UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa "Piladora de Arroz El Marañón"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

AUTOR

Jehison Alonzo Alarcon Vasquez

ASESOR

Jonny Villalobos Cabrera

https://orcid.org/0000-0003-3643-5498

Chiclayo, 2024

Auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa “Piladora de Arroz El Marañón”

PRESENTADA POR

Jehison Alonzo Alarcon Vasquez

A la Facultad de Ingeniería de la

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Para optar el título de:

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR

Alexander Querevalú Morante

PRESIDENTE

Luis Gonzales Bazán

SECRETARIO

Jony Villalobos Cabrera

VOCAL

DEDICATORIA

A mi madre por todos los consejos y apoyarme con tanto cariño.

AGRADECIMIENTO

A todo el personal encargado de la Empresa Piladora de arroz Marañón por su tiempo y disposición al momento de realizar la presente tesis.
A todas las personas que me brindaron su apoyo y consejos a lo largo de esta etapa.

AUDITORIA ENERGETICA

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	23%	3%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	www.zonaarguello.com.ar Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

RESUMEN 10

ABSTRACT 11

I. INTRODUCCION 12

1.1. Situación Problemática 12

1.2. Formulación del problema 13

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación 13

1.4. Objetivos 14

1.5. Hipótesis 14

1.6. Delimitación de la investigación 15

II. MARCO TEÓRICO 16

2.1. Antecedentes 16

2.2. Bases teóricas 19

III. METODOLOGIA: 28

3.1. Tipo de investigación 28

3.2. Población y muestra 28

3.3. Diseño de la investigación 28

3.4. Métodos y Técnicas de Recolección de Datos 29

3.5. Formulación de las Hipótesis: 29

3.6. Matriz de Consistencia 30

IV. DESARROLLO Y RESULTADOS 32

4.1. Diagnosticar el estado energético actual de la empresa: 32

4.2. Línea base actual 58

4.2.1. Establecimiento del plan de implementación 59

4.2.2. Consumo energético en el año 2023 65

4.3. Propuesta de ahorro energético 69
4.3.1. Costos energéticos del sistema propuesto 75
4.3.2. Responsabilidad de la dirección 77
4.4. Línea meta propuesta 79
4.5. Análisis costo beneficio 80
V. CONCLUSIONES 81
VI. RECOMENDACIONES 82
VII. BIBLIOGRAFÍA 83
ANEXOS 86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto de estudio. *15*
Figura 2: triángulo de potencias. *25*
Figura 3: Ubicación del proyecto a auditar. *32*
Figura 4: Arroz secado a la intemperie. *36*
Figura 5: Arroz en área de recepción. *37*
Figura 6: Arroz en área de prelimpia. *38*
Figura 7: Circuito de descascarado. *39*
Figura 8: Arroz que vuelve al circuito de descascarado. *40*
Figura 9: Mesa Paddy. *40*
Figura 10: Elevador de cangilones 4. ..... *41*
Figura 11: Pulidores de arroz. *42*
Figura 12: Sinfín, transportador de polvillo de arroz. *42*
Figura 13: Depósito de polvillo de arroz. *43*
Figura 14: Lustradora de arroz. *43*
Figura 15: Máquina separadora de arroz. *44*
Figura 16: Zaranda Vibratoria *44*
Figura 17: Clasificadores de arroz. *45*
Figura 18: Maquina selectora. *46*
Figura 19: Arroz de descarte. *47*
Figura 20: Envasado de arroz procesado. *47*
Figura 21: Flujograma de producción de Pilado y Selección. *48*
Figura 22: Importe en soles por consumo de energía eléctrica durante 2021-2023. ..... *52*
Figura 23: Representación gráfica de consumo de energía activa total en el periodo 2021-2023 ..... *52*
Figura 24: Representación gráfica de consumo de energía activa hora punta en el periodo 2021-2023 ..... *53*
Figura 25: Representación gráfica *de consumo de energía activa fuera de punta en el periodo 2021-2023* *53*
Figura 26: Representación gráfica del exceso de energía reactiva en el periodo 2021-2023. ..... *55*

Figura 27: Representación de la energía en hora punta (EAHP) vs la energía fuera punta (EAFP) en el periodo2022-2023 56
Figura 28: Comparación gráfica del consumo de energía activa total de los años 2022-2023.... 56
Figura 29: Línea base del proyecto 58
Figura 30: Cronograma de actividades para la implementación de la norma ISO 50001:2018 en la empresa "Piladora de arroz El Marañón 60
Figura 31: Consumo energético en el año 2023 66
Figura 32: Frecuencia de los motores 70
Figura 33: Comparación de línea base y meta 79
Figura 34: Características del analizador de redes. 86
Figura 35: Energía Activa Total, Energía Reactiva, Máxima Demanda. 87
Figura 36: Hoja de cálculo en MT2, MT3 y MT4. 87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características del sistema eléctrico *50*
Tabla 2: Consumos de energía en Molino periodo 2021-2023 ..... *51*
Tabla 3: Exceso de la energía reactiva y el costo que este produce. *54*
Tabla 4: Costo por exceso de potencia *57*
Tabla 5: Plan de Implementación del SGE *61*
Tabla 6: Cuadro resumen de consumo energético en el año 2023 ..... *65*
Tabla 7: Consumo energético del área administrativa en el año 2023 ..... *66*
Tabla 8: Consumo energético del área de producción en el año 2023 ..... *67*
Tabla 9: Resumen de consumo energético en el año 2023 ..... *68*
Tabla 10: Potencias del sistema actual *71*
Tabla 11: Potencias del sistema propuesto *72*
Tabla 12: Potencias del sistema actual vs propuesto *73*
Tabla 13: Energías del sistema actual *73*
Tabla 14: Energías del sistema propuesto *74*
Tabla 15: Costos energéticos del sistema actual vs propuesto *75*
Tabla 16: Costos energéticos de la producción actual *76*
Tabla 17:. Cargo, responsabilidad y autoridad *77*

Resumen

El consumo de energía eléctrica es un problema latente en las empresas industriales, ya que si no se gestiona bien puede provocar que las facturas energéticas sean demasiado elevadas, lo que conlleva a que los costos de producción se eleven enormemente.

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad realizar una auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de la Empresa Arrocera Marañón E.I.R.L.

Primero se diagnosticó la situación actual de la empresa y luego se implementó un plan energético basado en la norma ISO 50001 para reducir estos costos.

Los resultados demostraron que la implementación del plan fue una buena alternativa, ya que se redujeron los costos económicos en S/ 39,042.08 anuales y los costos de energía disminuyeron hasta en un 25% en comparación con la línea base.

PALABRAS CLAVES: Eficiencia Energética Eléctrica, Energía Eléctrica, Energía

Abstract

This research work will be developed in the facilities of the “PILADORA DE ARROZ MARAÑÓN E.I.R.L.” company where an energy audit will be carried out in order to reduce electricity consumption. we will proceed to diagnose the current situation of the company, which consists of taking data from the facilities to later have the data of the equipment present and which are the most consumed present. in this way, a network analyzer will be used to know which equipment consumes most of the electrical energy. in this way, the proposals for an action plan to improve its energy consumption index will be prepared, also carrying out its economic evaluation of the proposals described.

Finally, the results of improvement of the energy indicators of the baseline will be compared with the target line.

Keywords: electric energy efficiency, electric power, energy

I. INTRODUCCION

1.1. Situación Problemática

La energía tiene una importante repercusión en el desarrollo de todas las facetas de nuestra vida socioeconómica. Desempeña un papel vital en el desarrollo económico, social y político de cualquier país. El suministro inadecuado de energía restringe las actividades socioeconómicas, limita el crecimiento económico y afecta negativamente la calidad de vida. Las mejoras en los niveles de vida se manifiestan en una mayor producción de alimentos, una mayor producción industrial, la provisión de transporte eficiente, vivienda adecuada, atención médica y otros servicios humanos. Estos requerirán un mayor consumo de energía. Por lo tanto, nuestras futuras necesidades energéticas seguirán creciendo con el aumento de los niveles de vida, la industrialización y una serie de otros factores socioeconómicos [3].

Mitigar el consumo de energía también implica un menor uso de combustible fósiles, dondesu uso se ve expresado en la alta emisión de CO2, que no ha cesado, siendo el 2018 el año de mayor intensificación en la progresión al 1,7 %, un ritmo no alcanzado desde 2013, a causa de las mayores fábricas de todo el mundo, siendo las principales: China, India y Estados Unidos [1], siendo esto la principal causa del calentamiento global.

El contexto actual de la energía y el medio ambiente hace obligatoria la intervención para disminuir el uso irracional de la energía en las industrias, para así mitigar el impacto de los gases invernadero sobre el planeta [4].

Para lograr el uso inteligente y sensato de la energía las empresas deben optar por cambios en su entidad de trabajo, en sus sistemas de planeamiento y supervisión, incluidos sus sistemas de toma de decisiones. Esto implica asociar debidamente el esquema organizacional y los sistemas de supervisión, que le permitan usar eficazmente sus recursosenergéticos [4].

La auditoría energética surge para poder acortar el empleo de energía sin perjudicar la producción, además de que el seguimiento del proceso de las maquinas industriales son esenciales, para conseguir un avance ininterrumpido de la energía, así impulsar el uso eficaz de la energía para disminuir los importes relacionados, junto con las emisiones de gases de invernadero y otros efectos climáticos asociados.[5]

La presente tesis tiene por objetivo realizar una auditoria energética para reducir el consumo de energía eléctrica en la empresa **“**PILADORA DE ARROZ EL MARAÑON”.

Teniendo como finalidad proponer la implementación de un sistema de gestión energético, presentar posibilidades de mejoras en el molino sin afectar su productividad, así como establecer el tiempo de amortiguamiento de la inversión.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la auditoría energética aplicada en la empresa PILADORA DEARROZ EL MARAÑÓN E.I.R.L? permitirá la reducción de su consumo en la energía eléctrica?

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

JUSTIFICACIÓN SOCIAL:

La auditoría energética en empresas industriales permite ahorrar el consumo de la misma, de tal forma que también se genera un ahorro económico, el cual permite que los productos puedan ser producidos a bajo costo, de tal forma que sean competitivos en el mercado y esto trae como consecuencia mayores utilidades las cuales pueden ser distribuidas equitativamente entre los colaboradores de las empresas.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA:

La auditoría energética tiene como fin el uso eficiente de la energía, lo cual conlleva a disminuir costos energéticos, debido a que está basada en la norma internacional ISO 50001, esto se verá reflejado en el ahorro económico en beneficio de la empresa.

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA:

La auditoría energética tiene como puntos estratégicos, detectar las zonas en donde hay un consumo excesivo de energía y poder realizar un cambio de tecnología para disminuir dicho consumo, de tal forma que la empresa se convertirá en candidata para certificar internacionalmente la normal 50001.

JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL:

Un uso adecuado de la energía ayuda a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero; entre ellos el CO2.Por otro lado se cumplirá con los retos fijados en el protocolo de Kioto, donde Perú forma parte, entre uno de sus tantos retos es el disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en 20%, al término del año 2020.

1.4. Objetivos

Objetivo general:

Realizar una Auditoria Energética en la empresa "PILADORA DE ARROZ EL MARAÑON E.I.R.L" para reducir su consumo de energía eléctrica.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar la situación energética actual en la empresa.
- Elaborar la propuesta del plan de acción de mejora de los indicadoresenergéticos.
- Realizar la evaluación económica de las propuestas del plan de acción.
- Comparar los resultados de mejora de los indicadores energéticos de la líneabase con la línea meta.

1.5. Hipótesis

¿Mediante una auditoria energética se logrará reducir el consumo de energíaeléctrica en la empresa PILADORA DE ARROZ EL MARAÑÓN E.I.R.L?

1.6. Delimitación de la investigación

El siguiente trabajo se desarrollará en la empresa “PILADORA DE ARROZ ELMARAÑON E.I.R.L” ubicado en la carretera Panamericana Norte, carretera a Lambayeque Km 8, distrito, provincia y departamento de Lambayeque- Se encuentra, a 5,6 kilómetros de la ciudad de Chiclayo. Sus coordenadas UTM WGS 84 son Este 623057.76 m y Norte 9255879.57 m.

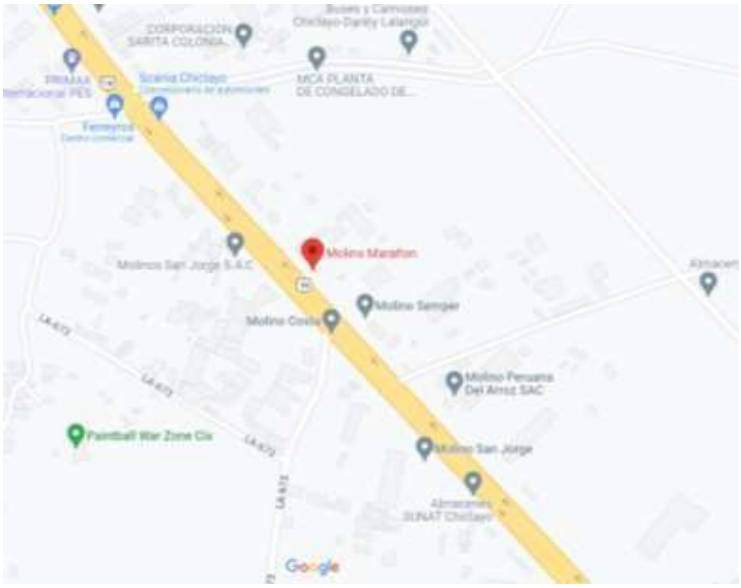


Figura 1: Ubicación del proyecto de estudio.

Fuente: Google maps

II. MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes

Internacionales

a) Título: Sistema integrado de producción de arroz y generación de electricidad.

Autor(es): Arif Darmawana, Anggoro Cahyo Fitriantoa, Muhammad AzizD, Koji Tokimatsua.

Año:2018

Objetivo: Proponer un sistema integrado, que combine la producción de arroz y la generación de energía, utilizando tecnologías de secado con vapor sobrecalentado (SSD), descascarado, torrefacción, gasificación con vapor de paja y cáscara de arroz, y la generación de energía. El propósito es minimizar la destrucción de exergía en todo el sistema integrado para alcanzar una alta eficiencia energética.

Resultados: El sistema propuesto permitió generar un exceso de electricidad de aproximadamente 3,4 MW a partir de un solo sistema de producción de arroz, procesando 200 toneladas diarias de grano. La eficiencia neta del sistema de producción de electricidad fue de alrededor del 32%, lo que representa una mejora significativa en la eficiencia energética de la industria del arroz.

b) Título: Mejora de la eficiencia energética y desarrollo de una parrilla refrigerada por aire para el horno de cáscara de arroz de tiro descendente.

Autor(es): Nguyen Van Hung, Reianne Quilloy, Martín Gummert

Año:2017

Objetivo: Mejorar la eficiencia energética y desarrollar una rejilla enfriada por aire para el horno de cáscara de arroz de tiro descendente utilizado en el secado del arroz, con el fin de optimizar su rendimiento y aumentar su durabilidad, reduciendo así los costos de mantenimiento.

Resultados: El horno dRHF alcanzó una eficiencia del 80% en condiciones óptimas, con un aumento de la temperatura del aire de secado de 10 a 15°C. Además, la concentración de monóxido de carbono (CO) en los gases de combustión se mantuvo entre 25 y 42 ppm, lo cual está por debajo de los límites peligrosos. La nueva rejilla mejorada mantuvo temperaturas máximas de 650°C, lo que evitó la deformación de las tuberías durante más de 200 horas de operación.

c) Título: Auditoria energética e implementación de un plan de mejoras basado en la norma ISO 50001 para el sistema de tinturación de telas y calderos de la industria textil latinoamericana Intela

Autor(es): Elio Mauricio Enriquez Lozano y Fernando David Otero Lastra

Año:2019

Objetivo: Realizar una auditoría energética e implementar un plan de mejoras en base a la norma ISO 50001 para el sistema de tinturación y calderas de la industria textil latinoamericana Intela.

Resultados: Los resultados de este proyecto revelaron que los sistemas consumen más energía de la que deberían y que la introducción de aislamiento térmico podría reducir el consumo hasta en un 16%. El análisis energético se realizó en el sistema de las tinturadoras, ya que estas consumían más energía para llevar a cabo el proceso, y las calderas de la empresa Intela. Así mismo se recopiló información relacionada a los parámetros de funcionamiento, operación y descripción general de cada elemento del mecanismo.

Nacionales

d) Título: Guía de orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energético en la industria pesquera

Autor(es): Ministerio de Energía y Minas

Año:2019

Objetivo: Brinda una guía para una mejor gestión energética en la industria pesquera, identificando los procesos, en los cuales se demanda mayor uso de combustibles (98%) y poca energía eléctrica (2%) en comparación. Los procesos en los cuales se demanda mayor energía eléctrica son los de prensado, secado, evaporización y cocción. Luego ejecuta métodos llegar a obtener ahorro en el uso de energía.

e) Título: Guía de orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energético en la industria de alimentos.

Autor(es): Ministerio de Energía y Minas

Año:2022

Objetivo: Tiene como propósito fomentar medidas para el uso eficiente de energía y su correcta ejecución, mitigar el consumo de energía. La industria de alimentos cuenta con líneas de

producción muy variadas, con lo cual presenta distintos equipos, que requieren tanto de energía eléctrica como térmica, teniendo en cuenta el proceso productivo que va a requerir, con ello se incentiva la competitividad industrial y asimismo disminuir las emisiones de co2.

f) Título: Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa América
Autor(es): Máximo Jhon Montero Mejía.
Año:2016
Objetivo: Elaborar una propuesta de Auditoria Energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa América
Resultados: Se realizó un diagnóstico del consumo eléctrico actual en el área de producción de la empresa mediante la recopilación de datos de consumo y el análisis de los equipos eléctricos, Se estableció una reducción aproximada del consumo eléctrico a través de diversas mejoras, como la optimización del sistema de iluminación, el aumento del factor de potencia y la implementación de tecnologías más eficientes. Esto se reflejó en ahorros económicos, con un aumento en la competitividad de la empresa y una mayor disponibilidad de recursos.

