



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**“Gestión energética bajo la norma ISO 50001 para disminuir el consumo de energía eléctrica en una planta procesadora de café, Jaén ,2019.”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Mego Vallejos, Elvis Kilmer (ORCID: 0000-0001-9093-5229)

**ASESOR:**

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: 0000-0001-6743-6915)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO - PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Este presente trabajo está dedicado primeramente a Dios, y a mis queridos padres por quienes han sido la parte fundamental en mis estudios, y por sus palabras de aliento que han impregnado en mí.

Como también a todas aquellas personas que me apoyaron en su momento con palabras de aliento para cumplir mis metas.

**Mego Vallejos Elvis Kilmer**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por las oportunidades que nos brinda día a día guiándonos hacia un propósito.

Agradecer también por el apoyo recibido por parte de toda mi familia desde mis padres y hermanos hasta mis tíos y primos. Mis padres que siempre han estado apoyándome. Desde que empezará a estudiar esta hermosa y bonita y también muy dura carrera que es la ingeniería mecánica eléctrica y estoy seguro que se sentirán muy orgullosos de mí.

Quiero mostrar mis más sinceros agradecimientos a mis compañeros de clases y amigos que han hecho que la carrera sea más agradable y por el compañerismo formado.

Y como no agradecer a todos aquellos buenos maestros que me brindaron lo mejor de sí mismo.

EL AUTOR

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Índice de abreviaturas.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Variables y operacionalización:.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Población, Muestra y muestreo.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Procedimientos.....</b>	<b>18</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos.....</b>	<b>18</b>
<b>3.7 Aspectos éticos.....</b>	<b>18</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Realizar un diagnóstico de la situación actual de la planta procesadora, determinando el índice de consumo eléctrico.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2. Realizar una propuesta de políticas, planificación, operación y verificación de la índole energética, para disminuir el consumo de energía eléctrica, aplicando la norma ISO 50001.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3. Elaborar un plan de actividades bajo la dirección de la norma ISO 50001, que permitan disminuir el consumo de energía eléctrica.....</b>	<b>46</b>
<b>4.4. Realizar la evaluación económica y financiera del proyecto, utilizando indicadores tales como VAN, TIR y B/C.....</b>	<b>57</b>
<b>V. DISCUSION.....</b>	<b>62</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>65</b>
REFERENCIAS.....	66

## ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

Anexo 4. Instrumento de recolección de datos

## Índice de tablas

Tabla 1. Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, 2016.....	14
Tabla 2. Cargas Eléctricas de Planta Procesadora de Café. ....	20
Tabla 3. Cargas eléctricas en áreas de planta procesadora de café.....	24
Tabla 4. Registros Históricos de consumo de energía eléctrica.....	26
Tabla 5. Procesamiento de café (T.M).....	29
Tabla 6. Índice de consumo eléctrico, Planta procesadora de Café, Jaén. ....	30
Tabla 7. Análisis inicial del diagnóstico de la NTP-ISO 50001 .....	34
Tabla 8. Formato de cumplimiento de políticas energéticas. ....	41
Tabla 9. Formato de Implementación y Operación.....	44
Tabla 10. Formato de verificación de planes. ....	45
Tabla 11. Propuesta de Automatización de Motores eléctricos de mecanismo del procesamiento del café. ....	49
Tabla 12. Energía actual consumida por día (KW-h) en área de secado y proceso. ....	50
Tabla 13. Energía consumida de motores eléctricos con arranque estrella triángulo.....	52
Tabla 14. Comparación de consumo de energía eléctrica actual y con sistema de arranque estrella triángulo. ....	53
Tabla 15. Energía consumida de motores eléctricos con variador de frecuencia. ....	55
Tabla 16. Comparación de consumo de energía eléctrica actual y con variadores de velocidad.....	56
Tabla 17. Inversión Inicial. ....	57
Tabla 18. Ingresos estimados del Proyecto. ....	58
Tabla 19. Flujo de Caja de Proyecto. ....	59
Tabla 20. Cálculo del Valor Actual Neto. ....	60
Tabla 21. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno.....	61

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Consumo mercado eléctrico peruano. 1995 – 2015 .....	3
Figura 2. Modelo de un sistema de gestión de la energía según Norma ISO 50001 .....	8
Figura 3. Representación conceptual del desempeño energético .....	9
Figura 4. Pirámide de la Norma ISO 50001. ....	10
Figura 5. Fases de la Auditoría Energética .....	11
Figura 6. Guía de Orientación de uso eficiente de la energía.....	13
Figura 7. Porcentaje de uso de energía en Instalación Industrial.....	15
Figura 8. Pirámide de Indicadores de Eficiencia Energética .....	16
Figura 9. Proceso productivo de café.....	19
Figura 10. Potencia Cargas eléctricas área administrativa. ....	22
Figura 11. Potencia Cargas eléctricas área secado. ....	23
Figura 12. Potencia Cargas eléctricas área Proceso. ....	23
Figura 13. Potencia Cargas eléctricas Iluminación de Planta. ....	24
Figura 14. Cargas eléctricas en áreas de planta procesadora de café, en %. ....	25
Figura 15. Consumo de energía en horas punta y fuera de punta, en KW-H. ....	26
Figura 16. Consumo de Potencia en horas punta y fuera de punta, en KW.....	27
Figura 17. Consumo de Energía Reactiva, en KVAR-H.....	27
Figura 18. Niveles de procesamiento de café, en T.M en planta procesadora de Café. Jaén. ....	29
Figura 19. Tendencia del Índice de consumo eléctrico, Planta procesadora de Café, Jaén. .....	30
Figura 20. Conexión PLC (LOGO) para control de motores eléctricos. ....	47
Figura 21. Circuito de Fuerza Arranque Estrella – Triángulo.....	48
Figura 22. Circuito de Mando de arranque estrella – triángulo.....	48
Figura 23. Consumo actual de energía eléctrica (KW-h) de las mayores cargas en el periodo de un día.....	51
Figura 24. Energía consumida (Kw-h) en un día, utilizando sistema eléctrico de arranque estrella triángulo. ....	52
Figura 25. Comparación de consumo de energía eléctrica actual y con sistema de arranque estrella triángulo. ....	54
Figura 26. Energía consumida (Kw-h) en un día, utilizando variadores de velocidad. ....	55
Figura 27. Comparación de consumo de energía eléctrica actual y con implementación de variadores de velocidad. ....	56

## Índice de abreviaturas

**ISO 50001:** Organización internacional de normalización del sistema de gestión de energía.

**ISO 14001:** Organización internacional de normalización del sistema de gestión medioambiental.

**ISO 9001** : Organización internacional de normalización del sistema de gestión de calidad.

**GWh** : Giga watt hora.

**KVA** : Kilovoltio Amper.

**KW-h** : Kilowatt hora.

**KW** : Kilowatt.

**ICE** : Índice de consumo eléctrico.

**OLADE** : Organización latinoamericana de la energía.

**COES** : Comité de operación económica del sistema.

**SINAC** : Sistema nacional de áreas de conservación.

**PHVA** : Planificar, hacer, verificar y actuar.

**MEN** : Ministerio de energía y minas.

**OSINERGMIN:** Organismo supervisor de la inversión en energía y minas.

**VAN** : Valor actual neto.

**TIR** : Tasa interna de retorno.

**B/C** : Beneficio/costo.

## Resumen

El presente informe de investigación tiene por objetivo proponer, determinar y disminuir los consumos de energía eléctrica bajo la norma ISO 50001 en una planta procesadora de café, Jaén, 2019.

Este sistema tiene su fundamento en la mejora continua conocido como (PHVA). Planificar, Hacer, Verificar, Actuar.

El ISO 50001 determinara la eficiencia energética en la planta procesadora de café.

Con esta gestión energética concluiremos que es factible reducir el consumo de energía eléctrica, optimizando la contaminación ambiental. Esta optimización se realizó implementando la automatización del funcionamiento de los motores eléctricos de los procesos.

Se hizo la evaluación económica, utilizando indicadores económicos, tales como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio costo, a fin de determinar la viabilidad de la propuesta en la planta procesadora de café.

**Palabras clave:** Planificar, Hacer, Verificar, Actuar.

## **Abstract**

The purpose of this research project is to propose and determine and reduce the consumption of electrical energy under the ISO 50001 standard in a coffee processing plant, Jaén, 2019.

This system is based on continuous improvement known as (PHVA). Plan, Do, Verify, Act.

ISO 50001 will determine the energy efficiency in the coffee processing plant.

With this energy management we will conclude that it is feasible to reduce the consumption of electrical energy, optimizing environmental pollution. This optimization was carried out by implementing the automation of the operation of the electric motors of the processes.

The economic evaluation was made, using economic indicators, such as the net present value, the internal rate of return and the benefit-cost ratio, in order to determine the viability of the proposal in the coffee processing plant.

**Keywords:** Plan, Do, Verify, Act.

## I. INTRODUCCIÓN

La gestión de la energía en las instalaciones de procesamiento de materia prima, es una necesidad de muchas empresas en el Perú, y en el caso de la planta procesadora de café de Jaén, se requiere la implementación de normas internacionales como es el caso de la ISO 50001, en el cual detallas requisitos para la gestión de la energía dentro del organigrama de la empresa. Siendo lo más relevante de la Norma ISO 50001, en que la consideración de los aspectos energéticos integrados en una metodología de actualización de la Energía, introduciendo conceptos novedosos como el consumo base de Energía o dedicando requisitos para la compra de materias primas y suministros de energía. (García, 2019, p.23)

El sector de la agroindustria en Jaén, utiliza la energía eléctrica como el principal insumo energético, sin embargo, no tiene estructurado un plan para el incremento de la eficiencia de la planta, con los consumos de energía eléctrica de los motores eléctricos, equipos de transferencia de calor y sistemas de control, no tienen un estándar de consumo en función a la cantidad de procesamiento de café; esto conlleva al incremento de la facturación eléctrica. (PRODUCE, 2017, p.34)

En la planta procesadora de Café en Jaén, en los últimos meses, no existe una relación entre los niveles de procesamiento de café y el consumo de energía eléctrica, por la falta de un plan energético el cual integre a todas las áreas de la empresa.

La gestión energética para su implementación en la planta procesadora de café, requiere que exista políticas energéticas dentro de la institución, con el fin de planificar, ejecutar y verificar que se cumplan éstos procesos; la limitación para su implementación radica fundamentalmente al desconocimiento de las funciones del personal asignado a dicha área, así como también la asignación de presupuesto para su implementación; situaciones no previstas en el manejo administrativo de la empresa. (López, 2018, p.7).

En la planta procesadora de Café ubicada en la Ciudad de Jaén, en la cual se realiza el procesamiento del café desde el retiro de la cascarilla, hasta el empaquetado para fines de exportación, requiere de energía eléctrica para el accionamiento de los diferentes motores eléctricos, así como también de los sistemas de calentamiento.

No existe una relación directa entre el consumo de energía eléctrica y la cantidad de café que se procesa en un determinado tiempo, ésta realidad, también se evidencia en otras empresas dedicadas al mismo rubro; El consumo de electricidad en el Perú en el año 2015 fue de casi 40000 GWh, siendo el sector industrial el que tuvo un consumo de 22400 GWh, que representa el 56% del total, en el año 1995, el consumo de electricidad del sector industrial fue del 40%, es decir que en 20 años, el sector industrial ha crecido significativamente, lo cual influye en el crecimiento económico del País. En términos macros el crecimiento del consumo de energía es favorable, sin embargo, si se analiza en términos de cada empresa, los consumos de energía eléctrica no se han incrementado al ritmo del incremento de la producción, lo cual si es una desventaja. (Ministerio de la Producción, 2017, p.11)

En la figura 1, se muestra la distribución de los consumos de electricidad para diferentes sectores, en los años 1995 y 2015, elaborado por la Gerencia de Regulación Tarifaria de OSINERGMIN.

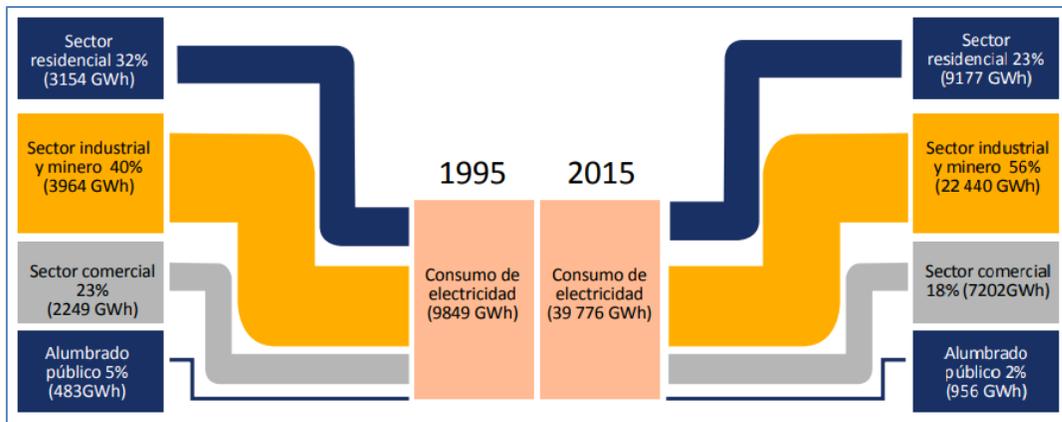


Figura 1. Consumo mercado eléctrico peruano. 1995 – 2015

Fuente: (OSINERGMIN)

El costo en el Perú de la electricidad para el sector industrial está entre los seis y siete centavos de dólar por KW-h, que comparado con otros países de la región, tiene el costo más bajo, inclusive menor que el promedio que es de 9.2; ésta situación sin embargo no es aprovechada en el sector industrial Peruano, debido a que los equipos no presentan un nivel de eficiencia aceptable. (OSINERGMIN, 2016, p.13).

La formulación del problema. Es ¿En qué medida se determinará la disminución del consumo de energía eléctrica mediante la propuesta de gestión energética norma ISO 50001, en una planta procesadora de café?

El presente informe de investigación se justifica porque hoy en día ay diferentes formas de identificar o determinar las pérdidas de energía en los mecanismos que no están funcionando de acuerdo a lo que establece los estándares del Ministerio de Energía y Minas.

Se justifica económicamente, por los altos costos que se incrementa en la facturación, con un gasto de S/.30, 000 mensuales. Si se logra disminuir el consumo de energía eléctrica que se propone con la Gestión Energética. Se podrá adquirir la disminución de la facturación, con equipos con una mayor eficiencia.

El informe de investigación, se justifica realizarlo porque es de mucha relevancia con el medio ambiente. Porque con la propuesta dicha estaríamos disminuyendo la facturación eléctrica, el consumo eléctrico y también la generación de emisiones de gases. Según lo registrado por el COES SINAC, 2016. Porque el 50 % es generación de índole térmico.

El objetivo general de la investigación es proponer la gestión energética con la metodología de la norma ISO 50001 para evaluar la disminución del consumo de energía eléctrica en una planta procesadora de café, para lo cual se elaboró los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la planta procesadora, determinando el índice de consumo eléctrico.
- Hacer una propuesta de planificación, acción y medidas a implementar, para disminuir el consumo de energía eléctrica, aplicando la norma ISO 50001.
- Elaborar un plan de actividades bajo la dirección de la norma ISO 50001, que permitan disminuir el consumo de energía eléctrica.
- Realizar la evaluación económica y financiera del proyecto, utilizando indicadores tales como VAN, TIR y B/C.

La Hipótesis se planteó: La gestión energética norma ISO 50001 determinara la disminución del consumo de energía eléctrica en una planta procesadora de café, Jaén, 2019.

## II. MARCO TEÓRICO

Existen investigaciones en cuánto a implementación de la norma ISO 50001 a instalaciones industriales, los cuales tienen el objetivo de la organización de la empresa para gestionar la energía que utilizan en sus procesos, entre los estudios se tienen:

(TALLA, 2015), en sus tesis de grado denominado “ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa”. Para optar el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, concluye que:

La energía eléctrica es un recurso importante para la industria, por su utilidad en los diferentes mecanismos, pero no debemos utilizarla deliberadamente, un uso óptimo significa mejoras en la empresa. Y para ello se necesita lograr un proceso en el cual se pueda realizar una optimización.

Se hizo uso del análisis de Pareto realizado previa estratificación de áreas, en el cual se determinó los procesos de mayor consumo de energía siendo el sistema de Refrigeración su principal responsable con un 22% de participación.

Se logró la identificación de una oportunidad de mejora para reducir consumo de energía, mediante el análisis Formal de Fallas, metodología de solución de problemas, que permitió obtener las causas raíces y las acciones prioritarias para llevar a cabo la propuesta, la cual fue implementada en el sistema de refrigeración para el ahorro de energía, logrando una evolución satisfactoria del indicador ,ya que cuando se inició el proyecto en Abril existía un índice calculado de 8.4H KW-h/HI y al finalizarlo los valores se encontraban en un promedio de 7.95 KW/HI. (2015, p.58).

