



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CONSUMO ELÉCTRICO PARA  
INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN MOLINO DON JULIO,  
LAMBAYEQUE 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO ELÉCTICISTA**

**AUTOR:**

**DENIS VALERIN CARO**

**ASESOR:**

**MG. DECIDERIO ENRIQUE DÍAZ RUBIO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

**CHICLAYO-PERÚ**

**2018**



ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 17:00 horas del día 14 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N°3039-2018-UCV-CH -2018-UCV-CH, de fecha 10 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CONSUMO ELÉCTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN MOLINO DON JULIO LAMBAYEQUE 2018**, presentado por el(la) (los) bachiller VALERIN CARO DENIS con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Dávila Hurtado Fredy  
Secretario : Ing. Celada Padilla James Skinner  
Vocal : Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 17:40 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 14 de diciembre de 2018

Ing. Dávila Hurtado Fredy  
Presidente

Ing. Celada Padilla James Skinner  
Secretario

Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo  
Vocal

## DEDICATORIA

A dios por acompañarme  
Con sus bendiciones durante  
Toda mi vida, a mi familia, hermanos  
Por ser pilares fundamentales en mi vida.

### **A mi madre:**

A mi madre en el lugar donde se  
encuentre, gracias por enseñarme que  
todo en la vida es posible y por el amor  
que siempre nos entregó a todos sus  
hijos.

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera darle las gracias profunda e infinitamente a Dios por permitirme Alcanzar esta meta importante en mi vida, a mi padre y hermanos por el apoyo moral, los consejos de aliento para seguir luchando siempre, ha nuestra Alma mater que durante estos años ha sido nuestro segundo hogar donde he compartido conocimientos y experiencias.

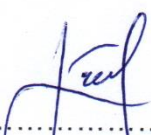
## DECLARATORIA DE AUTENCIDAD

Yo, DENIS VALERIN CARO, con DNI N° 45843893, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar VALLEJO, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que acompaño que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 30 de enero del 2019.

  
.....  
DENIS VALERIN CARO  
DNI N° 45843893

## PRESENTACIÓN

Ante ustedes señores miembros del jurado la presente tesis que conlleva por título: “ANALISIS DEL INDICE DE CONSUMO ELECTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN MOLINO DON JULIO, LAMBAYEQUE 2018”

El trabajo de investigación tiene como objeto de analizar los consumos eléctricos de los diferentes dispositivos del proceso productivo y relacionarlos con la eficiencia de la planta molinera de arroz, ésta eficiencia es posible incrementarla a medida que se establezcan acciones, metas, auditorías y planes dentro de un periodo determinado.

El índice de consumo eléctrico tiene relación directa con la eficiencia de la planta, y la tendencia será a disminuir, para que de esa manera el consumo de energía eléctrica sea menor, y también sea menor los tiempos de cada uno de los procesos productivos.

Actualmente, las instalaciones industriales son evaluadas de acuerdo a indicadores de consumo de energía y de producción, con valores mínimos, que garanticen la operatividad de los procesos, lo cual es posible con valores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad que sean superiores al mínimo establecido en las normas de consumo eléctrico.

## GENERALIDADES

### Título

**“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CONSUMO ELÉCTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN MOLINO DON JULIO, LAMBAYEQUE 2018”**

### Autor

Br. Valerin Caro Denis

### Asesor

Mg. Desiderio Enrique Díaz Rubio

### Tipo de investigación

- Tipo de investigación: No Experimental
- Diseño de investigación: No Experimental

### Línea de investigación

Generación y Transmisión y Distribución

### Localidad:

Chiclayo, Perú

### Duración de la investigación:

Fecha de inicio : 12 de marzo del 2018

Fecha de culminación : 13 de agosto del 2018

## INDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
GENERALIDADES.....	VII
INDICE.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Realidad problemática:.....	12
1.2.Trabajos previos. ....	19
1.3.Teorías relacionadas al Tema.....	22
1.3.1.Energía eléctrica.....	22
1.3.2.La energía eléctrica en el Perú.....	22
1.3.3.Calidad y eficiencia energética,.....	27
1.3.4. Indicadores eléctricos.....	30
1.4 Formulación del Problema.....	34
1.5. Justificación del Estudio.....	34
1.6. HIPÓTESIS.....	36
1.7. OBJETIVOS.....	36
1.7.1. Objetivo General.....	36
1.7.2. Objetivos Específicos.....	36
2. METODO.....	37
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
2.2. VARIABLES OPERACIONALIZACIÓN.....	37
2.2.2. Cuadro de Variables.....	38
2.3. Población y Muestra.....	39
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	41
2.4.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	41



2.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	41
2.4.3 Validez y confiabilidad .....	41
2.5    Métodos de análisis de datos.....	41
2.6    Aspectos éticos.....	42
III. RESULTADOS.....	42
3.1. Determinar el índice de consumo eléctrico actual en el Molino, identificando los valores máximos y mínimos.....	42
3.1.1. Consumo de Energía Eléctrica. ....	42
3.5.2. Ingresos del Proyecto. ....	81
3.5.3. Flujo de caja del Proyecto.....	81
3.5.4. Análisis con indicadores económicos. ....	82
IV. DISCUSIÓN.....	85
V. CONCLUSIONES.....	87
VI. RECOMENDACIONES.....	88
ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	89
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE TESIS.....	90
TURNITIM.....	

**¡Error! Marcador no definido.**

## RESUMEN

La presente investigación denominada ANALISIS DEL INDICE DE CONSUMO ELECTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN MOLINO DON JULIO, LAMBAYEQUE 2018, enmarcada en la política de ahorro de energía eléctrica, busca minimizar los consumos de energía para una determinada producción, para lo cual cada dispositivo consume energía de acuerdo a la carga que acciona y en los tiempos que procesa el arroz, que finalmente se traduce en la eficiencia de la planta.

El estudio se inicia describiendo los índices de consumo eléctrico actual, en el cual con información histórica de consumo de energía eléctrica y de producción, se logrará determinar los puntos en donde se concentra la mayor intensidad de consumo de energía eléctrica, debido al dimensionamiento de los dispositivos como también de los tiempos de operación de éstos; encontrándose que a menor porcentaje de plena carga la eficiencia tiende a disminuir.

Con la determinación de los puntos de mayor consumo, se realizan mediciones eléctricas, con el fin de analizar los parámetros de funcionamiento y compararlo con los dados por el fabricante, utilizando las teorías científicas que describen la variabilidad de cada uno de los parámetros y su implicancia en la diferencia entre el valor medido y el valor nominal. Se plantean modificaciones y/o reemplazos en los mecanismos a fin de determinar un nuevo índice de consumo eléctrico, que maximice la eficiencia de la planta y por ende disminuya los consumos de energía eléctrica y los costos de producción.

Finalmente, se realiza una evaluación económica de la propuesta, a fin de determinar la viabilidad de la misma, utilizando indicadores económicos como son la Tasa Interna de Retorno, el Valor Actual Neto y la relación beneficio costo.

Palabras Claves: Índice de Consumo Eléctrico, Eficiencia, Porcentaje de Plena Carga.

## **ABSTRACT**

The present investigation called ANALYSIS OF THE INDEX OF ELECTRICAL CONSUMPTION TO INCREASE THE EFFICIENCY IN MOLINO DON JULIO, LAMBAYEQUE 2018, framed in the policy of electric energy saving, seeks to minimize the energy consumption for a certain production, for which each device consumes energy according to the load that it drives and in the times processed by the rice, which finally translates into the efficiency of the plant.

The study begins by describing the current electrical consumption indices, in which with historical information on electricity consumption and production, it will be possible to determine the points where the greatest intensity of electric power consumption is concentrated, due to the sizing of the devices as well as the operation times of these; finding that at a lower percentage of full load the efficiency tends to decrease.

With the determination of the points of greatest consumption, electrical measurements are made, in order to analyze the operating parameters and compare them with those given by the manufacturer, using the scientific theories that describe the variability of each of the parameters and their implications in the difference between the measured value and the nominal value. Modifications and / or replacements are proposed in the mechanisms in order to determine a new index of electrical consumption, which maximizes the efficiency of the plant and therefore decreases the consumption of electric power and production costs.

Finally, an economic evaluation of the proposal is carried out, in order to determine the viability of the proposal, using economic indicators such as the Internal Rate of Return, the Net Present Value and the benefit-cost ratio.

