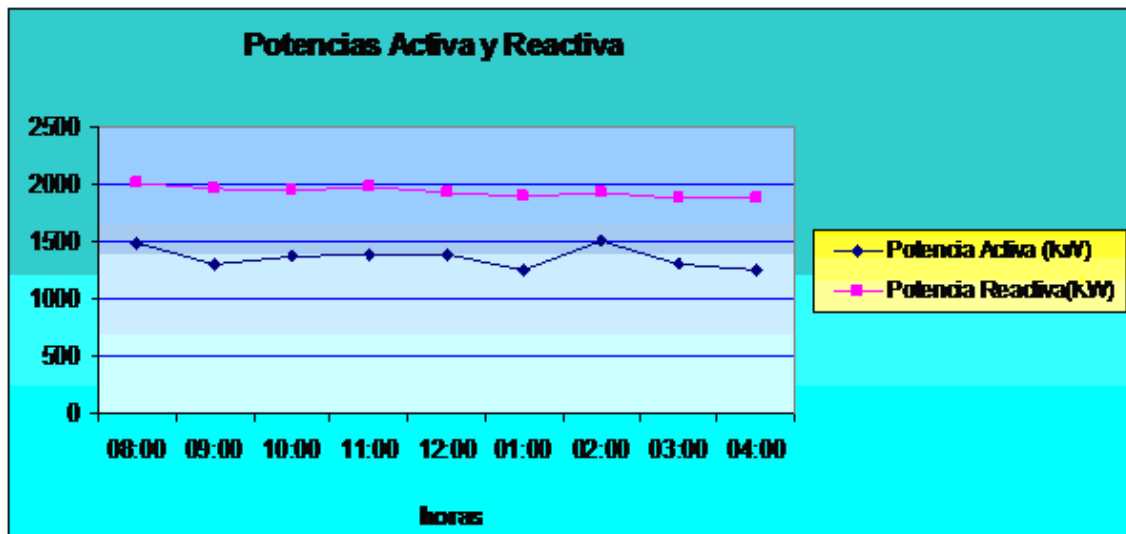


Gráfico 2.17 Muestra el comportamiento de las Potencias Activas y Reactivas del circuito.

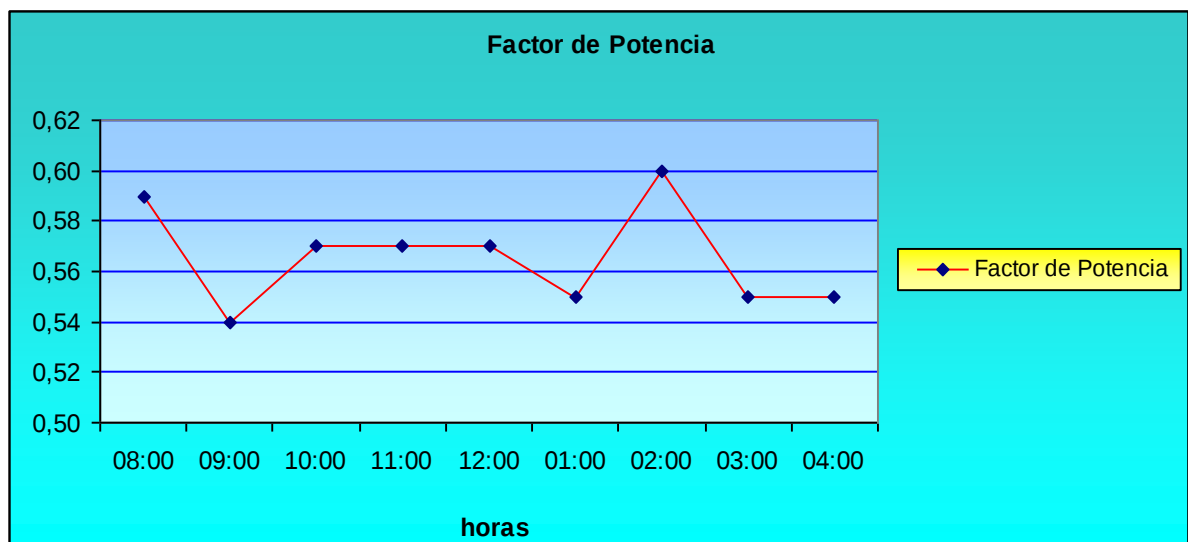


Gráfico 2.18 Muestra el comportamiento del factor de Potencia en el circuito

Calculo del banco para la compensación del Circuito:

K- es el coeficiente tomado de la tabla para mejorar el factor de potencia, ver anexos

$$Q = P \cdot K$$

P- es la potencia activa

Q- potencia reactiva a compensar.

$$Q = 1356 \cdot 0,943 = 1278,71 \text{ kVAr}$$

Después de la compensación

$$Q_{sist_n} = Q_{antes} - Q_{es \text{ tan darizado}}$$

$$Q_{sist_n} = 1930 \text{ kVAr} - 1278,71 \text{ kVAr}$$

$$Q_{sist_n} = 651,29 \text{ kVAr}$$

Donde Q_{sist_n} es la potencia reactiva del sistema nueva

$$S_2 = \sqrt{(P_{antes})^2 + (Q_{sist_n})^2}$$

$$S_2 = \sqrt{1356^2 + 651,29^2}$$

$$S_2 = 1504,30 \text{ kA}$$

$$P_{tn} = P_{fe} * T3 + \left(\frac{kVA_{real_2}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T1$$

$$P_{tn} = 285,86 \text{ kWh} / \text{Día}$$

$$\Delta P = P_t - P_{tn}$$

$$\Delta P = 515,38 \text{ kWh} / \text{día} - 285,86 \text{ kWh} / \text{día}$$

$$\Delta P = 229,52 \text{ kWh} / \text{día}$$

Donde:

S_2 Es la potencia aparente después de la compensación.