(Pérez, 2014), en sus tesis de grado de Maestría denominado. “Modelo de gestión y eficiencia en los procesos energéticos para plantas industriales de la región Áncash”, presentada a la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Santa, concluye que, en todos los casos, los consumos de energía son proporcionales a la producción obtenida, a mayor producción mayor uso de la

energía. Sin embargo, en los gráficos de las sumas acumulativas del caso I, II y III tenemos que la tendencia es hacia un ahorro de la energía que se consume. Se encuentra muchas resistencias para finalmente ver que los valores tienden a cero.

Esto muestra que la política energética de las organizaciones, no son todavía eficientes, existen pérdidas habiendo mucha potencialidad de ahorro. No podemos asumir necesariamente que la caída a mínimos del indicador intensidad energética indica una política de gestión, sin embargo es un parámetro que de hecho menciona ya algún tipo de gestión en el orden de la energía. En una economía de escala empresarial tal como es el caso de la compañía minera ANTAMINA, este factor es importante en el desarrollo de una Gestión de Energía.

En los casos analizados la Intensidad Energética, como promedio se encuentran por encima de la unidad, valores que de acuerdo a las gráficas diarias, los equipos posiblemente tienden a paralizaciones, metas de producción no alcanzadas, o falta de implementación de una planificación en el consumo de la energía.

(TAPIA, 2017), en sus tesis de grado denominado “Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo”, presentado a la Universidad Cesar Vallejo, concluye que para lograr disminuir el Índice de Consumo Energético se ha propuesto mejorar el Sistema de Iluminación, mejorar el Mantenimiento de las instalaciones eléctricas y mejorar el sistema de facturación de energía eléctrica, con una inversión de S/.66 600, en un periodo de cuatro años, con lo cual se busca disminuir el Índice de Consumo Energético a 1,9 kW h Unidad, de hielo producido, valor por debajo del que recomienda la Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE).

Como resultado de la evaluación económica, realizada a la inversión a realizar, se obtiene un ahorro económico de S/. 68401,00, un VAN de S/. 141157.73, TIR de 96% y una Relación Beneficio Costo de 3.11.

(Salinas, 2013), en sus tesis de grado denominado: “Análisis de oportunidades de eficiencia energética en la industria mediante la aplicación de nuevas tecnologías (Motores de alta eficiencia y sistemas de generación alternativa)”, presentado a la Universidad Nacional Autónoma de México concluye que en el análisis presentado se pudo lograr el objetivo general al identificar que la eficiencia energética es un componente clave para que el Sector Industrial pueda contrarrestar los efectos negativos que la crisis energética le ha ocasionado en sus costos de producción, los cuales han aumentado debido al aumento y volatilidad de los precios de energéticos, ya que para ser más competitivo en el mercado actual se debe de ser más eficiente, lo cual implica sustituir prácticas y/o tecnologías que produzcan un mal uso racional de la energía.

Además el impulso de las energías renovables combinadas con la eficiencia energética puede ser una estrategia importante que permita al Sector Industrial disminuir su dependencia de los combustibles fósiles, lo cual también ayudaría a disminuir la emisión de gases efecto invernadero, que al mismo tiempo mejoraría el cumplimiento del Sector Industrial con las políticas energéticas actuales. Por otra parte se pudo observar que el consumo de energía en cada una de las ramas del Sector Industrial (entre las cuales está la industria de la refinación de petróleo) es muy variable ya que este depende de la actividad realizada, lo cual implica que la mejora de la eficiencia energética en cada una de ellas será diferente.

La gestión de la energía que se implementa en las empresas, y con la apertura de más mercados y la libre competencia las empresas se han visto obligadas a ser más competitivas, para ello han tenido que incrementar su productividad y para lograr tal incremento sostenible se realiza con una adecuada Gestión Energética. (F.M.I, 2015, p.34).

La Gestión Energética es un conjunto de medidas, técnicas y organizativas que contemplan aspectos relativos al comportamiento humano y están orientadas a hacer



“Esta norma tiene como objetivo primordial la mejora continua del consumo de energía, para esto los integrantes de la organización es necesario conocer sobre el buen uso de la energía, como conseguir la eficiencia energética” (Romero, 2013, p.21).

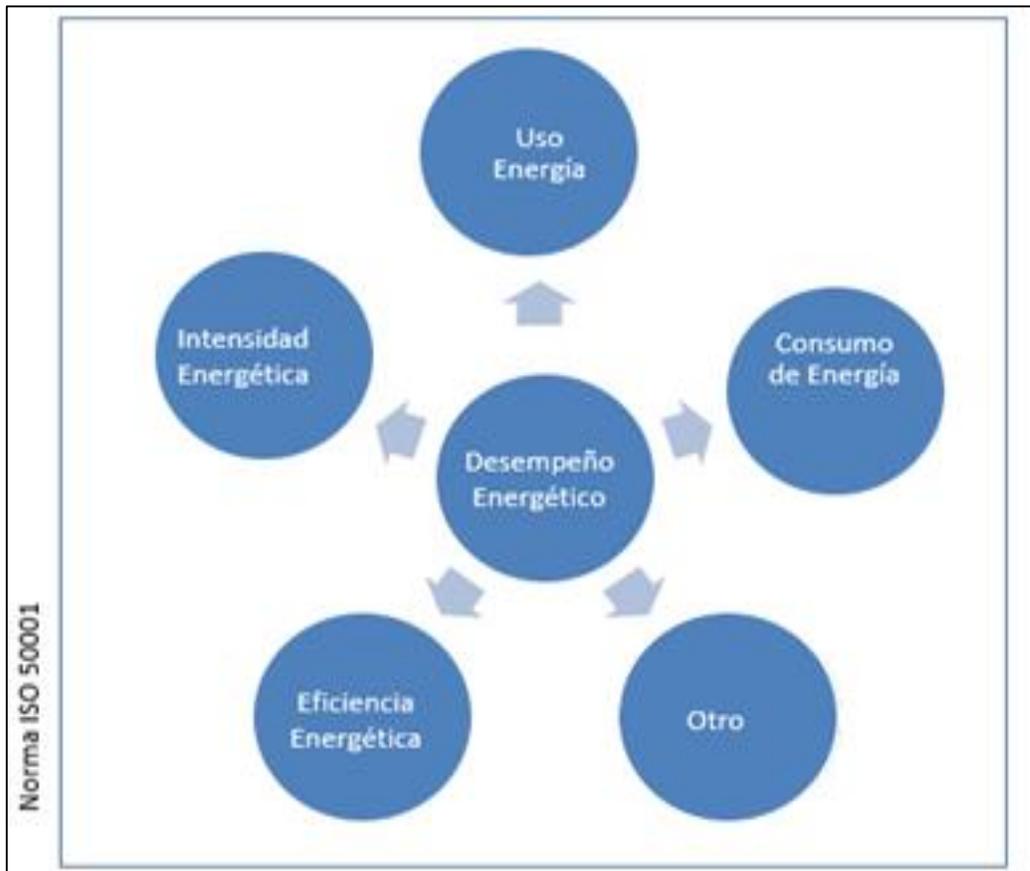


Figura 3. Representación conceptual del desempeño energético

Fuente: (Norma ISO 50001)

“Para puntualizar el trabajo y requerimiento de la Institución es preciso definir el alcance y límites del sistema de Sistema de Gestión Energética. En la actualidad hay varias empresas que tienen ya implementado un sistema de gestión siendo el ISO 9001 e ISO 14001” (Romero, 2013, p. 20).

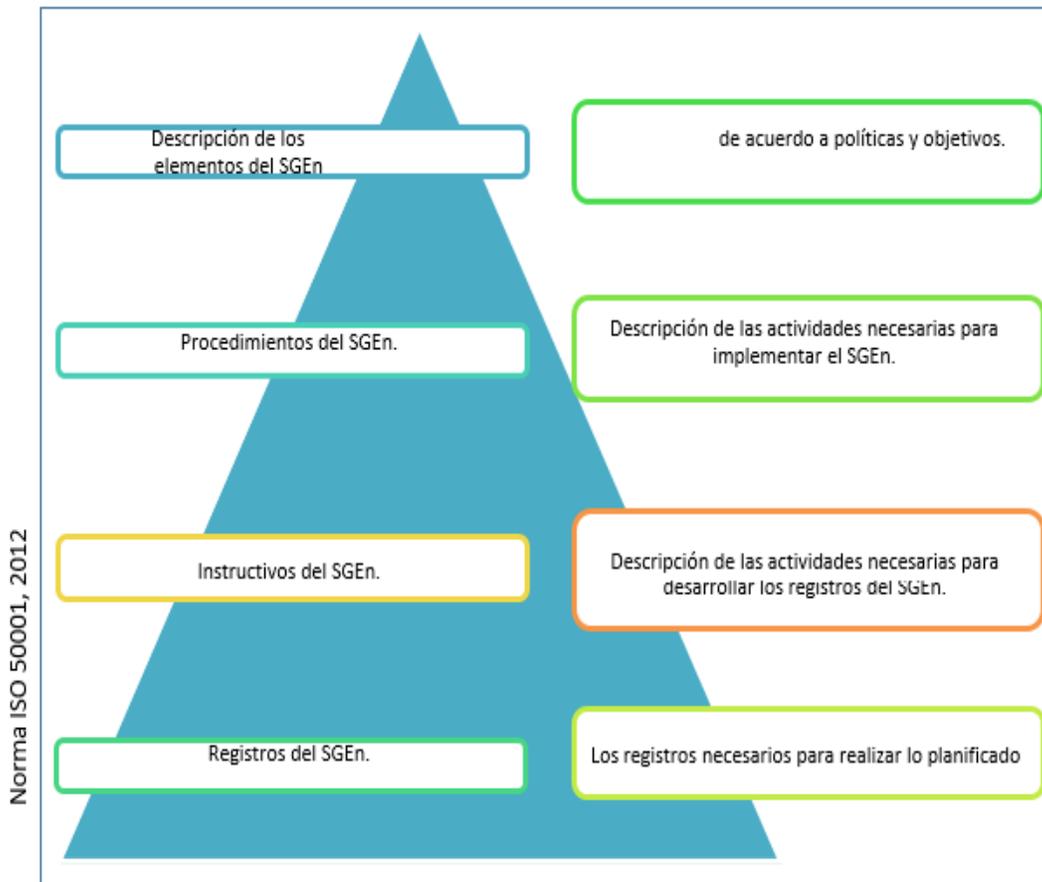


Figura 4. Pirámide de la Norma ISO 50001.

Fuente: (Norma ISO 50001, 2012)

Es el procedimiento mediante el cual se puede tener información confiable y objetiva, sobre la evolución del consumo de energía, en un determinado tiempo y espacio, a fin de detectar las causas que determinan que los consumos sean mayores a los estándares. El auditor energético, determina los cambios que permitan que, teniendo la misma producción o servicio en la empresa, se tenga un menor consumo de energía en la facturación.

Lo que se busca en una auditoría energética es la de evaluar el comportamiento de los equipos o de un sistema o de unas instalaciones, el consumo de energía eléctrica, identificando su uso, así como dónde y en qué momento se utiliza. Determina su consumo, también el costo de la propuesta, y determinan cómo será el ahorro de energía dentro de un periodo de tiempo, a fin de poder solventar la inversión que se requiere realizar.

Las fases de la auditoría energética, dependiendo de la actividad a la cual se dedica la empresa, empieza por la identificación del estado actual, es decir de como actualmente se está consumiendo la energía, cuáles son los tiempos de operación, cuáles son los ratios de producción, que deficiencias se presentan en el proceso productivo, entre otros factores. La determinación de la situación actual, debe realizarse de manera eficiente para poder tener éxito en la auditoría.

La segunda fase de la auditoría energética es la de la elaboración de un balance de energía, es decir determinar la energía que ingresa a un determinado equipo o sistema, y el efecto que produce en el mecanismo, es decir la cantidad de materia prima que procesa y que logra cambiar de propiedades. Según sea el caso, muchas veces se requiere de conocer las propiedades de la materia a procesar, así como también los estándares de calidad.

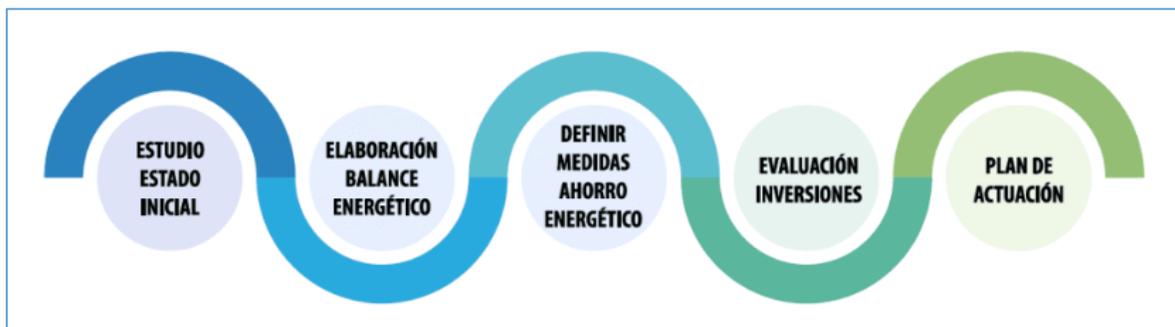


Figura 5. Fases de la Auditoría Energética

Fuente: (Fases para la realización de una auditoria energética)

La tercera etapa de la auditoría es la de definir las medidas de ahorro energético, para lo cual se debe establecer políticas dentro de la empresa a fin de que los indicadores de la evaluación energética, sean evaluados y valorados por el personal de la empresa, y no sólo el logro sea económico, sino también de mejoras de calidad de servicio, y menor contaminación del ambiente.

La fase de la evaluación de las inversiones, es determinar mediante el uso de indicadores económicos, la rentabilidad de la inversión, es decir si el dinero que se invirtió logre retornar a la empresa, y que después de ello, los cambios que se hicieron queden de manera permanente, favoreciendo a que los costos operativos por energía eléctrica, no afecten a las utilidades de la empresa.

Finalmente, se tiene un plan de actuación, es aquí en donde se implementa lo planificado en la auditoría, se realiza los cambios propuestos, se realiza el seguimiento de las variables a las cuales se modifica, esto es importante debido a que la tendencia de ellas, será el éxito de la auditoría que se propone.

En el Perú, el Ministerio de Energía y Minas, establece a través de la guía de orientación del uso eficiente de la energía y del diagnóstico energético, el cual se muestra

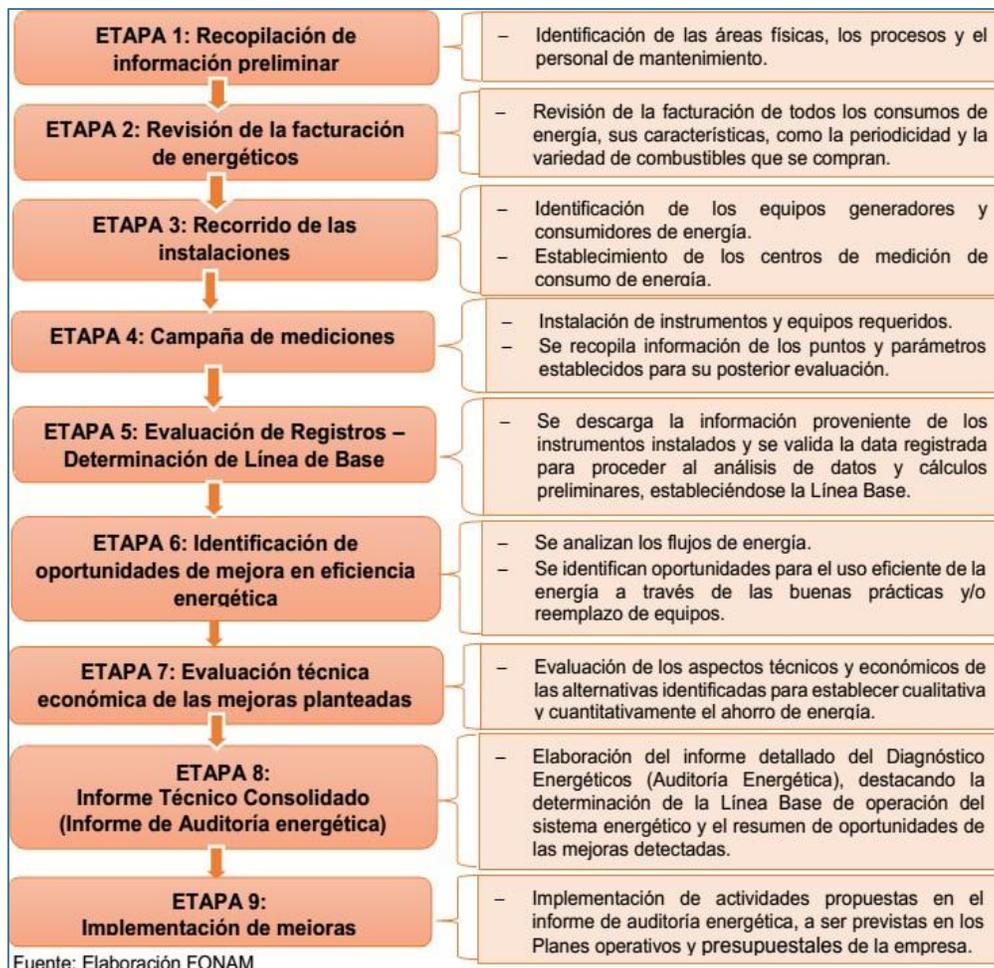


Figura 6. Guía de Orientación de uso eficiente de la energía.