**Key Words:** Electric Consumption Index, Efficiency, Percentage of Full Load.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática:

#### **A nivel internacional.**

Uno de los mayores y gran problema que tiene todo sistema eléctrico, es que no tiene la capacidad para almacenar la energía eléctrica que se genera, por lo tanto la producción de energía eléctrica tiene que ser de acuerdo a la demanda de los consumidores en un momento dado. (Martínez, 2011, p.8).

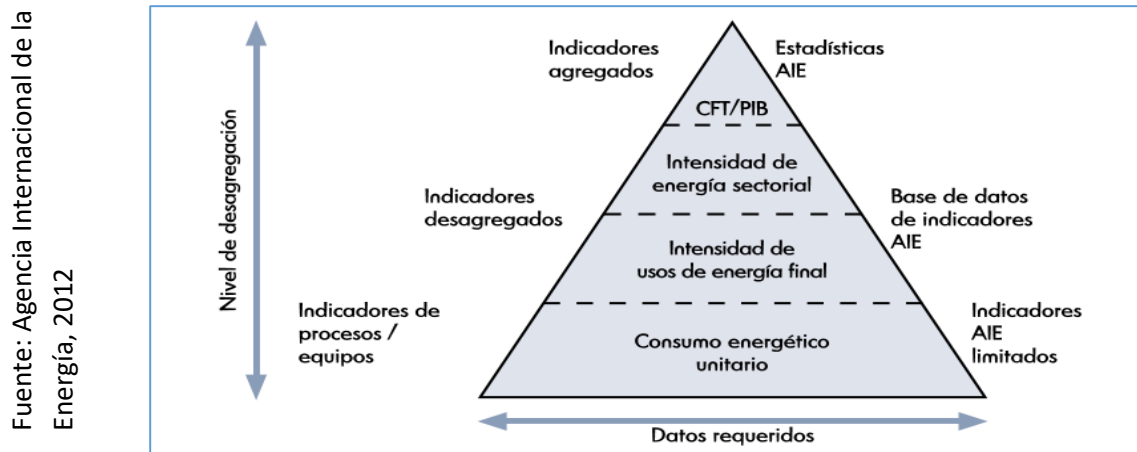
En España, en mayo 2016, las PyMEs industriales consumieron 54.261MW/h. En tanto, el consumo acumulado, a lo largo del año ha sido de 348.666MW/h. Comparando con el mismo mes de 2015, la actividad registra una caída de menos tres por ciento, mientras que si comparamos tanto el acumulado al mes de mayo como la variación intermensual, se observan caídas de -1,8 por ciento y -0,8 por Ciento respectivamente. (Índice De Consumo Eléctrico de las Pymes Industriales, 2016)

“La eficiencia energética tiene el potencial excepcional de contribuir a largo plazo simultáneamente a la seguridad energética, al crecimiento económico, e incluso a una mejora de la salud y el bienestar” (Agencia Internacional de la Energía, 2012).

La eficiencia energética constituye una creciente prioridad en las políticas de numerosos países alrededor del mundo. Es ampliamente reconocida como el medio más económico y de fácil acceso para tratar diversos problemas relacionados con la energía, incluyendo la seguridad energética, los impactos sociales y económicos del alza en los precios, y retos relacionados con el cambio climático. Asimismo, la eficiencia energética aumenta la competitividad y promueve el bienestar de los consumidores. (Agencia Internacional de la Energía, 2012).

“Los indicadores energéticos son una herramienta importante para analizar interacciones entre la actividad económica y humana, el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)”. (Agencia Internacional de la Energía, 2012).

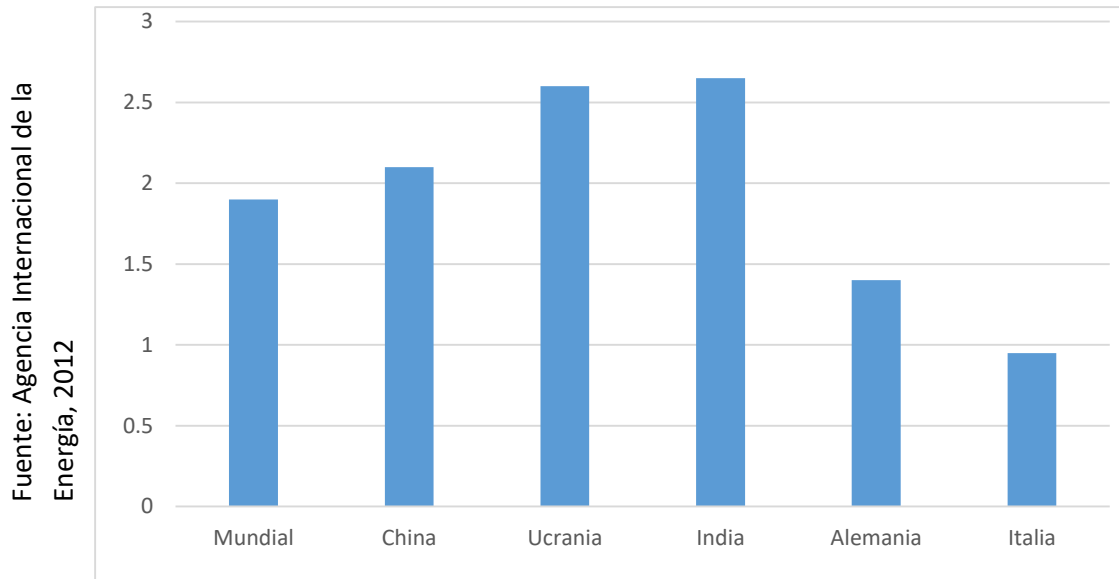
Figura 1



Pirámides de Indicadores

Esta relación entre la energía y la producción, y el modo en que compara distintos países, estará influenciada por varios factores, como por ejemplo: la antigüedad promedio de las plantas (las plantas nuevas o reconstruidas son por lo general más eficientes que otras más antiguas), las prácticas de mantenimiento, la calidad de la energía utilizada (p.ej.: el valor calorífico); la calidad del producto manufacturado, las materias primas utilizadas, la calidad requerida del producto (p.ej.: el nivel de pureza), el proceso o tecnología utilizada; y, a un nivel más agregado, la composición del sector industrial.

Figura 2



Consumo energético en siderurgia y metales no-férreos por tonelada de acero producida por país en 2010

El análisis y caracterización energética de cada proceso industrial propio enfocados al ahorro energético. Estos sirven como base de comparación y monitoreo para controlar y reducir las pérdidas energéticas de sus procesos y evaluar los potenciales debidas a la tecnología empleada. Permite a las empresas definir indicadores de reducción de las pérdidas energéticas. (Pérez, 2011, p.2).

#### **A nivel nacional.**

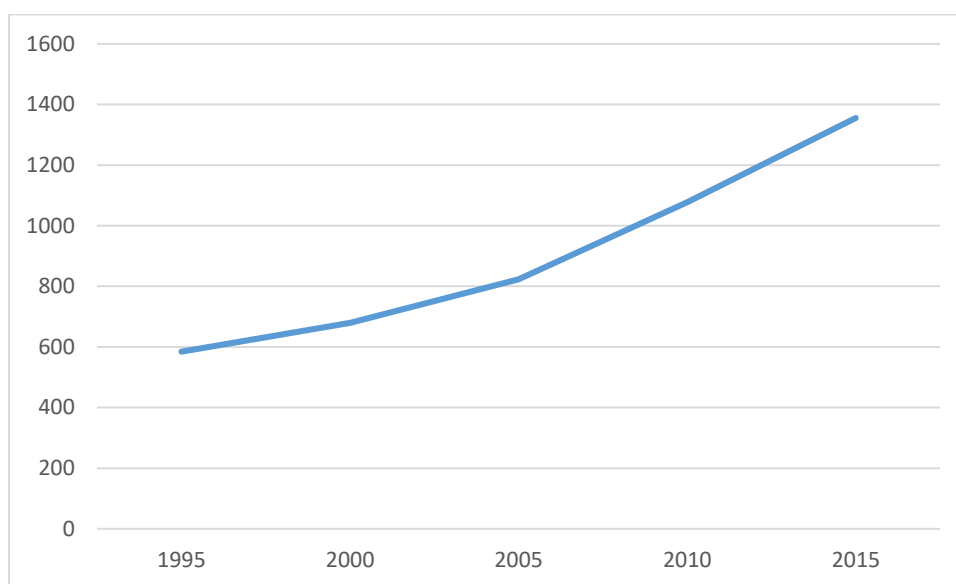
La Industria eléctrica es una pieza muy importante en el desarrollo en el aspecto económico y social de un país en vías de desarrollo, fundamentalmente porque la electricidad es un insumo especial para producir la mayor cantidad de bienes y servicios que se dan dentro de la economía de todo país. (OSINERGMIN, 2011).