Locales

g) Título: Mejoramiento de la Eficiencia Energética Eléctrica de la Empresa Piladora Doña Carmela SAC Aplicando la Norma ISO 50001.
Autor(es): Leonel Eduardo Zapata Benites
Año:2020
Objetivo: Mejorar la eficiencia energética eléctrica de la empresa Piladora Doña Carmela SAC, aplicando la norma ISO 50001.
Resultados: La base de este programa es hacer un uso adecuado de la energía y minimizar su consumo. A través de un proceso de análisis y compilación, pudo presentar diversas posibilidades para optimizar la eficiencia energética de la organización, entre ellas tenemos una secuencia de arranque de motores, implementación de condensadores y brindar mantenimiento periódicamente a las instalaciones, se tiene una inversión de S/.45000, obteniendo un periodo de recuperación en 3 años dos meses.

h) Título: Auditoria energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la planta procesadora el Lirio S.A.C,
Autor(es): David Gerson Díaz Zurita
Año:2018
Objetivo: Realizar una auditoria energética en la planta procesadora de arroz EL LIRIO S.A.C. para disminuir el consumo de energía eléctrica.
Resultados: Este proyecto incluyó el cambio de los motores estándar por motores de eficiencia PREMIUM y la instalación de un banco de capacitores. Teniendo un tiempo de reingreso de 6 años, además se evaluó las opciones tarifarias para 12 meses obteniéndose en MT2, MT3 Y MT4, concluyendo que se encuentra en la mejor opción tarifaria la cual es MT2.

i) Título: Auditoría energética en los sistemas eléctricos de kpmg para mejorar el índice de consumo energético
Autor(es): José Luis Campos More
Año:2019
Objetivo: Realizar una auditoría energética en los sistemas eléctricos de KPMG, para mejorar el índice de consumo energético.
Resultados: Se tiene como propuesta realizar una auditoria energética en los sistemas eléctricos KPMG, identificando todo tipo de centro de iluminación, climatización, combustible, así como un grupo de electrógenos de respaldo. Estableciendo también una propuesta de cambio de tarifa MT3, logrando un ahorro de a S/.91077,2 anuales

2.2. Bases teóricas

AUDITORIA ENERGÉTICA:

La auditoría energética es la realización de un estudio total de una empresa y de susinstalaciones para recopilar data objetiva sobre la energía que necesita esta, de modo que incorporaremos la tasación de componentes técnicos y económicos que repercuten en el consumo energético de todas las instalaciones y de cualquier otra unidad consumidora de energía, teniendo como propósito primordial poder darse cuenta como controlar dicho consumo, localizando los puntos flojos donde se desperdicia o se usen de manera inapropiada, y establecer medidas que recorten el consumo, logrando así optimizar el sistema.[7]

FINALIDAD DE LA AUDITORIA:

- Proporcionar medidas para racionalizar el consumo de energía.
- Mejorar los procesos de una determinada actividad que incorporan el uso yconsumo de energía.
- Adquirir información sobre la facturación energética para realizar la evaluaciónhistórica de consumos que se producen en la empresa.
- Identificar las zonas de mayor consumo energético, porque serán en ellas dondese propondrá las mejoras, consiguiendo los mayores ahorros energéticos.
- Llevar a cabo las propuestas y recomendaciones para optimizar la eficienciaenergética de la empresa.

FASES DE LA AUDITORIA ENERGETICA:

Fase 1. Análisis del esquema energética:

La fase inicial será conocer la labor industrial a auditar, a continuación, se detallará el proceso productivo, dando prioridad en los procesos que necesitan de energía. Eneste sentido se dispondrá del conocimiento en torno al proceso productivo por la fábrica, encontrando, equipos que necesitan de energía eléctrica de cada área y lossistemas de transmisión de energía.

Además, se requerirá la información de la facturación del consumo energético entre 1 y 2 años.

Se identificarán las distintas áreas, servicios y unidades, logrando así reconocer los sectores de máxima relevancia desde un enfoque energético. Finalizaremos esta etapa con la elaboración de tablas y diagramas de flujo de energía que reflejarán los resultados obtenidos en las distintas áreas de la fábrica y donde se evaluó con la información entregada.[14]

Fase 2. Análisis de eficiencia energética:

Como segunda fase se realizará la evaluación de efectividad energética en los equipos y la estructura de la instalación que, anteriormente, han presentado potencial de conservación energético. El estudio de eficiencia energética precisa llevar a cabo la evaluación de energía en los equipos, evaluando las pérdidas energéticas existentes. [14]

Con el propósito de detectar posibilidades de ahorro, se considerará las posterioresoportunidades de fortalecimiento energética en equipos:

- Minimización de pérdidas energéticas.
- Promover el mantenimiento de los equipos.
- Reemplazo de la tecnología vigente por otra más eficaz.

De momento se recogerán cada una de las posibles opciones de ahorro energético,sin ingresar en cuestión sobre su factibilidad económica. Las propuestas de optimización energética irán asociadas a la mitigación de las pérdidas o a la potenciación de los requisitos de operación de la red de distribución.

Fase 3. Evaluación de medidas de ahorro energético:

De todas las medidas sugeridas, se seleccionarán las cuales sean técnica y económicamente factibles. Una vez escogidas las medidas factibles de ahorro energético, se vendrá a detallar para cada medida: [14]

- Ahorro energético.
- Ahorro económico.
- Inversión requerida.
- Tiempo de amortización.

Apreciación energética:

Se realizará un actual balance de energía, para las condiciones resultantes de las nuevas variantes de energía, se hallará el nuevo consumo del sistema operativo. Poniendo luego en comparación con la situación actual de la fábrica, resultando asíel ahorro probable en medida.[14]

Estudio económico:

Con la inversión solicitada y el ahorro económico calculado, se calculará el tiempo de compensación. Con estos valores calculados, determinaremos un plan de ejecución de las soluciones.

Es necesario acotar que la capacidad de producción es versátil, en las diferentes industrias existentes, disponiendo que el ahorro a conseguir depende directamente de su nivel de producción.[14]

Fase 4. Informe final de la auditoría:

Se finalizará la auditoria con un informe con la explicación de cada uno de los pasosrealizados en el procedimiento de la auditoría. Se pondrá realce en detallar los siguientes elementos.[14]

- Representación de la fábrica
- Estructura energética
- Recaudación de datos
- Análisis de eficiencias
- Disposiciones de ahorro

- Valorización económica
- Plan de institución de medidas.
- Anexos.

EFICIENCIA ENERGÉTICA:

Por definición, la eficiencia energética es la correlación entre la cuantía de energía aprovechada en un trabajo y la prevista para su ejecución, dicho de otra manera, loque se obtendrá los mismos resultados finales, pero con un menor consumo de energía, reduciendo así los gases de efecto invernadero sin perder los servicios energéticos y la calidad de vida del ser humano.[10]

ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO:

Es la evaluación de la generación de energía eléctrica a partir de centrales eléctricas y plantas de cogeneración, reduciendo las pérdidas que se producen durante el transporte, distribución y conversión y el empleo de plantas de cogeneración. [15]

ENERGÍA ELÉCTRICA:

La energía eléctrica es una forma de energía, consecuencia de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, situación que acepta el movimiento de corriente entre dos puntos si se unen a través de un conductor eléctrico. Para lograrel objetivo. [15]

GESTIÓN ENERGÉTICA:

Es un compuesto de disposiciones técnicas y estructurales en la cual se consideran aspectos concernientes a la conducta del ser vivo, dirigidos al aprovechamiento eficiente de la energía y por lo tanto a la eficiencia de los costos energéticos.

El propósito que pretende lograr la gestión energética es la minimización de los importes energéticos en la industria, partiendo del uso eficiente de los recursos productivos, lo que en consecuencia acarrea una mejora de los consumos específicos (energía utilizada por unidad de producto), obteniendo un incremento de la competitividad del sector y la disminución en la emisión de co2.[11]

POTENCIA ELÉCTRICA:

La potencia eléctrica resulta de la interacción del paso de energía de flujo por unidadde tiempo; en otras palabras, la cantidad de energía absorbida por un elemento en un tiempo fijado. Su unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).[15]

La potencia se puede calcular de distintas maneras:

P=W/t= UI= U2/R = I^2.R, donde W es energía, T es el tiempo, U es voltaje, I es corriente eléctrica, R es resistencia.

Potencia activa:

Es la representación de la capacidad de transformar la energía eléctrica en trabajo útil en una instalación eléctrica. Esta transformación de la energía se puede dar de distintas maneras las cuales pueden ser: mecánica (movimiento o fuerza), lumínica,térmica, química, etc. [15]

Se representa mediante la siguiente fórmula:

$$P = U.I.cos\varphi \ldots (1)$$

Donde P es la potencia activa y se mide en vatios (W). La suma de esta potencia activa a lo largo del tiempo es la energía activa (kWh), que es lo que factura la compañía eléctrica, (término de energía)

Potencia reactiva:

La energía reactiva no es una energía gastada propiamente en el procedimiento de fabricación de algún elemento, existe de distintas maneras en los equipos que presentan bobinas o condensadores y son necesarias para crear campos magnéticosy eléctricos, o donde puede existir perdidas por efecto joule. [15]

Se representa mediante la siguiente fórmula:

$$Q = U.I.\varphi \ldots (2)$$

Donde Q es la potencia reactiva y se mide en volt amperios reactivos (VAr)

Potencia aparente:

Resulta de la consideración de la tensión aplicada al consumo y la corriente que éste requiere, esta potencia es la que condiciona la utilización de transformadores, líneas de alimentación y demás elementos componentes de los circuitos eléctricos. [15]

Se representa mediante la siguiente formula:

$$S = U.I \ldots (3)$$

Donde S es la potencia aparente y se mide en volt amperios (VA).

Factor de potencia (Cos fi):

Se define factor de potencia, f.d.p., de un circuito de corriente alterna, como la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S, o bien como el coseno del ángulo que forman los fasores de la intensidad y el voltaje, designándose en este caso como cosφ, siendo φ el valor de dicho ángulo. De acuerdo con el siguiente triángulo de potencias. [15]

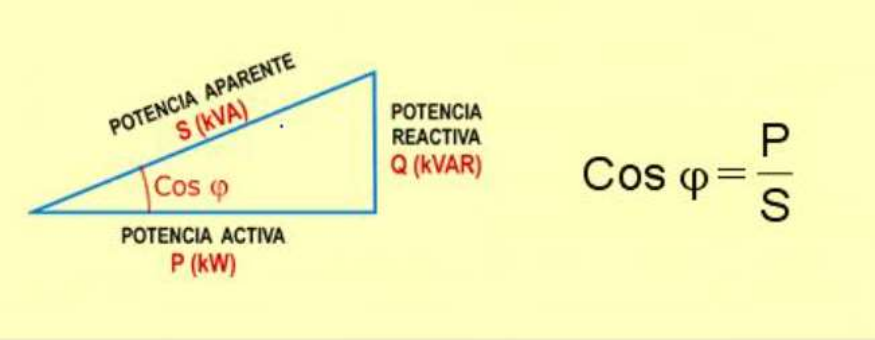


Figura 2: triángulo de potencias.

Fuente: Extraído de [15].

El factor de potencia nos ayuda para describir la cantidad de energía eléctrica que se transformó en trabajo.

INDICADORES DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

Determina un fenómeno y posibilita la explicación de los cambios de un sistema a través de datos cuantificables, teniendo en cuenta la depreciación de su valor (dinero) en el tiempo, al analizar los beneficios y costos deseados en el transcurso de la vida útil del proyecto.[15]

Valor actual neto:

El valor actual neto (VAN) se define como el valor que resulta de la diferencia entre el valor presente de los futuros ingresos netos esperados y el desembolso inicial de la inversión.[15]

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

$$VAN = -K_0 + \sum_{i=1}^{n} \frac{Fc_i}{(1+D)^i} \dots Ec.1$$

Donde, Ko es la inversión o capital inicial; Fci sería el flujo de caja en el año i; D es la tasa de descuento; n el número de periodos. Si el resultado del cálculo: VAN < 0; el proyecto es rechazado VAN > 0; el proyecto es aceptado.

Tasa de Interés de Retorno (TIR):

Es la función financiera que calcula la tasa interna de retorno anual generada por un proyecto de inversión cuyos flujos netos de efectivo no tienen por qué ser periódicos.

El cálculo de la TIR en los ejercicios se realiza bajo las condiciones de que los flujos netos de efectivo estén al final de cada periodo. Es práctico suponer que durante la vida útil de una inversión se presentaran ingresos y regresos en periodos menores al año y que, generalmente, no se presentan con la misma periodicidad. [15]

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^{n} \frac{Fc_i}{(1+TIR)^i} \dots Ec.2$$

Esta ecuación no se puede resolver directamente, por ello necesitaremos de un análisis iterativo, usándose en este caso los paquetes informáticos de Excel, de esta manera se podrá encontrar el valor del TIR.

El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente; si el TIR < i, no realizar el proyecto; si el TIR = i, el inversionista es indiferente entre realizar el proyecto o no y por último si el TIR > i, realizar el proyecto.

Relación Beneficio / Costo (B/C):

Es el valor de los beneficios entre el valor presente de los costos (teniendo ambos la misma tasa de descuento) generados por el por el proyecto a lo largo del tiempo.[9]

Consecuentemente se presenta la siguiente ecuación:

$$\frac{B}{C} = \frac{VPNB}{VPNC} \dots . Ec.3$$

Donde; VPNB representa el Valor Presente Netos de los Beneficios y VPNC es el Valor Presente Netos de los Costos.

Si el resultado del cálculo es; B/C > 1; entonces el proyecto es rentable, pero si B/C < 1; el proyecto no es rentable.

Tiempo de recuperación:

Para analizar correctamente el tiempo exacto para la recuperación de la inversión, es importante identificar la unidad de tiempo utilizada en la proyección de los flujos netos de efectivo. Esta unidad de tiempo puede darse en días, semanas, meses o años.[15]

III. METODOLOGIA:

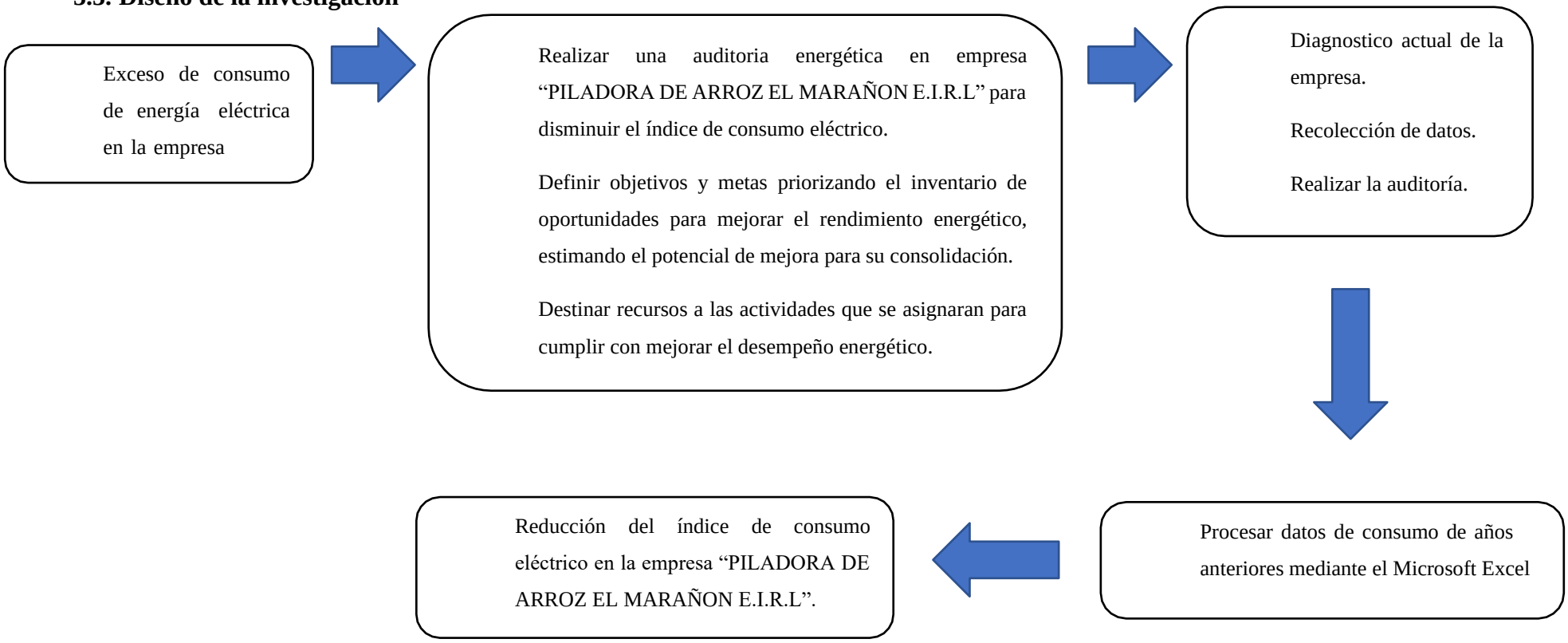
3.1. Tipo de investigación

De acuerdo con el propósito de la investigación es de tipo aplicada, para el desarrollo y conocimiento sobre la evaluación de auditorías energéticas en la empresa “PILADORA DE ARROZ EL MARAÑON E.I.R.L”.