P_{tn} Son las pérdidas después de la compensación.

ΔP Es la variación de pérdidas.

2.7 Conclusiones

- El portador que más se consume en el centro es la electricidad representando un 66,00%.
- La electricidad tiene un importe de 77400,00 CUC.
- Existe un bajo factor de potencia en la empresa con valores promedios de 0.69.
- Por concepto de transformación de la energía en nuestra industria se pierden diariamente 2,9 MW, lo que a lo largo de 148 días de zafra se traduce en 436,8 MW en pérdidas de energía.
- La Empresa pago un total de \$10887.68 por encima de lo planificado por sobregirarse en el consumo de energía.

Capítulo III Resultados del sistema de gestión energética en la Empresa Azucarera “Cristino Naranjo”.

3.1 Introducción.

3.2 Ineficiencias del sistema de gestión en la instalación

3.3 Principales medidas a tener en cuenta para la gestión energética en la Empresa Azucarera “Cristino Naranjo”.

3.4 Valoración técnico económica del trabajo.

3.5 Valoración ambiental en la Empresa Azucarera.

3.6 Conclusiones.

3.1 Introducción

Producto a la necesidad de una correcta implementación del sistema de gestión energética en nuestra industria y debido a la gran cantidad de problemas existentes en la misma, en este capítulo se proponen una serie de medidas organizativas a tener en cuenta, partiendo de los trabajos realizados en el capítulo anterior realizaremos la valoración económica de las propuestas de posibles inversiones que se pueden realizar en nuestra empresa, con el objetivo de mejorar la eficiencia energética, disminuyendo considerablemente el consumo de energía y logrando un mejor funcionamiento de nuestros equipos en la instalación, con vista a contribuir a la necesidad actual del ahorro de energía en nuestro país. En el mismo tendremos en cuenta la necesidad de proteger nuestro medio ambiente.

3.2 Ineficiencias del sistema de gestión en la instalación

Según los análisis realizados en los capítulos I y II podemos decir que los elementos principales que caracterizan la gestión energética de la Instalación son:

- Insuficiente análisis de los índices de eficiencia energética.
- Desconocimiento de la incidencia de cada portador energético en el consumo total.
- La instrumentación es insuficiente para el control de la eficiencia energética.

- No existen mecanismos efectivos para lograr la motivación por el ahorro de energía y agua (ej. Estimulación salarial en función de los ahorros)
- Es bajo el nivel de concientización general sobre la importancia del ahorro de energía. La eficiencia energética no es problema de todos.
- Bajo nivel de capacitación en administración energética de obreros, técnicos y directivos.
- Sistema de información y planificación energética poco efectivos.
Se desconoce el costo de los portadores energéticos secundarios.
- Bajo nivel de competencia, capacitación y estabilidad de los recursos humanos que influyen en la eficiencia energética.
- Se desconoce la tarifa eléctrica seleccionada para la empresa.
- Los equipos mayores consumidores no cuentan con estándares y metas de consumo fundamentadas técnicamente.
- No existe un sistema de divulgación interna de las mejores experiencias en materia de ahorro de energía.
- La planificación del consumo de portadores energéticos y el monitoreo y control no llega a todas las áreas.
- No están identificados los problemas de prácticas ineficientes en el personal que labora en los puestos claves.

Debilidad

- No se cuenta con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo de los portadores energéticos.
- No existe compromiso de las direcciones de las áreas sobre el uso eficiente de la energía.
- No se concentran los esfuerzos en el control de los principales portadores energéticos.
- Se consideran las soluciones definitivas.

Amenaza

- La incidencia de los portadores energéticos sobre los gastos totales de la empresa.

- El impacto del consumo de los portadores energéticos sobre el entorno empresarial.
- Deterioro de la base energética de la empresa.

Fortaleza

- Capacidad de la empresa para el perfeccionamiento de un sistema de gestión energética.
- Personal profesional capacitado.
- La creación de los planes de acción para el ahorro de los portadores energéticos.

3.3 Principales medidas a tener en cuenta para la gestión energética en la Empresa Azucarera “Cristino Naranjo”.

Medidas organizativas:

1. Desarrollar un programa interno de concientización para todo el personal alrededor del ahorro de portadores energéticos y agua.
2. Realizar Supervisión y control del consumo y costos energéticos.
3. Gestión de mantenimiento.
4. Desarrollar acomodos de cargas térmicas y eléctricas.
5. Disminución de equipos trabajando en vacío.
6. Responsabilizar a los jefes de turnos en las distintas áreas que cumplan con las medidas creadas para el uso eficiente de los portadores energéticos y agua.