Fuente : (Elaboración FONAM)

Así mismo el Ministerio de Energía y Minas, establece el procedimiento para la toma de información, agrupados en etapas, riesgos potenciales y procedimiento, de acuerdo a los siguientes pasos:

Tabla 1. Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, 2016

<b>ETAPAS</b>	<b>RIESGOS POTENCIALES</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>
A. Asignación de tareas	✓ Accidentes por falta de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Todo trabajo deberá de efectuarse entre dos personas</li> </ul>
B. Revisión de EPP	✓ Accidentes por no usar o deterioro EPPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En cada tarea deberá usarse los EPPS (casco, lentes, guates dieléctricos, zapatos dieléctricos, herramientas aisladas)</li> <li>▪ Verificar el buen estado de los EPPS</li> </ul>
C. Revisión del equipo registrador	✓ Accidentes por deterioro del equipo y sus componentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar el buen estado del equipo y sus componentes de tensión y corriente.</li> <li>▪ Verificar que el material aislante no tenga cortes, rajaduras, etc.</li> </ul>
D. Reconocimiento de la zona de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accidentes por piso húmedo.</li> <li>✓ Accidente por mal estado de las instalaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inspeccionar la zona de trabajo y evaluar el riesgo.</li> <li>▪ En caso de alto riesgo suspender el trabajo.</li> </ul>
E. Señalización de la zona de trabajo.	✓ Accidentes por intervención de terceros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Delimitar las zonas de trabajo con cintas o carteles con indicación de peligro que disuadan el acceso de terceras personas.</li> </ul>
F. Verificación de tensiones y corriente del circuito.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accidentes por tensiones mayores a 600 V.</li> <li>✓ Accidentes por corrientes elevadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar el nivel de tensión</li> <li>▪ Verificar las corrientes del circuito y seleccione el reductor de corriente adecuado.</li> </ul>
G. Instalación del equipo registrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accidente por conexión incorrecto</li> <li>✓ Accidente por falta de aislamiento</li> <li>✓ Accidente por desprendimiento de algunos cables.</li> <li>✓ Accidentes por corto circuito.</li> <li>✓ Accidente por exceso de confianza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar el tipo de conexión antes de hacer cualquier conexión deberá conectarse el conductor verde del equipo a tierra.</li> <li>▪ Verificar el ajuste mecánico y temperatura del circuito.</li> <li>▪ No portar elementos metálicos</li> <li>▪ Colocar el equipo de manera que no esté expuesto a circuitos energizados.</li> <li>▪ Evitar exceso de confianza.</li> </ul>
H. Datos del circuito y del	✓ Accidentes por no mantener distancia mínima de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Distancia mínima 50 cm</li> </ul>

equipo instalado.		
I. Transferencia de datos y retro del equipo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Accidente por desprendimiento por algún cable de potencia.</li> <li>✓ Accidente por corto circuito.</li> <li>✓ Accidente por exceso de confianza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evitar forcejeos en los cables de potencia.</li> <li>▪ No portar elementos metálicos</li> <li>▪ Evitar el acceso de confianza.</li> </ul>

Fuente: (Elaboración propia).

En la figura 7, se muestra los valores esperados en una instalación dedicado al procesamiento de materia prima, en el cual los sistemas de refrigeración representan el 53.8% de potencial ahorro, mientras que, en iluminación, el nivel de posible ahorro es el 10.63%.

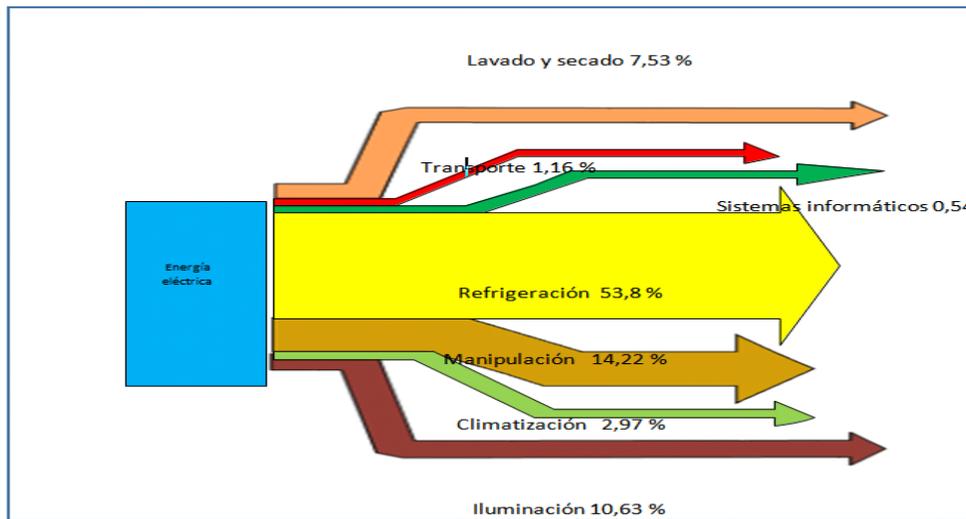


Figura 7. Porcentaje de uso de energía en Instalación Industrial

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas)

Los indicadores energéticos son herramientas muy importantes para poder analizar interacciones entre la actividad económica y humana, el consumo de energía y las emisiones de gases de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Uno de los aspectos más importantes a entender desde la perspectiva de la política energética es en qué medida las mejoras en eficiencia energética han sido responsables de los cambios en la intensidad energética final en los diferentes países.

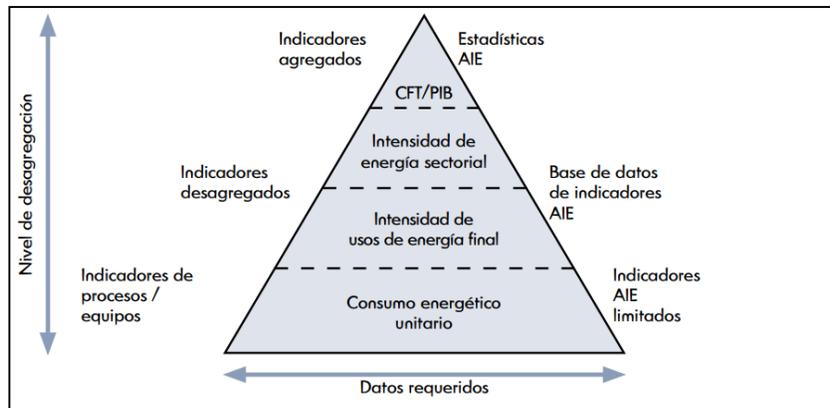


Figura 8. Pirámide de Indicadores de Eficiencia Energética

Fuente : (International Energy Agency)

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación.

**Tipo de Investigación:** Aplicada

La investigación es aplicada porque la propuesta de la gestión energética con la metodología ISO 50001, permitió determinar los consumos de energía eléctrica en la planta procesadora de Café.

La Investigación aplicada tiene por objetivo determinar los consumos de energía eléctrica, con lo que especifica la norma ISO 50001, en cuanto a la gestión energética.

**Diseño de la Investigación:** Diseño No experimental.

Se realizó la investigación sin manipular deliberadamente las variables de estudio, se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad.

### **3.2 Variables y operacionalización:**

#### **Variable independiente**

GESTIÓN ENERGÉTICA CON LA METODOLOGÍA NORMA ISO 50001.

#### **Variable dependiente**

EVALUAR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ, JAÉN.

En el anexo 3, se detallan el cuadro de operacionalización de las variables.

### **3.3 Población, Muestra y muestreo.**

**Población:** Plantas Procesadoras de Café en la ciudad de Jaén.

**Muestra:** Motores eléctricos de procesamiento de café en la planta de procesadora de Jaén.

**Muestreo:** Selección de los motores eléctricos de mayor potencia instalada y consumo de energía eléctrica.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

En esta investigación se aplicaron las técnicas de recolección de datos: Observación y análisis documental.

La técnica de la observación, es una técnica de investigación que consiste en observar los consumos de energía eléctrica en la planta procesadora de Café, con la finalidad de realizar la propuesta de gestionar la energía con la metodología que exige la norma ISO 50001.

El Análisis Documental fue en lo referente a Norma ISO 50001. Teorías de las políticas energéticas. Energía eléctrica trifásica.

### **3.5 Procedimientos**

El procedimiento de recolección de datos para la investigación se hizo con los registros históricos de los consumos de energía eléctrica en la planta procesadora, los cuales fueron obtenidos de la empresa concesionaria de energía eléctrica ELECTRO ORIENTE S.A. Así como también los registros de los niveles de producción de café en la planta procesadora; se obtuvieron del área administrativa de la planta. Los datos técnicos de cada una de los motores eléctricos se hizo el registro con la visita técnica que se hizo a las instalaciones de la planta procesadora.

### **3.6 Método de análisis de datos.**

Los datos se analizan entre los valores nominales y reales, así como también las relaciones que existen en los parámetros eléctricos, como tensión, intensidad de corriente eléctrica, factor de potencia, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, caída de tensión, capacidad de corriente eléctrica de los conductores eléctricos, capacidad de respuesta de los dispositivos de control y de protección.

### **3.7 Aspectos éticos**

El presente informe de investigación se elaborará manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto entre de intereses. Los resultados de la propuesta de gestión energética, se realizaron en base de los datos recopilados, sin adulterar su valor ni cualidad, y los cálculos que se realizaron están dentro de lo estipulado por las teorías científicas existentes, en este caso a los sistemas de protección eléctrica.

## IV. RESULTADOS.

4.1. Realizar un diagnóstico de la situación actual de la planta procesadora, determinando el índice de consumo eléctrico.

### 4.1.1. Proceso Productivo del Café

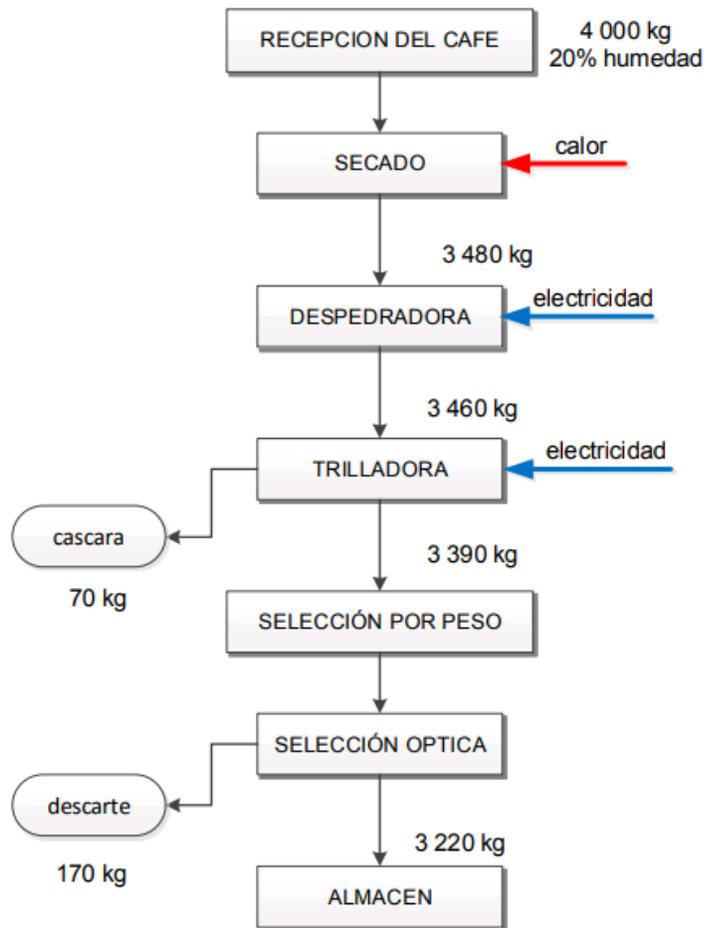


Figura 9. Proceso productivo de café

Fuente:(Elaboración propia)

#### 4.1.2. Cargas eléctricas en Planta Procesadora.

Las cargas eléctricas en la planta procesadora de café se dividen en función a las áreas siendo éstas:

Oficinas Administrativas.

Área de Secado.

Área de Proceso.

Iluminación de la Planta.

En cada una de ellas se tiene diferentes cargas eléctricas, los cuales se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Cargas Eléctricas de Planta Procesadora de Café.

Área	Equipos	Cantidad	Potencia (Watt)	Potencia (Kilowatt)	Total
Administrativa	Fluorescentes	8	32	0.26	
	Computadora	8	280	2.24	
	Impresora	2	140	0.28	
	Equipo Fotocopia	1	800	0.80	
	Aire Acondicionado	2	4500	9.00	
	Total				12.58
Secado	Ventilador centrífugo	1	5000	5.00	
	Elevador de cangilones	1	1200	1.20	
	Guardiola	1	3500	3.50	

	Balanza automática	1	550	0.55
	Total			10.25
Proceso	Elevador de Cangilones	29	1200	34.8
	Equipo Prelimpieza	1	2500	2.5
	Despredadora	1	3200	3.2
	Piladora	1	35000	35
	Elevador	1	750	0.75
	Extractores	3	4500	13.5
	Gravimétricas	6	2200	13.2
	Tornillo Transportador	1	1800	1.8
	Extractor de polvo gravimétrico	1	22000	22
	Faja transportadora	2	1100	2.2
	Compresor de aire	2	8500	17
	Cabeceador de sacos	2	600	1.2
	Balanza Automática	2	400	0.8
	Cosedora automática	2	550	1.1
	Total			149.05
Iluminación	Fluorescentes	42	32	1.344
	Reflectores	3	400	1.2
	Fluorescentes Iluminación exterior	12	32	0.384
	Panel Publicitario	1	800	0.8
	Total			3.73
TOTAL (KW)				175.60

Fuente: Área Administrativa Planta Procesadora, 2019.

En las figuras 10, 11, 12 y 13 se muestra en forma gráfica las potencias de cada carga y la significancia que tienen dentro del área en cuanto a la potencia instalada en KW.

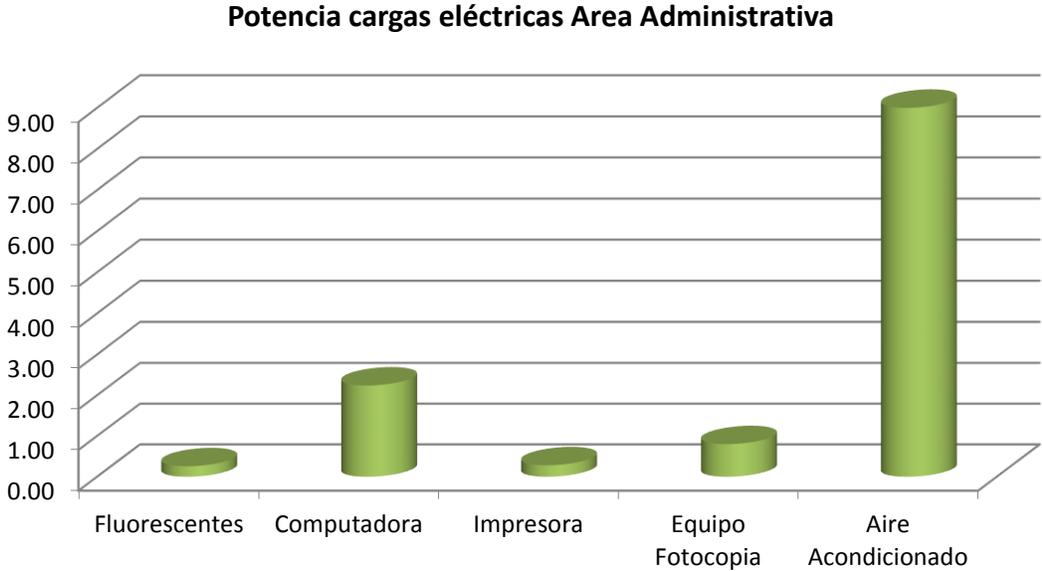


Figura 10. Potencia Cargas eléctricas área administrativa.

Fuente :(Elaboración propia)

Potencia cargas eléctricas Area Secado

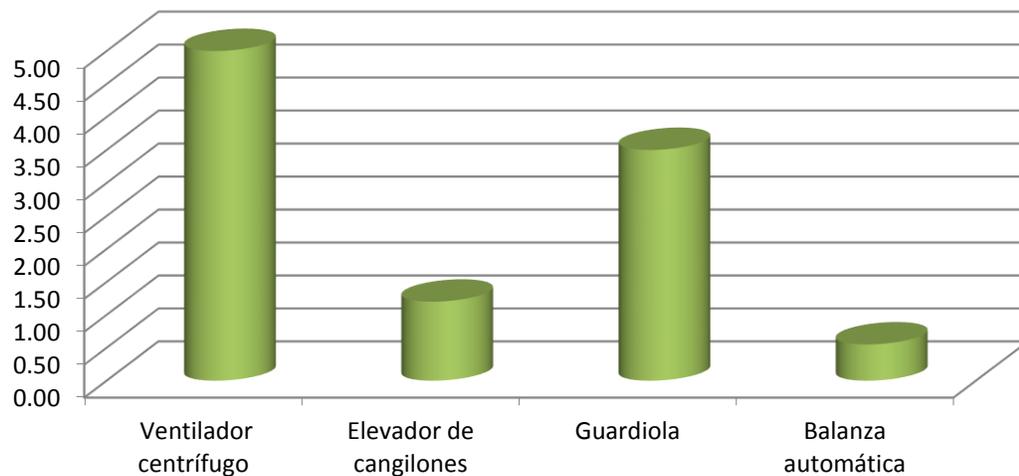


Figura 11. Potencia Cargas eléctricas área secado.