3.2. Población y muestra

La población está conformada por las instalaciones y equipos de la empresa “PILADORA DE ARROZ EL MARAÑON E.I.R.L”.

3.3. Diseño de la investigación



3.4. Métodos y Técnicas de Recolección de Datos

Los métodos y técnicas que se realizarán para la investigación son registros de la empresa, entrevistas y encuestas

3.5. Formulación de las Hipótesis:

OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
Realizar una Auditoria Energéticaen la empresa "Piladora de Arroz elMarañón E.I.R.L", para reducir su consumo de energía eléctrica.	Mediante una Auditoria Energética se logrará reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa "Piladora de Arroz el MarañónE.I.R.L".
OBJETIVO ESPECÍFICOS	**HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**
1. Diagnosticar la situación energética actual de la empresa.	1. Si se diagnostica la situación energética, entonces, se verificará el consumo de energía por área en la empresa.
2. Elaborar la propuesta del plan de acción de mejora de los indicadores energéticos.	2. Si se elabora la propuesta del plan de acción mejora de los indicadores energéticos, entonces, nos permitirá enfocar y priorizar lasacciones a realizar.
3. Realizar la evaluación económica delas propuestas del plan de acción.	3. Si se realiza la evaluación económica de las propuestas del plan de acción, entonces, se obtendrá el ahorro económico, así como también el tiempo de retorno de lo invertido.
4. Comparar los resultados de mejora de los indicadores energéticos de la línea base con la línea meta.	4. Si se realiza la comparación energética de la línea base con la línea meta, entonces, se calculará el ahorro energético, después de implementar las acciones de mejora de desempeño energético.

3.6. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cómo reducir el consumo de energía eléctrica en la empresa "PILADORA DE ARROZ EL MARAÑON E.I.R.L"?	**GENERAL**	**GENERAL**	VARIABLE INDEPENDIENTE Auditoria Energética. INDICADORES Índice de consumo energético. VARIABLE DEPENDIENTE Consumo de Energía Eléctrica. INDICADORES Eficiencia de los equipos. Facturación mensual.	DISEÑO DE INVESTIGACÓN Tipo Aplicada TECNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS. Se usarán los recibos eléctricos de 1 año de facturación POBLACIÓN Y MUESTRA Se verificará el funcionamiento correcto de las maquinas.
	Realizar una Auditoria Energética en la empresa "Piladora de Arroz el Marañón E.I.R.L", para reducir su consumo de energía eléctrica.	Mediante una Auditoria Energética se logrará reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa "Piladora de Arroz el Marañón E.I.R.L".		
	ESPECÍFICOS	**ESPECÍFICOS**		
	Diagnosticar la situación energética actual de la empresa.	Si se diagnostica la situación energética, entonces, se verificará el consumo de energía por área en la empresa.		
	Elaborar la propuesta del plan de acción de mejora de los indicadores energéticos.	Si se elabora la propuesta del plan de acción mejora de los indicadores energéticos, entonces, nos permitirá enfocar y priorizar las acciones a realizar.		
	Realizar la evaluación económica de las propuestas del plan de acción.	Si se realiza la evaluación económica de las propuestas del plan de acción, entonces, se obtendrá el ahorro económico, así como también el tiempo de retorno de lo invertido.		

	Comparar los resultados de mejora de los indicadores energéticos de la línea base con la línea meta.	Si se realiza la comparación energética de la línea base con la línea meta, entonces, se calculará el ahorro energético, después de implementar las acciones de mejora de desempeño energético.		

IV. DESARROLLO Y RESULTADOS

4.1. Diagnosticar el estado energético actual de la empresa:

4.1.1. Descripción de la Organización:

El siguiente trabajo se desarrollará en la empresa "PILADORA DE ARROZ EL MARAÑON E.I.R.L" ubicado en la carretera Panamericana Norte, carretera a Lambayeque Km 8, distrito, provincia y departamento de Lambayeque- Se encuentra, a 5,6 kilómetros de la ciudad de Chiclayo.

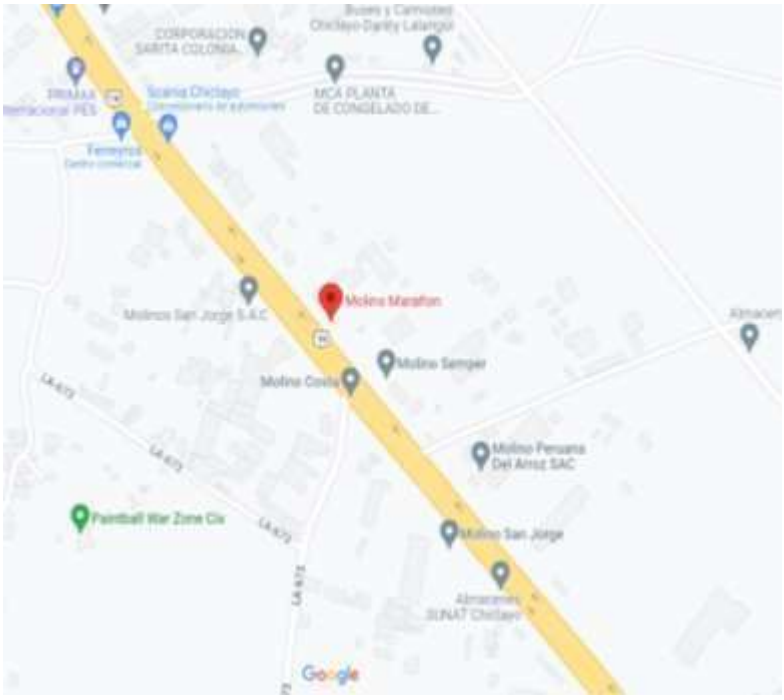


Figura 3: Ubicación del proyecto a auditar.

Fuente: Google maps

PILADORA DE ARROZ EL MARAÑÓN E.I.R.L se dedica a la producción de arroz, asimismo, brinda servicio de pilado de arroz

MISIÓN Y VISIÓN:

A) VISIÓN:

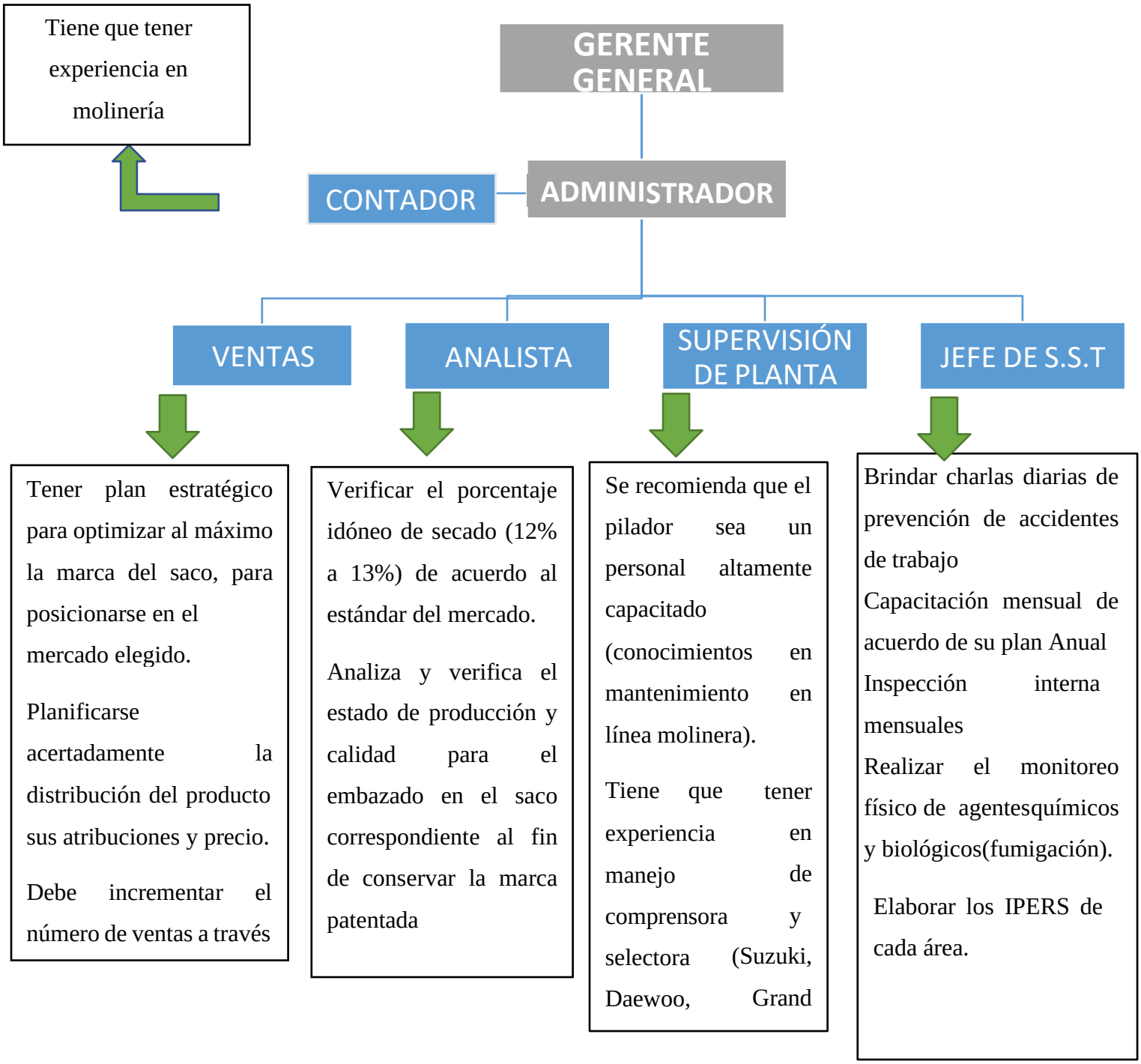
Al 2022 La Piladora de arroz el Marañón será reconocida por realizar sus actividades de manera eficiente, brindando bienestar a nuestros clientes internos y externos, ofreciendo excelencia en su servicio, convirtiéndose en la organización líder en el sector agroindustrial por la fidelización de nuestros clientes a nivel regional, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

B) MISIÓN:

Somos una empresa dedicada a brindar los servicios de pilado de arroz, orientado asatisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, ofreciendo productos y servicios de calidad, aportando al cuidado y bienestar de nuestra sociedad.

GERENCIA ADMINISTRATIVA:

Organigrama de la empresa



Fuente: Empresa Piladora de Arroz el Marañón E.I.R.L

FUNCIONES:

VENTAS:

- Tener plan estratégico para optimizar al máximo la marca del saco, paraposicionarse en el mercado elegido.
- Planificarse acertadamente la distribución del producto sus atribuciones y precio.
- Debe incrementar el número de ventas a través de ciertos canales (relaciones públicas)
- Tener al día el stock de almacén.

ANALISTA:

- Verificar el porcentaje idóneo de secado (12% a 13%) de acuerdo con el estándar del mercado.
- Analiza y verifica el estado de producción y calidad para el embazado en el saco correspondiente al fin de conservar la marca patentada.

SUPERVISION DE PLANTA:

- Se recomienda que el pilador sea un personal altamente capacitado (conocimientos en mantenimiento en línea molinera).
- Debe tener experiencia en manejo de comprensora y selectora (Suzuki, Daewoo, Grand Britz).
- Para que compense el precio de la luz, el molino tiene que pilar 40 saco por hora (10h x 50 sacos).

JEFE DE S.S.T:

- Brindar charlas diarias de prevención de accidentes de trabajo
- Capacitación mensual de acuerdo de su plan Anual
- Inspección interna mensuales
- Realizar el monitoreo físico de agentes químicos y biológicos (fumigación)
- Elaborar los IPERS de cada área.

A. Descripción de sus instalaciones:

La Piladora de arroz el Marañón está dividida por sistemas y presenta etapasde proceso.

Descripción del proceso del arroz:

La materia prima es extraída de las pampas, para posteriormente ser transportada hacia el molino, el cual llega envasado en sacos en los que cada uno pesa entre 85 a 95 kg para ser secada al aire libre para obtener un arroz con cascara listo para ser transformado en arroz apto para el consumo diario.

Figura 4: Arroz secado a la intemperie.

Fuente: Elaboración propia.

Área de Producción:

Para llegar a obtener el arroz apto para consumo humano, este pasa por distintas etapas que se detallarán a continuación. Recepción:

Como primera etapa del proceso, se observa que se vierte el arroz en cáscara en la tolva, de capacidad de 2Tn., para que luego el elevador de cangilones 1 lo lleve a la prelimpia.

Figura 5: Arroz en área de recepción.

Fuente: Elaboración propia.

- Prelimpia:

  La máquina zaranda de prelimpia recibe el arroz del elevador de cangilones 1 y separa los desechos como paja, polvo, piedras, metal, y cualquier material extraño al arroz mediante vibración. El arroz cae en la entrada del elevador de cangilones 2 y los desechos son succionados por un ventilador instalado en esta máquina.

Figura 6: Arroz en área de prelimpia.

Fuente: Elaboración propia.

- Circuito descascarado:

  El arroz entra al circuito descascarado, este es una maquina compuesta donde el arrozpasara a ser descascarado y la pajilla es eliminada del proceso. En la parte del descascarado el arroz pasa a través de rodillos que giran en sentido inverso, que por medio de la fricción hace que la cascara se desprenda, está instalado un ventilador que succiona la pajilla y lo envía a su respectivo almacén. Esta pajilla es liberada por medio de un ventilador de pajilla que está conectada a la máquina. Luego el arroz es llevado por el elevador de cangilones 3 hacia una tolva antes de entrar al siguiente proceso.

Figura 7: Circuito de descascarado.

Fuente: Elaboración propia.

- Mesa Paddy:

  Ayuda a separar el arroz con cáscara que puede haber pasado, del arroz sin cáscara o también llamado arroz integral. El arroz integral cae en un depósito para luego ser llevado por el elevador de cangilones 5.

  Se encuentra el ventilador de pajilla que elimina esta hacia la parte trasera del molino. Se encuentra presente el elevador de cangilones 4 que regresa el arroz con cascara al circuito de descascarado (solo tiene esa función), en caso se desconfigure la mesas Paddy, ya que esta se tiene que ir regulando y esto depende de la calidad del arroz.

Figura 8: Arroz que vuelve al circuito de descascarado.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9: Mesa Paddy.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10: Elevador de cangilones 4.

Fuente: Elaboración propia.

- Pulidores:

  El elevador de cangilones 5 deja el arroz integral en el pulidor 1, donde la pulidora 1 se encarga de separar la parte del embrión, pericarpio y algunas partículas de harina que quedaron adheridas al grano, además le brindara la característica de grano liso y blanco que nosotros consumimos.

  Luego el arroz es llevado por el elevador de cangilones 6 hacia la pulidora 2, pulidora 3 y lustradora, donde se repetirá el proceso anteriormente mencionado de la pulidora y así pasar a la lustradora.

  Nota: Desde la pulidora 2 hasta la lustradora el arroz es llevado por el elevador 6, cada una presenta un elevador, simplemente se le llama elevador 6 a los 3 elevadores porque es un solo motor el que los activa.

Figura 11: Pulidores de arroz.

Fuente: Elaboración propia.

- Sinfín:

  Debajo de los pulidores se encuentra un sinfín cuya función es transportar el polvillo que se genera en los pulidores y lustradora, con la ayuda de un ciclón es llevado hacia el envasado. Se obtiene un promedio de 80 sacos de polvillo por día.

Figura 12: Sinfín, transportador de polvillo de arroz.

Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Depósito de polvillo de arroz.

Fuente: Elaboración propia.

- Lustradora:

  Máquina encargada de retirar las partículas de polvillo que quedan en el arroz pulido, para luego ser llevado por el elevador de cangilones 7 a la siguiente etapa.

Figura 14: Lustradora de arroz.

Fuente: Elaboración propia

- Separador:

  Es aquí donde se separa el afrecho del arroz, hay presente un ventilador que envía el afrecho por un ciclón hacia donde es envasado.

Figura 15: Máquina separadora de arroz.

Fuente: Elaboración propia

- Zaranda Vibratoria:

  El arroz pasa a través de ella con la finalidad de que caigan impurezas que pueden haberse filtrado en los procesos anteriores, para luego llegar al elevador de cangilones8.

Figura 16: Zaranda Vibratoria

Fuente: Elaboración propia

- Clasificadores:

  El arroz entra a ser clasificado según el tamaño de los granos del arroz, los cuales pasan por 2 clasificadores horizontales, los cuales rotan para poder separar el arroz entero del arroz partido, luego se descarga en una bandeja, donde el arroz entero pasa al elevador de cangilones 9 llegando a la selectora.

  Acá también es donde culmina el proceso del arroz partido, arrocillo o arroz de media, este es depositado en una pequeña tolva para luego ser envasado.

  Datos:

  - ✓ El clasificador 3 que brindaba el arroz de tres cuartos, está fuera de servicio.
  - ✓ El clasificador 2 antes ayudaba a escoger arroz de media, actualmente se usa para escoger arroz entero. Al igual que el clasificador 1.

Figura 17: Clasificadores de arroz.

Fuente: Elaboración propia

- Selectora:

  El personal encargado programa a través de la pantalla de mando de la máquina, encargándose esta de separar los granos de arroz con la calidad que se requiera, previamente programada en su pantalla de mando; el arroz entra en varios ciclos hasta obtener el rechazo o descarte y el tipo de arroz entero o arroz requerido.

