

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO EN ENERGIA**

**“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICA PARA EL
INCREMENTO DE LA PRODUCCION Y AHORRO DE ENERGIA EN LA
EMPRESA CULTIMARINE SAC-SAMANCO”.**

TESISTAS

Bach. Espinoza Salazar Yuri Frank

Bach. Pérez Díaz Silvia

ASESOR

Mg. Robert Guevara Chinchayán

NUEVO CHIMBOTE

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente proyecto de Tesis ,titulado “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION Y AHORRO DE ENERGIA EN LA EMPRESA CULTIMARINE SAC-SAMANCO”, para optar el título profesional de Ingeniero en Energía. Ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de Asesor.

Mg. Robert Guevara Chinchayán

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA.



**CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR DE
TESIS**

Damos la conformidad del presente informe ,desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para obtener el grado académico de Bachiller y el título profesional en la Universidad Nacional del Santa (R: D: N° 471-2002-CU-R-UNS);titulado:

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

Título: “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION Y AHORRO DE ENERGIA EN LA EMPRESA CULTIMARINE SAC-SAMANCO”

TESISTAS: Bach. Espinoza Salazar Yuri Frank

Bach. Pérez Díaz Silvia

Mg. Robert Guevara Chinchayán

Integrante

M. Sc. Roberto Chucuya Huallpachoque

Integrante

Mg. Gilmer Lujan Guevara

Presidente

DEDICATORIA

A nuestros padres por su constante afecto y apoyo moral
Por su paciencia y dedicación, les dedicamos este trabajo de investigación

Yuri Frank Espinoza Salazar & Silvia Pérez Díaz

DEDICATORIA

A Dios por el don de la vida y su guía eterna
Por su misericordia y amor infinito.

A nuestros padres, por su valioso apoyo y constante
e incondicional esfuerzo, sus consejos y lucha para
hacer de nosotros seres humanos justos.

Yuri Frank Espinoza Salazar & Silvia Pérez Díaz

AGRADECIMIENTO

Al profesor Mg .Ing. Robert Guevara Chinchayan

Por sus conocimientos impartidos en las aulas universitarias, y por su apoyo en la asesoría
brindada

A la empresa

Cultimarine S.A.C.

Ing. Roger Cárdenas T., por su colaboración con la información y para el desarrollo del
presente trabajo.

Los Autores.

RESUMEN

La presente tesis profesional es el trabajo de propuesta de un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética en la empresa Cultimarine SAC, para optimizar el uso del recurso energético y generar ahorros económicos a la empresa.

El estudio pretende buscar la competitividad basada en la gestión de la energía eléctrica y térmica. Para ello, es necesario realizar un diagnóstico energético en las instalaciones de la planta, determinándose de esta manera acciones a ejecutar sin y con inversión.

Dentro de las acciones a considerar, se demuestra los ahorros y beneficios logrados por: gestión tarifaria de la energía eléctrica, corrección de factor de potencia, compensación de la energía reactiva excesiva, implementación de líneas de distribución eficientes, implementación de luminarias eficientes, empleo de motores de alta eficiencia y revisión del dimensionado de tuberías.

Los resultados obtenidos en la investigación se lograron a través de criterios técnicos de ingeniería, siendo necesaria también la evaluación económica mediante la aplicación de herramientas financieras como el VAN, TIR, B/C, que nos permiten evaluar la rentabilidad del proyecto.

De implementarse las propuestas del presente estudio, se estima un ahorro económico de S/. 388 623.44 nuevos soles en el mediano plazo.

ABSTRACT

This study proposes a management plan to improve electrical energy efficiency in Feed Mills, which proposed actions will optimize resource use and generate cost savings to the company.

The study aims to look for competitiveness based on the management of electrical energy. For this it is necessary to diagnose electrical power plant facilities, thus determining actions to be taken with and without investment.

Among the actions to be considered, it shows the savings and benefits achieved by management of the electricity pricing, demand management, power factor correction, reactive power compensation excessive, implementation of efficient lighting, you light deployment efficient use of energy efficient motors.

The research results were achieved through engineering technical criteria, also be necessary the economic evaluation by the application of financial tools such as VANE, TIRE, B/C, allowing us to evaluate the profitability of the project.

If implemented the proposals in this study estimates a cost savings of S/.388623.44 in the medium term.

ÍNDICE GENERAL

Índice	
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Resumen	v
Abstrac	vi
I. CAPITULO I.-INTRODUCCIÓN	01
1.1 Introducción	02
1.2 Denominación del proyecto	02
1.2.1 Titulo del Proyecto	02
1.2.2 Enunciado del Problema	03
1.2.3 Hipótesis	03
1.2.4 Variables	03
1.2.5 Antecedentes	03
1.2.6 Importancia y justificación	06
1.2.7 Objetivos del proyecto	07
1.3 Descripción de la empresa	08
1.4 Limitaciones de la investigación	09
II. CAPITULO II.-MARCO TEÓRICO	10
2.1 Energía eléctrica	11
2.2 Eficiencia energética	11
2.2.1 Eficiencia energética eléctrica	11
2.2.2 Eficiencia energética térmica	12
2.3 Gestión energética	13
2.3.1 Gestión energética eléctrica	14
2.4 Plan de acción	14
2.4.1 Formulación de los planes de acción	15
2.4.2 Principios que orientan la elaboración de un plan de acción	15
2.4.3 Asignación de responsabilidades	15
2.4.4 Seguimiento del plan de acción	16
2.5 Diagnostico Energético – Eléctrico	17
2.5.1 Actividades de un Diagnostico Energético	18
2.5.2 Oportunidades de Ahorro de Energía	19
2.5.2.1 Elección de una Opción Tarifaria	19

2.5.2.2 Control del Factor de Potencia	19
2.5.2.3 Eficiencia en la iluminación	20
2.5.2.4 Empleo de Motores de Alta Eficiencia	20
2.4 Métodos de Evaluación Económica	21
2.5.1 Valor Actual Neto (VAN)	21
2.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)	22
2.5.3 Beneficio/ Costo (B/C)	22
2.6 Marco Normativo Legal	23
2.7 Código Nacional de Electricidad	24
2.8 Definiciones Conceptuales	24
2.8.1 Energía Activa	25
2.8.2 Energía Reactiva	25
2.8.3 Potencia Eléctrica	25
2.8.4 Demanda	25
2.8.5 Potencia Instalada	25
2.8.6 Consumo de Energía	25
2.8.7 Horario Punta	25
2.8.8 Horarios Fuera de Punta	26
2.8.9 Diagrama Unifilar	26
2.8.10 Factor de Potencia	26
2.8.11 Banco de Condensadores	26
2.8.12 Indicadores	26
2.8.13 Gestión	26
2.8.14 Flujo de Caja o de Efectivo	27
III. CAPITULO III.-MATERIALES Y METODOS.	28
3.1. Materiales y métodos	29
3.1.1 Métodos de la Investigación	29
3.1.2 Procedimientos o tratamiento de la información	29
3.1.3 Población	29
3.1.4 Tipo de muestra	29
3.2 Diseño de Investigación	29
3.3 Métodos de la Investigación	29
3.3.1 Diseño Experimental	29
3.3.2 Población y Muestra	30
3.4 Técnicas, Instrumento o Fuente para obtener los Datos	30
IV. CAPITULO IV.-CALCULOS JUSTIFICADOS	31
4.1 Reconocimiento preliminar	32
4.2 Características técnicas de operación	32
4.3 Características de gestión de la energía Eléctrica	32
4.4 Inventario de equipos Eléctricos	34

4.5 Fuente de suministro eléctrico	34
4.6 Consumo de energía eléctrica	35
4.6.1 Energía Activa	35
4.7 Máxima Demanda	36
4.8 Energía Reactiva y Factor de Potencia	36
4.9 Análisis Energético Eléctrico de las Instalaciones	38
4.9.1 Análisis en Sistema de Transformación de Energía Eléctrica	38
4.9.2 Análisis de Mayor Consumidor de Energía Eléctrica	40
4.9.3 Análisis de Eficiencia de Motor Eléctrico	41
4.9.4 Análisis del factor de Potencia	42
4.9.5 Análisis en sistema de iluminación	44
4.9.6 Análisis de Facturación de Energía Eléctrica	44
4.10 Índice de Eficiencia Eléctrica	44
4.11 Análisis de las Mejoras Eléctricas	45
4.11.1 Mejora en líneas de Distribución de Energía Eléctrica	45
4.11.2 Distribución Principal	46
4.11.3 Distribución de Circuitos Principales	47
4.11.4 Mejora de Reemplazo de Motor	48
4.11.5 Mejora del Factor de Potencia	49
4.11.6 Mejora en el Sistema de Iluminación	51
4.11.7 Mejora en el Sistema de Facturación de Energía Eléctrica	52
4.11.8 Mejora en el Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	53
4.12 Resumen de los Ahorros Energéticos	54
4.13 Mejora de la Eficiencia Energética- Eléctrica	55
CAPITULO V ANALISIS ECONOMICO	56
5.1 Recursos Económicos	57
5.2 Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica	57
5.3 Reducción del Consumo de Energía Eléctrica	58
5.4 Administración del Sistema Eléctrico	59
5.5 Cuadro de Resumen de Inversión	59
5.6 Evaluación Económica de Plan de Acción	60
5.6.1 Valor Actual Neto	64
5.6.2 Tasa Interna de Retorno	64
5.6.3 Relación Beneficio/ Costo	64

5.6.4 Periodo de Recuperación del Capital	64
Conclusiones	67
Recomendaciones	68
Bibliografía	70
Anexos	71

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las industrias han optado por aplicar mejoras continuas dentro de sus procesos ya sea para aumentar la producción o ser más competitivos.

Actualmente se impulsa un modelo de productividad eficiente no solo en la parte productiva sino también en la calidad de los procesos orientados a utilizar de manera óptima los recursos energéticos con que se trabaja en las empresas, por ejemplo el uso racional de la electricidad, el sistema de iluminación, los combustibles y hasta los hábitos de uso.

Para ellos implementar un plan de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica y térmica se sustenta en los diagnósticos energéticos y estos a su vez en las mediciones, lo que es necesaria su medición oportuna para el control efectivo de los consumos.

Este trabajo está encaminado a identificar las principales causas de consumo innecesario de energía en la producción de conchas de abanicos para el mercado interno ,nacional y exportación, teniendo como principal objetivo la reducción del Índice Energético (IE) Kilowatt - hora/Toneladas de producto terminado y el costo de generación en Ton de vapor /galones de combustible producido en el mes a valores aceptables, realizando para ello una estratificación del problema y elaborando un plan de acción consistente, en el cual estarán plasmadas las acciones correctivas con sus plazos de ejecución y recursos necesarios.

1.2. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO

1.2.1. TÍTULO DEL PROYECTO

“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION Y AHORRO DE ENERGIA EN LA EMPRESA CULTIMARINE SAC-SAMANCO”

1.2.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿DE QUÉ MANERA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA INCREMENTARÁ LA PRODUCCIÓN GENERANDO UN AHORRO ENERGÉTICO EN LA EMPRESA CULTIMARINE S.A.C.?

1.2.3. HIPÓTESIS

Se plantea la siguiente hipótesis:

“MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA, SE INCREMENTARA LA PRODUCCIÓN, GENERANDO UN AHORRO DE ENERGÍA DEL 10 % EN LA EMPRESA CULTIMARINE SAC.”

1.2.4. VARIABLES

1.2.4.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Incremento de la producción y ahorro de energía

1.2.4.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Implementación de un sistema de gestión energética

1.2.5. ANTECEDENTES

- ❖ **Barreto G. Abel & Viera Pedro (2009)** *“Incremento de la productividad mediante la implementación de un sistema de gestión de energía térmica en la empresa Novak SAC”*.-Universidad Nacional del Callao ;Concluyeron que la automatización de los procesos para operación de 4 calderos piro tubulares de 100 BHP,250 BHP y 600BHP, así como la instalación de purgas automáticas en el caldero Metalmecánica (600 BHP),genera un ahorro por consumo de agua blanda y poli fosfatos al mantener la estabilidad del agua ,del 10 %, que representa S/.423 mensualmente, y la incorporación de una plataforma virtual para controlar los indicadores energéticos de producción y de energía, logrando un ahorro en combustión y mantenimiento de quemadores del 16%

representando S/.2513, implementándose un área de gestión de insumos energéticos y combustibles para la cual se estimó un costo de infraestructura ,logística, software y plan de ahorro y capacitación en eficiencia ,monitoreo y control de energéticos que representa el 14.7 % ósea S/.14 000,00, recuperándose la inversión en 2 años y 4 meses.