Fuente :(Elaboración propia)

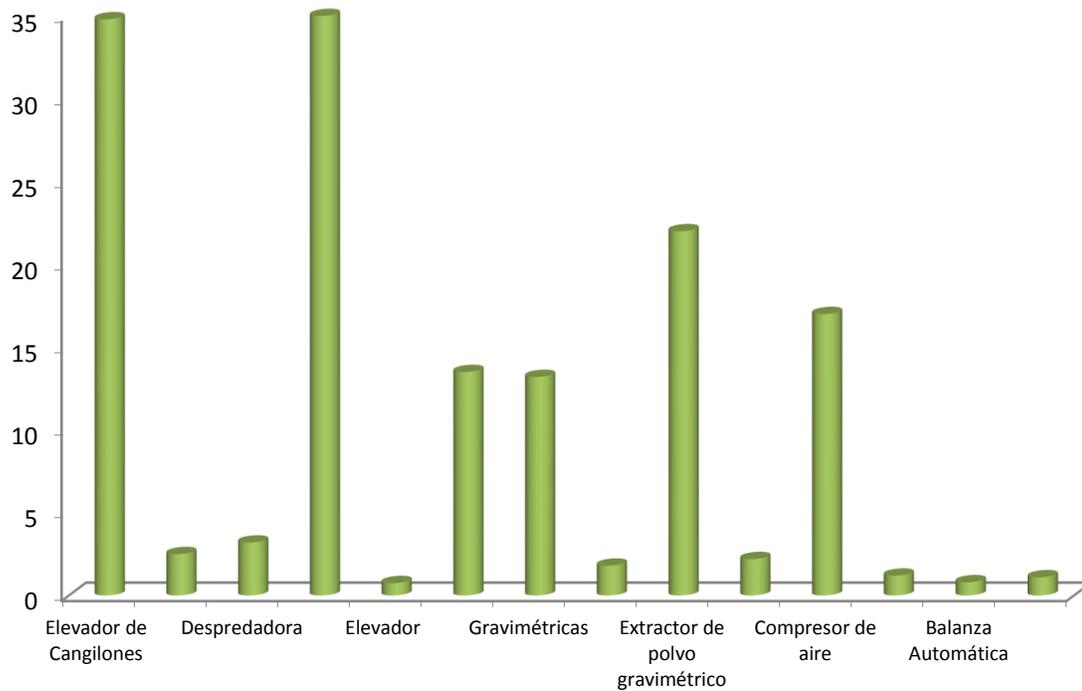


Figura 12. Potencia Cargas eléctricas área Proceso.

Fuente :(Elaboración propia)

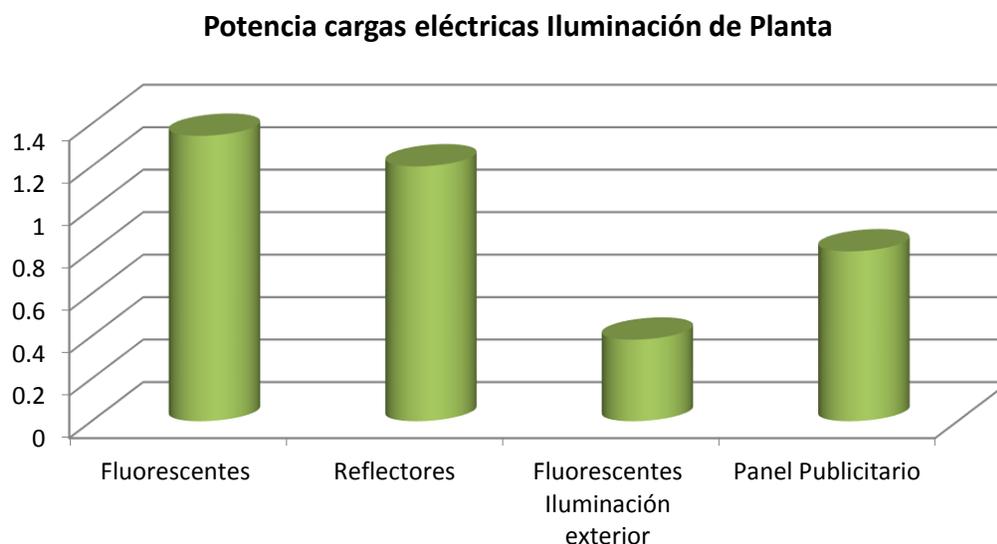


Figura 13. Potencia Cargas eléctricas Iluminación de Planta.

Fuente :(Elaboración propia)

Resumiendo, las áreas en donde se ubican las cargas eléctricas, se tienen:

Tabla 3. Cargas eléctricas en áreas de planta procesadora de café.

Áreas	Potencia (KW)	%
Administrativa	12.58	7.2
Secado	10.25	5.8
Proceso	149.05	84.9
Iluminación	3.728	2.1
Total (kW)	175.60	100.0

Fuente: Área Administrativa Planta Procesadora, 2019.

En la tabla 3 se analiza que el área de proceso es el que representa el 84.9% del total de las cargas eléctricas con 149.05 KW de los 175.6 KW que es la potencia instalada total en la planta procesadora de café.

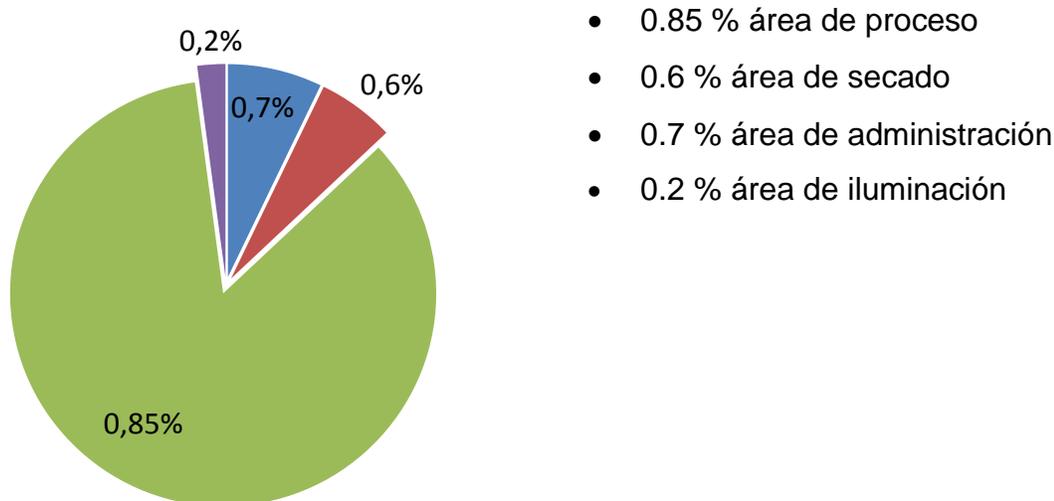


Figura 14. Cargas eléctricas en áreas de planta procesadora de café, en %.

Fuente :(Elaboración propia)

#### 4.1.3. Registros Históricos de consumo de energía eléctrica.

Para la presente investigación el conocimiento del historial de consumo de energía eléctrica, es de suma importancia, debido a que permite conocer la tendencia del consumo de energía en la planta, y los momentos en el cual se utiliza la energía durante las horas del día.

Actualmente, la planta procesadora, cuenta con un contrato con la empresa concesionaria de energía eléctrica de la zona ELECTRO ORIENTE SA, con un pliego tarifario MT2, la tensión de suministro es trifásica de 10KV, la potencia contratada es de 250 KW en horas fuera de punta y de 65 KW en horas punta, el transformador eléctrico es de 250 KVA.

Tabla 4. Registros Históricos de consumo de energía eléctrica.

Mes	Energía Activa Total KW-H	Energía KW.H		Potencia KW		Energía Reactiva KVAR-h
		Horas Punta	Fuera de Punta	Horas Punta	Fuera de Punta	
feb-19	21.30	0.00	21.30	0.00	0.13	16.78
mar-19	35.75	1.45	34.30	0.15	0.13	34.50
abr-19	10308.84	854.30	9454.54	66.55	171.20	10034.40
may-19	14646.50	1212.30	13434.20	56.45	159.50	14345.30
jun-19	30628.80	2094.50	28534.30	61.22	164.30	25432.20
jul-19	29098.70	2434.40	26664.30	62.32	163.20	24112.10
ago-19	27895.70	2231.40	25664.30	62.32	163.20	22122.40
sep-19	28785.70	2131.40	26654.30	62.32	163.20	23132.10
oct-19	13446.50	1112.30	12334.20	56.45	152.50	13445.30
nov-19	30528.80	2094.50	28434.30	63.22	162.30	24532.20
dic-19	30227.80	1794.50	28134.30	64.20	156.30	23123.00

Fuente: Elaboración propia con datos de Electro Oriente S.A.

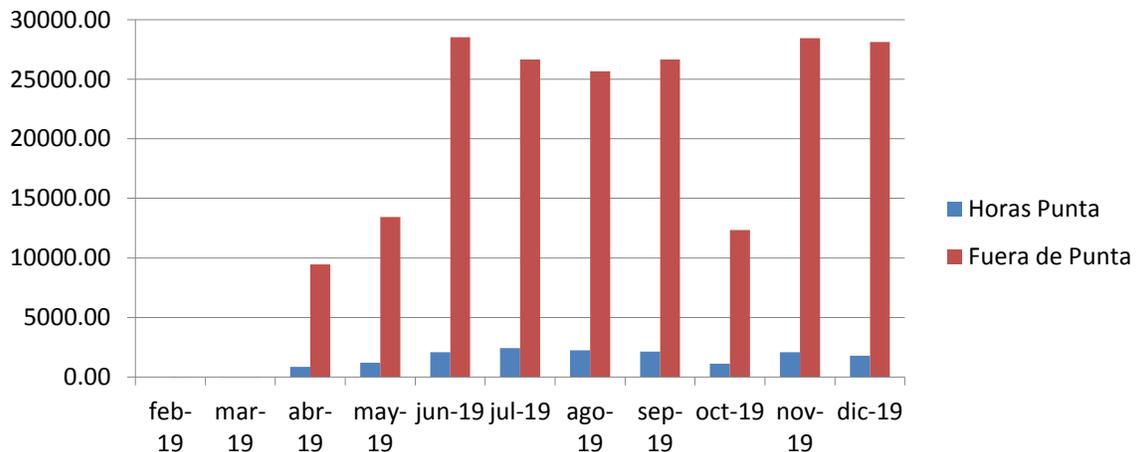


Figura 15. Consumo de energía en horas punta y fuera de punta, en KW-H.

Fuente : (Elaboración propia)

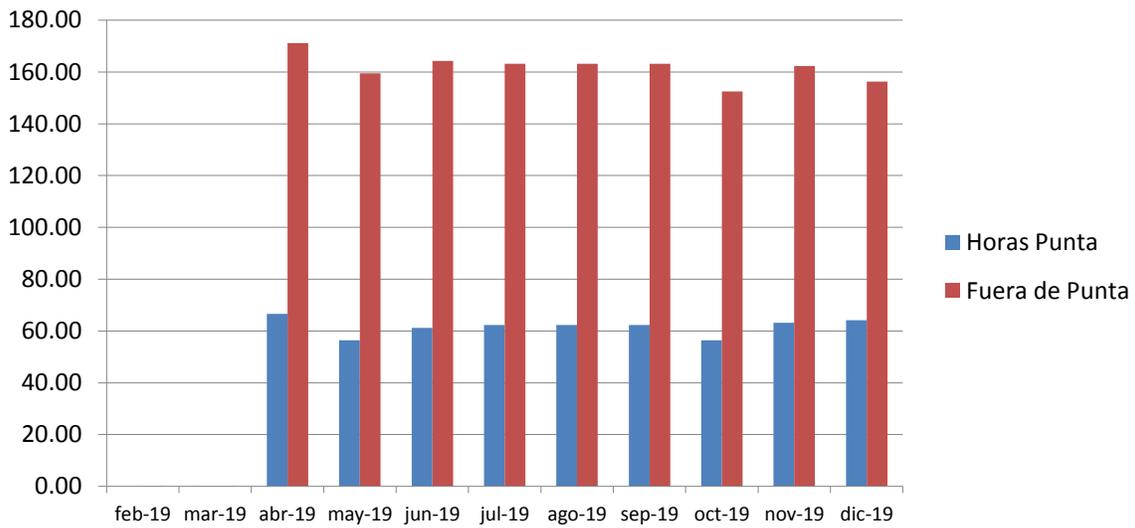


Figura 16. Consumo de Potencia en horas punta y fuera de punta, en KW.

Fuente :(Elaboración propia)

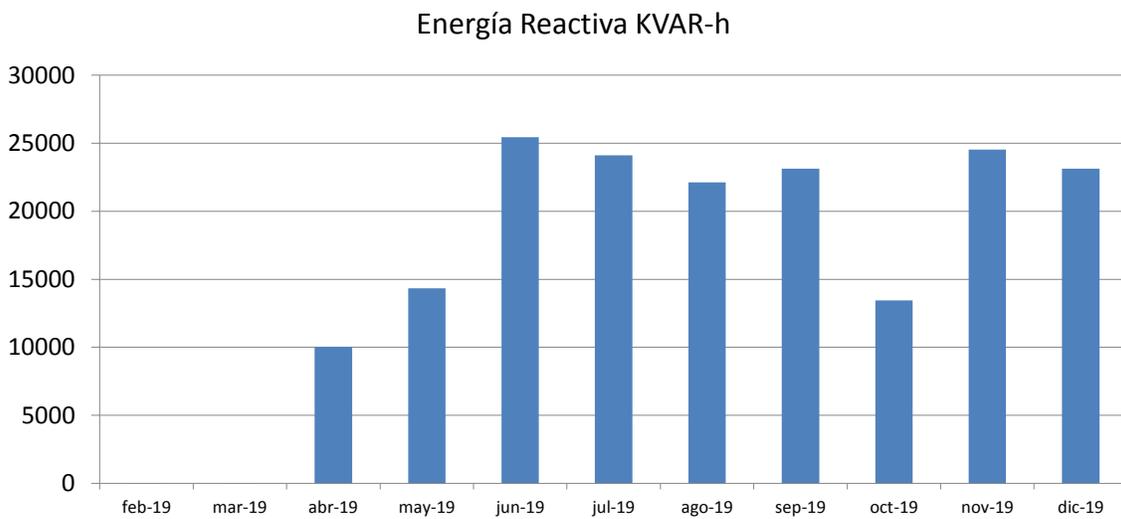


Figura 17. Consumo de Energía Reactiva, en KVAR-H.

. Fuente :(Elaboración propia)

#### **4.1.4. Índice de Consumo Eléctrico.**

El índice de consumo eléctrico, es un indicador que permite determinar la cantidad de energía eléctrica que se utilizó en la planta procesadora de café por cada tonelada de café procesado. Este indicador muestra la tendencia de la utilización de la energía eléctrica, teniendo en cuenta que en cada mes se tiene variación en cuanto a los niveles de procesamiento del café; así mismo permite determinar para fines de los balances económicos, la influencia de este insumo (costo de la energía eléctrica), en las utilidades de la empresa.

El índice de consumo eléctrico ICE, se determina:

$$ICE = \frac{\textit{Energía consumida}}{\textit{Producción}}$$

En la tabla 5, se muestran las toneladas de producción total de la planta, la producción total se refiere a la cantidad de producto final procesado para fines de exportación, dicha producción proviene de productores de la zona como también producción de la misma empresa propietaria de la planta procesadora.

Tabla 5. Procesamiento de café (T.M)

Mes	Producción Propia (T.M)	Producción de terceros (T.M)	Total (T.M)
feb-19	0.00	0	0
mar-19	0.00	0	0
abr-19	520.00	173.33	693.33
may-19	542.40	156.40	698.80
jun-19	544.00	183.20	727.20
jul-19	568.00	143.20	711.20
ago-19	556.80	193.20	750.00
sep-19	581.60	193.87	775.47
oct-19	544.00	200.10	744.10
nov-19	532.48	177.49	709.97
dic-19	533.20	181.20	714.40

Fuente: Planta procesadora Jaén.