Medidas de pequeña inversión:

1. Determinación del personal clave en el consumo de los portadores energéticos y agua, establecer para el mismo un sistema de atención diferenciada, capacitación y motivación a través de mecanismos de interés (\$ 5000 MN y \$ 300 CUC en el año).
2. Establecer y ejecutar un programa de seminarios y cursos de capacitación para el personal directivo y especialistas en eficiencia energética (\$ 3000 MN y 150 CUC en el año)

3. Moler como mínimo el 80% de la norma potencial. Esta norma debe ser la real, no la ajustada debido a cuestiones de balance de corte y tiro.
4. Moler siempre para la razón o molida horaria que debe ser superior a la de balance. No se debe moler bajo con el pretexto de empatar molida.
5. Evitar en la programación de corte exceso de cañas desfasadas o muy jóvenes, o requemadas, que debido al bajo contenido de fibra y a la alta fragilidad estructural de la misma, provoca bagazos polvorientos, sobre todo, en la primera etapa de la Zafra. En tales casos, resulta aconsejable el cambio o mezcla de la caña o disminuir la intensidad de su preparación.
6. Mantener la humedad del bagazo en 50% o menos.

El otro aspecto decisivo es la generación de vapor, o sea, las calderas y sus equipos auxiliares.

Hay que tener en cuenta que la premisa técnica fundamental de máxima entrega al SEN descansa en tener calderas eficientes. Sin ello y sin el bagazo disponible que ello implica, no habrá resultados significativos. Basta saber que en las calderas se pierde por ineficiencias, entre el 25 y el 30 % de la energía que contiene el bagazo y que solo en los ventiladores se gasta el 20 % de toda la energía eléctrica que consume el ingenio.

Para obtener una eficiencia adecuada que logre un buen aprovechamiento del bagazo, es necesario que:

- Todos los sopladores de hollín estén de alta. Por cada 14 °c que aumente la temperatura de los gases de salida, la eficiencia disminuye en un 1 %, además de que aumenta el consumo de electricidad del ventilador de tiro inducido.
- Establecer un control riguroso sobre el régimen de extracción de las calderas. Comprobar el estado técnico de las válvulas, sobre todo, las de extracciones continuas, pues las pérdidas de energía pueden ser considerables.

- Se asegure la máxima temperatura del agua de alimentar (condensado), antes de los desareadores o de las calderas, según el caso, dentro de las limitaciones de nuestros esquemas de condensados convencionales.
- Generar el vapor a la mayor temperatura posible para disminuir el “steam rate” de los turbogeneradores, de manera de generar más electricidad con la misma masa de vapor. En el caso de las calderas alemanas de 45 t/h suprimir el atemperamiento del vapor sobrecalentado para llegar a una temperatura del vapor de hasta 420 °C sin importar si trabaja a 18, 23 ó 28.
- Operar con el mínimo de calderas, con lo cual se logra mayor eficiencia, mayor hermeticidad, menos pérdidas de calor, menor consumo de electricidad en equipos auxiliares, mayor temperatura del vapor sobrecalentado, etc. En ocasiones esta deficiencia operativa obedece al hecho real de problemas en la alimentación de bagazo a las calderas por mal diseño de los embudos que no permiten alimentar la cantidad de bagazo demandada provocando la necesidad de mantener en operación un número mayor de calderas que las requeridas, con las consecuencias negativas ya apuntadas.
- Las anteriores medidas no son las únicas, pero sí probablemente sean más importantes para garantizar la eficiencia de las calderas.
- El otro aspecto decisivo es la disminución del consumo de electricidad. La gran reserva para llegar a niveles altos de energía está en bajar el consumo eléctrico del ingenio.

3.3.1 Cronograma de la implementación del sistema de gestión

A continuación representamos el cronograma a seguir para la realización del sistema de gestión. Donde se representa las actividades así como los responsables de las mismas y los objetivos a cumplir para lograr la eficiencia de la gestión energética.

Tabla 3.1 Cronograma de implementación:

#	Actividades	Responsables	Objetivos
1	Discusión de los trabajos realizados.	Autor del trabajo y administración.	Motivar e incentivar.
2	Compromiso de la dirección en cuanto al ahorro energético.	Administrador	Compromiso y cumplimiento.
3	Mantenimiento del servicio.	Jefes de mantenimiento	Mantener y mejorar.
4	Cursos de capacitación.	Jefes de capacitación	Preparación.

Tabla 3.2 Plan de acción:

Medida	Tiempo de implantación	Acción requerida
Establecer Organización energética	Inmediato	Designar responsable y crear comité
Programa de motivación del personal	Inmediato	Pegar carteles Realizar análisis colectivos. Compara rendimientos. Evaluar aportes e ideas
Uso de lámparas de 32 w	Progresivo	Adquirir lámparas
Monitoreo de la energía eléctrica y demás portadores energéticos	Al instalar los Medidores	Establecer metodología y control de índices e indicadores Preparar hoja de cálculo o software
Control del consumo de agua	Inmediato	Establecer norma de consumo por equipos. Colocar medidor de consumo.

