



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

**Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA
MEJORAR EL INDICE DE CONSUMO
ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN LA
PROCESADORA DE ARROZ “CRISTO
MORADO SAC””**

Autor:

Br. MIGUEL ANGEL DIAZ ZURITA

Asesor:

ING. M.Sc. CIP. JONY VILLALOBOS CABRERA

Lambayeque – Perú

2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

**Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA
MEJORAR EL INDICE DE CONSUMO
ENERGÉTICO ELÉCTRICO EN LA
PROCESADORA DE ARROZ “CRISTO
MORADO SAC””**

Presentado Por:

Br. MIGUEL ANGEL DIAZ ZURITA

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE: ING. M.Sc. Segundo Horna Torres

SECRETARIO: Dr. Daniel Carranza Montenegro

MIEMBRO: Dr. Jorge Nombera Temoche

ASESOR: ING. M.Sc. Jony Villalobos Cabrera

Lambayeque – Perú

2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**



TESIS

TITULO

**“PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA MEJORAR EL
INDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO
EN LA PROCESADORA DE ARROZ “CRISTO
MORADO SAC””**

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.

CAPITULO II: MARCO TEORICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

CAPITULO VII: ANEXOS.

AUTOR: Br. MIGUEL ANGEL DIAZ ZURITA

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

ASESOR

Lambayeque – Perú

2018

DEDICATORIA

A mi madre,

Por ser la persona más importante en mi vida, aquella que me mostró la importancia de la educación y la que fue mi gran compañera en los buenos y malos momentos.

Por ello, le dedico cada minuto de esfuerzo que me hizo llegar hasta este gran momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento:

A mi familia, la cual me ha brindado el soporte en los momentos más difíciles, alimentando mis ganas de seguir adelante.

A mi asesor, el Ing. Jony Villalobos Cabrera, el cual ha sido de gran apoyo en la elaboración de esta Tesis, al haber aceptado que recurra a sus conocimientos y experiencia, además de haberme tenido la paciencia necesaria, para poder sacarme las dudas y guiarme durante todo el desarrollo de este Trabajo.

A la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, la cual fue la base fundamental para la adquisición de todos los conocimientos necesarios para comenzar mi vida profesional, así como a todos los buenos docentes que la conforman.

Y por último, a todos mis amigos y compañeros de estudio de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ya que gracias a la competitividad que demostraron, motivaron mis ganas de seguir adelante en la formación de mi carrera profesional.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se presenta una Propuesta Estratégica para mejorar el Índice de Consumo Energético Eléctrico en la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC” y generar ahorros económicos a la empresa.

El estudio busca la competitividad de la empresa basada en la gestión de la energía eléctrica. Para ello, es necesario realizar un diagnóstico energético eléctrico para luego determinar las 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, Compensación de la Energía Reactiva excesiva, implementación de líneas de distribución eficientes, implementación de luminarias eficientes, empleo de motores de alta eficiencia.

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.

PALABRAS CLAVES: Propuesta Estratégica, Índice de Consumo Energético Eléctrico, Eficiencia Energética

ABSTRACT

In the present research work a Strategic Proposal is presented to improve the Electric Energy Consumption Index in the Rice Processor "Cristo Morado SAC" and generate economic savings to the company.

The study seeks the competitiveness of the company based on the management of electric power. For this, it is necessary to carry out an electrical energy diagnosis to then determine the actions to be carried out without and with investment.

Among the actions to be considered, the savings and benefits achieved by: Tariff Management of Electric Power, Compensation of Excessive Reactive Energy, implementation of efficient distribution lines, implementation of efficient luminaires, use of high efficiency motors are demonstrated.

The results obtained in the research were achieved through technical engineering criteria, and economic evaluation is also necessary through the application of financial tools such as VAN, TIR, B / C, which allow us to evaluate the profitability of the project.

KEYWORDS: Strategic Proposal, Electric Energy Consumption Index, Energy Efficiency

INDICE

INDICE	8
INDICE DE TABLAS.....	10
INDICE DE FIGURAS	11
INTRODUCCION	12
CAPÍTULO I	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Formulación del problema	22
1.3. Delimitación de la investigación	22
1.4. Justificación e importancia de la investigación	34
1.5. Limitaciones de la investigación	35
1.6. Objetivos de la investigación	36
1.6.1 Objetivo General.....	36
1.6.2 Objetivos Específicos	36
CAPÍTULO II	37
MARCO TEÓRICO.....	37
2.1. Antecedentes del Estudio.....	37
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado	38
CAPITULO III	55
MARCO METODOLÓGICO	55
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	55
3.2 Población y muestra.....	55
3.3 Formulación de la hipótesis.....	55
3.4 Variables-Operacionalización.....	56
3.5 Métodos y técnicas de investigación	57
3.6 Descripción de los instrumentos utilizados.....	57
3.7 Análisis estadístico e interpretación de datos.....	58
CAPITULO IV	59
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	59
4.1 Diagnóstico energético eléctrico en las instalaciones de la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”	59
4.2. Análisis de contratos de suministro de energía mediante la selección apropiada de las tarifas eléctricas.....	77

4.3. Evaluación de las áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.....	78
4.4. Propuesta Estratégica de Gestión de la Energía Eléctrica.....	86
4.5. Análisis económico del proyecto	102
CAPÍTULO VI	110
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
6.1 Conclusiones.....	110
6.2 Recomendaciones.....	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
ANEXOS	114

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas e instrumentos en la investigación	58
Tabla 2: Potencia Eléctrica en Área de Producción.....	61
Tabla 3: Potencia Eléctrica en Área de Almacén	63
Tabla 4: Potencia Eléctrica en Área de Contabilidad.....	63
Tabla 5: Cuadro Resumen de Potencias por Áreas	63
Tabla 6: Comparación de Facturación Tarifaria	84
Tabla 7: Resumen de Ahorro Económico.....	86
Tabla 8: Índice de Consumo Energético Eléctrico	86
Tabla 9: Programas de Gestión Energética Empresarial.....	89
Tabla 10: PLAN DE ACCIÓN N° 1	90
Tabla 11: PLAN DE ACCIÓN N° 2	91
Tabla 12: PLAN DE ACCIÓN N° 3	91
Tabla 13: PLAN DE ACCIÓN N° 4	92
Tabla 14: PLAN DE ACCIÓN N° 5	92
Tabla 15: Cronograma de Acciones.....	94
Tabla 16: Seguimiento y Monitoreo - Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica ...	97
Tabla 17: Seguimiento y Monitoreo - Reducción del consumo de energía eléctrica	98
Tabla 18: Inversión – Uso racional y eficiente de la energía eléctrica	103
Tabla 19: Inversión – Reducción del consumo de energía eléctrica	103
Tabla 20: Resumen de Inversión (2018 – 2022)	105
Tabla 21: Parámetros para evaluación económica del plan de gestión	106
Tabla 22: Ahorro Económico (S/.) en un periodo de 4 años	106
Tabla 23: Depreciación anual de los activos en (S/.).....	106
Tabla 24: Flujo del Análisis Económico.....	107
Tabla 25: Resumen de evaluación económica del proyecto.....	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Demanda de Energía Primaria por escenario del WEO	16
Figura 2: Diagrama de Evolución del Balance entre Oferta y Demanda de Electricidad...	20
Figura 3: Diagrama de evolución mensual del Costo Marginal y Precio de Barra de Energía Activa	20
Figura 4: Organigrama.....	24
Figura 5: Tolva de recepción.....	25
Figura 6: Almacén de arroz en cáscara.....	25
Figura 7: Elevador de Cangilones 1	26
Figura 8: Máquina de Pre-Limpieza	26
Figura 9: Elevador de Cangilones 2	27
Figura 10: Máquina Descascaradora	27
Figura 11: Mesa Paddy.....	28
Figura 12: Calibrador de Grano.....	29
Figura 13: Pulidora.....	30
Figura 14: Pulidora de Agua	30
Figura 15: Mesa Rotatoria Vaiven.....	31
Figura 16: Dosificador 1	31
Figura 17: Dosificador 2.....	31
Figura 18: Seleccionadora por Color.....	32
Figura 19: Área de Almacenamiento.....	33
Figura 20: Diagrama del Proceso del Molino Cristo Morado SAC	34
Figura 21: Diagrama de consumos de energía activa	65
Figura 22: Diagrama Demanda Máxima en horas fuera de punta	66
Figura 23: Diagrama de consumo de Energía Reactiva	67
Figura 24: Pagos netos por exceso de Energía Reactiva.....	67
Figura 25: Diagrama unifilar de distribución de la energía eléctrica	68
Figura 26: Distribución de mayor consumidor de energía eléctrica	70
Figura 27: Distribución de mayor consumidor de energía eléctrica	72
Figura 28: Pagos por Consumo de Energía Eléctrica.....	78
Figura 29: Organigrama – Creación de Comité de Energía Eléctrica	102

INTRODUCCION

En la actualidad, una de las prioridades en la política energética tanto en nuestro país como en el resto del mundo es lograr el más alto grado de eficiencia en su consumo de energía.

El ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica 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 alimentos balanceados, teniendo como principal objetivo la reducción del Índice Energético (IE) Kilowatt - hora/saco de producto terminado 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.

Se trata de un plan a corto y mediano plazo en el que se plantean una serie de medidas en áreas del proceso productivo que profundizarán en la utilización óptima de los recursos energéticos eléctricos, contribuyendo de esta manera con el uso racional de energía eléctrica en la empresa.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

El Cambio Climático se ha configurado como uno de los principales desafíos para las sociedades contemporáneas, el cual es originado por el aumento del Efecto Invernadero que tiene como resultado un aumento de la temperatura de la superficie terrestre y otros relacionados, como puede ser, el crecimiento del nivel del mar, cambios en la circulación atmosférica, regímenes de lluvias, entre otros.

Por otro lado tenemos el efecto invernadero, que es un fenómeno natural en el cual la radiación de calor de la superficie del planeta, es absorbida por los gases de la atmósfera y es remitida a todas direcciones, lo que resulta en un aumento de la temperatura superficial. Los gases más eficientes en absorber el calor se llaman: gases de efecto invernadero y entre ellos tenemos el CO₂, que es el que la humanidad en su consumo de recursos ha aumentado en niveles muy altos, el cual se agudizó desde el inicio de la era industrial en el siglo XIX, y es el principal causante del calentamiento global. Este representa el 75% aproximadamente del total de emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, es decir, de todos los gases de efecto invernadero que se vierten a la atmósfera en los vapores y humos procedentes de tubos de escape, chimeneas, incendios y otras fuentes. El dióxido de carbono se libera principalmente al quemar combustibles fósiles tales como el carbón, el petróleo y el gas natural. Los combustibles fósiles siguen siendo la fuente de energía más utilizada: los quemamos para producir electricidad y calor, y los utilizamos como combustibles para automóviles, buques y aviones.

Otros gases de efecto invernadero generados por las actividades humanas son el metano y el óxido nitroso. Forman parte de los gases invisibles producidos por los vertederos, las explotaciones ganaderas, el cultivo del arroz y determinados métodos agrícolas de fertilización. También fabricamos artificialmente algunos de los gases de efecto invernadero, los llamados en gases fluorados. Se utilizan en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, pero acaban en la atmósfera si se producen fugas, o cuando los aparatos no son objeto de un tratamiento adecuado al finalizar su vida útil.

A lo largo del último siglo, la temperatura media del planeta ha aumentado en 0,6 °C, y la de Europa en particular en casi 1 °C. A nivel mundial, los cinco años más cálidos desde que se conservan registros (es decir, desde alrededor de 1860, momento en que empieza a disponerse de instrumentos capaces de medir las temperaturas con suficiente precisión) han sido, por este orden:

- 1998,
- 2002,
- 2003,
- 2004,
- 2005.

La tendencia al calentamiento se debe a la creciente cantidad de gases de efecto invernadero emitida por las actividades humanas. Los climatólogos prevén que esta tendencia se acelere, aumentando la temperatura media del planeta entre 1,4 °C y 5,8 °C de aquí a 2100, y las temperaturas en Europa entre 2 °C y 6,3 °C. Puede parecer que son aumentos de temperatura muy pequeños. Pero baste recordar que durante la última Edad de Hielo, que finalizó hace 11 500 años, la temperatura

media del planeta era inferior a la actual en solamente 5 °C. Y, sin embargo, los hielos polares cubrían gran parte de Europa. Unos pocos grados provocan grandes variaciones en nuestro clima. A largo plazo, podría incluso desencadenar grandes catástrofes, tales como un rápido aumento del nivel del mar, inundaciones, grandes tempestades y escasez de alimentos y agua en algunas partes del mundo.

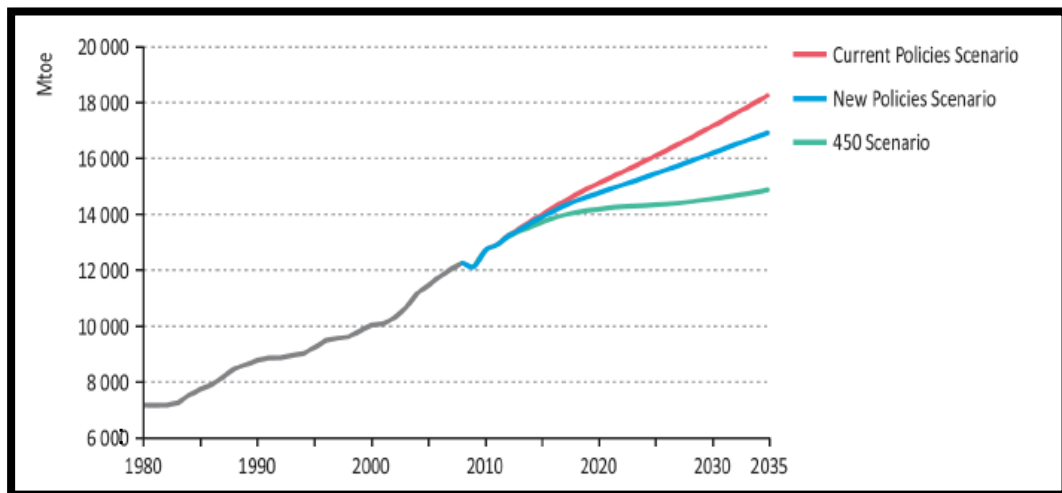
Actualmente, en el mundo, se han desarrollado diferentes organismos e instituciones internacionales como la Agencia Internacional de Energía (EIA), el Instituto de Prospectiva Tecnológica de la Comisión Europea (IPTS) o el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Como punto de partida, la IEA anunció recientemente que las emisiones de CO₂ en el año 2010 fueron las más altas de la historia, a pesar del contexto recesivo de la mayor parte de las economías avanzadas del planeta. Este dato pone en evidencia lo difícil que resultará alcanzar objetivos como los fijados en la conferencia de las partes de la convención marco de la ONU, celebrada en Cancún en diciembre de 2010. En Cancún se acordó limitar la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) a 450 ppm (partes por millón) para restringir el incremento de la temperatura del planeta a 2°C.

La IEA (2011), en su World Energy Outlook (WEO), presenta un escenario en el que no se sobrepasarían las concentraciones de GEI que garantizarían el aumento de la temperatura por debajo de los 2°C, el denominado Escenario 450. Este escenario se compara con el escenario denominado Nuevas Políticas, compuesto a partir de las propuestas de reducción de emisiones presentadas en la reunión de Copenhague de 2009 (y posteriormente recogidos en Cancún), y con el Escenario Actual, en el que no se contemplan cambios en la evolución actual (business as

usual). En la Figura 01 se muestran las diferencias entre las demandas de energía primaria de cada escenario hasta 2035.

Figura 1: Demanda de Energía Primaria por escenario del WEO



Fuente: IEA 2011

En el análisis realizado por el WEO de 2011 se concluye que una retirada de los subsidios al consumo de combustibles fósiles podría representar una enorme contribución al logro de las metas ambientales y de seguridad energética. Además, se prevé que los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) sigan siendo las fuentes predominantes de energía en 2035 en los tres escenarios. Obviamente, es en el escenario más limpio donde la participación de los combustibles fósiles es menor, beneficiando a las energías renovables y a la nuclear.

Efectos sobre las fuentes de energía tradicionales

El petróleo seguirá jugando un papel fundamental en el suministro energético. De hecho, su precio se considera demasiado bajo para que contribuya a favor de un cambio a combustibles alternativos, y se estima que la demanda de petróleo siga aumentando de forma sostenida gracias a los países no pertenecientes a la OCDE. La cantidad de recursos disponibles de este producto, tanto convencional como no

convencional, determinará las perspectivas de producción global a largo plazo. En el escenario de Nuevas Políticas se estima que el máximo de producción del petróleo se producirá después de 2035. Sin embargo, en el escenario 450 dicho máximo se produciría antes de 2020.

En este sentido, se estima que el petróleo no convencional juegue un papel cada vez más importante en el futuro, aunque en muchos casos existan esfuerzos por parte de los gobiernos para limitar su demanda. Así, Canadá y Venezuela proveerán los mayores volúmenes de estos recursos, estimándose que las reservas de petróleo no convencional son varias veces mayores que las de petróleo convencional. Este es el único combustible fósil que aumenta su demanda en los tres escenarios del WEO 2011 en 2035. En el escenario de Nuevas Políticas crece un 59% en 2035 con respecto a 2009, una quinta parte provendrá, como en el caso del petróleo, de fuentes no convencionales en EEUU y Asia-Pacífico (, metano de capas de carbón y gas compacto). Como consecuencia de la menor demanda de gas natural por la crisis económica, el auge de la producción de gas natural convencional en EEUU y el aumento de la capacidad de gas natural licuado (GNL), actualmente hay un exceso de capacidad global de suministro de gas.

Este fenómeno podría perdurar, permitiendo unos precios más bajos del gas natural y como consecuencia, una cierta divergencia con la evolución de los precios del petróleo.

Asimismo, el WEO 2011 pronostica que la demanda de energía final en forma de electricidad siga aumentando más que cualquier otro tipo de energía: un 2,4% anual entre 2009 y 2035, fundamentalmente desde los países no pertenecientes a la OCDE (en un 80%). No obstante, la generación eléctrica se está transformando

hacia tecnologías de bajas emisiones de CO₂ como resultado de la inseguridad de suministro de los combustibles fósiles, su alto precio, así como por las políticas de limitación de GEI. Por ello, la utilización de combustibles fósiles para el sector eléctrico experimentará un gran aumento en los países fuera de la OCDE, pero será compensado por los miembros de la OCDE, produciéndose una reducción global relativa de la intensidad de CO₂.

En consecuencia, gracias al cambio a favor de las energías renovables, la energía nuclear y las nuevas tecnologías de bajas emisiones, se espera que la cantidad de CO₂ por MWh generado se reduzca un 30% para 2035.

Para el IPTS las medidas de eficiencia son fundamentales para conseguir las reducciones de emisiones de GEI e influirán sobre las fuentes energéticas tradicionales. Así, en el sector eléctrico se contempla un gran potencial para mejorar de manera eficiente los costes de los distintos tipos de plantas de generación existentes tanto en países en desarrollo como en países desarrollados, particularmente en China, India y EEUU. También se pueden dar importantes ganancias de eficiencia con la mejora del sistema de generación de energía, de transporte y distribución, con la integración efectiva de las fuentes de energía renovables o la generación distribuida. Las redes eléctricas inteligentes, líneas con superconductores eléctricos y dispositivos de almacenamiento de energía hidroeléctrica (desde el bombeo a baterías de nueva generación) serán tecnologías cruciales. Por ello, se tenderá no solo a menos intensidad de combustibles basados en carbono sino también a mejoras de eficiencia que impliquen un cambio sustancial de tecnologías (por ejemplo, el remplazo de calderas de fuel por turbinas de gas de alta eficiencia).