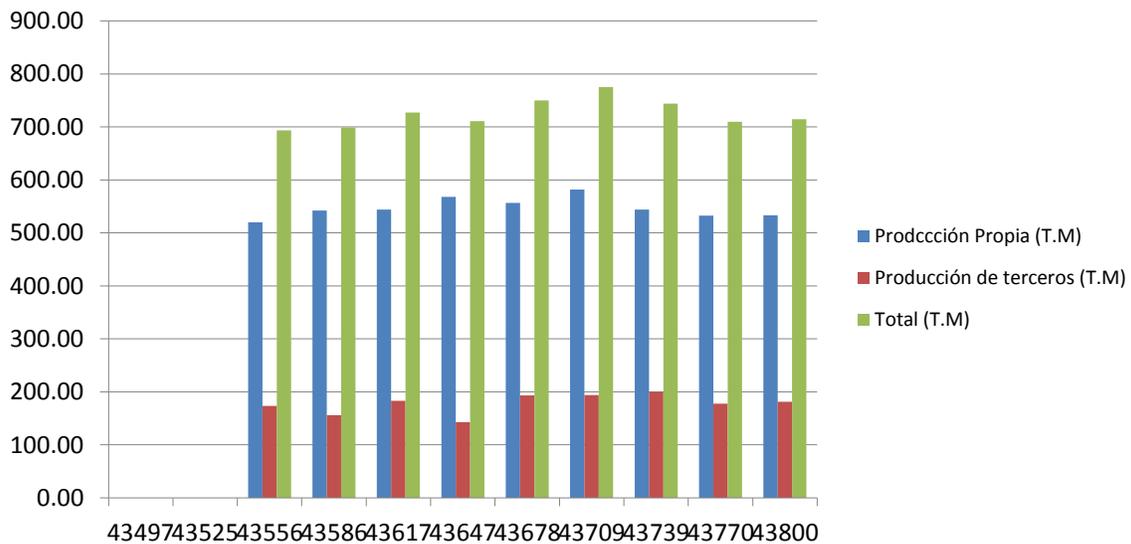


Figura 18. Niveles de procesamiento de café, en T.M en planta procesadora de Café. Jaén.

Fuente : (Elaboración propia)

Tabla 6. Índice de consumo eléctrico, Planta procesadora de Café, Jaén.

Mes	Energía Activa Total KW-H	Total (T.M)	I.C.E (KW-H/T.M)
feb-19	21.3	0	
mar-19	35.75	0	
abr-19	10308.84	53864.84	0.19138
may-19	14646.5	58232.50	0.25152
jun-19	30628.8	74245.80	0.41253
jul-19	29098.7	72745.70	0.40001
ago-19	27895.7	71573.70	0.38975
sep-19	28785.7	72494.70	0.39707
oct-19	13446.5	57185.50	0.23514
nov-19	30528.8	74298.80	0.41089
dic-19	30227.8	74027.80	0.40833

Fuente :(Elaboración propia)

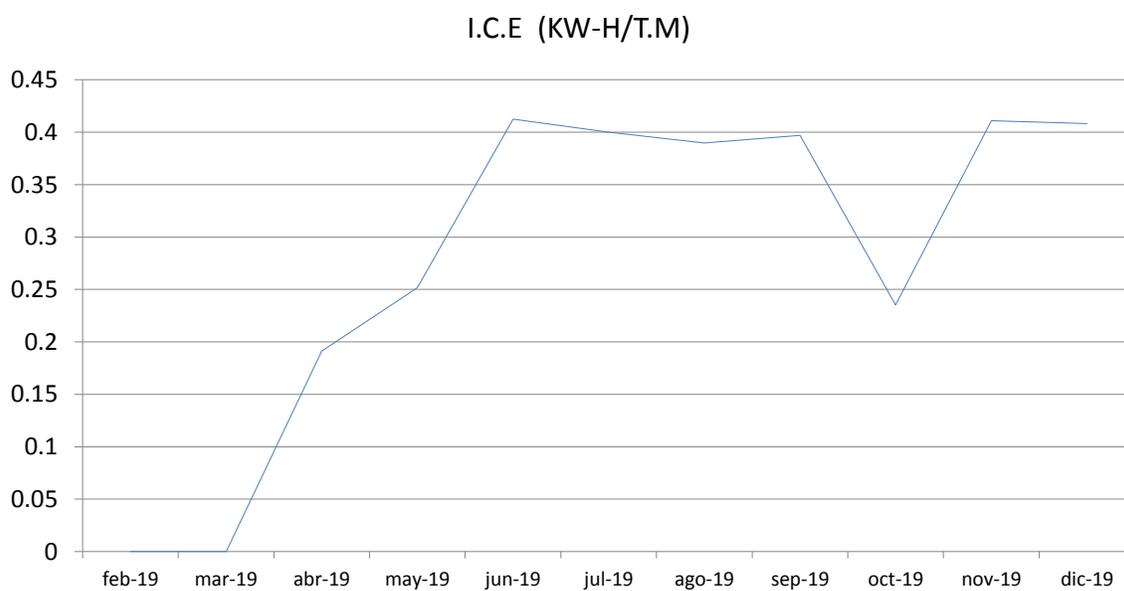


Figura 19. Tendencia del Índice de consumo eléctrico, Planta procesadora de Café, Jaén.

Fuente :(Elaboración propia)

De la figura 19, se puede analizar que el índice de consumo eléctrico tiene valores diferentes, es decir que no se tiene un consumo de energía eléctrica uniforme en los meses del año 2019. Los meses de enero y febrero no se analizan debido a que la planta no realizó labores debido a la producción de café de dichos meses. Sin embargo, se observa que en los meses de Abril, Mayo y Octubre el índice de consumo eléctrico tuvo valores bajos, es decir que se utilizó menor cantidad de energía eléctrica por cada tonelada de producto final.

Este indicador muestra que el uso de la energía eléctrica no se ha utilizado de manera eficiente, siendo éste el motivo de la presente investigación, al determinar esta deficiencia, se realiza una serie de propuestas a fin de que el valor del índice de consumo eléctrico se mantenga dentro de variabilidad entre los meses de producción.

#### **4.2. Realizar una propuesta de políticas, planificación, operación y verificación de la índole energética, para disminuir el consumo de energía eléctrica, aplicando la norma ISO 50001.**

##### **4.2.1. Sistema de Gestión Energética Normal ISO 50001.**

El Sistema de Gestión Energética es la parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implantar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía.

La norma ISO 50001 establece los requisitos que debe poseer un Sistema de Gestión Energética, con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las organizaciones.

La propuesta de la presente investigación, está en lo que estipula la norma ISO 50001, y de esa manera evaluar el consumo de energía en la planta procesadora de café, para lo cual las propuestas deben tener como propósito lo siguiente:

- a) Mejora continua de la eficiencia energética
- b) La seguridad energética,
- c) La utilización de energía
- d) El consumo energético con un enfoque sistemático.

### **Aplicación de la Normas ISO 50001.**

La norma ISO 50001, estipula una serie de lineamientos, que es de aplicación para la planta procesadora de café, en el cual el valor de la eficiencia energética debe incrementar cada año, así como también la optimización del uso de la energía de los motores eléctricos que accionan la planta; el incremento de la producción de café procesado para exportación, no solamente es el fin de la empresa, sino también la forma del procesamiento de ésta, con el fin de disminuir el consumo de energía, el cual tiene implicancias de tipo económico, social y ambiental.

En la tabla 7, se detalla los puntos de la norma ISO 50001, en el cual los criterios de evaluación son tres: cumple, cumple parcialmente, no cumple (C, CP, NC), tales interrogantes que tiene la norma, se verifican después de haber planteado la política energética en la planta procesadora de café, lo cual conlleva a una planificación energética, para luego implementar y operar lo planeado, para finalmente realizar la verificación de la misma.

Es decir la norma ISO 50001, es aplicable a la planta procesadora de café, se desarrolla bajo los 4 aspectos descritos: Planteamiento de política energética, planificación energética, implementación y operación, y finalmente verificación, del sistema de gestión energética que se plantea en la presente investigación en la planta de procesamiento de café y que tiene como fin, que al aplicar lo establecido por la norma, el consumo de energía se optimice sostenidamente en el tiempo, incrementando los niveles de producción.

Tabla 7. Análisis inicial del diagnóstico de la NTP-ISO 50001

Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
<b>4.1 REQUISITOS GENERALES</b>	N/A		
<b>4.2 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN</b>			
<b>4.2.1 Alta dirección</b>			
¿La alta dirección ha establecido una política energética?			
¿La alta dirección ha asignado un gestor energético (representante de la dirección)?			
¿Se han previsto los recursos necesarios para establecer y mantener un SGEEn?			
¿Se definieron alcances y límites del SGEEn?			
¿Los empleados tienen clara la importancia de implementar un SGE en la empresa?			
¿Se han establecido objetivos estratégicos y operacionales?			
¿El rendimiento energético de la empresa se ha tenido en cuenta dentro de la planificación a largo plazo? (Resultados medibles en materia de eficiencia energética, usos y consumo)			
<b>4.2.2 Representante de la dirección</b>			
¿Se le informó a la alta dirección acerca del desempeño energético y el desempeño del SGEEn?			
¿Se definieron y comunicaron competencias y responsabilidades de acuerdo con el SGEEn?			
¿Se determinaron criterios y métodos para garantizar el funcionamiento y control eficaz del SGEEn?			
<b>Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple</b>			

<b>DIAGNÓSTICO DE LA NORMA ISO 50001</b>			
Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
<b>4.3 POLÍTICA ENERGÉTICA</b>			
¿La política energética incluye un compromiso de mejora continua de Eficiencia Energética?			
¿Incluye el compromiso de proporcionar información y recursos necesarios para el logro de los objetivos estratégicos y operacionales?			
¿Incluye el compromiso de cumplir con todos los requisitos legales y otros que apliquen?			
¿La política energética apoya la adquisición de productos y servicios de EE?			
¿Fue documentada y comunicada en toda la empresa?			
¿Está sujeta a revisiones periódicas y actualizaciones?			
<b>Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple</b>			

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA ISO 50001			
Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
<b>4.4 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>			
<b>4.4.1 Generalidades</b>			
¿La empresa ha dirigido y documentado un proceso de planificación de la energía?			
<b>4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos</b>			
¿Se han identificado y ejecutado todos los requisitos legales y otros aplicables a la empresa?			
¿Se realiza una revisión periódica de los requisitos legales y de otro tipo?			
<b>4.4.3 Revisión energética</b>			
¿La empresa ha llevado a cabo una revisión de la energía y documentado?			
¿Se tuvieron en cuenta los (UCE), (USE) y Oportunidades de mejora en la revisión energética?			
<b>4.4.3 (a) A. Fuentes, uso y consumo de energía</b>			
Evaluación de los usos y consumos de energía (UCE)			
<b>4.4.3 (b) B. Usos significativos</b>			
¿Se identificaron áreas de uso significativo de energía (USE)? Equipos importantes, procesos, personas y factores relevantes que influyen en los UCE?			
<b>4.4.3 (c) C. Priorizar oportunidades de mejora</b>			
¿Se determinó el desempeño energético presente y se estimó el desempeño energético futuro?			
¿Se identificaron oportunidades de mejora?			
<b>4.4.4 Línea de base energética</b>			
¿Se ha establecido una línea de base energética usando la información de la revisión inicial de la energía y se ha continuado su desarrollo según ha sido necesario?			
<b>4.4.5 Indicadores de desempeño energético</b>			
¿Se han identificado los correspondientes IDEns y son revisados con Regularidad?			
<b>4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía</b>			
¿Se han establecido metas y objetivos estratégicos y operativos para plazos fijos, basados en el trabajo preliminar?			
¿Se elaboró un plan de acción teniendo en cuenta los recursos necesarios, periodos de tiempo para el logro de objetivos, definición de responsabilidades y el método del mismo?			
¿Las metas, objetivos y plan de acción han sido documentados y se revisan regularmente?			
<b>Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple</b>			

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA ISO 50001			
Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
<b>4.5 IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN</b>			
<b>4.5.1 Generalidades</b>	N/A		
<b>4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia</b>			
¿Los empleados y personal externo relevante han sido capacitados lo suficiente respecto a los USE?			
<i>¿Todos los empleados y el personal relevante tienen el conocimiento en las siguientes áreas?</i>			
o La importancia de cumplir la política energética			
o Procesos y requisitos del SGE			
o Funciones y responsabilidades individuales			
o Las ventajas de mejorar el desempeño energético			
o Su propio impacto potencial en el consumo de energía y EE			
¿Las acciones de formación han sido documentadas?			
<b>4.5.3 Comunicación</b>			
¿La eficiencia energética y el desempeño energético son comunicados internamente?			
¿Todos los empleados pueden participar activamente en la mejora del SGE?			
¿Si es así, ha desarrollado e implementado un plan para las comunicaciones externas?			
<b>4.5.4 Documentación</b>			
<b>4.5.4.1 Requisitos de la documentación</b>			
¿Incluye el alcance y los límites del SGE?			
¿Todos los demás documentos requeridos por la norma?			
<b>4.5.4.2 Control de los documentos</b>			
¿Se realiza una revisión adecuada a los documentos antes de su uso?			
¿Se revisan y actualizan periódicamente?			
¿Se muestra claramente la trazabilidad de los cambios y el estado de revisión?			
¿Los documentos se encuentran disponibles fácilmente?			
¿Son legibles y fáciles de identificar?			
¿Los documentos externos relevantes para el SGE son identificados y distribuidos?			
¿Se impide el empleo de documentos obsoletos?			
¿Se conservan documentos antiguos, según sea necesario?			
<b>4.5.5 Control operacional</b>			
¿Se determinaron criterios de eficiencia para la operación y mantenimiento de las áreas de los USE?			
¿Se hace operación y mantenimiento a los equipos de los USE acorde a los criterios de EE?			
¿Se proporciona información adecuada a los empleados y personal externo relevante?			
<b>4.5.6 Diseño</b>			
¿Se tienen en cuenta oportunidades de mejora de desempeño energético, en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas de equipos, sistemas y procesos?			
¿Se documentan los diseños con especificaciones de EE?			
<b>Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple</b>			

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA ISO 50001			
Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
<b>4.6 VERIFICACIÓN</b>			
<b>4.6.1 Seguimiento, medición y análisis</b>			
<i>¿Los siguientes aspectos se tienen en cuenta al momento de evaluar el SGEEn?</i>			
o Desempeño actual de los procesos, sistemas, equipos e instalaciones asociadas a los USE			
o Variables relevantes que afectan las áreas de los USE			
o Los indicadores de desempeño energético			
o La eficiencia del plan de acción en cuanto al cumplimiento de objetivos			
o Evaluación del consumo real de energía en relación con el estimado			
¿Fue elaborado un plan de medición de la energía? ¿Se lleva a cabo el plan establecido?			
¿Se garantizan los requisitos de medición y correcto funcionamiento de los equipos de medida?			
¿Se investigan y responden las desviaciones significativas en el rendimiento energético?			
¿Todos los pasos del ítem 4.6.1 son documentados?			
<b>4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos</b>			
¿Se evalúan y documentan con regularidad el cumplimiento de requisitos legales y de otra índole?			
<b>4.6.3 Auditoría interna del sistema de gestión de la energía</b>			
¿Se realizan auditorías internas con regularidad?			
¿Existe un plan de auditoría?			
¿La objetividad de la auditoría es garantizada en la selección de los auditores?			
¿Los resultados de auditoría son documentados y reportados a la alta dirección?			
<b>4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva</b>			
¿Se previenen y/o corrigen las no conformidades con los objetivos establecidos?			
<i>¿De acuerdo a esto, se tienen en cuenta los siguientes aspectos?</i>			
o La identificación de las no conformidades y sus causas			
o Identificar la necesidad de tomar medidas o las correcciones necesarias (incluidos cambios necesarios al SGEEn) y una revisión de su efectividad.			
o La documentación de estos ítems			
<b>4.6.5 Control de los registros</b>			
¿Se han elaborado registros para demostrar la conformidad del SGE con los requisitos de la norma?			
¿Se garantiza legibilidad, identificación y la trazabilidad de los registros?			
<b>Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple</b>			

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA ISO 50001			
Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
<b>4.7 REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN</b>			
<b>4.7.1 Generalidades</b>			
¿El SGE en es revisado regularmente por la alta dirección?			
<b>4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección</b>			
¿Todos los parámetros del numeral 4.7.2 de la norma, se incluyen para la revisión por la dirección?			
<b>4.7.3 Resultados de la revisión por la dirección</b>			
¿Fueron tomadas en cuenta todas las decisiones y medidas para mejorar el desempeño energético de la última revisión?			
¿Las decisiones y medidas relacionadas con la política energética, los objetivos estratégicos y operativos y la provisión de recursos, se tuvieron en cuenta?			
<b>Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple</b>			

DIAGNÓSTICO DE LA NORMA ISO 50001:2012			
Puntos de la Norma ISO 50001	C	CP	NC
<b>4.5.4.2 Control de los documentos</b>			
¿Se realiza una revisión adecuada a los documentos antes de su uso?			
¿Se revisan y actualizan periódicamente?			
¿Se muestra claramente la trazabilidad de los cambios y el estado de revisión?			
¿Los documentos se encuentran disponibles fácilmente?			
¿Son legibles y fáciles de identificar?			
¿Los documentos externos relevantes para el SGE son identificados y distribuidos?			
¿Se impide el empleo de documentos obsoletos?			
¿Se conservan documentos antiguos, según sea necesario?			
<b>4.5.5 Control operacional</b>			
¿Se determinaron criterios de eficiencia para la operación y mantenimiento de las áreas de los USE?			
¿Se hace operación y mantenimiento a los equipos de los USE acorde a los criterios de EE?			
¿Se proporciona información adecuada a los empleados y personal externo relevante?			
¿Se hace operación y mantenimiento a los equipos de los USE acorde a los criterios de EE?			
¿Se proporciona información adecuada a los empleados y personal externo relevante?			
<b>4.5.6 Diseño</b>			
¿Se tienen en cuenta oportunidades de mejora de desempeño energético, en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas de equipos, sistemas y procesos?			
¿Se documentan los diseños con especificaciones de EE?			
<b>4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía</b>			
¿Se informa a los proveedores de energía, equipos y servicios que afectan los USE que el consumo y uso de energía así como la EE son los criterios de referencia para las adquisiciones?			
¿Se han desarrollado criterios de compra el suministro de energía?			
¿Se han documentado tanto los criterios de compra como la comunicación a los proveedores?			
<b>Nomenclatura: C: Cumple, CP: Cumple Parcialmente, NC: No Cumple</b>			

Fuente: NTP-ISO 50001: 2012.