3.4 Valoración técnico económica del trabajo

A continuación se realizará la valoración económica a fin de determinar si la inversión que se realizará resultará viable para la empresa teniendo en cuenta el tiempo de amortización.

3.4.1 Gastos de Montaje (materiales).

Los gastos de Montaje relacionan todos los costos en los que es necesario incurrir para el montaje del equipamiento que se pretende instalar. El costo estimado de los bancos de condensadores se valora según la oferta de la firma suministradora, en el caso que nos ocupa la firma suministradora es la General Electric, el banco de condensadores que se necesita se encuentra en la tabla 3.3:

Tabla 3.3: Costo del banco de condensadores:

No.	Descripción.	Cantidad.	Costo unitario. (CUC).	Costo Total. (CUC).
1.	Banco de Condensadores de 270 kVAr para las Centrifugas.	3	1975	5925
2.	Banco de Condensadores de 350 kVAr para la Caldera No 1	1	2750	2750
3.	Banco de Condensadores de 270 kVAr para la Caldera No 2	1	1975	1975
4.	Banco de Condensadores de 350 kVAr para Inyección y Vacío.	2	2750	5500
5.	Banco de Condensadores de 350 kVAr para el Tandem.	1	2750	2750
6.	Banco de Condensadores de 270 kVAr para el Tandem.	2	1975	3950
7.	Banco de Condensadores de 350 kVAr para el Basculador	3	2750	8250
8.	Banco de Condensadores de 230 kVAr para el Basculador	1	1650	1650
Costo total del conjunto.				32750

Tabla 3.4 Costos de los materiales para la instalación del banco de condensadores.

No.	Descripción.	U.M.	Cant.	Costo Unitario (CUC).	Costo (CUC).
1	Interruptor magneto térmico de 3 polos, tipo: NS250SX-MA220, fab. MG.	U	6	50.25	301,50
Costo de los materiales.					301,50

3.4.2 Gastos de Salario

En este aspecto nuestra empresa cuenta con un grupo de obreros destinados al montaje, mantenimiento y puesta en marcha de todos los equipos, por los costos en mantenimiento y montaje es mínimo como se puede ver en la tabla 3.4, se utilizan 2 trabajadores para realizar esta operación.

Tabla 3.5 Costos de salario para el montaje del banco de condensadores.

No.	Descripción.	Cant.	Días	Costo diario. (Pesos).	Costo en (Pesos)	Costo total. (CUC).
1.	Personal calificado	1	5	19,63	98,15	3,93
2	Ayudante	1	5	16.21	81,05	3,24
Costo total de salario.						7,17

El cálculo de la inversión total parcial queda determinado por la expresión 3.1.

$$C_{mont.} = C_{t.sal.} + C_{acc.}$$

Donde:

$C_{mont.}$ – Costo del montaje.

$C_{t.sal.}$ – Costo total de salario.

$C_{acc.}$ – Costo total de los materiales.

$$C_{mont} = 7.17 + 301,50$$

$$C_{mont} = 308.67 CUC$$

3.4.3 Inversión Total

El costo general de la inversión para un período de explotación se determina a partir de la sumatoria de todos los gastos deducidos anteriormente, para ello se aplica la expresión siguiente:

$$Inv = C_{adm\text{ont}} + C_{mont}$$

Donde:

Inv . – Inversión total.

C_{mont} . – Costo del montaje.

$C_{adm\text{ont}}$ -Costo de adquisición de montaje

$$Inv = 32750,00 + 308,67$$

$$Inv = 33058,67 \text{ CUC}$$

3.4.4 Ahorro en Pérdidas Eléctricas

Cuando se realiza la compensación en cualquier empresa, en esta se reduce en gran medida las pérdidas, por lo que todo esto permite un ahorro monetario.

En el caso que nos ocupa es vital que la tarifa eléctrica de la empresa sea llevada a su equivalente en CUC, ya que el banco de condensadores sólo se puede comprar en esta moneda, y poder llevar a cabo un mejor análisis del tiempo de recuperación de la inversión realizada. Nuestro análisis fue realizado para todos los circuitos de la industria.

Tabla 3.6 Variación de las pérdidas después de la compensación de los circuitos:

Áreas	Perdidas antes de la compensación (kWh. /día)	Perdidas después de la compensación (kWh /día)	ΔP (kWh /día)
Centrifugas	383.90	175.01	208.89
Caldera No 1	274.34	196.73	81.71
Caldera No 2	259.56	200.55	59.01
Inyección y Vacío	650.94	474.08	176.86
Tandem	873.09	686.61	186.48
Basculador	515.38	285.86	229.52
Variación de las perdidas por transformación en un día			942.47
Variación de las perdidas por transformación en 148 días			139485.56

Tabla 3.7 Ahorro en pérdidas eléctricas en el circuito de las Centrifugas:

Descripción.	Pérdidas totales. (kWh. /día).	Tarifa. (CUC/kWh.)	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	383.90	0.06	23,03
Después de la compensación.	175,01	0.06	10.50
Variación de pérdidas	208.89		
Ahorro			12.53
Ahorro en 148 días			1854.44

Tabla 3.8 Ahorro en pérdidas eléctricas en el circuito de Calderas No 1:

Descripción.	Pérdidas totales. (kWh/día).	Tarifa. (CUC/kWh)	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	274.34	0.06	16.46
Después de la compensación.	196.73	0.06	11.80
Variación de pérdidas	81.71		
Ahorro			4.66
Ahorro en 148 días			689.68

Tabla 3.9 Ahorro en pérdidas eléctricas en el circuito de Calderas No 2:

Descripción.	Pérdidas totales. (kWh/día).	Tarifa. (CUC/kWh)	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	259.56	0.06	15.57
Después de la compensación.	200.55	0.06	12.03
Variación de pérdidas	59.01		
Ahorro			3.54
Ahorro en 148 días			523.92

Tabla 3.10 Ahorro en pérdidas eléctricas en el circuito de Inyección y Vacío:

Descripción.	Pérdidas totales. (kWh /día).	Tarifa. (CUC/kWh)	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	650.94	0.06	39,06
Después de la compensación.	474.08	0.06	28.45
Variación de pérdidas	176.86		
Ahorro			10,61
Ahorro en 148 días			1570.28

Tabla 3.11 Ahorro en pérdidas eléctricas en el circuito del Tandem:

Descripción.	Pérdidas totales. (kWh/día).	Tarifa. (CUC/kWh)	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	873.09	0.06	52.39
Después de la compensación.	686.01	0.06	41.16
Variación de pérdidas	176.86		
Ahorro			11.23
Ahorro en 148 días			1662.04

Tabla 3.12 Ahorro en pérdidas eléctricas en el circuito del Basculador:

Descripción.	Pérdidas totales. (kWh/día).	Tarifa. (CUC/kWh.)	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	515.38	0.06	30.92
Después de la compensación.	285.86	0.06	41.16
Variación de pérdidas	229.52		
Ahorro			17.15
Ahorro en 148 días			2538.44

El ahorro por concepto de pérdidas fue de 37000.8KWh en un año.

3.4.5 Tiempo de recuperación de la inversión

El tiempo de recuperación de la inversión está dado por la relación entre la inversión y el ahorro.

$$T = \frac{\text{Inversión.}}{\text{Ahorro.}}$$

$$T = \frac{33058,67}{8838,80}$$

$$T = 3,6 \text{ años}$$

3.5 Valoración ambiental en la Empresa Azucarera

La empresa azucarera “Cristino Naranjo vierte gran cantidad de agua que se emplea en el proceso industrial para la laguna de oscilación, contaminada con productos químicos como: potasa, sal, grasa, petróleo, Cal, sulfato de aluminio, fosfato trisódico y otros agentes agresivos al medioambiente.

El gasto excesivo de agua en la industria reduce hasta el déficit la disponibilidad de agua cuya fuente de abasto es compartida con la población. Las medidas de producción + limpia están contribuyendo a reducir la emisión de contaminantes por cada kWh. producido. Pero todavía queda mucho por hacer: la producción de 1 kWh. todavía supone la emisión de 0.62 Kg. de CO₂, 0.00674Kg de NO_x y 1 de partículas en algunas instalaciones. La emisión de SO₂ es de 0.083 Kg. por 1 kWh., con lo anteriormente mencionado podemos decir que al ahorrar 37000.8 Kwh. en un año se deja de emitir al medio ambiente 2220.48Kg de CO₂, además de 3071.06Kg de SO₂ y 249.38Kg de NO_x, y 3700 Kg. de partículas, lo cual se contribuiría para reducir el efecto invernadero.

3.6 Conclusiones

- Se plantean las medidas para lograr reducir los consumos y costos de energía.
- El cronograma para la implementación cuenta con 4 actividades fundamentales, discusión de trabajos, compromiso de la dirección en cuanto ahorro, mantenimiento, curso de capacitación.
- El ahorro por concepto de pérdidas fue de 139485,56 Kwh. en un año.
- El ahorro fue de 8838,80 CUC.
- La inversión a realizar tendrá un costo de 33058,67 CUC.
- La inversión tiene un tiempo de recuperación de 3.6 años.
- El banco de capacitores a instalar disminuirá el consumo de energía en los diferentes circuitos de la industria y proporcionara el mejor funcionamiento de los equipos instalados.

Conclusiones generales

- El mayor logro del trabajo realizado esta en el hecho que permitió conocer cual es el estado técnico y organizativo de nuestra industria azucarera, que aunque se tenían evidencias de los bajos niveles de eficiencia, con anterioridad no habían sido contabilizados en detalle, aspecto el cual se logra en el trabajo.
- Es necesaria la capacitación, motivación y crear una cultura energética que contribuya de forma eficiente a los programas de ahorro de energía y al establecimiento del monitoreo de los indicadores de eficiencia energética. Para resulta necesario perfeccionar el sistema de gestión energética que permita realizar el control eficiente en el uso de los portadores energéticos.
- El 4 % de los gastos totales corresponden a la energía y el combustible.
- La electricidad es el portador de mayor incidencia en la industria (60,00%).
- Entre las áreas que más inciden en el consumo de electricidad se destaca el Tandem.
- El levantamiento de carga abarca: 175 equipos mayores consumidores de electricidad.
- El Consejo Técnico Asesor no da respuesta a la problemática energética de la entidad en toda su magnitud.
- Los índices globales principales tienen un comportamiento inestable según resultados de la aplicación de los gráficos de control.
- La producción de energía para el proceso de fabricación de azúcar tiene un impacto Medioambiental significativo por el vertimiento excesivo de agua, acompañado por agentes contaminantes.
- Existe un bajo nivel de la gestión energética a nivel de Empresa lo que resulta en descontrol del proceso productivo.