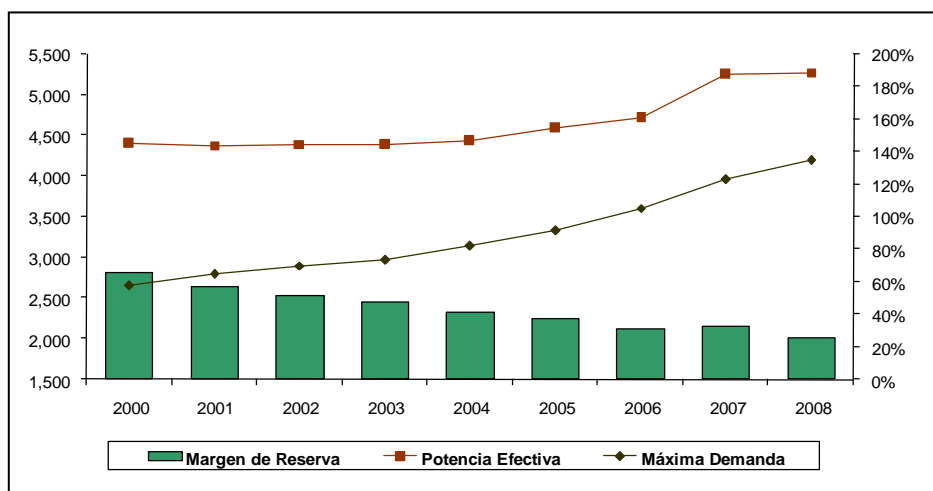
El mundo de la energía se enfrenta al reto de evitar la senda del aumento de consumo de energía actual basado en combustibles fósiles, tanto por sus efectos en términos de cambio climático y de otros problemas ambientales como por su contribución a la inseguridad energética. Un futuro sostenible implica reforzar el ahorro energético y apoyar las tecnologías energéticas con bajas o nulas emisiones de CO₂.

Eficiencia energética, la lucha contra el cambio climático

- **Ahorro energético** El ahorro energético implica no sólo la reducción del consumo, sino también la reducción de emisiones que afectan al medio ambiente. De todos los costos operativos, el energético es el más fácil de controlar, pero para su reducción es indispensable un control continuo, una gestión adecuada de la información y una asesoría energética efectiva.
- **Mejora de la productividad:** Las mejoras en la productividad se centran en optimizar el rendimiento de los equipos y de los procesos, facilitando un correcto mantenimiento.
- **Disponibilidad y fiabilidad:** La supervisión energética permite garantizar la continuidad del suministro, maximizar el tiempo operativo de su proceso productivo, y alcanzar los requerimientos de calidad y tiempos de respuesta.

El crecimiento económico sostenido en el Perú explica el incremento de la demanda eléctrica en 8% promedio anual en los últimos años, lo que ha implicado una reducción del margen de reserva de capacidad.

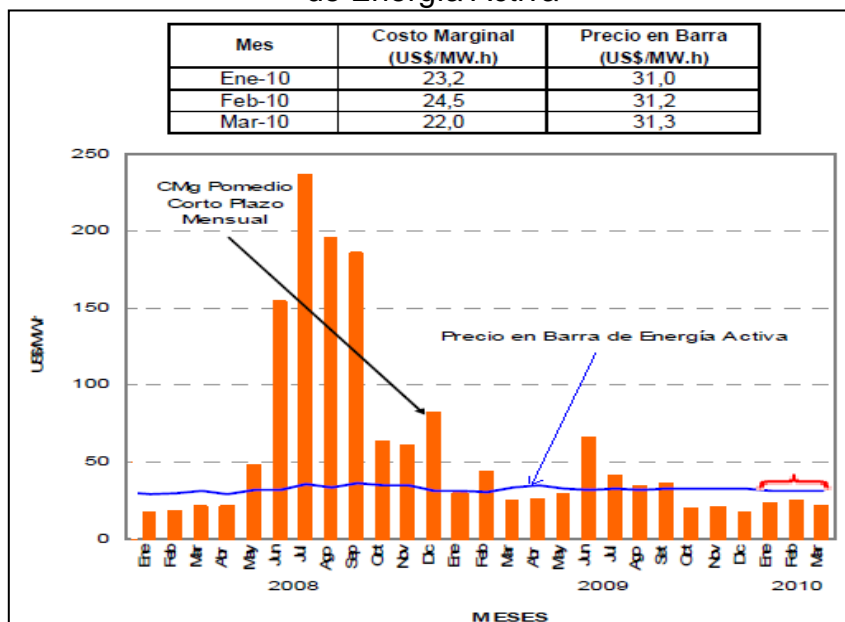
Figura 2: Diagrama de Evolución del Balance entre Oferta y Demanda de Electricidad



Fuente: OSINERGMIN 2010

Ante el crecimiento de la demanda, el sector enfrenta riesgos de falla, aumento de los costos marginales y racionamiento en el corto plazo y riesgo de insuficiencia en el largo plazo.

Figura 3: Diagrama de evolución mensual del Costo Marginal y Precio de Barra de Energía Activa



Fuente: COES-SINAC MINEM 2010

La eficiencia energética eléctrica permite reducir los costos generales de producción. Por lo tanto puede afirmarse que en la mayoría de las instalaciones eléctricas se derrocha del orden de un 20% o más de la electricidad que se adquiere

a las empresas distribuidoras de energía eléctrica debido a una selección y operación inadecuada de los equipos y sistemas de distribución de la electricidad. La Planta Procesadora de Arroz “CRISTO MORADO S.A.C.”, está ubicado en la margen izquierda de la autopista Chiclayo Ferreñafe - Km 3 Sector Latina, Provincia de Lambayeque, Región de Lambayeque.

Dicha Planta fue comprada el 20 de febrero de 2006, cuando el Sr. Aníbal Pedraza Aguilar incursiona en el acopio y comercialización de arroz formando un negocio familiar. En el 2010 implementa su molino con la adquisición de una seleccionadora por color para poder realizar el procesamiento de arroz con la finalidad de garantizar la calidad y estandarización del producto final.

Actualmente, dicha Planta consta de tres Áreas: Almacén, Producción y Oficinas.

La energía que utiliza para su proceso productivo es la Energía Eléctrica, que es suministrada por la empresa concesionaria Electronorte SA, actualmente el suministro es en Media Tensión (10 kV), Modalidad de Facturación en Potencia Variable, Tarifa: MT-2, con una Potencia Contratada de HFP: 250 kW y HP: 5 kW. En las instalaciones existe un transformador de 250 kVA, que transforma la tensión de 10/0,380 kV – 60Hz para sistema de fuerza motriz y de 220v/60Hz para el sistema de alumbrado y tomacorrientes.

Los pagos por Energía Reactiva al mes oscilan entre S/. 250 y S/. 600, además a la fecha se desconoce el Índice de Consumo Energético.

Todo esto conlleva a que la Planta Procesadora incremente sus consumos y gastos en lo concerniente a energía eléctrica, como también a la generación de impactos ambientales y sociales muy perjudiciales que se vienen evidenciando actualmente, como el ya famoso cambio climático y otros muchos efectos más.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar el Índice de Consumo Energético Eléctrico en la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”?

1.3. Delimitación de la investigación

El presente proyecto de investigación es aplicado en la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”, enfocándose en implementar una Propuesta Estratégica para mejorar la eficiencia energética eléctrica.

1.3.1 Datos generales del establecimiento

Nombre	: Cristo Morado SAC.
Razón Social	: MOLINO´S CRISTO MORADO SA.C.
Nombre Comercial	: MOLINO´S CRISTO MORADO.
Tipo Empresa	: Sociedad Anónima Cerrada
Condición	: Activo
Fecha Inicio Actividades	: 15/03/2010.
Gerente General	: Mary Kelly Pedraza Altamirano

1.3.2 Ubicación

La Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”, está ubicado en la margen izquierda de la autopista Chiclayo Ferreñafe - Km 3 Sector Latina, Provincia de Lambayeque, Región de Lambayeque y presenta un área de 14,8 ha.

1.3.3 Descripción

La empresa donde se realizará el estudio y la Propuesta Estratégica para mejorar la eficiencia energética eléctrica se denomina Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC” y pertenece al sector agropecuario.

1.3.4 Misión

La Misión de la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC” es Integrar toda la cadena productiva y comercial de arroz, innovando y asegurando productos de calidad para beneficio de nuestros clientes y colaboradores.

1.3.5 Visión

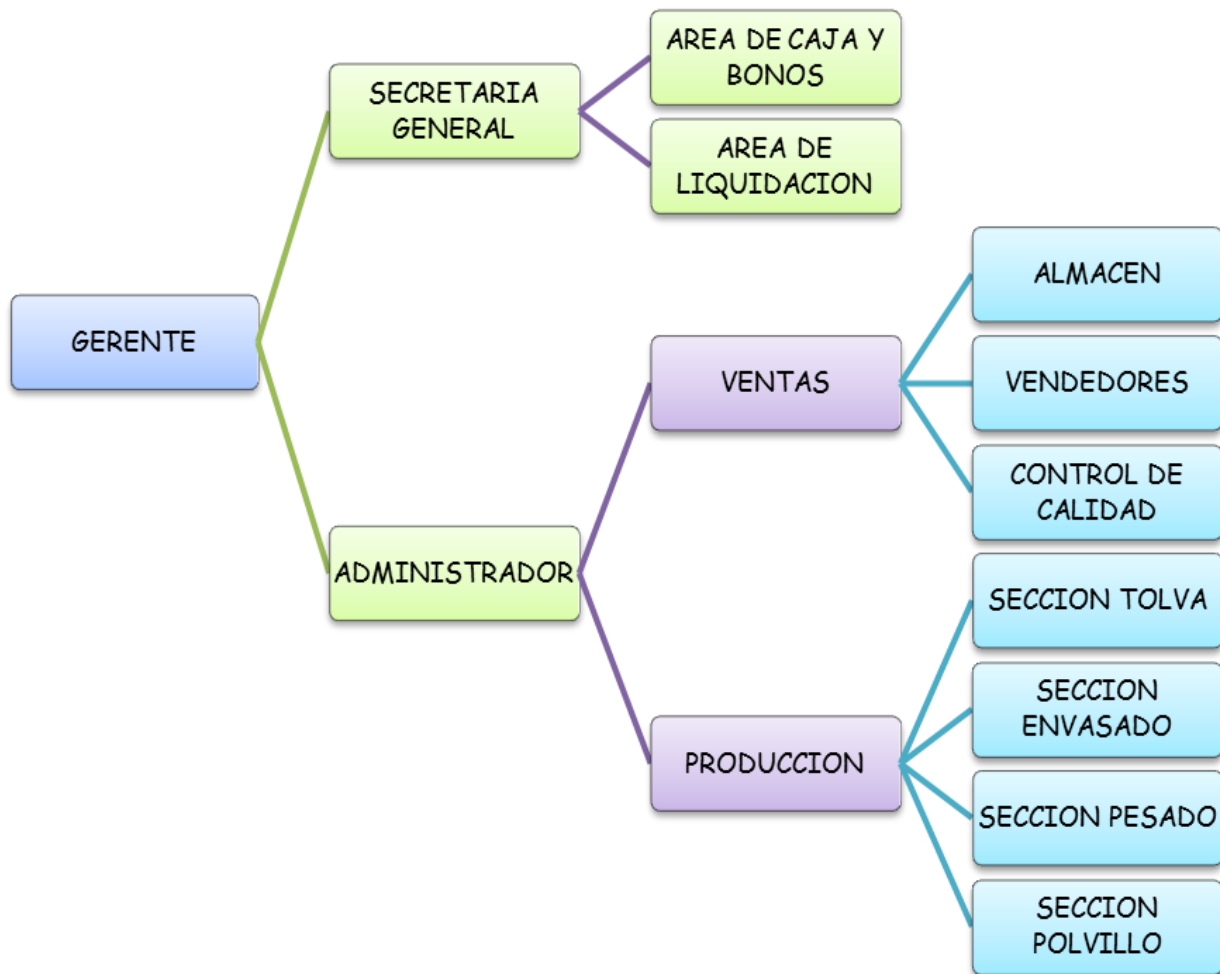
La Visión de la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC” es ser una empresa líder en la producción de un arroz de calidad del Perú.

1.3.6 Organización de la empresa

Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC, está organizada de la siguiente manera.

- Gerencia
- Secretaría General
 - Área de Caja y Bonos
 - Área de Liquidación
- Administración
 - Área de Producción
 - Área de Ventas

Figura 4: Organigrama



Fuente: Elaboración propia

1.3.7 Descripción de los Procesos

El proceso principal en la empresa es el Pilado de Arroz, el cual se realiza en su totalidad en la Planta de Producción y consta de las siguientes etapas:

El horario de trabajo en la planta es: 9:00am – 06:00 pm.

Materias primas utilizadas

- Arroz

Etapas del Proceso Productivo:

a. Recepción

El arroz cáscara es transportado en camiones desde los centros de acopio hasta la planta de proceso donde se descarga en la tolva de recepción o se dispone un espacio para almacenarla hasta su turno de proceso, en esta etapa se toma muestra de la materia prima que se está recepcionando para su posterior análisis, evaluación de su calidad y humedad, así como el pesado del mismo.

Figura 5: Tolva de recepción



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Almacén de arroz en cáscara



Fuente: Elaboración propia

b. Pre – Limpieza

El arroz recepcionado pasa a través de un **Elevador de Cangilones 1**, a la máquina de **Zaranda Pre Limpiadora**, donde se separará las impurezas mayores, grano vano y polvo. Separador magnético: Que impide el pasaje de las partículas de hierro, como tuercas, clavos, trozos de alambre, que pueden estropear el resto de la maquinaria por donde debe pasar el arroz en cáscara.

Este arroz pre limpiado es enviado a través de un **Elevador de Cangilones 2** a uno de los silos de la **Descascaradora** de fondo cónico para su almacenamiento y posterior procesamiento.

Figura 7: Elevador de Cangilones 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Máquina de Pre-Limpieza



Fuente: Elaboración propia

c. Descascarado

En esta operación el objetivo es retirar la cascarilla que cubre al grano, para ello se usará una máquina denominada “descascaradora” que actúa sobre el grano usando dos rodillos que giran a gran velocidad mientras el flujo de grano pasa entre ellos. Debido a la etapa secado a 13% de humedad el grano está hinchado y por ello su cáscara está floja y será más fácil de retirar.

El producto de esta etapa contiene el grano descascarado (arroz Integral), Cascarilla y algo de arroz en cáscara. A esta etapa ingresa también un retorno de la separación gravimétrica constituida casi totalmente por arroz cáscara (96%).

Figura 9: Elevador de Cangilones 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Máquina Descascaradora



Fuente: Elaboración propia

d. Separación

d.1 Cascarilla

Para separar la cascarilla se usan equipos llamados **Aventadores (ventiladores de tiro forzado)** que por aspiración separan la cascarilla producida en el descascarado dejando libre una mezcla de arroz integral y paddy, que pasara a la etapa de separación gravimétrica; dicha mezcla tiene un nivel de descascarado de 93%. En la sección de aspirado, el arroz descascarado es separado de las cáscaras, los granos inmaduros y el arroz marrón. Las cáscaras son succionadas fuera de la máquina por un ventilador y los granos inmaduros son descargados fuera de la máquina a través de un conducto hacia el silo de pajilla.

d.2 Mesa Paddy

El arroz descascarado (93%) pasa a la Mesa Paddy, que a través de la diferencia de peso específico entre el “arroz paddy” y el “arroz moreno”, realiza la operación de separación entre estos, conduciendo el grano sin cáscara (arroz moreno) al blanqueador y el arroz paddy, granza o arroz con cáscara (96 %), nuevamente a la descascaradora a través del **Elevador de Cangilones 2**.

Figura 11: Mesa Paddy



Fuente: Elaboración propia

e. Pulido

A esta etapa ingresa la corriente de arroz integral a través del **Elevador de Cangilón 3** para ser pulido, aquí se obtiene el polvillo o afrechillo como subproducto y una corriente de arroz pulido que representa la producción directa del lote.

Usaremos **Tres Máquinas** destinadas para este fin:

- Primero ingresará el flujo de arroz integral a un **Calibrador de Granos**, los que no son requeridos para este proceso son pasados al **Elevador de Cangilón**
- Segundo usaremos **Pulidora**, la cual tiene una piedra esmeril, con la que realizará el pulido por abrasión, removiendo polvillo de las capas externas del grano integral.
- Tercero este grano se dirige a la **Pulidora de Agua** que da el acabado final removiendo capas más íntimas y produciendo polvillo más fino obteniendo un nivel de homogeneidad y calidad en todo el volumen trabajado.
- Posteriormente el arroz se dirige hacia la tolva de almacenamiento (arroz pilado), para luego ser clasificado. Para retirar el polvillo de cada máquina pulidora se usa la succión desde el pulido, enviándolo hasta ciclones o silos de polvillo donde es recuperado, pesado y envasado.

Figura 12: Calibrador de Grano



Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Pulidora



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Pulidora de Agua



Fuente: Elaboración propia

f. Clasificación

En esta fase consiste en separar el arroz quebrado de arroz entero, esta clasificación se realiza en la **Mesa Rotatoria Vaivén** (Zaranda) en donde se separa el ñelen del arroz, en esta mesa se separa arroz entero con los diferentes tamaños o fracciones de un cuarto, media y tres cuartos que se dirigen al **Dosificadores**.

Estos dosificadores son los equipos utilizados para separar las diferentes fracciones o tamaños de arroz son el separador que consisten estructuralmente en cilindros con perforaciones en las cuales se alojan fracciones de grano que gracias a la velocidad rotacional son llevados hacia un colector desde donde son transportados separándolos así del producto; en una primera fase **Dosificador 1** si

se separa los materiales considerados como impurezas o materias extrañas y luego al **Dosificador 2** se clasifica el grano partido por fracciones de un cuarto, media y tres cuartos respecto a la longitud del grano, obteniendo también de cada cilindro clasificador **Arroz** entero que a través de del **elevador de cangilones 5** se dirige a la seleccionadora por color.

Figura 15: Mesa Rotatoria Vaiven



Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Dosificador 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Dosificador 2

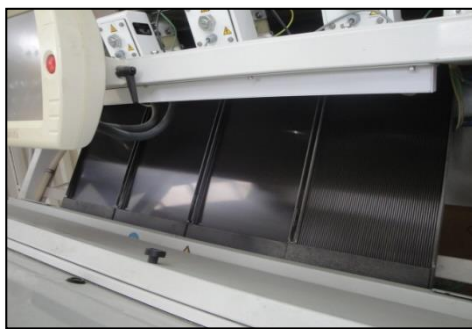


Fuente: Elaboración propia

g. Selección por Color

Esta etapa resulta ser necesaria, y da el acabado final al producto, consiste en retirar los granos quemados (oscuros), así como defectos conocidos como tiza y panza blanca. Para ello se usará una selectora electrónica por color de un solo pase que posee sensores ópticos capaces de detectar los defectos y actuar con una respuesta expulsando aire (Compresor) hacia la corriente de entrada retirando el grano defectuoso de esta al **Elevador de Cangilones 6** llevándolo a una tolva de arroz rechazado. Además, es necesario succionar algunas impurezas y polvo presentes en el arroz entero que pasa por la selectora de color que se logra mediante una **Succionadora de Polvo**. El arroz entero y de calidad que se obtiene de la seleccionadora por color mediante un **Elevador de Cangilones 7** es elevado hacia un mezclador sinfín donde el arroz es mezclado con un aceite de color y es transportado por el mismo hacia una tolva de envasado.