  El descarte se encuentra todo tipo de arroz que no pasa el control de color (arroz entero, pero de color marrón, arroz blanco, pero con partes negras en su cuerpo)

  Se encuentra instalado también un elevador de cangilones 10 cuya función es la de retornar el arroz. El arroz trabajando todo el día se estima una producción de 380 sacos solo de arroz blanco y en el caso del arroz de descarte un promedio de 30 sacos.

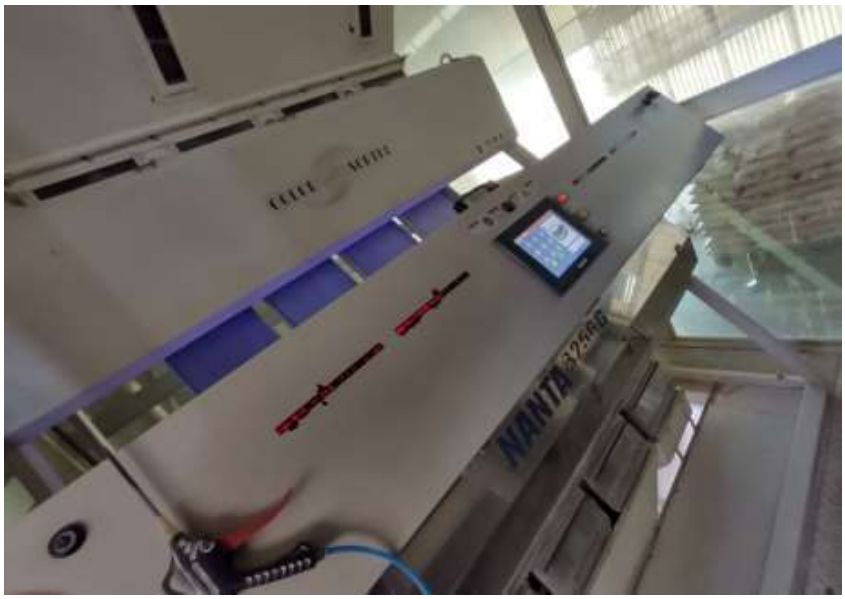


Figura 18: Maquina selectora.

Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Arroz de descarte.

Fuente: Elaboración propia

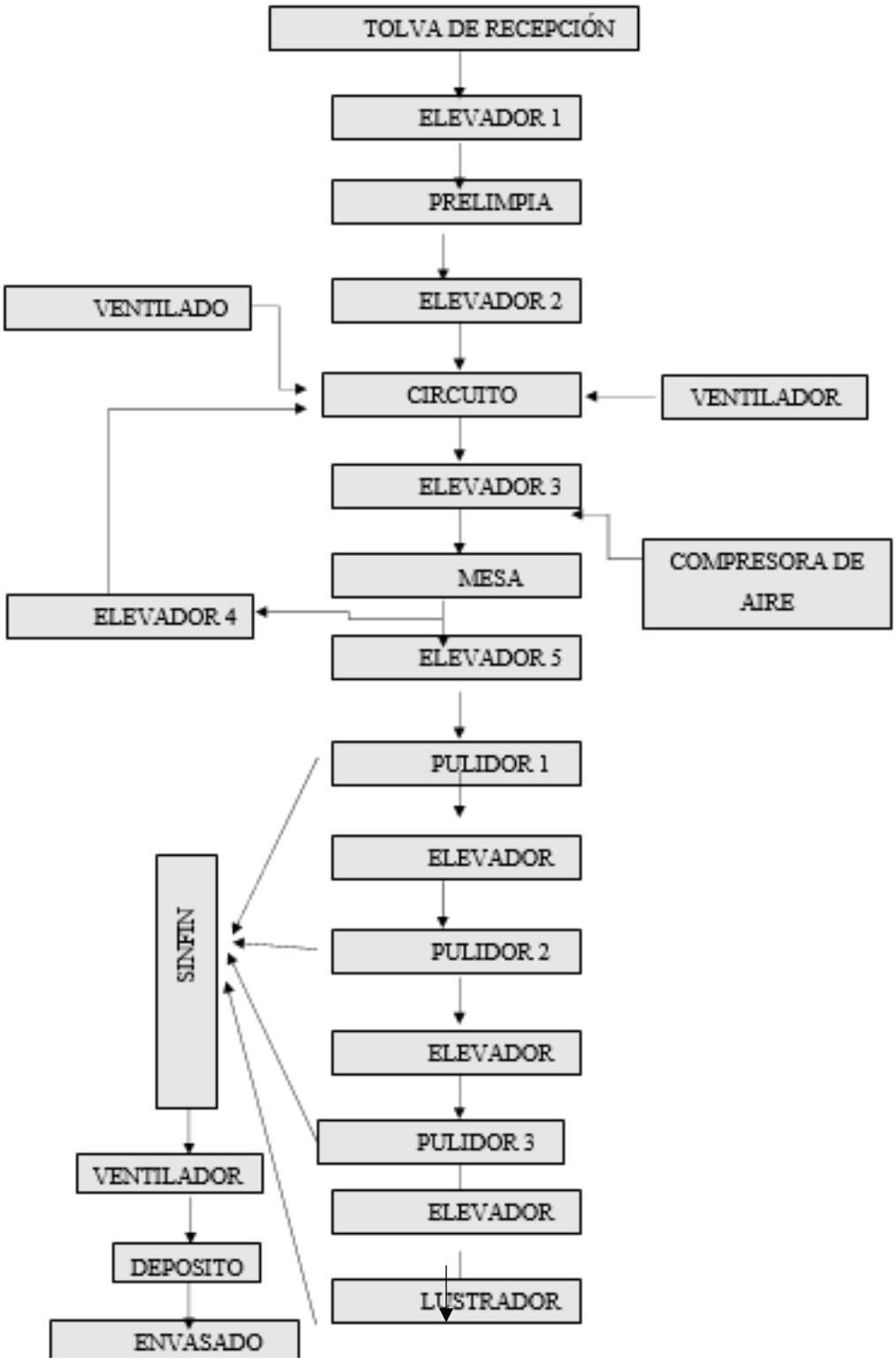
- Envasado De Arroz:

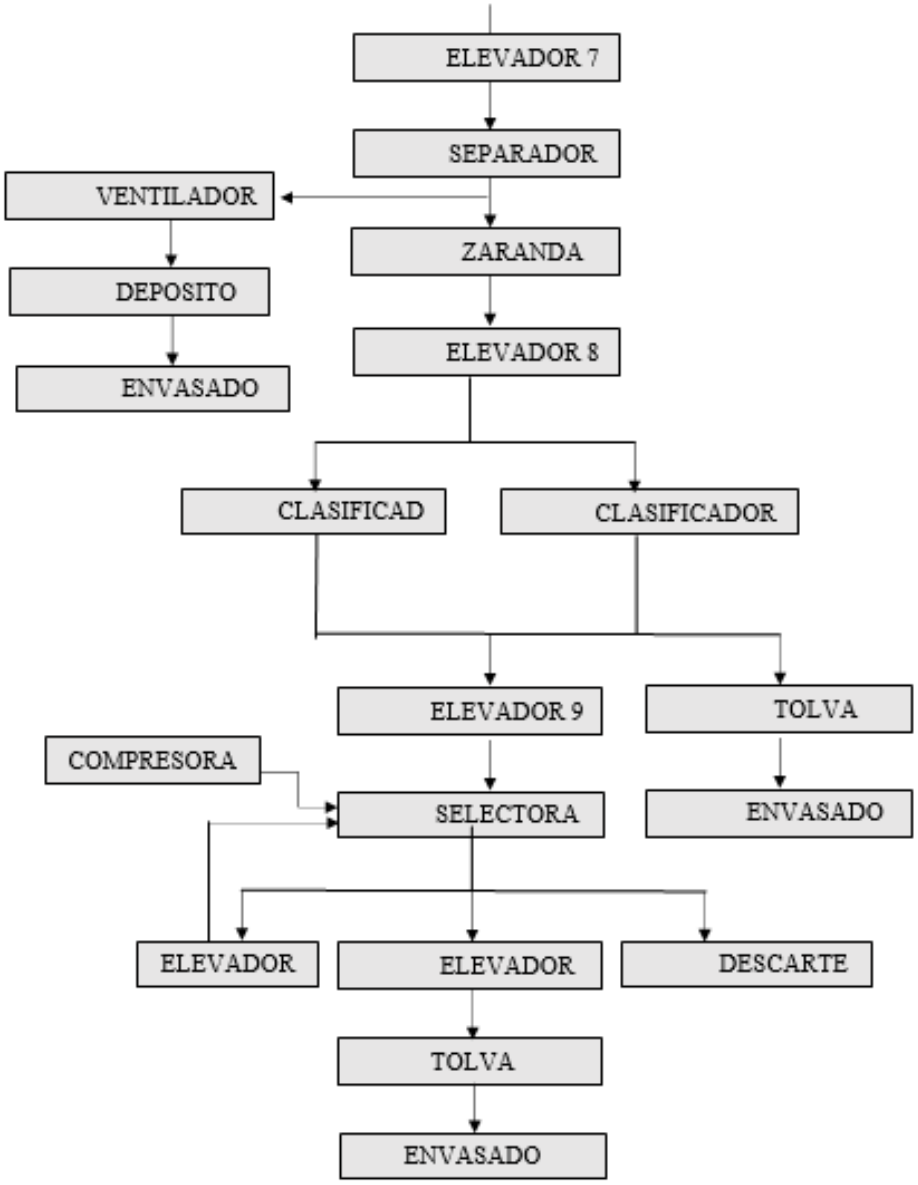
  El arroz proveniente de la selectora entra al elevador de cangilones 11 para luego caerhacia una tolva de almacenamiento para ser envasado en sacos de 49 kg c/u, el trabajode medición y pesado los realiza el personal encargado.

Figura 20: Envasado de arroz procesado.

Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Flujograma de producción de Pilado y Selección.




ELEVADOR 7
SEPARADOR
VENTILADOR
ZARANDA
DEPOSITO
ELEVADOR 8
ENVASADO
CLASIFICAD
CLASIFICADOR
ELEVADOR 9
TOLVA
COMPRESORA
SELECTORA
ENVASADO
ELEVADOR
ELEVADOR
DESCARTE
TOLVA
ENVASADO

B. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO:

Tabla 1: Características del sistema eléctrico

Tarifa	MT2
Tensión	10 kV
SED	E-200875
Tipo de suministro	Trifásico aérea
Sistema eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)
Serie del medidor	000000015983803-Electrón
Numero de hilos del medidor	3
Factor de potencia	1
Modalidad	Potencia variable
Medición	Media tensión

C. HISTORIAL DE CONSUMO DE LA EMPRESA

Se reunieron los recibos de consumo por consumo de energía eléctrica, por periodo de 13 meses, para poder conocer los importes efectuados y estimar el consumo en exceso que puede estar dándose en las instalaciones de la empresa Marañón.

Tabla 2: Consumos de energía en Molino periodo 2021-2023

Periodo	Energía Activa Total(kWh)	Energía Activa Hora Punta(kWh)	Energía Activa Fuera Punta(kWh)	Exceso de Energia Reactiva(kVarh)	Potencia Hora Punta(kW)	Potencia Fuera Punta(kW)
Jun-21	20 228,16	393,64	19 834,53	2 738,82	4,55	129,99
Jul-21	13 849,08	393,64	13 455,44	3 323,45	6,36	123,64
Ago-21	15 513,62	417,27	15 096,35	2 384,09	5,45	122,73
Set-21	6 201,81	412,73	5 789,09	4 405,81	5,45	103,64
Oct-21	8 814,54	411,82	8 402,72	2 748,36	5,45	92,72
Nov-21	7 288,17	404,55	6 883,63	3 469,91	5,45	110,91
Dic-21	9 935,44	369,05	9 566,35	3 142,99	7,27	110,91
Ene-22	7 527,27	355,45	7 171,81	3 528,18	4,55	120,91
Feb-22	13 661,80	324,54	13 337,25	2 310,54	4,55	120,91
Mar-22	15 929,08	907,27	15 021,80	6 200,35	9,09	119,99
Abr-22	13 082,71	829,09	12 253,62	3 226,09	9,09	111,82
May-22	12 036,35	703,64	11 332,72	3 318,19	10,00	114,55
Jun-22	15 703,62	987,27	14 716,35	3 273,45	10,91	118,18
Jul-22	25 834,52	1 038,18	24 796,34	1 850,54	10,00	126,36
Ago-22	21 690,89	1 035,45	20 655,43	1 978,18	10,00	131,82
Set-22	20 286,34	1 088,18	19 198,16	2 983,18	11,82	139,09
Oct-22	26 325,43	1 054,54	25 270,88	1 725,09	12,73	135,45
Nov-22	14 654,53	1 035,45	13 619,08	3 265,45	10,91	132,73
Dic-22	26 251,79	1 395,45	24 856,34	1 478,09	15,45	137,27
Ene-23	19 813,62	1 740,00	18 073,62	3 207,72	16,36	134,55
Feb-23	24 798,16	1 665,45	23 132,70	60,55	15,45	130,00
Mar-23	14 697,26	1 684,54	13 012,71	2 902,63	16,36	106,36
Abr-23	18 383,62	1 600,91	16 782,71	1 333,09	18,18	112,73
May-23	17 905,44	1 223,64	16 681,80	1 382,00	18,18	108,18
Jun-23	26 830,88	1 355,45	25 475,43	0,00	10,91	118,18
Jul-23	18 209,07	1 440,91	16 768,17	1 431,82	15,45	112,73
Ago-23	14 184,00	1 336,11	12 847,90	2 117,52	15,47	117,47
Set-23	11 969,61	1 295,71	10 673,89	2 172,75	15,45	110,91

Se ha detallado el consumo de la energía activa total, la energía en HP, energía FP, excesode reactiva, potencia HP, Potencia FP.

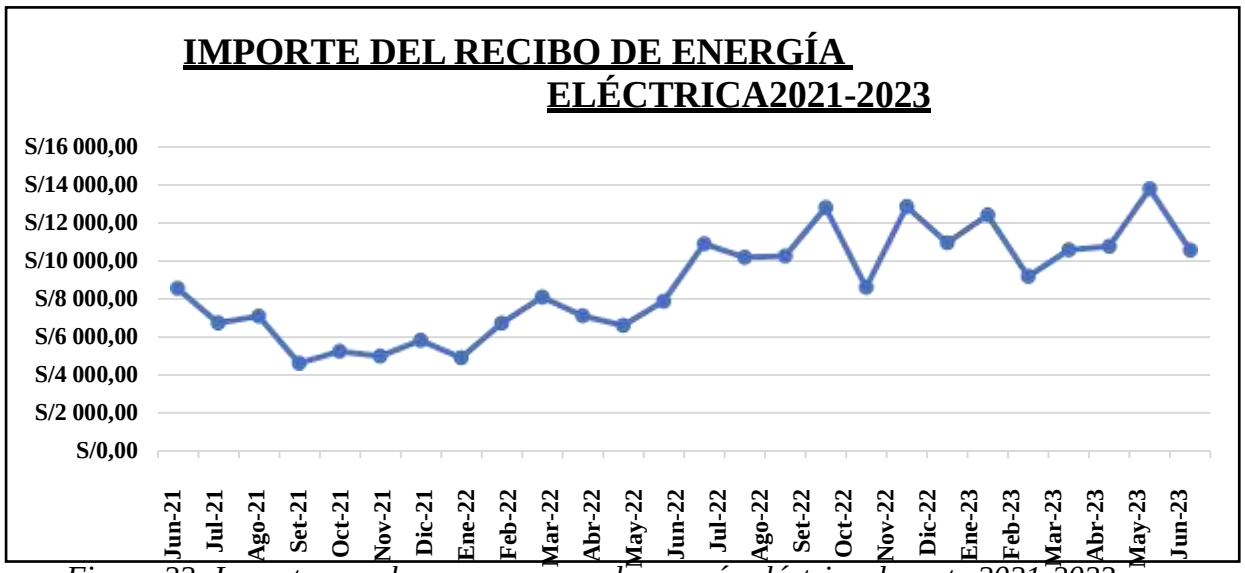


Figura 22: Importe en soles por consumo de energía eléctrica durante 2021-2023.

Fuente: Elaboración propia

Se observan dos tendencias del importe del recibo de energía la primera tendencia de junio-21 a junio-22 con valor promedio de S/ 6523,61.

Y la segunda tendencia de julio-22 a julio-23 con un valor promedio de S/ 11071,88.

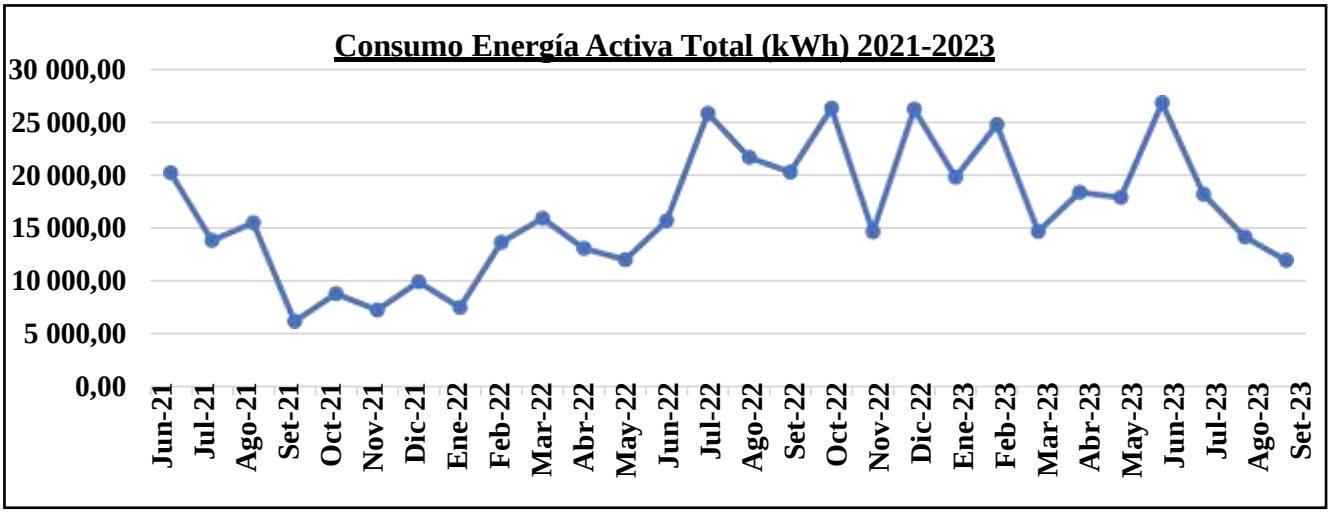


Figura 23: Representación gráfica de consumo de energía activa total en el periodo 2021-2023

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia un consumo variado, esto se debe a la producción hecha en cada mes del año.