- ❖ **Tejada A. Víctor.(2006)**” Modelo de un sistema integrado de gestión para la subdirección redes de transmisión energía enfocado en las normas ISO 9001,ISO14001 Y OHHAS 18001;Universidad de Antioquia, Medellín –Colombia. Concluye que las ventajas del sistema integrado de gestión orientados a redes de transmisión de energía generan alineamientos de las diferentes políticas y objetivos de las organizaciones, además de asegurar la distribución de energía generando menor esfuerzo global de formación personal e implantación de sistemas como en el caso de herramientas de auditoria energética generando la integración de la información y el control de la producción.
- ❖ **Pereira T. Andrés. (2012)**”Análisis de mejoramiento de eficiencia energética en planta papelera”; Universidad de Chile-Chile; Concluye que la metodología de detección o monitoreo de fallas que se llevó a cabo a la practica en este análisis determinándose d que a mayor magnitud de armónicos mayores son los aumentos de temperaturas ante los requerimientos extras de voltajes, produciéndose perdidas que alejan la eficiencia del equipo de su parámetro óptimo.
- ❖ **Ikar Dopa y Exón Sánchez. (2013)**.”Diseño de un sistema de control automatizado encendido de luces para ahorro energético del unir”. Maracaibo –Cuba. Concluye que el consumo promedio de los equipos electrónicos comúnmente presentes en aulas y oficinas sistema de luces automáticas en el unir, esto permite reflejar una

estadística porcentual para comparar y sacar resultados con los diferentes equipos eléctricos y electrónicos usados en las diferentes aulas y oficinas del unir.

- ❖ **López M. Juan (2011).**”Oportunidad de ahorro de energía en el sector industrial mediante la aplicación de auditoria energética “Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo.-México. Concluye que es recomendable profundizar en los estudios y proyectos relativos a los aprovechamientos potenciales de ahorro de energía no suficientemente abordados hasta el momento como la cogeneración. La cogeneración aporta un importante ahorro con una eficiencia superior al 90%, la factura energética se reduce considerablemente y además se contribuye a la disminución del efecto invernadero, ya que las emisiones de CO₂,se ven reducida hasta un 35%.proporciona además un ahorro en energía primaria de aproximadamente el 40%.

- ❖ **Grande T.y Guevara A. (2012).**”Calidad de energía y eficiencia energética en edificios públicos” Universidad centroamericana José Simeón Cañas-El Salvador. Concluye que al comparar el balance de cargas de los diferentes ministerios, se observa que a medida el número de computadoras es mayor, la distorsión armónica total de corriente aumenta, llegando en varios casos superar lo permitido por la norma de trabajo.

- ❖ **Aliaga B. Rubí. (2005).**”Optimización de costos en la factura eléctrica aplicados a la pequeña y micro empresa basados en una correcta aplicación del marco regulatorio y la ley de concesiones eléctricas y su reglamento, DL25844-DS093-2003”Universidad Nacional de Ingeniería –Lima Perú. Concluye que la actual ley tarifaria permite a las empresas optimizar sus costos de facturación eléctrica, pero un gran porcentaje de ellos desconocen la normativa en materia de ahorro energético.

- ❖ Miriam Quispe Ramos (2009) " Aplicación de la eficiencia energética a la implementación de una planta de alimentos balanceados ,concluye que

La aplicación de las Herramientas de la Eficiencia Energética desde la concepción del proyecto, en la Implementación de la Planta de Alimentos, representa un gran ahorro de energía y un proyecto altamente rentable. Considerando el proyecto de forma integral se produce un ahorro del orden de \$ 464 686,00 anual, la recuperación de la inversión se da en un horizonte de 2,6 años posterior a su puesta en operación. El ahorro de energía a través de un modelo de gestión permite lograr ahorros económicos significativos de 4,47US\$/TM, representando el 13,6% del costo unitario del cemento. Los resultados obtenidos con un enfoque sistémico permite se sostenga en el tiempo y lleve a la excelencia operativa.

- ❖ *Leoncio Alegría (2005). " Ahorro de energía en la industria cementera como estrategia de la excelencia operativa", concluye que.* El monitoreo de los consumos de energía de los diferentes sectores de una empresa es una pieza clave para dar inicio a acciones de ahorro de energía. Esta empresa papelera ha obtenido significativos ahorros en la facturación de gastos de energía por la prevención de las paradas de planta y monitoreo de la demanda de potencia eléctrica contratada por un lado y de la mejora de la eficiencia de su caldero por otro. Los cuales han representado, un ahorro de US\$ 36223, proyectándose para los próximos años un ahorro promedio de US\$ 56725.

1.2.6. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION

➤ IMPORTANCIA

Los componentes y actividades a realizarse en el proyecto pueden ser ejecutados por los interesados de la empresa. El dimensionamiento del proyecto responde a las necesidades inmediatas del uso racional de la energía eléctrica. La investigación tendrá una aplicación práctica en la medida que se conozcan los detalles de cada una

de las etapas del plan de gestión, es decir, permitir al usuario identificar las fuentes de energía eléctrica, evaluarlas e inmediatamente tomar una decisión para el uso eficiente de la energía eléctrica y térmica.

➤ **JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Los cálculos para la estimación del ahorro energético consideran factores como eficiencia de las máquinas, plan tarifarias, iluminación eficiente, motores de alto rendimiento, entre otras. La inversión en éste tipo de consumidores de alto desempeño se recupera con el ahorro obtenido de las mejoras realizadas en la implementación.

➤ **JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Las estrategias de acción del presente trabajo promoverán un manejo responsable y racional de la energía eléctrica de la empresa, disminuyendo el consumo, pues consecuentemente se disminuye la generación de energía eléctrica del país, es decir, al utilizar en forma más eficiente la energía, se reduce el consumo de combustibles fósiles, se utilizan de mejor forma los recursos no renovables y se generan menores emisiones y calentamiento al medio ambiente. Ahorrar energía eléctrica nos permite disponer de esa energía para satisfacer otras necesidades y aumentar la calidad de vida.

1.2.7. OBJETIVOS DEL PROYECTO

➤ **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un sistema de gestión energética para incrementar la producción y generar ahorro de energía en la empresa Cultimarine S.A.C

➤ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Realizar un diagnóstico energético en las instalaciones de la empresa.
- ❖ Determinar los indicadores energéticos.
- ❖ Reconocer puntos estratégicos del proceso para ahorrar energía.
- ❖ Cuantificar el potencial de ahorro de energía.
- ❖ Planificar y gestionar un área transversal para la gestión de la energía.
- ❖ Realizar un análisis técnico y económico del ahorro energético en el tiempo.

1.3. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

La empresa CULTIMARINE S.A.C., se encuentra ubicado a la altura del km. 4.4 de la carretera La Capilla, sector los Chimús, distrito de Samanco, provincia del Santa, departamento de Ancash.

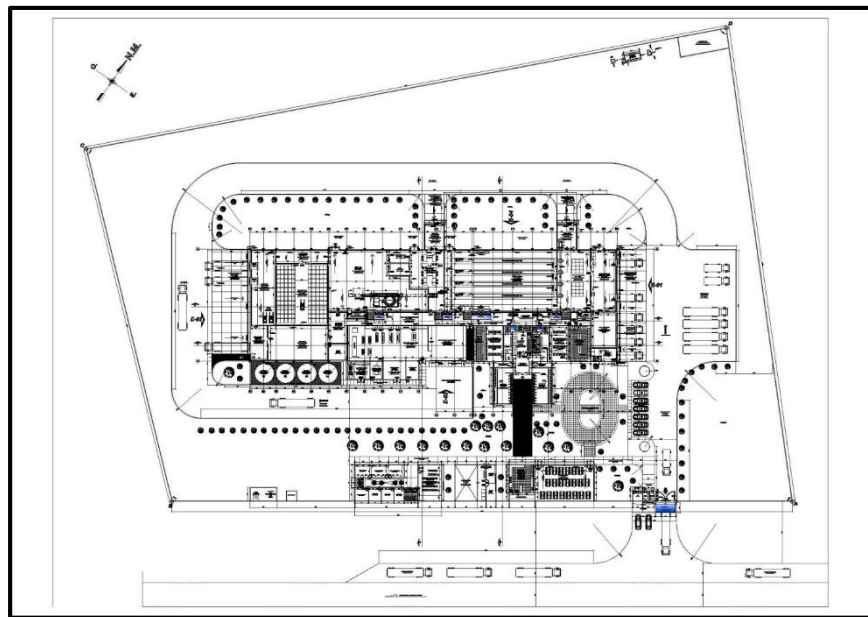


Figura 01. Instalaciones de la Empresa Cultimarine S.A.C

Fuente: Elaboración propia

1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

Este estudio se basará en proyecciones cuantitativas de una posible implementación, debido a que por razones de tiempo, el proyecto sólo quedará como propuesta de estudio.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. ENERGÍA ELÉCTRICA

Es la capacidad de la electricidad para realizar un trabajo. La energía eléctrica se mide en vatios (W) por hora (h) o su múltiplo Kilo Vatios por hora (kWh).

La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

2.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto.

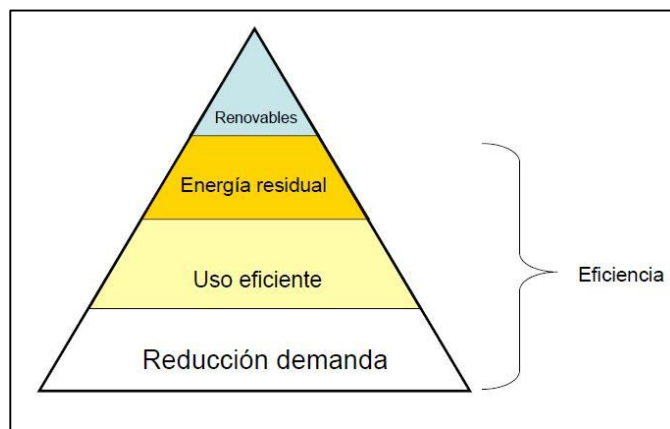


Figura 02. Estructura piramidal de la eficiencia energética.

Fuente: olade.

2.2.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

Es la reducción de las potencias (activa, reactiva y aparente) y energías (kWh y kVAR) demandadas al sistema eléctrico sin que afecte a las actividades normales realizadas en industrias o cualquier proceso de transformación.

El principal objetivo de los ahorros energéticos es disminuir las necesidades energéticas manteniendo la eficacia en la producción. Además, una

instalación eléctricamente eficiente permite la reducción de sus costes técnicos, económicos y ecológicos de explotación.

Al disminuir los costos de la energía eléctrica requerida, se produce un ahorro en costos de producción, lo que traduce en una mejora de la competitividad, y a escala global, en una disminución de la dependencia energética eléctrica y una reducción del impacto sobre el medio ambiente.

2.2.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA TÉRMICA

Para los procesos de cocción ,preparado ,desinfección ,esterilización y lavado se requiere la producción de vapor y agua caliente, en esta medida el uso de combustible ,el petróleo residual 500 es el más utilizado para tales fines, la instalación opera con un caldero piro tubular de 250 BHP, que cubre la demanda a 4 áreas específicas y hacer una gestión integrada tanto desde la generación de vapor hasta el último punto de consumo es importante porque el calor se propaga y se pierde obteniéndose un bajo aprovechamiento y por lo tanto un desperdicio de combustible que da como resultado una baja eficiencia del sistema térmico de la planta.

2.3 GESTIÓN ENERGÉTICA

Se refiere a un conjunto de medidas técnicas y organizativas donde también se contemplan aspectos relativos al comportamiento humano, orientados al uso eficiente de la energía y por lo tanto a la eficiencia de los costos energéticos.



Figura 03. Organigrama Circunferencia de un plan de Gestión Energética.
Fuente. Energy group S.A.C.

El objetivo que persigue la gestión energética es la reducción de los costos energéticos en la industria, a partir del uso eficiente de los recursos productivos, lo que lleva a una mejora de los consumos específicos (energía utilizada por unidad de producto), y con ello a un aumento de la competitividad del sector.

El uso eficiente de recursos energéticos, o productivos en general, “No” se opone a las metas de producción. Un plan de gestión energética, bien diseñado, debe formar parte del esfuerzo general por alcanzar un óptimo en:

- ❖ Efectividad en los costos
- ❖ Confiabilidad de la planta
- ❖ Calidad del producto
- ❖ Mínimo impacto ambiental

2.3.1 GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA

La gestión de la energía eléctrica se basa en la premisa de que no se puede gestionar aquello que no se puede medir. La gestión de este recurso se plasma en un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de energía.

Su finalidad es obtener la mayor eficiencia en el suministro, conversión y utilización de la energía eléctrica, sin afectar los niveles de producción en el proceso productivo y las prestaciones necesarias para obtener niveles de confort adecuados.

Al crecer los costes de la energía eléctrica y su consumo, se hace más necesario formular acciones estratégicas resultante de un diagnóstico situacional en las instalaciones de la empresa, en el que se han detectado oportunidades de mejora que permitan ahorrar los consumos y el pago por el servicio.

2.4 PLAN DE ACCIÓN

Un plan de acción es un tipo de plan que prioriza iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas. De esta manera, un plan de acción se constituye como una especie de guía que brinda un marco o una estructura a la hora de llevar a cabo un proyecto.

Dentro de una empresa, un plan de acción puede involucrar a distintos departamentos o áreas. El plan establece quienes serán los responsables que se encargaran de su cumplimiento en tiempo y forma. Por lo general, también se incluye algún mecanismo o método de seguimiento y control, para que estos responsables puedan analizar si las acciones siguen el camino correcto.