Figura 18: Seleccionadora por Color



Fuente: Elaboración propia

h. Embazado

En esta operación se da la presentación final al producto que puede ser mediante el uso de balanzas y maquinas cosedoras en sacos de 49 kilos o menos, o mediante una embolsadora automática que brinda la ventaja de envasar el producto en paquetes de 5, 2, y hasta un kilo. En conclusión la etapa del envasado depende del

tipo de mercado al que este dirigido este producto, y por ello puede usar tecnología muy variada brindándole al producto nivel y calidad de presentación.

i. Almacenaje

El almacenamiento se realiza en un lugar libre de agentes contaminantes, fresco, limpio y protegido que garanticen la calidad del producto hasta al tiempo en que van a ser transportados.

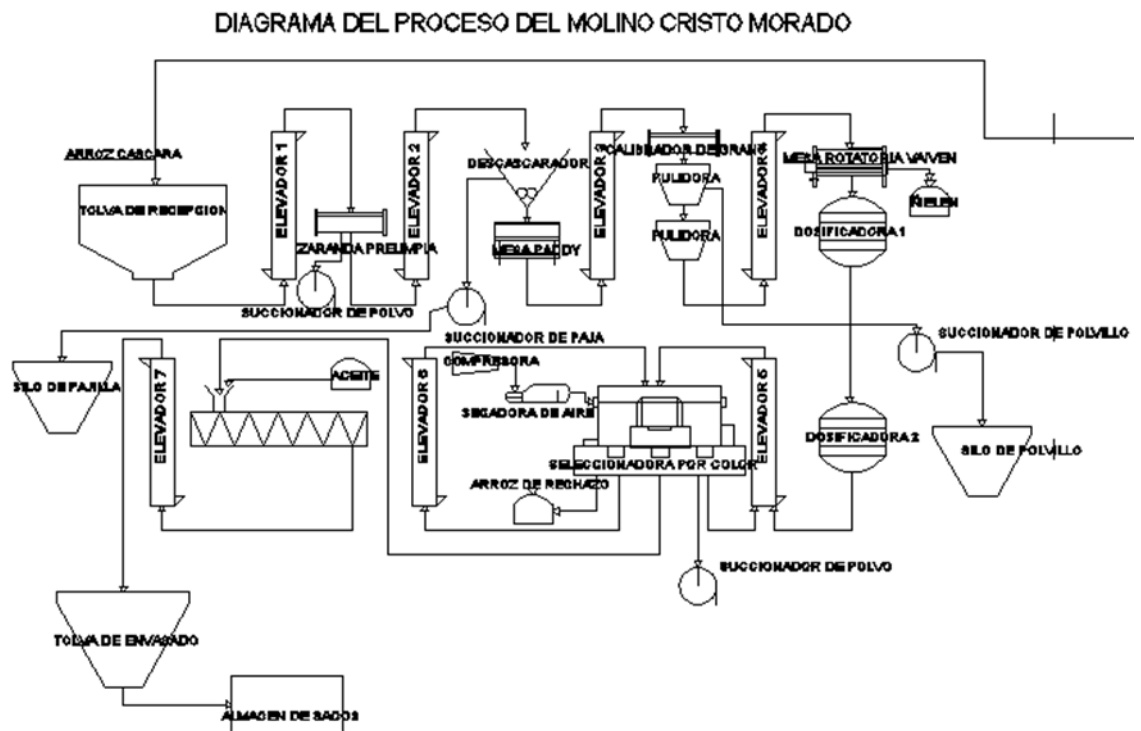
Figura 19: Área de Almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra el Diagrama de Operaciones (DOP), del proceso principal de la empresa: “Elaboración del Producto”.

Figura 20: Diagrama del Proceso del Molino Cristo Morado SAC



Fuente: Elaboración propia

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación Técnica

En el conjunto del sistema eléctrico de la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”, se pretende optimizar el rendimiento (uso eficiente) de los componentes consumidores de energía eléctrica, a través de la propuesta de la implementación de nuevas tecnologías como por ejemplo: de dispositivos eléctricos - electrónicos eficientes y otros más de gran beneficio para el oportuno funcionamiento del sistema eléctrico.

1.4.2. Justificación Económica

En cuanto a este punto de gran importancia este se justifica por el incremento de las facturaciones realizadas en estos últimos 12 meses, aproximadamente del 87,2% según las facturaciones emitidas por Electronorte S.A.; el cual incrementa los gastos asociados a la operatividad de la Piladora.

Una razón de esto sería el incremento del precio del (kW-h), el cual ha sido afectado por la utilización de combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica; combustibles que principalmente son importados desde otros países, las reservas mundiales de estos se están agotando; lo cual origina que los precios se hayan elevado afectando de gran medida a los usuarios finales en este caso los usuarios de energía eléctrica.

1.4.3. Justificación Ambiental

Es un factor clave que debería de impulsar el uso eficiente de la energía eléctrica; según (Schneider Electric), actualmente la electricidad es el factor que más contribuye a las emisiones GEI, hasta en un 50% de las emisiones de CO₂ atribuibles al consumo eléctrico. Cumplir con los retos fijados por los gobiernos afiliados al protocolo de Kioto del cual nuestro país forma parte, uno de estos compromisos es reducir en al menos en un 20% las emisiones de GEI al cierre del 2020.

1.5. Limitaciones de la investigación

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

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1 Objetivo General

- Elaborar una Propuesta Estratégica para mejorar el Índice de Consumo Energético Eléctrico en la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual del sistema eléctrico de la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”.
- Proponer acciones y medidas que se deberían de implementar en las instalaciones eléctricas, para mejorar el Índice de Consumo Energético Eléctrico.
- Determinar los índices de consumo antes y después de la implementación de la propuesta.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

Como antecedentes al presente trabajo de investigación, tenemos los trabajos de auditoría y eficiencia energética eléctrica en plantas industriales, que han sido recopilados de fuentes de reconocidas universidades de prestigio del país, que son de gran ayuda y entre las cuales tenemos:

- 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.

(Tesis: Aplicación de la eficiencia energética a la implementación de una planta de alimentos balanceados, Miriam Quispe Ramos, UNI - 2009)

- 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.

(Tesis: Ahorro de energía en la industria cementera como estrategia de la excelencia operativa, Leoncio Gilvonio Alegría, UNMSM - 2005).

- 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.

(Resultados de las medidas de ahorro de energía ejecutadas en una empresa papelera del Perú - Víctor Manríquez Rosales 1999).

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado

2.2.1. 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.

2.2.2. 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.

2.2.3. Eficiencia Energética Eléctrica

“La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera se optimizan los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios”. (Chuquitarco, 2012, p.12).

Dicho de otra manera, producir más con menos energía eléctrica.

[...] El ahorro de energía, su consumo responsable y el uso eficiente de las fuentes energéticas eléctricas son esenciales en todos los niveles. La importancia de las medidas de ahorro y eficiencia energética se manifiesta en la necesidad de reducir la factura energética, restringir la dependencia energética del exterior, y reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) y la compra de derechos de emisión con el objeto de cumplir los compromisos adquiridos con la ratificación del Protocolo de Kioto

El camino hacia la eficiencia energética eléctrica en las organizaciones tiene que recorrerse adoptando estrategias encaminadas hacia:

Reducción de la demanda energética

Diversidad energética

Máximo aprovechamiento del uso de energías disponibles

Innovación tecnológica

Autoconsumo a través de micro redes

Modificación de los hábitos de consumo. (Chuquitarco, 2012, p.27-32).

2.2.4. 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.

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

2.2.5. 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.

2.2.6. Propuesta Estratégica

Una Propuesta Estratégica es un tipo de plan que prioriza iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas. De esta manera, una Propuesta Estratégica 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, una Propuesta Estratégica puede involucrar a distintos departamentos o áreas. La propuesta 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.

La Propuesta Estratégica propone una forma de alcanzar los objetivos que ya fueron establecidos con anterioridad, para los cuales son los Planes de Acción.

2.2.6.1. Formulación de los Planes de Acción

La formulación de los planes de acción se realizará, atendiendo los 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.

2.2.6.2. 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 formulen tiene que ser viables en el contexto en el que se plantean para poder cumplir con los objetivos establecidos,

2.2.6.3. 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 de asegurarse que los planes de acción se implementen, asignando los recursos necesarios (humanos, tecnológicos y económicos).

2.2.6.4. 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.

2.2.7. Diagnóstico Energético Eléctrico

Es una herramienta de estudio, el cual tiene como finalidad ayudar a determinar la forma de uso de la energía eléctrica, en los diferentes sistemas eléctricos”. (OLADE, 2010, p.25)

Es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en una instalación eléctrica consumidora de energía (en este caso una empresa prestadora de servicios educativos), proceso o sistema con el objetivo de comprender la dinámica de la energía del sistema bajo estudio. Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida. (OLADE, 2010, p.54-56).

Es la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía eléctrica. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía eléctrica, por medio de un

análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un Programa de Ahorro de Energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuanta es desperdiciada.

Beneficios que se desea alcanzar:

Optimización del consumo energético, lo que se traduce en una importante reducción de costes.

Aumentar el tiempo de vida de los equipos, ya que se asegura que estos trabajan en las condiciones más adecuadas, evitando sobredimensionamientos o sobrecargas.

Incrementa el abastecimiento de energía eléctrica a lugares que carecen del este servicio vital.

Mayor respeto y conservación del medio ambiente, ya que, al no consumirse más energía que la necesaria, se disminuyen las emisiones de CO₂, tanto en la planta como en la producción de la electricidad consumida. Todo esto se traduce en una contribución a la mejora de la imagen de la empresa al contribuir al bienestar social.

Objetivos:

Establecer metas de ahorro de energía eléctrica.

Diseñar y aplicar un sistema integral para el ahorro de energía eléctrica.

Evaluar técnica y económicamente las medidas de conservación y ahorro de energía eléctrica.

Disminuir el consumo de energía, sin afectar los niveles de confort de los ambientes o las prestaciones que se puedan esperar de estos.

Instrumentos para la medición de campo

- Pinza Amperimétrica
- Multímetro digital
- Luxómetro
- Analizador de redes
- (OLADE, 2010, p.56-58).

Actividades de un Diagnóstico Energético

En sentido general, un diagnóstico comprende las siguientes actividades:

1. 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.

2. Recopilación 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.

3. 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.

4. 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.

5. Determinación de 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.

2.2.8. Oportunidades de ahorro de energía eléctrica

2.2.8.1. 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:

- a) Cliente Regulado.-** Para usuarios con demanda mensual menores a 200 kW, los precios son regulados por OSINERGMIN.
- b) 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.

- c) **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.

2.2.8.2. 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 Q_L . Dependiendo de la potencia reactiva capacitiva Q_C 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.

2.2.8.3. 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.

2.2.8.4. 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.

2.2.9. 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

2.2.9.1. Valor Actual Neto (VAN)

El valor Actual Neto (VAN) llamado también Valor Presente Neto, es una 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:

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

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

2.2.9.2. 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.

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_{C_i}}{(1+TIR)^i}$$

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.

2.2.9.3. Relación 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:

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

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

2.3. Definiciones Conceptuales

2.3.1. Energía activa

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

2.3.2. 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).

2.3.3. Potencia Eléctrica

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

2.3.4. 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.

2.3.5. Carga o 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.

2.3.6. Precio 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.

2.3.7. Horarios Punta

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

2.3.8. 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.

2.3.9. Diagrama Unifilar

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

2.3.10. 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 tota (kVAR).

2.3.11. 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.

2.3.12. Indicadores

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

2.3.13. 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.

2.3.14. 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.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El diseño para el presente estudio está clasificado de la siguiente manera: No-Experimental, Prospectivo-Transversal

- **No-Experimental**, porque no se manipulan deliberadamente variables, se observa fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos.
- **Prospectivo**, porque intenta predecir un posible escenario futuro.
- **Transversal**, porque se limita a la toma de datos en un único momento de tiempo

3.2 Población y muestra

La población para el trabajo de investigación viene dada por las instalaciones eléctricas y equipos que consumen electricidad de la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”.

Se tomó como muestra las instalaciones eléctricas y equipos que consumen electricidad de la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”.

3.3 Formulación de la hipótesis

Mediante una Propuesta Estratégica se mejorará el Índice de Consumo Energético Eléctrico en la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”.

3.4 Variables-Operacionalización

Para probar el estudio de investigación se determinaron dos variables para la operacionalización:

Variable independiente: Propuesta Estratégica.

Variable dependiente: Índice de Consumo Energético Eléctrico.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Propuesta Estratégica	Conjunto de acciones (Gestión adecuada) que tienden a hacer más eficiente el consumo de energía sin menoscabo de la calidad del servicio obtenido por el uso de esta (Tamayo, 2003, p.12).	Cantidad de energía eléctrica medida en kW-h que se utiliza de manera eficiente u optima a costos y gastos mínimos.	Normas y reglamentos. Requerimiento Energético (Carga Instalada) Consumo diario Despilfarro	Corriente Tensión Potencias Frecuencia Factor de potencia Iluminancia	Razón o Proporción
Dependiente: Índice de Consumo Energético Eléctrico.	Cantidad de energía eléctrica medida en kW-h que se utiliza de manera eficiente u optima a costos y gastos mínimos (Tamayo, 2003, p.13.).	Reducción de la facturación mensual, eficiencia energética, simulación en otros pliegos tarifarios	Calidad de la energía eléctrica Factor de potencia Eficiencia de los sistemas de iluminación	Facturación mensual Simulación en pliegos tarifarios	Ordinal Intervalo

Fuente: Elaboración propia

3.5 Métodos y técnicas de investigación

3.5.1 Método de investigación

Para el presente trabajo, utilizamos el método inductivo, que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

3.5.2 Técnicas de investigación

Las técnicas a ser utilizadas están en función a las etapas del proceso de desarrollo del proyecto.

Técnica de recolección de datos

- **Toma de Datos:** del sistema eléctrico de la Planta Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC” para establecer las condiciones técnicas en las que se encuentra el consumo de Energía Eléctrica.
- **Observación:** de las facturas mensuales por concepto de ahorro de energía eléctrica de la Planta Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”.

3.6 Descripción de los instrumentos utilizados

Los instrumentos sirven para recoger los datos de investigación, lo que permite operativizar a la técnica, es así, como un instrumentos es un recurso metodológico que se utiliza para obtener, registrar o almacenar los aspectos relevantes del estudio o investigación.

Tabla 1: Técnicas e instrumentos en la investigación	
Técnica	Instrumentos
Toma de datos	- Analizador de Redes
Observación	-Ficha de Observación.

Fuente: Elaboración propia

3.7 Análisis estadístico e interpretación de datos

Los datos obtenidos para el desarrollo del presente trabajo son los elementos que se sometieron a estudio, análisis e interpretación. La interpretación de datos es una de las etapas más importantes, porque se proyecta en las conclusiones.

La información que se obtuvo para el desarrollo del presente proyecto se presenta en forma de tablas y gráfico de barras, utilizando el MS Excel 2010, gracias a ello se ha podido determinar y dar posibles respuestas al problema planteado.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Diagnóstico energético eléctrico en las instalaciones de la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”

4.1.1 Reconocimiento Preliminar

Como paso previo a la realización del estudio energético detallado de la energía eléctrica en la Procesadora de Arroz “Cristo Morado SAC”, 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.

4.1.2 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 concesionaria eléctrica Electronorte SA con las siguientes características:

- Tarifa : MT2
- Modalidad de Facturación : Potencia Variable
- Código del suministro : 25765809
- Potencia Contratada : HFP: 250 kW ; HPP:5 kW

- Tipo de Suministro : Trifásica – Aérea ()
- Tensión : 10 kV - MT
- En las instalaciones existe un transformador de 250 kVA, que transforma la tensión de 10/0,380 kV – 60Hz para sistema de fuerza motriz y de 220v/60Hz para el sistema de alumbrado y tomacorrientes.
- La empresa tiene una opción tarifaria tipo MT2 (en media tensión) recibiendo tensión en 10 kV trifásica, con modalidad de trabajo fuera de horas punta.

4.1.3 Características de gestión de la energía eléctrica

Las características generales sobre la gestión de la energía eléctrica en la Planta Procesadora 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 Electronorte SA.
- 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.
- 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.

4.1.4 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 a continuación.

Tabla 2: Potencia Eléctrica en Área de Producción

1. AREA: PRODUCCIÓN			
DENOMINACION	CANTIDAD MOTORES	POTENCIA INDICADA	TOTAL (kW)
		kW	
ETAPA DE PRE-LIMPIEZA			
ELEVADOR POR CANGILONES 1	1	2,2	2,2
ZARANDA PRE-LIMPIADORA	1	4,9	4,9
			7,1
ETAPA DE DESCASCARADO			
ELEVADOR POR CANGILONES 2	1	2,2	2,2
DESCASCARADORA	2	5,225	10,45
SINFÍN PARA EXTRAER LA PAJA	1	1,5	1,5
SUCCIONADOR DE PAJILLA	1	11	11
			25,15
ETAPA DE SEPARACIÓN			
MESA PADDYY	1	3,73	3,73
ELEVADOR POR CANGILONES 3	1	2,2	2,2
CALIBRADOR DE GRANO	4	0,37	1,48
			7,41
ETAPA DE PULIDO			
PULIDORA	1	36,8	36,8
SUCCIONADOR DE POLVILLO	1	18,7	18,7
PULIDORA AL AGUA	1	37,17	37,17
			92,67
ETAPA DE CLASIFICACIÓN			
ELEVADOR POR CANGILONES 4	1	1,1	1,1

MESA ROTADORA VAIVEN	1	1,5	1,5
DOSIFICADOR1	2	0,55	1,1
DOSIFICADOR2	2	0,56	1,12
			4,82
ETAPA DE SELECCIÓN POR COLOR			
ELEVADOR POR CANGILONES 5	1	1,5	1,5
SELECCIONADORA POR COLOR	1		0
ELEVADOR POR CANGILONES 6	1	1,5	1,5
SUCCIONADOR DE POLVO DE LA SELECTORA	1	1,5	1,5
TRANSPOTADOR SIN FIN	1	1,5	1,5
ELEVADOR POR CANGILONES 7	1	1,5	1,5
COMPRESOR	1	3,73	3,73
SECADOR DE AIRE	1	29,8	29,8
SUCCIONADOR DE POLVO	1	7,46	7,46
			48,49
SUB TOTAL			185,64
	ILUMINACION		0,83
	OTRAS CARGAS *		0,11
TOTAL 1			186,58

2. ETAPA DE SECADO			
DENOMINACION	CANTIDAD MOTORES	POTENCIA INDICADA	TOTAL (kW)
		kW	
ETAPA DE PRE-LIMPIEZA			
ELEVADOR POR CANGILONES 8	1	2,98	2,98
ZARANDA PRE-LIMPIADORA	3	3,5	10,5
ELEVADOR POR CANGILONES 9	1	2,2	2,2
ENTRADA DE PAGILLA	1	1,5	1,5
ELEVADOR POR CANGILONES 10	1	3	3
TOTAL 2			20,18

DENOMINACION	CANTIDAD MOTORES	POTENCIA INDICADA	TOTAL (kW)
		KW	
COMPRESOR	1	37,3	37,3
TOTAL 3			37,3

TOTAL=T1+T2+T3			244,06
-----------------------	--	--	---------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Potencia Eléctrica en Área de Almacén

2. AREA: ALMACEN			
DENOMINACION	CANTIDAD	POTENCIA (W)	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	20	40	0,8
REFLECTORES	10	70	0,7
EQUIPO ELECTRONICO			0,3
TOTAL			1,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Potencia Eléctrica en Área de Contabilidad

3. AREA: CONTABILIDAD			
DENOMINACION	CANTIDAD	POTENCIA (W)	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	16	40	0,64
IMPRESORA	1	100	0,1
FOTOCOPIADORA	1	800	0,8
TV	2	150	0,3
OTROS			0,5
TOTAL			2,34

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta un cuadro resumen.