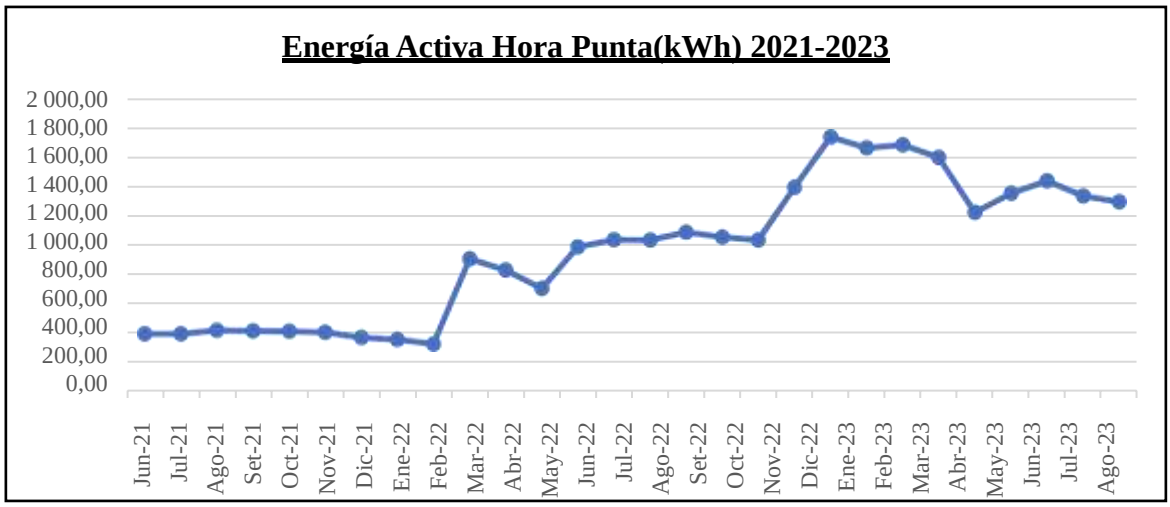


Figura 24: Representación gráfica de consumo de energía activa hora punta en el periodo 2021-2023.

Fuente: Elaboración propia

La energía activa HP aumenta considerablemente a partir del mes de febrero del 2022.

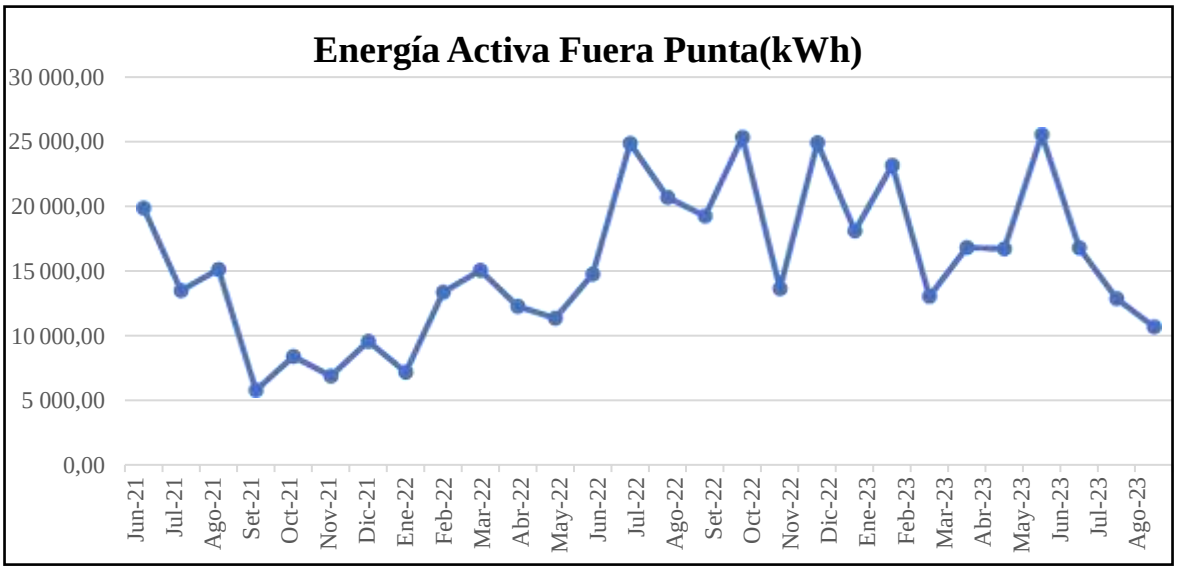


Figura 25: Representación gráfica de consumo de energía activa fuera de punta en el periodo 2021-2023

Fuente: Elaboración propia

La energía activa FP varía de acuerdo con la producción que se realiza en un determinando mes.

Tabla 3: Exceso de la energía reactiva y el costo que este produce.

Mes	Exceso de Energia Reactiva(kVarh)	Costo por exceso de Reactiva
Ene-22	3 528,18	S/ 165,12
Feb-22	2 310,54	S/ 109,06
Mar-22	6 200,35	S/ 292,66
Abr-22	3 226,09	S/ 156,79
May-22	3 318,19	S/ 161,60
Jun-22	3 273,45	S/ 162,04
Jul-22	1 850,54	S/ 92,71
Ago-22	1 978,18	S/ 156,11
Set-22	2 983,18	S/ 158,11
Oct-22	1 725,09	S/ 92,29
Nov-22	3 265,45	S/ 175,03
Dic-22	1 478,09	S/ 78,04
Ene-23	3 207,72	S/ 169,03
Feb-23	60,55	S/ 3,05
Mar-23	2 902,63	S/ 145,42
Abr-23	1 333,09	S/ 64,65
May-23	1 382,00	S/ 68,82
Jun-23	0,00	S/ 0,00
Jul-23	1 431,82	S/ 71,30
Ago-23	2 117,52	S/ 108,21
Set-23	2 172,75	S/ 111,24

Promedio	**2368,828967**	**S/ 121,01**

Se tiene un costo promedio por exceso de reactiva de S/ 121,01 por mes.

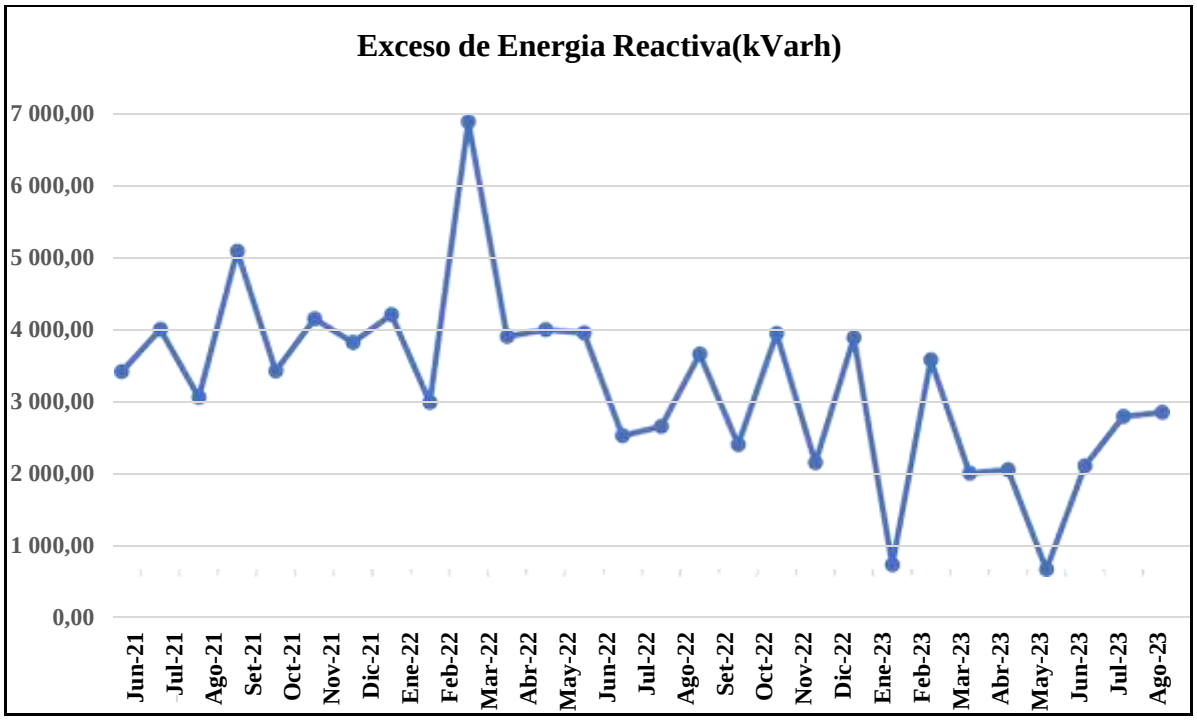


Figura 26: Representación gráfica del exceso de energía reactiva en el periodo 2021-2023.

Fuente: Elaboración propia

Se observa un pico de energía en el mes de febrero del 2022, luego esto se ha reducido conla ayuda de un banco de condensadores.

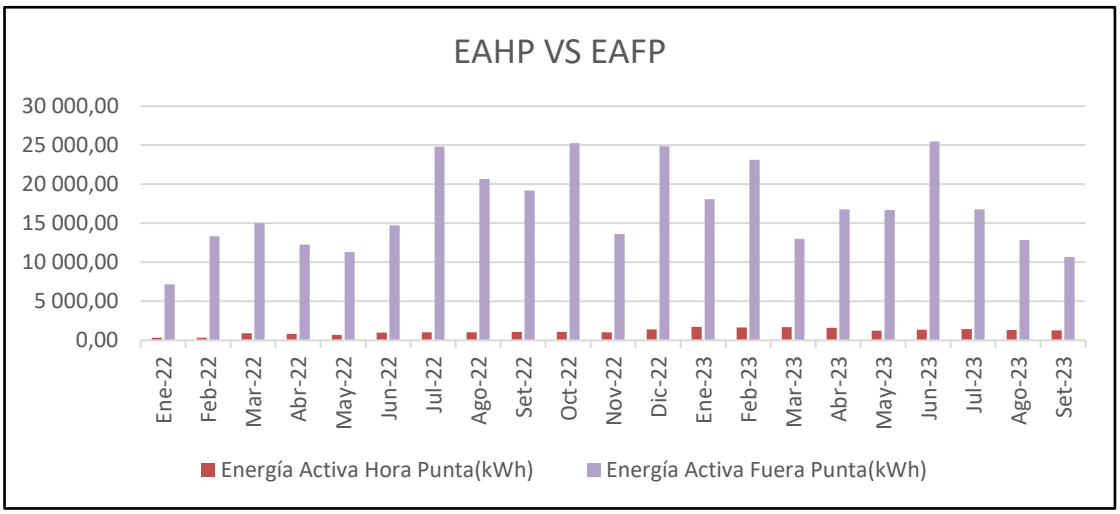
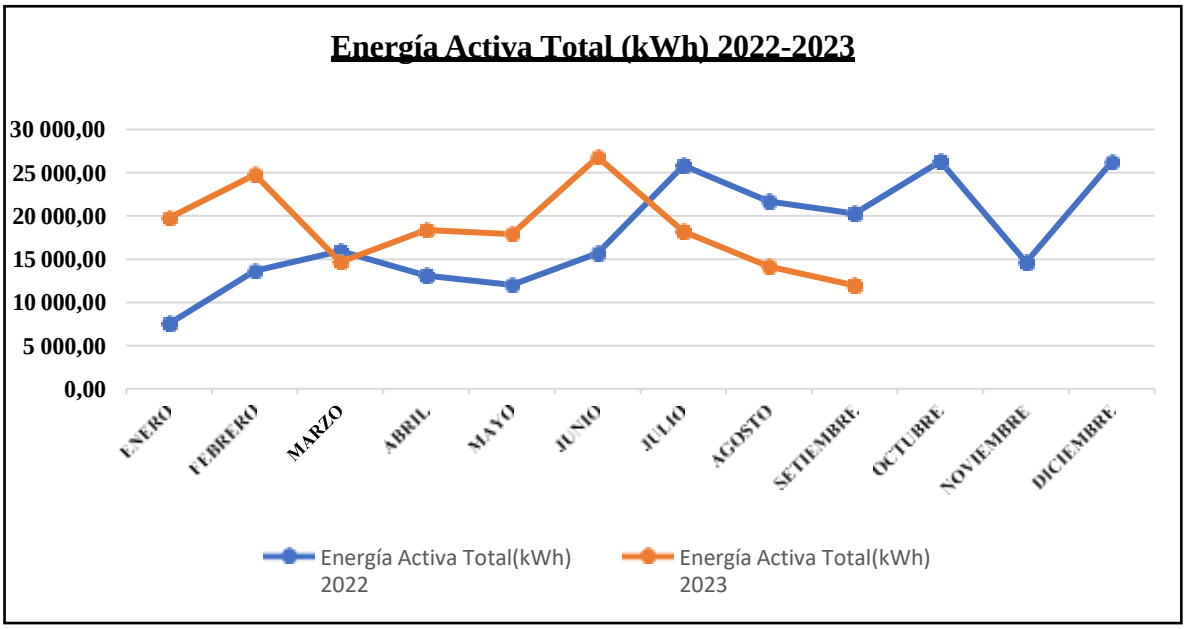


Figura 27: Representación de la energía en hora punta (EAHP) vs la energía fuera punta (EAFP) en el periodo2022-2023

Fuente: Elaboración propia



La mayor parte del consumo de energía del molino se encuentra en un horario fuera depunta.

Figura 28*: Comparación gráfica del consumo de energía activa total de los años 2022-2023*

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia un flujo de energía variable en el molino, esto está relacionado con los meses de cosecha del arroz que son los meses de junio y julio.

Tabla 4: Costo por exceso de potencia

Mes	Exceso de potencia en KW	Costo por exceso de potencia
Ene-22	115,45	S/ 1 691,41
Feb-22	114,55	S/ 1 711,84
Mar-22	112,73	S/ 1 688,65
Abr-22	111,82	S/ 1 721,33
May-22	111,36	S/ 1 711,66
Jun-22	110,45	S/ 1 723,33
Jul-22	113,18	S/ 1 803,79
Ago-22	118,64	S/ 1 932,14
Set-22	124,09	S/ 2 062,02
Oct-22	125,00	S/ 2 109,47
Nov-22	125,00	S/ 2 105,00
Dic-22	124,09	S/ 2 117,61
Ene-23	122,27	S/ 2 089,60
Feb-23	122,27	S/ 2 095,09
Mar-23	120,00	S/ 2 056,80
Abr-23	118,64	S/ 2 068,66
May-23	117,73	S/ 2 202,11
Jun-23	113,64	S/ 2 152,04
Jul-23	108,64	S/ 2 075,44
Ago-23	102,37	S/ 1 994,35
Set-23	102,37	S/ 1 998,31

Promedio	**115,92**	**S/ 1 957,65**

Se tiene un costo promedio de S/ 1 957,65 por mes por exceso de potencia consumida.

4.2. Línea base actual

La correcta definición de la Línea Base Energética es una pieza clave en la implantación de un Sistema de Gestión Energético bajo la norma ISO 50001, ya que dentro del sistema de gestión energética es obligatorio evidenciar la mejora del desempeño energético.

La norma de gestión de la energía ISO 50001, se enmarca en un círculo de mejora continua del funcionamiento energético, en donde las actividades de planificación, ejecución, comprobación y evaluación forman parte fundamental en las políticas de eficiencia energética. Por ello, las auditorías de eficiencia energética se han convertido en un elemento imprescindible para determinar lo que se denomina “Línea Base”, ya que permite conocer la evolución del consumo energético en el tiempo y la repercusión de los ahorros por las mejoras establecidas en el plan de acción.

En la siguiente figura se presenta datos del consumo de energía (kW) en función al tiempo, como se puede apreciar son variables que se relacionan. Asimismo, se evidencia que los meses de enero y diciembre del año 2023, son los meses.