El plan de acción propone una forma de alcanzar los objetivos que ya fueron establecidos con anterioridad. Supone el paso previo a la ejecución efectiva de una idea o propuesta.

2.4.1 FORMULACIÓN DE LOS PLANES DE ACCIÓN

La formulación de los planes de acción se realizará, atendiendo las principales problemas detectados en el diagnóstico de situación, para contribuir en forma directa o indirecta al cumplimiento de los objetivos y metas establecidas en el proyecto.

2.4.2 PRINCIPIOS QUE ORIENTAN LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN

Para la efectividad del plan, las acciones de mejora propuestas en el plan deben ser:

- **CONSENSUADAS:** las propuestas de acción deben realizarse bajo el consenso y participación de los involucrados.
- **COHERENTES:** las acciones propuestas deben guardar coherencia con lo realizado en el diagnóstico de la situación actual.
- **OPERATIVIDAD:** las acciones de propuestas deben ser estructuradas: es decir, tienen que identificarse los objetivos clave que las unidades consideren prioritarios y tiene que instrumentalizarse por medio de un conjunto de acciones concretas, con determinados recursos, y responsables para llevar a cabo su ejecución. Además se debe establecer indicadores que sirvan para valorar el cumplimiento de las acciones programadas y su seguimiento
- **REALISTAS Y VIABLES:** las acciones que se formulan tiene que ser viables en el contexto en el que se plantean para poder cumplir con los objetivos establecidos,

2.4.3 ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Los planes de acción han de ser ejecutados. Para ello, se precisa asignar responsabilidades y formar un equipo de trabajo encargado de impulsar y facilitar la consecución de los planes de acción. Por lo tanto la selección y constitución del mismo es de vital importancia.

Se recomienda que el equipo esté liderado por una persona con responsabilidad dentro de la empresa, ya que esta será la persona encargada de liderar y coordinar todo el proceso.

Para la puesta en marcha y ejecución de los planes de acción, se recomienda realizar reuniones periódicas, que pueden ser mensuales o a criterio de los involucrados. Así mismo, se aconseja levantar acta de todas y cada una de las reuniones a través de la ficha "Modelo de Acta"

Es imprescindible que exista un compromiso de todos los empleados de la empresa. El compromiso debe empezar por la Alta Dirección, que debe asegurarse que los planes de acción se implementen, asignando los recursos necesarios (humanos, tecnológicos y económicos).

2.4.4 SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN

El seguimiento debe realizarse en forma permanente por parte de los responsables de los procesos, permite determinar el estado de avance de las acciones programadas. A través del seguimiento se puede determinar si las acciones deben ajustarse, o si se requiere reprogramar los plazos.

Un indicador o punto de control es una expresión cuantitativa o cualitativa para comprobar el grado de consecución de los objetivos establecidos previamente.

El proceso de seguimiento debe tener en cuenta un mínimo de elementos comunes para garantizar que sirve al objeto de retroalimentación del plan:

- Todas las acciones propuestas en el plan, tendrán un responsable de implementación, que será también el encargado de proponer la información para el seguimiento.
- Para cada una de las acciones deberá comprobarse el cumplimiento de los plazos, la correcta utilización de los recursos asignados y el estado de los indicadores de seguimiento fijados.

2.5 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO ELÉCTRICO

El diagnóstico energético eléctrico constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y porqué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.



Figura 04. Diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica
Fuente. Procobre-Chile.

En resumen, los objetivos del diagnóstico energético son:

- Evaluar cuantitativamente y cualitativamente el consumo de energía.
- Determinar la eficiencia energética, pérdidas y desperdicios de energía en equipos y procesos.
- Identificar potenciales de ahorro energético y económico.
- Establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.
- Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.

2.5.1 ACTIVIDADES DE UN DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

En sentido general, un diagnóstico comprende las siguientes actividades:

➤ RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

El objetivo fundamental del reconocimiento preliminar es lograr una primera aproximación al sistema en estudio, identificando el proceso productivo y/o áreas principales, las fuentes de energía, la capacidad instalada, horas de operación y los consumidores de energía. Así como conocer las facturas del suministrador de energía eléctrica.

➤ RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

En esta fase, se procede a tomar los datos, realizar las mediciones y registros de las mismas, con el objetivo de conocer la distribución de energía en las diferentes áreas del proceso productivo.

➤ EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA.

Consiste en determinar la incidencia del consumo de energía de cada equipo o grupo de equipos en el consumo de energía total y por lo tanto en el costo total.

➤ FORMULACIÓN DE INDICADORES ENERGÉTICOS.

Consiste en obtener índices de consumo de energía de los cuales pueden ser usados para determinar la eficiencia energética de las operaciones, y consecuentemente, el potencial de ahorro de energía eléctrica.

➤ OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA.

Significa determinar los potenciales de ahorro de energía por equipos, áreas o centros de costos, mediante una evaluación técnica detallada en los sistemas eléctricos. A su vez se identifica las medidas apropiadas de ahorro de energía, previa evaluación de los ahorros en términos de costos.

2.5.2 OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2.5.2.1. ELECCIÓN DE UNA OPCIÓN TARIFARIA:

De acuerdo a la política Tarifaria del país, en el Perú se tiene diez opciones tarifarias; cada tipo de tarifa tiene diversos indicadores de facturación, dependiendo además de las Horas Punta y Horas Fuera de Punta; las Horas de Punta son consideradas al período de 18:00 a 23:00 horas y el período de Integración de la Máxima Demanda y Energía es de 15 minutos. Los usuarios podrán elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias, teniendo en cuenta el sistema de medición que exige la respectiva opción tarifaria y dentro del nivel de tensión que le corresponde.

Los usuarios se clasifican en cliente regulado y cliente libre:

- **CLIENTE REGULADO:** Para usuarios con demanda mensual menores a 200 kW, los precios son regulados por OSINERGMIN.
- **CLIENTE LIBRE:** Pueden acceder al rubro de “Cliente Libre”, todos los usuarios cuyo consumo de potencia sea mayor a los 2500 kW. Este tipo de usuarios pueden negociar directamente con las distintas empresas distribuidoras y generadoras de energía, llegando a establecer contratos de suministro eléctrico con precios unitarios ventajosos.
- **CLIENTE LIBRE – REGULADO:** Son aquellos usuarios con demanda entre 200 kW a 2500 kW puede escoger entre ser usuario del mercado libre o del mercado regulado.

2.5.2.2. CONTROL DEL FACTOR DE POTENCIA

El control del factor de potencia se realiza a través de la compensación reactiva. La demanda de potencia reactiva se puede reducir sencillamente colocando condensadores en paralelo a los consumidores de potencia inductiva QL. Dependiendo de la potencia reactiva capacitiva Qc de los condensadores se anula

total o parcialmente la potencia reactiva inductiva tomada de la red. A este proceso se le denomina compensación reactiva.

El control del factor de potencia a través de la instalación de capacitores:

- Elimina los cargos por concepto de energía reactiva, es decir menor costo de energía eléctrica.
- Aumenta la capacidad del sistema y disminuye las pérdidas por efecto Joule, al mejorar el factor de potencia se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente pasaba a través de transformadores, alimentadores, tableros y cables.

2.5.2.3. EFICIENCIA EN LA ILUMINACIÓN

La sustitución de la iluminación fluorescente por lámparas de bajo consumo, además del correspondiente ahorro en iluminación, disminuye la cantidad de calor emitido, tanto en la propia lámpara como en los transformadores auxiliares en el caso de las halógenas, ahorrando por tanto también en coste del aire acondicionado.

2.5.2.4 EMPLEO DE MOTORES DE ALTA EFICIENCIA

En los países de Latino América, se estima que aproximadamente, un 70% de la energía corresponde a los sistemas de fuerza (motores eléctricos en general) debido en gran parte a la antigüedad y las barreras que han limitado una modernización de estos importantes equipos. (*Fuente: Procobre*)

Los principales beneficios de invertir en motores de alta eficiencia son:

- Ahorros por el consumo de la energía eléctrica, lo que implica menores costos de operación, menores cargos por demanda máxima.
- Menores pérdidas en vacío.
- Mayor vida útil de aislamiento.
- Mayor confiabilidad.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Utilización de nuevas tecnologías.

2.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Existen muchos métodos para la evaluación de proyectos, aunque los más difundidos en la actualidad, y los más confiables, son aquellos que toman en consideración el valor del dinero en el tiempo al analizar los beneficios y costos esperados durante la vida útil del proyecto.

2.5.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor Actual Neto (VAN) llamado también Valor Presente Neto, es un técnica que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_{C_i}}{(1+D)^i} \quad 01$$

Donde:

K_0 : Inversión o capital inicial.

F_{C_i} : Flujo de caja en el año i .

D : Tasa de Descuento.

n : número de periodos.

Si el resultado de la evaluación:

$VAN > 0$; el proyecto es aceptado

$VAN < 0$; el proyecto es rechazado

2.5.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es aquella tasa de descuento para a cual el Valor Actual Neto resulte ser igual a cero, es decir, es aquella tasa de retorno donde los costos igualan a los beneficios y por lo tanto representa el tipo de interés o rendimiento que los beneficios que se van obteniendo de haber realizado la inversión del proyecto, solamente cubren dicha inversión y por lo tanto no se obtiene ninguna utilidad.

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+TIR)^i} \quad 02$$

Como se puede observar, esta ecuación no se puede resolver directamente, sino que se requiere de un análisis iterativo para obtener el valor de la TIR. En nuestro caso se utilizará el paquete informático Excel.

El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente:

TIR > i, realizar el proyecto

TIR < i, no realizar el proyecto

TIR = i, el inversionista es indiferente entre realizar el proyecto o no.

2.5.3. BENEFICIO / COSTO (B/C)

La relación Beneficio / Costo (B/C), es el cociente del valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos (ambos a una misma tasa de descuento) generados por el proyecto o a lo largo de su horizonte. Se ecuación es la siguiente:

$$B/C = \frac{VPNB}{VPNC} \quad 03$$

Donde:

VPNB: Valor Presente Netos de los Beneficios.

VPNC: Valor Presente Netos de los Costos.

Si el resultado de la evaluación:

B/C > 1; el proyecto es rentable

B/C < 1; el proyecto no es rentable

2.6. MARCO NORMATIVO LEGAL

2.6.1. LEY DE PROMOCIÓN DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Ley N° 27345, que declara de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (U.E.E) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos.

2.6.2. DECRETO SUPREMO N°053-2007 MINEM

Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía del 22-10 -2007.

OBJETIVOS:

- Promover la creación de una cultura orientada al empleo racional de los recursos energéticos para impulsar el desarrollo sostenible del país buscando un equilibrio entre la conservación del medio ambiente y el desarrollo económico.
- Promover la mayor transparencia del mercado de la energía, mediante el diagnóstico permanente de la problemática de la eficiencia energética y de la formulación y ejecución de programas, divulgando los procesos, tecnologías y sistemas informativos compatibles con el UEE.
- Diseñar, auspiciar, coordinar y ejecutar programas y proyectos de cooperación internacional para el desarrollo del UEE.

- La elaboración y ejecución de planes y programas referenciales de eficiencia energética.
- Promover la constitución de empresas de servicios energéticos (EMSES), así como la asistencia técnica a instituciones públicas y privadas, y la concertación con organizaciones de consumidores y entidades empresariales.
- Coordinar con los demás sectores y las entidades públicas y privadas el desarrollo de políticas de uso eficiente de la energía.
- Promover el consumo eficiente de energéticos en zonas aisladas y remotas.

2.7. CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

El Código Nacional de Electricidad (CNE), da las pautas y exigencias que deben tomarse en cuenta durante el diseño, instalación, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, de telecomunicaciones y equipos asociados, salvaguardando los derechos y la seguridad de las personas y de la propiedad pública y privada.

2.8. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.8.1. ENERGÍA ACTIVA

Energía capaz de producir trabajo, se mide normalmente en kilowatt-hora (kWh).

2.8.2. ENERGÍA REACTIVA

Energía requerida por algunos equipos eléctricos, para mantener flujos magnéticos. Esta energía no produce trabajo útil y se mide normalmente en kilo Volt-Ampere reactivos hora (kVARh).

2.8.3. POTENCIA ELÉCTRICA

Es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. La unidad comúnmente utilizada es el kilowatt (kW).

2.8.4. DEMANDA

Para efectos tarifarios, se entiende como la potencia media integrada sobre un intervalo de tiempo de 15 minutos. La demanda contratada corresponde a la potencia que la distribuidora de energía coloca a disposición del cliente, de acuerdo a los términos del contrato establecido.

2.8.5. POTENCIA INSTALADA

Corresponde a la suma de las potencias de todos los equipos existentes en una instalación. Toda esta carga podría ser utilizada por la instalación en algún instante.

2.8.6. CONSUMO DE ENERGÍA

Precio cobrado por cada kWh consumido por el cliente. Estos precios varían dependiendo de la tarifa contratada por el cliente y de la ubicación geográfica.