#### **4.2.2. Propuestas de Políticas, Planificación, operación y verificación energética, en la planta de procesamiento de café.**

##### **Políticas Energéticas.**

La planta procesadora de Café, para alinearse a lo que establece la norma ISO 50001, la Gerencia General, con la organización en conjunto elabora las políticas energéticas a corto y mediano plazo, y constituyen los lineamientos que la empresa debe perseguir en el ámbito de la energía.

Estas políticas energéticas se elaboraron con la colaboración del administrador General de la empresa, el Gerente de Mantenimiento y el Gerente de Operaciones, y tendrán una vigencia de dos años.

Así mismo, designar entre los miembros de la alta dirección un Gestor Energético, el cuál por un periodo de un año, tendrá a cargo la programación, ejecución y revisión de las propuestas en mejorar los indicadores energéticos, tales como el consumo de energía eléctrica por tonelada de producto procesado.

Las políticas energéticas que se plantean para los dos próximos años son:

- 1) Incremento progresivo del valor de la eficiencia energética de la planta procesadora de café hasta alcanzar valores estándares dentro del sector de procesamiento de Café en el Perú y en América latina.
- 2) Garantizar la funcionalidad de las máquinas y/o equipos con valores de disponibilidad y confiabilidad de clase mundial, con un área de mantenimiento eficiente dentro de la planta de procesamiento.
- 3) Incremento sostenible de la producción, optimizando las operaciones de los procesos, a través de la automatización de los mismos.
- 4) La variación de la producción, no necesariamente tiene que ser proporcional a la variación del consumo eléctrico, pero si tiene valores límites, para lo cual se establece un margen de más menos 5%, de la proporcionalidad.

- 5) Los tiempos de funcionamiento de los equipos, no deben exceder al 30% de tiempo de funcionamiento sin carga, en el caso que sea necesario, debe de realizar la automatización del equipo en la línea de proceso.
- 6) Apertura de mercados a nivel mundial, para lo cual se debe garantizar la calidad del producto.
- 7) Los periodos de mantenimiento programado de los equipos deben de ser auditados, para verificar su cumplimiento. Se establece dos periodos de mantenimiento general de las instalaciones.
- 8) Capacitación técnica por parte de empresas especializadas a los operarios de los mecanismos de los procesos de la planta.
- 9) Concientización al personal de la empresa, en cuanto a la importancia de mejorar los índices de desempeño energético.
- 10) Uso eficiente de los recursos naturales, fomentando iniciativas de reutilización.

La alta dirección debe asignar durante el año un presupuesto para que la gestión tenga éxitos, lo cual se propone que sea el 5% del costo de la energía eléctrica consumida o el equivalente al 30% del costo del ahorro de la energía eléctrica.

### **Gestor Energético.**

El Gestor Energético, elegido por la alta dirección, realiza la planificación al inicio de un periodo, realizando el reporte de los indicadores energético, para lo cual establece un medio de comunicación, mediante un formato preestablecido, del estado de los equipos y/o maquinarias.

Tabla 8. Formato de cumplimiento de políticas energéticas.

N°	Política Energética	Periodo de Ocurrencia (Mensual - Bimensual-Semestral)	Auditoría (Si - No)	No conformidad (Si - No)	% Cumplimiento
1	Incremento progresivo del valor de la eficiencia energética de la planta procesadora de café hasta alcanzar valores estándares dentro del sector de procesamiento de Café en el Perú y en América latina.	Semestral	SI	NO	100
2	Garantizar la funcionalidad de las máquinas y/o equipos con valores de disponibilidad y confiabilidad de clase mundial, con un área de mantenimiento eficiente dentro de la planta de procesamiento.	Mensual	SI	NO	100
3	Incremento sostenible de la producción, optimizando las operaciones de los procesos, a través de la automatización de los mismos.	Mensual	NO	NO	100
4	La variación de la producción, no necesariamente tiene que ser proporcional a la variación del consumo eléctrico, pero si tiene valores límites, para lo cual se establece un margen de más menos 5%, de la proporcionalidad.	Bimensual	SI	NO	100
5	Los tiempos de funcionamiento de los equipos, no deben exceder al 30% de tiempo de funcionamiento sin carga, en el caso que sea necesario, debe de realizarse la automatización del equipo en la línea de proceso.	Mensual	SI	NO	100
6	Apertura de mercados a nivel mundial, para lo cual se debe garantizar la calidad del producto.	Semestral	NO	NO	100

7	Los periodos de mantenimiento programado de los equipos deben de ser auditados, para verificar su cumplimiento. Se establece dos periodos de mantenimiento general de las instalaciones.	Semestral	SI	NO	100
8	Capacitación técnica por parte de empresas especializadas a los operarios de los mecanismos de los procesos de la planta.	Bimensual	SI	NO	100
9	Concientización al personal de la empresa, en cuanto a la importancia de mejorar los índices de desempeño energético.	Bimensual	SI	NO	100
10	Uso eficiente de los recursos naturales, fomentando iniciativas de reutilización	Mensual	SI	NO	100

Fuente :(Elaboración propia)

## **Planificación Energética.**

El registro de los consumos de energía, y de los indicadores energético, constituyen los elementos para la planificación futura de la operación de cada equipo.

Se realiza la propuesta de la planificación energética en la planta de procesamiento de café con las siguientes etapas:

- 1) Recopilación de información preliminar.
- 2) Revisión de la facturación eléctrica.
- 3) Recorrido de las instalaciones.
- 4) Mediciones de los parámetros de funcionamiento de los equipos.
- 5) Evaluación de los registros obtenidos, teniendo como base la información del fabricante del equipo.
- 6) Identificación de oportunidades de mejora en eficiencia energética.
- 7) Evaluación Técnica Económica.
- 8) Implementación de mejoras.

Se plantea, que el índice de consumo eléctrico, debe incrementar gradualmente entre 5 y 10% anual, para lo cual se debe optimizar los tiempos del procesamiento y la aplicación de la automatización de los mismos.

## **Implementación y Operación.**

La implementación de lo planificado, empieza con la capacitación del personal de la planta, para lo cual se establece dos capacitaciones durante el semestre, en el cual los trabajadores, deben conocer la importancia de cumplir con las políticas energéticas de la empresa, acerca de los valores de producción horaria, así como también de los consumo de energía de cada equipo, mediante la medición del nivel de tensión, intensidad de corriente eléctrica, frecuencia, factor de potencia y niveles de aislamiento.

Las mediciones de éstos parámetros se realizan en periodos de tiempo, de acuerdo al formato establecido.

Tabla 9. Formato de Implementación y Operación.

Motor Eléctrico	Tensión (Voltios)	Intensidad de Corriente Eléctrica (Amperios)	Frecuencia (Hertz)	Factor de Potencia (Cosfi)
Ventilador centrífugo	380	8.45	60	0.9
Elevador de cangilones	380	2.03	60	0.9
Guardiola	380	5.92	60	0.85
Elevador de Cangilones	380	2.03	60	0.9
Equipo Prelimpieza	380	4.23	60	0.9
Despredadora	380	5.41	60	0.9
Piladora	380	59.16	60	0.9
Elevador	380	1.27	60	0.9
Extractores	380	7.61	60	0.9
Gravimétricas	380	3.72	60	0.85
Tornillo Transportador	380	3.04	60	0.9
Extractor de polvo gravimétrico	380	37.18	60	0.9
Faja transportadora	380	1.86	60	0.9
Compresor de aire	380	14.37	60	0.85

Fuente :(Elaboración propia)

### **Verificación.**

Se realiza por parte del gestor energético una auditoría interna a la implementación y operación de los procesos

Tabla 10. Formato de verificación de planes.

N°	Motor Eléctrico	Modificaciones que se realizaron en el Motor	Cantidad	Potencia (Watt)	Potencia Total (Kilowatt)
1	Ventilador centrífugo	Arranque estrella triangulo	1	5000	5
2	Elevador de cangilones 1	Variador de frecuencia	1	1200	1.2
3	Guardiola	Arranque estrella triangulo	1	3500	3.5
4	Elevador de Cangilones 2	Variador de frecuencia	29	1200	34.8
5	Equipo Prelimpieza	Arranque estrella triangulo	1	2500	2.5
6	Despredadora	Arranque estrella triangulo	1	3200	3.2
7	Piladora	Arranque estrella triangulo	1	35000	35
8	Elevador	Variador de frecuencia	1	750	0.75
9	Extractores	Arranque estrella triangulo	3	4500	13.5
10	Gravimétricas	Arranque estrella triangulo	6	2200	13.2
11	Tornillo Transportador	Variador de frecuencia	1	1800	1.8
12	Extractor de polvo gravimétrico	Arranque estrella triangulo	1	22000	22
13	Faja transportadora	Variador de frecuencia	2	1100	2.2
14	Compresor de aire	Arranque estrella triangulo	2	8500	17

Fuente :(Elaboración propia)

### **4.3. Elaborar un plan de actividades bajo la dirección de la norma ISO 50001, que permitan disminuir el consumo de energía eléctrica.**

#### **4.3.1. Optimización del Proceso Productivo.**

La optimización del proceso productivo del procesamiento del café, se realizó en función a los tiempos de funcionamiento de cada uno de los mecanismos del proceso, para lo cual se planteó la automatización de los procesos, en el cuál, exista una secuencia de funcionamiento de los equipos, así como también que el tiempo de éstos se realice, conservando los parámetros del producto final, de esa manera asegurar la calidad del producto terminado.

La automatización de los procesos, se hizo en función a los flujos de la materia que ingresó a cada mecanismo, el tiempo que cada mecanismo requiera, está dado por el envío de información de los sensores que se plantean insertar en cada mecanismo, de acuerdo al proceso que realiza, y con ello modificar los tiempos de funcionamiento del motor eléctrico. Los motores eléctricos son controlados mediante un procesador lógico programable (PLC).

En la figura 20, se muestra el esquema de instalación del PLC (LOGO) en los motores eléctricos.

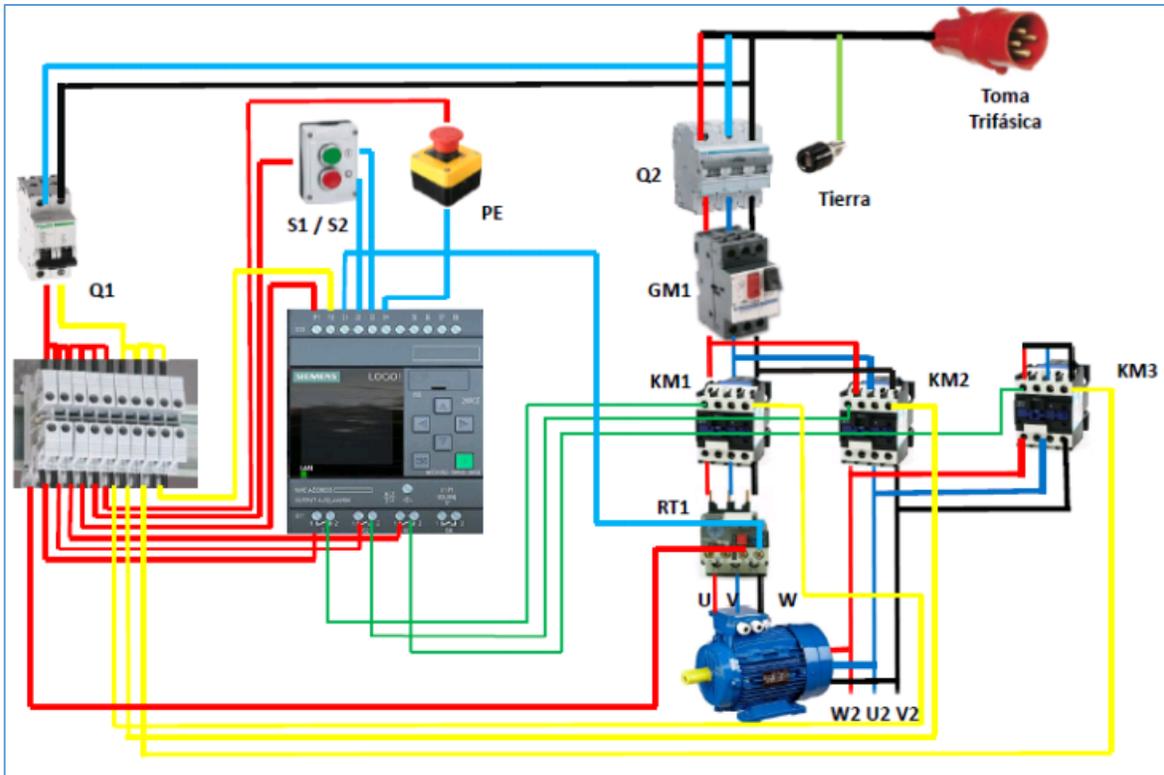


Figura 20. Conexión PLC (LOGO) para control de motores eléctricos.

Fuente: diagrama eléctrico PLC (LOGO).

#### 4.3.2. Funciones del Control de los motores eléctricos.

Las funciones de control de los motores eléctricos son:

- a) Arranque de motores estrella – triángulo.
- b) Variación de velocidad de giro, por variación de frecuencia eléctrica.
- c) Parada del proceso.

En la figura 20 y 21, se muestra para el arranque de los motores estrella triángulo, los circuitos de fuerza y de control respectivamente.

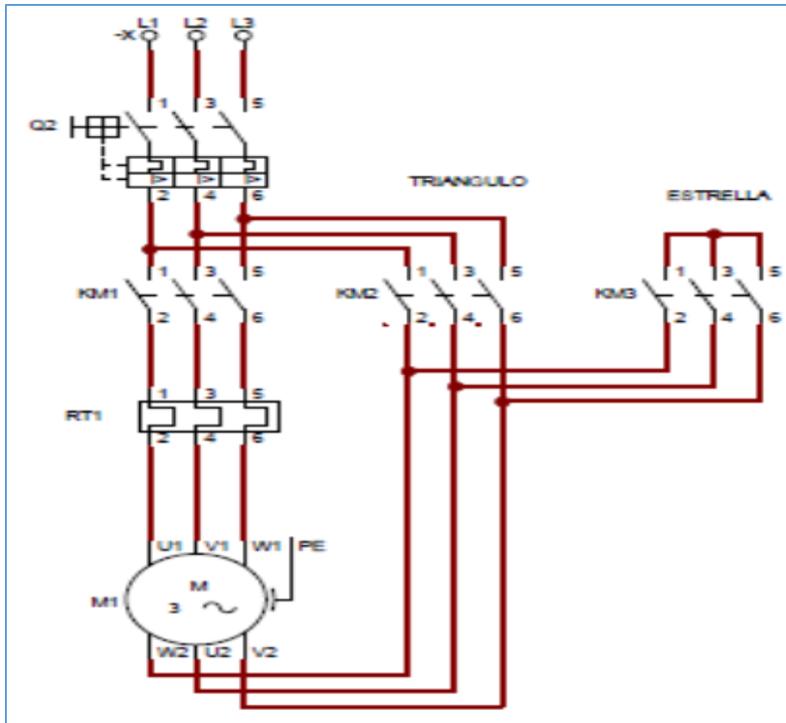


Figura 21. Circuito de Fuerza Arranque Estrella – Triángulo.

Fuente : (Esquema de arranque estrella-triángulo)

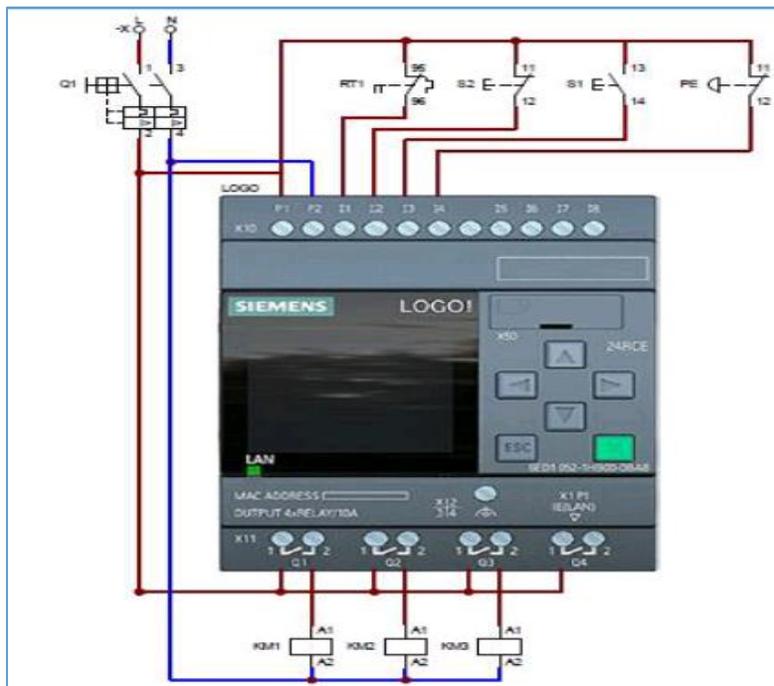


Figura 22. Circuito de Mando de arranque estrella – triángulo.