Recomendaciones

- ✓ Realizar un estudio con más profundidad de los portadores energéticos, con el objetivo de reducir los costos y consumos de los mismos.
- ✓ Reconstrucción del sistema de alumbrado del CAI, para lograr una correcta iluminación en el complejo.
- ✓ Instalación de un nuevo sistema de protecciones a los motores de los molinos y a los tres juegos de cuchilla.
- ✓ Desarrollar el estudio con más profundidad del agua, para reducir el consumo de la misma.
- ✓ Realizar estudio con más profundidad sobre el estado de los transformadores, para disminuir el estado de carga de de los mismos.
- ✓ Instalación de los contadores y flujómetros, para lograr contabilizar el consumo de agua en la industria.
- ✓ Implantar el sistema de gestión energético propuesto en nuestro trabajo.

Bibliografías

- 1- Babón, González. J. El ahorro energético como ayuda a la competitividad de las empresas. [s.l]. [s.n], [s.a].
- 2- CAMPOS J. C. La eficiencia energética en la competitividad de las empresas, Cienfuegos, 2000
- 3- CARVAJAL REYES, T. *Estudio de la eficiencia energética de las empresas azucareras y su impacto en el redimensionamiento industrial*. [s.l]. [s.n], [s.a].
- 4- *Comisión Nacional para el ahorro de energía. Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética*. [On line]. [Consultado Febrero 2009]. Disponible en: [http:// www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx).
- 5- "Cómo Ahorrar Energía Eléctrica". FIDE.México D.F., pág. 17 (1992).
- 6- *Elementos básicos de diagnostico energético orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía*. [s.l]. [s.n], [s.a].
- 7- FERNÁNDEZ PUERTA, J. F. *La problemática del consumo de agua en la industria azucarera*. [s.l]. [s.n], [s.a].
- 8- García, Adriano, y colectivo de autores, diagnostico de la economía energético nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía, Cuba, 2000
- 9- *Gestión Energética y competitividad Empresarial*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.
- 10- *Gestión Energética Empresarial: Eficiencia energética en Cuba*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.
- 11- *Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2006.
- 12- *Manual de Gestión Energética*. España: [s.n], 2006.
- 13- *Minas, objetivos y plan de acciones para la cogeneración de electricidad con biomasa cañera en la centrales azucarera*, [s.l]. [s.n], [s.a].

Ministerio de economía, informe diagnostico del departamento energético, [s.n], 2000

14- MOLINA, V; BRAUDILIO, J; CARBALLO, N. *El empleo de la cadena de valor en la búsqueda de la competitividad*. [s.l]. [s.n], [s.a].

MONTE NAVARRO, A del. *La modernización empresarial en Cuba*. [s.l]. [s.n], [s.a].

15- RESTREPO, V. HERNÁN, Á. Memorias del diplomado Gestión Total Eficiente de la Energía. Cienfuegos: [s.n], 1999.

16- RONDÓN, G. *Base de datos de medida de eficiencia energética en los principales sectores de la economía Tolimense*. Colombia: Ibagué, 2001.

17- TAMAYO, E. *Técnicas modernas en la conversión y conservación energética*. [[s.l]. [s.n], [s.a].

18- Unión Eléctrica Española, S.A. UNESA, Memoria estadística eléctrica 1995, Madrid (1996).

19- VALOR, E.; PARDO, A.; MENEU, V. y CASELLES, V. «Consumo eléctrico y meteorología», Revista Española de Física, volumen 15, número 4, 2001

Anexos

Circuito de las Centrífugas:

Tabla 1.1 Mediciones realizadas durante un día.

Circuito de las Centrífugas									
Horas	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00
Potencia Activa (kW)	563	504	649	471	517	561	578	756	762
Potencia Reactiva(kW)	1340	1260	1210	1210	1200	1460	1430	1290	1360
Factor de Potencia	0,38	0,36	0,47	0,37	0,39	0,36	0,38	0,50	0,47

Circuito de las Bombas de Vacío e Inyección:

Tabla 1.2 Mediciones realizadas durante un día.

Circuito de las Bombas de Vacío e Inyección									
Horas	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00
Potencia Activa (kW)	1424	1424	1507	1603	1600	1611	1610	1559	1557
Potencia Reactiva(kW)	1140	1148	1317	1307	1301	1265	1264	1250	1248
Factor de Potencia	0,78	0,77	0,77	0,77	0,77	0,78	0,78	0,78	0,77

Circuito del Tandem:

Tabla 1.3 Mediciones realizadas durante un día.