2.8.7. HORARIOS PUNTA

Período definido entre las 18 y 23 horas, que se aplica durante los meses de abril a septiembre. Estos corresponden a los periodos de mayor consumo energético a nivel país y donde los precios por concepto de demanda son muy altos.

2.8.8. HORARIOS FUERA DE PUNTA

Resto del tiempo que no corresponde a horarios punta. Los precios por concepto de demanda fuera de punta son inferiores a aquellos correspondientes a horas punta.

2.8.9. DIAGRAMA UNIFILAR

Un esquema o diagrama unifilar es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella.

2.8.10. FACTOR DE POTENCIA

El factor de potencia es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil. Se puede definir como el porcentaje de la relación de la potencia activa (kW) y la potencia aparente o total (kVAR).

2.8.11. BANCO DE CONDENSADORES

Es un sistema que absorbe la energía reactiva originada en los motores y transformadores, reduciendo el registro de consumo de la misma y representando un ahorro en la facturación de energía reactiva del suministro.

2.8.12. INDICADORES

Son guías para dar seguimiento al cumplimiento de las acciones desarrolladas, se elaboran tomando en cuenta los objetivos.

2.8.13. GESTIÓN

Coordinación de todos los recursos disponibles para conseguir determinados objetivos, implica amplias y fuertes interacciones fundamentalmente entre el entorno, las estructuras, el proceso y los productos que se deseen obtener.

2.8.14. FLUJO DE CAJA O DE EFECTIVO

Es una herramienta que posibilita anticipar los saldos en dinero de una empresa a partir de los ingresos y egresos proyectados para un período determinado

CAPÍTULO III:

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES Y METODOS

3.1.1. UNIDAD DE ESTUDIO

La unidad de estudio del presente trabajo es el sistema eléctrico y térmico de la empresa Cultimarine S.A.C.

3.1.2. POBLACIÓN

La población para el trabajo de investigación viene dada por el consumo de Energía Eléctrica y térmica en la empresa Cultimarine S.A.C.

3.1.3. MUESTRA

Se tomó como muestra el consumo de Energía Eléctrica de las instalaciones de la Empresa Cultimarine S.A.C., durante el periodo Enero – Setiembre 2014.

3.1.4. TIPO DE MUESTRA

No Probabilística, donde la selección de elementos depende del criterio del investigador.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño para el presente estudio está clasificado de la siguiente manera No-Experimental, Descriptivo.

3.3. METODOS DE LA INVESTIGACION

El procedimiento a seguir para la recopilación de información por etapas es como se muestra en la siguiente tabla.

3.3.1 DISEÑO ESPERIMENTAL.

DISEÑO DE INVESTIGACION

Se utilizara el diseño pre-experimental, para grupos únicos

Datos de entrada	Proceso	Datos de salida
A ₁	X	A ₂

Dónde:

A₁= Situación energética actual de la empresa

A₂= Resultado de aplicar un sistema de gestión energética en la empresa

X= Implementación de un sistema de gestión energética.

3.3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

- **POBLACIÓN:** Las empresas industriales pesqueras del Samanco.
- **MUESTRA:** La Empresa Cultimarine SAC.

3.4. TÉCNICAS, INSTRUMENTO O FUENTES PARA OBTENER LOS DATOS

En este proyecto se empleara la técnica descriptiva y estadística para la recolección de datos que se obtengan de la muestra, asimismo se hará uso de fichas, material bibliográfico, catálogos de equipos de importancia para la realización del proyecto.

3.5. PROCEDIMIENTO O TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procedimiento de la información será tomar datos y comparar los datos antes y después de implementar el sistema de gestión energética en la empresa Cultimarine SAC.

3.6. TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados serán procesados mediante un análisis estadístico, balance de energía, método indirecto para calcular la eficiencia de la caldera y otros. Para el procesamiento de la información, se utilizara un computador Corel 2duo, así como el empleo de software: Microsoft Word y Excel.

CAPÍTULO IV:

CÁLCULOS JUSTIFICADOS

4.1 RECONOCIMIENTO PRELIMINAR

Como paso previo a la realización del estudio energético detallado de la energía eléctrica en la empresa, se realizó un reconocimiento preliminar de las instalaciones, características técnicas y entrevistas con el personal de la operación que fueron muy importantes en esta etapa del trabajo.

4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE OPERACIÓN Y DEL SISTEMA

ELÉCTRICO

El objetivo fundamental de esta etapa fue lograr una primera aproximación al sistema en estudio, mediante un estimado preliminar de consumos de energía eléctrica en las operaciones, y la identificación del potencial de ahorro de energía eléctrica. El reconocimiento preliminar sirvió para detectar:

- La alimentación de Energía Eléctrica principal de la Planta se obtiene de la red suministrada por la empresa eléctrica Hidrandina S.A. en 13.2kv.
- La empresa tiene una potencia instalada de 1300 kvA = 1105 kw.
- El factor de potencia promedio es de 0.913.
- Sus pagos de energía eléctrica total son en promedio de S/.54000.00 nuevos soles al mes y de energía reactiva es aproximadamente de S/.1500.00 nuevos soles al mes.
- La empresa tiene una opción tarifaria tipo MT3 (en media tensión) recibiendo tensión en 13.2 kv trifásica, con modalidad de trabajo fuera de horas punta.
- El contrato de facturación eléctrica que tiene la empresa con la suministradora es del orden de 900 kv.

4.3 CARACTERÍSTICAS DE GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las características generales sobre la gestión de la energía eléctrica en la planta de congelados son:

- ❖ No llevan ningún tipo de medición de consumos ni registros de demanda máxima, solo la información proporcionada en la facturación mensual de su suministrador Hidrandina.

- ❖ Tenían por prioridad el cumplir con las metas de producción, pero sin ninguna precaución en cuanto a sus consumos energéticos.
- ❖ Falta de una buena gestión, se tenía un pago excesivo por electricidad, tanto por una mala negociación con el suministrador eléctrico como malas costumbres de consumo y falta de un sistema de monitoreo centralizado que automatice un control de demanda máxima eléctrica y consumos energéticos.
- ❖ Los resultados de encuesta de actitud dan a notar que la gran cantidad de personas encuestadas tienen un desinterés con lo que respecta al ahorro de energía eléctrica.
- ❖ En cuanto a mejoras en eficiencia energética no tiene un plan de gestión energética eléctrica implementada, no existe un método de control de consumos eléctricos, se consume empíricamente, lo que hace que se esté desperdiciando energía eléctrica.

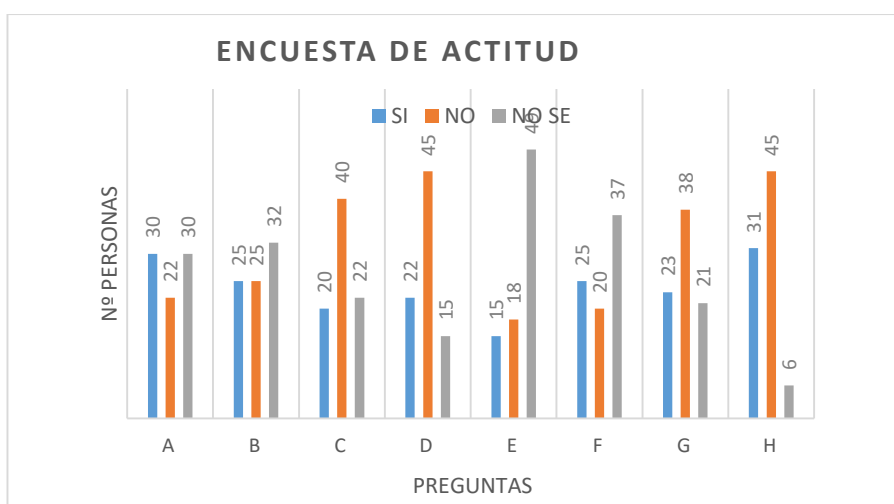


Figura 05.- Resultados de encuesta de actitud
Fuente: Elaboración propia

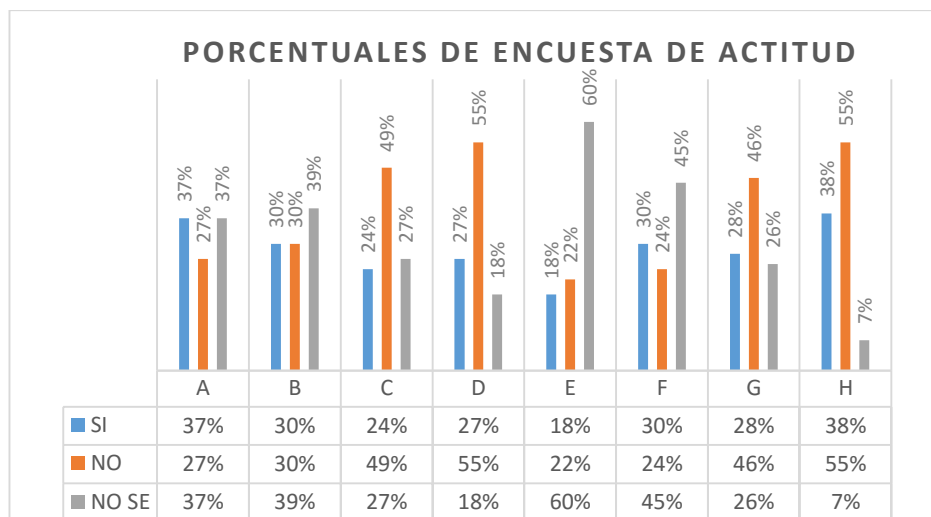


Figura 06.- Resultados porcentuales de encuesta de actitud
Fuente: Elaboración propia

4.4 INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

Se muestra la distribución de cargas eléctricas instaladas en potencia eléctrica por áreas de trabajo. La descripción de los equipos se ha realizado de acuerdo a las etapas del proceso productivo cuyos datos de potencia eléctrica de cada equipo por áreas de trabajo se puede observar.

- ❖ Almacenamiento 10%
- ❖ Producto terminado 5%
- ❖ Sistema de refrigeración 45%
- ❖ Iluminación 15%
- ❖ Fuerza motriz 25%

4.5 FUENTE DE SUMINISTRO ELÉCTRICO

El suministro eléctrico es en media tensión, con las siguientes características:

- ❖ Compañía distribuidora :HIDRANDINA S.A

- ❖ Calificación :CLIENTE FUERA DE PUNTA:
- ❖ Tipo de Contrato :TARIFA - MT3
- ❖ Tensión acometida : TRIFÁSICO 13.2 kv/460 v
- ❖ Potencia contratada : 900 kv

Se considera Horas Punta (H.P) a las comprendidas entre las 18:00 y 23:00 y Horas Fuera de Punta (H.F.P) al resto de horas del día no comprendidas en las Horas de Punta (HP).

4.6 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.6.1 ENERGÍA ACTIVA:

Según datos tomados de los registros de consumo de Hidrandina, el consumo eléctrico mensual correspondiente al período Enero 2014– Setiembre 2014.

El promedio mensual del consumo de energia electrica es de 239418,16kwh.

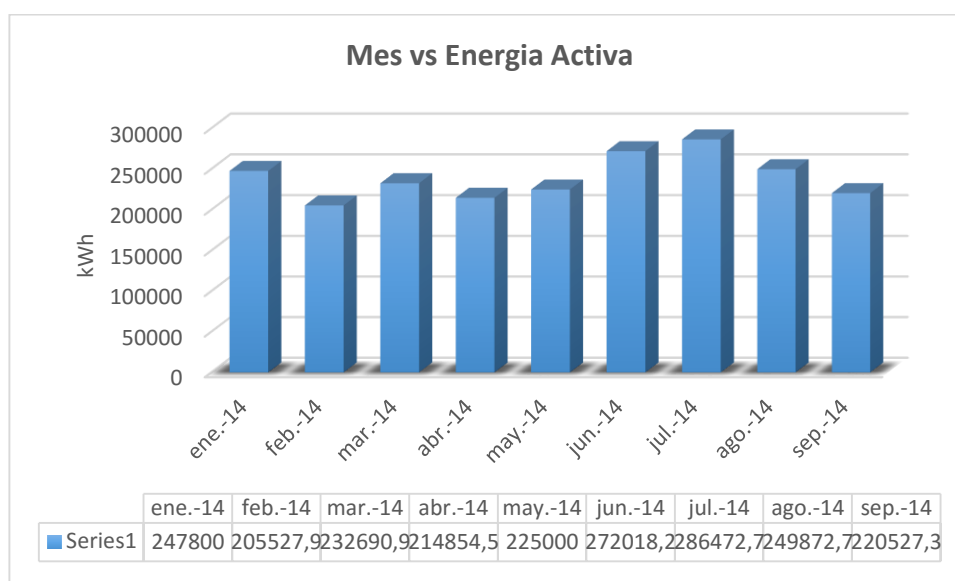


Figura 07.- Diagrama de consumos de energía activa.
Fuente: Elaboración propia

4.7 MÁXIMA DEMANDA:

Se efectuaron mediciones de máxima demanda obteniéndose un valor promedio de 708 kw en horas fuera de punta.