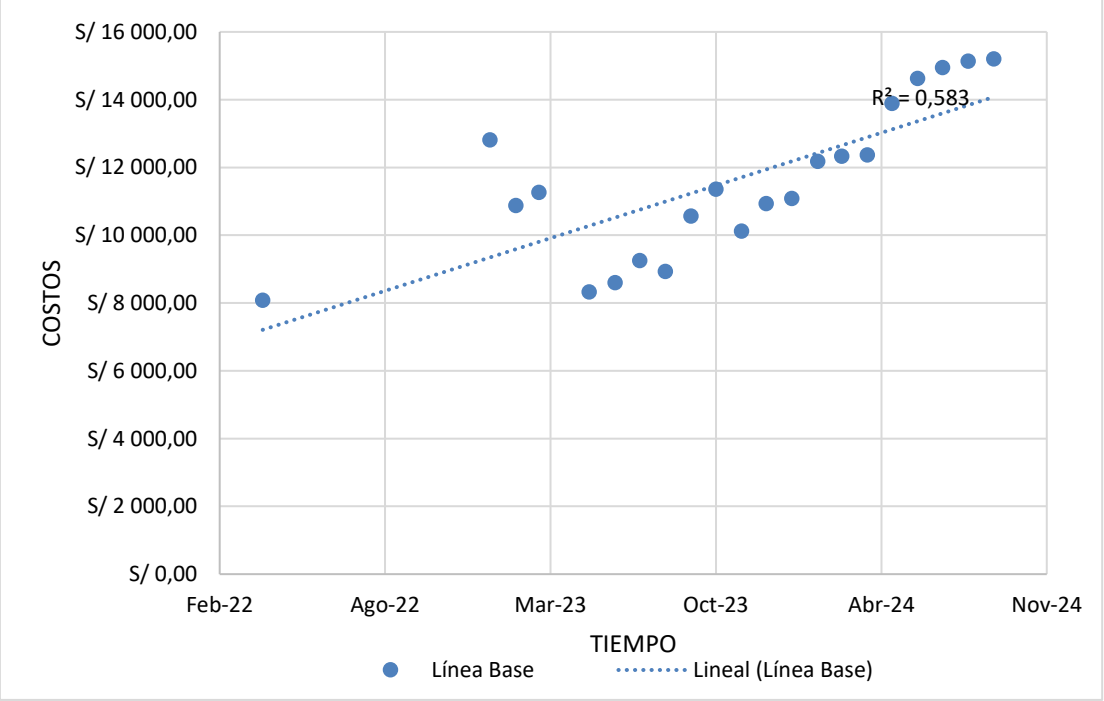


Figura 29: Línea base del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1. Establecimiento del plan de implementación

Por lo cual se estableció un cronograma de actividades para la implementación de la norma ISO 50001:2018, en donde se dan las fechas de realización, quienes son las personas responsables de las actividades y sus tareas a realizar.

En general el sistema de gestión de la energía se planteó en 40 semanas calendario como la norma indica, los ítems o documentación obligatoria que requiere se realizó referente al material que la empresa necesitaba como punto inicial para en un futuro realizar los cambios necesarios en beneficio de la empresa.

Hay que recordar que la norma es flexible en el caso de la realización o puesta en marcha ya que la ejecución del ciclo PHVA se puede ir variando, modificando o mejorando respecto a las diferentes actividades a realizar.

Figura 30: Cronograma de actividades para la implementación de la norma ISO 50001:2018 en la empresa "Piladora de arroz El Marañón

Fuente: Elaboración propia

Cronograma para la implementación de un SGE en base a la norma ISO 50001:2018 para la empresa "Piladora de arroz El Marañón"		SEMANAS																													
		JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Actividades preliminares	Caracterización energética social 1																														
	Análisis inicial del diagnóstico de la norma																														
Compromiso y responsabilidades de la dirección	Requisitos generales																														
	Alta dirección																														
	Representante de la dirección y equipo del SGE																														
	Política energética																														
Planificación	Generalidades																														
	Requisitos legales y otros																														
	Revisión energética																														
	Línea base energética																														
	Indicadores de desempeño energético																														
	Objetivos, metas y planes de acción																														
Implementación y operación	Generalidades																														
	Competencia, formación y toma de conciencia																														
	Comunicación																														
	Documentación																														
	Control operacional																														
	Diseño																														
	Adquisición de servicios, productos y energía																														
Verificación	Monitoreo, medición y análisis																														
	Cumplimiento de requisitos legales y otros																														
	Auditorías internas del SGE																														
	No conformidades, acciones correctivas y preventivas																														
	Control de registros																														
Revisión por la dirección	Generalidades																														
	Información para la revisión de dirección																														
	Resultados de la revisión por la dirección																														

Tabla 5: Plan de Implementación del SGE

Etapa de referencia	Tareas	Responsable	Fecha	
			Inicio	Fin
Caracterización energética inicial	Caracterizar la fábrica y sus elementos con el consumo energético	TE	01-jul-24	30-agost-24
Análisis inicial de diagnóstico de la Norma ISO 50001:2018	Chequeo y verificación de la implementación de la ISO 50001	TE	01-jul-24	30-agost-24
4.1. Requisitos generales	Definir y documentar el alcance y los límites del SGE	AG y TE	09-sept-24	13-sept-24
4.2.1. Alta dirección	Aprobar la creación de un equipo de gestión y designar un representante	AG	09-sept-24	13-sept-24
4.2.2 Representante de la dirección y equipo de las SGE	Identificar a las personas de apoyo en la gestión de energía	RD	09-sept-24	13-sept-24
4.3 Política energética	Definir la política energética y compromiso de mejora continua en desempeño energético, disponibilidad de información y recursos necesarios, requisitos legales y otros requisitos aplicables	AG, RD, CGE y TE	16-sept-24	20-sept-24
4.4.1. Generalidades	Especificar el plan y cronograma de implementación del proceso energético	CGE y TE	23-sept-24	04-oct-24

4.4.2. Requisitos legales y otros	Identificar e implementar la documentación de uso, consumo, eficiencia energética y otros de energía.	CGE y TE	23-sept-24	04-oct-24
4.4.3. Revisión energética	Identificar, desarrollar documentación y evaluar fuentes de uso y consumo, mínimo 2 años. Registrar y priorizar oportunidades para mejora del desempeño energético.	CGE y TE	23-sept-24	04-oct-24
4.4.4. Línea base energética	Desarrollar documentación. Establecer la línea base utilizando la información energética y considerar un período de recolección de datos	TE	07-oct-24	18-oct-24
4.4.5. Indicadores de desempeño	Desarrollar documentación. Identificar los IDEns apropiados y escoger la metodología adecuada para su medición.	TE	07-oct-24	25-oct-24
4.4.5. Objetivos, metas y planes de acción	Desarrollar documentación. Escoger los objetivos, metas y planes más coherentes con la política energética	CGE y TE	21-oct-24	08-nov-24
4.5.1. Generalidades	Utilizar los planes de acción para la implementación y la operación del proceso de planificación	CGE y TE	04-nov-24	08-nov-24
4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia	Desarrollar documentación. Identificar las necesidades de formación relacionadas con el control de sus usos de energía significativos y con la operación de su SGE. Proporcionar la formación necesaria según las necesidades.	CGE Y TE	11-nov-24	15-nov-24
4.5.3 Comunicación	Desarrollar documentación e implementar un proceso de comunicación sobre el SGE a toda persona que trabaje en la empresa.	CGE Y TE	18-nov-24	22-nov-24

4.5.4 Documentación	Desarrollar documentación. Verificar los requisitos y el control de la documentación.	CGE Y TE	16-sept-24	27-sept-24
4.5.5 Control operacional	Desarrollar documentación. Identificar y planificar operaciones que estén relacionadas con el uso significativo de la energía.	CGE Y TE	07-oct-24	18-oct-24
4.5.6 Diseño	Desarrollar documentación. Considerar oportunidades de mejora en los equipos	CGE Y TE	21-oct-24	08-nov-24
4.5.7 Adquisición de servicios, productos y energía	Desarrollar documentación. Evaluar los criterios de compra en relación a la energía	CGE Y TE	14-oct-24	25-oct-24
4.6.1 Monitoreo, medición y análisis	Desarrollar documentación. Asegurar el desempeño energético con mediciones planificadas	CGE Y TE	14-oct-24	25-oct-24
4.6.2 Cumplimiento requisitos legales y otros	Implementar registro de evaluaciones de cumplimiento al procedimiento 4.4.2.	CGE Y TE	07-oct-24	11-oct-24
4.6.3 Auditorías internas del SGE	Desarrollar documentación. Asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso para el envío de información a la Alta Gerencia.	CGE Y TE	25-nov-24	06-dic-24
4.6.4 No conformidades, acciones correctivas y preventivas	Elaborar documentación.	CGE Y TE	25-nov-24	06-dic-24

4.6.5 Control de registros	Desarrollar documentación. Asegurarse que sean identificables y trazables a las actividades pertinentes.	CGE Y TE	07-oct-24	18-oct-24
4.7.1 Generalidades	Desarrollar documentación.	CGE Y TE	25-nov-24	20-dic-24
4.7.2 Información para la revisión por la dirección	Desarrollar registros de los requisitos para la revisión inicial	CGE Y TE	25-nov-24	20-dic-24
4.7.3 Resultados de la revisión por la dirección	Desarrollar registros para la toma de decisiones de cambio por la gerencia	CGE Y TE	23-dic-24	10-ene-25
AG= Alta Gerencia, RD= Representante de la Dirección; CGE= Comité de Gestión Energética, TE= Tesistas.				

4.2.2. Consumo energético en el año 2023

La energía eléctrica que se utiliza en la empresa “Piladora de arroz El Marañón” tiene varios fines entre ellos la iluminación de todas las áreas de trabajo, las máquinas y equipos para los procesos de producción, entre otros más, a continuación, se da a conocer el consumo que ha tenido la fábrica en los últimos años, con lo cual podremos tener con mayor exactitud el promedio de consumo de energía eléctrica.

En las siguientes tablas y figuras se muestra las cantidades de producción y el consumo energético según la característica.

Tabla 6: Cuadro resumen de consumo energético en el año 2023

PERIODO	Energía Activa Total(kWh)	Energía Reactiva (kVARh)	Máxima Demanda (kW)
Ene-23	19 813,62	9 151,81	138,18
Feb-23	24 798,16	7 499,99	138,18
Mar-23	14 697,26	7 311,81	136,35
Abr-23	18 383,62	6 848,18	135,91
May-23	17 905,44	6 753,63	135,91
Jun-23	26 830,88	7 590,90	132,27
Jul-23	18 209,07	6 894,54	127,27
Ago-23	14 184,00	6 372,72	121
Set-23	11 969,61	5 763,63	121
Oct-23	26 325,43	9 622,72	137,27
Nov-23	14 654,53	7 661,81	138,18
Dic-23	26 251,79	9 353,63	138,18
TOTAL	234 023,40	90 825,37	1 599,70

Fuente: Elaboración propia

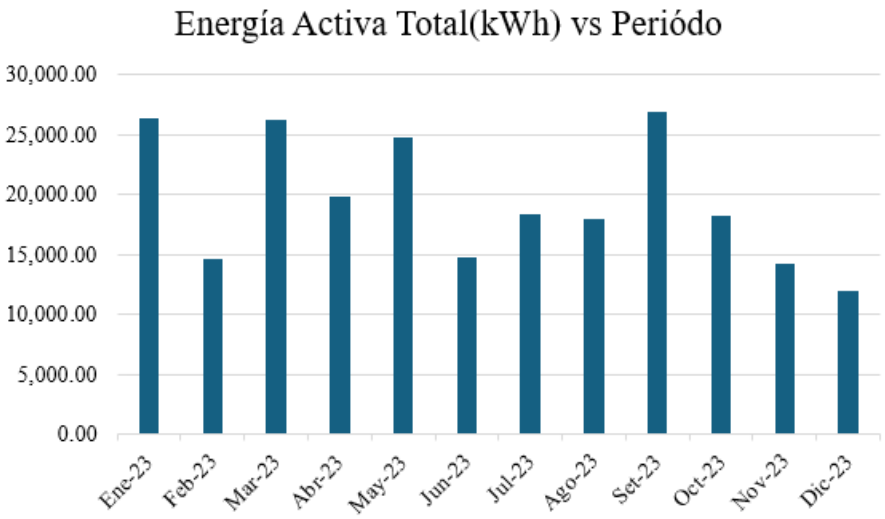


Figura 31: Consumo energético en el año 2023

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se detalla el consumo energético del área administrativa y de producción y equipo utilizado en la empresa.

Tabla 7: Consumo energético del área administrativa en el año 2023

N°	Equipos	Cantidad	Potencia KW	Potencia total en KW	Potencia total HP	Horas de trabajo	Consumo kWh/día
1	Computadoras	3	0,2	0,6	0.8	8	4.8
2	Impresoras	2	0,15	0,3	0.4	2	0.6
3	Luminarias	5	0,3	1,5	0.1	2	3
4	Bomba de agua	1	0,75	0,75	1.0	4	3
SUBTOTAL				3,15			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8**:** Consumo energético del área de producción en el año 2023

N°	Máquinas	Amperios	Potencia efectiva en (KW)	Potencia efectiva en (HP)	Potencia de placa (KW)	Potencia de placa (HP)	Horas de trabajo	Consumo kWh/día
8	Elevador #3	2,3	0,88	1,17	0,75	1	10	7.5
1	Elevador #1	4,8	1,83	1,17	0,75	1	10	7.5
10	Elevador #4	2,3	0,88	1,17	0,75	1	10	7.5
25	Elevador #10	2,8	1,07	1,43	0,75	1	10	7.5
27	Elevador #11	2,6	0,99	1,33	0,75	1	10	7.5
22	Elevador #8	2,8	1,07	1,43	0,75	1	10	7.5
24	Elevador #9	2,5	0,95	1,28	0,75	1	10	7.5
3	Elevador #2	4,5	1,71	1,17	0,75	1	10	7.5
11	Elevador #5	2,3	0,88	1,17	0,75	1	10	7.5
18	Elevador #7	6,4	2,44	1,17	0,75	1	10	7.5
30	Secador del compresor	2,4	0,91	1,23	1,1	1.5	10	11
21	Zaranda	2,9	1,10	1,48	1,5	2	10	15
28	Sin fin de reproceso	3,6	1,37	1,84	1,5	2	1	1.5
23	Clasificadores	4,7	1,79	2,40	1,5	2	10	15
17	Sin fin de Polvillo	3,5	1,33	1,79	1,5	2	10	15
20	Ciclón de afrecho	6,1	2,32	3,12	2,2	3	10	22
13	Elevador #6	6,3	2,40	3,22	2,2	3	10	22
4	Ventilador de polvo	7,5	2,86	3,83	3	4	10	30
19	Ciclón de Polvillo	13,6	5,18	6,95	3,7	5	10	37
9	Mesa Padi	13,5	5,14	6,90	4,5	6	10	45
6	Separador de cáscara	15,8	6,02	8,07	5,5	7.5	10	55
2	Máquina de Pre-Limpieza	13,2	5,03	6,74	5,5	7.5	10	55
26	Selectora	12,6	4,80	6,44	5,5	7.5	10	55
7	Ventilador de pajilla	14,4	5,49	7,35	5,5	7.5	10	55
16	Lustradora	22	8,38	11,24	7,5	10	10	75
5	Descascarador	43	16,38	21,96	11	15	10	110
14	Pulidora #2*	54	20,57	27,58	15	20	10	150
15	Pulidora #3*	54	20,57	27,58	15	20	10	150
29	Compresor	45,9	17,49	23,44	15	20	3	45
12	Pulidora #1*	60,3	22,98	30,80	18,5	25	10	185
SUBTOTAL					134,2			1223,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Resumen de consumo energético en el año 2023

ÁREAS	**Energía Total (kWh)**	**%**
Área Administrativa	11,4	1%
Área de Producción	1223,5	99%
Energía total consumida	1234,9	100%

Fuente: Elaboración propia

Dado que la energía consumida por el área de administración no consume mucha energía, nos centraremos en analizar la maquinaria de producción.

4.3. Propuesta de ahorro energético

A continuación, se presenta las fichas técnicas de motores IE3 de alta eficiencia, los cuales serán los sustitutos de los motores standard o IE1 que actualmente tiene la empresa, con la finalidad de conseguir un ahorro en el consumo de energía y por ende un ahorro en el costo total que se destina a pagar a la entidad correspondiente, que en este caso sería ENSA.