Circuito del Tandem									
Horas	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00
Potencia Activa (kW)	2216	2096	2121	2151	2166	2135	2025	2091	2119
Potencia Reactiva(kW)	1826	1794	1799	1813	1871	1890	1828	1888	1823
Factor de Potencia	0,77	0,75	0,76	0,76	0,75	0,74	0,74	0,74	0,75

Circuito de las Calderas No 1:

Tabla 1.4 Mediciones realizadas durante un día.

Circuito de las Calderas No 1									
Horas	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00
Potencia Activa (kW)	640	670	673	666	685	687	688	664	663
Potencia Reactiva(kW)	561	615	617	614	618	619	621	594	593
Factor de Potencia	0,75	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74

Circuito de las Calderas No 2:

Tabla 1.5 Mediciones realizadas durante un día.

Circuito de las Calderas No 2									
Horas	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00
Potencia Activa (kW)	702	674	658	666	662	676	672	718	694
Potencia Reactiva(kW)	544	504	502	506	510	506	508	580	554
Factor de Potencia	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,76	0,77

Circuito del Basculador:

Tabla 1.6 Mediciones realizadas durante un día.

Circuito del Basculador									
Horas	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00
Potencia Activa (kW)	1480	1296	1373	1382	1377	1252	1496	1294	1252
Potencia Reactiva(kW)	2012	1955	1950	1971	1921	1898	1919	1879	1869
Factor de Potencia	0,59	0,54	0,57	0,57	0,57	0,55	0,60	0,55	0,55

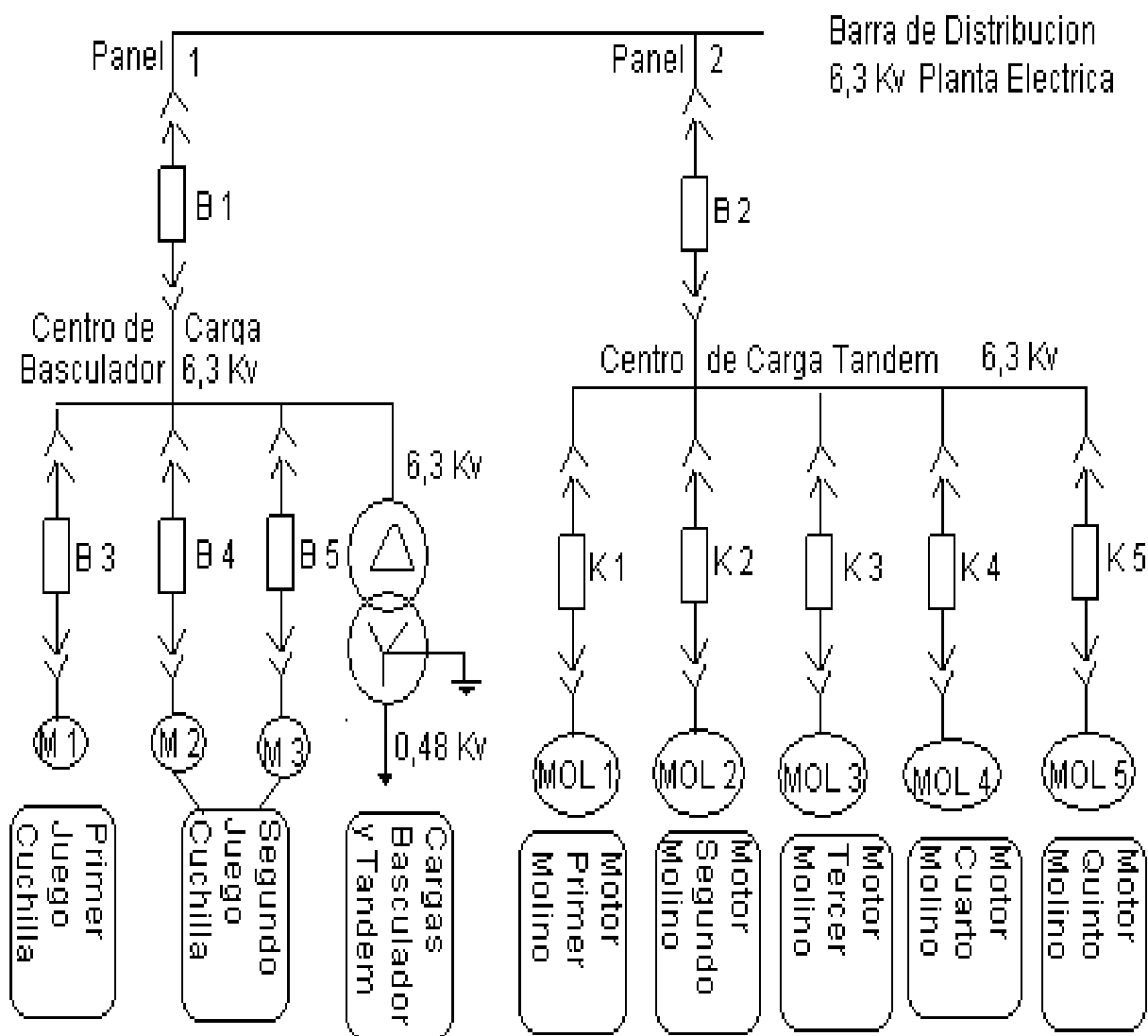
Pérdidas promedios en transformadores trifásicos