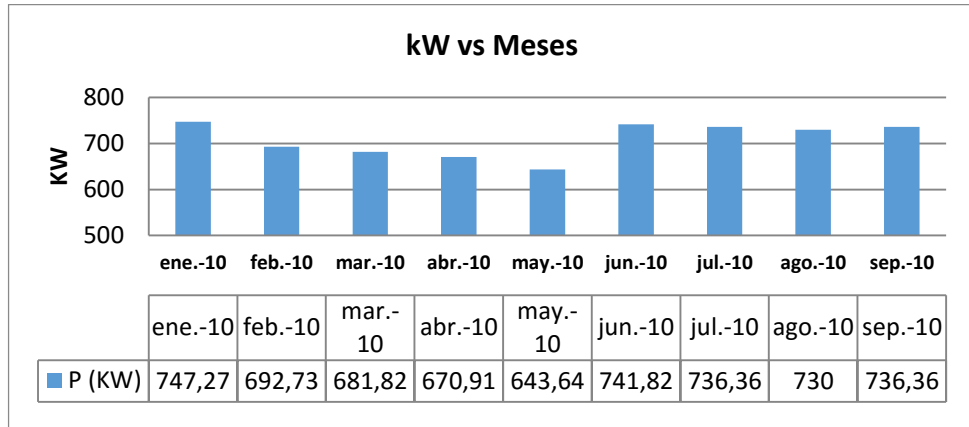


Figura 08.- Diagrama Demanda Máxima en horas fuera de punta
Fuente: Elaboración propia

4.8 ENERGÍA REACTIVA Y FACTOR DE POTENCIA.

El factor de potencia promedio de la planta es de 0.913. Este factor de potencia puede ser mejorado, el valor recomendado debe tener un valor aproximado a 0.99.

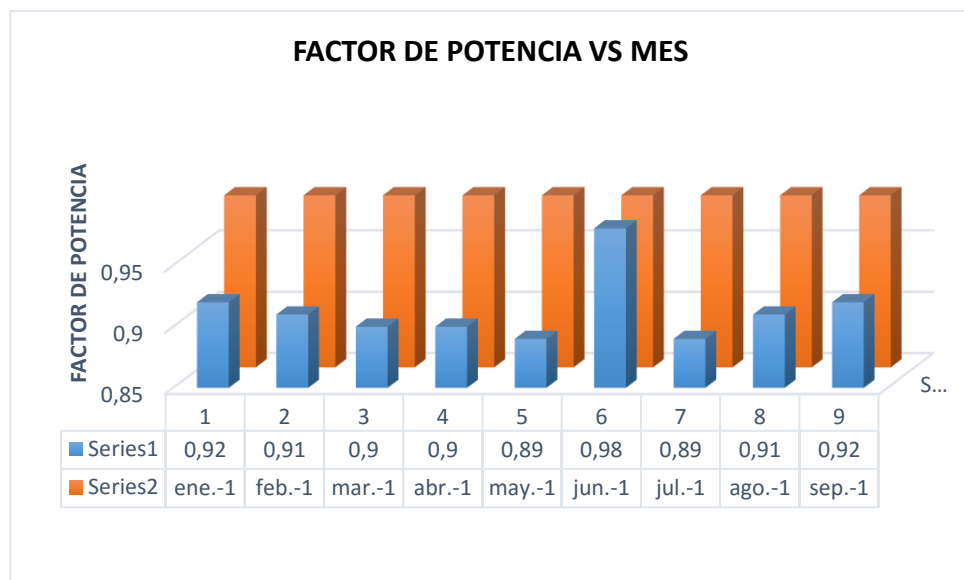


Figura 09.- Variación del Factor de Potencia

Fuente: Elaboración propia

Este valor implica pérdida, por lo que es conveniente instalar condensadores adecuados que mejoren dicho factor de potencia hasta 0.99.

El promedio mensual del consumo de energía reactiva es de 310.336 KVARh.

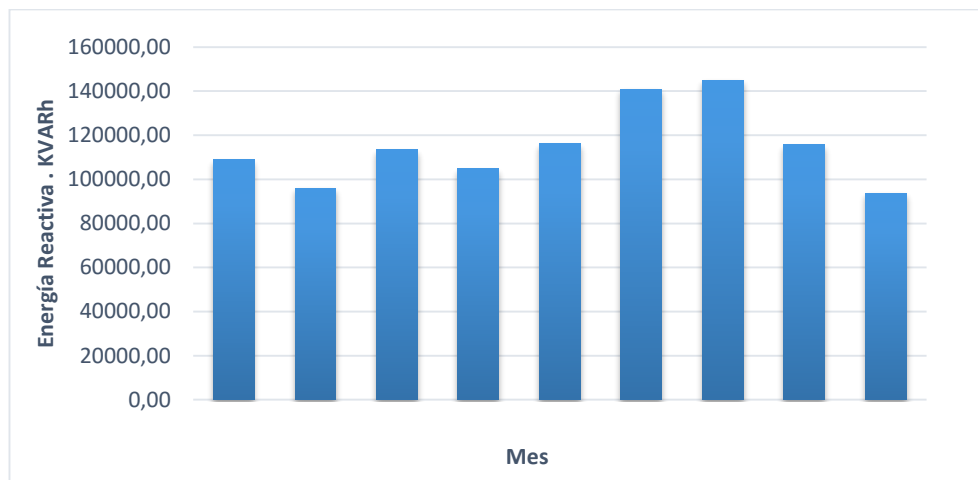


Figura 10.- Diagrama de consumo de Energía Reactiva
Fuente: Elaboración propia

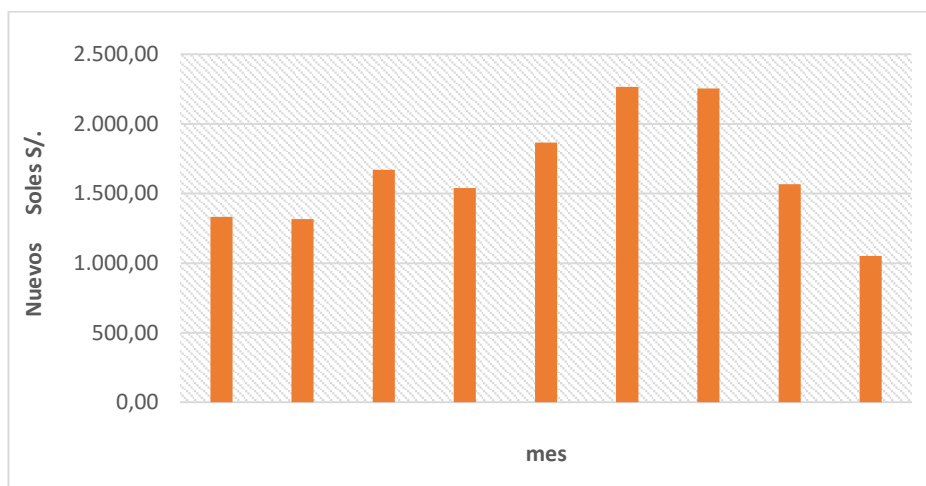


Figura 11.- Pagos netos por exceso de Energía Reactiva
Fuente: Elaboración propia

4.9 ANÁLISIS ENERGÉTICO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES

4.9.1 ANÁLISIS EN SISTEMA DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Potencia perdida en conductores de transmisión de energía eléctrica en línea principal

Para calcular la caída de tensión en una línea:

$$\Delta U = \frac{P.L}{\gamma.U_n.S}$$

04

INGRESO DE DATOS

TABLA 01.Metrado de conductores eléctricos

EMPRESA CULTIMARINE S.A.C.			
Potencia a Transmitir	P	550	kv
Longitud de cable	L	150	m
Conductividad de material		56	
Tensión en bornes	Un	460	v
Diámetro del conductor N2XSY	d	10,5	mm
Factor de potencia	Cos φ	0,85	

- **Caída de Tensión entre la barra de distribución y el Transformador principal 13.2 / 0.46 kv y la barra de distribución:**

$$\Delta U = \frac{550000 \times 180}{56 \times 460 \times \pi \times \left(\frac{10.5^2}{4}\right)} = \frac{99000000}{2230562.2} = 44.38 \text{ v}$$

- **Tensión en bornes - motores eléctricos:**

$$U_{me} = 460 - 44.38 = 415.62 \text{ v}$$

➤ **Intensidad de línea en conductores:**

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\phi} = \frac{550000}{\sqrt{3} \times 460 \times 0.96} = 719.07 \text{ A}$$

➤ **Potencia eléctrica pérdida en conductores:**

$$P_p = \sqrt{3} \times \Delta U \times I_L = \frac{\sqrt{3} \times 44.38 \times 719.07}{1000} = 55.27 \text{ kw}$$

Resultados

TABLA 02. Estimacion de caída de tensión.

EMPRESA CULTIMARINE S.A.C.			
Intensidad de Corriente a Transmitir	IL	719.07	A
Sección transversal del conductor	S	86,59	mm ²
Resistencia del conductor	R	0,04	Ω
Caída de Tensión	ΔU	55.27	v
Pérdida de Potencia en conductor	Pp	62,43	kw
		11,35	%
Tensión en Bornes Motores	Uc-me	415,62	v

4.9.2 ANÁLISIS DE MAYOR CONSUMIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Ingreso de Datos

TABLA 03. Características de operación

EMPRESA CULTIMARINE S.A.C.			
Voltaje Entrada	U	460	v
Voltaje Carga	Uc	442	v
Δ Voltaje Real	ΔU	18	v
Amperaje	I	116	A
Longitud	L	70	m
Resistividad		0,0174	
Horas Trabajadas		450	Horas/mes
Factor de potencia	Cos φ	0,86	

PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE VOLTAJE:

$$\% \Delta U = \frac{\Delta U}{U} \times 100 = \frac{18}{460} \times 100 = 3.91 \%$$

➤ **CÁLCULO DE SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR**

ACTUAL:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos \phi}{\Delta U} = \frac{210.457}{18} = 11.69 \text{ mm}^2$$

➤ **CÁLCULO DE DIÁMETRO DEL CONDUCTOR ACTUAL:**

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 11.69}{\pi}} = 3.86 \text{ mm}$$

➤ **CÁLCULO DE LA POTENCIA A TRANSMITIR:**

$$P = \frac{S \times \Delta U \times U_n}{L \times \rho} = \frac{96793.2}{1.218} = 79468.97 \text{ W} = 79.47 \text{ kw}$$

➤ **POTENCIA ELÉCTRICA PÉRDIDA EN EL CONDUCTOR ACTUAL:**

$$P_p = \frac{\sqrt{3} \times \Delta U \times I}{1000} = \frac{3616.52}{1000} = 3.62 \text{ kw}$$

RESULTADOS

TABLA 04. Parámetros de conductores

EMPRESA CULTIMARINE S.A.C.			
Intensidad	I	116	A
Tensión	U	442	v
Factor de potencia	Cos φ	0,96	
Eficiencia	n	87%	

EMPRESA CULTIMARINE S.A.C.			
Porcentaje de Variación de Voltaje	%U	3,91	%
Potencia a transmitir	P	79,48	Kw
Sección Transversal de conductor	S	11,69	mm ²
Diámetro del conductor	d	3,86	mm
Pérdida de Potencia en conductor	Pp	3,62	kw
Resistencia del conductor	R	0,007	

4.9.3 ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE MOTOR ELÉCTRICO

La eficiencia de la mayoría de motores eléctricos se encuentra entre 75% y 95% dependiendo del tamaño y tipo de motor. En la planta de congelados, se ha considerado los motores de mayor consumo de potencia instalada con bajo rendimiento.

Ingreso de Datos

TABLA 05. Parametros nominales

➤ **CÁLCULO DE LA POTENCIA ABSORBIDA POR EL MOTOR:**

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi}{1000} = \frac{\sqrt{3} \times 442 \times 116 \times 0.96}{1000} = 85.25 \text{ kw}$$

➤ **CÁLCULO DE LA POTENCIA ÚTIL POR EL MOTOR:**

$$P_{\text{útil}} = P_{abs} \times \eta = 85.25 \times 0.87 = 74.17 \text{ kw}$$

➤ **PÉRDIDA DE POTENCIA EN EL MOTOR:**

$$P_p = P_{abs} - P_{\text{útil}} = 11.08 \text{ kw}$$

RESULTADOS

TABLA 06.Parametros evaluados

EMPRESA CULTIMARINE S.A.C.			
Potencia Absorbida	P_{abs}	85.25	kw
Potencia Útil	$P_{\text{útil}}$	74.17	kw
Pérdida de potencia	P_p	11.08	kw
		12.99	%

4.9.4 ANÁLISIS DEL FACTOR DE POTENCIA

EMPRESA CULTIMARINE S.A.C. ha instalado un banco de condensadores para su primer transformador de 13.2/ 0.46 kv, Sn= 650 kvA, con lo cual se obtiene un factor de potencia de 0.99, lo cual es bastante bueno. Con el aumento de la demanda de potencia se instaló un segundo transformador, de 13.2 / 0.44 kv, Sn = 650 kvA, pero ya no se instaló el banco de condensadores.