Tabla 5: Cuadro Resumen de Potencias por Áreas

AREA: PRODUCCIÓN	
ETAPAS	TOTAL (kW)
ETAPA DE PRE-LIMPIEZA	7,1
ETAPA DE DESCASCARADO	25,15
ETAPA DE SEPARACION	7,41
ETAPA DE PULIDO	92,67
ETAPA DE CLASIFICACION	4,82
ETAPA DE SELECCIÓN POR COLOR	48,49
ILUMINACION	0,83
COMPRESOR	37,3
OTRAS CARGAS	0,11
ETAPA DE SECADO	20,18
TOTAL 1	244,06

AREA: CONTABILIDAD	
DENOMINACION	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	0,64
IMPRESORA	0,1
FOTOCOPIADORA	0,8
TV	0,3
OTROS	0,5
TOTAL 2	2,34

AREA: ALMACEN	
DENOMINACION	TOTAL (kW)
LUMINARIAS	0,8
REFLECTORES	0,7
EQUIPO ELECTRONICO	0,3
TOTAL 3	1,8

POTENCIA INSTALADA (kW)	248,2
--------------------------------	--------------

4.1.5 Fuente de Suministro Eléctrico

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

- Compañía distribuidora: ELECTRONORTE SA
- Calificación: CLIENTE FUERA DE PUNTA:
- Tipo de Contrato: TARIFA – MT2
- Tensión acometida: TRIFÁSICO 10KV/380 V
- Potencia contratada: HFP: 250 kW; HPP:5 kW

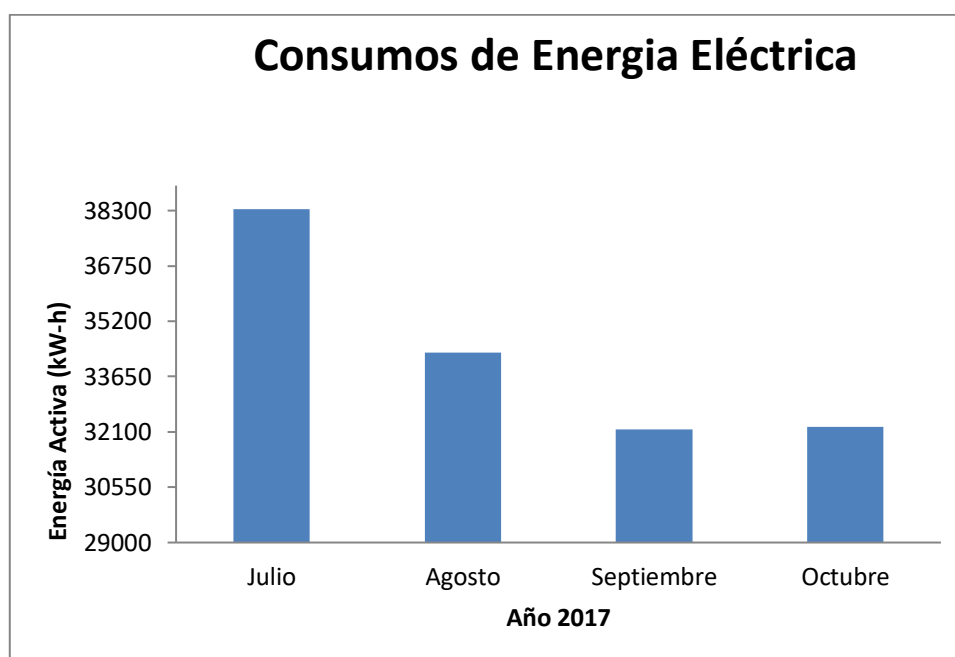
Se considera Horas Presentes en Punta (HPP) a las comprendidas entre las 18:00 y 23:00 y Horas Fuera de Punta (HFP) al resto de horas del día no comprendidas en las Horas de Punta (HPP).

4.1.6 Consumo de Energía Eléctrica

4.1.6.1. Energía Activa:

Según datos tomados de los registros de consumo de ELECTRONORTE SA, el consumo eléctrico mensual correspondiente al período Julio 2017 – Octubre 2017 (ver Figura 6).

Figura 21: Diagrama de consumos de energía activa



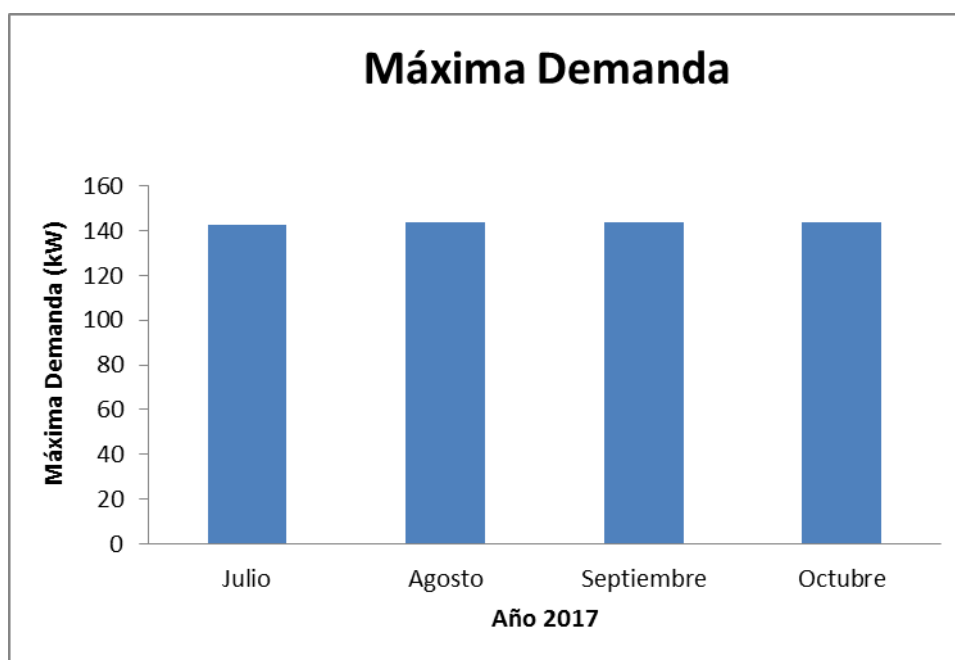
Fuente: Elaboración propia

El promedio mensual del consumo de energía eléctrica es de 34266,72428 kW-h.

4.1.6.2. Máxima Demanda:

Se efectuaron mediciones de Máxima Demanda obteniéndose un valor promedio de 143,58 kW en Horas Fuera de Punta (Figura 7).

Figura 22: Diagrama Demanda Máxima en horas fuera de punta



Fuente: Elaboración propia

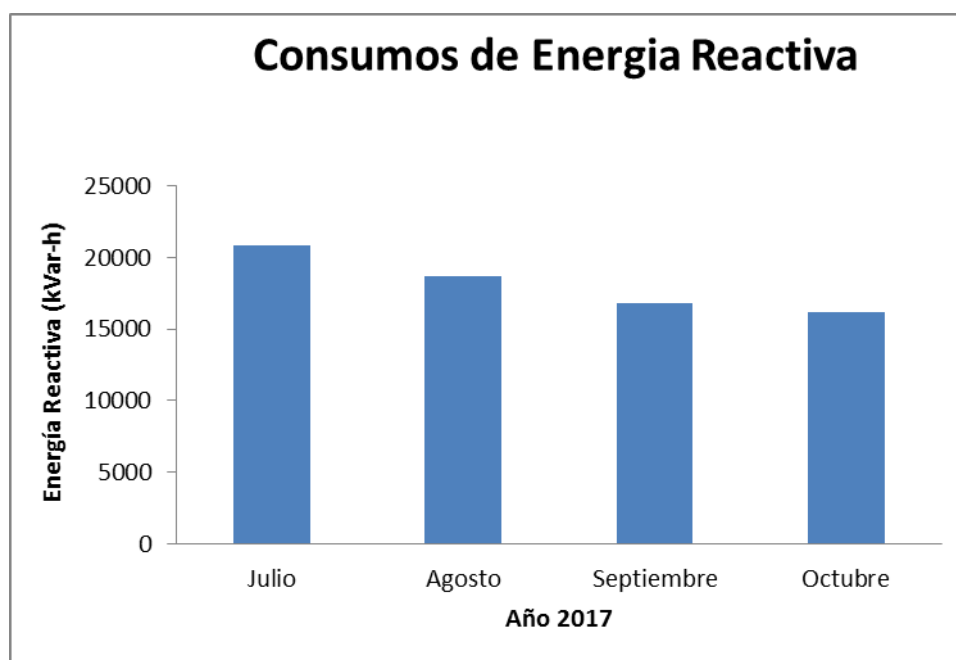
4.1.6.3. Energía Reactiva y Factor de Potencia.

El factor de potencia promedio es de 0,90. Este factor de potencia puede ser mejorado, el valor recomendado debe tener un valor aproximado a 0,99.

Este valor implica pérdida, por lo que es conveniente instalar condensadores adecuados que mejoren dicho factor de potencia hasta 0,99.

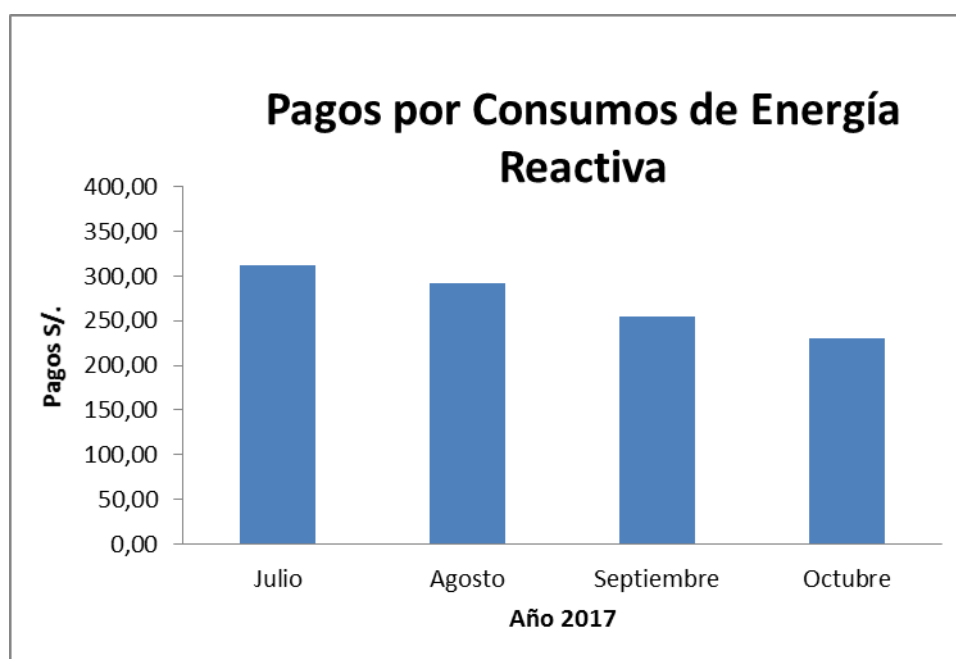
El promedio mensual del consumo de energía reactiva es de 18136,79842 kVAR-h.

Figura 23: Diagrama de consumo de Energía Reactiva



Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Pagos netos por exceso de Energía Reactiva

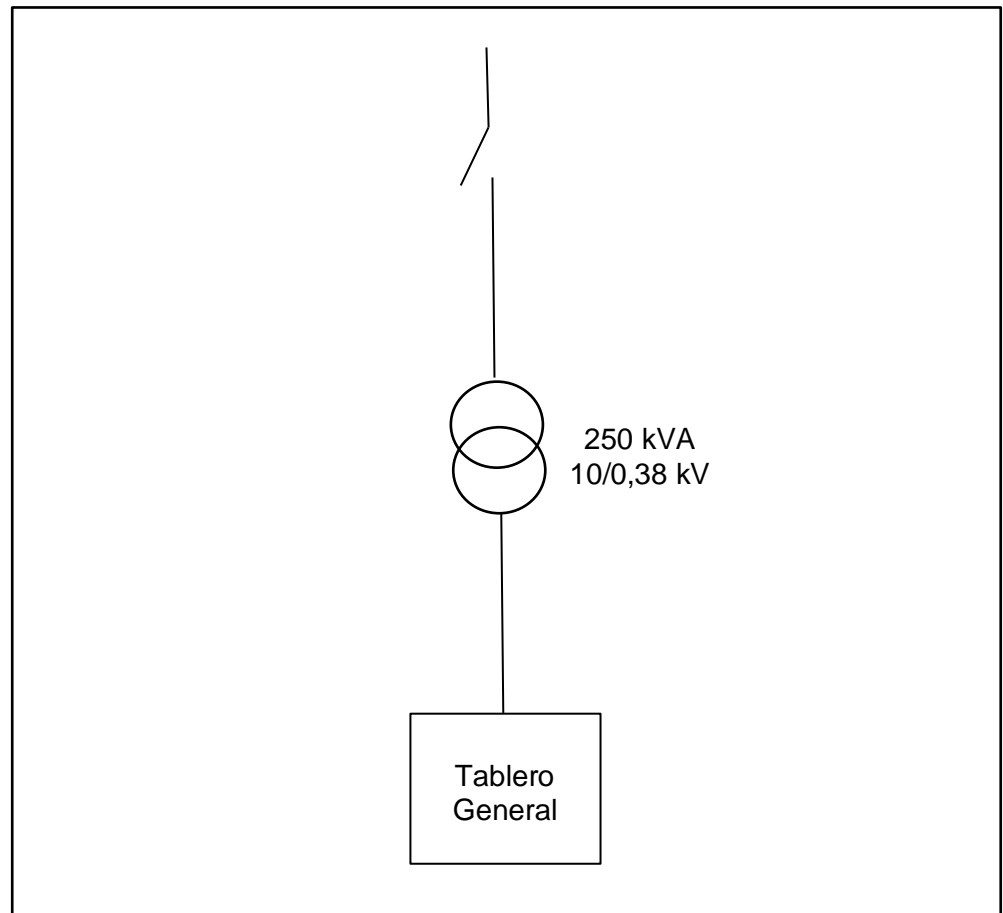


Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Análisis Energético Eléctrico de las Instalaciones

4.1.7.1. Análisis en sistema de transformación de energía eléctrica

Figura 25: Diagrama unifilar de distribución de la energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

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

Para calcular la caída de tensión en una línea:

Ingreso de Datos

Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC			
Potencia a Transmitir	P	248	kW
Longitud de cable	L	180	m
Conductividad de material	γ	56	(m/ Ω *mm ²)
Tensión en bornes	Un	380	V
Diámetro del conductor N2XS Y	d	10,5	mm
Factor de potencia	Cos ϕ	0,85	

Caída de Tensión entre la barra de distribución y el Transformador principal 10 / 0,46 KV y la barra de distribución:

$$\Delta U = \frac{248\,000 \times 180}{56 \times 380 \times \pi \times \left(\frac{10,5^2}{4}\right)} = \frac{44640000}{1841704,2} = 24,24 \text{ V}$$

Tensión en bornes - motores eléctricos:

$$U_{me} = 380 - 24,24 = 355,76 \text{ V}$$

Intensidad de línea en conductores:

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos \phi} = \frac{248000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,85} = 443,30 \text{ A}$$

Potencia eléctrica pérdida en conductores:

$$P_P = \sqrt{3} \times \Delta U \times I_L = \frac{\sqrt{3} \times 24,24 \times 443,30}{1000} = 18,59 \text{ kW}$$

Resultados

Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC			
Intensidad de Corriente a Transmitir	I_L	443,30	A
Sección transversal del conductor	S	86,59	mm ²
Resistencia del conductor	R	0,04	Ω
Caída de Tensión	ΔU	22,24	V
Pérdida de Potencia en conductor	P_p	18,59	kW
		7,50	%
Tensión en Bornes Motores	Uc-me	355,76	V

4.1.8. Análisis del mayor consumidor de energía eléctrica

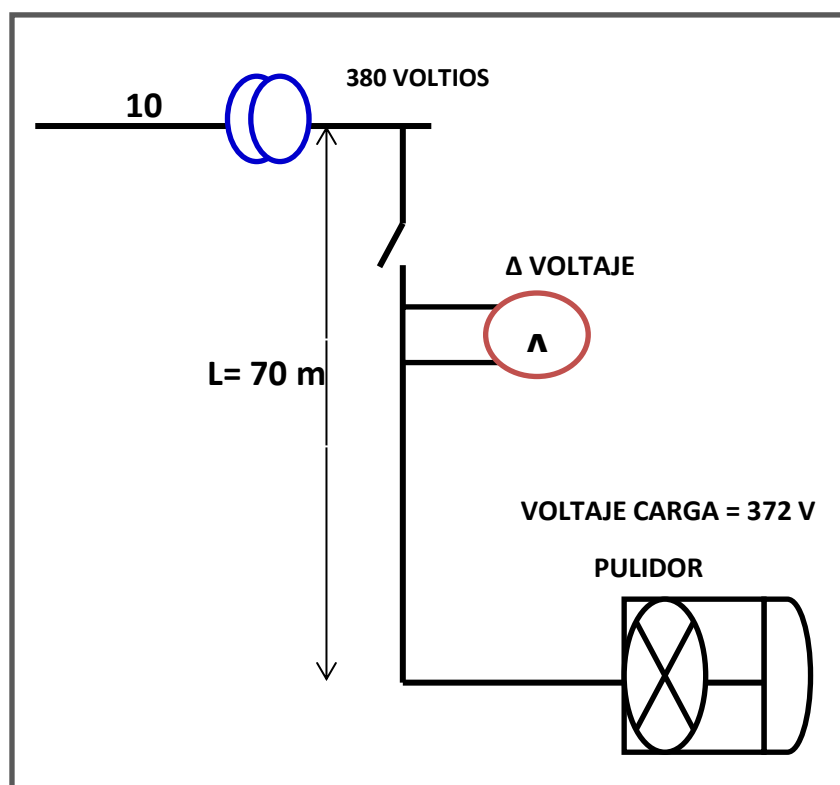
A. Pulidor

Esta máquina tiene una forma horizontal y consta de piedras en forma de discos las cuales pulen el arroz y que están conectadas a una lustradora que abrillanta el arroz tiene un freno incorporado que sirve para regular la presión entre la piedra y el freno y el arroz lo cual ser demasiada la abertura producirá un quebrado de arroz inminente y por lo tanto perdidas en la producción de arroz entero.

Especificaciones Técnicas.