Uno de los principales logros que se puede perseguir con la eficiencia y conservación de la energía es cambiar el paradigma de “desarrollo igual a mayor consumo de las fuentes primarias de energía”. Para ello, es necesario seguir el

benchmark que coloca a la eficiencia y conservación de la energía como ítems complementarios y fundamentales de desarrollo, tal como lo hizo Japón, siendo actualmente el único país que tiene proyecciones de reducción del consumo de energía primarias sin que eso ponga en riesgo su desarrollo económico. (Bautista, 2014).

En los últimos 20 años, la producción de energía eléctrica aumentó en 186%, alcanzando los 48,3 miles de GW-H, este crecimiento se dio por el consumo en el sector industrial, impulsado por el ritmo de crecimiento sostenido que el Perú ha alcanzado en la última década. (COES, 2016)

Figura 3

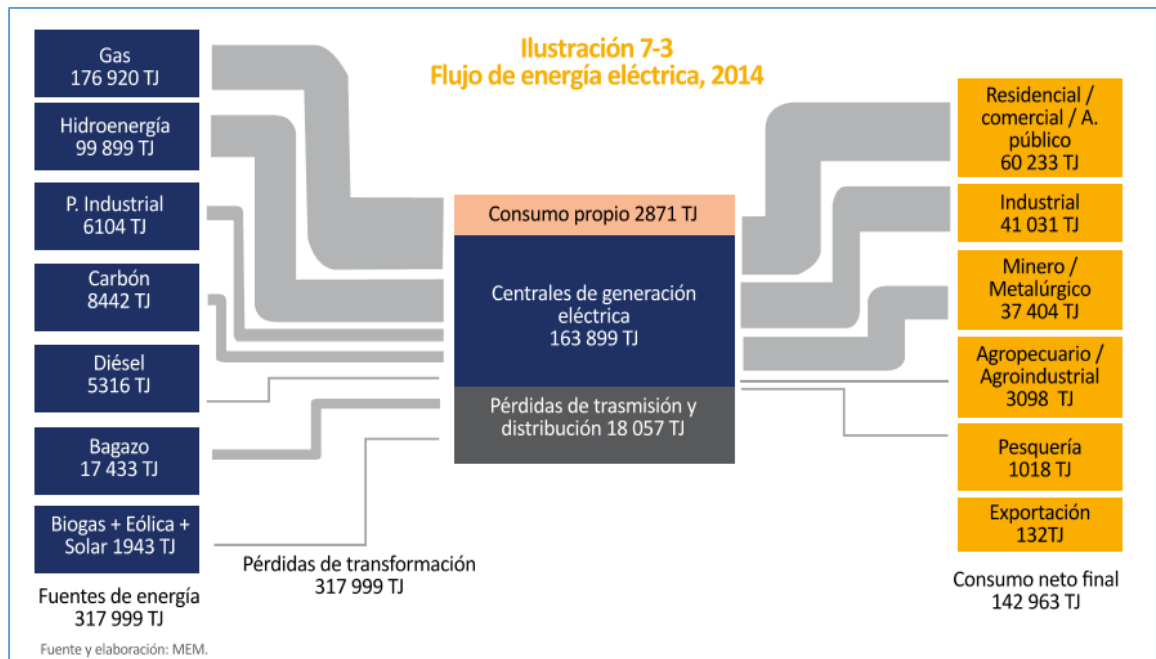


Fuente: OSINERGMIN, 2016

Evolución del consumo de electricidad per capita, en KW-h/habitante.

Figura 4

Fuente: OSINERGMIN, 2016



Flujo de energía eléctrica en el Perú, 2014

En la figura 4, se muestra el flujo energético desde las fuentes de generación eléctrica hasta el uso en el sector industrial, es decir que de 142 963 TJ de energía consumida, 41 031 TJ se destinó al sector industrial, es decir un valor al 30% del total del consumo.

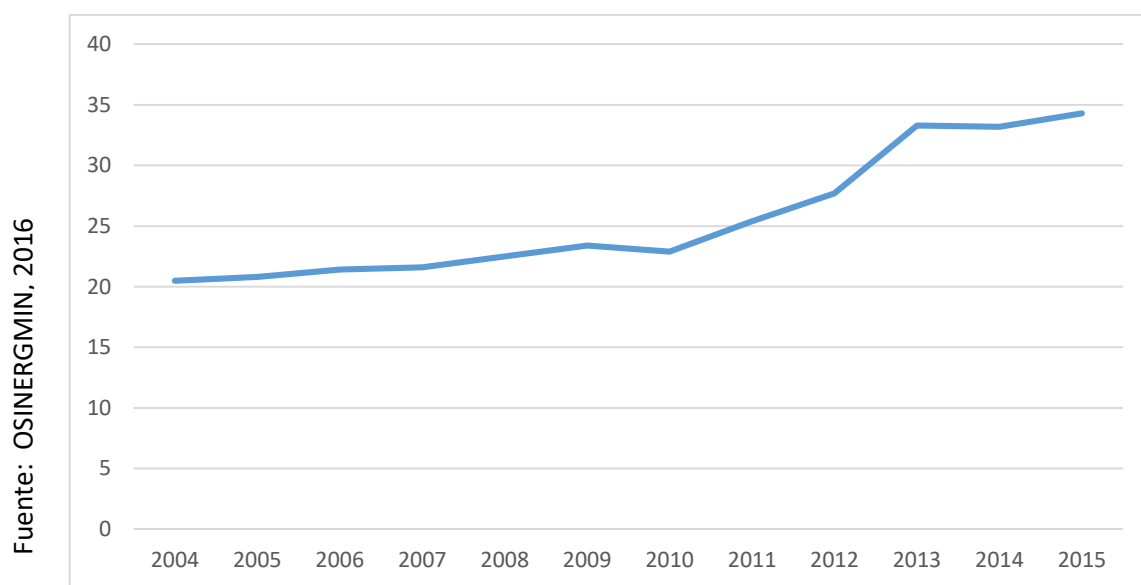
La Intensidad Energética es un indicador de eficiencia energética que mide la relación que existe entre la cantidad de energía consumida y el Producto Bruto Interno (PBI). Su relevancia radica en que un incremento del consumo energético para alcanzar un PBI mayor se traduce en una presión sobre los recursos naturales que puede causar efectos ambientales mayores. Otra forma de evaluar la contribución del país a las emisiones de GEI es la Intensidad de Carbono, medida como la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida por unidad monetaria de producción económica (PBI). (Romaní, 2012).

Con respecto a la evolución de los costos de la energía eléctrica, que pagan los clientes comerciales y también los industriales, se han incrementado en 58 y 66%



desde el año 2014 respectivamente. En el año 2004 el costo era de 20.65 céntimos de nuevo sol por kilowatt hora en el sector industrial, y para el año 2015 en el mismo sector el costo fue de 34,3 ctms S/. por cada Kw-h, lo cual es evidente un incremento en los costos de producción de toda instalación industrial, que tiene que considerarse al momento de realizar la rentabilidad de la transformación de la materia prima. (OSINERGMIN, 2016).

Figura 5



Evolución de los precios de energía eléctrica en el sector industrial en ctms S/ /  
KW-h

## **A Nivel local.**

En el Molino Don Julio – Lambayeque se tiene conocimiento de que los gastos energéticos son una parte importante del costo operativo total, sin embargo, la situación energética que viene atravesando son de significativas pérdidas económicas, es por ello que se ha tomado la decisión de migrar a un plan tarifario que se acomode a las necesidades, teniendo conciencia del crecimiento de la planta procesadora de arroz, en relación al aumento de cargas así mismo se ha podido observar un inadecuado uso eléctrico, las conexiones internas en los tableros de control en su mayoría están desordenados, sin identificar, rotular, sucios, dificultando una detección temprana de fallas; y, la identificación de dispositivos defectuosos.