Datos Técnicos - Motor IE3	
Lugar de Origen	Jiangsu, China (continental)
Nombre de la marca	NANFANG
Número de Modelo	YE3
Potencia de salida	3 kW
Tipo	Motor asincrónico
Frecuencia	50 Hz
Fase:	tres fases
Voltaje	380 V
Eficiencia	I3
Velocidad	2870 rpm
Protección	IP55
Vibración	2,8 mm/s
Eficiencia	87,1%
Ruido	74 dB

Fuente: Dagao Motors

VELOCIDAD DE SALIDA SINCRÓNICA = FRECUENCIA DE 3000 RPM = VOLTAJE DE 50 HZ = 380 '

MODELO	PODER (KW)	CORRIENTE (UNA)	VELOCIDAD (RPM)	EFF	PODER FACTOR	Clasificado ESFUERZO DE TORSIÓN	TST	IST	TMAX	RUIDO dB (A)
YE3-63M1-2	0.18kw	0,53	2720	63.9	0.8	0.63	2.2	5.5	2.2	61
YE3-63M2-2	0.25kw	0.7	2720	97.1	0.81	0.88	2.2	5.5	2.2	61
YE3-71M1-2	0.37kw	1	2740	69	0.81	1.29	2.2	6.1	2.2	62
YE3-71M2-2	0.55kw	1.4	2740	72.3	0.82	1.92	2.2	6.1	2.2	62
YE3-801-2	0.75kw	1.8	2830	80.7	0.83	2.5	2.2	7	2.3	62
YE3-802-2	1.1kw	2.5	2840	82.7	0.83	3.65	2.2	7.3	2.3	62
YE3-90S-2	1.5kw	3.4	2840	84.2	0.84	4.97	2.2	7.6	2.3	67
YE3-90L-2	2.2kw	4.8	2840	85.9	0.85	7.3	2.2	7.6	2.3	67
YE3-100L-2	3kw	6.3	2870	87.1	0.87	9.95	2.2	7.8	2.3	74
YE3-112M-2	4kw	8.2	2890	88.1	0.88	13.1	2.2	8.3	2.3	77
YE3-132S1-2	5.5kw	11.1	2900	89.2	0.88	17.9	2	8.3	2.3	79
YE3-132S2-2	7.5kw	15	2900	90.1	0.89	24.4	2	7.9	2.3	79
YE3-160M1-2	11kw	21.3	2930	912	0.89	35.6	2	8.1	2.3	81
YE3-160M2-2	15kw	28.7	2930	91.9	0.89	48.6	2	8.1	2.3	81
YE3-160L-2	18.5kw	34.7	2930	92.4	0.89	60	2	8.2	2.3	81
YE3--180M-2	22kw	41.2	2940	92.7	0.89	71.2	2	8.2	2.3	83
YE3-200-L1-2	30kw	55.3	2950	93.3	0.89	96.6	2	7.6	2.3	84
YE3-200L2-2	37kw	67.9	2950	93.7	0.89	119	2	7.6	2.3	84
YE3-225M-2	45kw	82.1	2970	94	0.89	145	2	7.7	2.3	86

Figura 32: Frecuencia de los motores

Fuente: Dagao Motors

El rendimiento de los motores estándar que actualmente tiene la empresa Piladora de arroz El Marañón se encuentra entre 65-70%. El rendimiento de los motores IE3 que se pretenden implementar se pueden apreciar en las fichas técnicas anteriormente presentadas, las cuales varían entre 90 -95%. Esta diferencia de rendimientos entre la clase de motores va a permitir obtener un ahorro en el costo de energía. El procedimiento para calcular el consumo y costo de energía con la posible implementación de los nuevos motores es el mismo que se explicó anteriormente. El ahorro en el costo de energía es el que se presenta en las siguientes tablas:

Tabla 10: Potencias del sistema actual

MÁQUINA	CÓDIGO	POTENCIA TEORICA (KW)	RENDIMIENTO	POTENCIA ÚTIL (kW)
ACTUAL				
Elevador #1	PEX - 001	0,75	0,7	0,525
Máquina de Pre-Limpieza	PLM - 001	5,5	0,75	4,125
Elevador #2	PEX - 002	0,75	0,7	0,525
Ventilador de polvo	PVP - 001	3	0,65	1,95
Descascarador	DSC - 001	11	0,78	8,58
Separador de cáscara	SPC - 001	5,5	0,72	3,96
Ventilador de pajilla	VPP - 001	5,5	0,68	3,74
Elevador #3	PEX - 003	0,75	0,7	0,525
Mesa Padi	MPD - 001	4,5	0,76	3,42
Elevador #4	PEX - 004	0,75	0,7	0,525
Evelador #5	PEX - 005	0,75	0,7	0,525
Pulidora #1*	PULL - 001	18,5	0,66	12,21
Elevador #6	PEX - 006	2,2	0,7	1,54
Pulidora #2*	PULL - 002	15	0,67	10,05
Pulidora #3*	PULL - 003	15	0,68	10,2
Lustradora	LUS - 001	7,5	0,64	4,8
Sin fin de Polvillo	SFP - 001	1,5	0,69	1,035
Elevador #7	PEX - 007	0,75	0,7	0,525
Ciclón de Polvillo	CPO - 001	3,7	0,65	2,405
Ciclón de afrecho	CAF - 001	2,2	0,67	1,474
Zaranda	ZAR - 001	1,5	0,73	1,095
Elevador #8	PEX - 008	0,75	0,7	0,525
Clasificadores	CLA - 001	1,5	0,75	1,125
Elevador #9	PEX - 009	0,75	0,7	0,525
Elevador #10	PEX - 010	0,75	0,7	0,525
Selectora	SEL - 036	5,5	0,72	3,96
Elevador #11	PEX - 011	0,75	0,7	0,525
Sin fin de reproceso	SFR - 038	1,5	0,68	1,02
Compresor	CPM - 001	15	0,65	9,75
Secador del compresor	SDC - 001	1,1	0,64	0,704
TOTAL		134,2		92,393

Tabla 11: Potencias del sistema propuesto

PROPUESTA				
MÁQUINA	**CÓDIGO**	**POTENCIA TEORICA (KW)**	**RENDIMIENTO**	**POTENCIA ÚTIL (kW)**
Elevador #1	PEX - 001	3	0,87	2,61
Máquina de Pre-Limpieza	PLM - 001	3	0,87	2,61
Elevador #2	PEX - 002	3	0,87	2,61
Ventilador de polvo	PVP - 001	3	0,87	2,61
Descascarador	DSC - 001	3	0,87	2,61
Separador de cáscara	SPC - 001	3	0,87	2,61
Ventilador de pajilla	VPP - 001	3	0,87	2,61
Elevador #3	PEX - 003	3	0,87	2,61
Mesa Padi	MPD - 001	3	0,87	2,61
Elevador #4	PEX - 004	3	0,87	2,61
Evelador #5	PEX - 005	3	0,87	2,61
Pulidora #1*	PULL - 001	3	0,87	2,61
Elevador #6	PEX - 006	3	0,87	2,61
Pulidora #2*	PULL - 002	3	0,87	2,61
Pulidora #3*	PULL - 003	3	0,87	2,61
Lustradora	LUS - 001	3	0,87	2,61
Sin fin de Polvillo	SFP - 001	3	0,87	2,61
Elevador #7	PEX - 007	3	0,87	2,61
Ciclón de Polvillo	CPO - 001	3	0,87	2,61
Ciclón de afrecho	CAF - 001	3	0,87	2,61
Zaranda	ZAR - 001	3	0,87	2,61
Elevador #8	PEX - 008	3	0,87	2,61
Clasificadores	CLA - 001	3	0,87	2,61
Elevador #9	PEX - 009	3	0,87	2,61
Elevador #10	PEX - 010	3	0,87	2,61
Selectora	SEL - 036	3	0,87	2,61
Elevador #11	PEX - 011	3	0,87	2,61
Sin fin de reproceso	SFR - 038	3	0,87	2,61
Compresor	CPM - 001	3	0,87	2,61
Secador del compresor	SDC - 001	3	0,87	2,61
TOTAL		90		78,3

Tabla 12: Potencias del sistema actual vs propuesto

	Potencia teórica (KW)	**Potencia útil (KW)**
ACTUAL	134,2	92,393
PROPUESTA	90	78,3
DIFERENCIA	44,2	14,093

Tabla 13: Energías del sistema actual

CÓDIGO	**Potencia Teórica (KW)**	**Potencia Útil (KW)**	**Tiempo de consumo fuera de hora pico (hora /día)**	**Tiempo de consumo hora pico (hora/día)**	**Energía fuera de horas pico (kWhfp)**	**Energía en horas pico (kWhp)**
ACTUAL						
PEX - 001	0,75	0,525	10	7	5,25	3,675
PLM - 001	5,5	4,125	8	6	33	24,75
PEX - 002	0,75	0,525	12	5	6,3	2,625
PVP - 001	3	1,95	7	5	13,65	9,75
DSC - 001	11	8,58	6	7	51,48	60,06
SPC - 001	5,5	3,96	9	8	35,64	31,68
VPP - 001	5,5	3,74	5	6	18,7	22,44
PEX - 003	0,75	0,525	11	4	5,775	2,1
MPD - 001	4,5	3,42	7	5	23,94	17,1
PEX - 004	0,75	0,525	8	13	4,2	6,825
PEX - 005	0,75	0,525	5	10	2,625	5,25
PULL - 001	18,5	12,21	3	1	36,63	12,21
PEX - 006	2,2	1,54	10	0	15,4	0
PULL - 002	15	10,05	7	12	70,35	120,6
PULL - 003	15	10,2	6	0	61,2	0
LUS - 001	7,5	4,8	5	8	24	38,4
SFP - 001	1,5	1,035	7	6	7,245	6,21
PEX - 007	0,75	0,525	6	9	3,15	4,725
CPO - 001	3,7	2,405	6	0	14,43	0
CAF - 001	2,2	1,474	5	0	7,37	0
ZAR - 001	1,5	1,095	4	8	4,38	8,76
PEX - 008	0,75	0,525	8	6	4,2	3,15
CLA - 001	1,5	1,125	6	7	6,75	7,875
PEX - 009	0,75	0,525	8	0	4,2	0
PEX - 010	0,75	0,525	6	9	3,15	4,725
SEL - 036	5,5	3,96	8	14	31,68	55,44
PEX - 011	0,75	0,525	8	0	4,2	0
SFR - 038	1,5	1,02	5	0	5,1	0
CPM - 001	15	9,75	3	0	29,25	0
SDC - 001	1,1	0,704	4	8	2,816	5,632
TOTAL					**536,061**	**453,982**

Tabla 14: Energías del sistema propuesto

CÓDIGO	Potencia Teórica (KW)	Potencia Útil (KW)	Tiempo de consumo fuera de hora pico (hora /día)	Tiempo de consumo hora pico (hora/día)	Energía fuera de horas pico (kWhfp)	Energía en horas pico (kWhp)
PROPUESTA						
PEX - 001	3	2,61	10	7	26,1	18,27
PLM - 001	3	2,61	8	6	20,88	15,66
PEX - 002	3	2,61	12	5	31,32	13,05
PVP - 001	3	2,61	**7**	5	18,27	13,05
DSC - 001	3	2,61	6	7	15,66	18,27
SPC - 001	3	2,61	9	8	23,49	20,88
VPP - 001	3	2,61	5	6	13,05	15,66
PEX - 003	3	2,61	11	4	28,71	10,44
MPD - 001	3	2,61	7	5	18,27	13,05
PEX - 004	3	2,61	8	13	20,88	33,93
PEX - 005	3	2,61	5	10	13,05	26,1
PULL - 001	3	2,61	3	1	7,83	2,61
PEX - 006	3	2,61	10	0	26,1	0
PULL - 002	3	2,61	7	12	18,27	31,32
PULL - 003	3	2,61	6	0	15,66	0
LUS - 001	3	2,61	5	8	13,05	20,88
SFP - 001	3	2,61	7	6	18,27	15,66
PEX - 007	3	2,61	6	9	15,66	23,49
CPO - 001	3	2,61	6	0	15,66	0
CAF - 001	3	2,61	5	0	13,05	0
ZAR - 001	3	2,61	4	8	10,44	20,88
PEX - 008	3	2,61	8	6	20,88	15,66
CLA - 001	3	2,61	6	7	15,66	18,27
PEX - 009	3	2,61	8	0	20,88	0
PEX - 010	3	2,61	6	9	15,66	23,49
SEL - 036	3	2,61	8	14	20,88	36,54
PEX - 011	3	2,61	8	0	20,88	0
SFR - 038	3	2,61	5	0	13,05	0
CPM - 001	3	2,61	3	0	7,83	0
SDC - 001	3	2,61	4	8	10,44	20,88
TOTAL					**529,83**	**428,04**

4.3.1. Costos energéticos del sistema propuesto

Tabla 15: Costos energéticos del sistema actual vs propuesto

ITEM	CONSUMO ENERGÉTICO (kW)	COSTO ENERGÉTICO ANUAL
ACTUAL	**536,061**	S/. 154 403,48
PROPUESTA	529,00	S/. 115 361,80
DIFERENCIA		**S/. 39 042,08**

Tabla 16: Costos energéticos de la producción actual

COSTO ENERGÉTICO													
ACTUAL													
CARGOS	**UNIDAD**	**TARIFA**	**Ene-23**	**Feb-23**	**Mar-23**	**Abr-23**	**May-23**	**Jun-24**	**Jul-24**	**Ago-24**	**Set-23**	**Oct-23**	**Nov-23**	**Dic-23**
Cargo Fijo Mensual	S//mes	12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99	S/ 12.99
Cargo por Energía Activa	ctm. S//kW.h	0.2784	S/ 5,631.52	S/ 3,855.58	S/ 4,318.99	S/ 1,726.58	S/ 2,453.97	S/ 2,029.03	S/ 2,766.03	S/ 2,095.58	S/ 3,803.45	S/ 4,434.65	S/ 3,642.23	S/ 3,350.92
Presentes en Punta	S//kW-mes	57.31												
Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	36.06	S/ 4,687.80	S/ 4,458.32	S/ 4,425.54	S/ 3,737.12	S/ 3,343.74	S/ 3,999.38	S/ 3,999.38	S/ 4,359.98	S/ 4,359.98	S/ 4,327.20	S/ 4,032.16	S/ 4,130.50
Presentes en Punta	S//kW-mes	18.9												
Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	18.84	S/ 2,346.44	S/ 2,389.25	S/ 2,389.25	S/ 2,389.25	S/ 2,389.25	S/ 2,389.25	S/ 2,320.74	S/ 2,295.05	S/ 2,277.93	S/ 2,277.93	S/ 2,277.93	S/ 2,277.93
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	0.05	S/ 136.94	S/ 166.17	S/ 119.20	S/ 220.29	S/ 137.42	S/ 173.50	S/ 157.15	S/ 176.41	S/ 115.53	S/ 310.02	S/ 161.30	S/ 165.91
TOTAL			**S/ 12,815.68**	**S/ 10,882.32**	**S/ 11,265.98**	**S/ 8,086.24**	**S/ 8,337.37**	**S/ 8,604.14**	**S/ 9,256.29**	**S/ 8,940.01**	**S/ 10,569.87**	**S/ 11,362.78**	**S/ 10,126.61**	**S/ 9,938.25**
PROPUESTA														
CARGOS	**UNIDAD**	**TARIFA**	**Ene-23**	**Feb-23**	**Mar-23**	**Abr-23**	**May-23**	**Jun-23**	**Jul-23**	**Ago-23**	**Set-23**	**Oct-23**	**Nov-23**	**Dic-23**
Cargo Fijo mensual	S//mes	12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48	S/ 12.48
Cargo por Energía Activa en Hora Punta	ctm. S//kW.h	0.32	S/ 125.41	S/ 125.41	S/ 132.94	S/ 131.49	S/ 131.21	S/ 128.89	S/ 117.59	S/ 113.24	S/ 103.40	S/ 289.06	S/ 264.15	S/ 224.18
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	0.27	S/ 5,270.03	S/ 3,575.11	S/ 4,011.10	S/ 1,538.16	S/ 2,232.60	S/ 1,828.98	S/ 2,541.78	S/ 1,905.55	S/ 3,543.71	S/ 3,991.29	S/ 3,255.79	S/ 3,011.10
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S//kW-mes	64.81	S/ 294.59	S/ 412.42	S/ 353.51	S/ 353.51	S/ 353.51	S/ 353.51	S/ 471.34	S/ 294.59	S/ 294.59	S/ 589.18	S/ 589.18	S/ 648.10
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S//kW-mes	17.54	S/ 79.73	S/ 95.67	S/ 103.65	S/ 103.65	S/ 103.65	S/ 103.65	S/ 119.59	S/ 111.62	S/ 111.62	S/ 143.51	S/ 159.45	S/ 167.43
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S//kW-mes	18.74	S/ 3,747.81	S/ 2,274.35	S/ 2,265.83	S/ 2,265.83	S/ 2,265.83	S/ 2,265.83	S/ 2,180.65	S/ 2,163.62	S/ 2,146.58	S/ 2,112.51	S/ 2,095.47	S/ 2,086.95
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	0.05	S/ 136.94	S/ 166.17	S/ 119.20	S/ 220.29	S/ 137.42	S/ 173.50	S/ 157.15	S/ 176.41	S/ 115.53	S/ 310.02	S/ 161.30	S/ 165.91
TOTAL			**S/ 9,667.00**	**S/ 6,661.63**	**S/ 6,998.71**	**S/ 4,625.41**	**S/ 5,236.69**	**S/ 4,866.83**	**S/ 5,600.59**	**S/ 4,777.50**	**S/ 6,327.91**	**S/ 7,448.05**	**S/ 6,537.83**	**S/ 6,316.15**
DIFERENCIA			**S/ 3,148.68**	**S/ 4,220.69**	**S/ 4,267.27**	**S/ 3,460.83**	**S/ 3,100.68**	**S/ 3,737.31**	**S/ 3,655.70**	**S/ 4,162.51**	**S/ 4,241.96**	**S/ 3,914.74**	**S/ 3,588.78**	**S/ 3,622.10**

4.3.2. Responsabilidad de la dirección

La alta dirección de la empresa “empresa Piladora de arroz El Marañón”, el grupo de gestión energética y los autores de este documento definieron las responsabilidades y autoridades de acuerdo al cargo designado. Esta designación se registra en el manual titulado “Responsabilidades del SGE” con el compromiso de cumplirlas, por lo cual presentamos a continuación:

Tabla 17:**.** Cargo, responsabilidad y autoridad

Cargo	Responsabilidades	Autoridad
Gestor energético	• Definir, establecer, implementar y mantener la política energética. • Designar un representante de la gerencia y aprobar la creación de un equipo de gestión energética. • Suministrar los recursos necesarios humanos, tecnológicos o financieros, para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGE y el desempeño energético resultante. • Identificar el alcance y los límites a ser cubiertos por el SGE. • Comunicar y hacer a los trabajadores conocedores de la gestión de la energía dentro de la organización. • Establecer objetivos y metas energéticas, de acuerdo con las características de la organización. • Considerar el desempeño energético en la planificación a largo plazo y asegurar que los (IDEn) son apropiados para la organización. • Realizar revisiones por la gerencia de manera periódica.	• Autorizar el Manual del SGE • Autorizar la impresión e instalación de documentos controlados del SGE
Responsable		• En lo relativo a

