



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Evaluación de la norma ISO 50001 en la eficiencia
energética en una procesadora de arroz en
Lambayeque**

Autor:

Bach. Benjamín Franklin Fernández Fernández

Asesor:

M.Sc. Percy Edwar Niño Vásquez

LAMBAYEQUE – PERÚ

2026



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Evaluación de la norma ISO 50001 en la eficiencia
energética en una procesadora de arroz en
Lambayeque**

Autor:

Bach. Benjamín Franklin Fernández Fernández

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE : Dr. Oscar Méndez Cruz
SECRETARIO : Dr. Daniel Carranza Montenegro
MIEMBRO : M.Sc. Jony Villalobos Cabrera
ASESOR : M.Sc. Percy Edwar Niño Vásquez

LAMBAYEQUE – PERÚ

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

TITULO:

“Evaluación de la norma ISO 50001 en la eficiencia energética en una procesadora de arroz en Lambayeque”

CONTENIDOS

- CAPITULO I** : PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.
CAPITULO II : MARCO TEÓRICO.
CAPITULO III : MARCO METODOLÓGICO.
CAPITULO IV : ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.
CAPITULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Bach. Benjamín Franklin Fernández Fernández

Dr. Oscar Méndez Cruz
PRESIDENTE

Dr. Daniel Carranza Montenegro
SECRETARIO

M.Sc. Jony Villalobos Cabrera
MIEMBRO

M.Sc. Percy Edwar Niño Vásquez
ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

2026



ACTA DE SUSTENTACION N°0164-2026-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 12:00 m. del día viernes 05 de junio 2026. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°091-2026-D-FIME-UNPRG, de fecha 29 de mayo 2026, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| ▪ Dr. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ | PRESIDENTE |
| ▪ Dr. Ing. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO | SECRETARIO |
| ▪ M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA | MIEMBRO |
| ▪ M.Sc. Ing. PERCY EDWAR NIÑO VASQUEZ | ASESOR |


Se recibió la Tesis titulada:


"EVALUACIÓN DE LA NORMA ISO 50001 EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA PROCESADORA DE ARROZ EN LAMBAYEQUE"

Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **FERNANDEZ FERNANDEZ BENJAMIN FRANKLIN.**

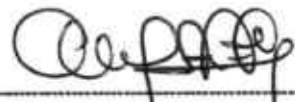
Finalizada la sustentación de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (16) en la escala vigesimal, mención **BUENO**. Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las **13.00 hrs** del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:


Dr. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ
PRESIDENTE


M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
MIEMBRO


Dr. Ing. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO
SECRETARIO


M.Sc. Ing. PERCY EDWAR NIÑO VASQUEZ
ASESOR


UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Dr. Ing. AMALY AGUIRREGA PAZ
Decano

ANEXO 01

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. Percy Edwar Niño Vásquez**, usuario revisor del documento titulado: **“EVALUACIÓN DE LA NORMA ISO 50001 EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA PROCESADORA DE ARROZ EN LAMBAYEQUE”**,

Cuyo autor es, **Bach. FERNANDEZ FERNANDEZ BENJAMIN FRANKLIN**, identificado con documento de identidad **N° 70202270** declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **16%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 17 de junio del 2026



.....
M.SC. ING. PERCY EDWAR NIÑO VÁSQUEZ

DNI: 16796041

ASESOR

Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

RESULTADO DEL TURNITIN

TESIS FINAL BFFF.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	13%	4%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	6%
	Trabajo del estudiante	
2	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unprg.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	alicia.concytec.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
6	ri.ues.edu.sv	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.unj.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
8	www.clubensayos.com	<1%
	Fuente de Internet	
9	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid	<1%
	Trabajo del estudiante	
10	www.grafiati.com	<1%
	Fuente de Internet	
11	dspace.unach.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	




Recibo digital


Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Benjamín Franklin Fernández Fernández
Título del ejercicio: TESIS 2025
Título de la entrega: TESIS FINAL BFFF.docx
Nombre del archivo: TESIS_FINAL_BFFF.docx
Tamaño del archivo: 406.11K
Total páginas: 73
Total de palabras: 14,323
Total de caracteres: 81,628
Fecha de entrega: 07-may-2026 11:25p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2955741820



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS
Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

“Evaluación de la norma ISO 50001 en la eficiencia energética en una procesadora de arroz en Lambayeque”

Autor:

Bach. Benjamín Franklin Fernández Fernández

Asesor:

M.Sc. Percy Edwar Niño Vásquez

LAMBAYEQUE – PERÚ

2026

M.Sc. Ing. Percy Edwar Niño Vasquez
DNI: 16796041
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, quienes estuvieron presentes durante cada etapa de mi vida y siempre me brindaron su apoyo.

Bach. Benjamín Franklin Fernández Fernández

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los que me acompañaron en este proceso de crecimiento y superación personal. A mis padres y maestros, por ser los pilares principales en mi desarrollo profesional y humano, guiándome con el ejemplo, conocimiento y dedicación. Asimismo, mi gratitud a Dios por guiar mi vida por el camino del bien concederme las fuerzas necesarias para alcanzar cada meta propuesta.

Bach. Benjamín Franklin Fernández Fernández

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la aplicación de la norma ISO 50001 en la eficiencia energética de la empresa agroindustrial Piladora La Merced S.R.L., ubicada en Lambayeque. La investigación fue de tipo aplicada, con diseño no experimental, empleándose el análisis documental y la recolección de datos de consumo eléctrico, producción mensual y facturación energética. Se diagnosticó que, durante el periodo marzo 2024 – marzo 2025, la empresa presentó un consumo eléctrico promedio mensual de 53 287,3 kWh/mes, una producción promedio de 8 429,6 qq/mes y un índice de consumo energético de 6,3 kWh/qq. Asimismo, se identificó que los principales usos significativos de energía corresponden al secado, con 60 % del consumo total; pilado, con 25 %; clasificación y transporte, con 10 %; y servicios auxiliares, con 5 %. La evaluación del cumplimiento de la norma ISO 50001 determinó un nivel inicial de 28,6 %, evidenciando ausencia de política energética, línea base documentada, indicadores EnPI, medición sectorizada y procedimientos operacionales eficientes. Con la aplicación de los lineamientos ISO 50001, se proyectó reducir el índice energético a 5,36 kWh/qq, equivalente a una mejora del 15 %, generando un ahorro anual de 97 255,2 kWh y S/ 56 408,4. Se concluye que la norma ISO 50001 influye favorablemente en la eficiencia energética y viabilidad económica de la empresa.

Palabras clave: ISO 50001, eficiencia energética, índice energético, piladora de arroz, gestión energética.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the application of the ISO 50001 standard to the energy efficiency of the agro-industrial company Piladora La Merced S.R.L., located in Lambayeque. The research was applied in nature, with a non-experimental design, employing document analysis and the collection of data on electricity consumption, monthly production, and energy billing. It was determined that, during the period March 2024 – March 2025, the company had an average monthly electricity consumption of 53,287.3 kWh/month, an average production of 8,429.6 quintals/month, and an energy consumption index of 6.3 kWh/quintal. Furthermore, it was identified that the main significant energy uses were drying, accounting for 60% of total consumption; hulling, for 25%; classification and transport, for 10%; and auxiliary services, for 5%. The assessment of compliance with the ISO 50001 standard determined an initial level of 28.6%, revealing the absence of an energy policy, a documented baseline, Energy Performance Index (EPI) indicators, sector-specific measurement, and efficient operational procedures. With the application of the ISO 50001 guidelines, it was projected that the energy index would be reduced to 5.36 kWh/qq, equivalent to a 15% improvement, generating annual savings of 97,255.2 kWh and S/ 56,408.4. It is concluded that the ISO 50001 standard has a positive impact on the company's energy efficiency and economic viability.

Keywords: ISO 50001, energy efficiency, energy index, rice mill, energy management.

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN	4
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	5
RESULTADO DEL TURNITIN	6
REGISTRO DEL TURNITIN	7
DEDICATORIA.....	8
AGRADECIMIENTO	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
ÍNDICE	12
ÍNDICE DE TABLAS	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Realidad Problemática	18
1.2. Formulación del Problema.....	22
1.3. Delimitación de la Investigación	22
1.4. Justificación e Importancia del estudio	23
1.5. Limitaciones de la Investigación.....	24
1.6. Objetivos de estudio	25
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	26
2.1. Antecedentes de Estudios	26
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado	38
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	42
3.1. Tipo y diseño de investigación	42
3.2. Población y muestra.....	43
3.3. Hipótesis.....	44
3.4. Variables - Operacionalización.....	44
3.5. Métodos y Técnicas de investigación.....	47
3.6. Descripción de los instrumentos utilizados.....	47
3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos	48
CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS... 49	
4.1. Diagnóstico del consumo energético eléctrico y térmico de los principales procesos productivos de la empresa procesadora de arroz.....	49

4.2. Usos significativos de la energía y los equipos electromecánicos de mayor incidencia en el consumo energético.....	53
4.3. Evaluación del grado de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001 aplicables a la gestión energética de la empresa	57
4.4. Determinación de la variación de la eficiencia energética mediante indicadores de desempeño energético, antes y después de la aplicación de los lineamientos de la norma ISO 50001.....	61
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones	68
5.2. Recomendaciones	69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	71
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Consumos de Energía y Montos Facturados de marzo 2024 a marzo 2025	19
Tabla 2: Índice de Consumo Energético de marzo 2024 a marzo 2025.....	19
Tabla 3: Operacionalización de variables.....	45
Tabla 4: Consumos de Energía y Montos Facturados de marzo 2024 a marzo 2025	49
Tabla 5: Índice de Consumo Energético de marzo 2024 a marzo 2025.....	51
Tabla 6: Distribución estimada del consumo por proceso	54
Tabla 7: Priorización energética.....	57
Tabla 8: Escala de valoración del cumplimiento ISO 50001	58
Tabla 9: Evaluación del cumplimiento de requisitos ISO 50001 en Piladora La Merced S.R.L. ...	58
Tabla 10: Resultado global del cumplimiento ISO 50001	58
Tabla 11: Principales brechas identificadas respecto a ISO 50001	59
Tabla 12: Propuestas para mejorar el cumplimiento ISO 50001	60
Tabla 13: Línea base energética actual	62
Tabla 14: Medidas de mejora energética bajo lineamientos ISO 50001	63
Tabla 15: Comparación del índice energético antes y después	63
Tabla 16: Comparación del consumo energético mensual.....	64
Tabla 17: Ahorro económico estimado	64
Tabla 18:: Presupuesto de implementación del Sistema de Gestión Energética.....	65
Tabla 19: Evaluación económica de la propuesta	66
Tabla 20: Variación de la eficiencia energética	66

INTRODUCCIÓN

Aumentar la eficiencia energética en una planta de pilado de arroz es extremadamente crucial debido a diversas razones. En primer lugar, la mejora en la eficiencia energética contribuye a reducir el consumo innecesario de energía eléctrica durante el proceso de pilado. Esta reducción, a su vez, resulta en una significativa cantidad de ahorros económicos para la empresa, lo que puede impactar positivamente en sus utilidades y sostenibilidad a largo plazo. La implementación de medidas para incrementar esta eficiencia no solo es beneficiosa desde el punto de vista financiero, sino que también puede tener un efecto positivo en el medio ambiente al disminuir la huella de carbono asociada al uso de energía. Por poner un ejemplo concreto, en la empresa Piladora Doña Carmela SAC, la implementación de la norma ISO 50001, junto con la realización de auditorías energéticas exhaustivas, facilitó la identificación de múltiples oportunidades que permiten no solo reducir el consumo eléctrico, sino también mejorar considerablemente el índice de consumo energético. Esto, a su vez, ha resultado en beneficios económicos evidentes y palpables (Zapata Benites, 2020). La mejora en la optimización del uso de la energía juega un papel fundamental en el aumento de la productividad dentro del ámbito de la producción. Esto se debe a que, al optimizar el consumo energético, se logran reducir significativamente los períodos de inactividad no productiva, así como las interrupciones inesperadas que pueden surgir a causa de fallos en los motores o en la maquinaria utilizada en los procesos de producción. Este desarrollo resulta en un proceso que es más continuo y eficiente en su funcionamiento, lo cual, a su vez, incrementa tanto la capacidad de procesamiento de los granos como la calidad del arroz pilado que se obtiene. (Contreras Foyain, 2021). Las mejoras implementadas en la eficiencia energética no solo resultan en ahorros económicos inmediatos y significativos, sino que, además, contribuyen a aumentar de manera considerable la rentabilidad del

negocio. Esto se logra al optimizar el uso de los recursos disponibles y al extender la vida útil de los equipos mediante un mantenimiento regular y adecuado, así como a través de la adopción de tecnologías que ofrecen un alto rendimiento y eficacia. (Zapata Benites, 2020).