Fuente : (PLC LOGO)

#### 4.3.3. Propuesta de Automatización de Motores Eléctricos de los mecanismos del procesamiento de café.

En la tabla 11, se muestra la propuesta de instalación para cada motor eléctrico, del sistema de automatización, el cual se hizo en función a la funcionalidad del proceso productivo. Los motores eléctricos que accionan los mecanismos de procesamiento, funcionan en periodos de tiempo, de acuerdo al tiempo de procesamiento en cada uno de ellos. Los motores que accionan los mecanismos de transporte de materia prima, lo realizan a diferentes velocidades.

Tabla 11. Propuesta de Automatización de Motores eléctricos de mecanismo del procesamiento del café.

Área	Equipos	Cantidad	Automatización
Secado	Ventilador centrífugo	1	Arranque estrella triangulo
	Elevador de cangilones	1	Variador de frecuencia
	Guardiola	1	Arranque estrella triangulo
Proceso	Elevador de Cangilones	29	Variador de frecuencia
	Equipo Prelimpieza	1	Arranque estrella triangulo
	Despredadora	1	Arranque estrella triangulo
	Piladora	1	Arranque estrella triangulo
	Elevador	1	Variador de frecuencia
	Extractores	3	Arranque estrella triangulo
	Gravimétricas	6	Arranque estrella triangulo
	Tornillo Transportador	1	Variador de frecuencia
	Extractor de polvo gravimétrico	1	Arranque estrella triangulo
	Faja transportadora	2	Variador de frecuencia
Compresor de aire	2	Arranque estrella triangulo	

Fuente: (Autoría Propia)

#### 4.3.4. Cálculo del Ahorro de energía por Automatización de los Procesos Productivos.

El ahorro de energía eléctrica, con la propuesta de automatización de los motores eléctricos, está en función al tiempo de funcionamiento de éstos. Para el funcionamiento actual del procesamiento del café en un periodo de 8 horas de trabajo, los tiempos de funcionamiento, y el consumo de energía eléctrica, se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Energía actual consumida por día (KW-h) en área de secado y proceso.

Área	Equipos	Cantidad	Potencia (Watt)	Potencia Total (Kilowatt)	Tiempo (Horas)	Energía Consumida (KW-h)
Secado	Ventilador centrífugo	1	5000	5	6.5	32.5
	Elevador de cangilones	1	1200	1.2	5.3	6.4
	Guardiola	1	3500	3.5	4.5	15.8
Proceso	Elevador de Cangilones	29	1200	34.8	6.5	226.2
	Equipo Pre limpieza	1	2500	2.5	2.5	6.3
	Despredadora	1	3200	3.2	5.6	17.9
	Piladora	1	35000	35	6.5	227.5
	Elevador	1	750	0.75	4.5	3.4
	Extractores	3	4500	13.5	4.5	60.8
	Gravimétricas	6	2200	13.2	4.5	59.4
	Tornillo Transportador	1	1800	1.8	5.6	10.1
	Extractor de polvo gravimétrico	1	22000	22	4.5	99.0
	Faja transportadora	2	1100	2.2	6.5	14.3
	Compresor de aire	2	8500	17	6.5	110.5

Fuente: (Área Administrativa de planta de Café, Jaén, 2019)

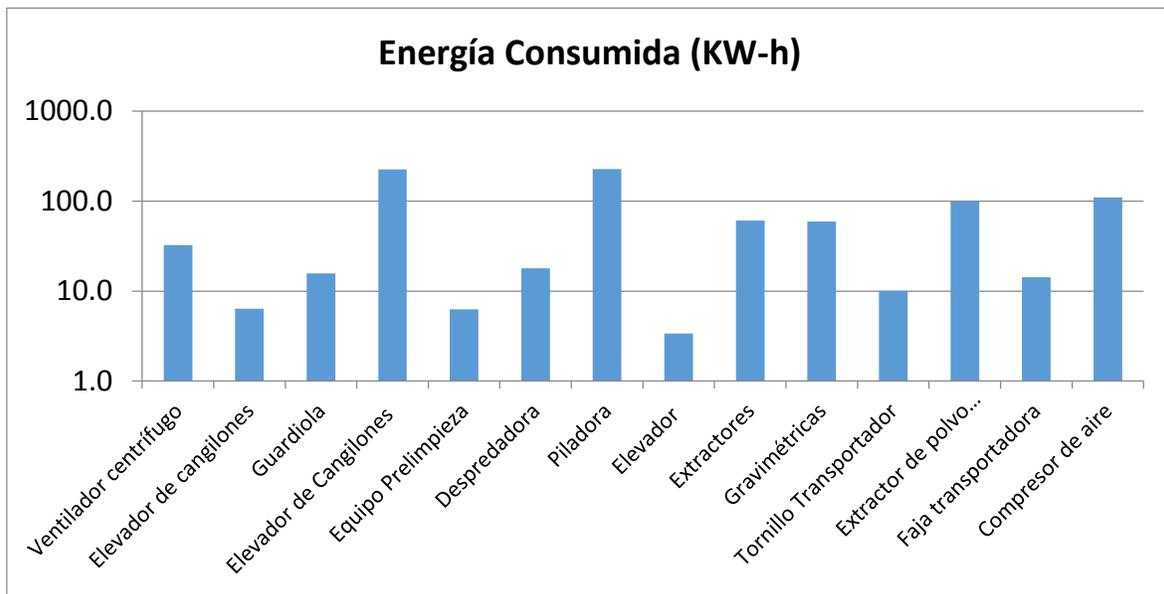


Figura 23. Consumo actual de energía eléctrica (KW-h) de las mayores cargas en el periodo de un día.

Fuente : (Elaboración propia)

En la figura 23, se evidenció que el mayor consumidor de energía eléctrica los constituye los elevadores de cangilones y la piladora de café; en éstos motores eléctricos se plantea la implementación de los variadores de frecuencia y de los arranques estrella triángulo, a fin de disminuir los tiempos de funcionamiento de los motores eléctricos. El arranque estrella triángulo disminuye la intensidad nominal al momento del arranque de los motores. Los variadores de frecuencia, varían la velocidad del giro del motor eléctrico, en función a la variación de la frecuencia eléctrica, desde valores de 60 Hz hasta 10 Hz.

Para el caso de la propuesta de instalación de los sistemas de arranque estrella triángulo, éste reduce la intensidad de corriente nominal cada vez que el motor entra en funcionamiento en el proceso, a diferencia del funcionamiento actual, en el cual el motor eléctrico funciona, pero sin carga en el mecanismo del proceso del café. En la tabla 13, se muestra la energía que se consumen al instalar el arranque estrella triángulo en los motores eléctricos, el número de arranques de los motores eléctricos y los tiempos de funcionamiento de éstos, para el periodo de 8 horas de trabajo en un día.

Tabla 13. Energía consumida de motores eléctricos con arranque estrella triángulo.

Área	Equipos	Cantidad	Potencia (Watt)	Potencia Total (Kilowatt)	Número de arranques	Tiempo (Horas)	Energía Consumida (KW-h)
Secado	Ventilador centrífugo	1	5000	5	10.0	3.5	17.5
	Guardiola	1	3500	3.5	8.0	2.5	8.75
Proceso	Equipo Prelimpieza	1	2500	2.5	16.0	1.5	3.75
	Despredadora	1	3200	3.2	8.0	3.5	11.2
	Piladora	1	35000	35	8.0	3.5	122.5
	Extractores	3	4500	13.5	16.0	2.5	33.75
	Gravimétricas	6	2200	13.2	8.0	3.5	46.2
	Extractor de polvo gravimétrico	1	22000	22	8.0	3.5	77
	Compresor de aire	2	8500	17	16.0	3.5	59.5

Fuente :(Elaboración propia)

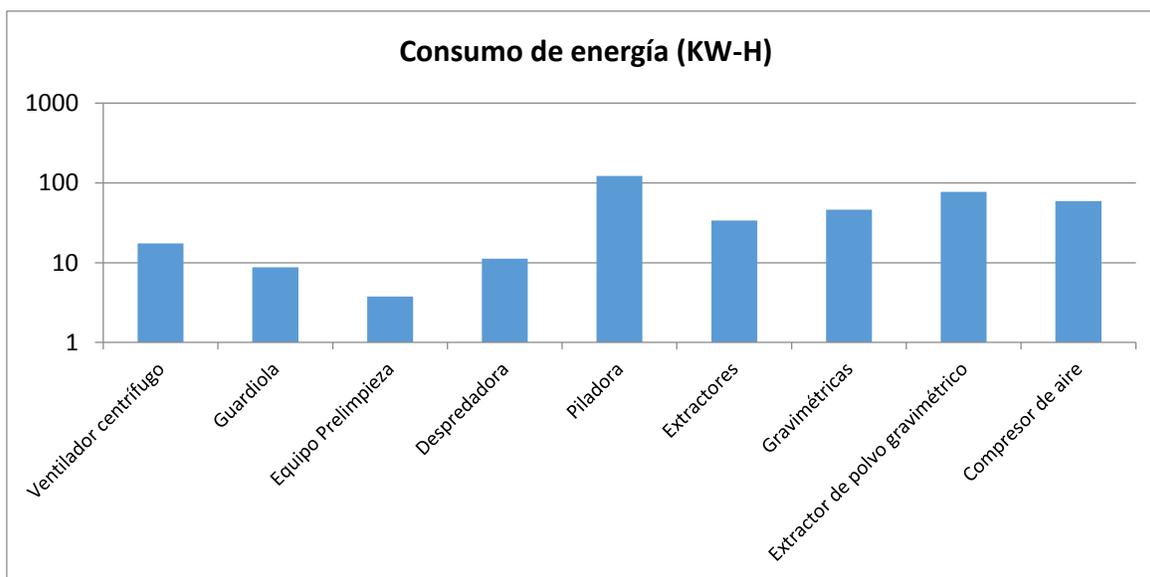


Figura 24. Energía consumida (Kw-h) en un día, utilizando sistema eléctrico de arranque estrella triángulo.

Fuente :(Elaboración propia)

Se realizó la comparación entre el consumo de energía eléctrica al instalar el sistema de arranque estrella triángulo y el consumo de energía eléctrica actual. El ahorro de energía eléctrica, para un periodo de 8 horas al día, dichos resultados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Comparación de consumo de energía eléctrica actual y con sistema de arranque estrella triángulo.

Área	Equipos	Energía Consumida (KW-h)		Ahorro de energía (KW-h)
		Actual	Con arranque estrella triángulo	
Secado	Ventilador centrífugo	32.5	17.5	15.0
	Guardiola	15.8	8.75	7.0
Proceso	Equipo Prelimpieza	6.3	3.75	2.5
	Despredadora	17.9	11.2	6.7
	Piladora	227.5	122.5	105.0
	Extractores	60.8	33.75	27.0
	Gravimétricas	59.4	46.2	13.2
	Extractor de polvo gravimétrico	99.0	77	22.0
	Compresor de aire	110.5	59.5	51.0
Total (KW-H) /Día		629.6	380.2	249.4

Fuente :(Elaboración propia)

De la tabla 14, se calculó que el ahorro de energía eléctrica en un día de trabajo de 8 horas en las dos áreas de procesamiento de café, área de secado y área de proceso, al utilizar el sistema de arranque de estrella triángulo de los motores eléctricos es de 249.4 KW-h al día.

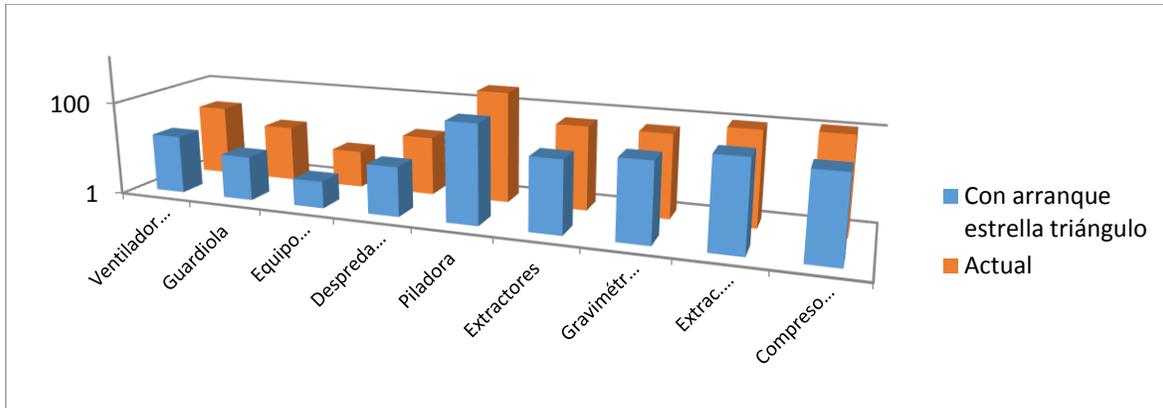


Figura 25. Comparación de consumo de energía eléctrica actual y con sistema de arranque estrella triángulo.

Fuente : (Elaboración propia)

Así mismo, se hizo el análisis comparativo del consumo de energía eléctrica, de los motores eléctricos, a los cuales se hizo la propuesta de instalación de variadores de frecuencia. Los mecanismos que accionan éstos motores eléctricos, son para el transporte del material, en el cual con la variación de la frecuencia eléctrica se varía la velocidad de giro del motor, siendo la relación:

$$RPM = \frac{60 f}{N}$$

Dónde:

RPM: Velocidad de giro del motor, en revoluciones por minuto.

f: Frecuencia eléctrica, en Hertz.

N: Número de par de polos del motor eléctrico.

En la tabla 15, se tiene el cálculo del consumo de energía eléctrica de los motores eléctricos de los mecanismos de transporte de material en las dos áreas del procesamiento del café, a los cuales se hizo la propuesta de instalación de variadores de frecuencia.

Tabla 15. Energía consumida de motores eléctricos con variador de frecuencia.

Área	Equipos	Cantidad	Potencia (Watt)	Potencia Total (Kilowatt)	Tiempo (Horas)	Energía Consumida (KW-h)
Secado	Elevador de cangilones	1	1200	1.2	3.5	4.2
Proceso	Elevador de Cangilones	29	1200	34.8	3.5	121.8
	Elevador	1	750	0.75	2.5	1.9
	Tornillo Transportador	1	1800	1.8	3.5	6.3
	Faja transportadora	2	1100	2.2	3.5	7.7

Fuente :(Elaboración propia)

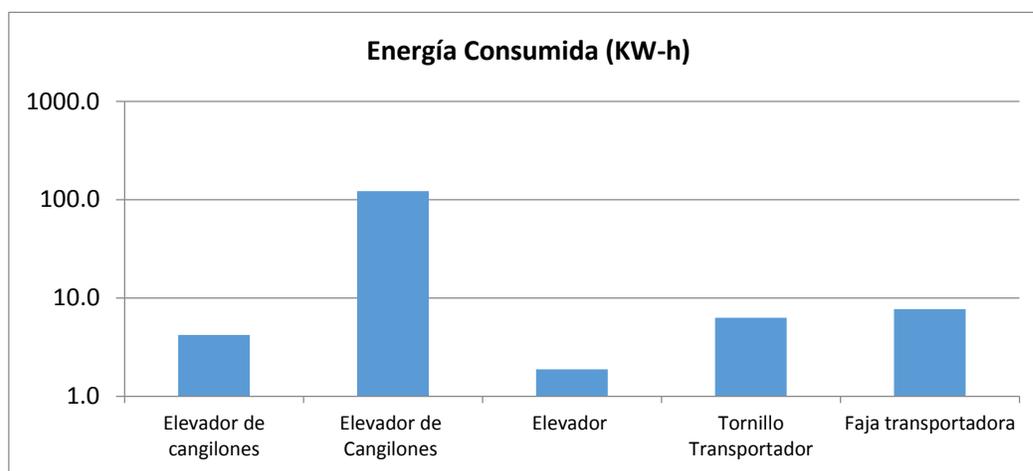


Figura 26. Energía consumida (Kw-h) en un día, utilizando variadores de velocidad.

Fuente :(Elaboración propia)

Se realizó la comparación entre el consumo de energía eléctrica al instalar los variadores de velocidad y el consumo de energía eléctrica actual. El ahorro de energía eléctrica, para un periodo de 8 horas al día, dichos resultados se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Comparación de consumo de energía eléctrica actual y con variadores de velocidad.