No se tiene conocimiento del balance de cargas por lo que se toma como un desequilibrio de tensión los cuales afectan gravemente a los sistemas de distribución en media tensión siendo el resultado problemas al momento de los arranques de motores, perturbaciones ocasionadas por equipos instalados, o diferentes factores que conllevan a una mala calidad de energía eléctrica por pérdidas de tensión.

La empresa electronorte S.A. que realiza la distribución y comercialización de energía eléctrica dentro del área de Lambayeque imputa a las dificultades o rarezas en las instalaciones eléctricas del usuario, mientras que este último las sindicó a insuficiencias en las redes de suministro, por lo que se hace necesario realizar un estudio para determinar la calidad de la energía eléctrica en las instalaciones de la mencionada empresa a fin de determinar perturbaciones de voltaje y determinar conclusiones que nos permitan un correcto empleo de la energía eléctrica asegurando el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos.

## 1.2. Trabajos previos.

### A nivel internacional

Sinche, (2011) en su investigación sobre “Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa AVÍCOLA YUGOSLAVIA S.A.C”. Argentina. Analiza la importancia de contar con indicadores energéticos controle e informe sobre el costo que se genera por el consumo de energía en el proceso de producción de las empresas industriales.

Sinche logró determinar las causas principales del innecesario consumo energético en el proceso de producción de alimentos balanceados y por eso propuso reducir el indicador energético Kilowatt por hora y por tonelada. La investigación promovió un manejo racional y responsable de los recursos, indicando procedimientos para manejar los equipos y maquinarias y todo objeto o espacio que use energía eléctrica, de esta forma garantiza un menor consumo de energía eléctrica, disminuye las emisiones de tóxicas al medio ambiente e incrementa la rentabilidad.

**Córdova (2010), en su tesis sobre “Plan de mejora para una fábrica de plástico sobre la base de una evaluación energética y de métodos de trabajo, facultad de ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción GUAYAQUIL – ECUADOR 2010”.** Entre sus conclusiones se tiene:

La empresa de plástico, no planifica sus labores, acciones ni los procesos y como consecuencia tiene un exceso de consumo eléctrico; por esta razón se propuso estrategias para reducir el consumo en exceso y establecer una metodología para el ahorro de energía

La evaluación energética identificó los aspectos resaltante de la empresa, los procesos y actividades productivas, los consumos mínimos y máximos en frecuencias horarias y los indicadores de energía en Kilowatt. Para esta evaluación se utilizó el diagnóstico por proceso, metodología para detectar fallas (AMFE), técnicas de recuperación y retornos de la inversión. Los equipos y espacios que se han considerado para reducir y ahorrar energía fueron: luminarias en la oficina y

planta, equipo de control de encendido secadores, equipos de las hojas que controlan el cambio de los moldes y los equipos del sistema de ventilación.

El ahorro que tendrá la empresa al usar estos cambios, ascienden a \$16.615 y con una inversión inicial de \$6.785, cifra que se recuperará en los 5 meses siguientes de iniciado el proceso. La propuesta es factible y no tienen limitaciones para su ejecución.

### **A nivel Nacional**

Chicoma (2015) realiza una investigación sobre “Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa” universidad nacional mayor de san marcos, facultad de ingeniería industrial – Perú 2015”. Su objetivo general fue establecer una propuesta para reducir el nivel de consumo eléctrico (KW-H/H) en un mes en la empresa cervecera. Concluye:

El desarrollo del proceso de reducción del uso de la energía, se realizó a través de la herramienta de mejora continua PDCA. Primero se hizo un análisis sistémico del proceso de producción; segundo, se determinaron las causas principales del desperdicio y exceso de consumo eléctrico; tercero, se definió el problema para la reducción del índice de consumo de energía; cuarto, se elaboró el plan de acción y quinto, se ejecutó el plan de acción que llevo a reducir y ahorrar energía eléctrica en la empresa

Collantes, R. (2010) en su investigación sobre “Análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga” Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. En la investigación analiza las condiciones para mejorar el índice de confiabilidad de la alta densidad de carga en la red de distribución eléctrica en el Perú, estableciendo realiza un análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga del Perú, con el fin de establecer indicadores como el Índice de frecuencia de interrupción promedio del sistema (SAIFI) y Índice de duración de interrupción promedio del sistema (SAIDI), los cuales deben tener una óptima relación entre confiabilidad y costos. Entre sus principales conclusiones, tenemos:

Los resultados logrados están en relación a los empresas que distribuyen la energía y los entes reguladores de uso y consumo de energía eléctrica. Las empresas que distribuyen la energía, consideran que se deben colocar equipos de seccionamiento y protección según el tipo de alimentador y nivel de densidad de carga, así como la colocación de un indicador para evaluar el cómo se aprovecha la inversión económica (costo anula por unidad de energía que no se usa y no suministrada). Según el órgano controlador y supervisor de energía, señala que tienen indicadores del nivel de inversión económica para realizar los análisis tarifarios y el nivel de confiabilidad para fiscalizar las redes de distribución eléctrica (p. 82)

### **A nivel regional**

Bazán ( 2014) en su proyecto tesis “Auditoría energética y propuestas para aumentar la eficiencia energética en la universidad señor de Sipán – Chiclayo”, señala que lo importante de este proyecto es dar a conocer que no solo en el sector industrial se puede realizar una auditoria energética sino que también se podría incursionar en los distintos sectores como educación, salud, etc. Que serviría para disminuir costos por compra de equipos y pago por consumo de energía eléctrica

El propósito de la presente investigación fue hacer un análisis del nivel de consumo eléctrico que existe en el local de la Universidad USS con la finalidad de proponer mejoras. Se identificó la problemática, se analizaron los indicadores de consumo eléctrico y se establecieron los mecanismos de mejora que permitan disminuir consumos, ahorrar energía y disminuir costos; de esta manera, también, se contribuye con el cuidado del medio ambiente. La investigación logró proponer un uso eficiente e inteligente de la energía y prever para el futuro.

### **1.3. Teorías relacionadas al Tema.**

#### **1.3.1. Energía eléctrica**

La energía tiene un rol muy importante en los procesos productivos industriales de las empresas y de manera frecuente se ha ido incrementando en paralelo al crecimiento económico del país; este crecimiento de consumo energético no ha sido organizado, analizado o evaluado para hacer un uso eficiente y razonable; no fue ni es prioridad en las políticas empresariales, visto como un costo fijo que no han considerado elemental reducir, aun cuando es un factor importante para la competitividad y generación de empleo en el país

En la última década se constata un significativo incremento del consumo de energía eléctrica por el crecimiento de la economía y del poder adquisitivo de los ciudadanos; el costo por consumo eléctrico significa un alto porcentaje en los costos del proceso productivo en las industrias; las empresas deben considerar el uso y consumo de energía en los procesos internos y en todos los espacios que dependen de energía eléctrica que demandan un nivel de consumo energético; el exceso de consumo eléctrico es producto del mal manejo y estado de los equipos, la infraestructura sin una red de distribución eléctrica idónea, deficiencia en los procesos, entre otros

#### **1.3.2. La energía eléctrica en el Perú.**

La energía eléctrica, como parte de las políticas públicas en el país, tiene el propósito de lograr satisfacer los requerimientos energéticos que demanda la población. Hoy, existe un crecimiento continuo de necesidad al acceso y uso de energía eléctrica en todo el territorio nacional, los usos requeridos son para iluminación, electrónicos, térmicos, motrices, productivos, procesamiento materia prima, entre otros; pero los gobiernos, a pesar del crecimiento económico, no han logrado satisfacer esta demanda, en particular de las Zonas rurales y aisladas de los centros o polos de desarrollo del país (Bouille, 2004, p. 1).

## **Evolución del consumo de energía en el Perú**

El consumo de energía a nivel nacional es de 518 982 TJ, el sector comercial, residencial y público es que la tiene mayor consumo con 169 349 TJ y representa el 32,6% del consumo nacional. La tendencia es tener un crecimiento y sobre todo cuando inician nuevos proyectos nacionales en infraestructura industrial, hidrocarburos u otros. (COES, 2016).