En la sección inicial del presente documento, se lleva a cabo una exhaustiva y minuciosa discusión sobre el problema específico que requiere ser abordado. Este problema, en particular, implica la realización de una evaluación detallada de los estándares establecidos por la norma ISO 50001, enfocándose en la mejora de la eficiencia energética dentro de una planta procesadora de arroz situada en la región de Lambayeque. Como resultado de este proceso en particular, se procede a la elaboración del objetivo general, así como a la definición detallada de una serie de objetivos específicos. Estos últimos actuarán como una guía fundamental que facilitará y orientará el camino hacia la consecución de dicho objetivo de manera eficiente y efectiva.

En el segundo capítulo de este estudio, se presentan de manera detallada los antecedentes que incluyen una variedad de investigaciones que han sido realizadas anteriormente sobre este tema específico. Estas investigaciones no solo proporcionan un contexto relevante, sino que también sirven como un soporte sólido que justifica la alternativa de solución que se sugiere y propone en el desarrollo de esta tesis. De manera similar, se presenta de una manera minuciosa y detallada la teoría que está íntimamente relacionada con el tema principal que se está explorando en la investigación que se está realizando actualmente.

El tercero de los capítulos ofrece una descripción minuciosa y exhaustiva acerca del procedimiento que se seguirá para la recolección y la administración de la información. Asimismo, se dedica a detallar las distintas herramientas, así como los recursos que se

utilizarán para llevar a cabo esta importante tarea.

En el cuarto capítulo del documento, se presenta de manera exhaustiva y minuciosa una completa exposición sobre los resultados que se han conseguido hasta este momento en el desarrollo del proyecto. Además, se aborda en profundidad el proceso de elección y selección de los diversos equipos que se requieren para llevar a cabo las actividades y objetivos del proyecto de manera eficaz y exitosa. Asimismo, se incorpora un análisis detallado del costo relacionado con el sistema que ha sido diseñado y planeado, junto con una evaluación minuciosa de los indicadores financieros relevantes que facilitan la medición del rendimiento económico de dicho sistema.

En el quinto capítulo del documento, se ofrece una exposición exhaustiva y minuciosa de los resultados finales obtenidos y de las recomendaciones correspondientes que se derivan de dichos resultados.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

El aumento de la eficiencia energética en piladoras de arroz enfrenta desafíos técnicos, operativos y económicos, según investigaciones recientes. Los Motores con potencias superiores a las necesarias generan consumos eléctricos excedentes. En Perú, se reportaron motores de 75 kW operando al 81% de eficiencia, pero con cargas inferiores a su capacidad (Aquino Perez & Villalobos Goicochea, 2024). Existen secadoras con eficiencias del 55% y sistemas de ventilación inadecuados incrementan el consumo energético en un 47% (Chippe Villacrés, 2008). El índice de consumo eléctrico (IEC) en piladoras peruanas alcanza 5.57 kWh por quintal, superando estándares internacionales (Aquino Perez & Villalobos Goicochea, 2024). Falta de control operativo: Tiempos de secado no optimizados y mantenimiento irregular reducen la eficiencia energética hasta en un 30% (Vasquez Delgado, 2022).

La Empresa Agroindustrial “PILADORA LA MERCED S.R.L.”. está ubicada en Carretera a Ferreñafe km 03 en el P.J. Upis Cesar Vallejos, distrito de José L. Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. La alimentación de la energía eléctrica principal de la planta se obtiene de la red suministrada por la empresa concesionaria eléctrica ELECTRONORTE S.A con las siguientes características: Tarifa: MT2, Medición: Media Tensión, Modalidad de facturación: Potencia variable, Código de suministro: 26248850, Potencia hora punta: 22 kW, Potencia fuera punta: 225 kW.

La empresa tiene el siguiente consumo de energía en los últimos meses:

Tabla 1: Consumos de Energía y Montos Facturados de marzo 2024 a marzo 2025

Año	Mes	Energía Activa HFP (kW-h)	Energía Activa HPP (kW-h)	Energía Activa Total (kW-h)	Monto Facturado S/.	
2024	Marzo	17889	1077	18966	10976,2	
	Abril	17374	1510	18884	10928,8	
	Mayo	79201	3914	83115	48101,4	
	Junio	91208	5225	96433	55808,9	
	Julio	71993	3583	75576	43738,3	
	Agosto	52564	4482	57046	33014,4	
	Setiembre	59607	2146	61753	35738,5	
	Octubre	51223	2545	53768	31117,3	
	Noviembre	35743	3316	39059	22604,7	
	Diciembre	38015	1820	39835	23053,8	
	2025	Enero	37631	3969	41600	21695,0
		Febrero	46589	3808	50397	32050,0
Marzo		50018	6285	56303	32584,4	
PROMEDIO		49927.3	3360,0	53287,3	30877,8	

Nota: Información proporcionada por la Empresa Agroindustrial “PILADORA LA MERCED S.R.L.”

A partir de la información presentada en la tabla previamente mencionada, podemos observar que el total de consumo de energía activa durante las Horas Punta asciende a un notable 49,927.3 kW-h al mes, además de que se ha registrado un monto facturado de S/. 30 877.80.

Tabla 2: Índice de Consumo Energético de marzo 2024 a marzo 2025

Año	Mes	Energía Activa Total (kW-h)	Producción (qq)	Índice de Consumo Energético (kW-h/qq)	
2024	Marzo	18966	3050	6,2	
	Abril	18884	3020	6,3	
	Mayo	83115	13200	6,3	
	Junio	96433	15150	6,4	
	Julio	75576	12010	6,3	
	Agosto	57046	9180	6,2	
	Setiembre	61753	9750	6,3	
	Octubre	53768	8450	6,4	
	Noviembre	39059	6080	6,4	
	Diciembre	39835	6175	6,5	
	2025	Enero	41600	6580	6,3
		Febrero	50397	8050	6,3

Marzo	56303	8890	6,3
PROMEDIO	53287,3	8429,6	6,3

Nota: Información proporcionada por la Empresa Agroindustrial “PILADORA LA MERCED S.R.L.”

El promedio del Índice de Consumo Energético se sitúa en un valor de 6.3 kW-h por quintal, lo cual representa una cifra que sobrepasa los resultados documentados por los autores por (Aquino Perez & Villalobos Goicochea, 2024) en su investigación publicada en el año 2024. En su estudio, estos autores han indicado que el índice de consumo eléctrico registrado antes de implementar mejoras en la eficiencia energética fue de 5.57 kWh por cada quintal de arroz procesado, expresado igualmente en kWh/qq. Después de llevar a cabo la implementación de diversos programas destinados a la optimización del uso de la energía, que abarcan acciones en los ámbitos humano, técnico y administrativo, se consiguió disminuir significativamente este indicador hasta alcanzar un valor de 4,39 kilovatios-hora por quintal.

Existen varios elementos que juegan un papel significativo en la subóptima eficiencia del índice de consumo de energía eléctrica. Entre estos factores se incluyen el uso de motores que no tienen la potencia adecuada para su aplicación o que están funcionando en condiciones que no son ideales. También se observa que el mantenimiento de los motores eléctricos es, en muchos casos, insuficiente o no se realiza de manera adecuada, lo que puede afectar su rendimiento. Adicionalmente, la falta de un sistema de gestión energética robusto impide que se elabore una planificación estratégica efectiva sobre el uso de la energía, así como la definición clara de metas orientadas al ahorro energético. Es fundamental, además, implementar medidas que sean tanto técnicas como organizativas, así como programas de formación dirigidos a optimizar el consumo de energía. Por último, es de suma importancia llevar a cabo un monitoreo

y control del consumo de energía en tiempo real para asegurar una gestión eficiente.

Si no se aborda y se encuentra una solución efectiva al problema de incrementar la Eficiencia Energética en la Empresa Agroindustrial conocida como 'PILADORA LA MERCED S.R.L.', es muy probable que la compañía continúe utilizando una cantidad excesiva de energía eléctrica para llevar a cabo el proceso de pilado de arroz. Esta situación provocaría que sus costos operativos no sean lo suficientemente competitivos en el mercado actual, lo que a su vez dificultaría que los servicios que ofrece puedan destacarse y competir adecuadamente con los de otras empresas dedicadas al mismo rubro.

La conexión que existe entre las diferentes variables que se están investigando es tanto directa como causal. Esto ocurre porque la implementación de la Norma ISO 50001 tiene un impacto positivo al permitir que se mejore la eficiencia energética en la planta procesadora de arroz. Este proceso de mejora se lleva a cabo mediante varias acciones, que incluyen la identificación de aquellos usos de energía que son significativos, la creación de una línea base energética que sirva como referencia, la definición de indicadores que permitan medir el desempeño energético, así como la puesta en práctica de diversas medidas que contribuyan al control operacional efectivo de la energía utilizada. En esta línea de pensamiento, a medida que se eleva el nivel de implementación de la norma ISO 50001, se observa una disminución en el consumo específico de energía eléctrica por cada unidad de producción, el cual se mide en kilovatios hora por quintal. Como resultado de este análisis, se determina que la variable independiente produce un impacto positivo en la variable dependiente, lo que resulta en la disminución del consumo energético de 6,3 kilovatios-hora por quintal

(kWh/qq) a un nuevo valor de 5,36 kWh/qq. Esto representa una mejora aproximada del 15 % en la eficiencia energética de la empresa Piladora La Merced S.R.L.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo influye la Norma ISO 50001 en la eficiencia energética de la Piladora La Merced S.R.L. – Chiclayo, ubicada en la región Lambayeque?

1.3. Delimitación de la Investigación

La presente investigación se delimita al estudio de la aplicación de la Norma ISO 50001 en la eficiencia energética de la empresa agroindustrial Piladora La Merced S.R.L., ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

El estudio se centra en el análisis del consumo energético eléctrico asociado a los principales procesos productivos de la piladora de arroz, tales como secado, pilado, clasificación, transporte y servicios auxiliares. Para ello, se considera la información histórica de consumo eléctrico, producción mensual y facturación energética correspondiente al periodo marzo 2024 – marzo 2025.

Desde el punto de vista técnico, la investigación se orienta a diagnosticar el consumo energético de la empresa, identificar los usos significativos de energía, evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos aplicables de la Norma ISO 50001 y determinar la variación de la eficiencia energética mediante el indicador de consumo específico expresado en kWh/qq.

La investigación no contempla el proceso formal de certificación ISO 50001, ni la ejecución física de inversiones mayores en infraestructura eléctrica o renovación total de equipos. Asimismo, el estudio se limita a una evaluación técnico-económica de los lineamientos propuestos, por lo que los resultados obtenidos son aplicables principalmente a la realidad operativa de la Piladora La Merced S.R.L. y a empresas arroceras con condiciones productivas similares.

1.4. Justificación e Importancia del estudio

1.4.1. Justificación

La industria arrocera es una de las actividades agroindustriales con mayor consumo energético, debido al uso intensivo de motores eléctricos, sistemas de secado térmico y equipos electromecánicos que operan de forma continua. En la región Lambayeque, muchas procesadoras de arroz presentan altos consumos específicos de energía y ausencia de sistemas formales de gestión energética, lo que se traduce en sobrecostos operativos y uso ineficiente de los recursos energéticos.

Ante esta problemática, la norma ISO 50001 surge como una herramienta internacionalmente reconocida para mejorar el desempeño energético mediante la gestión sistemática del consumo, la identificación de usos significativos de energía y la implementación de indicadores energéticos. Por ello, se justifica la realización de esta investigación al evaluar el impacto de la aplicación de dicha norma en la eficiencia energética de una procesadora de arroz en Lambayeque, generando evidencia técnica que permita optimizar el consumo energético y fortalecer la competitividad del sector.

1.4.2. Importancia

La importancia de esta investigación radica en que sus resultados permitirán demostrar

la efectividad de la norma ISO 50001 como estrategia técnica para mejorar la eficiencia energética en la industria arrocera, contribuyendo a la reducción del consumo energético y a la mejora del desempeño de los sistemas electromecánicos. A nivel práctico, el estudio proporcionará indicadores energéticos y lineamientos de gestión aplicables a otras plantas procesadoras con características similares en la región.

Desde el punto de vista académico, la investigación aporta un caso de estudio real que fortalece la formación en gestión energética, eficiencia energética y normativas internacionales, áreas clave para la ingeniería mecánica y eléctrica. Asimismo, tiene relevancia social y económica al promover el uso racional de la energía, la reducción de costos operativos y el desarrollo sostenible del sector agroindustrial en Lambayeque.

1.5. Limitaciones de la Investigación

La presente investigación presenta como limitación que el estudio se desarrolla en una sola empresa procesadora de arroz ubicada en la región Lambayeque, por lo que los resultados obtenidos no pueden generalizarse de manera directa a otras industrias con diferentes condiciones operativas o tecnológicas. Asimismo, el análisis se basa en la información histórica de consumo energético y registros operativos proporcionados por la empresa, cuya exactitud y disponibilidad pueden influir en la precisión de los indicadores energéticos evaluados.