Capacidad :	3 - 4	TN/hora
Potencia :	Motor	50 HP.
Rpm :	Motor	1160
Marca :	Motor	WEG - DELCROSA

Figura 26: Distribución de mayor consumidor de energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Ingreso de Datos

Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC PULIDOR			
Voltaje Entrada	U	380	V
Voltaje Carga	Uc	372	V
ΔVoltaje Real	ΔU	8	V
Amperaje	I	69,89	A
Longitud	L	70	m
Resistividad	ρ	0,0174	Ω.m/mm ²
Horas Trabajadas		380	Horas/mes
Factor de potencia	Cos φ	0,86	

Porcentaje de variación de voltaje:

$$\Delta U = (8 / 380) \times 100 = 2,1 \%$$

Cálculo de sección transversal del conductor actual:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos \phi}{\Delta U} = \frac{126,79}{8} = 15,85 \text{ mm}^2$$

Cálculo de diámetro del conductor actual:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 15,85}{\pi}} = 4,49 \text{ mm}$$

Cálculo de la potencia a transmitir:

$$P = \frac{S \times \Delta U \times U_n}{L \times \rho} = 39559,93 \text{ W} = 39,56 \text{ kW}$$

Potencia eléctrica pérdida en el conductor actual:

$$P_p = \frac{\sqrt{3} \times \Delta U \times I}{1\,000} = \frac{968,39}{1\,000} = 0,97 \text{ kW}$$

Resultados

Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC PULIDOR			
Porcentaje de Variación de Voltaje	%ΔU	2,1	%
Potencia a transmitir	P	39,56	kW
Sección Transversal de conductor	S	15,85	mm ²

Diámetro del conductor	d	4,49	mm
Pérdida de Potencia en conductor	Pp	0,97	kW

B. PULIDORA DE AGUA

Esta máquina se encarga de limpiar los residuos de afrechillo adherido al arroz que deja la Pulidora Vertical, este afrechillo sino es bien limpiado permite que el arroz se ponga rancio y el olor del arroz procesado deteriora el producto de la oxidación del aceite contenido en el afrechillo.

Especificaciones Técnicas

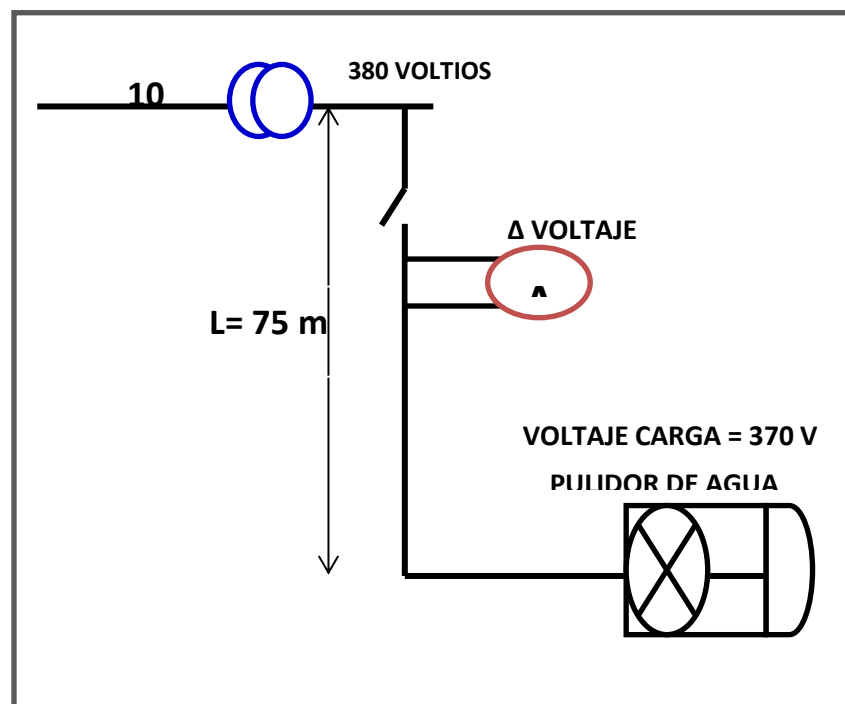
Capacidad : 3 - 4 TN/hora

Potencia : Motor 50 HP.

Rpm : Motor 1750

Marca : Motor WEG - DELCROSA

Figura 27: Distribución de mayor consumidor de energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Ingreso de Datos

Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC PULIDOR DE AGUA			
Voltaje Entrada	U	380	V
Voltaje Carga	U _c	370	V
ΔVoltaje Real	ΔU	10	V
Amperaje	I	70,59	A
Longitud	L	75	m
Resistividad	ρ	0,0174	Ω.m/mm ²
Horas Trabajadas		380	Horas/mes
Factor de potencia	Cos φ	0,86	

Porcentaje de variación de voltaje:

$$\Delta U = (10 / 380) \times 100 = 2,6 \%$$

Cálculo de sección transversal del conductor actual:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos \phi}{\Delta U} = \frac{137,05}{10} = 13,70 \text{ mm}^2$$

Cálculo de diámetro del conductor actual:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 13,7}{\pi}} = 4,18 \text{ mm}$$

Cálculo de la potencia a transmitir:

$$P = \frac{S \times \Delta U \times U_n}{L \times \rho} = 39\,892,72 \text{ W} = 39,89 \text{ kW}$$

Potencia eléctrica pérdida en el conductor actual:

$$P_P = \frac{\sqrt{3} \times \Delta U \times I}{1\,000} = \frac{1\,222,62}{1\,000} = 1,2 \text{ kW}$$

Resultados

Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC PULIDOR DE AGUA			
Porcentaje de Variación de Voltaje	%ΔU	2,6	%
Potencia a transmitir	P	39,89	kW

Sección Transversal de conductor	S	13,70	mm ²
Diámetro del conductor	d	4,18	mm
Pérdida de Potencia en conductor	Pp	1,20	kW

4.1.9. 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 Procesadora de Arroz, se ha considerado los motores de mayor consumo de potencia instalada con bajo rendimiento.

A. Pulidor

Ingreso de Datos

PULIDOR			
Intensidad	I	69,89	A
Tensión	U	372	V
Factor de potencia	Cos φ	0,86	
Eficiencia	η	87%	

Cálculo de la potencia absorbida por el motor:

$$P_{abs} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I \times \cos \phi}{1000} = \frac{\sqrt{3} \times 372 \times 69,89 \times 0,86}{1000} = 38,68 \text{ kW}$$

Cálculo de la potencia útil por el motor:

$$P_{\text{útil}} = P_{abs} \times \eta = 38,68 \times 0,87 = 33,65 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor:

$$P_p = P_{abs} - P_{\text{útil}} = 5,02 \text{ kW}$$

Resultados

PULIDOR			
Potencia Absorbida	P _{abs}	38,68	kW
Potencia Útil	P _{útil}	33,65	kW
Pérdida de potencia	Pp	5,02	kW
		13	%

B. Pulidor de Agua

Ingreso de Datos

PULIDOR DE AGUA			
Intensidad	I	70,59	A
Tensión	U	370	V
Factor de potencia	Cos ϕ	0,86	
Eficiencia	η	87%	

Cálculo de la potencia absorbida por el motor:

$$P_{\text{abs}} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I \times \cos \phi}{1\,000} = \frac{\sqrt{3} \times 370 \times 70,59 \times 0,86}{1\,000} = 38,85 \text{ kW}$$

Cálculo de la potencia útil por el motor:

$$P_{\text{útil}} = P_{\text{abs}} \times \eta = 38,85 \times 0,87 = 33,79 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor:

$$P_p = P_{\text{abs}} - P_{\text{útil}} = 5,06 \text{ kW}$$

Resultados

PULIDOR DE AGUA			
Potencia Absorbida	P_{abs}	38,85	kW
Potencia Útil	$P_{\text{útil}}$	33,79	kW
Pérdida de potencia	P_p	5,06	kW
		13	%

4.1.10. Análisis del Factor de Potencia

El Factor de Potencia promedio en la Planta Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC es de 0,9, de acuerdo a los datos tomados.

4.1.11. Análisis en Sistema de Iluminación

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

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE PRODUCCION				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
12	TL-S 40W/33-640	2 350	58,75Lm/W	40
TOTAL				480

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE CONTABILIDAD				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
16	TL-S 40W/33-640	2 350	58,75Lm/W	40
TOTAL				640

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE ALMACEN				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA(W)
20	TL-S 40W/33-640	2350	58.75Lm/W	40
TOTAL				800

4.1.12. Evaluación del Índice de 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):

$$\text{INDICE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICO} = \frac{\text{CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICO}}{\text{UNIDAD DE PRODUCTO FINAL}}$$

MESES	ENERGÍA CONSUMIDA (kW-h)	PRODUCCION (Sacos)	INDICE (kW-h/Saco)
Julio	38 345,0058	11 838	3,24
Agosto	34 522,7700	11 683	2,95
Septiembre	32 170,3335	11 200	2,87
Octubre	32 236,9509	11 440	2,82

Índice Promedio	2,97
Desviación Estándar	0,19
Ind. + Desv.	3,16
Ind. - Desv.	2,78

Por lo tanto el Índice de Consumo de Energía Eléctrico es de 2,97 kW-h/saco al mes.

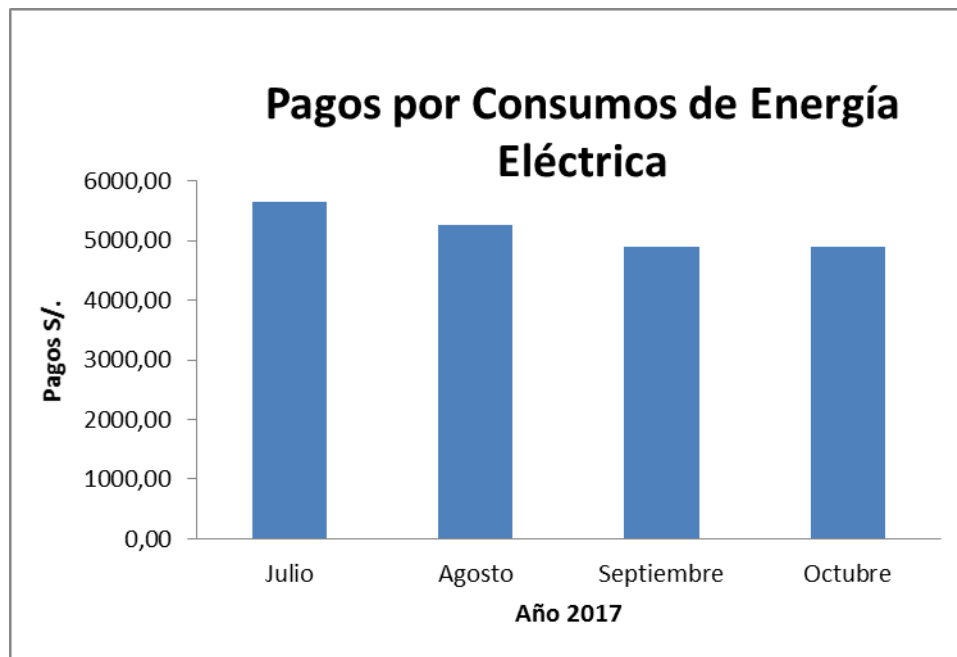
4.2. Análisis de contratos de suministro de energía mediante la selección apropiada de las tarifas eléctricas

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 se puede observar en el *Anexo 6*.

La facturación por consumo de energía eléctrica mensual en la Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC es:

Figura 28: Pagos por Consumo de Energía Eléctrica



Fuente: Elaboración Propia

Actualmente la Planta Procesadora Cristo Morado SAC, cuenta con la Tarifa MT-2, con un pago promedio de S/. 5 175,528316.

4.3. Evaluación de las áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica

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.

4.3.1. 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 38,68 kW, cuya eficiencia es de 87%, lo cual absorbe potencia que no se utiliza, estas pérdidas de potencia son de 5,02 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 380 horas/mes).

A. Pulidor

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

- Potencia Absorbida: $P_{abs} = 38,68 \text{ kW}$
- Potencia Útil: $P_{\text{útil}} = 33,65 \text{ kW}$
- Pérdida de potencia: $P_p = 5,02 \text{ kW}$
- Eficiencia motor nuevo: $\% = 95$

Cálculo de la potencia absorbida por el motor Premium:

$$P_{abs.p} = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta_p} = \frac{33,65}{0,95} = 35,42 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor Premium:

$$P_{p1} = P_{abs.p} - P_{\text{útil}} = 35,42 - 33,65 = 1,77 \text{ kW}$$

Ahorro de Energía

$$\rightarrow \text{Ahorro} = P_p - P_{p1} = 5,02 - 1,77 = 3,25 \text{ kW} \times 380 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 1235 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 14\,820 \text{ kWh/año}$$

Ahorro de Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 14820 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/.0.22}}{\text{kWh}} = \text{S/.3 260,4 /año}$$

B. Pulidor de Agua

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

- Potencia Absorbida: $P_{\text{abs}} = 38,85 \text{ kW}$
- Potencia Útil: $P_{\text{útil}} = 33,79 \text{ kW}$
- Pérdida de potencia: $P_p = 5,06 \text{ kW}$
- Eficiencia motor nuevo: $\% = 95$

Cálculo de la potencia absorbida por el motor Premium:

$$P_{\text{abs.p}} = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta_p} = \frac{33,79}{0,95} = 35,57 \text{ kW}$$

Pérdida de potencia en el motor Premium:

$$P_{p1} = P_{\text{abs.p}} - P_{\text{útil}} = 35,57 - 33,79 = 1,78 \text{ kW}$$

Ahorro de Energía

$$\rightarrow \text{Ahorro} = P_p - P_{p1} = 5,06 - 1,78 = 3,28 \text{ kW} \times 380 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 1246,4 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 14\,956,8 \text{ kWh/año}$$

Ahorro de Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 14956,8 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \times \frac{\text{S/.0.22}}{\text{kWh}} = \text{S/.3 290,46 /año}$$

4.3.2. 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 arrocera los principales equipos que requieren energía reactiva son los transformadores, motores y fluorescentes.

En la Planta Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC, tiene un bajo factor de potencia promedio de 0,90. Para corregir el factor de potencia de la Planta Procesadora de 0,90 a 0,99, es necesario instalar bancos de condensadores automáticos.

Para la presente evaluación se tienen los siguientes parámetros:

- Máxima demanda: $P = 250 \text{ kW}$
- Factor de Potencia actual: $\cos\varphi_1=0,90 \rightarrow \varphi_1= 25,84^\circ$
- Factor de Potencia Nuevo: $\cos\varphi_2=0,990 \rightarrow \varphi_2= 8,11^\circ$

Reemplazando dichos valores en la siguiente ecuación se tiene:

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

$$Q_c = 250 \times (\tan 25,84^\circ - \tan 8,11^\circ)$$

$$Q_c = 85.45 \text{ kVAR}$$

Nota: Normalizado se seleccionará un condensador de 85 kVAR.

Al compensar la energía reactiva, se reduce también las pérdidas de potencia activa (Efecto Joule) en los conductores y transformador.

El Ahorro económico que se obtiene es lo que se deja de pagar por el Concepto de Energía Reactiva al año.

Ahorro Económico

E. Reactiva: Ahorro = S/.3 261,57/año

4.3.3. Mejora en el sistema de iluminación

El alumbrado en la planta arrocera, posee lámparas fluorescentes convencionales T-12 de 40 W, habiéndose evaluado la necesidad de reemplazar éstas por fluorescentes delgados T-5 de 28 W, es decir consumen 12 W menos, pero iluminan igual.

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE PRODUCCION				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
12	TL-S 40W/33-640	2350	58.75Lm/W	40
TOTAL				480

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE CONTABILIDAD				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
16	TL-S 40W/33-640	2350	58.75Lm/W	40
TOTAL				640

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE ALMACEN				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA(W)
20	TL-S 40W/33-640	2350	58.75Lm/W	40
TOTAL				800

TOTAL	1920
-------	------

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE CONTABILIDAD				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
12	TL5 HE 28W/840 1SL	2900	94Lm/W	28
TOTAL				336

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE CONTABILIDAD				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
16	TL5 HE 28W/840 1SL	2900	94Lm/W	28
TOTAL				448

CANTIDAD DE LUMINARIAS EN EL AREA DE ALMACEN				
Nº LAMPARAS	MODELO	LUMENES	EFICIENCIA	POTENCIA (W)
20	TL5 HE 28W/840 1SL	2900	94Lm/W	28
TOTAL				560

TOTAL	1344
-------	------

Ahorro de Energía

$$\rightarrow \text{Ahorro} = (1920 - 1344) \text{ W} \times 60 \frac{\text{h}}{\text{mes}} = 34,56 \text{ kWh/mes}$$

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 414,72 \text{ kWh/año}$$

Ahorro Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 414,72 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/.0.22}}{\text{kWh}} = \text{S/.91,23/año}$$

Se propone apagar las lámparas en turno día de 8:00am a 6:00pm

4.3.4. Mejora en sistema de facturación de energía eléctrica

El ahorro que se consiga no es energético, sino económico debido a que se puede suscribir un nuevo contrato de suministro.

Tabla 6: Comparación de Facturación Tarifaria

	MT-2	MT-3	MT-4
Julio	7883,7	11 881,1	12 023,2
Agosto	7 301,3	11 151,0	11 279,7
Setiembre	6 835,9	10 593,7	10 715,3
Octubre	6 820,9	10 396,3	10 518,3
PROMEDIO	7 210,4	11 005,5	11 134,1

Fuente: Elaboración Propia (ver Anexo 3)

La opción tarifaria actual MT2, es la más adecuada.

4.3.5. 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:

a) Transformador

Existen pruebas que no son mantenidos con la frecuencia requerida, es conveniente chequear 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.

b) 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.

c) Aislamiento

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

Se ha detectado en forma muestral, los niveles de aislamiento deficientes, como es el caso de los circuitos de peletizado y producto terminado.

En base al consumo promedio que es de 34318,76505 Kw-h/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

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 1\% \times 34318,76505 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} = 343,18 \text{ kWh/mes}$$

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 4118,25 \text{ kWh/año}$$

Ahorro Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 4118,25 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S/.0.22}}{\text{kWh}} = \text{S/.906,10 /año}$$

4.3.6. Resumen de los Ahorros de Energía Eléctrica

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 (ver *Tabla 7*).

Tabla 7: Resumen de Ahorro Económico

Análisis de Ahorros de Energía Eléctrica		
Oportunidades de Mejora del Sistema Eléctrico	Ahorros Anuales	
	(kW-h)	(S/.)
Empleo de Motores Eficientes	29 776,80	6 560,86
Compensación de Energía Reactiva	3 261,57
Sistema de Iluminación Eficiente	414,72	91,23
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	4 118,25	906,10
TOTAL	34 309,77	10 819,76

Fuente: Elaboración Propia

4.3.7. Mejora de la Eficiencia Energética Eléctrica

En el siguiente cuadro se muestra el nuevo índice de consumo energético eléctrico.

Tabla 8: Índice de Consumo Energético Eléctrico

MESES	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh)	PRODUCCION (SACOS)	INDICE (kWh/SACO)
Julio	35 829,05	11 838	3,03
Agosto	32 006,81	11 683	2,74
Septiembre	29 654,37	11 200	2,65
Octubre	29 720,99	11 440	2,60

INDICE PROMEDIO	2,75
DESVIACION ESTANDAR	0,19
IND. + DESV.	2,94
IND. - DESV.	2,56

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Propuesta Estratégica de Gestión de la Energía Eléctrica

4.4.1. Política Energética Eléctrica

CRISTO MORADO SAC es una empresa dedicada al procesamiento de arroz y persigue un mejoramiento continuo en el manejo sostenible de los

recursos. En particular, tiene como principio, hacer uso de la energía eléctrica lo más racionalmente posible, para tal, se compromete a:

- Evaluar todas las posibilidades de reducir el consumo de la energía en la empresa. Con este fin serán examinados periódicamente los procesos energéticos del suministro eléctrico en la planta y, dado el caso, adaptados a tecnología actuales.
- Que todos los empleados y trabajadores contribuyan al uso racional de la energía eléctrica en la empresa, tengan en mente este principio en todo momento y comuniquen sus propuestas de mejora al encargado respectivo.
- Nuestra filosofía en el manejo de la energía es a largo plazo, así que se emplearán parámetros adecuados para evaluar la factibilidad económica de proyectos de uso racional de energía eléctrica en la empresa.
- Identificar acciones operacionales que ocasionan variabilidad en los índices de consumo energético eléctrico
- Mantener un programa de mejoramiento continuo de la eficiencia energética eléctrica.