Existe un incremento exponencial de la demanda de energía eléctrica a nivel nacional por el crecimiento demográfico, económico, tecnológico, estilos de vida, nuevos hábitos de consumo y las decisiones de políticas. En este contexto, el gobierno, no tiene una política energética que permita la articulación y participación de la ciudadanía, consolidar una planificación energética a mediano y largo plazo y desarrolle el sector energético. Las instancias de planificación del gobierno, no han logrado articular un plan nacional energético, por eso las acciones y decisiones de los gobiernos de turno, solo ven aspectos de corto plazo. (COES, 2016).

Es necesario realizar actualizaciones de la demanda nacional de energía a mediano y largo plazo como insumo para elaborar un plan energético integrado y nacional, además que debe contar con la participación de la ciudadanía y los sectores económicos y productivos del país; de esta manera se definen las oportunidades, políticas para el acceso y suministro de energía a nivel nacional, propiciando bienestar social, acompañar el crecimiento económico, satisfacer los requerimientos, alcanzar un desarrollo sostenible, usando los propios recursos, precios justos y razonables y la inclusión permanente de los recursos energéticos renovables. (COES, 2016).

La crisis energética en el país está vinculada al uso racional de los recursos no renovables: petróleo importado y la planificación energética nacional; además que está determinada por la inestabilidad política, económica, social y tecnológica, la inseguridad en el suministro de energía, crecimiento inestable y no sostenido y el impacto en el medio ambiente. Las variables de la demanda son: tecnológicas, económicas, sociales, climatológicas y hábitos de consumo. (COES, 2016).

## **La energía eléctrica y la economía**

El crecimiento económico de un país se ve reflejado en el crecimiento del PBI y en este aspecto, exige un mayor consumo energético, esto significa mayor desarrollo de la economía en los espacios locales y regionales, ampliación de la cobertura de energía, descentralización energética y atención a las mayores y nuevas demandas a mediano y largo plazo. (OSINERGMIN, 2016)

El uso de la electricidad es importante y frecuente en los sectores económicos denominados: primario, secundario y terciario, se diferencian por la actividad económica que realizan. El sector primario desarrolla actividades extractivas de materia prima; el sector secundario desarrolla actividades de transformación de la materia prima en productos finales o procesos y, el sector terciario, desarrolla actividades de prestación de servicios, como: servicios financieros, transporte, comunicaciones, entre otros. En ese sentido, la energía eléctrica es un factor decisivo y básico en la economía nacional; el costo del suministro y consumo afecta a las empresas proveedoras y las que necesitan abastecerse. (OSINERGMIN, 2016)

El uso de la energía eléctrica tiene un impacto favorable a la economía, social y tecnológico, considerando los niveles de inversión, uso de nueva tecnología y la generación de empleo. El uso eficiente del suministro eléctrico es un elemento que propicia la competitividad de las empresas, porque disminuye costos en el proceso de producción; a la inversa, un servicio y consumo deficiente genera elevados costos y con limitaciones en la producción, baja competitividad y rentabilidad. La ausencia de energía eléctrica en una empresa incurre en un proceso de desvalorización de los activos y pérdida total de la empresa. (OSINERGMIN, 2016)



## **Consumo de energía eléctrica en la industria nacional**

La energía eléctrica en el país es determinante, su ausencia detendría toda acción humana que dependa de ella, sobre todo en el sector industrial productivo; sin energía, el crecimiento industrial y productivo no sería posible su existencia y todos los otros factores que dependen de él, como el comercio, aspectos sociales: empleo, salud laboral, pobreza, entre otros. El acceso y uso de energía eléctrica garantiza seguridad, calidad de vida, cubrir los requerimientos humanos básicos (salud, alimentación, economía, educación, entre otros), además que permite el acceso a nuevas tecnologías, las cuales dependen exclusivamente de la energía. (OSINERGMIN, 2016)

En la sociedad existe un elevado consumo de energía y se refleja en el desarrollo económico del país; se corre el riesgo que si se sigue gastando energía al ritmo que se viene haciendo hasta ahora, se tendrán limitaciones a nivel mundial, se incrementaran las emisiones de gases tóxicos, como el CO<sub>2</sub> que tendría un impacto negativo en el medio ambiente. Adicionalmente, el crecimiento demográfico y el consumo irracional de energía va afectar considerablemente al clima y si no se logra cambios a corto y mediano plazo, tendremos un planeta en alto riesgo de colapsar. (OSINERGMIN, 2016)

### **La energía eléctrica y las actividades productivas,**

La energía eléctrica cuando no está orientada a los clientes finales y está dirigida a las actividades productivas se le denomina demanda intermedia. En países con economías denominadas en vías de desarrollo, el uso de la energía es altamente intensivo, energía barata y determina un costo directo o indirecto del costo total del proceso productivo. El acceso a la energía eléctrica, genera nuevas empresas, como Pymes o Mypes y con ello se genera mayor oferta de productos y servicios para la población y por ende se incrementa la recaudación de impuesto para el Estado. La electricidad se usa en todos los sectores y áreas de la producción nacional y debe estar

siempre disponible en calidad, precio y cantidad para el usuario final. (OSINERGMIN, 2016)

### **La energía eléctrica y el medio ambiente**

Estos dos aspectos deben ir de la mano; el proceso de abastecer la energía eléctrica a través de la generación, transmisión, distribución y el consumo final por los usuarios, impacta de manera considerable en el medio ambiente. La extracción del petróleo, quema de combustible fósiles para la generación de electricidad, los cambios sustanciales para construir centrales hidroeléctricas, instalación de infraestructura eléctrica: torres de tensión, redes de transporte y distribución, entre otros, impactan en el medio ambiente de manera significativa; las actividades de generación de energía es la que provoca mayor impacto en el medio ambiente, porque depende mucho del uso de combustible fósil; lo que impacta más es la construcción y operaciones para proporcionar la energía eléctrica, así como la forma en que se usa dicha energía; además que producen ruidos y generan residuos sólidos que deben ser tratados adecuadamente. (Ministerio de Energía y Minas, 2015).

Las fases de distribución y transmisión de energía eléctrica, a través de los campos electromagnéticos, genera impacto en la fauna, en el aspecto visual; las redes de alta tensión generan impactos estéticos y sobre el patrimonio histórico, cultural y natural.

### **Programa de eficiencia energética en el Perú**

El Plan Referencial de Uso Eficiente de Energía 2009-2018 considera que se puede lograr una menor demanda de energía de 53.000 Tera joule, reducir las emisiones de cinco millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> y ahorrar un promedio de US\$800 millones. Para lograr lo señalado, la Dirección General de Eficiencia Energética, con la colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Fondo

para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) ejecuta el proyecto “Normas y Etiquetado de Eficiencia Energética en Perú”.

El proyecto en mención tiene el propósito de generar una cultura del uso razonable y eficiente de la energía, transparentando y divulgando información, comprometiendo al sector educación en esta tarea, desarrollando capacidades en las entidades privadas y públicas.

El Ministerio de Energía y Minas, indica que el sistema energético en el país tiene la finalidad de cambiar el modelo actual que se caracteriza por el alto consumo recursos fósiles, genera altos índices de contaminación, uso de equipos y maquinarias obsoletas e ineficientes, por un sistema energético diversificado que incorpore el uso de energía de recursos renovables, más eficiente, menos contaminante, más competitivo, garantice seguridad, de acceso nacional, protección al usuario y disminución del impacto al medio ambiente. La eficiencia es un factor determinante en la política energética nacional y está establecida en la Ley N° 27345 que establece el uso eficiente y racional de la energía y establece el etiquetado de los equipos en donde se muestren los indicadores de eficiencia al momento de consumir energía, así se asegura el derecho a la información por parte de los consumidores y una correcta adquisición de los equipos y artefactos.

### **1.3.3. Calidad y eficiencia energética,**

#### **1) Generalidades**

La eficiencia energética es considerado un instrumento que da respuesta a cuatro desafíos de la energía a nivel mundial: calidad, cambio climático, acceso a fuentes de energía y evolución de los mercados. La eficiencia energética es fundamental en el transporte, vivienda e industria porque el uso racional y el ahorro de energía protegen al clima y genera beneficios diversos.