Otra limitación es que la investigación se centra en la evaluación del grado de aplicación de la norma ISO 50001, sin contemplar el proceso completo de certificación ni la implementación de inversiones mayores en infraestructura o renovación de equipos.

Además, el estudio se circunscribe a un periodo de análisis determinado, lo cual no permite evaluar el comportamiento del desempeño energético a largo plazo ni considerar variaciones estacionales significativas en la producción.

1.6. Objetivos de estudio

1.6.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación de la norma ISO 50001 en la eficiencia energética de una empresa procesadora de arroz ubicada en la región Lambayeque.

1.6.2. Objetivo Específicos

- Diagnosticar el consumo energético eléctrico y térmico de los principales procesos productivos de la empresa procesadora de arroz.
- Identificar los usos significativos de la energía y los equipos electromecánicos de mayor incidencia en el consumo energético.
- Evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001 aplicables a la gestión energética de la empresa.
- Determinar la variación de la eficiencia energética mediante indicadores de desempeño energético, antes y después de la aplicación de los lineamientos de la norma ISO 50001.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios

2.1.1. A nivel Internacional

Guamán Batallas, (2022), en su trabajo de investigación denominado “Diseño del Sistema de Gestión Energética según la Norma ISO 50001:2018 de eficiencia energética en Productos Minerva Cía. Ltda.”, En el contexto actual, la eficiencia energética se ha convertido en una herramienta sumamente valiosa que otorga una ventaja competitiva significativa dentro del ámbito empresarial. No solo es importante y relevante por el impacto favorable que tiene en la protección y preservación del medio ambiente, sino que además ha logrado atraer la atención y el interés considerable de la industria que se dedica al procesamiento de alimentos. La razón detrás de esto radica en la gran cantidad de beneficios, tanto operativos como económicos, que proporciona de manera significativa. Es precisamente por esta causa que se determina que la entidad empresarial mencionada, la cual lleva por nombre Productos Minerva Cía., se encuentra en esta situación. Se halla en una posición que es de gran importancia y relevancia. Ltda. Con más de 59 años de experiencia y una larga trayectoria dedicada de manera exclusiva a la producción de café, el cual ha sido sometido a un meticuloso proceso de tostado y molienda, la empresa ha iniciado la implementación y adopción de diferentes estrategias que están enfocadas en la mejora continua de todos sus procesos operativos. En el marco de esta situación específica, una de las iniciativas que ha cobrado mayor relevancia y atención es la implementación del sistema denominado Gestión Energética, el cual se alinea con los estándares establecidos en la norma ISO 50001:2018. Esta iniciativa tiene como objetivo principal mejorar y optimizar de manera significativa el consumo y utilización de la energía dentro de todas sus operaciones. En el marco de la situación actual, el objetivo

fundamental que se busca alcanzar con el presente estudio es la puesta en marcha, así como el desarrollo integral, de un sistema efectivo de gestión energética dentro de la empresa conocida como Café Minerva. Este proceso se llevará a cabo a través de la implementación de la norma internacional conocida como ISO 50001, la cual tiene como objetivo primordial mejorar de manera considerable la eficiencia energética de la empresa. Simultáneamente, busca minimizar en la mayor medida posible el efecto adverso que las actividades operativas de la misma pueden provocar en el entorno natural. De esta forma, la metodología que se aplicó fue llevada a cabo en dos secciones diferentes: la primera de ellas se refiere a la fase experimental, la cual está enfocada en realizar una exhaustiva revisión del consumo energético. Esta exhaustiva revisión fue realizada a través de la recopilación de datos directamente en el lugar correspondiente, con el objetivo de evaluar minuciosamente y determinar de manera precisa tanto el consumo de electricidad como el consumo de diésel que está relacionado con ello. En la segunda sección de este documento que estamos analizando, se llevará a cabo una presentación de un contenido que tiene un carácter estrictamente documental, el cual se centrará en el tema de la gestión y sus diversas facetas. En este segmento particular del análisis, se realizará una evaluación detallada y minuciosa de las regulaciones que se conocen como la norma 50001:2018. Esta revisión abarca un rango amplio que va desde los requisitos fundamentales hasta aquellos que son más específicos y técnicos. Asimismo, se ofrecerá una orientación completa que explicará cómo aplicar esta normativa de manera eficiente y efectiva. Se dedicará una atención particular a los aspectos clave de la norma, llegando hasta el séptimo requisito que se menciona en el texto del documento. Apoyo. Al examinar detenidamente los resultados que fueron obtenidos, se pudo identificar de manera clara y evidente una oportunidad considerable para implementar mejoras significativas en

la eficiencia del consumo de diésel, en particular en relación con la cantidad de diésel que se utiliza por cada kilogramo de café que ha sido tostado y, posteriormente, molido. Desde el año 2019 hasta el año 2021, esta cifra ha mostrado fluctuaciones, oscilando entre un rango de 18 y 22 galones por cada kilogramo de café producido. En relación con el uso de la electricidad, se ha notado que el sector que muestra el nivel más elevado de consumo eléctrico corresponde al de las tostadoras o torradoras, alcanzando un impresionante porcentaje que asciende hasta el 52.5%. Este dato revela la importancia y el impacto que este tipo de dispositivos tiene en el total del consumo energético. De una manera comparable, en relación con el uso de energía térmica, la cual resulta esencial para la ejecución de sus procesos, se pone de manifiesto que el diésel se ha consolidado como el combustible preferido. Es importante resaltar también que las tostadoras 1 y 2 son las que consumen la mayor cantidad de energía en este sentido, ya que en conjunto constituyen un notable 74.6% del total del consumo de energía térmica en esta operación. (López Villada & Guamán Batallas, 2022)

Botero Ebrat, (2021), en su trabajo de investigación titulado “Desarrollo de un sistema de gestión energética en la clínica Portoazul”, En el presente documento se elabora un sistema completo de gestión de la energía que está fundamentado en la norma internacional ISO 50001. Este sistema está específicamente diseñado para ser implementado en la Clínica Portoazul, que se encuentra situada en la primera zona franca dedicada a la salud en la región de la Costa Atlántica. A lo largo de la investigación llevada a cabo, se logró identificar que la electricidad se presenta como el principal medio de transporte de energía que se consume en las instalaciones de la clínica. Además de lo mencionado anteriormente, se llevó a cabo la identificación de aquellos equipos y/o sistemas que presentan una mayor necesidad de consumo

eléctrico. Teniendo en cuenta las diversas mediciones y la información detallada sobre el consumo de energía eléctrica en la clínica, se llevó a cabo el desarrollo de una línea base junto con un indicador de desempeño. Esto se realizó con el objetivo de asegurar una correlación que supere el 60% en cuanto al coeficiente de determinación R². El indicador de desempeño fue empleado como fundamento esencial para la creación y desarrollo del sistema de gestión de energía. Los análisis de los resultados relacionados con la implementación del sistema de gestión, llevada a cabo durante los meses de enero y febrero del año 2020, revelan que se ha logrado una disminución significativa en el consumo diario de electricidad, que varía entre un 1% y un 15% si lo comparamos con los valores establecidos en la línea base. (Botero Ebrat, 2021)

2.1.2. A nivel nacional

López Vera, (2021), en su trabajo de investigación denominado “Análisis de los indicadores energéticos para mejorar la eficiencia energética en el molino Industria Peruana Santa Lucia —S.A.C”, La investigación más reciente que se ha realizado ha centrado su atención en el funcionamiento y las características del sistema eléctrico de la empresa dedicada a la molienda de granos, que es reconocida bajo el nombre de Industria Peruana Santa Lucia S.A.C. Esta empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Tarapoto. En el marco de esta situación particular, ha surgido la necesidad de llevar a cabo una evaluación detallada que se centre en comportamientos asociados con el despilfarro de energía eléctrica. Esta estimación se ha hecho, considerando como punto de referencia las instalaciones equipadas en la planta de procesos. Desafortunadamente, es importante señalar que estas instalaciones eléctricas no logran satisfacer los estándares de calidad que han sido establecidos. Esto se aplica tanto al correcto dimensionamiento de los mismos como a su conformidad con las

normativas que están vigentes en la actualidad. Entre las diversas cargas eléctricas que se han identificado como significativas, se destacan los motores eléctricos, los cuales tienen la importante función de activar y poner en marcha una amplia gama de mecanismos. Además, estos motores están relacionados con el sistema de control de los equipos operativos y el sistema de iluminación que se utiliza tanto en el interior de las instalaciones como en el exterior. Estos elementos representan solo algunos de los muchos aspectos que impactan el consumo de energía eléctrica en el conjunto de la infraestructura. El ritmo con el cual la planta industrial lleva a cabo sus operaciones muestra una serie de variaciones, y esta circunstancia ha permitido que se puedan identificar una variedad de oportunidades que podrían resultar beneficiosas para el crecimiento y desarrollo del negocio. En este contexto, y considerando la importancia de abordar este tema, uno de los objetivos esenciales y primordiales de la tesis que se está desarrollando en la actualidad es realizar un análisis detallado y profundo de los diferentes indicadores relacionados con el consumo energético. Este análisis tiene como finalidad última la implementación de estrategias que permitan optimizar y mejorar la eficiencia en el uso de la energía, lo cual es crucial para alcanzar un desarrollo sostenible. Para lograr alcanzar este objetivo, resulta fundamental llevar a cabo una optimización del factor de potencia. Esta optimización, a su vez, implica la disminución de las pérdidas que podrían generarse en los motores y en los conductores eléctricos, lo que contribuye a una mayor eficiencia en el sistema. Además de lo anterior, se anticipa que se logrará una reducción significativa en los costos que aparecen en las facturas que son emitidas por la empresa distribuidora de energía, que es conocida con el nombre de Electro Oriente. Esta disminución de costos se centrará de manera particular en aquellos cargos que están relacionados con el consumo de energía reactiva. Como resultado de esta situación, se realizó un análisis minucioso y

detallado con el fin de identificar la manera más eficiente y adecuada de obtener energía. Este exhaustivo análisis requirió la ejecución de diversas simulaciones que se fundamentaron en los pliegos tarifarios que se encuentran en vigencia en el momento actual. Es fundamental destacar que, en la situación actual, los gastos relacionados con la energía reactiva representan un gasto extra que impacta de manera considerable en los costos de producción de la empresa que estamos analizando. Con el propósito de poder alcanzar efectivamente la consecución de este objetivo específico que nos hemos planteado, resulta crucial e indispensable llevar a cabo una estimación meticulosa y precisa del banco de condensadores. Esto es fundamental para poder alcanzar una adecuada compensación, lo cual se logrará mediante la debida modificación del factor de potencia que se esté utilizando. Este procedimiento se realiza considerando una serie de parámetros importantes, entre los cuales son particularmente relevantes la demanda máxima de energía, la cual se mide en kilovatios (kW), así como también los kilovoltio-amperios reactivos (kVAR). Estos factores son fundamentales para el desarrollo eficiente del proceso. En el marco de esta discusión, se utiliza un valor inicial específico para el coseno de phi, que es comúnmente denominado factor de potencia. Este valor se define y establece en 0,74, sirviendo como base para los cálculos y análisis que se realizarán a continuación. El objetivo final que se busca es lograr un valor que sea más óptimo, alcanzando específicamente la cifra de 0,98. Esto implica que el método mediante el cual opera este sistema de compensación es lo suficientemente flexible como para adaptarse a las variaciones que puedan ocurrir en la carga eléctrica. Alternativamente, puede también ajustar la compensación en función de las fluctuaciones detectadas en la entrada de energía, mostrando así una capacidad de respuesta efectiva ante cambios en las condiciones de operación. Desde un punto de vista diferente, se realizó un análisis exhaustivo y pormenorizado de la

evaluación económica, empleando para ello los indicadores financieros que son comúnmente utilizados, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que son fundamentales para entender la viabilidad y rentabilidad de las inversiones. Finalmente, se realizó un análisis detallado y minucioso de la situación económica actual, con el propósito de evaluar de manera exhaustiva la viabilidad del proyecto que había sido propuesto, así como para establecer de forma precisa el tiempo necesario para la recuperación de la inversión que se había previsto en las etapas anteriores. (López Vera, 2021)