KVA	P.CU	PFE
25	0.553	0.230
37,5	0.718	0.259
40	0.860	0.263
50	1.125	0.268
63	1.170	0.285
75	1.306	0.443
100	1.771	0.468
150	2.218	0.813
200	2.738	1.143
300	4.206	1.349
400	5.803	1.457
500	6.883	1.484
630	7.736	1.531
750	9.925	2.237
800	10.340	2.300
1000	11.115	2.594
1250	15.520	2.705
1600	16.587	3.174
2000	23.950	3.649
2500	23.100	5.175
3200	37.000	11.500
10000	65.000	14.500
25000	120.000	27.000

18 Corrección del factor de potencia

FACTOR DE POTENCIA ORIGINAL ($\cos\phi_1$)	FACTOR DE POTENCIA QUE SE DESEA ($\cos\phi_2$)										
	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90
0.65	1.169	1.027	0.966	0.919	0.877	0.840	0.806	0.774	0.743	0.714	0.685
0.66	1.138	0.996	0.935	0.888	0.847	0.810	0.775	0.743	0.712	0.683	0.654
0.67	1.108	0.966	0.905	0.857	0.816	0.779	0.745	0.713	0.682	0.652	0.624
0.68	1.078	0.936	0.875	0.828	0.787	0.750	0.715	0.683	0.652	0.623	0.594
0.69	1.049	0.907	0.846	0.798	0.757	0.720	0.686	0.654	0.623	0.593	0.565
0.70	1.020	0.878	0.817	0.770	0.729	0.692	0.657	0.625	0.594	0.565	0.536
0.71	0.992	0.849	0.789	0.741	0.700	0.663	0.629	0.597	0.566	0.536	0.508
0.72	0.964	0.821	0.761	0.713	0.672	0.635	0.601	0.569	0.538	0.508	0.480
0.73	0.936	0.794	0.733	0.686	0.645	0.608	0.573	0.541	0.510	0.481	0.452
0.74	0.909	0.766	0.706	0.658	0.617	0.580	0.546	0.514	0.483	0.453	0.425
0.75	0.882	0.739	0.679	0.631	0.590	0.553	0.519	0.487	0.456	0.426	0.398
0.76	0.855	0.713	0.652	0.605	0.563	0.526	0.492	0.460	0.429	0.400	0.371
0.77	0.829	0.686	0.626	0.578	0.537	0.500	0.466	0.433	0.403	0.373	0.344
0.78	0.802	0.660	0.599	0.552	0.511	0.474	0.439	0.407	0.376	0.347	0.318
0.79	0.776	0.634	0.573	0.525	0.484	0.447	0.413	0.381	0.350	0.320	0.292
0.80	0.750	0.608	0.547	0.499	0.458	0.421	0.387	0.355	0.324	0.294	0.266
0.81	0.724	0.581	0.521	0.473	0.432	0.395	0.361	0.329	0.298	0.268	0.240
0.82	0.698	0.556	0.495	0.447	0.406	0.369	0.335	0.303	0.272	0.242	0.214
0.83	0.672	0.530	0.469	0.421	0.380	0.343	0.309	0.277	0.246	0.216	0.188
0.84	0.646	0.503	0.443	0.395	0.354	0.317	0.283	0.251	0.220	0.190	0.162
0.85	0.620	0.477	0.417	0.369	0.328	0.291	0.257	0.225	0.194	0.164	0.135
0.86	0.593	0.451	0.390	0.343	0.302	0.265	0.230	0.198	0.167	0.138	0.109
0.87	0.567	0.424	0.364	0.316	0.275	0.238	0.204	0.172	0.141	0.111	0.082
0.88	0.540	0.397	0.337	0.289	0.248	0.211	0.177	0.145	0.114	0.084	0.055
0.89	0.512	0.370	0.309	0.262	0.221	0.184	0.149	0.117	0.086	0.057	0.028
0.90	0.484	0.342	0.281	0.234	0.193	0.156	0.121	0.089	0.058	0.029	-
0.91	0.456	0.313	0.253	0.205	0.164	0.127	0.093	0.060	0.030	-	-
0.92	0.426	0.284	0.223	0.175	0.134	0.097	0.063	0.031	-	-	-
0.93	0.395	0.253	0.192	0.145	0.104	0.067	0.032	-	-	-	-
0.94	0.363	0.220	0.160	0.112	0.071	0.034	-	-	-	-	-
0.95	0.329	0.186	0.126	0.078	0.037	-	-	-	-	-	-
0.96	0.292	0.149	0.089	0.041	-	-	-	-	-	-	-
0.97	0.251	0.108	0.048	-	-	-	-	-	-	-	-
0.98	0.203	0.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.99	0.142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MONOLINEAL DE LOS MOTORES DE LOS JUEGOS DE CUCHILLA Y DE LOS MOLINOS DE LA EMPRESA AZUCARERA CRISTINO NARANJO



MONOLINEAL DE LOS CIRCUITOS DE LOS JUEGOS DE CUCHILLA Y DE LOS MOLINOS INCORPORANDOLES LOS BANCO DE CAPACITORES.