Eficiencia energética es el conjunto de acciones que tiene como finalidad hacer una reducción del consumo de energía a nivel unitario para mejor

el uso energético, cuidar el medio ambiente, garantizar con seguridad el abastecimiento y propiciar una política energía sostenible. Es usar en mejores condiciones la energía. El principal objetivo es generar hábitos y conductas, métodos y técnicas para consumir adecuadamente la energía; asegura el acceso a la energía para cubrir la demanda de la población diversificando las fuentes de acceso, uso de tecnología limpia y garantice sostenibilidad económica y ambiental. El uso de energía de renovables y el ahorro energético, constituye la eficiencia energética.

En las empresas se ha logrado óptimos proceso industriales, usando adecuadamente el proceso de reciclaje de materia prima y materiales, para lo cual actualizado y adquirido nuevas tecnologías para tal fin.

En el transporte se viene usando eficientemente las unidades vehiculares, en vez de usar piezas metálicas pesadas, están usando plásticos ligeros, mejorando las condiciones de los motores, mejorando el sistema aerodinámico y de esta forma se ahorra energía en la generación de la potencia en los vehículos.

A nivel de las viviendas, el uso de la energía es para calentar o enfriar el agua en donde se utiliza abundante energía; la forma de hacer más eficiente el uso de energía se requiere aislar las casas, instalando aisladores térmicos para disminuir el consumo de energía en las viviendas. Esta forma de aprovechar la energía permite disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y por ende el impacto en el medio ambiente.

Actualmente se ha introducido la cogeneración para la eficiencia energética. Es una tecnología que garantiza la eficiencia. Consiste en generar energía eléctrica y térmica de manera simultánea usando gas natural. Tiene la ventaja de obtener mayor eficiencia energética que permite aprovechar el calor y la energía eléctrica en el mismo proceso

La energía térmica se usa para calentar agua, tiene diversos usos: calefacción, agua caliente sanitaria, entre otros; esta energía aprovecha al máximo el calor. Esta tecnología contribuye la seguridad del suministro de energía, cambio climático y competitividad empresarial

## **2) Índice de Eficiencia Energética**

Se define evaluando los factores que determinan la eficiencia en el uso de la energía eléctrica

## **3) Cultura Energética**, es el análisis que realiza las personas o empresas sobre la información que corresponde al uso de energía y la política de la eficiencia energética. Es la sensibilidad que tienen las empresas con relación a los temas de eficiencia energética. Es la valoración de la información, formación y compromisos vinculados a la energía.

#### **1.3.4. Indicadores eléctricos**

La forma cómo identificar opción tarifaria correcta se debe saber: el proceso productivo y las características de cargas eléctricas: tensión, potencia, frecuencia tipo de arranque, entre otras

##### **a) Potencia eléctrica**

Es la capacidad de un aparato eléctrico para desarrollar un trabajo en un tiempo determinado: La unidad de medida es el watt, los múltiplos son el mega watt y kilowatt y los submúltiplos es mili watt. Los equipos que se basan en electromagnetismo y funcionan con corriente alterna, como los transformadores, motores y otros, tienen y tres tipos de potencias diferentes

##### **b) Potencia Activa**

Es la “potencia útil”, la energía real que se usa en el momento que inicia el funcionamiento de un equipo máquina eléctrica para ejecutar un trabajo; por ejemplo: el calor que entrega la resistencia en un calentador eléctrico, la energía que proporciona el motor al iniciar el movimiento a una máquina, la energía que proporcionan a una lámpara, entre otros.

La “potencia activa” es la potencia que se contrata a la empresa distribuidora de energía, llega al domicilio, oficina, fábrica o lugar donde se requiere usando una red de distribución de corriente alterna. La potencia activa que se consume y usamos es registrada por un medidor o contador de energía eléctrica que se instala en el domicilio, empresa para realizar el cobro por consumo de energía al mes.

##### **c) Potencia reactiva**

Es la potencia que es consumida por los transformadores, motores, equipos eléctricos o dispositivo que usa un enrollado o bobina para formar un campo electromagnético. Estas bobinas son parte de un circuito eléctrico de los equipos eléctricos y son las cargas para el sistema eléctrico que consumen tanto potencia activa como potencia

reactiva y de cuya eficiencia se obtiene el factor de potencia. A menor factor de potencia mayor será el consumo de potencia reactiva. Esta potencia no ejecuta ningún trabajo útil, pero interfiere en la transmisión de la energía a través de las líneas de distribución eléctrica. La unidad de medida de la potencia reactiva es el VAR y su múltiplo es el kVAR (kilovolt-amper-reactivo).

#### **d) Potencia aparente o potencia total**

Es el resultado de sumar la potencia activa y reactiva. Son las potencias que están representadas como potencia en el sistema de distribución eléctrica, constituyendo en el total de potencia que dan los generadores en las plantas eléctricas. Estas potencias se transmiten a través de las redes de distribución hasta a los usuarios en su casa, oficina, empresas, otros.

## **2) Compensar la Energía Reactiva**

La energía reactiva funciona absorbiendo la corriente activa y reactiva del sistema. La corriente activa es la que propicia el funcionamiento de los equipos eléctricos y la corriente reactiva es la que circula sin usar y genera pérdidas al sistema eléctrico; ambas corrientes tienen su propia potencia: potencia activa y potencia reactiva, la suma de las dos da como resultado la potencia aparente. La vinculación de la potencia aparente y la potencia activa da como resultado la potencia aparente y su valor varía entre 0 y 1; Por ejemplo, si este factor tiene un valor de 0.60, significará que el suministro tiene corrientes reactivas altas, por lo tanto serán penalizadas por estar reduciendo la capacidad efectiva del sistema eléctrico, si por el contrario tiene un factor de potencia de 0.97, la penalización es nula. Con la finalidad de anular el pago por el rubro de Exceso de Energía Reactiva, es necesario instalar Condensadores, los cuales mejoran el factor de potencia.

### **3) Factor de potencia**

Se define como el cociente entre la potencia activa o real (útil) y la potencia aparente. Trabajar con un factor de potencia bajo es caro e ineficiente. Las compañías eléctricas imponen recargos adicionales cuando una empresa opera con un factor de potencia inferior a 0.9. Un bajo factor de potencia también reduce la capacidad eléctrica de distribución del sistema porque se incrementa la corriente, causando un aumento de las caídas de tensión, Un bajo factor de potencia es causado por cargas inductivas tales como transformadores, motores eléctricos y lámparas fluorescentes. Son este tipo de elementos los que precisamente consumen la mayor parte de la energía en la industria.

Los principales beneficios que conlleva la mejora del factor de potencia son: Reducir la factura de la compañía eléctrica. Debido a las modificaciones realizadas en los equipos y a la eliminación de multas. El Aumento de la capacidad de transmitir energía útil en el sistema eléctrico. Un factor de potencia incorrecto causará pérdidas de potencia en el sistema de distribución y provocará caídas de tensión lo que puede causar sobrecalentamiento y fallos prematuros en motores y otros equipos con carácter inductivo.

Algunas de las estrategias más utilizadas para corregir el factor de potencia son: Minimizar la operación de motores sin carga o con baja carga, evitar que los equipos operen por encima de su tensión nominal, Sustituir los motores convencionales por motores de alta eficiencia. No obstante, aun los motores de alta eficiencia deben operarse a su capacidad óptima. Y por último Instalar banco de capacitores en el circuito de corriente alterna para disminuir la magnitud de la potencia reactiva.

### **4) Potencia contratada**

Es la potencia que se usa de forma conjunta en todos los equipos eléctricos que se requerimos sin ser perjudicados. Existe diversas forma para saber cuál es la potencia que requerimos contratar para usar todos los equipos



eléctricos en el hogar de forma simultánea; una de ellas es sumar la potencia de todos los equipos eléctricos; si la potencia total es inferior a la potencia que hemos contratado, entonces requerimos incrementar y si la potencia total sumada es mayor a la contratada, entonces se tendrá que disminuir, de esta manera se ahorra en costos de facturación.