Medina Quiroz, Campos Guevara, & Ocupa Gonzales, (2023), en el trabajo de investigación denominado “Auditoria Energética En la Planta Industrial CENFROCAFE en el distrito Jaen-Cajamarca, 2021”, En el presente trabajo de investigación, se lleva a cabo un análisis detallado de uno de los desafíos más importantes que muchas organizaciones enfrentan en la actualidad, que es el uso excesivo e indiscriminado de la energía eléctrica. Además, se abordan las fugas de energía que estas organizaciones experimentan, un fenómeno que puede dar lugar a pérdidas económicas considerablemente significativas para las empresas en el entorno competitivo actual. Por consiguiente, el propósito fundamental de este estudio es establecer de qué forma específica puede una auditoría energética desempeñar un papel significativo en la disminución del consumo de electricidad en la planta industrial conocida como CENFROCAFÉ, que está situada en el distrito y la provincia de Jaén, en la región que pertenece a Cajamarca. En el estudio que estoy realizando en la actualidad, tengo la intención de implementar una metodología de tipo cuantitativo, la cual se catalogará como un tipo de investigación básica. Además, optaré por un diseño que se considera exploratorio con el fin de abordar de manera efectiva los objetivos

que he planteado en este trabajo. La población que ha sido objeto de estudio, así como la muestra que fue seleccionada para llevar a cabo este análisis, abarcó de manera integral todos los equipos electromecánicos que se encuentran integrados dentro de la estructura y funcionamiento de la empresa en cuestión. La información fue recogida mediante el uso de un formulario técnico muy detallado, además de llevar a cabo un cuidadoso y metódico proceso de observación minuciosa. Los hallazgos obtenidos a partir de la investigación han demostrado de manera clara que la suma total de la capacidad de generación de energía que se encuentra instalada en todas las distintas áreas es de aproximadamente 298.92 kilovatios (kW). Entre las diversas áreas analizadas, se ha constatado que alrededor del 70% de la potencia total que se está utilizando corresponde específicamente a las secciones de pre-limpieza, pilado y clasificación de los materiales. Esto indica que el total del gasto anual que se relaciona con todas estas operaciones se estima en una cifra que asciende a S/ 281,215.44. La suma total que alcanza una cifra de 281,215.44 es relevante, y es fundamental destacar que el valor actual neto, que en términos financieros es conocido por sus siglas como VAN, se sitúa en la cantidad de S/ 88,204.14. Se logró alcanzar un valor total de 88,204.14, el cual viene acompañado por una tasa interna de retorno, comúnmente conocida como TIR, que se establece en un 16.88 por ciento. Asimismo, se ha determinado que la relación entre los beneficios generados y los costos involucrados se sitúa en un valor de 1.88. Al mismo tiempo, se ha estimado que el tiempo necesario para recuperar la inversión realizada es de aproximadamente 3 años, 6 meses y 8 días. Esto nos conduce a la conclusión de que llevar a cabo la implementación de una auditoría energética dentro del ámbito de la empresa no solo es factible, sino que también resulta en un ahorro considerable en el consumo de energía. Este ahorro, a su vez, se traduce en un beneficio económico significativo que favorece a la organización

de manera sustancial. (Medina Quiroz, Campos Guevara, & Ocupa Gonzales, 2023)

En Piura, Rivera Valdiviezo, (2023), en su trabajo de investigación denominado “Análisis y propuesta de sistema de gestión de la energía basado en la norma ISO 50001 para mejora de la eficiencia energética en la empresa Agromar Industrial S.A”, En el momento actual, se pueden encontrar diversas teorías y enfoques relacionados con la gestión energética, que constituyen el objeto central de estudio e investigación del trabajo que se presenta a continuación. Como una posible solución al problema planteado, se sugiere la implementación de la norma de carácter voluntario que ha sido elaborada por la Organización Internacional de Normalización, más conocida por sus siglas ISO. Esta norma, que lleva el título de ISO 50001:2011, ofrece una serie de estrategias de gestión que están diseñadas específicamente para facilitar la mejora continua en la eficiencia energética dentro de una organización. Además, también se enfoca en la reducción de costos, lo que puede resultar en beneficios significativos tanto económicos como ambientales para la entidad que decida adoptarla. Desde el año 2011, se cuenta con la norma ISO 50001, la cual se considera una valiosa herramienta diseñada con el propósito específico de mejorar el desempeño energético y fomentar un incremento en la eficiencia energética dentro de las organizaciones. Esta norma propone la implementación de sistemas y procedimientos que tienen como resultado la reducción de la demanda de energía por cada unidad producida, lo que a su vez contribuye a una disminución de los costos totales de producción. Todo esto se logra sin comprometer, en ningún momento, la calidad del producto final ofrecido al mercado. Esta situación provoca que las organizaciones que implementan esta estrategia logren aumentar su nivel de competitividad en los diversos mercados en los que operan y desarrollan sus actividades. Por consiguiente, con el objetivo de

optimizar la gestión energética de la empresa Agromar Industrial S.A., es imprescindible llevar a cabo el desarrollo de un Sistema de Gestión de la Energía. Esta iniciativa, una vez que sea implementada en un futuro cercano, proporcionará a la organización la capacidad de administrar el sector energético de manera estructurada, controlada y sistemática. Con esto se busca alcanzar una mejora constante y sostenible en el rendimiento energético, todo ello enmarcado dentro del enfoque del ciclo de mejora continua, que abarca las etapas de planificación, ejecución, verificación y actuación. En el contexto de la propuesta que se está elaborando para el Sistema Integrado de Gestión, dentro del marco del desarrollo de esta tesis, se inicia el proceso proporcionando una serie de conceptos esenciales que son cruciales para una correcta comprensión del estándar ISO 50001. Entre estos conceptos se incluyen aspectos fundamentales como la definición de la norma en sí misma, la formulación de una política energética adecuada, lo que implica la optimización de la eficiencia energética, la implementación de un sistema de gestión de la energía, y el diseño de un plan de acción efectivo. En un momento posterior, se lleva a cabo un análisis inicial de diagnóstico que se ajusta a los requisitos generales establecidos por la norma NTP-ISO 50001. En este análisis, se evidencia que el nivel actual de cumplimiento de la organización en lo que respecta a la gestión energética se sitúa en un alarmante 1% durante la fase de planificación energética. Este bajo porcentaje indica de manera clara la magnitud de los esfuerzos que serán necesarios para lograr una implementación exitosa del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn). Por último, se han establecido y definido todas las herramientas y recursos fundamentales que son imprescindibles para llevar a cabo tanto el diseño como la implementación efectiva del sistema de gestión de la energía. Este proceso incluye la clarificación de varias responsabilidades, las cuales deben ser asumidas por la alta dirección de la empresa. Asimismo, se

determinan los alcances y límites que tendrá dicho sistema de gestión. También se ha elaborado un modelo de carta que certifica la designación del representante de la alta dirección, en la cual se especifican sus responsabilidades y habilidades requeridas para llevar a cabo su función. Por agregado, se presenta un organigrama detallado del equipo encargado de gestionar la energía, junto con una descripción de las funciones que cada miembro del equipo deberá desempeñar. Finalmente, se incluye un modelo de carta que establece la política energética que será aplicable a la empresa Agromar Industrial S.A, ubicada en Huacho. Asimismo, es posible detectar y reconocer las diversas oportunidades para generar ahorros, dirigidas de manera específica a los usos más relevantes y significativos de la energía mediante un análisis detallado conocido como revisión energética. Este proceso también incluye la formulación de los objetivos fundamentales que la organización debe asumir y, posteriormente, el diseño de planes de acción concretos que serán necesarios llevar a cabo para alcanzar de manera efectiva las metas establecidas, lo que contribuirá al cumplimiento satisfactorio de los objetivos propuestos. (Rivera Valdiviezo, 2023)

2.1.3. A nivel local

Alarcón Vásquez, (2024), en su trabajo de investigación denominado “Auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa “Piladora de Arroz El Marañón”, El uso de energía eléctrica representa un desafío significativo y persistente en el ámbito de las empresas industriales. Esto se debe a que si la gestión del consumo energético no se lleva a cabo de manera adecuada y eficiente, puede resultar en facturas de energía excesivamente altas. Como consecuencia de este aumento en los gastos energéticos, los costos asociados a la producción pueden incrementarse considerablemente, afectando de esta manera la rentabilidad y

sostenibilidad de la empresa. El objetivo principal de este trabajo de investigación fue llevar a cabo una exhaustiva auditoría energética con el propósito de identificar y proponer medidas que permitan disminuir el consumo de energía eléctrica dentro de las instalaciones que pertenecen a la Empresa Arrocería Marañón E.I.R.L. En primer lugar, se llevó a cabo un diagnóstico exhaustivo que permitió evaluar la situación actual de la empresa en términos de consumo energético y eficiencia. Posteriormente, se procedió a la implementación de un plan energético cuidadosamente diseñado, el cual se fundamenta en la norma ISO 50001. Este enfoque tiene como objetivo principal la reducción significativa de los costos asociados al consumo de energía. Los hallazgos obtenidos a partir del estudio evidenciaron de manera clara que la ejecución de dicho plan representó una opción favorable y efectiva, dado que se logró una significativa reducción de los costos económicos, alcanzando un total de S/ 39,042.08 de ahorro anualmente. Además, se observó que los gastos relacionados con el consumo de energía experimentaron un notable descenso de hasta un 25% cuando se compararon con la línea base previamente establecida. (Alarcon Vasquez, 2024)

Aquino Perez & Villalobos Goicochea, (2024) en su trabajo de investigación denominado “Auditoría energética eléctrica para optimizar el índice de consumo energético eléctrico de la piladora Doña Carmela”, La investigación fue llevada a cabo en el lugar conocido como Piladora Doña Carmela. En la parte izquierda de la carretera que conecta Lambayeque y Chiclayo, se puede encontrar una serie de paisajes y lugares interesantes. En la región de Lambayeque, existe una compañía que se ha especializado en la actividad de procesar arroz durante un periodo que supera los diez años. Esta empresa cuenta con un suministro de energía eléctrica de tipo Media Tensión, que opera a una velocidad de 10 kV, y su Consumo de Energía Eléctrica se

cifra en 5,57 kW-h por quintal. El propósito fundamental de este trabajo de investigación es llevar a cabo un análisis detallado que permita disminuir el consumo de energía eléctrica en la empresa Piladora Doña Carmela. Para alcanzar este objetivo, se ha llevado a cabo una exhaustiva auditoría energética. Tras finalizar el proceso de investigación, se determinó que la entidad presenta un índice de consumo de electricidad que asciende a 5,57 kilovatios-hora por quintal (kWh/qq). Se han planteado un total de tres iniciativas diseñadas específicamente para disminuir la cantidad de electricidad consumida: la primera se centra en la intervención de las personas, la segunda abarca medidas técnicas y, por último, la tercera se refiere a acciones de tipo administrativo. Cada uno de los programas que se implementan tiene como objetivo principal la reducción del consumo de energía y la mejora en la eficiencia operativa, lo que a su vez resulta en la creación de significativos beneficios económicos que son de gran importancia. La inversión inicial requerida para llevar a cabo este proyecto es de S/.328,108.97. Además, se ha establecido una tasa de interés del 85% para el financiamiento de esta inversión. En cuanto a la relación entre los costos y beneficios, se observa un promedio de 29.80, lo que indica que los beneficios superan notablemente a los costos. Finalmente, se estima que el período necesario para recuperar la inversión es de un año y dos meses. El Índice de Consumo Eléctrico (IEC) ha disminuido, alcanzando un total de 4,39 kilovatios hora (kW-h). (Aquino Perez & Villalobos Goicochea, 2024).

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

Sistema de Gestión Energética

Un Sistema de Gestión Energética, comúnmente denominado SGEN, se define como

un conjunto estructurado de medidas y acciones que han sido cuidadosamente diseñadas y planificadas para operar de manera coordinada. Estas iniciativas están destinadas a alcanzar políticas específicas y objetivos determinados, todos ellos enfocados en lograr un nivel de productividad similar, pero utilizando la menor cantidad posible de recursos energéticos disponibles. Esto conlleva la implementación de un proceso sistemático y metódico que se centra en la planificación y el seguimiento del uso de energía, con el objetivo de alcanzar la máxima eficiencia en el consumo energético, sin comprometer en ningún momento el nivel de rendimiento y eficacia que se espera obtener en las operaciones de la organización. Sin perder de vista la importancia de cumplir con las obligaciones relacionadas con la protección del medio ambiente, así como con los compromisos adquiridos en materia de responsabilidad social. (ISO50001, 2011).

La implementación de los Sistemas de Gestión Empresarial (SGEn) tiene un impacto significativo y relevante en diversos sectores, entre los que se destacan el sector industrial, los servicios públicos, el comercio, la agricultura y la generación de energía. Se considera un componente esencial y crucial dentro de la administración empresarial y económica de cualquier organización que aspire a llevar a cabo una gestión sostenida y eficiente de los diversos aspectos relacionados con el consumo y uso de la energía.

Un Sistema de Gestión Energética, comúnmente conocido como SGEn, constituye una sección fundamental del Sistema Integrado de Gestión de una organización. Su principal responsabilidad es la elaboración y la puesta en práctica de la política energética de la entidad, además de coordinar y supervisar los distintos aspectos

relacionados con la gestión de la energía dentro de la misma. Este aspecto se encuentra de manera directa relacionada con el sistema de gestión de la calidad y el sistema de gestión ambiental que una organización implementa, haciendo referencia a las normas ISO 14001 e ISO 9001. Se examina de manera detallada la política que ha establecido la entidad en relación con el uso y consumo de energía, así como la forma en que se planea gestionar todas las actividades, productos y servicios que se ven involucrados en este aspecto. Generalmente, esta gestión sigue un enfoque que prioriza la sostenibilidad y la eficiencia energética. Esto se debe a que el sistema implementado facilita la realización de mejoras continuas y sistemáticas en el desempeño energético, lo que contribuye a un uso más responsable y consciente de los recursos energéticos.