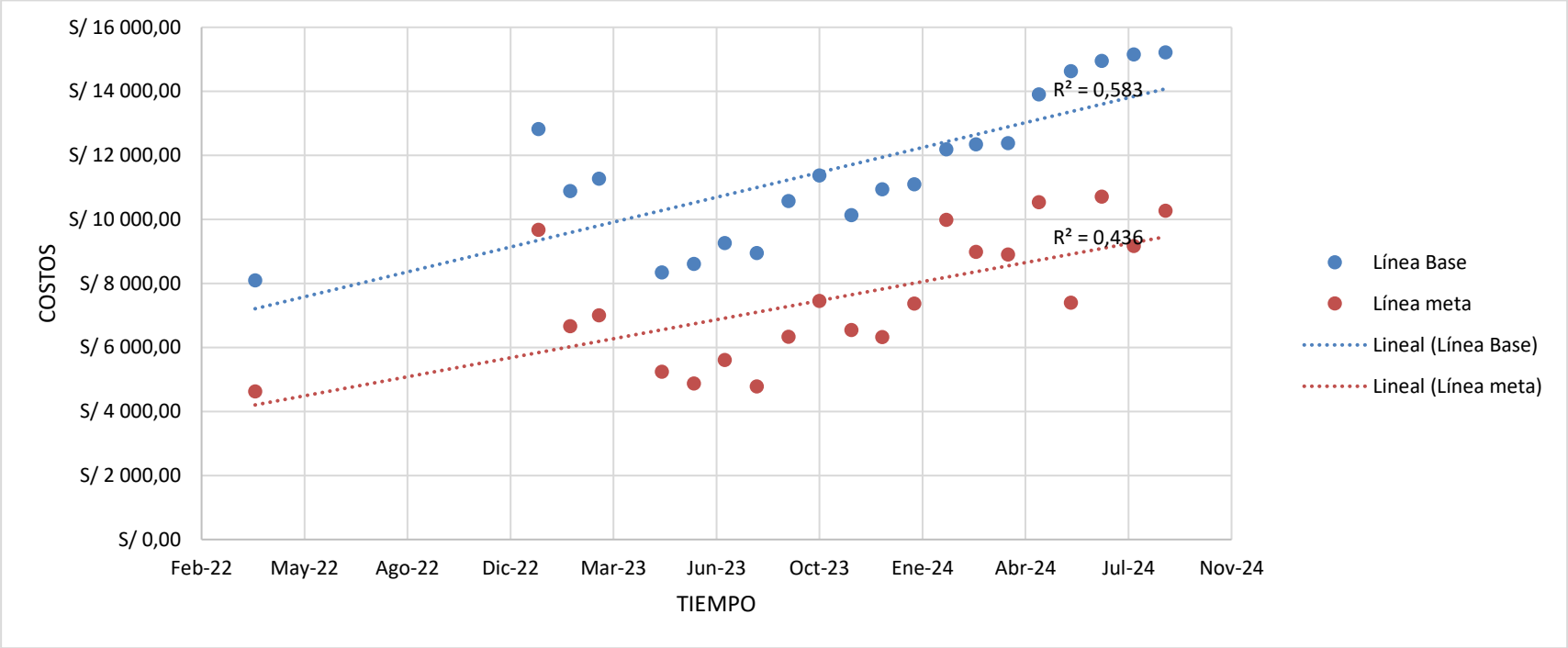
energético	• Asegurarse de que el SGE se establece, implementa, mantiene y mejora continuamente, de acuerdo con los requisitos de la ISO 50001. • Identificar a las personas que trabajen en las actividades de gestión de la energía. • Informar a la alta gerencia sobre el desempeño energético y del SGE. • Definir y comunicar responsabilidades y autoridades con el fin de facilitar la gestión eficaz de la energía. • Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación, como el control del SGE sean eficaces. • Promover la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.	acciones preventivas y correctivas apoyar en la definición de las mismas. • Establecer los mecanismos de comunicación interna con los integrantes del Comité de Gestión Energética. • Representar a Alta Gerencia en los actos que le sean designados. • Todas aquellas que le sean asignadas para su ejecución por Alta Gerencia en lo relativo al SGE

Es requisito indispensable para el modelo de gestión, es que la alta dirección esté realmente comprometida, que apoye el sistema, facilite de los recursos necesarios y designe los roles y responsabilidades de los participantes del sistema de gestión, así como también se deben establecer todos los criterios y los diferentes métodos para poder garantizar el funcionamiento y control eficaz del SGE.

4.4. Línea meta propuesta

En la tabla 31 se muestra la comparación de la línea base con la línea meta, la cual es obtenida en base a la disminución de los costos eléctricos que los 3 motores IE3 de alto rendimiento permiten ahorrar. Como se presenta en la figura inicialmente se tenía un R^2 de 0,583 y con la propuesta se llegó a 0,436; esta brecha representa el potencial de ahorro que la empresa puedo llegar a obtener.

Figura 33: Comparación de línea base y meta



Fuente: Elaboración propia.

4.5. Análisis costo beneficio

Retorno de la inversión

Costo de motores	37 437 Soles
Costo de instalación	4 500 Soles
Total	**41 937 Soles**

Ahorro anual en costos de energía	39 042,08 Soles

$$Retorno = \frac{41\,937\ x\ 12}{39\,042,08}$$

$$Retorno = 12{,}9\ meses$$

$$Retorno = 13\ meses$$

V. CONCLUSIONES

- Se observaron dos tendencias del importe del recibo de energía, la primera que abarca desde junio 2021 a junio 2022 con valor promedio de S/ 6 523,61. Y la segunda desde julio 2022 hasta julio 2023 con un valor promedio de S/ 11 071, 88, lo cual genera un importe general de S/ 211 145, 88 en los dos años mencionados. Por otra parte, el consumo energético promedio durante el periodo evaluado fue de 16 653, 23 KWh. Por esta razón la línea base actual tiene un costo pico de S/ 15 000 aproximadamente con una tendencia a subir como se aprecia en la figura 28.
- Es el establecimiento de la propuesta se implementó un plan de acción energética comenzando con un cronograma de actividades durante 26 semanas para la implementación de la norma ISO 50001:2018 como se muestra en la figura 29, se realizó una auditoría energética para ubicar los puntos de más alto consumo y se propuso el cambio a motores IE3 (Premium), los cuales tienen una eficiencia mayor a 85%. Además, se realizó un reglamento interno para la responsabilidad del sistema de gestión de energía SGE, según el cargo y autoridad de los colaboradores según el organigrama. Con estas acciones se redujo la línea base a S/ 10 000 aproximadamente con una tendencia a subir pero muy levemente como se aprecia en la figura 31.
- El costo de implementación asciende a S/ 503 244 (costo de motores Premium e instalación), pero el ahorro económico anual asciende a S/ 39 042,08, lo cual implica que el retorno de la inversión será en 13 meses.
- Se llega a tener un ahorro económico por consumo de energía de S/ 3760 mensual lo cual equivale y un ahorro energético aproximadamente del 25%.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda no utilizar la compresora para la limpieza del local ni el de las máquinas, ya que ello contribuye a un mayor consumo de energía.
- Implementar la norma ISO 50001 para garantizar el ahorro y consumo energético de una empresa

VII. BIBLIOGRAFÍA

[1] T. l. d. reservados, «Emisiones de CO2 aceleraron su crecimiento en 2018,» Deutsche Welle, 26 marzo 2019. [En línea]. Available: https://www.dw.com/es/emisiones-de-co2-aceleraron-su-crecimiento-en-2018/a-48064544.

[2] C. A. Carbajal Belleza, "Auditoría energética eléctrica para una reducción en su consumo energético y uso eficiente de la energía en la Fábrica Molinera Sudamérica S.A.C. ubicado en la carretera auxiliar Panamericana nte. 779 – Lambayeque", LAMBAYEQUE –PERÚ: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.

[3] Jamilu Ya'u Muhammad, Abdullahi Audu Adamu, AbdulkarimMika'il Alhaj y Yerima Yusif Ali, «Auditoría energética y eficiencia de un edificio complejo: una revisión integral,» Ciencia Ingeniería, vol. 3, nº 4, pp. 36-41, 2018.

[4] J. C. Campos Avella, E. D. Lora Figueroa, I. Tovar Ospino, O. F. Prias Caicedo*, E. C. Quispe Oqueña y J. R. Vidal Medina, «Modelo de gestión energética para el sector productivo nacional,» PROSPECTIVA, vol. 6, nº 1, pp. 23-27, 2008.

[5] M. Rodriguez., «ISO 50001: Sistema de Gestión Energética,» Geoinnova, 5 diciembre 2016. [En línea]. Available: https://geoinnova.org/blog-territorio/iso-50001-sistema-de-gestion-energetica/.

[6] T. L. D. Reservados, «GUÍA IMPLEMENTACIÓN ISO 50001,» Organimsodecertificacionglobal, 2018. [En línea]. Available: https://www.nqa.com/es-pe/certification/standards/iso- 50001/implementation.

[7] CONSTRUCCIONES IZ4, «Rehabilitación energética edificio M° de urdax. Pamplona,» Construction21 , 15 Mayo 2023. [En línea]. Available: https://www.construction21.org/espana/case-studies/h/rehabilitacion-energetica-edificio-m-de-urdax-pamplona.html.

[8] I. Dzene, . I. Polikarpova, . L. Zogla y M. Rosa, «Aplicación de ISO 50001 para la implementación de energía sostenible,» ScienceDirect, 2014.

[9] L. E. Z. BENITES, Mejoramiento de la Eficiencia Energética Eléctrica de la Empresa Piladora Doña Carmela SAC Aplicando la Norma ISO 50001, Chiclayo, 2020.

[10] E. M. Enríquez Lozano y F. D. Otera Lastra, • Auditoria energética e implementación de un plan de mejoras basado en la norma ISO 50001 para el sistema de tinturación de telas y calderos de la industria textil latinoamericana Intela, Quito, 2019.

[11] D. G. Díaz Zurita, Auditoria energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la planta procesadora el Lirio S.A.C., Lambayeque, 2018.

[12] A. Darmawan , A. C. Fitrianto, . M. Aziz y K. Tokimatsu, «Sistema integrado de producción de arroz y generación de electricidad,» Elsevier, 2018.

[13] N. Van Hung, R. Quilloy y M. Gummert, «Mejora de la eficiencia energética y desarrollo de una parrilla refrigerada por aire para el horno de cáscara de arroz de tiro descendente,» Elsevier, 2017.

[14] Agencia Andaluza de la Energía, Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria, Sevilla: Industria, 2011.

[15] J. L. Campos More, Auditoría energética en los sistemas eléctricos de kpmg para mejorar el índice de consumo energético, Chiclayo, 2019.

[16] Osinergmin, Fundamento técnicos y económicos del sector eléctrico peruano, Lima, 2011.

[17] J. L. Paiva Parraguez, • Diseño de un sistema de gestión de la energía eléctrica en la planta industrial “El Águila S.R.L” según los lineamientos de la Norma NTP-ISO 50001:2012, Chiclayo, 2019.

[18] J. J. Torres Flores, • Auditoría energética para reducir el índice de consumo energético en la fábrica de fideos Agroindustrias y Comercio S.A. –

Lambayeque, Chiclayo, 2018.

[19] Ministerio de Energía y Minas, Guía de orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energético en la industria pesquera, Lima, 2016.

[20] Ministerio de Energía y Minas, Guía de orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energético en la industria de alimentos, Lima, 2022.

[21] M. J. Montero Mejía, • Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo eléctrico en el área de producción de la empresa América, Lima, 2016.

ANEXOS

FLUKE

DATOS TÉCNICOS

Registradores trifásicos de consumo eléctrico Fluke 1732 y 1734

El registro de energía ahora está a su alcance: descubra dónde desperdicia energía, mejore el uso de energía en sus instalaciones y reduzca el importe de la factura.

Los nuevos registradores trifásicos de consumo eléctrico Fluke 1732 y 1734 presentan una nueva manera muy sencilla de descubrir dónde se desperdicia energía. Descubra cuándo y dónde se consume la energía en sus instalaciones, desde la entrada de servicio hasta cada uno de los circuitos. Acceda a los datos y compártalos con su equipo de forma remota a través de la app Fluke Connect®. Así podrá mantener distancias de trabajo seguras y tomar decisiones importantes en tiempo real, reduciendo la necesidad de equipos de protección, las visitas al emplazamiento y las comprobaciones.

La elaboración de perfiles del uso de la energía en sus instalaciones le ayuda a identificar oportunidades para el ahorro de energía y le proporciona los datos necesarios para actuar sobre ellos. El nuevo paquete de software Energy Analyze le permite comparar múltiples puntos de datos en el tiempo para construir una imagen completa del uso de la energía, que constituye el primer paso para reducir el importe de la factura.

- **Mida las tres fases:** Con 3 sondas flexibles de corriente incluidas.
- **Registro exhaustivo:** En los instrumentos se pueden almacenar más de 20 sesiones de registro diferentes. De hecho, todos los valores medidos se almacenan automáticamente para no perder nunca las tendencias de medida. Pueden revisarse durante las sesiones de registro y antes de descargarse para un análisis en tiempo real.
- **Interfaz de usuario optimizada:** La configuración gráfica rápida y guiada garantiza que capture siempre los datos correctos y la función de verificación inteligente señala que se han establecido las conexiones correctas, lo que reduce la incertidumbre del usuario.
- **Pantalla táctil brillante en color:** Realice prácticos análisis sobre el terreno y verificaciones de datos con una visualización gráfica completa.
- **Interfaz de usuario optimizada:** Capture los datos correctos para cada ocasión con una configuración rápida, guiada y gráfica, y reduzca la incertidumbre con respecto a sus conexiones con la función de verificación inteligente.
- **Configuración completa sobre el terreno a través del panel delantero o de la app Fluke Connect:** Sin necesidad de volver al taller para descargar y configurar o llevar un ordenador al cuadro eléctrico.
- **Registro completamente integrado:** Conecte otros dispositivos Fluke Connect al Fluke 1734 para registrar de forma simultanea dos parámetros de medida distintos, prácticamente cualquier parámetro disponible en un módulo o multímetro digital inalámbrico de Fluke Connect.*
- **Software Energy Analyze Plus:** Descargue y analice todos los detalles del consumo energético con nuestra función de generación automática de informes.

FLUKE CONNECT

MEDIDAS CLAVE
Capture y registre automáticamente tensión, corriente, potencia, factor de potencia, energía y valores asociados

COMPATIBLE CON FLUKE CONNECT®*
Visualice los datos de forma local en el instrumento a través de la app y el software Fluke Connect o de los servicios de su infraestructura WiFi.

ALIMENTACIÓN PRÁCTICA DEL INSTRUMENTO
Alimentación directa del instrumento desde el circuito medido

LA CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD MÁS ALTA DE LA INDUSTRIA
Categoría CAT IV 600 V y CAT III 1000 V para su uso desde la acometida de servicio en adelante

*No todos los modelos están disponibles en todos los países. Consulte con su representante de Fluke.

Figura 34: Características del analizador de redes.

Fuente: Extraído de [17]

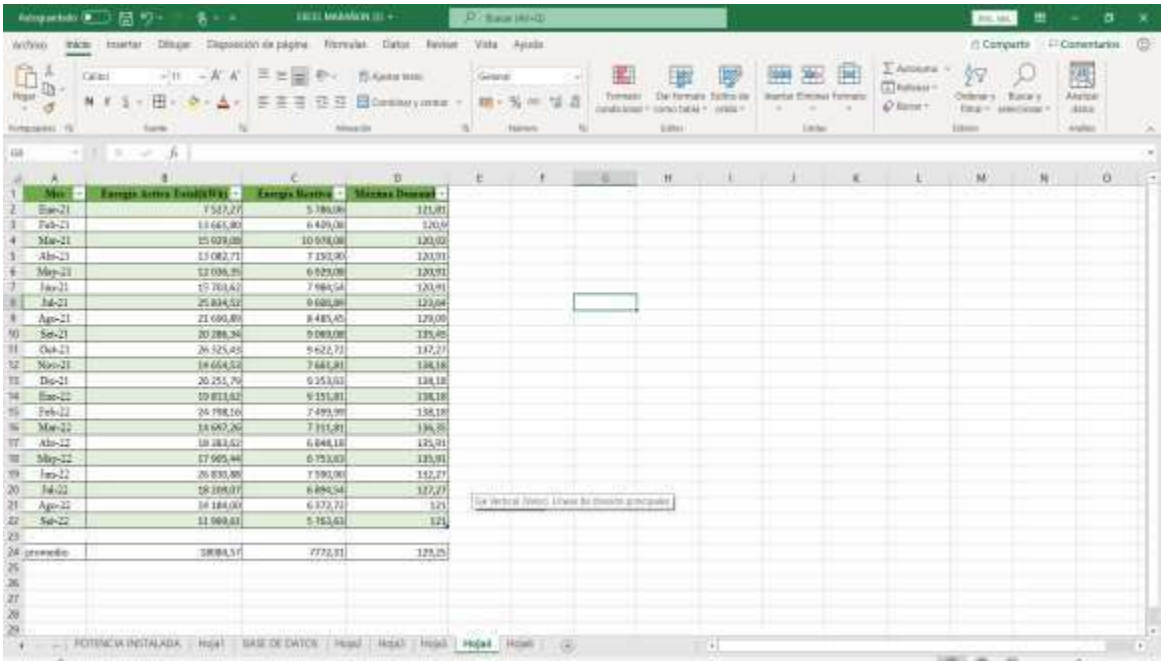


Figura 35: Energía Activa Total, Energía Reactiva, Máxima Demanda.

Fuente: Elaboración propia

Figura 36: Hoja de cálculo en MT2, MT3 y MT4.

Fuente: Elaboración propia