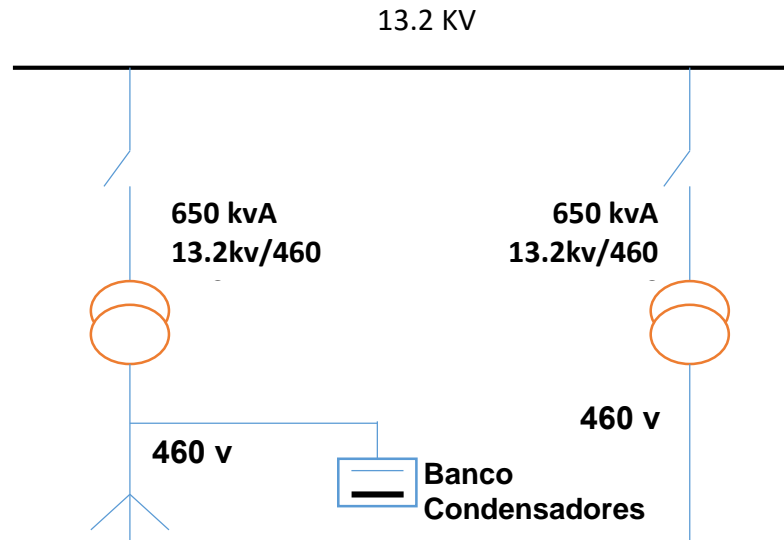


Figura 12.- Diagrama unifilar compensación de energía reactiva

Fuente: Elaboración Propia

Ingreso de Datos

TABLA 07. Parametros de potencias

EMPRESA CULTIMARINE S.A.C.		
Potencia Activa Promedio	708,99	kw
Potencia Reactiva Promedio	310,34	KVAR
Potencia Aparente Promedio	776,30	kvA

➤ FACTOR DE POTENCIA ACTUAL:

$$\text{Cos } \varphi = 0.913$$

$$\varphi_{\text{actual}} = \text{arc cos}(0.913) = 24.076^\circ$$

Se observa que el factor de potencia actual es de 0.913 y que la energía reactiva representa más del 40% de la energía activa, esta es la razón por la que se paga (al sobrepasar la energía reactiva el 30% de la energía activa).

4.9.5 ANÁLISIS EN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Al analizar niveles de iluminación en áreas seleccionadas, se determinó los siguientes consumos por este concepto.

4.9.6 ANÁLISIS DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

- ❖ Media Tensión (MT) - entre 1000 a 30000 voltios (1kv hasta 30 kv). Se tiene las siguientes tarifas: MT2, MT3 y MT4.
- ❖ La característica de cada una de las tarifas en media tensión.
- ❖ La facturación por consumo de energía eléctrica mensual en la empresa es de más de S/. 50 000.00 nuevos soles.

4.10 INDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

4.10.1 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

Para la evaluación de la Eficiencia Energética Eléctrica se establece el siguiente Índice Energético (IE) con respecto a las toneladas producidas, ambos en el mismo periodo (mensual):

A continuación se muestra el consumo específico de energía eléctrica mensual por tonelada de producto terminado en la planta de congelados. El promedio del indicador es de 32.90 kwh/Ton.

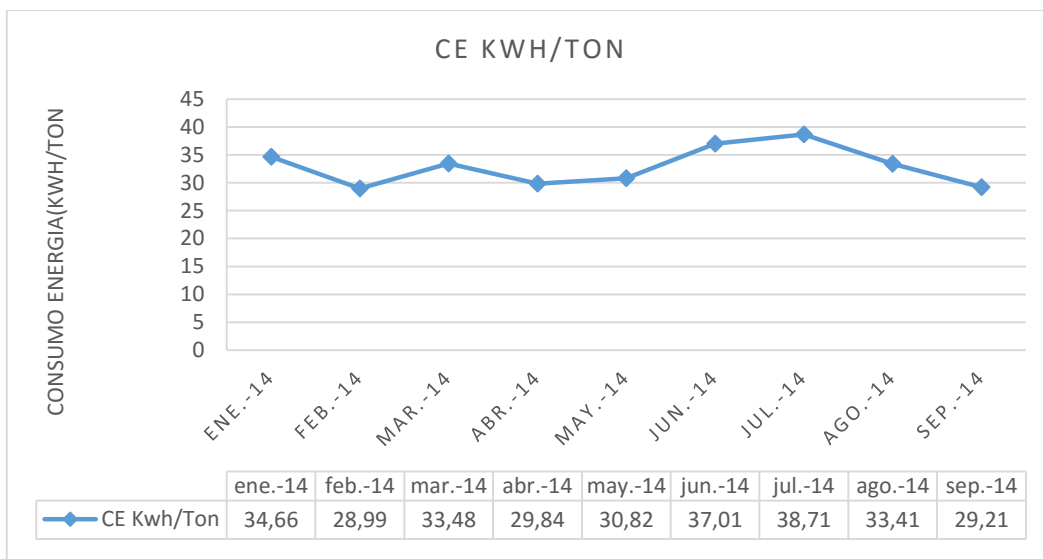


Figura 13.- Índice de Eficiencia Energética Eléctrica (KWh/ton)

Fuente: Elaboración Propia.

4.11 ANÁLISIS DE LAS MEJORAS ELÉCTRICAS

En el estudio de mejoras que se describe a continuación, se han considerado aquellas medidas cuyos cálculos preliminares arrojan rentabilidades aceptable, o aquellas que pese a no ser tan rentables desde el punto de vista económico, suponen un mejoramiento del nivel de confort y seguridad.

La cuantificación de los ahorros de energía eléctrica se llevó a cabo por la diferencia entre los consumos de energía eléctrica de la instalación actual y el consumo calculado una vez implementado las mejoras.

4.11.1 MEJORA EN LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El ahorro por disminución de pérdidas que se refleja en una disminución del consumo de energía activa, se lograría por el reemplazo de los conductores actuales de la línea de transmisión por otros conductores de mayor sección transversal.

4.11.2 DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

Existe una gran caída de tensión en conductores entre el transformador principal de 44.38v, que representa 9.65% de la tensión que suministra en sus bornes el transformador, lo cual está fuera del rango permisible (2 - 5%). Esta caída de tensión ocasiona una pérdida de potencia por efecto Joule de 62.43 kw.

Se pretende reducir la caída de tensión a un 5% de la tensión nominal, para lo cual se cambiará el conductor con uno de mayor diámetro.

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

❖ Caída de tensión propuesta:	$\Delta U = 5\% \times 460v = 23 v$
❖ Potencia:	$P = 550 kw$
❖ Longitud de cable	$L = 180 m$
❖ Incremento de resistencia:	$c = 1.02$
❖ Resistividad del conductor:	$0,0175 w/m \cdot mm^2$
❖ Tensión en bornes:	$U_n = 460 v$
❖ Caída de tensión admisible (5%):	$\Delta U = 23 v$
❖ Factor de potencia:	$\text{Cos } \varphi = 0.85$

➤ **CÁLCULO DE SECCIÓN TRANSVERSAL DEL NUEVO CONDUCTOR:**

$$S = \frac{c \times \rho \times P \times L}{\Delta U \times U_n} = \frac{1.02 \times 0.0175 \times 550000 \times 180}{23 \times 460} = 167.03 \text{ mm}^2$$

➤ **CÁLCULO DE DIÁMETRO DEL NUEVO CONDUCTOR:**

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 167.03}{\pi}} = 14.58 \text{ mm}$$

➤ **POTENCIA ELÉCTRICA PÉRDIDA EN CONDUCTORES:**

$$P_p = \sqrt{3} \times \Delta U \times I_L = \frac{\sqrt{3} \times 23 \times 812.13}{1000} = 32.35 \text{ kw}$$

➤ **AHORRO DE ENERGÍA ACTIVA**

$$\text{Ahorro} = 62.43 - 32.35 = 30.08 \text{ kw} \times 450 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 13,536 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro} = 162432 \text{ kWh/año}$$

➤ **AHORRO DE ECONÓMICO**

$$\text{Ahorro} = 162432 \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/.0.22}}{\text{kwh}} = \text{S/}.35735.04/\text{año}$$

4.11.3 DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS INTERNOS

El valor real medido en bornes del motor en circuitos interiores es de 442v, es decir que existe una caída de tensión que del orden de 18v, representando el 3.91% del valor de entrada, sobrepasando el valor admisible en circuitos interiores (2%). Esta caída de tensión ocasiona una pérdida de potencia por efecto Joule de 3.62 kw.

Se pretende reducir la caída de tensión a un 2% de la tensión de entrada, para lo cual se cambiará el conductor con uno de mayor diámetro.

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

❖ Caída de tensión propuesta:	$\Delta U = 9.2 \text{ v}$
❖ Potencia:	$P = 79 \text{ kw}$
❖ Longitud de cable	$L = 70 \text{ m}$
❖ Resistividad del conductor:	$0,0175 \text{ w/m} \cdot \text{mm}^2$
❖ Tensión en bornes:	$U_n = 460 \text{ v}$
❖ Caída de tensión admisible (2%):	$\Delta U = 9.2 \text{ v}$
❖ Caída de tensión admisible (2%):	$P_p = 3.62 \text{ kw}$
❖ Factor de potencia:	$\varphi = 0.96$

➤ **CÁLCULO DE SECCIÓN TRANSVERSAL DEL NUEVO CONDUCTOR:**

$$S = \frac{L \times P \times \rho}{\Delta U_a \times U_n} = \frac{96794.46}{4232} = 22.87 \text{ mm}^2$$

➤ **CÁLCULO DE DIÁMETRO DEL NUEVO CONDUCTOR:**

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 22.87}{\pi}} = 5.4 \text{ mm}$$

➤ **POTENCIA ELÉCTRICA PÉRDIDA EN EL NUEVO CONDUCTOR:**

$$P_p = \sqrt{3} \times \Delta U_a \times I_L = \frac{\sqrt{3} \times 9.2 \times 116}{1000} = 1.85 \text{ kw}$$

➤ **AHORRO DE ENERGÍA**

$$\text{Ahorro} = 3.62 - 1.85 = 1.77 \text{ kW} \times 450 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 796.50 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro} = 9558 \text{ kWh/año}$$

➤ **AHORRO DE ECONÓMICO**

$$\text{Ahorro} = 9558 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\$/0.22}{\text{kWh}} = \$/2102.76/\text{año}$$

4.11.4 MEJORA DE REEMPLAZO DE MOTOR ESTÁNDAR POR MOTOR DE ALTA EFICIENCIA

El constante incremento del costo de los combustibles y de la energía eléctrica, hace cada vez más costoso la utilización de motores eléctricos ineficientes.

La potencia que absorbe el motor seleccionado es de 76.28 kw, cuya eficiencia es de 87%, lo cual absorbe potencia que no se utiliza, estas pérdidas de potencia son de 9.92 kw., representando el aprox. el 13% de la potencia que absorbe el motor. Los ahorros potenciales que se lograría por el reemplazo del motor actual por otro motor de alta eficiencia Premium (95%), con las mismas características de funcionamiento (trabajando 450 horas/mes).

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

❖	Potencia Absorbida:	P_{abs}	= 76,28 kw
❖	Potencia Útil:	$P_{\acute{u}til}$	= 66,36 kw
❖	Pérdida de potencia:	P_p	= 9,92 kw
❖	Eficiencia motor nuevo:	%	= 96

➤ **CÁLCULO DE LA POTENCIA ABSORBIDA POR EL MOTOR PREMIUM:**

$$P_{abs.p} = \frac{P_{\acute{u}til}}{\eta_p} = \frac{66.36}{0.95} = 69.87 \text{ kw}$$

➤ **PÉRDIDA DE POTENCIA EN EL MOTOR PREMIUM:**

$$P_{p1} = P_{abs.p} - P_{\acute{u}til} = 69.87 - 66.36 = 3.51 \text{ kw}$$

➤ **AHORRO DE ENERGÍA**

$$\text{Ahorro} = P_p - P_{p1} = 9.92 - 3.51 = 6.41 \text{ kW} \times 450 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 2884.5 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro} = 34614 \text{ kwh/año}$$

➤ **AHORRO DE ECONÓMICO**

$$\text{Ahorro} = 34614 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \times \frac{\$/0.22}{\text{kWh}} = \$/7615.08/\text{año}$$

4.11.5 MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA (COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA)

La mayoría de los aparatos conectados a la red eléctrica, consumen además de la energía activa, una cierta cantidad de energía reactiva. Por ejemplo en el caso de la planta avícola los principales equipos que requieren energía reactiva son los transformadores, motores y fluorescentes.

En la planta de congelados y conservas de pescado el segundo transformador por carecer de un sistema de compensación de potencia reactiva, tiene un bajo factor de

potencia promedio de 0.913. Para corregir el factor de potencia de la planta avícola de 0.913 a 0.96, es necesario instalar bancos de condensadores automáticos.