## **5) Control de demanda**

La empresa responsable, tiene la obligación de proporcionar energía eléctrica las 24 horas del día y los 365 días del año; la central eléctrica suministradora debe contar con los equipos requeridos para poder sostener, abastecer y controlar toda la carga de manera ininterrumpida

La central eléctrica es responsable del suministro a miles de cientos de industrias, por lo cual debe contar con una reserva eléctrica disponible en cada instante, el costo de esta reserva que demanda el máximo esfuerzo se le carga a los consumidores como demanda máxima

La demanda máxima medida en kilowatts se determina mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media durante cualquier intervalos de 15 minutos rolado a 5 minutos en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo de facturación, entre más alta sea la demanda de energía en un momento dado por un periodo de 15 minutos, más alto será su cargo, entre más uniforme se reparta la energía eléctrica en una planta, más bajo será el cargo por demanda. El control de demanda automático debe ser considerado cuando la demanda es muy variable y su control sea factible debido a la existencia de cargas controlables.

El primer paso en la aplicación de control de demanda automático, es establecer el límite de demanda, el cual, está basado en las lecturas actuales de demanda o un análisis de la máxima Al analizar las curvas de demanda podrá determinarse cuando ocurren las demandas máximas y entonces se está en disponibilidad de adoptar las medidas adecuadas.

El segundo paso consiste en identificar las cargas controlables, las cuales pueden ser desenergizadas para obtener el límite deseado.

Para poder reducir y controlar su demanda, los usuarios deben reorganizar sus operaciones según el proceso se lo permita, para distribuir su demanda fuera de las horas pico; o bien limitar en forma automática la demanda mediante algún sistema controlado, en ambos casos el primer paso consiste en hacer un análisis que permita conocer las características de la demanda durante un período dado, en este análisis se debe considerar los siguientes factores; Factor de carga, Valor y duración de los picos de demanda, Horario de los picos de demanda y Causa de los picos de demanda.

#### **1.4 Formulación del Problema**

¿Cómo determinar el incremento de la eficiencia en el Molino Don Julio si se realiza el análisis del índice de consumo eléctrico?

#### **1.5. Justificación del Estudio**

El presente proyecto de investigación considera necesario y urgente establecer mejorar en el uso y consumo energético en los diversos componentes que intervienen en el proceso productivo de las empresas; por ello, es que se propone hacer un análisis de los indicadores eléctricos para mejorar la energía eléctrica en la instalación y equipos eléctricos del molino Don Julio.

La presente investigación es importante porque permite garantizar la eficiencia en el consumo y garantizar la calidad energética; considerando que el uso excesivo de la energía implica consecuencias negativas al medio ambiente y se pueden resolver para ahorrar energía. La eficiencia en el consumo se mide con el factor de carga, mientras que la calidad de la energía se determina con los parámetros eléctricos.

El proyecto de investigación, es parte del proceso de aprendizaje académico y por lo tanto permite aplicar los conocimientos adquiridos en la Universidad; además,

siendo usuarios de energía, surge la necesidad de realiza un análisis de los indicadores eléctricos que incida en hacer un uso correcto de la energía, optimizar su consumo, propicie el ahorro energético y disminuya los costos por consumo de energía eléctrica.

A través de este proyecto, la empresa va mejorar económicamente porque al identificar el estado de los indicadores de consumo, va proponer su reducción, hacer un mejor uso de los recursos en la empresa y en consecuencia va tener beneficio económico al reducir los costos. Este proceso es clave en toda empresa: mejor uso de recursos menos costos y más beneficio; además que va existir una relación directa entre el uso y ahorro de energía y costo por consumo de la energía eléctrica.

El presente proyecto de investigación solo será posible si la empresa tiene la voluntad y decisión de hacer una evaluación y análisis de los indicadores energéticos al interior de la empresa en los puntos de acceso, distribución, manejo y uso de equipos y maquinarias y consumo de energía eléctrica; además que desde el punto de vista financiero y económico es favorable

#### **JUSTIFICACION ECONOMICA.**

El presente trabajo de investigación se justifica económicamente porque al disminuir el consumo de energía eléctrica, se disminuye los costos de operación y se incrementa las utilidades de la empresa, revirtiendo los cambios a mayor equipamiento como a mayor ingreso al personal.

#### **JUSTIFICACION SOCIAL.**

Socialmente se justifica porque al incrementarse la eficiencia, los tiempos de procesos son menores, por lo cual los clientes del molino tendrán su producto procesado en un menor tiempo.

## **JUSTIFICACION AMBIENTAL.**

Se justifica en base a mayor eficiencia de la planta se consume menor energía eléctrica, y por ende menor emisión de gases de escape al medio ambiente, debido a que en el peru el 50%de la generación eléctrica es por Centrales Hidroeléctricas y el otro 50% por generación de índole térmica los cuales serían serio problema con la emisión de CO2.

Es importante esta investigación porque se va generar nuevos hábitos para hacer un consumo eficiente y ahorrar energía eléctrica durante el proceso de producción, sin alterar la calidad y eficiencia de sus productos; permitiendo disminuir costos.

### **1.6. HIPÓTESIS**

El análisis del índice de consumo eléctrico determina el incremento de la eficiencia en molino don Julio.

### **1.7. OBJETIVOS**

#### **1.7.1. Objetivo General**

Analizar el Índice de Consumo Eléctrico para determinar el incremento de la eficiencia en el Molino Don Julio, Lambayeque.

#### **1.7.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar el índice de consumo eléctrico actual en el Molino, identificando los valores máximos y mínimos.
- Realizar una evaluación de los motores eléctricos que accionan los mecanismos del proceso productivo, comparando los valores nominales y medidos para determinar su eficiencia y su porcentaje de plena carga de operación.
- Proponer modificaciones y/o cambios en el sistema eléctrico, para incrementar la eficiencia y disminuir el consumo de energía eléctrica en las instalaciones del molino.
- formular una evaluación económica del proyecto, utilizando indicadores económicos tales como valor actual neto, Tasa Interna de Retorno y

Relacion Beneficio- costo

- Realizar una evaluación económica del proyecto, utilizando indicadores económicos tales como Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Relación Beneficio – Costo.

## **2. METODO**

### **2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de investigación es **no experimental**, que consiste en que no se manipularan en forma intencional las variables que se están estudiando si no que se observaran los elementos ya existentes en la problemática existente en la baja eficiencia de los equipos eléctricos del Molino Don Julio.

### **2.2. VARIABLES OPERACIONALIZACIÓN.**

#### **2.2.1 IDENTIFICACION DE VARIABLES**

Independiente: índice de consumo eléctrico

Dependiente: eficiencia eléctrica.

### 2.2.2. Cuadro de Variables.

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de Medición</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Índice de Consumo Eléctrico	Se define como la relación que existe entre la energía que se consume para producir una unidad. en este estudio éste índice determina cuanto de energía eléctrica se utiliza para obtener una tonelada de arroz pilado, de acuerdo a los consumos de energía en horas punta y fuera de punta.	La medición de ésta variable se obtiene con los registros históricos de consumo eléctrico de acuerdo al pliego tarifario contratado con los registros de producción del pilado de arroz, su valor se expresa en KW-H/TM.	Consumo de energía activa.  Consumo de energía activa en horas punta.  Consumo de energía activa en horas fuera de punta.	kW-h  KVAR-h
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Eficiencia Eléctrica.	La eficiencia eléctrica es la relación que existe entre la energía mecánica que sale del eje del motor entre la energía eléctrica que ingresa a los bornes del motor; su relación es menor a uno, existiendo estándares de eficiencia eléctrica que determinan si el equipo puede utilizarse o se debe reemplazar.	La evaluación de ésta variable en energía mecánica a la salida será el torque y la velocidad de giro, y en la energía eléctrica será la tensión, intensidad de corriente, frecuencia eléctrica; su relación es menor a uno pero mayor al estándar mínimo de eficiencia que es alrededor de 90%.	Tensión eléctrica  Corriente eléctrica  Frecuencia eléctrica  Potencia eléctrica  Potencia Mecánica  Torque  Velocidad de giro.	<b>Voltios.</b>  <b>Amperios.</b>  <b>Hertz.</b>  <b>Kw.</b>  <b>N-m</b>  <b>RPM</b>

## 2.3. Población y Muestra

### Población

La población objeto de estudio del presente proyecto de investigación, está constituido por los 48 motores eléctricos que accionan los mecanismos para el proceso productivo del pilado de arroz, con una potencia instalada de 258.62 KW.