Índice De Consumo Energético:

La presente evaluación se centra en el análisis detallado de la producción de energía eléctrica que se genera a través de diversas centrales eléctricas y plantas de cogeneración. Este proceso implica la identificación y reducción de las pérdidas que ocurren durante las etapas de transporte, distribución y conversión de la energía. Además, se considera el uso eficiente de las plantas de cogeneración como un elemento clave en esta evaluación. (Campos More, 2019)

Indicadores de la Evaluación Económica

Identifica un fenómeno específico y permite proporcionar una explicación detallada sobre las variaciones que un sistema experimenta, utilizando datos que pueden ser medidos de manera cuantitativa. Esto incluye la consideración de cómo el valor de ese sistema financieramente, expresado en términos monetarios, se deprecia con el paso

del tiempo. Además, se requiere un análisis cuidadoso de los beneficios anticipados y los costos esperados a lo largo de la duración del proyecto, evaluando así su viabilidad y sostenibilidad en el tiempo. (Campos More, 2019)

Valor actual neto:

El valor actual neto, comúnmente conocido por sus siglas como VAN, se establece como un concepto financiero clave que representa la cifra que se obtiene al calcular la diferencia entre el valor presente de los ingresos netos futuros que se anticipan recibir y el monto inicial que se desembolsó para llevar a cabo la inversión. Esto implica que el VAN es una herramienta vital para evaluar la rentabilidad de una inversión a lo largo del tiempo. (Campos More, 2019)

Tasa de Interés de Retorno (TIR):

Se trata de una función financiera que se encarga de calcular la tasa interna de retorno que un proyecto de inversión genera anualmente. Este cálculo es relevante incluso en situaciones donde los flujos netos de efectivo no necesariamente ocurren de manera periódica o regular.

El cálculo de la Tasa Interna de Retorno, comúnmente conocida como TIR, durante los diferentes ejercicios financieros se lleva a cabo bajo la premisa de que los flujos netos de efectivo se reporten al final de cada uno de los periodos considerados. Es razonable y conveniente asumir que a lo largo de la vida útil de una inversión, se producirán ingresos y desembolsos de dinero en intervalos de tiempo que son más cortos que un año calendario. Además, es importante tener en cuenta que estos ingresos y regresos no ocurren de manera regular o con la misma frecuencia a lo largo de los distintos periodos. (Campos More, 2019)

La norma general que se utiliza para determinar si es beneficioso o no llevar a cabo un proyecto se puede resumir de la siguiente manera: en el caso en que la Tasa Interna de Retorno (TIR) sea menor que la tasa de interés de referencia (i), se recomienda no proceder con el proyecto. Por otro lado, si la TIR es igual a la tasa de interés de referencia, el inversionista se encuentra en una situación de indiferencia, lo que significa que no tendría una preferencia clara entre optar por llevar a cabo el proyecto o no hacerlo. Finalmente, si la TIR resulta ser superior a la tasa de interés de referencia, se aconseja proceder con la realización del proyecto.

Relación Beneficio / Costo (B/C):

Se trata de la relación entre el valor de los beneficios obtenidos y el valor presente de los costos asociados, considerando que ambos tienen una tasa de descuento idéntica, y esta evaluación se realiza a lo largo del tiempo en el contexto del proyecto.

Tiempo de recuperación:

Para llevar a cabo un análisis adecuado y preciso acerca del tiempo exacto necesario para la recuperación de la inversión realizada, resulta fundamental identificar y definir claramente la unidad de tiempo que se ha utilizado en la proyección de los flujos netos de efectivo a lo largo del periodo evaluado. Esta unidad de tiempo puede manifestarse en días, semanas, meses y también años.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada

La tecnología que está enfocada en la evaluación de la norma ISO 50001 en la

eficiencia energética en una procesadora de arroz en Lambayeque, es una tecnología aplicada principalmente en zonas rurales, buscando solucionar la falencia de suministro de energía eléctrica con las redes convencionales.

El tipo de investigación que se está realizando en este momento tiene un enfoque claramente aplicado, dado que su propósito fundamental es la evaluación de la norma ISO 50001 en la eficiencia energética en una procesadora de arroz en Lambayeque.

3.1.2. Diseño de investigación: No experimental

El tipo de diseño que se está utilizando en la investigación actualmente en curso puede clasificarse como No Experimental. Esto se debe a que, en este enfoque particular, no se llevan a cabo manipulaciones deliberadas de las variables que están siendo analizadas en el contexto del estudio. En otras palabras, lo que estamos tratando de decir es que nos referimos a un tipo de investigaciones en las que no alteramos de manera intencionada las variables independientes, ya que nuestro objetivo es observar con atención cómo estas variables influyen en otras variables que forman parte del estudio que estamos llevando a cabo.

3.2. Población y muestra

La población: La población de la investigación está constituida por el sistema energético y productivo de la empresa agroindustrial Piladora La Merced S.R.L., ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, región Lambayeque. Esta población comprende los procesos de secado, pilado, clasificación, transporte y servicios auxiliares, así como los equipos electromecánicos y registros de consumo eléctrico, producción y facturación energética relacionados con el funcionamiento de la planta.

La muestra: La muestra es de tipo censal, debido a que se evaluó la totalidad de los procesos consumidores de energía de la empresa y los registros históricos correspondientes al periodo marzo 2024 – marzo 2025. En ese sentido, la muestra está conformada por los datos de consumo eléctrico mensual, producción mensual de arroz procesado, facturación energética e índice de consumo energético de la Piladora La Merced S.R.L.

3.3. Hipótesis

La aplicación de la Norma ISO 50001 mejora significativamente la eficiencia energética de la empresa agroindustrial Piladora La Merced S.R.L., ubicada en la región Lambayeque.

3.4. Variables - Operacionalización

X: Variable independiente: Aplicación de la norma ISO 50001 (Sistema de Gestión de la Energía)

Y: Variable dependiente: Eficiencia energética

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica	Instrumento
Variable independiente: Aplicación de la Norma ISO 50001	Es un sistema de gestión de la energía que permite establecer políticas, objetivos, metas, revisión energética, línea base, indicadores de desempeño energético y acciones de mejora continua para optimizar el uso de la energía en una organización.	Se evaluará mediante el grado de cumplimiento de los requisitos aplicables de la norma ISO 50001 en la Piladora La Merced S.R.L., considerando política energética, planificación, usos significativos de energía, línea base, indicadores, control operacional, seguimiento y mejora continua.	Política energética	Existencia de política energética documentada	Nominal / Porcentual	Análisis documental y observación	Ficha de verificación ISO 50001
			Planificación energética	Identificación de usos significativos de energía	Nominal / Porcentual	Análisis documental y observación	Ficha de verificación ISO 50001
			Línea base energética	Existencia de línea base energética marzo 2024 – marzo 2025	Nominal / Razón	Análisis documental	Ficha de análisis documental
			Indicadores de desempeño energético	Uso de indicadores EnPI, principalmente kWh/qq	Razón	Análisis documental y cálculo técnico	Ficha de recolección de datos
			Control operacional	Existencia de procedimientos para secado, pilado, clasificación y transporte	Nominal / Porcentual	Observación directa	Guía de observación
			Seguimiento y medición	Existencia de medición sectorizada y control periódico del consumo	Nominal / Razón	Análisis documental y observación	Ficha de recolección de datos

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica	Instrumento
			Mejora continua	Existencia de planes de acción, auditorías energéticas y acciones correctivas	Nominal / Porcentual	Análisis documental	Ficha de verificación ISO 50001
Variable dependiente: Eficiencia energética	Es la capacidad de realizar un proceso productivo utilizando la menor cantidad posible de energía, sin reducir la calidad ni la cantidad de producción obtenida.	Se determinará mediante la relación entre la energía eléctrica consumida y la producción mensual de arroz procesado, comparando el índice energético antes y después de aplicar los lineamientos de la norma ISO 50001.	Consumo energético eléctrico	Energía activa total mensual, kWh/mes	Razón	Análisis documental	Ficha de consumo eléctrico
			Producción procesada	Producción mensual de arroz, qq/mes	Razón	Análisis documental	Ficha de producción
			Índice de consumo energético	kWh/qq	Razón	Cálculo técnico	Ficha de cálculo energético
			Ahorro energético	Diferencia entre consumo actual y consumo proyectado, kWh/mes y kWh/año	Razón	Cálculo técnico	Ficha de cálculo energético
			Ahorro económico	Reducción del costo de energía, S/ mes y S/ año	Razón	Cálculo económico	Ficha de evaluación económica
Variación de eficiencia energética	Porcentaje de reducción del índice energético	Razón / Porcentual	Cálculo comparativo	Ficha de comparación antes-después			

3.5. Métodos y Técnicas de investigación

Técnicas

Análisis Documental

Un conjunto específico de series de acciones cuidadosamente organizadas y ejecutadas que tienen como finalidad la obtención de documentos relacionados con un tema en particular. Estas actividades se llevan a cabo con el propósito de mejorar y optimizar el entendimiento y la comprensión de un área de conocimiento que se considera insuficiente, inadecuado o que carece de información relevante en ciertos aspectos. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018)

Recolección de Datos

Es una herramienta de investigación que utiliza una serie de procedimientos estrictamente estandarizados y que se aplica a un conjunto específico de individuos. Esta herramienta facilita la recolección de datos de manera sistemática y organizada en un entorno de campo. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018)

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Se utilizaron las herramientas mencionadas a continuación, las cuales guardan una relación directa y estrecha con los métodos empleados en el proceso:

Ficha de análisis documental

Es el documento físico en donde se plasma las ideas que previamente se han analizado en la técnica del fichaje. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018). Mediante este instrumento se analizó las diversas fuentes bibliográficas relacionadas a evaluación de la norma ISO 50001 en la eficiencia energética.

Ficha de recolección de datos

Es el documento físico mediante el cual se recopila la información de campo útil para

la investigación. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018). Mediante este instrumento se recopiló información de los consumos de energía de los diferentes motores de la procesadora de arroz.

3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos

El análisis estadístico de la presente investigación se desarrollará mediante la aplicación de la estadística descriptiva, debido a que se trabajará con datos históricos de consumo eléctrico, producción mensual y facturación energética de la empresa agroindustrial Piladora La Merced S.R.L., correspondientes al periodo marzo 2024 – marzo 2025.

La información recopilada será organizada en tablas de datos mensuales, considerando como variables principales la energía activa consumida en horas fuera de punta, energía activa consumida en horas punta, energía activa total, producción mensual de arroz procesado y monto facturado por consumo eléctrico. Estos datos permitirán determinar el comportamiento energético de la empresa antes de la aplicación de los lineamientos de la Norma ISO 50001.

Para el procesamiento de la información se calcularán medidas estadísticas básicas, tales como la media aritmética, valores máximos, valores mínimos y rangos de variación. La media aritmética permitirá obtener el consumo promedio mensual, la producción promedio mensual y el índice promedio de consumo energético. Asimismo, los valores máximos y mínimos permitirán identificar los meses de mayor y menor demanda energética.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Diagnóstico del consumo energético eléctrico y térmico de los principales procesos productivos de la empresa procesadora de arroz.

A. Diagnóstico del consumo energético eléctrico

La “PILADORA LA MERCED S.R.L.” tiene el siguiente consumo eléctrico:

Tabla 4: Consumos de Energía y Montos Facturados de marzo 2024 a marzo 2025

Año	Mes	Energía Activa HFP (kW-h)	Energía Activa HPP (kW-h)	Energía Activa Total (kW-h)	Monto Facturado S/.
2024	Marzo	17889	1077	18966	10976,2
	Abril	17374	1510	18884	10928,8
	Mayo	79201	3914	83115	48101,4
	Junio	91208	5225	96433	55808,9
	Julio	71993	3583	75576	43738,3
	Agosto	52564	4482	57046	33014,4
	Setiembre	59607	2146	61753	35738,5
	Octubre	51223	2545	53768	31117,3
	Noviembre	35743	3316	39059	22604,7
	Diciembre	38015	1820	39835	23053,8
2025	Enero	37631	3969	41600	21695,0
	Febrero	46589	3808	50397	32050,0
	Marzo	50018	6285	56303	32584,4
PROMEDIO		49927,3	3360,0	53287,3	30877,8

Nota: Información proporcionada por la Empresa Agroindustrial “PILADORA LA MERCED S.R.L.”