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

- ❖ Máxima demanda: $P = 232.55 \text{ kw}$
- ❖ Factor de Potencia actual: $\text{Cos}\varphi_1=0,913 \rightarrow \varphi_1= 24.08^\circ$
- ❖ Factor de Potencia Nuevo: $\text{Cos}\varphi_2=0,96 \rightarrow \varphi_2 = 16.26^\circ$

Reemplazando dichos valores en la siguiente ecuación se tiene:

$$Q_c = P_{\text{actual}} \times (\text{Tan } \varphi_1 - \text{Tan } \varphi_2)$$

$$Q_c = 232.55 \times (\text{Tan } 24.08^\circ - \text{Tan } 16.26^\circ)$$

$$Q_c = 36.10 \text{ kvAR}$$

Nota: Normalizado se seleccionará un condensador de 36 kvAR.

Al compensar la energía reactiva, se reduce también las pérdidas de potencia activa (Efecto Joule) en los conductores y transformadores. La pérdida de potencia activa total en los conductores es de 66.05 kw. Así mismo en el segundo transformador existe un pérdida de potencia de aproximadamente 6.5 kw.

$$P_{p.\text{final}} = P_{p.\text{inicial}} \times \left(\frac{\text{Cos}\varphi_{\text{inicial}}}{\text{Cos}\varphi_{\text{final}}} \right)^2$$

$$P_{p.\text{final}} = 66.05 \times \left(\frac{0.913}{0.96} \right)^2 = 59.74 \text{ kw (en conductores)}$$

$$P_{p.\text{final}} = 6.50 \times \left(\frac{0.913}{0.96} \right)^2 = 5.87 \text{ kw (en transformador)}$$

$$\text{Reducción de } P_{p.\text{final}} = (66.05+6.50)-(59.74+5.87) = 6.94 \text{ kw}$$

➤ AHORRO DE ENERGÍA ACTIVA (EFECTO JOULE)

$$\text{Ahorro} = 6.94 \text{ kw} \times 450 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 3123 \text{ kwh/mes}$$

$$\text{Ahorro} = 37476 \text{ kwh/año}$$

➤ **AHORRO DE ENERGÍA REACTIVA**

$$\text{Ahorro} = 36 \text{ kvAR} \times 450 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 16200 \text{ kvvARh/mes}$$

$$\text{Ahorro} = 194400 \text{ kvARh/año}$$

➤ **AHORRO ECONÓMICO**

$$\text{❖ E. Activa: Ahorro} = 37476 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/.0.22}{\text{kWh}} = \text{S}/.8244.72/\text{año}$$

$$\text{❖ E. Reactiva: Ahorro} = 194400 \frac{\text{kVARh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/.0.0353}{\text{kVARh}} = \text{S}/. 6862.32/\text{año}$$

4.11.6 MEJORA EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El alumbrado en la planta de congelados y conservera, posee lámparas fluorescentes convencionales T-12 de 40 w, habiéndose evaluado la necesidad de reemplazar éstas por fluorescentes delgadas T-8 de 36 w, es decir consumen 4 w menos, pero iluminan igual.

➤ **AHORRO DE ENERGÍA**

$$\text{Ahorro} = \frac{(40\text{w}-36\text{w})}{1000} \times 81 \text{ piezas} \times 360 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 116.64 \text{ kwh/mes}$$

$$\text{Ahorro} = 1399.68 \text{ kwh/año}$$

➤ **AHORRO ECONÓMICO**

$$\text{Ahorro} = 1399.68 \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/.0.22}{\text{kwh}} = \text{S}/.307.93/\text{año}$$

Se propone apagar las lámparas en turno día de 8:00am a 5:00pm

➤ **AHORRO DE ENERGÍA ACTIVA**

$$\text{Ahorro} = 1.64 \text{ kw} \times 270 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 442.8 \text{ kwh/mes}$$

$$\text{Ahorro} = 5313.60 \text{ kwh/año}$$

➤ **AHORRO ECONÓMICO**

$$\text{Ahorro} = 5313.60 \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/.0.22}{\text{kwh}} = \text{S}/.1168.99/\text{año}$$

4.11.7 Mejora en sistema de facturación de energía eléctrica

El ahorro que se consiga es energético y económico debido a que se puede suscribir un nuevo contrato de suministro. Se recomienda el cambio de opción tarifaria de MT3 actual a MT2,, para las mismas condiciones de carga y operación.

Tabla 08. Comparación de Facturación Tarifaria

CARGO	PLAN TARIFARIO		
	MT2	MT3	MT4
Fijo mensual	S/. 4,30	S/. 3,65	S/. 3,65
Energía Activa	S/. 29.244,06	S/. 29.244,06	S/. 31.053,69
Potencia Activa de Generación	S/. 1.969,60	S/. 6.613,13	S/. 6.613,13
Potencia Activa en Distribución	S/. 7.916,57	S/. 7.630,88	S/. 7.630,88
Energía Reactiva > 30%	S/. 1.651,54	S/. 1.651,54	S/. 1.651,54
Monto Total	S/. 40.786,07	S/. 45.143,26	S/. 46.952,89

Fuente: Elaboración Propia

➤ AHORRO ECONÓMICO

$$\text{S}/. 45.143,26 - \text{S}/. 40.786,07 = \text{S}/. 4357.19/\text{mes.}$$

$$\text{S}/. 4357.19 / \text{mes} \times 12 \text{mes/año} = \text{S}/. 52286.28/\text{año}$$

4.11.8 MEJORA POR MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

ELÉCTRICAS

Este tipo de ahorro está referido básicamente a las pérdidas de potencia por distribución que se tiene por falta de mantenimiento adecuado de las instalaciones eléctricas, el ahorro que puede lograrse por este concepto es del 1 al 2% del consumo eléctrico total.

El mantenimiento debe estar referido a:

➤ TRANSFORMADORES

Existen pruebas que no son mantenidos con la frecuencia requerida, es conveniente revisar el nivel de aceite y limpiar la gran cantidad de polvo acumulado en los aisladores y techos de los transformadores, ya que existe el riesgo de falla por cortocircuito; se sugiere programar las maniobras respectivas.

➤ TABLEROS

Verificación de los falsos contactos en llaves de tableros generales, interruptores en general, equipos eléctricos y lámparas. Se ha observado que la mayoría de las llaves de los tableros de mando de los equipos de principales está en mal estado, lo que imposibilita realizar maniobras en caso de urgencia arriesgando así la seguridad de las personas.

➤ AISLAMIENTO

Control periódico de los niveles de aislamiento y de tensión para detectar fugas a tierra.

Se ha detectado en forma maestra, los niveles de aislamiento deficientes, como es el caso de los circuitos de alimentación de alumbrado.

En base al consumo promedio que es de 239418.16 kwh/mes, la tarifa vigente a la fecha, se puede tener el siguiente ahorro considerando un ahorro del 1% del total de consumo eléctrico.

➤ **AHORRO DE ENERGÍA ACTIVA**

$$\text{Ahorro} = 1\% \times 239418.16 \frac{\text{kwh}}{\text{mes}} = 2394.18 \text{ kwh/mes}$$

$$\text{Ahorro} = 28730.18 \text{ kwh/año}$$

➤ **AHORRO ECONÓMICO**

$$\text{Ahorro} = 28730.18 \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/}0.22}{\text{kwh}} = \text{S/}6320.64/\text{año}$$

4.12 RESUMEN DE LOS AHORROS ENERGETICOS

A continuación se presenta un resumen de los ahorros que pueden generarse por mejoras del sistema eléctrico en la empresa, tanto en términos de energía eléctrica (kwh) y el ahorro económico derivado de la misma.

Tabla 09. Resumen de ahorro económico

Análisis de Ahorros de Energía Eléctrica		
Oportunidades de Mejora del Sistema Eléctrico	Ahorros Anuales	
	(kwh)	(S/.)
Líneas de Distribución de Energía Eléctrica	171990.00	37837.80
Empleo de Motores Eficientes	34614.00	7615.08
Compensación de Energía Reactiva	58536.00	26221.32
Sistema de Iluminación Eficiente	6713.28	1476.92
Sistema de Facturación Eléctrica	-----	52286.40
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	28730.18	6320.64

TOTAL	300583,46	131758,16
-------	-----------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

4.13 MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

En la siguiente figura se muestra la comparación del nivel de eficiencia energética eléctrica sin y con propuesta durante el periodo de vida del proyecto.

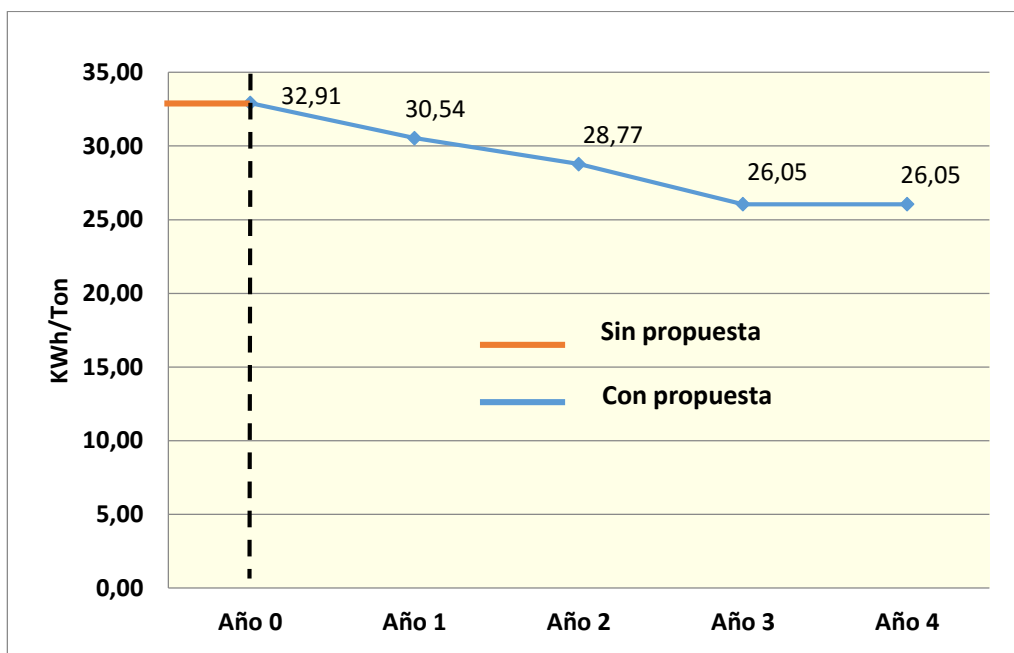


Figura 14.- Comparación de la Eficiencia Energética Eléctrica (kwh/Ton)

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V:

ANÁLISIS ECONOMICO

5.1. RECURSOS ECONÓMICOS PARA PONER EN MARCHA EL PLAN DE GESTIÓN

Teniendo en cuenta los costos energéticos actuales, se determina la inversión necesaria para la implementación de la mejora; dicha inversión se cuantifica sobre la base de presupuestos facilitados por distintos fabricantes.

A continuación se presenta de manera esquemática las acciones que se propone de acuerdo a los programas establecidos, y la inversión requerida en cada caso.

5.2. USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Tabla 10.- Inversión – Uso racional y eficiente de la energía eléctrica

Acciones	Inversión
Objetivo Estratégico 1	
Diseñar presentaciones para los trabajadores y empleados de la empresa	S/C
Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa.	S/. 4000.00
Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.)	S/. 4000.00
Asesoría en ingeniería de sistemas eléctricos	S/. 12000.00
Total Parcial	S/. 18000.00

FUENTE: Elaboración Propia

5.3. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Tabla 11.- Inversión – Reducción del consumo de energía eléctrica

Acciones	Inversión
Procedimiento Estratégico 2	
Solicitar bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.	S/C
Implementar el sistema de compensación elegido.	S/. 10000.00
Total Parcial	S/. 10000.00
Procedimiento Estratégico 3	
Comprar las iluminarias recomendadas (fluorescentes T8).	S/C
Reemplazar fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.	S/. 600.00
Total Parcial	S/. 600.00
Procedimiento Estratégico 4	
Adquirir conductores según las capacidades establecidas en presente estudio.	S/.30000,00
Cambiar los conductores en el sistema de alimentación principal.	S/. 5000,00
Adquirir motores de alta eficiencia según las capacidades establecidas en presente estudio.	S/. 80000,00
Sustituir motores de baja eficiencia por los de alta eficiencia.	S/. 3000,00
Total Parcial	S/. 118000,00
Procedimiento Estratégico 5	
Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)	S/C
Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	S/C
Implementar plan de verificación periódica nivel de aceite en el transformador (cada 6 meses)	S/C
Implementar plan de limpiezas periódicas del transformador.	S/C
Implementar plan de medición con frecuencia de la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55°C.	S/C
Implementar un programa periódico de ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barrajes, etc.	S/C
Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)	S/C

Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	S/C
--	-----

5.4. ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Tabla 12.- Inversión – Administración del sistema eléctrico

Acciones	Inversión
Procedimiento Estratégico 6	
Solicitar el cambio de opción tarifaria de MT3 a MT2.	S/C
Instalar un medidor electrónico.	S/. 20000,00
Total Parcial	S/. 20000,00
Procedimiento Estratégico 7	
Adquirir e instalar el sistema ECS (Energy Control System).	S/. 15000,00
Configurar sistema y establecer salidas de alarmas y/o actuación en consumidores prioritarios.	S/. 5000,00
Total Parcial	S/. 20000,00

FUENTE: Elaboración Propia

5.5. CUADRO RESUMEN DE INVERSIÓN

Tabla 13.- Resumen de Inversión (2014 – 2018)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión					
Asesoría en ingeniería y capacitación	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Equipos de compensación	---	10,000	---	---	---
Inversión Tecnología	35600	83000	20000		20000
Total	53600	111000	38000	18000	38000
Total Inversión (S/.)	258 600				

FUENTE: Elaboración Propia

5.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PLAN DE GESTIÓN

El primer incentivo para implementar programas de ahorro de energía; es el aspecto económico. El grado en el que las inversiones de capital son tomadas, estas deben ser consistentes con criterios económicos. Todos los costos y beneficios deberían reflejar la situación económica al tiempo cero, donde arranca el proyecto.