4.4.2. Alcances de la Propuesta Estratégica

4.4.2.1. Cobertura

La Propuesta Estratégica de gestión energética se aplicará a las instalaciones de la empresa CRISTO MORADO SAC dentro de sus operaciones en el Pilado de Arroz, priorizando áreas de mayor

consumo eléctrico y sistemas principales que considere el investigador.

4.4.2.2. Periodo de Planificación

Se pueden considerarlos siguientes periodo de tiempo:

- De corto plazo: cubre un período de un año, permitirá cubrir un futuro inmediato
- De mediano plazo: cubre un periodo de cinco años, el plan estratégico a mediano plazo refleja las estrategias desarrolladas en el plan a largo plazo

4.4.3. Objetivos y Metas

4.4.3.1. Objetivo General

Formular e implementar acciones encaminados a mejorar la eficiencia energética eléctrica en la planta Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC.

4.4.3.2. Objetivos Específicos

Estos objetivos específicos se encuentran enunciados a nivel de los programas, es decir, para cada programa se definen objetivos que representan los objetivos específicos con relación a toda la Propuesta Estratégica en la planta Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC.

4.4.3.3. Metas

Las metas propuestas se encuentran relacionadas en cada uno de los objetivos específicos, de manera tal que se pueda cuantificar y medir su cumplimiento.

4.4.4. Programa de gestión de eficiencia energética empresarial.

Para el buen desempeño de la gestión la eficiencia energética eléctrica, los programas están basados de acuerdo a un conjunto de medidas técnicas y administrativas donde también se contemplan aspectos relativos al comportamiento humano, orientados al uso eficiente de la energía eléctrica y por lo tanto a la eficiencia de los costos por este concepto.

Para el cumplimiento de los objetivos específicos y metas se establecen los siguientes programas:

Tabla 9: Programas de Gestión Energética Empresarial

Gestión Energética Empresarial	Programas
Comportamiento Humano	Uso racional y eficiente de la energía eléctrica
Medidas Técnicas	Reducción del consumo de energía eléctrica
Medidas Administrativas	Administración del sistema eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5. Planes de acción propuesto

Las acciones propuestas en cada plan están organizadas en los programas anteriormente establecidos, lo cual tiene coherencia con las medidas de gestión energética empresarial.

4.4.5.1. Uso racional y eficiente de la energía

A través de este programa se desarrollan estrategias de capacitación y sensibilización a las personas ligadas directa o indirectamente al problema del manejo inadecuado del recurso energético eléctrico.

Los objetivos específicos, metas y recursos son:

Tabla 10: PLAN DE ACCIÓN N° 1

Objetivo Específicos 1:		
Capacitar y sensibilizar de manera permanente sobre el manejo racional de la energía eléctrica:		
Meta: Contar con una estrategia de educación continua.		
Responsables: Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Diseñar presentaciones para los trabajadores y empleados de la empresa.	S/C	2 meses
Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa.	S/. 1 000,00	Trimestral
Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.).	S/. 1 000,00	Semestral

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5.2. Reducción del consumo de energía eléctrica

Este programa establece las medidas tecnológicas necesarias para reducir el consumo de energía eléctrica dentro de las instalaciones de la empresa.

Los objetivos específicos, metas y recursos son:

Tabla 11: PLAN DE ACCIÓN N° 2

Objetivo Específicos 2:		
Reducir el consumo de energía reactiva de la red de suministro eléctrico.		
Meta: Corregir el factor de potencia de 0,90 a 0,99		
Responsables: Gerencia - Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Solicitar cotizaciones de bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.	S/C	2 semanas
Implementar el sistema de compensación elegido.	S/.10 000,00	4 semanas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: PLAN DE ACCIÓN N° 3

Objetivo Específicos 3:		
Implementar sistemas de iluminación eficientes y económicos		
Meta: Cambiar en un 100% las lámparas fluorescentes de T12 a T5		
Responsables: Gerencia - Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Solicitar las iluminarias recomendadas (fluorescentes T8).	S/C	2 semanas
Sustituir fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.	S/. 600	Mediano plazo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: PLAN DE ACCIÓN N° 4

Objetivo Específicos 4:		
Disminuir el consumo de energía eléctrica mediante tecnología de mayor eficiencia.		
Meta: Disminuir el consumo de energía eléctrica en corto plazo		
Responsables: Gerencia - Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Sustituir motor de baja eficiencia por el de alta eficiencia.	S/. 6 000,00	2 semanas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: PLAN DE ACCIÓN N° 5

Objetivo Específicos 5:		
Implementar acciones para mejorar el rendimiento de los equipos eléctricos.		
Meta: Lograr un ahorro por este concepto del 1 al 2% del consumo eléctrico total.		
Responsables: Coordinador de comité energía		
Acciones	Costo	Tiempo
Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)	S/C	1 Semana
Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	S/C	3 Semanas
Implementar plan de verificación periódica nivel de aceite en el transformador (cada 6 meses)	S/C	3 Semanas
Implementar plan de limpiezas periódicas del transformador.	S/C	3 Semanas
Implementar plan de medición con frecuencia de la temperatura superficial del	S/C	3 Semanas

transformador, ella no debe ser superior a 55°C.		
Implementar un programa periódico de ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barrajes, etc.	S/C	3 Semanas

Fuente: Elaboración Propia

4.4.6. Cronograma de acciones

Después de la planificación del proyecto, se establece el cronograma de acciones para realizar seguimiento a la implementación del plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en empresa. (*Ver Tabla 15*).

Tabla 15: Cronograma de Acciones

ACCIONES	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
	<i>Inversión</i>	<i>Post Inversión</i>			
Objetivo Específicos 1					
– Diseñar presentaciones para los trabajadores y empleados de la empresa.	■				
– Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa.	■	■	■	■	■
– Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.).	■	■	■	■	■
– Asesoría en ingeniería de sistemas eléctricos	■	■	■	■	■
Objetivo Específicos 2					
– Adquirir bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.		■			
– Implementar el sistema de compensación elegido.		■			
Objetivo Específicos 3					
– Adquirir las iluminarias recomendadas (fluorescentes T5).		■			
– Sustituir fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.		■	■	■	■

ACCIONES	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
	<i>Inversión</i>	<i>Post Inversión</i>			
Objetivo Específicos 4					
– Sustituir motores de baja eficiencia por los de alta eficiencia.		■			
Objetivo Específicos 5					
– Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)	■				
– Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	■				
– Implementar plan de verificación periódica nivel de aceite en el transformador (cada 6 meses)	■				
– Implementar plan de limpiezas periódicas del transformador.	■				
– Implementar plan de medición con frecuencia de la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55°C.	■				
– Implementar un programa periódico de ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barrajes, etc.	■				

Fuente: Elaboración Propia

4.4.7. Seguimiento y Monitoreo

El monitoreo es un proceso que se realiza periódicamente y permite que las personas involucradas en la implementación de la Propuesta Estratégica realicen un seguimiento programado para valorar el cumplimiento o las variaciones en las acciones planificadas. Además, permite identificar los avances específicos y generales con relación al cumplimiento de los objetivos trazados.

Es importante documentar los resultados y presentarlos a los interesados junto con las recomendaciones, para esto debe asegurarse la elaboración de guías para la recolección de la información que permita recoger de forma completa la información aportada en el monitoreo, ya que sólo de esta manera, se puede llevar un control riguroso de los avances.

A continuación se presenta una guía que puede ser instrumento útil para realizar esta labor de monitoreo sobre las acciones planificadas de la presente Propuesta Estratégica. (*Ver Tablas 16, 17*).

Tabla 16: Seguimiento y Monitoreo - Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica

Objetivo Específico	Acciones	Responsable	Meta	Indicador	Nivel de Cumplimiento	Comentarios
O.E - 1	Diseñar presentaciones para los trabajadores y empleados de la empresa	Coordinador de comité energía	Contar con una estrategia de educación continua.	Nº actividades educativas diseñadas e implementadas	A ejecutar	-----
	Impartir charlas y talleres sobre la gestión energética en la empresa.					
	Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.)					
	Asesoría en ingeniería de sistemas eléctricos					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17: Seguimiento y Monitoreo - Reducción del consumo de energía eléctrica

Objetivo Específico	Acciones	Responsable	Meta	Indicador	Nivel de Cumplimiento	Comentarios
O.E - 2	Adquirir bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.	Gerencia	Corregir el factor de potencia de 0,90 a 0,99	Nº banco condensadores instalados	A ejecutar	-----
	Implementar el sistema de compensación elegido.	Coordinador de comité energía				
O.E - 3	Adquirir las luminarias recomendadas (fluorescentes T5).	Gerencia	Cambiar en un 100% las lámparas fluorescentes T12 a T5	Nº lámparas sustituidas / total de lámparas	A ejecutar	-----
	Sustituir fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.	Coordinador de comité energía				
O.E - 4	Sustituir motores de baja eficiencia por los de alta eficiencia.	Coordinador de comité energía	Disminuir el consumo de energía eléctrica en el corto plazo	Nº requerimientos instalados / total de requerimientos	A ejecutar	-----
O.E - 5	Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)		Lograr un ahorro por	Nº acciones realizadas /	A ejecutar	-----

	Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor	Coordinador de comité energía	este concepto del 1 al 2% del consumo eléctrico total.	Nª acciones planificadas		
	Implementar plan de verificación periódica nivel de aceite en el transformador (cada 6 meses)					
	Implementar plan de limpiezas periódicas del transformador.					
	Implementar plan de medición con frecuencia de la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55°C.					
	Implementar un programa periódico de ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barrajes, etc.					
	Establecer política de rebobinado de motores eléctricos (No más de dos veces)					
	Implementar plan de verificación periódica los rodajes del motor					

Fuente: Elaboración Propia

4.4.8. Organización de la Gestión de la Eficiencia Energética Eléctrica

Para llevar a cabo una gestión energética eléctrica eficaz en la empresa arrocera, es necesario crear un comité de energía.

Los miembros de este grupo analizan los retos actuales de la eficiencia energética y sus tecnologías, poniendo sobre la mesa la problemática a la que han de hacer frente y aportando soluciones viables.

4.4.8.1. Comité de Energía Eléctrica

Su misión fundamental será el de ejecutar proyectos de eficiencia energética eléctrica, que incluya:

- Programas de formación y concientización al personal.
- Programas de ahorro de energía a corto, mediano y largo plazo.
- Establecimiento de valores objetivos de consumo eléctrico en cada parte del proceso.

4.4.8.2. Funciones

- Asesoramiento a la dirección en temas energéticos eléctricos
- Establecer una contabilidad energética eléctrica
- Establecer un sistema de auditorías eléctricas
- Participar en estudios y proyectos energéticos eléctricos
- Promoción de nuevas técnicas de gestión de la eficiencia energética

- Seguimiento y monitoreo de proyectos
- Establecimiento de manuales de operación energético eléctrico
- Intensificación del mantenimiento a las instalaciones eléctricas
- Preparar campañas de concientización
- Relacionarse con organismos oficiales del sector eléctrico.

4.4.8.3. Atribuciones

- Podrá solicitar datos relacionados con la energía eléctrica que necesite a otros departamentos
- Podrá ordenar la realización de mediciones, toma de datos y análisis de los mismos.
- Tendrá personal colaborador a sus órdenes directas
- Contará con el presupuesto adecuado.

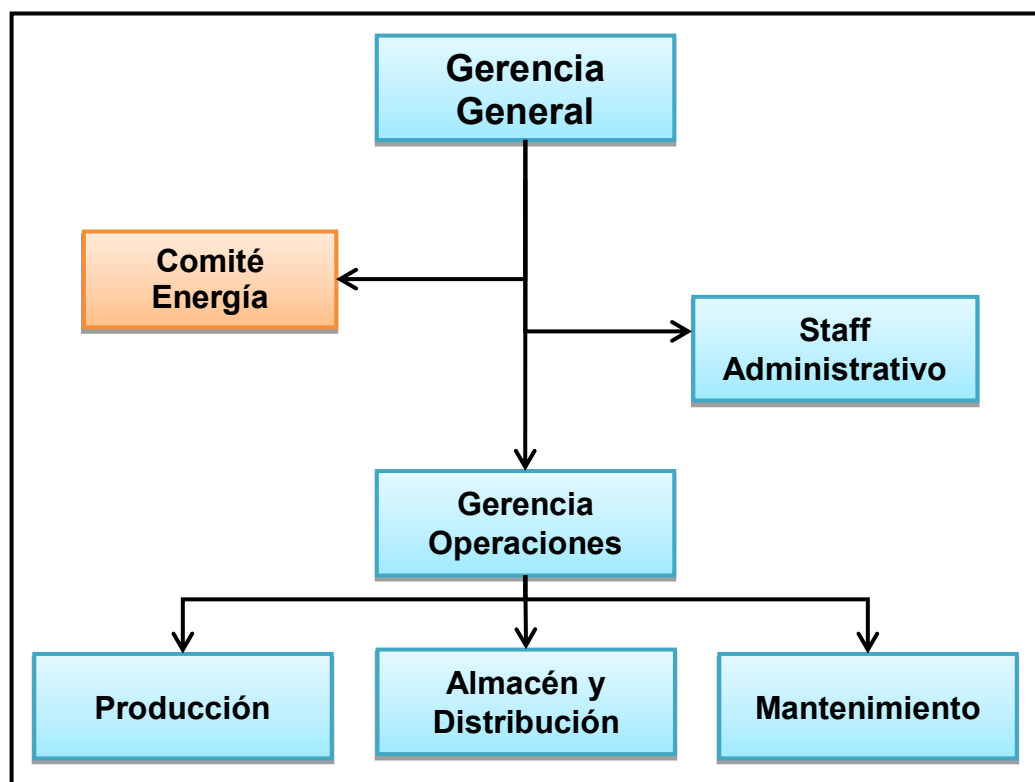
4.4.8.4. Composición

Como idea general, el Comité de Energía podrá estar formado por al menos un representante de cada una de los siguientes departamentos (*ver Figura 14*).

- Gerencia General
- Staff Administrativo (Administración, Contabilidad, RRHH)
- Producción
- Logística (Almacén y distribución)
- Mantenimiento

Y un representante designado por la Dirección que sería el Coordinador de Energía Eléctrica (Presidente).

Figura 29: Organigrama – Creación de Comité de Energía Eléctrica



FUENTE: Elaboración Propia

4.5. Análisis económico del proyecto

4.5.1. Recursos Económicos para poner en marcha la Propuesta Estratégica

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.

4.5.2. Uso racional y eficiente de la energía eléctrica

Tabla 18: 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/. 1 000,00
Realizar campaña de divulgación sobre el uso racional de la energía (pegar carteles, buzón de sugerencias, etc.)	S/. 1 000,00
Total Parcial	S/. 2 000,00

FUENTE: Elaboración Propia

4.5.3. Reducción del consumo de energía eléctrica

Tabla 19: Inversión – Reducción del consumo de energía eléctrica

Acciones	Inversión
Objetivo Estratégico 2	
Solicitar bancos de condensadores según las capacidades establecidas en presente estudio.	S/C
Implementar el sistema de compensación elegido.	S/. 10 000,00
Total Parcial	S/. 10 000,00
Objetivo Estratégico 3	
Adquirir las iluminarias recomendadas (fluorescentes T5).	S/C

Sustituir fluorescentes deteriorados o al final de su vida útil.	S/. 600,00
Total Parcial	S/. 600,00
Objetivo Estratégico 4	
Sustituir motores de baja eficiencia por los de alta eficiencia.	S/. 6 000,00
Total Parcial	S/. 6 000,00
Objetivo 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

FUENTE: Elaboración Propia

4.5.4. Cuadro Resumen de Inversión

Tabla 20: Resumen de Inversión (S/.) (2018 – 2022)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión					
Asesoría en ingeniería y capacitación	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Equipos de compensación	---	10 000	---	---	---
Inversión Tecnología	6 600	----	---	---	---
Total	8 600	12 000	2 000	2 000	2 000
Total Inversión (S/.)	26 600				

FUENTE: Elaboración Propia

4.6. Evaluación Económica de la Propuesta Estratégica

El primer incentivo para implementar programas de ahorro de energía eléctrica; 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 (ver *Tabla 24*) 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.

Para el presente proyecto se tiene los siguientes parámetros: (*Ver Tabla 21*)).

Tabla 21: Parámetros para evaluación económica del plan de gestión

Descripción	Datos Financieros
Tasa de descuento (<i>ver anexo 3</i>)	12%
Costo Mantenimiento Anual	S/. 906,10
Inversión	S/. 26 600
Vida útil del proyecto (en años)	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Ahorro Económico (S/.) en un periodo de 4 años

Ahorro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Empleo de Motores Eficientes		6 560,86	6 560,86	6 560,86
Compensación de Energía Reactiva		3 261,57	3 261,57	3 261,57
Sistema de Iluminación Eficiente	91,23	91,23	91,23	91,23
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	906,10	906,10	906,10	906,10
Total	997,33	10 819,76	10 819,76	10 819,76
Total Ahorro (S/.)	33 456,51			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: 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
Motores	6 000	20	300,00	4 800,00
Total Depreciación (S/.)			1 300,00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Flujo del Análisis Económico

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos					
Empleo de Motores Eficientes			6 560,86	6 560,86	6 560,86
Compensación de Energía Reactiva			3 261,57	3 261,57	3 261,57
Sistema de Iluminación Eficiente		91,23	91,23	91,23	91,23
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas		906,1	906,1	906,1	906,1
Egresos					
Asesoría en ingeniería y capacitación	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000	-2 000
Equipos de medición	---	-10 000	---	---	---
Inversión Tecnología	-6 600	----	---	---	---
Depreciación		-1 300,00	-1 300,00	-1 300,00	-1 300,00
Utilidad Bruta		-12 302,67	7 519,76	7 519,76	7 519,76
Impuestos		0,0	2 255,9	2 255,9	2 255,9
Utilidad Neta		-12 302,7	5 263,8	5 263,8	5 263,8
Depreciación		1 300,0	1 300,0	1 300,0	1 300,0
Valor residual					10 800,0
Flujo de caja	-8 600	-11 003	6 564	6 564	17 364
Flujo acumulado	-8 600	-19 603	-13 039	-6 475	10 889

Fuente: Elaboración propia

4.6.1. Valor Actual Neto:

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

$$\text{VAN} = \text{S/. } 2\,516,00$$

Para la Empresa Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC el proyecto es rentable porque el VAN es de S/. 2 516,00 nuevos soles, generando beneficios después de haber logrado cubrir todos los costos, esto significa que es viable la mejora de la eficiencia energética eléctrica.

4.6.2. Tasa Interna de Retorno:

Para el presente proyecto la Tasa Interna de Retorno es:

$$\text{TIR} = 17 \%$$

Para la Empresa Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC, su Tasa Interna de Retorno es de 17 % que es mayor al costo del capital del 12%, por ende la mejora de la eficiencia energética eléctrica genera beneficios, mayores al costo, lo cual va a significar un aumento de la rentabilidad.

4.6.3. Relación Beneficio / Costo:

La relación Beneficio / Costo del proyecto es:

$$\text{B/C} = 1,25$$

Para la Empresa Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC, la relación beneficio costo de 1,25 significa que por cada nuevo sol invertido obtiene una rentabilidad de 1,25 nuevos soles, es decir que recupera su inversión y obtiene una rentabilidad adicional para la mejora de la eficiencia energética eléctrica.