A partir de la Tablas 4 se evaluó el comportamiento del consumo eléctrico de la empresa agroindustrial “Piladora La Merced S.R.L.”, considerando energía total consumida, facturación y relación con la producción.

Análisis general del consumo eléctrico

- Consumo promedio mensual de energía total: **53 287,3 kWh/mes**
- Consumo en horas fuera de punta (HFP): **49 927,3 kWh/mes**
- Consumo en horas punta (HPP): **3 360,0 kWh/mes**
- Facturación promedio mensual: **S/ 30 877,8**

Se observa que el mayor consumo se concentra en horas fuera de punta, representando aproximadamente el **93,7 % del consumo total**, lo cual es característico en procesos industriales continuos como el pilado y secado del arroz.

Variación del consumo eléctrico

Los meses de mayor consumo energético fueron:

- **Junio:** 96 433 kWh
- **Mayo:** 83 115 kWh
- **Julio:** 75 576 kWh

Esto coincide con periodos de mayor producción y operación intensiva de:

- secadoras térmicas
- motores de pilado
- sistemas de clasificación y transporte

Los menores consumos se registran en:

- marzo y abril 2024
- noviembre y diciembre 2024

Lo cual refleja menor actividad productiva o campañas agrícolas variables.

B. Diagnóstico del índice de consumo energético

El índice energético relaciona la energía utilizada con la producción de arroz procesado.

Tabla 5: Índice de Consumo Energético de marzo 2024 a marzo 2025

Año	Mes	Energía Activa Total (kW-h)	Producción (qq)	Índice de Consumo Energético (kW-h/qq)
2024	Marzo	18966	3050	6,2
	Abril	18884	3020	6,3
	Mayo	83115	13200	6,3
	Junio	96433	15150	6,4
	Julio	75576	12010	6,3
	Agosto	57046	9180	6,2
	Setiembre	61753	9750	6,3
	Octubre	53768	8450	6,4
	Noviembre	39059	6080	6,4
	Diciembre	39835	6175	6,5
2025	Enero	41600	6580	6,3
	Febrero	50397	8050	6,3
	Marzo	56303	8890	6,3
PROMEDIO		53287,3	8429,6	6,3

Nota: Información proporcionada por la La Empresa Agroindustrial “PILADORA LA MERCED S.R.L.”

- Índice promedio: **6,3 kWh/qq**
- Rango de variación: **6,2 – 6,5 kWh/qq**

Este valor indica un comportamiento relativamente estable del desempeño energético del proceso industrial.

Interpretación técnica:

- Valores entre 6,2 y 6,5 kWh/qq reflejan **eficiencia energética media estable**, pero con oportunidades de mejora.
- El incremento hasta 6,5 kWh/qq en diciembre evidencia:
 - menor carga operativa
 - funcionamiento parcial de equipos
 - pérdidas energéticas por arranques y paradas

C. Consumo energético térmico (secado)

La empresa no registra mediciones directas del consumo térmico; pero se estima que **el 60 % del consumo total equivalente en energía térmica.**

Estimación:

- Consumo eléctrico promedio: 53 287,3 kWh/mes
- Equivalente energético térmico estimado:

$$\approx 0,60 \times 53\,287,3$$

$\approx 31\,972$ kWh/mes equivalentes térmicos

Este consumo se asocia principalmente a:

- secadoras de granos
- quemadores
- sistemas de transferencia de calor

D. Identificación de los principales procesos consumidores de energía

En función del proceso productivo de una piladora de arroz, los principales centros de consumo energético son:

a) Proceso de secado (mayor demanda energética)

- uso de calor
- ventiladores y motores auxiliares

b) Proceso de pilado

- motores eléctricos de alta potencia
- fricción mecánica continua

c) Proceso de clasificación y transporte

- elevadores
- bandas transportadoras

- cribas y seleccionadoras

E. Diagnóstico energético integral

El análisis permite establecer que:

- La empresa presenta un consumo energético directamente proporcional al nivel de producción.
- El índice energético promedio (6,3 kWh/qq) evidencia estabilidad operativa, pero no necesariamente optimización.
- El proceso de secado constituye el principal foco de consumo térmico y eléctrico.
- No existe aún un sistema formal de gestión energética basado en indicadores normalizados (ISO 50001).

Esto confirma la necesidad de:

- implementar indicadores EnPI
- identificar usos significativos de energía (USE)
- establecer línea base energética

4.2. Usos significativos de la energía y los equipos electromecánicos de mayor incidencia en el consumo energético

A. Metodología aplicada para la identificación de USE

Para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE), se emplearon los siguientes criterios técnicos alineados con ISO 50001:

- Análisis del consumo histórico mensual (Tabla 4).
- Relación energía–producción (Tabla 5).
- Distribución típica de consumo en plantas arroceras.
- Estimación porcentual por proceso según potencia instalada y horas de operación.

Dado que no se dispone de medición sectorizada por proceso, se realizó una estimación técnica basada en balance energético industrial estándar para piladoras de arroz.

Consumo promedio mensual total: 53 287 kWh/mes

B. Distribución estimada del consumo por proceso

En plantas procesadoras de arroz, el consumo energético suele distribuirse aproximadamente de la siguiente manera:

Tabla 6: Distribución estimada del consumo por proceso

Proceso	% estimado	Consumo estimado (kWh/mes)
Secado (térmico + ventilación)	60 %	31 972 kWh
Pilado	25 %	13 322 kWh
Clasificación y transporte	10 %	5 329 kWh
Servicios auxiliares (iluminación, oficinas, compresores)	5 %	2 664 kWh
Total	100 %	53 287 kWh

Nota: Elaboración propia

C. Identificación de los Usos Significativos de la Energía (USE)

Según ISO 50001, un USE es aquel que:

- Representa alto consumo energético.
- Ofrece potencial de mejora.
- Impacta directamente en el desempeño energético.

USE 1: Sistema de Secado (Principal USE)

Representa aproximadamente 60 % del consumo total.

Equipos involucrados:

- Quemadores o generadores de calor.

- Ventiladores centrífugos.
- Motores eléctricos de soplado.
- Sistemas de control térmico.

Causas de alto consumo:

- Operación continua en campaña.
- Ineficiencia térmica.
- Falta de control automático de temperatura y humedad.
- Pérdidas térmicas.

Este proceso constituye el USE crítico de la planta.

USE 2: Sistema de Pilado

Representa aproximadamente 25 % del consumo total.

Equipos principales:

- Motores trifásicos de piladoras.
- Pulidores.
- Sistemas de transmisión mecánica.

Factores de incidencia:

- Potencias elevadas (15–40 HP típicamente).
- Operación continua.
- Posibles pérdidas por desalineación o mantenimiento deficiente.

USE 3: Clasificación y Transporte

Representa aproximadamente 10 % del consumo total.

Equipos:

- Elevadores de cangilones.
- Fajas transportadoras.
- Zarandas vibratorias.
- Seleccionadoras electrónicas.

Consumo moderado pero continuo durante la operación.

USE 4: Servicios Auxiliares

Representa aproximadamente 5 % del consumo total.

Incluye:

- Iluminación industrial.
- Compresores.
- Tableros y sistemas de control.
- Oficinas administrativas.

D. Equipos electromecánicos de mayor incidencia energética

De acuerdo con la estimación técnica y análisis del proceso productivo, los equipos de mayor impacto energético son:

- Motores de secadoras (ventilación forzada).
- Sistemas térmicos de generación de calor.
- Motores principales de pilado.
- Elevadores de gran capacidad.

Estos equipos concentran aproximadamente 85 % del consumo total de la planta, constituyéndose como prioridad para acciones de mejora energética.

E. Priorización energética

Se puede clasificar la criticidad energética de la siguiente manera:

Tabla 7: Priorización energética

Nivel de Prioridad	Proceso	Impacto Energético
Muy alto	Secado	Crítico
Alto	Pilado	Significativo
Medio	Clasificación	Moderado
Bajo	Servicios auxiliares	Menor

Nota: Elaboración propia

4.3. Evaluación del grado de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001 aplicables a la gestión energética de la empresa

Con el propósito de evaluar el grado de cumplimiento de la norma ISO 50001 en la empresa agroindustrial “Piladora La Merced S.R.L.”, se elaboró una matriz de verificación basada en los principales requisitos del Sistema de Gestión de la Energía, considerando los componentes de contexto de la organización, liderazgo, planificación energética, apoyo, operación, evaluación del desempeño y mejora continua.

La evaluación se realizó mediante análisis documental, observación directa de las instalaciones, revisión de registros de consumo eléctrico y entrevistas al personal responsable de la operación de los equipos electromecánicos. Para la calificación se utilizó una escala porcentual de cumplimiento, considerando tres niveles: cumplimiento bajo, cumplimiento medio y cumplimiento alto.

Tabla 8: Escala de valoración del cumplimiento ISO 50001

Nivel de cumplimiento	Rango porcentual	Interpretación
Bajo	0 % – 40 %	No existe implementación formal o solo existen prácticas aisladas.
Medio	41 % – 70 %	Existen acciones parciales, pero sin integración sistemática.
Alto	71 % – 100 %	Existe implementación documentada, controlada y verificable.

Nota: Elaboración propia

Tabla 9: Evaluación del cumplimiento de requisitos ISO 50001 en Piladora La Merced S.R.L.

Requisito ISO 50001	Criterio evaluado	Situación encontrada	Cumplimiento
Contexto de la organización	Identificación de factores internos y externos relacionados con el uso de energía	La empresa reconoce que el consumo eléctrico influye en sus costos operativos, pero no cuenta con análisis documentado del contexto energético.	30 %
Liderazgo	Compromiso de la alta dirección y política energética	No existe política energética formal aprobada por la gerencia. Las decisiones energéticas se realizan de forma operativa.	20 %
Planificación energética	Revisión energética, línea base e indicadores de desempeño energético	Se cuenta con recibos de consumo eléctrico y producción mensual, pero no existe línea base energética formal ni indicadores EnPI establecidos.	35 %
Apoyo	Competencia, toma de conciencia, comunicación y documentación	El personal tiene experiencia práctica en operación, pero no registra capacitaciones específicas en eficiencia energética o ISO 50001.	25 %
Operación	Control operacional de equipos consumidores de energía	El proceso productivo opera según demanda de producción, sin procedimientos energéticos documentados para secado, pilado y transporte.	35 %
Evaluación del desempeño	Seguimiento, medición, análisis y auditoría energética	Se dispone de información mensual de consumo, pero no se realiza monitoreo sectorizado ni auditoría energética periódica.	30 %
Mejora continua	Acciones correctivas y mejora del desempeño energético	Existen oportunidades de mejora, pero no se cuenta con planes de acción energéticos documentados.	25 %

Nota: Elaboración propia con base en los requisitos de la norma ISO 50001

Tabla 10: Resultado global del cumplimiento ISO 50001

Componente evaluado	Cumplimiento
Contexto de la organización	30 %
Liderazgo	20 %
Planificación energética	35 %
Apoyo	25 %

Componente evaluado	Cumplimiento
Operación	35 %
Evaluación del desempeño	30 %
Mejora continua	25 %
Promedio general	28,6 %

Nota: Elaboración propia.

El resultado obtenido muestra que la empresa presenta un cumplimiento global de 28,6 %, lo cual corresponde a un nivel bajo de implementación de la norma ISO 50001. Esto evidencia que la empresa realiza controles básicos del consumo eléctrico mediante los recibos de energía y registros de producción; sin embargo, no cuenta con un Sistema de Gestión de la Energía formalizado.

La principal debilidad se encuentra en la ausencia de una política energética, falta de medición sectorizada, inexistencia de indicadores energéticos normalizados y carencia de procedimientos documentados para el control operacional de los equipos de mayor consumo. Asimismo, no se han definido objetivos energéticos, metas de reducción ni responsables específicos para gestionar el desempeño energético de la planta.

Desde el punto de vista técnico, la información mensual disponible sí permite establecer una línea base energética inicial, debido a que se cuenta con datos de energía activa total, producción mensual e índice de consumo energético. Esto constituye una oportunidad importante para iniciar la implementación progresiva de la norma ISO 50001.

A. Brechas identificadas respecto a ISO 50001

Las principales brechas encontradas son las siguientes:

Tabla 11: Principales brechas identificadas respecto a ISO 50001

N°	Brecha identificada	Consecuencia energética
1	No existe política energética formal.	No hay compromiso documentado de mejora energética.
2	No se han identificado formalmente los usos significativos de energía.	No se priorizan los procesos de mayor consumo.
3	No existe línea base energética documentada.	No se puede comparar técnicamente el antes y después.
4	No se utilizan indicadores EnPI.	No se mide objetivamente la eficiencia energética.
5	No hay medición sectorizada por proceso.	No se identifica con precisión el consumo de secado, pilado y transporte.
6	No existen procedimientos de operación eficiente.	Se mantienen pérdidas por operación empírica.
7	No hay programa de capacitación energética.	El personal no aplica criterios de uso racional de energía.
8	No se realizan auditorías energéticas periódicas.	No se verifica la mejora continua del desempeño energético.