Los resultados que se obtienen al actualizar los valores del Flujo Económico mediante el uso de las tasas de descuento, generalmente se concentran en tres tipos de indicadores: Valor Actual Neto, la Relación Beneficio /Costo y la Tasa Interna de Retorno.

Tabla 14.- Parámetros para evaluación económica del plan de gestión

Descripción	Datos Financieros
Tasa de descuento	12%
Costo Mantenimiento Anual	S/. 9600
Inversión	S/. 258 600
Vida útil del proyecto (en años)	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.- Ahorro Económico (S/.) en un periodo de 4 años

Ahorro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Líneas de Distribución de Energía Eléctrica	37.837,80	37.837,80	37.837,80	37.837,80
Empleo de Motores Eficientes		7.615,08	7.615,08	7.615,08
Compensación de Energía Reactiva		26.221,32	26.221,32	26.221,32
Sistema de Iluminación Eficiente	1.476,92	1.476,92	1.476,92	1.476,92
Sistema de Facturación Eléctrica			52.286,40	52.286,40
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	6.320,64	6.320,64	6.320,64	6.320,64
Total	45.635,36	79.471,76	131.758,16	131.758,16
Total Ahorro (S/.)	388 623.44			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16.- Depreciación anual de los activos en (S/.)

Elemento	Costo (S/.)	Vida Útil	Depreciación Anual (S/.)	Valor Residual (S/.)
Sistema de compensación elegido	10.000	10	1.000,00	6.000,00
Conductores	35.000	20	1.750,00	28.000,00
Motores	83.000	20	4.150,00	70.550,00
Medidor Eléctrico	20.000	15	1.333,33	17.333,33
Sistema ECS	20.000	10	2.000,00	18.000,00
Total Depreciación (S/.)			10.233,33	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17- Flujo del Análisis Económico

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos					
Líneas de Distribución de Energía Eléctrica		37.838	37.838	37.838	37.838
Empleo de Motores Eficientes			7.615	7.615	7.615
Compensación de Energía Reactiva			26.221	26.221	26.221
Sistema de Iluminación Eficiente		1.477	1.477	1.477	1.477
Sistema de Facturación Eléctrica				52.286	52.286
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas		6.321	6.321	6.321	6.321
Egresos					
Asesoría en ingeniería y capacitación	-18.000	-18.000	-18.000	-18.000	-18.000
Equipos de medición		-10.000			
Inversión Tecnología	-35.600	-83.000	-20.000		-20.000
Mantenimiento		-9.600	-9.600	-9.600	-9.600
Depreciación		-10.233	-10.233	-10.233	-10.233
Utilidad Bruta		-85.198	21.638	93.925	73.925
Impuestos		0	-6.492	-28.177	-22.177
Utilidad Neta		-85.198	15.147	65.747	51.747
Depreciación		10.233	10.233	10.233	10.233
Valor residual					139.883
Sistema de compensación elegido					6.000
Conductores					28.000
Motores					70.550
Medidor Eléctrico					17.333
Sistema ECS					18.000
Flujo de caja	-53.600	-74.965	25.380	75.981	201.864
Flujo acumulado	-53.600	-128.565	-103.184	-27.204	174.660

Fuente: Elaboración propia

5.6.1. VALOR ACTUAL NETO:

El Valor Actual Neto para la tasa de descuento del proyecto es:

$$\mathbf{60VAN = S/. 94187.00}$$

Para la Empresa CULTIMARINE S.A.C el proyecto es rentable porque el VAN es de S/. 94187.00 nuevos soles, generando beneficios después de haber logrado cubrir todos los costos, esto significa que es viable hacer la implementación de un sistema de gestión energética.

5.6.2. TASA INTERNA DE RETORNO:

Para el presente proyecto la Tasa Interna de Retorno es:

$$\mathbf{TIR = 33,49\%}$$

Para la Empresa, su Tasa Interna de Retorno es de 33,49% que es mayor al costo del capital del 12%, por ende la mejora de la eficiencia energética genera beneficios, mayores al costo, lo cual va a significar un aumento de la rentabilidad.

5.6.3. RELACIÓN BENEFICIO / COSTO:

La relación Beneficio / Costo del proyecto es:

$$\mathbf{B/C = 2,76}$$

Para la Empresa la relación beneficio costo de 2.76 significa que por cada nuevo sol invertido obtiene una rentabilidad de 1.76 nuevos soles, es decir que recupera su inversión y obtiene una rentabilidad adicional para la mejora de la eficiencia energética.

5.6.4. PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL:

El capital será recuperado aproximadamente en 4 años 2 meses.

Resumen de la evaluación económica

A continuación se presenta un cuadro resumen de valores de los indicadores económicos, la inversión y el ahorro anual del proyecto.

Tabla 18.- Resumen de evaluación económica del proyecto

Descripción	Valor
Inversión (2014-2018)	S/. 258 600.00
Ahorro (2014-2018)	S/. 388 623.44
Valor Actual Neto	S/. 94187.00
Tasa Interna de Retorno	33,49%
Relación B / C	2.76
Periodo de Recuperación	4 años 2 mes

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El análisis energético da como resultado que existe la posibilidad de ahorrar S/. 388 623.44 nuevos soles en la empresa a través de la mejora en su sistemas eléctricos en el mediano plazo.
- El diseño y propuesta de implementación de un plan de gestión energética, permitirá mejorar la administración del consumo de energía el cual logrará que el ahorro sea sostenido a partir de la ejecución.
- Las mejoras identificadas contribuyeron a mejorar la eficiencia energética permitiendo reducir el índice energético eléctrico (kWh/ Ton) de 32.91 a 26.05 que representa un 21% a lo largo de la implementación del proyecto.
- Se nota que recuperamos la inversión en 4 años 2 meses, obteniéndose un TIR de 33.49%, el VAN estimado es de S/94.187 y Beneficio/Costo resulto 2.76. Por lo tanto podemos concluir y afirmar que la propuesta es factible económicamente

RECOMENDACIONES

- Es recomendable e importante que las personas que forman parte del grupo del programa de ahorro de energía sean personas comprometidas y responsables las cuales deberán realizar seguimiento continuo a lo que se va logrando y tengan la capacidad de difundir en sus áreas lo que se trata en las reuniones.
- Las acciones propuestas para mejorar la eficiencia energética y las nuevas tecnologías se deben implementar con la debida orientación y capacitación de los usuarios por profesionales especialistas en el tema.
- Es indispensable implementar programa de auditorías energéticas en el sistema eléctrico para lograr mayores ahorros energéticos y mejorar la competitividad de la empresa.
- En la gestión debe disponerse de procedimientos estandarizados que permitirán rigurosidad y repetitividad, las herramientas de posible aplicación para llevar a cabo este fin son: ISO 50001.
- El trabajo expuesto es un aporte para futuras investigaciones relacionadas al uso eficiente de la energía eléctrica en instalaciones industriales en la búsqueda de la competitividad empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

- Guía Metodológica: (2012) *“Plan de Implementación y seguimiento de acciones de mejora”*. Vicerrectorado de Calidad e Innovación. Universidad del País Vasco – España.

- Gilvonio Alegría, Leoncio: (2011) *“El ahorro de energía en la industria cementera como estrategia de la excelencia operativa”* Tesis para optar el Título Profesional de Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.

- Hernández Sampieri, Roberto: (2012) *“Metodología de la Investigación”* 3° Edición.

- Ministerio de Energía y Minas: (2007) *“Proyecto para el Ahorro de Energía - Electricidad”*. 1° Edición: PAE. Lima – Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: NIVEL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

EMPRESA CULTIMARINE SAC			
Mes	Producción Ton	Energía Eléctrica KWh	C.E KWh/Ton
ene-14	7150,00	247799,98	34,66
feb-14	7090,00	205527,26	28,99
mar-14	6950,00	232690,89	33,48
abr-14	7200,00	214854,53	29,84
may-14	7300,00	224999,98	30,82
jun-14	7350,00	272018,16	37,01
jul-14	7400,00	286472,70	38,71
ago-14	7480,00	249872,71	33,41
sep-14	7550,00	220527,25	29,21
Promedio	7274,44	239418,16	32,90

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02: CONSUMO DE E. ACTIVA Y E. REACTIVA

Mes/año	Energía Eléctrica Consumida	
	Energía Activa (KWH/mes)	Energía Reactiva (KVARH/mes)
ene-14	247799,98	109199,99
feb-14	205527,26	96109,08
mar-14	232690,89	113563,63
abr-14	214854,53	104727,26
may-14	224999,98	116345,44
jun-14	272018,16	140945,44
jul-14	286472,70	144981,81
ago-14	249872,71	115963,63
sep-14	220527,25	93709,08
Promedio	239418,16	115060,60

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 03: CONSUMO DE POTENCIA REACTIVA Y FACTOR DE POTENCIA

EMPRESA CULTIMARINE SAC			
Mes/año	S (KVA)	COS ϕ	Q (KVAR)
ene-14	812.25	0.920	318.34
feb-14	761.24	0.910	315.62
mar-14	757.58	0.900	330.22
abr-14	745.45	0.900	324.94
may-14	723.19	0.890	329.74
jun-14	756.96	0.980	150.63
jul-14	827.37	0.890	377.25
ago-14	802.20	0.910	332.60
sep-14	800.40	0.920	313.69
Promedio	776.293	0.913	310.336

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04: DISTRIBUCIÓN EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

EMPRESA CULTIMARINE SAC				
Características de las lámparas utilizadas				
Potencia	40	W	Balasto Electrónico	Tipo T12
ÁREA	CANTIDAD		POTENCIA INSTALADA	
Primer Piso	5	Pzas.	0.20	kW
Segundo Piso	4	Pzas.	0.16	kW
Mantenimiento	16	Pzas.	0.64	kW
Calderas Compresoras	4	Pzas.	0.16	kW
		Pzas.		kW
Talleres	12	Pzas.	0.48	kW
otros	40	Pzas.	1.60	kW
TOTAL GENERAL	81	Pzas.	3.24	kW

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 05:
EXCESO DE CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA PROMEDIO

EMPRESA CULTIMARINE SAC.			
Mes/año	Consumo KVARh/mes	Costo S/. x KVARh	S/. / mes
ene-14	34860,00	0,0353	1230,56
feb-14	34450,91	0,0353	1216,12
mar-14	43756,36	0,0353	1544,60
abr-14	40270,91	0,0353	1421,56
may-14	48845,45	0,0353	1724,24
jun-14	59340,00	0,0353	2094,70
jul-14	59030,00	0,0353	2083,76
ago-14	41001,81	0,0353	1447,36
sep-14	27550,91	0,0353	972,55
Promedio	43234,04	0,0353	1526,16

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 06: INDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

Periodo	Producción Tn	Energía Eléctrica kWh	KWh/Ton
Año 0	87293,33	2873017,94	32,91
Año 1	87293,33	2665584,49	30,54
Año 2	87293,33	2511782,67	28,77
Año 3	87293,33	2274117,22	26,05
Año 4	87293,33	2274117,22	26,05

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 07: CARÁCTERÍSTICAS DE TARIFAS EN MEDIA TENSIÓN

Tarifas en media tensión: opción - descripción - cargos que comprende		
MT2	Tarifa con doble medición de energía activa y contratación o medición de dos potencias. 2E2P Cargo fijo mensual.	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo por energía activa en horas punta. • Cargo por energía activa en horas fuera de punta. • Cargo por potencia en horas punta. • Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta. • Cargo por energía reactiva.
MT3	Tarifa con doble medición de energía activa y contratación o medición de una potencia. 2E1P Calificación: I. Clientes de punta II. Clientes fuera de punta cargo fijo mensual.	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo por energía activa en horas punta. • Cargo por energía activa en horas fuera de punta. • Cargo por potencia. • Cargo por energía reactiva.
MT4	Tarifa con simple medición de energía activa y contratación o medición de una potencia. 1E1P Calificación: I. Clientes de punta II. Clientes fuera de punta cargo fijo mensual.	<ul style="list-style-type: none"> • Cargo por energía activa. • Cargo por potencia. • Cargo por energía reactiva.

Fuente: Hidrandina S.A.