4.6.4. Periodo de Recuperación del Capital:

El capital será recuperado aproximadamente en 4 años 2 meses.

4.6.5. 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 25: Resumen de evaluación económica del proyecto

Descripción	Valor
Inversión	S/. 26 600,00
Ahorro	S/. 33 456,61
Valor Actual Neto	S/. 2 516,00
Tasa Interna de Retorno	17 %
Relación B / C	1,25
Periodo de Recuperación	4 años 2 meses

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo al estudio realizado para el presente proyecto, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El estudio realizado contribuye con brindarnos un mayor conocimiento referente a las oportunidades de ahorro energético eléctrico y su aplicación en la empresa Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC.
- El diagnostico energético nos muestra con claridad que existe la posibilidad de ahorrar S/. 33456,61 nuevos soles en la empresa a través de la mejora en sus sistemas eléctricos en el mediano plazo.
- Las mejoras identificadas, consisten en cambiar las líneas de distribución de energía eléctrica, empleo de motores eficientes, compensación de energía reactiva, sistema de iluminación eficiente, lo que producirán un Ahorro de Energía Anual de 34 309,77 kW-h y de S/. 10 819,76, esto contribuirá a mejorar la eficiencia energética eléctrica, permitiendo disminuir el Índice de Consumo Energético Eléctrico (kWh/ Saco) de 2,97 a 2,75 que representa un 7,40% a lo largo de la implementación del proyecto.
- El diseño y propuesta de implementación de la Propuesta Estratégica para la Gestión Energética Eléctrico, permitirá mejorar la administración del consumo de

energía eléctrica el cual lograra que el ahorro sea sostenido a partir de la ejecución.

- De la evaluación económica, se obtiene que el periodo de recuperación de la inversión es de 4 años 2 meses, obteniéndose un TIR de 17%, el VAN estimado es de S/. 2 516 y Beneficio/Costo resulto 1,25. Por lo tanto podemos concluir y afirmar que la propuesta es viable económicamente.

6.2 Recomendaciones

- La parte más difícil en la implementación de un plan de ahorro de energía es la lucha diaria con las costumbres y actitudes de la gente que trabaja en la empresa por lo que se debe iniciar trabajando fuertemente en hacer comprender la importancia que tiene el ahorro de energía eléctrica, sobre todo en nuestros tiempo en que la mayor cantidad de los recursos no renovables se están agotando.
- Aunque hay muchos métodos técnicos para mejorar rendimiento energético eléctrico, el comité de ahorro de energía de la empresa Procesadora de Arroz Cristo Morado SAC debe comenzar considerando las medidas más simples, las que demanden baja inversión.
- Es recomendable e importante que las personas que forman parte del grupo del programa de ahorro de energía eléctrica sean personas comprometidas y responsables la 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 eléctrica 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 y Cuadro de Mando (Balance ScoreCard).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

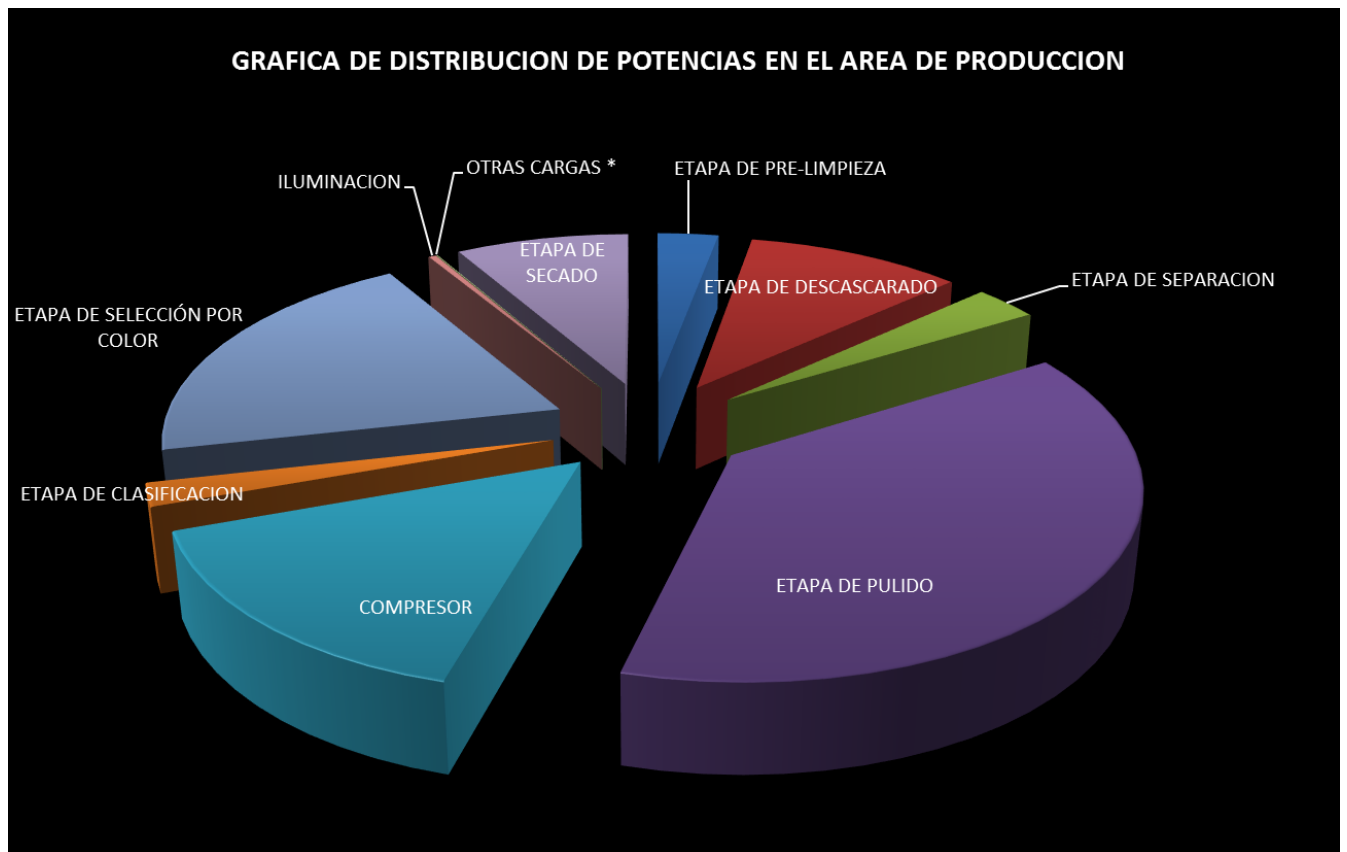
- Apuntes del Seminario: (2010) “Aplicaciones de Eficiencia Energética Eléctrica en la Empresa”, Ingeniero Mecánico Eduardo Tiravanti Zapata. Lima – Perú.
- Ministerio de Energía y Minas: (2010) “Perú, Sector Eléctrico 2010” Dirección General de Electricidad. Lima – Perú.
- Quispe Ramos, Miriam: (2009) “*Aplicación de la eficiencia energética a la implementación de una planta de alimentos balanceados*”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.
- Guía Metodológica: (2008) “*Plan de Implementación y seguimiento de acciones de mejora*”. Vicerrectorado de Calidad e Innovación. Universidad del País Vasco – España.
- Gilvonio Alegría, Leoncio: (2005) “*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: (2003) “*Metodología de la Investigación*” 3° Edición.
- Ministerio de Energía y Minas: (1999) “*Proyecto para el Ahorro de Energía - Electricidad*”. 1° Edición: PAE. Lima – Perú.

ANEXOS

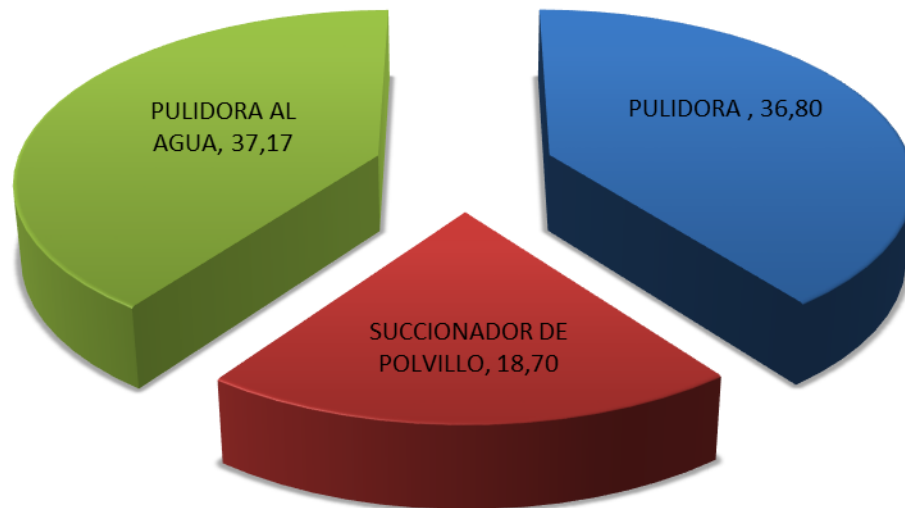
ANEXOS

ANEXO 1: INVENTARIO DE EQUIPOS DE LA PLANTA POR AREA

AREA DE PRODUCCION	POT (KW)
ETAPA DE PRE-LIMPIEZA	7,1
ETAPA DE DESCASCARADO	25,15
ETAPA DE SEPARACION	7,41
ETAPA DE PULIDO	92,67
COMPRESOR	37,3
ETAPA DE CLASIFICACION	4,82
ETAPA DE SELECCIÓN POR COLOR	48,49
ILUMINACION	0,83
OTRAS CARGAS *	0,11
ETAPA DE SECADO	20,18

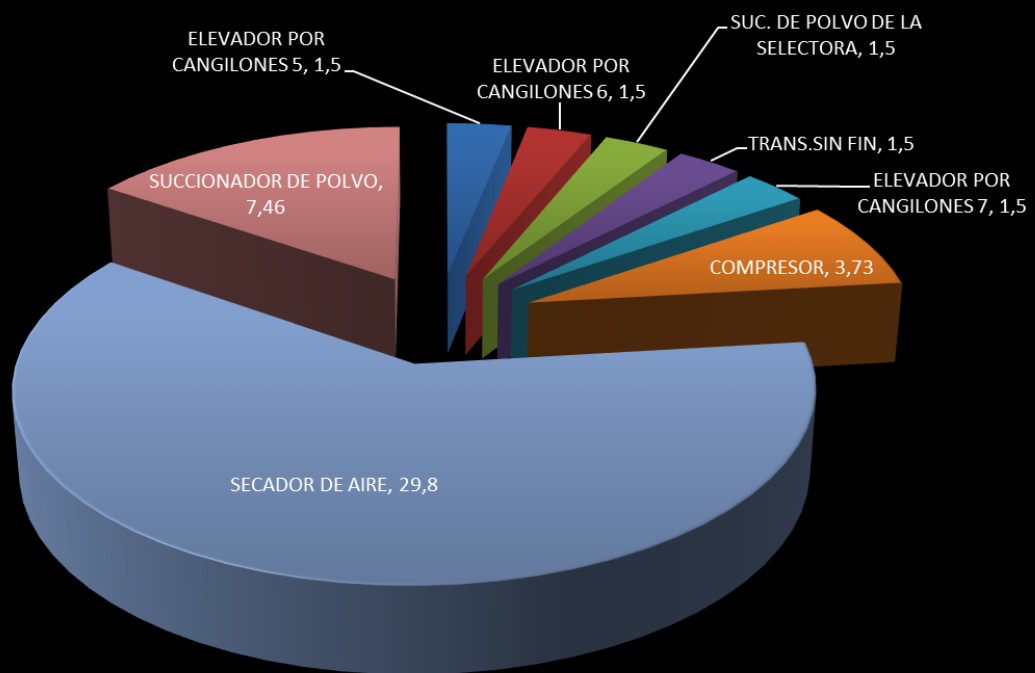


ETAPA DE PULIDO	POT (kW)
PULIDORA	36,80
SUCCIONADOR DE POLVILLO	18,70
PULIDORA AL AGUA	37,17



ETAPA DE SELECCIÓN POR COLOR	POT (KW)
ELEVADOR POR CANGILONES 5	1,5
ELEVADOR POR CANGILONES 6	1,5
SUC. DE POLVO DE LA SELECTORA	1,5
TRANS.SIN FIN	1,5
ELEVADOR POR CANGILONES 7	1,5
COMPRESOR	3,73
SECADOR DE AIRE	29,8
SUCCIONADOR DE POLVO	7,46

GRAFICA DE DISTRIBUCION DE POTENCIA EN LA ETAPA SELECCION DE COLOR



ANEXO 2: SECUENCIA DE ARRANQUE

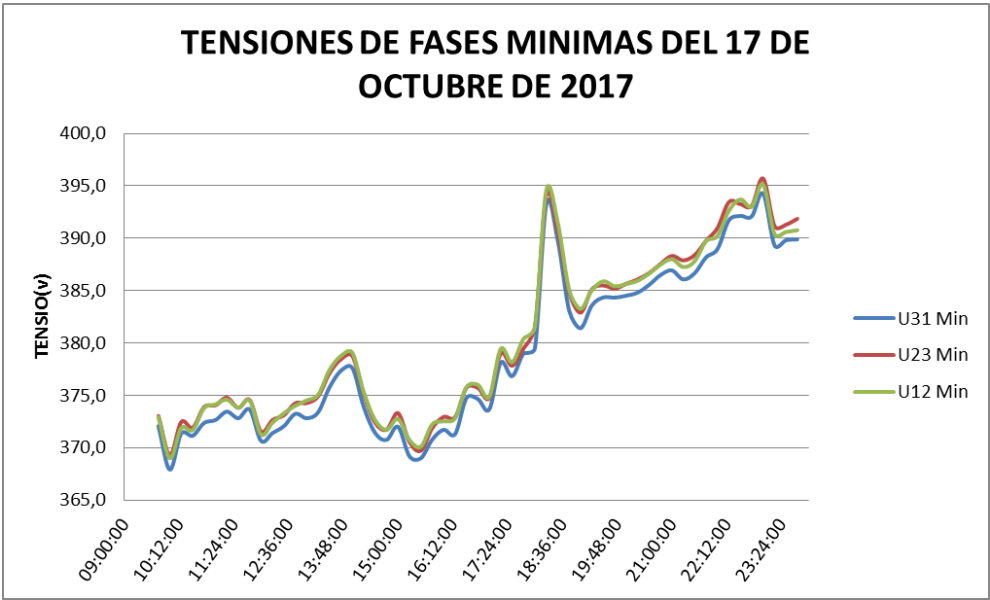
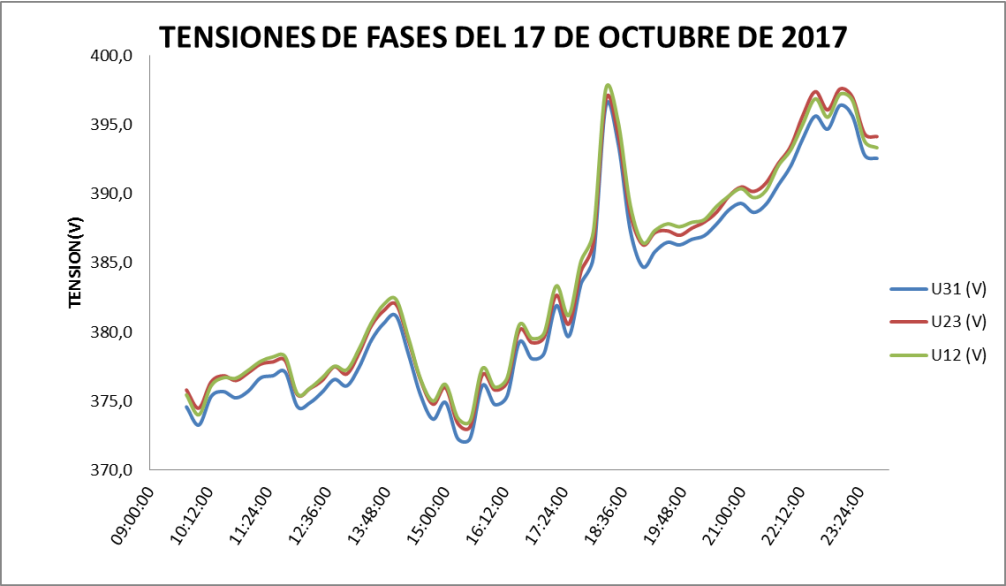
SECUENCIA DE ARRANQUE						
1	ELEVADOR POR CANGILONES 1	2,2	220/380V	4,18	Directo	2
2	ELEVADOR POR CANGILONES 2	2,2	220/380V	4,18	Directo	2
3	ZARANDA PRE-LIMPIADORA	4,9	220/380V	9,31	Directo	3
4	DESCASCARADORA	10,45	220/440V	19,85	$\lambda - \Delta$	5
5	SINFÍN PARA EXTRAER LA PAJA	1,5	220/380V	2,85	Directo	3
6	SUCCIONADOR DE PAJILLA	11	220/380V	20,89	Directo	2
7	MESA PADDYY	3,73	220/380V	7,08	Directo	2
8	ELEVADOR POR CANGILONES 3	2,2	220/380V	4,18	Directo	2
9	ELEVADOR POR CANGILONES 4	1,1	220/440V	2,09	directo	2
10	CALIBRADOR DE GRANO	1,48	220/380V	2,81	Directo	2
11	PULIDORA	36,8	220/380V	69,89	$\lambda - \Delta$	6
12	SUCCIONADOR DE POLVILLO	18,7	220/380V	35,51	$\lambda - \Delta$	4
13	PULIDORA AL AGUA	37,17	220/380V	70,59	$\lambda - \Delta$	2
14	ELEVADOR POR CANGILONES 5	1,5	220/380V	2,85	Directo	2
15	ELEVADOR POR CANGILONES 6	1,5	220/380V	2,85	Directo	2
16	MESA ROTADORA VAIVEN	1,5	220/380V	2,85	Directo	2
17	DOSIFICADOR1	1,1	220/380V	2,09	Directo	2
18	DOSIFICADOR2	1,12	220/380V	2,13	Directo	2
19	SUCCIONADOR DE POLVO DE LA SELECTOR	1,5	220/380V	2,85	Directo	2
20	TRANSPOTADOR SIN FIN	1,5	220/380V	2,85	Directo	2
21	ELEVADOR POR CANGILONES 7	1,5	220/380V	2,85	Directo	2
22	COMPRESOR	3,73	220/380V	7,08	Directo	2
23	SECADOR DE AIRE	29,8	220/380V	56,6	$\lambda - \Delta$	6
24	SUCCIONADOR DE POLVO	7,46	220/380V	14,17	$\lambda - \Delta$	4