Nota: Elaboración propia

B. Lineamientos propuestos para mejorar el cumplimiento ISO 50001

Para incrementar el grado de cumplimiento de la norma ISO 50001, se proponen los siguientes lineamientos:

Tabla 12: Propuestos para mejorar el cumplimiento ISO 50001

Lineamiento	Acción propuesta	Resultado esperado
Política energética	Formular y aprobar una política energética institucional.	Compromiso formal de la gerencia.
Revisión energética	Identificar consumos por proceso y equipos críticos.	Determinación de usos significativos de energía.
Línea base energética	Utilizar el periodo marzo 2024 – marzo 2025 como línea base.	Comparación técnica del desempeño energético.
Indicadores EnPI	Establecer el indicador kWh/qq como indicador principal.	Control de eficiencia energética por producción.
Control operacional	Elaborar procedimientos para secado, pilado y transporte.	Reducción de pérdidas operativas.
Medición y seguimiento	Instalar medidores por áreas críticas.	Monitoreo sectorizado del consumo.
Capacitación	Capacitar al personal en uso eficiente de energía.	Mejora de hábitos operacionales.
Mejora continua	Aplicar auditorías internas y planes de acción.	Reducción progresiva del consumo energético.

Nota: Elaboración propia

C. Interpretación del resultado 4.3

La evaluación demuestra que la Piladora La Merced S.R.L. se encuentra en una etapa inicial respecto a la implementación de la norma ISO 50001. Aunque dispone de información básica de consumo y producción, esta aún no se utiliza como herramienta de gestión energética. Por ello, la aplicación de la norma permitiría pasar de un control reactivo basado en facturación mensual a un sistema preventivo, medible y orientado a la mejora continua.

En consecuencia, la norma ISO 50001 resulta técnicamente aplicable a la empresa, debido a que sus procesos presentan consumos energéticos significativos, principalmente en secado, pilado y transporte. Además, el índice promedio de **6,3 kWh/qq** evidencia oportunidades de mejora frente a valores más eficientes reportados en estudios similares de piladoras de arroz.

4.4. Determinación de la variación de la eficiencia energética mediante indicadores de desempeño energético, antes y después de la aplicación de los lineamientos de la norma ISO 50001

Para determinar la variación de la eficiencia energética se empleó como indicador principal el **Índice de Consumo Energético Eléctrico**, expresado en kWh por quintal procesado.

$$ICE = \frac{\text{Energía eléctrica consumida (kWh)}}{\text{Producción de arroz procesado (qq)}}$$

Donde:

Símbolo Descripción

ICE Índice de Consumo Energético, en kWh/qq

kWh Energía eléctrica consumida

qq Quintales de arroz procesado

De acuerdo con los registros analizados, la empresa presenta los siguientes valores promedio:

Indicador	Valor actual
Energía eléctrica promedio mensual	53 287,3 kWh/mes
Producción promedio mensual	8 429,6 qq/mes
Índice de consumo energético actual	6,3 kWh/qq
Facturación promedio mensual	S/ 30 877,8

A. Línea base energética

La línea base energética se estableció utilizando la información histórica de marzo de 2024 a marzo de 2025. Esta línea base permite representar el comportamiento energético actual de la empresa antes de aplicar los lineamientos de la norma ISO 50001.

Tabla 13: Línea base energética actual

Indicador	Valor línea base
Periodo evaluado	Marzo 2024 – marzo 2025
Consumo promedio mensual	53 287,3 kWh/mes
Producción promedio mensual	8 429,6 qq/mes
Indicador energético base	6,3 kWh/qq
Costo promedio mensual	S/ 30 877,8
Costo unitario estimado de energía	S/ 0,58/kWh

Nota: El costo unitario se obtuvo dividiendo la facturación promedio mensual entre el consumo promedio mensual.

B. Medidas de mejora energética bajo lineamientos ISO 50001

Las medidas propuestas se enfocan en los usos significativos de energía identificados en el resultado 4.2: secado, pilado, clasificación, transporte y servicios auxiliares.

Tabla 14: Medidas de mejora energética bajo lineamientos ISO 50001

N°	Medida propuesta	Área de aplicación	Ahorro estimado
1	Control de temperatura y humedad en secadoras	Secado	5 %
2	Mantenimiento preventivo de motores eléctricos	Pilado y transporte	3 %
3	Optimización de horarios de operación	Producción	2 %
4	Instalación de medidores sectorizados	Gestión energética	2 %
5	Capacitación del personal operativo	Toda la planta	1 %
6	Revisión de correas, rodamientos y alineamiento	Equipos electromecánicos	2 %
Total de mejora estimada			15 %

Nota: Elaboración propia

Con la aplicación de estos lineamientos, se proyecta una reducción conservadora del **15 %** en el índice de consumo energético, considerando que la empresa aún no cuenta con un sistema formal de gestión energética y que existen oportunidades claras de mejora operativa.

C. Índice energético antes y después de la aplicación ISO 50001

El índice energético actual es:

$$ICE_{actual} = 6,3 \text{ kWh/qq}$$

Aplicando una reducción estimada del 15 %:

$$ICE_{mejorado} = 6,3 \times (1 - 0,15)$$

$$ICE_{mejorado} = 5,36 \text{ kWh/qq}$$

Tabla 15: Comparación del índice energético antes y después

Escenario	Índice energético	Variación
Antes de aplicar ISO 50001	6,3 kWh/qq	—
Después de aplicar lineamientos ISO 50001	5,36 kWh/qq	-15 %
Reducción obtenida	0,94 kWh/qq	-15 %

Nota: Elaboración propia

D. Consumo eléctrico proyectado después de la mejora

Considerando la misma producción promedio mensual de **8 429,6 qq/mes**, el nuevo consumo energético sería:

$$\text{Energía proyectada} = 8\,429,6 \times 5,36$$

$$\text{Energía proyectada} = 45\,182,7 \text{ kWh/mes}$$

Tabla 16: Comparación del consumo energético mensual

Escenario	Consumo mensual	Diferencia
Consumo actual	53 287,3 kWh/mes	—
Consumo proyectado con ISO 50001	45 182,7 kWh/mes	—
Ahorro energético mensual	8 104,6 kWh/mes	15 %
Ahorro energético anual	97 255,2 kWh/año	15 %

Nota: Elaboración propia

E. Ahorro económico proyectado

El costo unitario promedio de energía se calculó de la siguiente

manera:

$$\text{Costo unitario} = \frac{30\,877,8}{53\,287,3}$$

$$\text{Costo unitario} = S/0,58/kWh$$

El ahorro económico mensual estimado es:

$$\text{Ahorro mensual} = 8\,104,6 \times 0,58$$

$$\text{Ahorro mensual} = S/4\,700,7$$

Tabla 17: Ahorro económico estimado

Indicador	Valor
Ahorro energético mensual	8 104,6 kWh/mes
Costo promedio de energía	S/ 0,58/kWh
Ahorro económico mensual	S/ 4 700,7
Ahorro económico anual	S/ 56 408,4

Nota: Elaboración propia

F. Presupuesto estimado para la implementación de lineamientos ISO 50001

El presupuesto estimado para aplicar los lineamientos de mejora energética se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 18:: Presupuesto de implementación del Sistema de Gestión Energética

N°	Descripción	Costo estimado
1	Diagnóstico energético detallado de planta	S/ 4 500,00
2	Elaboración de política energética, línea base e indicadores EnPI	S/ 3 000,00
3	Instalación de medidores eléctricos sectorizados	S/ 9 500,00
4	Mantenimiento preventivo de motores eléctricos	S/ 8 000,00
5	Optimización de sistemas de transmisión mecánica	S/ 6 500,00
6	Control operacional en secadoras y ventiladores	S/ 12 000,00
7	Capacitación al personal operativo y administrativo	S/ 3 500,00
8	Auditoría energética interna y seguimiento	S/ 4 000,00
9	Documentación del Sistema de Gestión de la Energía	S/ 3 500,00
10	Contingencias técnicas, 10 %	S/ 5 450,00
Total estimado		S/ 59 950,00

Nota: Elaboración propia

G. Evaluación económica simple

Con un ahorro anual estimado de S/ 56 408,4 y una inversión aproximada de S/ 59 950,00, el periodo de recuperación simple se calcula de la siguiente forma:

$$PRI = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro anual}}$$

$$PRI = \frac{59\,950}{56\,408,4}$$

$$PRI = 1,06 \text{ años}$$

Tabla 19: Evaluación económica de la propuesta

Indicador	Valor
Inversión estimada	S/ 59 950,00
Ahorro anual estimado	S/ 56 408,40
Periodo de recuperación simple	1,06 años
Periodo equivalente	12,7 meses

Nota: Elaboración propia

H. Comparación general antes y después

Tabla 20: Variación de la eficiencia energética

Indicador	Antes	Después	Mejora
Consumo eléctrico mensual	53 287,3 kWh	45 182,7 kWh	15 %
Índice energético	6,3 kWh/qq	5,36 kWh/qq	15 %
Costo mensual de energía	S/ 30 877,8	S/ 26 177,1	S/ 4 700,7
Costo anual de energía	S/ 370 533,6	S/ 314 125,2	S/ 56 408,4
Cumplimiento ISO 50001	28,6 %	70 % estimado	+41,4 puntos

Nota: Elaboración propia

La aplicación de los lineamientos de la norma ISO 50001 permitiría mejorar significativamente la eficiencia energética de la Piladora La Merced S.R.L. El índice energético pasaría de 6,3 kWh/qq a 5,36 kWh/qq, lo que representa una reducción estimada del 15 % en el consumo específico de energía eléctrica.

Esta mejora se debe principalmente a la identificación de los usos significativos de energía, el control operacional de los procesos de secado y pilado, la implementación de indicadores

energéticos, la medición sectorizada y el mantenimiento preventivo de los equipos electromecánicos.

Asimismo, el ahorro económico anual estimado de S/ 56 408,4 demuestra que la implementación del Sistema de Gestión de la Energía no solo mejora el desempeño energético de la planta, sino que también contribuye a reducir los costos operativos y aumentar la competitividad de la empresa.

En consecuencia, se confirma que la aplicación de la norma ISO 50001 influye favorablemente en la eficiencia energética de la empresa procesadora de arroz, validando la hipótesis planteada en la investigación.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las conclusiones del presente de investigación son:

- Se diagnosticó el consumo energético de la empresa agroindustrial Piladora La Merced S.R.L., determinándose que durante el periodo marzo 2024 – marzo 2025 presentó un consumo eléctrico promedio mensual de 53 287,3 kWh/mes, una producción promedio mensual de 8 429,6 qq/mes y una facturación promedio mensual de S/ 30 877,8. Asimismo, se obtuvo un índice de consumo energético promedio de 6,3 kWh/qq, con una variación entre 6,2 y 6,5 kWh/qq, lo cual evidencia que la empresa mantiene una operación productiva relativamente estable; sin embargo, presenta oportunidades de mejora energética en los procesos de mayor demanda, principalmente secado, pilado, clasificación y transporte.
- Se identificaron los usos significativos de la energía de la empresa, determinándose que el proceso de secado representa aproximadamente el 60 % del consumo energético total, equivalente a 31 972 kWh/mes; el proceso de pilado representa el 25 %, equivalente a 13 322 kWh/mes; la clasificación y transporte representa el 10 %, equivalente a 5 329 kWh/mes; y los servicios auxiliares representan el 5 %, equivalente a 2 664 kWh/mes. Por tanto, los equipos electromecánicos de mayor incidencia energética son los ventiladores de secadoras, sistemas térmicos de generación de calor, motores principales de pilado, elevadores, fajas transportadoras y equipos auxiliares.
- Se evaluó el grado de cumplimiento de los requisitos aplicables de la norma ISO 50001, obteniéndose un cumplimiento global inicial de 28,6 %, lo cual corresponde a un nivel bajo de implementación. Este resultado demuestra que la empresa no cuenta con una política energética formal, línea base energética documentada, indicadores de desempeño

energético, medición sectorizada, procedimientos de operación eficiente ni auditorías energéticas periódicas. Sin embargo, la disponibilidad de registros de consumo eléctrico, producción mensual e índice energético permite establecer una base inicial para implementar progresivamente un Sistema de Gestión de la Energía.