Área	Equipos	Energía Consumida (KW-h)		Ahorro de energía (KW-h)
		Actual	Con Variador de velocidad	
Secado	Elevador de cangilones	6.36	4.2	2.2
Proceso	Elevador de Cangilones	226.2	121.8	104.4
	Elevador	3.375	1.9	1.5
	Tornillo Transportador	10.08	6.3	3.8
	Faja transportadora	14.3	7.7	6.6
Total (KW-H)		260.315	141.875	118.44

Fuente :(Elaboración propia)

De la tabla 16, se calculó que el ahorro de energía eléctrica en un día de trabajo de 8 horas en las dos áreas de procesamiento de café, área de secado y área de proceso, al utilizar los variadores de velocidad en los motores eléctricos es de 118.44 KW-h al día.

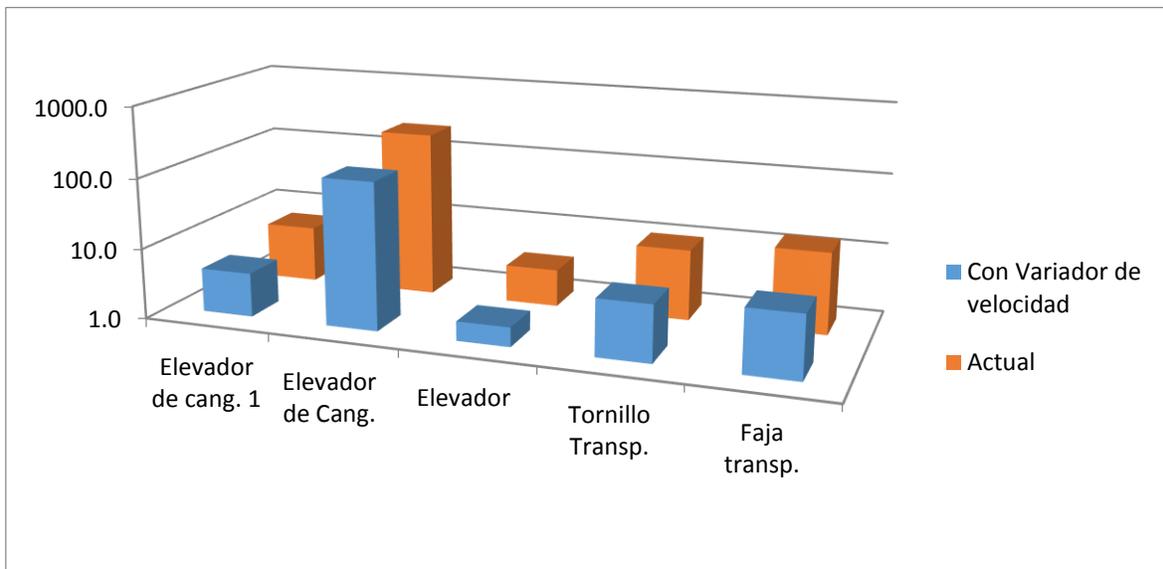


Figura 27. Comparación de consumo de energía eléctrica actual y con implementación de variadores de velocidad.

Fuente :(Elaboración propia)

**4.4. Realizar la evaluación económica y financiera del proyecto, utilizando indicadores tales como VAN, TIR y B/C.**

**4.4.1 Inversión Inicial de la Propuesta.**

La inversión inicial de la propuesta, se detalla en la tabla 17, el cual asciende a un valor de 19260 Soles.

Tabla 17. Inversión Inicial.

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Implementación de la Norma ISO 50001					
1	Gestor Energético	Sueldo	1	1800	1800
2	Generación de Formatos	Unidad	1	400	400
<b>Subtotal 1</b>					<b>2200</b>
Capacitación de Personal					
3	Curso de capacitación norma ISO 50001, 20 Horas	Unidad	4	250	1000
<b>Subtotal 2</b>					<b>1000</b>
Equipamiento					
4	PLC LOGO 1	Unidad	2	1250	2500
5	PLC LOGO 2	Unidad	2	1250	2500
6	Contactores 380 V. 5 KW	Unidad	2	670	350
7	Contactores 380 V. 3.5 KW	Unidad	2	890	350
8	Contactores 380 V. 2.5 KW	Unidad	2	560	350
9	Contactores 380 V. 3.2 KW	Unidad	4	930	350
10	Contactores 380 V. 4.5 KW	Unidad	1	340	350
11	Contactores 380 V. 6KW	Unidad	6	420	350
12	Contactores 380 V. 22 KW	Unidad	1	540	540
13	Contactores 380 V. 8.5 KW	Unidad	1	420	420
14	variadores de frecuencia CV50-015-4F, 1.5 KW	Unidad	1	1200	1200
15	variadores de frecuencia CV50-015-4F, 1.8 KW	Unidad	4	1400	5600
16	variadores de frecuencia CV50-015-4F, 1.1 KW	Unidad	1	1200	1200
<b>Subtotal 2</b>					<b>16060</b>
<b>TOTAL (S/.)</b>					<b>19260</b>

Fuente :(Elaboración propia)

#### 4.4.2 Ingresos del proyecto.

Los ingresos del proyecto están dados por el ahorro en el consumo de energía eléctrica, por la instalación de los sistemas de arranque estrella triángulo y de los variadores de frecuencia.

Tabla 18. Ingresos estimados del Proyecto.

Ahorro	Ahorro de Energía Día (KW-H)	Ahorro de Energía Mes (KW-H)	Costo Promedio de Energía Eléctrica (S/ KW-H)	Ahorro Mensual (S/.)
Motores con sistema de arranque de motores estrella triángulo	249.4	5985.6	0.43	2573.8
Motores con variadores de velocidad	118.44	2842.56	0.43	1222.3
Total, S/.				3796.1

Fuente :(Elaboración propia)

#### 4.4.3 Egresos del proyecto.

##### Costo de Mantenimiento.

Para el costo del mantenimiento preventivo, que consiste en limpieza, verificación, ajuste de todos los accesorios, entre otros, representan el 1% mensual del costo de la inversión del proyecto, es decir  $0.01 * 19260 = 192.6$  Soles.

#### 4.4.4 Flujo de caja del proyecto.

Se realiza con todos los ingresos, egresos e inversión inicial del proyecto, se analiza en el tiempo de 12 meses, debido a que es un proyecto de corto plazo.

Tabla 19. Flujo de Caja de Proyecto.

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión Inicial (S/.)	19260												
Ingresos (S/.)		3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796
Egresos (S/.)		193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193
Utilidad: Ingresos -Egresos (S/.)		3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604

Fuente :(Elaboración propia)

#### 4.4.5 Análisis con indicadores económicos.

##### Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos y egresos anuales, llevándolos al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 2.5% mensual, que es la tasa de interés para proyectos de inversión del sector privado a corto plazo.

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * [(1 + i) ] ^n - 1}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

Ia: Utilidad actualizada al mes cero

In: Utilidad Mensual (Ingresos – Egresos): S/. 3604

i: Tasa de Interés: 2.5% mensual.

n: Número de meses: 12

Reemplazando valores, para lo cual utilizamos el comando VNA, del Software Microsoft Excel.

Tabla 20. Cálculo del Valor Actual Neto.

Mes	0	1	2	3	8	9	10	11	12	
Inversión Inicial (S/.)	19260									
Ingresos (S/.)		3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	
Egresos (S/.)		193	193	193	193	193	193	193	193	
Utilidad: Ingresos - Egresos (S/.)		3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	S/. 36,963.94
										VNA(0.025,E8:P8)

Fuente :(Elaboración propia)

Se obtiene: Ia = S/. 36963.94

Por lo tanto, el valor actual neto es la diferencia entre la utilidad actualizada del proyecto (Ia) y el valor de la inversión: 36963.94– 19260 =. S/. 17703.94

### Tasa Interna de Retorno

Para el cálculo de la tasa interna de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar son igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR) ] ^n - 1}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/. 19260

Ia: S/. 3604 de Utilidades Mensuales

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de Meses. 12

Tabla 21. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno.

Mes	0	1	2	3	8	9	10	11	12	
Inversión Inicial (S/.)	19260									
Ingresos (S/.)		3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	3796	
Egresos (S/.)		193	193	193	193	193	193	193	193	
Utilidad: Ingresos - Egresos (S/.)	-19260	3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	3604	15.3%
										TIR(D8:P8)

Fuente :(Elaboración propia)

Reemplazando valores, o utilizando el software Microsoft Excel, se determina el valor del TIR, siendo éste igual a 15.3% Mensual, que representa un valor superior a la tasa de interés mensual de 2.5 para proyectos de inversión a corto plazo

### Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo está dado por:

B/C = Utilidades Actualizadas al mes 0 / Inversión inicial del Proyecto

Reemplazando valores: 36963.94/19260, es de 1.91.

## **V. DISCUSIÓN.**

La propuesta que se hizo de la implementación de la Norma ISO 50001, en las instalaciones de la Planta de Café en la Ciudad de Jaén, reducen significativamente el consumo de energía eléctrica, debido a aspectos de organización de la gestión de la energía y de la implementación de equipamiento que automatiza el funcionamiento de los motores eléctricos de los mecanismos del procesamiento del café. Esta reducción del consumo de energía eléctrica es del valor de 8828.16 KW-h al mes.

Las políticas que la empresa determinó para los fines energéticos, no solamente tienen como objetivo la disminución del consumo de energía, sino abarcan aspecto a corto y mediano plazo, a fin de que el uso de la energía se realice de manera eficiente, lo cual contribuye a que el producto procesado cumpla los requisitos a que pueda ingresar a mercados en donde se requiere que los productos procesados tengan certificados de calidad y de aspectos ambientales.

El incremento progresivo del valor de la eficiencia energética de la planta procesadora, desde valores actuales que oscilan entre el 60 y 70% de eficiencia, hasta valores del 85 y 90% de eficiencia de índole eléctrico. Estos valores comparados con eficiencias de los sistemas eléctricos de plantas procesadoras a nivel nacional e internacional, se logró con la propuesta de implementación de automatizar los procesos de la planta de café.

En cuanto a la disponibilidad de los motores eléctricos de las áreas de secado y proceso del café, estos están dentro de la clasificación de clase mundial, con valores de disponibilidad superiores al 82%. Los valores de los niveles de producción, que dependen directamente de la capacidad de procesamiento de la planta, se incrementan en función a los tiempos de procesamiento del café.

Con la propuesta de automatizar el funcionamiento de los equipos, se evidenció que éstos no superan al 30% del tiempo de funcionamiento del equipo sin carga. Es decir que, automatizando los equipos, se reduce a cero el tiempo de funcionamiento sin carga de los mecanismos del proceso, debido a que se interrumpe el suministro de energía eléctrica a los motores eléctricos, y se varía la velocidad de giro de éstos.

En cuanto a los niveles de capacitación, la propuesta de realizar 4 cursos de capacitación durante el año, cada curso con una duración de 20 horas académicas, y los cuales son complementadas con actividades reales en la planta procesadora de café, garantizan no solo el conocimiento de los consumos de energía eléctrica en cada mecanismo, sino también se asume un grado de concientización de los operarios de la planta.

La organización de la empresa para fines de la gestión de la energía, es uno de los pilares que establece la norma ISO 50001, por lo cual el involucramiento de todas las áreas de la empresa es vital, a la hora de la toma de las decisiones. La presencia del gestor energético en todas las labores de planificación, ejecución y verificación del cumplimiento de la norma, garantizan que se tenga éxito en el planteamiento de reducción del consumo de energía eléctrica de los motores eléctricos del procesamiento del café.

El índice de consumo eléctrico tiene valores diferentes, es decir que no se tiene un consumo de energía eléctrica uniforme en los meses del año 2019. Los meses de enero y febrero no se analizan debido a que la planta no realizó labores debido a la producción de café de dichos meses. Sin embargo, se observa que en los meses de abril, mayo y octubre el índice de consumo eléctrico tuvo valores bajos, es decir que se utilizó menor cantidad de energía eléctrica por cada tonelada de producto final.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la planta procesadora de café, y se evidenció a través de los registros de consumo de energía eléctrica y de los niveles de producción que varían a lo largo de los meses de año. Los meses de abril, mayo y octubre el índice de consumo eléctrico tuvo valores bajos, es decir que se utilizó menor cantidad de energía eléctrica por cada tonelada de producto final, en comparación con los demás meses del año. Los valores del índice de consumo eléctrico más alto que se obtuvo fueron de 0.4 KW-H/TM, y el menor valor fue de 0.19 KW-H/TM.
- Se plantearon 10 políticas energéticas y 8 planes energéticos, designándose al gestor energético como responsable de la planificación, ejecución y verificación de las política y planes energéticos. Se generaron formatos para la evaluación de los mismos.
- Se elaboró un plan de actividades, los cuales consistieron en la optimización de los procesos productivos, disminuyendo los tiempos de funcionamiento de los motores eléctricos. Esta optimización se realizó implementando la automatización del funcionamiento de los motores eléctricos de los procesos.
- Se realizó la evaluación económica del proyecto, y se obtuvo un valor actual neto del proyecto de S/ 17703.94, para el periodo de 12 meses, identificado como proyecto de corto plazo. La tasa interna de retorno calculada fue de 15.3%, y la relación beneficio costo de 1.91, indicadores que hacen factible la ejecución de dicha propuesta.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- Realizar el análisis del flujo másico en el proceso productivo del café, a fin de verificar si el dimensionamiento de los mecanismos está dentro del rango de potencia instalada.
- Adicionar en el proceso productivo mecanismos que realicen la retroalimentación del proceso, debido a que el café procesado requiere de características de calidad muy exigentes, si se quiere que el café procesado ingrese a mercados Europeos y Asiáticos.
- Mejorar los niveles de comunicación entre las áreas de la empresa, a fin de que las ocurrencias que suceden en el plano energético, sean conocidas por las áreas involucradas, dentro del tiempo esperado.
- Se recomienda ejecutar el proyecto porque es rentable.

## REFERENCIAS

- IEDS. Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable, Argentina, Buenos Aires – Argentina, 2016, 33pp.
- IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2016, 45pp.
- PROMPERÚ. Consumo Per cápita de energía en países desarrollados. Lima, Perú, 2013, 43pp.
- LÓPEZ, W. Producción de Café para exportación en el Brasil. Rio de Janeiro, Brasil 2014, 32pp-
- AIE. Agencia Internacional de la Energía. Producción de energía para el sector industrial, 2016, 54pp.
- OLADE. Organización Latinoamericana de la energía. Proyecciones del consumo de energía en el sector industrial en países de América Latina. Quito – Ecuador, 2017, 43pp.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. Consumo de energía en la agroindustria. Perú, 2017, 33pp.
- OSINERGMIN. Gerencia de Regulación Tarifaria. Distribución del consumo de energía en el Perú. 2015, 44pp.
- TALLA, R. ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú, 2015, 78pp.
- PEREZ, E. modelo de gestión y eficiencia en los procesos energéticos para plantas industriales de la región Ancash. Universidad Nacional del Santa, 2014, 99pp.
- TAPIA, I. reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, 2017, 67pp.
- SALINAS, E. Análisis de oportunidades de eficiencia energética en la industria mediante la aplicación de nuevas tecnologías. Universidad Nacional Autónoma de México, 2013, 68pp.

ANEXOS

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE:</b>  GESTION ENERGETICA BAJO LA NORMA ISO 50001	La gestión energética mejora la competitividad de la empresa, para reducir sus gastos y mejorar sus balances. No se trata de un coste sino de un ahorro. Se define como un estudio integro que analiza la situación actual del consumo energético e implanta sistemas de control de la energía.	Se mide en función a lo estipulado en la normativa ISO 50001. El cual, mediante un procedimiento determinado, optimiza el uso de la energía en sus diferentes formas.	Consumo de energía.  Costo de la energía.  Producción.	KW-H  Soles  toneladas
<b>DEPENDIENTE:</b>  EVALUAR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN UNA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ EN JAEN	Es la variación de la cantidad de la energía que consume los diferentes mecanismos que forman parte del proceso de la transformación del café.	Es la medición de los parámetros eléctricos, en lo que respecta a los a las potencias que consume en un determinado tiempo.	Máxima demanda.  Tiempo de funcionamiento.  Factor de carga.	KW  Horas  %

Anexo 4. Instrumento de recolección de datos

GUÍA DE OBSERVACIÓN 1

FORMATO DE VERIFICADOR DE GESTOR ENERGÉTICO

Instrucciones: Realice el llenado de información detallada del estado de cada equipo del proceso productivo de café.

N°	Equipo	Potencia	Consumo de energía (KW-H)	Capacidad de Producción (Toneladas/Hora)	% en comparación al periodo anterior en cuanto a	
					Consumo de energía	Capacidad de Producción
1						
2						
3						
4						
5						
6						

## GUÍA DE OBSERVACIÓN 2

### FORMATO DE VERIFICADOR DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS

Instrucciones: Realice la verificación del cumplimiento de las políticas energéticas de la empresa procesadora de café

Política Energética	Periodo de Ocurrencia (Mensual - Bimensual- Semestral)	Auditoría (Si - No)	No conformidad (Si - No)	Observaciones	Oportunidades de Mejora	% Cumplimiento
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						