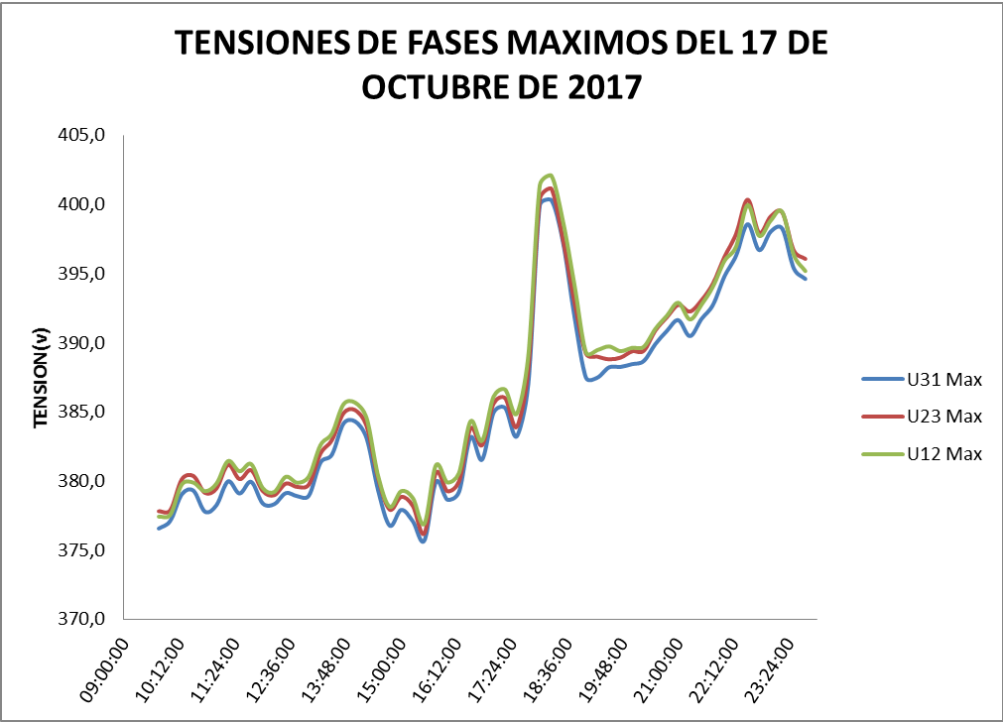
ANEXO 3: ANALISIS DE PLIEGOS TARIFARIOS

	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTEN	UNIDAD	TARIFA S/	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
TARIFA MT2:	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6,23	6,23	6,23	6,23	6,23
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	0,1573	152,27354	129,67655	103,80798	102,82558
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	0,1417	5296,3153	4775,0605	4465,02328	4475,3479
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	31,35	326,32529	326,04	261,060855	261,06086
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	11,92	124,07647	124,07647	124,022236	124,02224
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	12,15	1646,5066	1646,5066	1621,24629	1621,2463
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	0,0354	331,9505	293,68722	254,480892	230,19058
	TOTAL 1			7883,6777	7301,2773	6835,87153	6820,9235
	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTEN	UNIDAD	TARIFA S/	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
TARIFA MT3:	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6,23	6,23	6,23	6,23	6,23
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	0,1573	152,27354	129,67655	103,80798	102,82558
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	0,1417	5296,3153	4775,0605	4465,02328	4475,3479
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:						
	Presentes en Punta	S./kW-mes	29,2	4255,2284	4133,552	3951,344	3768,9228
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	14,41				
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:						
	Presentes en Punta	S./kW-mes	12,62	1839,0747	1812,781	1812,78097	1812,781
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12,37				
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	0,0354	331,9505	293,68722	254,480892	230,19058
	TOTAL 2			11881,073	11150,987	10593,6671	10396,298
	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTEN	UNIDAD	TARIFA S/	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
TARIFA MT4:	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6,23	6,23	6,23	6,23	6,23
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	0,1458	5590,7019	5033,4199	4690,43462	4700,1474
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:						
	Presentes en Punta	S./kW-mes	29,2	4255,2284	4133,552	3951,344	3768,9228
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	14,41				
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:						
	Presentes en Punta	S./kW-mes	12,62	1839,0747	1812,781	1812,78097	1812,781
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12,37				
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	0,0354	331,9505	293,68722	254,480892	230,19058
	TOTAL 3			12023,186	11279,67	10715,2705	10518,272

ANEXO 5: ANALISIS DE LAS TENSIONES

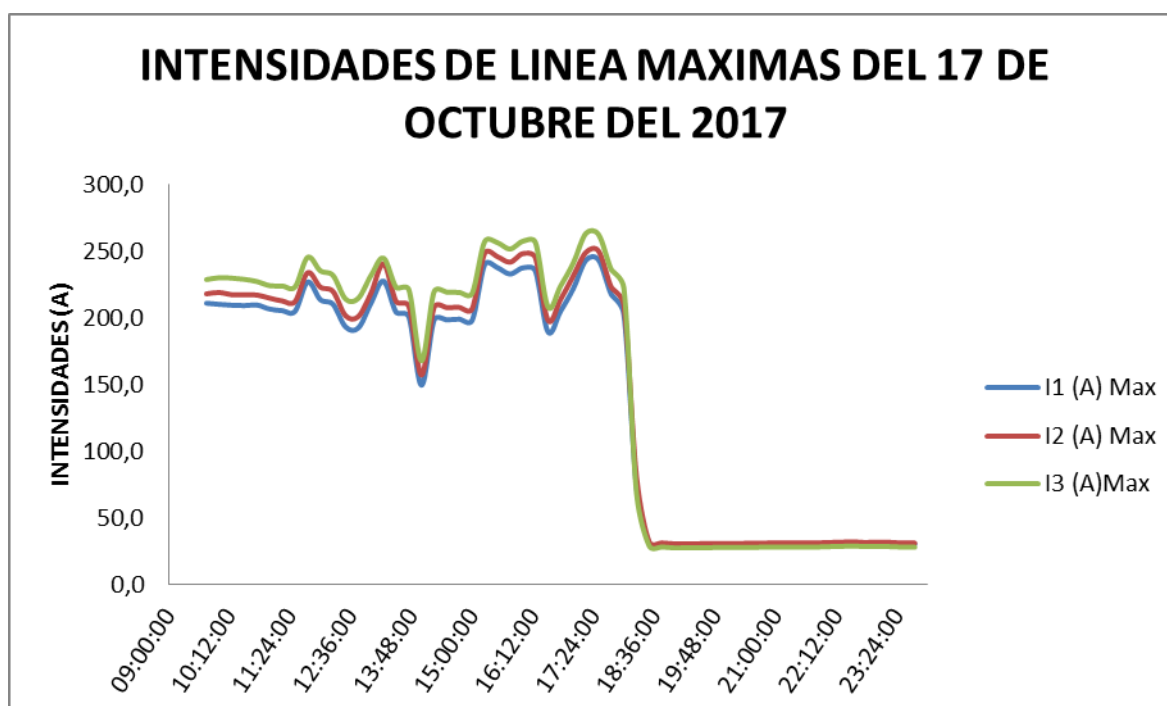
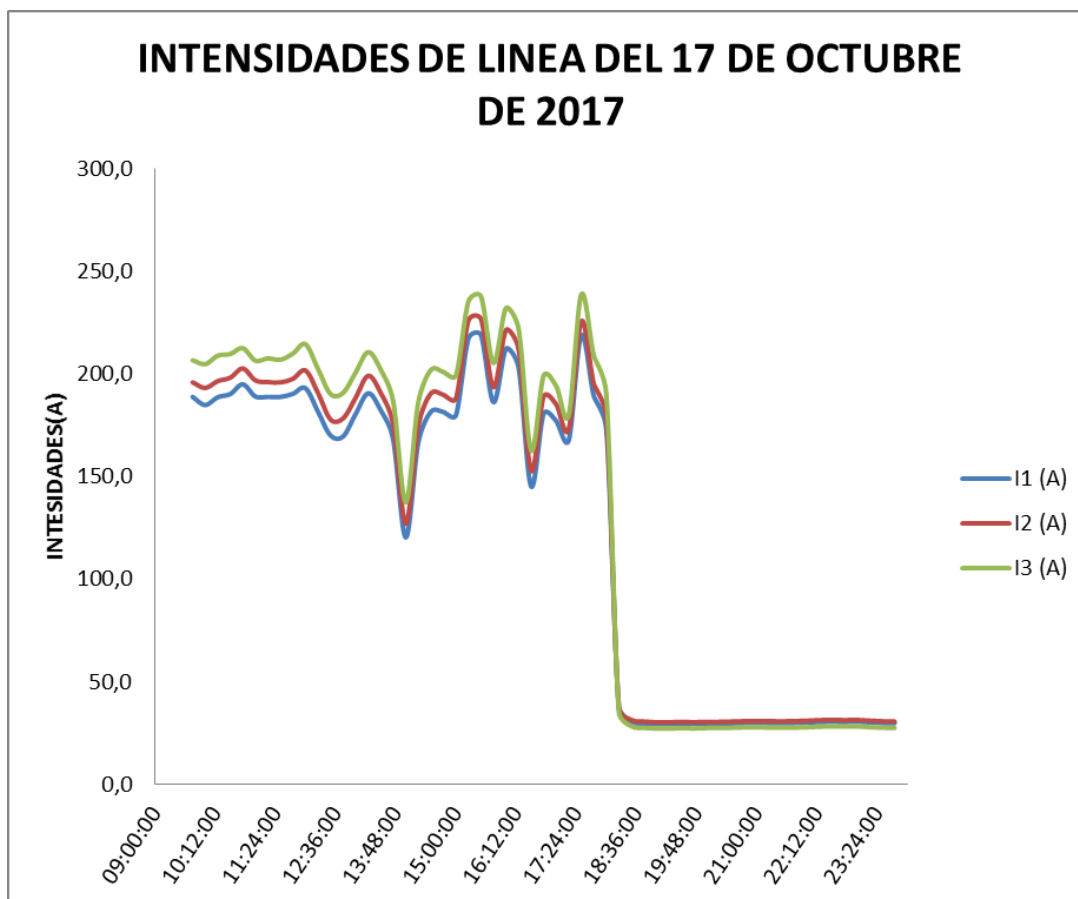
Fecha/Hra	U31 (V)	U23 (V)	U12 (V)	U31 Max	U23 Max	U12 Max	U31 Min	U23 Min	U12 Min
09:45:00	374,6	375,8	375,5	376,6	377,8	377,4	372,1	373,0	372,9
10:00:00	373,3	374,5	374,0	377,1	377,9	377,6	367,9	369,3	369,0
10:15:00	375,3	376,4	376,1	379,0	380,1	379,8	371,4	372,5	371,9
10:30:00	375,7	376,8	376,7	379,3	380,4	379,9	371,1	371,9	371,7
10:45:00	375,2	376,5	376,7	377,8	379,1	379,3	372,4	373,9	373,8
11:00:00	375,7	377,0	377,2	378,3	379,5	379,8	372,7	374,1	374,1
11:15:00	376,7	377,7	377,9	380,0	381,2	381,4	373,5	374,8	374,6
11:30:00	376,8	377,8	378,2	379,1	380,1	380,7	372,8	373,8	373,8
11:45:00	377,1	377,9	378,2	379,9	380,8	381,2	373,7	374,6	374,5
12:00:00	374,6	375,5	375,5	378,4	379,3	379,5	370,7	371,5	371,3
12:15:00	374,9	375,9	375,9	378,3	379,0	379,2	371,4	372,6	372,4
12:30:00	375,6	376,5	376,7	379,1	379,8	380,3	372,1	373,1	373,3
12:45:00	376,6	377,5	377,5	378,9	379,6	379,9	373,2	374,3	374,0
13:00:00	376,1	377,0	377,3	378,9	379,7	380,3	372,8	374,3	374,5
13:15:00	377,5	378,5	378,8	381,3	382,0	382,6	373,4	374,9	375,1
13:30:00	379,4	380,5	380,7	381,9	383,0	383,4	375,8	377,1	377,4
13:45:00	380,6	381,5	382,0	384,2	384,9	385,5	377,4	378,5	378,8
14:00:00	381,2	382,0	382,4	384,3	385,1	385,7	377,6	378,8	379,1
14:15:00	378,4	379,4	379,6	383,1	384,0	384,6	373,9	375,1	375,3
14:30:00	375,4	376,5	376,6	379,3	380,2	380,4	371,4	372,4	372,6
14:45:00	373,7	374,8	375,0	376,8	377,9	378,1	370,8	371,7	371,7
15:00:00	374,9	376,0	376,2	377,9	378,9	379,3	372,0	373,3	372,8
15:15:00	372,3	373,4	373,8	377,1	378,2	378,8	369,2	370,6	370,8
15:30:00	372,3	373,1	373,6	375,7	376,2	376,9	369,0	369,7	370,1
15:45:00	376,1	376,9	377,4	379,9	380,6	381,1	370,8	371,9	372,2
16:00:00	374,8	375,8	376,0	378,7	379,3	379,9	371,7	372,9	372,5
16:15:00	375,4	376,4	376,7	379,2	380,0	380,6	371,3	372,9	372,8
16:30:00	379,3	380,1	380,5	383,2	383,8	384,3	374,8	375,7	375,8
16:45:00	378,1	379,2	379,5	381,5	382,6	382,9	374,7	375,7	376,0
17:00:00	378,5	379,6	379,9	384,9	385,6	386,1	373,7	374,8	374,9
17:15:00	381,9	382,7	383,3	385,3	386,0	386,6	378,1	379,0	379,4
17:30:00	379,7	380,6	381,2	383,2	383,9	384,9	376,8	377,8	378,2
17:45:00	383,5	384,4	385,1	387,0	388,0	389,0	379,0	379,5	380,4
18:00:00	385,4	386,5	387,3	399,9	400,4	401,4	379,5	381,6	381,5
18:15:00	396,3	396,8	397,6	400,3	401,1	402,1	393,2	394,1	394,6
18:30:00	393,7	394,3	395,2	397,3	397,5	398,8	389,8	390,8	391,5
18:45:00	387,3	388,5	389,1	391,9	392,9	394,2	383,1	384,8	385,1
19:00:00	384,7	386,3	386,5	387,5	389,2	389,3	381,4	382,9	383,3
19:15:00	385,8	387,2	387,3	387,5	389,0	389,5	383,6	385,1	385,0
19:30:00	386,5	387,3	387,8	388,2	388,8	389,7	384,4	385,5	385,9
19:45:00	386,3	387,0	387,6	388,3	388,9	389,4	384,3	385,2	385,4
20:00:00	386,7	387,5	387,9	388,5	389,4	389,6	384,5	385,7	385,6
20:15:00	387,0	387,9	388,1	388,7	389,4	389,7	384,8	386,1	385,9
20:30:00	387,8	388,7	389,1	389,9	390,9	391,0	385,5	386,7	386,6
20:45:00	388,8	389,8	389,8	390,8	391,8	391,9	386,5	387,5	387,5
21:00:00	389,3	390,5	390,4	391,6	392,7	392,9	386,9	388,3	388,0
21:15:00	388,7	390,2	389,7	390,5	392,3	391,7	386,1	387,9	387,3
21:30:00	389,2	390,8	390,2	391,7	393,1	392,7	386,7	388,4	387,8
21:45:00	390,6	392,2	392,0	392,7	394,3	394,1	388,2	389,8	389,7
22:00:00	392,0	393,4	393,2	394,8	396,2	395,9	389,0	391,0	390,2
22:15:00	394,0	395,7	395,1	396,3	397,9	397,0	391,7	393,5	392,6
22:30:00	395,6	397,4	396,9	398,6	400,3	400,0	392,1	393,3	393,7
22:45:00	394,7	396,1	395,5	396,7	398,0	397,7	392,1	393,1	393,0
23:00:00	396,4	397,6	397,2	398,0	399,1	398,8	394,3	395,7	395,1
23:15:00	395,6	397,0	396,8	398,3	399,4	399,5	389,3	391,2	390,4
23:30:00	392,8	394,3	393,8	395,4	396,7	396,4	389,8	391,3	390,6
23:45:00	392,6	394,1	393,3	394,6	396,1	395,2	389,9	391,9	390,8





ANEXO 6: ANALISIS DE LAS INTENSIDADES DE CORRIENTE

Fecha/Hra	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	I1 (A) Max	I2 (A) Max	I3 (A)Max
09:45:00	188,7	195,8	206,6	211,2	218,3	229,0
10:00:00	184,8	193,1	204,7	210,4	219,3	230,4
10:15:00	188,6	196,5	208,8	209,7	217,6	230,0
10:30:00	190,1	198,1	209,6	209,4	217,4	229,2
10:45:00	194,9	202,6	212,5	209,8	217,3	227,5
11:00:00	188,9	196,8	206,4	206,8	215,0	224,4
11:15:00	188,8	196,0	207,5	205,6	212,9	224,1
11:30:00	188,7	195,8	206,8	205,1	212,4	223,4
11:45:00	190,3	197,5	209,9	227,2	234,1	245,7
12:00:00	193,0	201,6	214,4	213,9	223,3	235,6
12:15:00	181,5	190,6	202,3	210,4	220,1	232,1
12:30:00	170,0	177,8	190,1	193,4	201,8	214,3
12:45:00	169,5	178,3	190,7	192,6	201,1	214,8
13:00:00	180,4	188,3	200,6	211,1	218,6	231,9
13:15:00	190,5	199,0	210,6	227,8	240,7	245,1
13:30:00	182,3	190,7	202,0	204,4	212,4	223,0
13:45:00	167,9	175,2	186,5	201,0	208,8	221,4
14:00:00	120,3	127,0	137,4	149,6	157,2	168,0
14:15:00	166,7	174,6	186,1	198,7	208,3	220,0
14:30:00	181,5	190,4	201,8	198,7	208,0	219,5
14:45:00	181,4	189,8	200,9	199,2	208,0	219,3
15:00:00	179,8	188,0	199,2	198,2	206,9	218,6
15:15:00	217,2	226,0	235,2	240,3	248,8	257,5
15:30:00	218,8	226,7	237,7	237,9	246,2	256,7
15:45:00	186,2	193,5	205,3	233,1	242,0	252,0
16:00:00	212,3	221,4	232,1	237,7	248,4	257,7
16:15:00	203,1	212,0	221,9	235,5	245,4	257,0
16:30:00	145,2	152,8	162,8	189,7	198,3	208,4
16:45:00	180,6	188,9	199,0	205,4	214,1	224,2
17:00:00	177,0	185,1	194,0	222,1	231,6	241,4
17:15:00	167,6	173,0	179,9	243,5	249,4	263,6
17:30:00	218,8	225,5	238,6	243,7	250,3	262,8
17:45:00	189,2	195,0	208,8	218,0	223,2	236,5
18:00:00	172,8	178,5	190,0	202,8	209,7	222,6
18:15:00	38,1	37,3	35,2	72,9	80,9	68,5
18:30:00	30,6	31,4	28,4	31,0	31,9	29,0
18:45:00	29,7	30,6	27,6	30,4	31,2	28,2
19:00:00	29,3	30,3	27,2	29,6	30,5	27,4
19:15:00	29,4	30,3	27,3	29,6	30,5	27,5
19:30:00	29,5	30,4	27,4	29,7	30,6	27,6
19:45:00	29,5	30,3	27,3	29,7	30,5	27,6
20:00:00	29,6	30,4	27,5	29,8	30,7	27,7
20:15:00	29,6	30,5	27,5	29,7	30,7	27,7
20:30:00	29,7	30,6	27,6	29,9	30,9	27,8
20:45:00	29,9	30,8	27,8	30,2	31,0	28,0
21:00:00	30,0	30,9	27,9	30,3	31,2	28,1
21:15:00	29,9	30,8	27,7	30,1	31,0	28,0
21:30:00	29,8	30,7	27,6	30,1	31,0	27,9
21:45:00	29,9	30,8	27,7	30,2	31,0	28,0
22:00:00	30,1	31,0	27,9	30,6	31,4	28,3
22:15:00	30,4	31,4	28,2	30,7	31,6	28,5
22:30:00	30,5	31,5	28,3	31,0	31,9	28,8
22:45:00	30,4	31,3	28,3	30,7	31,5	28,5
23:00:00	30,6	31,4	28,3	30,8	31,6	28,6
23:15:00	30,3	31,1	27,9	30,7	31,6	28,4
23:30:00	29,9	30,8	27,6	30,2	31,1	28,0
23:45:00	29,8	30,7	27,5	30,2	31,0	27,9



ANEXO 7: 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: Electronorte SA