- Se determinó que la aplicación de los lineamientos de la norma ISO 50001 permitiría reducir el índice de consumo energético de 6,3 kWh/qq a 5,36 kWh/qq, lo que representa una mejora aproximada del 15 % en la eficiencia energética. Esta mejora permitiría disminuir el consumo eléctrico mensual de 53 287,3 kWh/mes a 45 182,7 kWh/mes, generando un ahorro energético mensual de 8 104,6 kWh y un ahorro anual aproximado de 97 255,2 kWh/año. Por ello, se confirma que la aplicación de la norma ISO 50001 influye favorablemente en la eficiencia energética de la empresa procesadora de arroz.
- Se determinó que la implementación de los lineamientos de gestión energética requiere una inversión estimada de S/ 59 950,00, destinada al diagnóstico energético, formulación de política energética, establecimiento de línea base e indicadores, instalación de medidores sectorizados, mantenimiento preventivo, capacitación, auditoría interna y documentación del Sistema de Gestión de la Energía. Con un ahorro económico anual proyectado de S/ 56 408,4, el periodo de recuperación simple de la inversión sería de 1,06 años, equivalente a 12,7 meses, lo cual demuestra que la propuesta es técnica y económicamente viable.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda:

- Se recomienda priorizar las acciones de eficiencia energética en los procesos de secado y pilado, debido a que concentran aproximadamente el 85 % del consumo

energético total de la planta. Para ello, se deben implementar controles de temperatura y humedad en secadoras, mantenimiento preventivo de ventiladores, revisión de motores principales, alineamiento de sistemas de transmisión, verificación de correas, rodamientos, elevadores y fajas transportadoras.

- Se recomienda implementar progresivamente un Sistema de Gestión de la Energía basado en la norma ISO 50001, iniciando con la elaboración de una política energética, designación de responsables, identificación formal de usos significativos de energía, definición de línea base energética, establecimiento de indicadores EnPI y formulación de procedimientos operacionales para los procesos críticos de la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon Vasquez, J. A. (2024). Auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa “Piladora de Arroz El Maraón”. Lambayeque, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/8049/1/TL_AlarconVasquezJehison.pdf
- Aquino Perez, O. J., & Villalobos Goicochea, J. L. (2024). AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA OPTIMIZAR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ELÉCTRICO DE LA PILADORA DOÑA CARMELA. Lambayeque: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/13039/Aquino%20Perez,%20Oscar%20&%20Villalobos%20Goicochea,%20Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Botero Ebrat, S. A. (2021). Desarrollo de un sistema de gestión energética en la clínica Portoazul. Colombia: Universidad de la Costa. Obtenido de <https://doi.org/10.17981/ladee.02.01.2021.1>
- Campos More, J. L. (2019). Auditoría energética en los sistemas eléctricos de kpmg. Chiclayo: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.
- Chippe Villacrés, F. J. (2008). Mejoramiento de una secadora por tandas de una piladora de arroz. Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/12200>
- Contreras Foyain, J. E. (2021). Análisis del funcionamiento de los motores de la piladora Ledesma Ramírez LANDRAM S.A. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9468/E-UTB-FAFI-ELECTRICIDAD-10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ISO50001. (2011). International Standard Organization. Switzerland.
- López Vera, J. M. (2021). Análisis de los indicadores energéticos para mejorar la eficiencia energética en el molino Industria Peruana Santa Lucía —S.A.C. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/62730>
- Guamán Batallas, A. E. (2022). Diseño del Sistema de Gestión Energética según la Norma ISO 50001:2018 de eficiencia energética en Productos Minerva Cía. Ltda. Ecuador: Universidad Internacional Sek. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4821>
- Medina Quiroz, K. A., Campos Guevara, A. A., & Ocupa Gonzales, A. S. (2023). Auditoria Energética En la Planta Industrial CENFROCAFE en el distrito Jaen-Cajamarca, 2021. Jaén: Universidad Nacional de Jaén. Obtenido de <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/536>

- Rivera Valdiviezo, J. T. (2023). Análisis y propuesta de sistema de gestión de la energía basado en la norma ISO 50001 para mejora de la eficiencia energética en la empresa Agromar Industrial S.A. Piura: Universidad de Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/6179>
- Sanchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística:. Lima: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- Vasquez Delgado, A. (2022). Auditoría energética para optimizar la utilización de la energía eléctrica, en la piladora de arroz "El Lirio S.A.C" – La Victoria – Chiclayo. Lambayeque: Universidad Cesar Vallejos. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91233>
- Zapata Benites, L. E. (2020). Mejoramiento de la eficiencia energética eléctrica de la empresa Piladora Doña Carmela SAC aplicando la norma ISO 50001. Lambayeque: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2619>

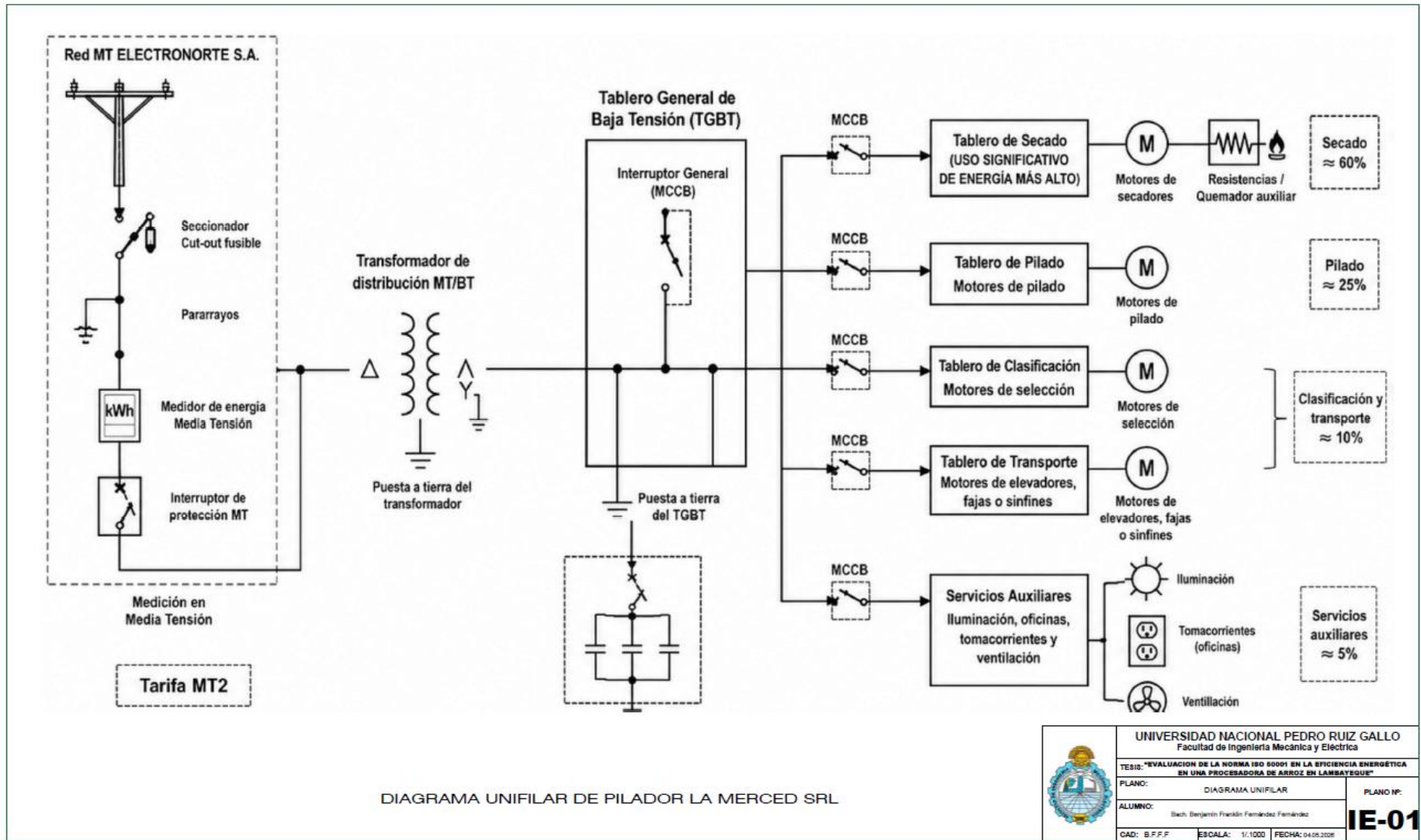
ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo influye la Norma ISO 50001 en la eficiencia energética de la Piladora La Merced S.R.L. – Chiclayo, ubicada en la región Lambayeque?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la aplicación de la Norma ISO 50001 en la eficiencia energética de una empresa procesadora de arroz ubicada en la región Lambayeque.</p>	<p>Hipótesis general: La aplicación de los lineamientos de la Norma ISO 50001 influye favorablemente en la eficiencia energética de la Piladora La Merced S.R.L., al permitir reducir el índice de consumo energético de 6,3 kWh/qq a 5,36 kWh/qq, equivalente a una mejora aproximada del 15 %.</p>	<p>Variable independiente: Norma ISO 50001.</p>	<p>Planificación energética. Gestión energética. Control operacional. Verificación y mejora continua.</p>	<p>% de cumplimiento ISO 50001. Existencia de política energética. Línea base energética documentada. Indicadores de desempeño energético. Medidas de mejora implementadas o propuestas.</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada. Enfoque: Cuantitativo. Diseño: No experimental. Nivel: Descriptivo – propositivo. Método: Analítico, deductivo y comparativo.</p>
<p>Problema específico 1: ¿Cuál es el comportamiento del consumo energético eléctrico y térmico de los principales procesos productivos de la empresa procesadora de arroz?</p>	<p>Objetivo específico 1: Diagnosticar el consumo energético eléctrico y térmico de los principales procesos productivos de la empresa procesadora de arroz.</p>	<p>Hipótesis específica 1: El diagnóstico energético permite identificar el comportamiento del consumo eléctrico y térmico de los procesos productivos de la empresa, evidenciando los periodos y áreas de mayor demanda energética.</p>	<p>Variable dependiente: Eficiencia energética.</p>	<p>Consumo energético. Producción mensual. Índice energético. Ahorro energético.</p>	<p>Energía activa total mensual, kWh/mes. Producción mensual, qq/mes. Índice de consumo energético, kWh/qq. Ahorro energético, kWh/año. Ahorro económico, S/año.</p>	<p>Población: Procesos productivos, registros de consumo eléctrico, producción mensual y facturación energética de la Piladora La Merced S.R.L. Muestra: Registros de consumo eléctrico y producción del periodo marzo 2024 – marzo 2025.</p>
<p>Problema específico 2: ¿Cuáles son los usos significativos de energía y los equipos electromecánicos de mayor incidencia en el consumo energético?</p>	<p>Objetivo específico 2: Identificar los usos significativos de la energía y los equipos electromecánicos de mayor</p>	<p>Hipótesis específica 2: La identificación de los usos significativos de energía permite determinar que los procesos de secado, pilado,</p>	<p>Variable independiente: Norma ISO 50001.</p>	<p>Revisión energética. Usos significativos de energía. Priorización energética.</p>	<p>Porcentaje de consumo por proceso. Potencia de equipos, kW. Horas de operación. Consumo estimado por</p>	<p>Técnicas: Análisis documental, observación técnica y revisión energética. Instrumentos: Ficha de recolección de</p>

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
	incidencia en el consumo energético.	clasificación, transporte y servicios auxiliares concentran la mayor incidencia en el consumo energético de la empresa.			área, kWh.	datos, inventario de equipos electromecánicos y ficha de análisis energético.
Problema específico 3: ¿Cuál es el grado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 50001 aplicables a la gestión energética de la empresa?	Objetivo específico 3: Evaluar el grado de cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 50001 aplicables a la gestión energética de la empresa.	Hipótesis específica 3: La evaluación del cumplimiento de la Norma ISO 50001 evidencia brechas en la gestión energética de la empresa, principalmente en política energética, línea base, indicadores EnPI, medición sectorizada y control operacional.	Variable independiente: Norma ISO 50001.	Cumplimiento normativo ISO 50001. Política energética. Línea base energética. Indicadores EnPI. Seguimiento y medición.	Nivel de cumplimiento, %. Número de requisitos cumplidos. Número de requisitos no cumplidos. Número de brechas identificadas.	Procesamiento de datos: Tabulación de consumos eléctricos, cálculo del índice energético, evaluación porcentual de cumplimiento ISO 50001 y comparación antes/después.
Problema específico 4: ¿Cuál es la variación de la eficiencia energética antes y después de aplicar los lineamientos de la Norma ISO 50001?	Objetivo específico 4: Determinar la variación de la eficiencia energética mediante indicadores de desempeño energético, antes y después de la aplicación de los lineamientos de la Norma ISO 50001.	Hipótesis específica 4: La aplicación de los lineamientos de la Norma ISO 50001 permite mejorar la eficiencia energética de la empresa, reduciendo el consumo específico de energía y generando ahorro energético económico anual.	Variable dependiente: Eficiencia energética.	Desempeño energético. Línea base. Escenario mejorado. Evaluación económica.	Índice energético inicial, kWh/qq. Índice energético proyectado, kWh/qq. Porcentaje de mejora energética, %. Ahorro anual, kWh/año. Ahorro económico, S/año. VAN, TIR, B/C y periodo de recuperación	

ANEXO 02: Diagrama Unifilar



ANEXO 03: Esquema del proceso de producción