Tabla 1

MOTORES EN PLANTE DE PILADO DE ARROZ CASCARA MOLINO DON JULIO-LAMBAYEQUE							
UBICACIÓN DE MOTORES	N° MOTOR	EFICIENCIA %	POTENCIA KW	VOLTAJE V	COS FI	CONEXION Y.A	HP
elevador tolva	1	81.4	1.1	380	0.8	A	7.5
elevador prelimpia	2	73.2	1.1	380/660	0.72	Y.A	1.5
pre limpia	3	72.4	1.2	380/660	0.77	A.Y	10
descascaradora	4	73	1.4	220/380	0.8	A.Y	5
	5	73.2	1.4	380/660	0.7	A.Y	8
extracto de polvo	6	81.4	1.1	380	0.77	A.Y	5
elevador mesa pady	7		1.3	380/660	0.75	A.Y	4
mesa pady	8		1.7	380/660	0.5	A.Y	4
sin fin de piedra/metal	9		1.2	380	0.7	A	1
elevador de cernidor	10	74	1.8	380/660	0.8	A.Y	4
elevador de pulidora	11	80.1	1.7	380/660	0.8	A.Y	3
pulidora	12	78	37	380/660	0.77	A.Y	50
	13	85	2	380/660	0.65	A.Y	10
elevador pulidora agua	14			380	0.77	A	3
pulidora de agua	15		30	380/660		A.Y	40
elevador pulidora vertical	16	83	2	380/660	0.7	A.Y	2.5
pulidora vertical	17	81	28	380/660	0.8	A.Y	40
bomba de agua	18			220			0.5
elevador de clasificadores	19	72	1.2	380/660	0.77	A.Y	4
clasificadores	20	78	37	380/660	0.82	A.Y	50
mesa clasificadora ñelen	21	77	25	380/660		A.Y	40
elevador de selectora	22			380	0.77	A	4
sin fin de descarga selecto	23	73	1.8	220	0.77	A	3
elevador a tolva	24	77	1.9	380/660	0.78	A.Y	4
elevador de descarte	25	77	1.1	380/660	0.77	A.Y	4
extractor de polvillo	26	80	10	380/661	0.78	A.Y	20
sin fin de colvillo	27	77	1.9	380/662		A.Y	3
	28	76	2	380/663		A.Y	3

Fuente: Area de Administración Molino Don Julio.

MOTORES EN SECADORA DE ARROZ MOLINO DON JULIO-LAMBAYEQUE							
UBICACIÓN DE MOTORES	N° MOTOR	EFICIENCIA %	POTENCIA KW	VOLTAJE V	COS FI	CONEXION A.Y	HP
elevador de la tolva	1	77	3	380/660	0.8	A.Y	5
prelimpia	2	78	2	380/660	0.77	A.Y	8
separadora de metales, piedras	3	76	1.1	380/660	0.76	A.Y	5
elevador de pre almasenamiento	4	72	2	380/660	0.81	A.Y	5
ventilador de pre almasena	5			220	0.8	A	2
sin fin de tolva de secado	6	73		380	0.8	A	4
elevador de secado	7	72	1.1	380/660	0.77	A.Y	4
extractor de polvo en el secador	8		2	380/660	0.78	A.Y	5
caída del arroz sic sac	9	77	3	380/660	0.81	A.Y	10
elevador de tolva almasen	10	75	1.7	380/660	0.8	A.Y	4
sin fin descarga a tolva pilado	11	77	1.6	380/660	0.77	A.Y	5
descarga de orrin quemado horn	12	76	1.1	380/660	0.7	A.Y	3
	13	77	1.2	380/660	0.78	A.Y	4
extractor de polvo de secador	14	72	1.5	380/660	0.73	A.Y	4
carga de pajilla al horno	15	sin placa					

Fuente: Area de Administración  
Molino Don Julio.

**Tabla 2**

ILUMINACION y EQUIPOS DE COMPUTO				
OFICINAS	COMPUTADORAS	IMPRESORAS	ILUMIMACION	Total
6	10	6	95	
Potencia (Watt)	150	120	40	
Total (Kw)	1.5	0.72	3.8	6.02

### Muestra

La muestra coincide con la población.



## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **2.4.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

#### **Técnica de recolección de datos.**

##### **a) Observación directa**

Se ira al lugar para realizar las pruebas y observaciones en las muestras de los equipos seleccionados como muestra.

##### **b) Revisión documental**

Nos permite tener información necesaria sobre el tema de investigación

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

#### **Guías de observación**

Se verifica el análisis de las mediciones con el uso del analizador de redes.

#### **Guía de análisis de documentos**

Se verifica las fuentes de los fabricantes de los componentes de los motores eléctricos.

### **2.4.3 Validez y confiabilidad**

**Validez:** la valides de los instrumentos será dada por la aprobación de uno a tres especialistas en el área.

**Confiabilidad:** Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

Método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar; es decir que con los datos de las mediciones de los parámetros de

funcionamiento, se realizará una deducción del índice de consumo eléctrico.

## **2.6 Aspectos éticos**

El presente proyecto 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.

## **III. RESULTADOS**

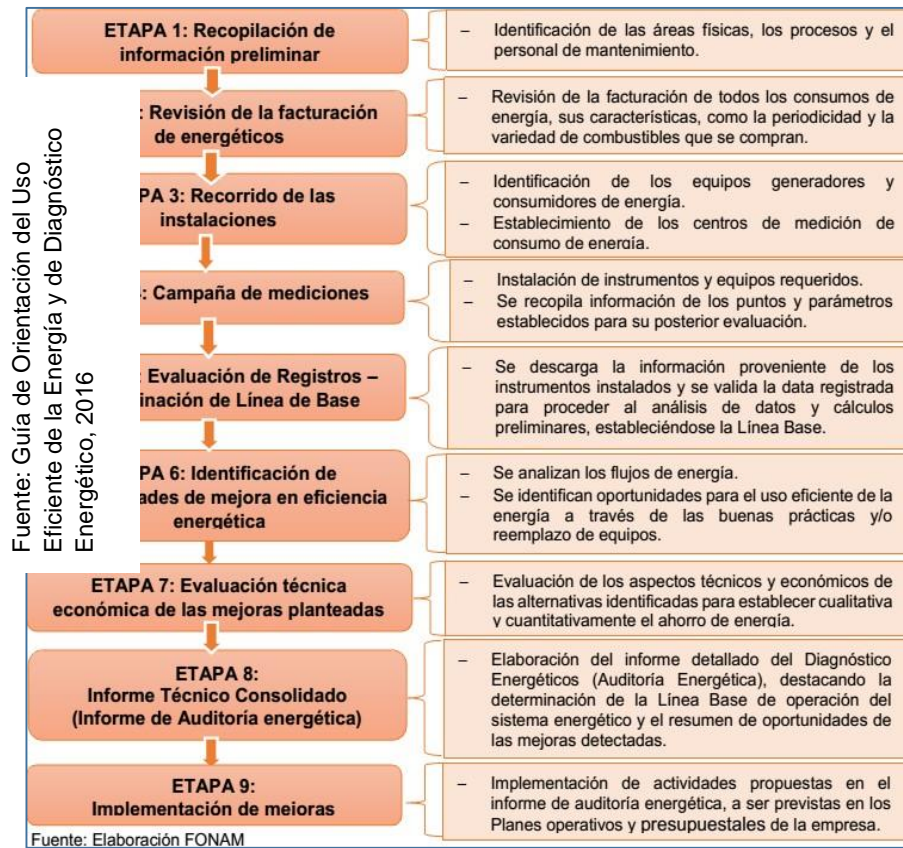
### **3.1. Determinar el índice de consumo eléctrico actual en el Molino, identificando los valores máximos y mínimos.**

#### **3.1.1. Consumo de Energía Eléctrica.**

El Molino de arroz utiliza como fuente de energía en sus instalaciones la energía eléctrica proporcionada por la empresa concesionaria Electronorte SA, con número de suministro 27512456, con pliego tarifario MT1 no residencial trifásica aérea, con una potencia contratada de 200 KW.

El procedimiento que establece el Ministerio de Energía y Minas en la Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, es:

Figura 6



### Etapas del Diagnóstico Energético

El Ministerio de Energía y Minas, establece un procedimiento en cuanto a la toma de mediciones eléctricas, el cual se detalla en la tabla 3

Tabla 3

Fuente: Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, 2016

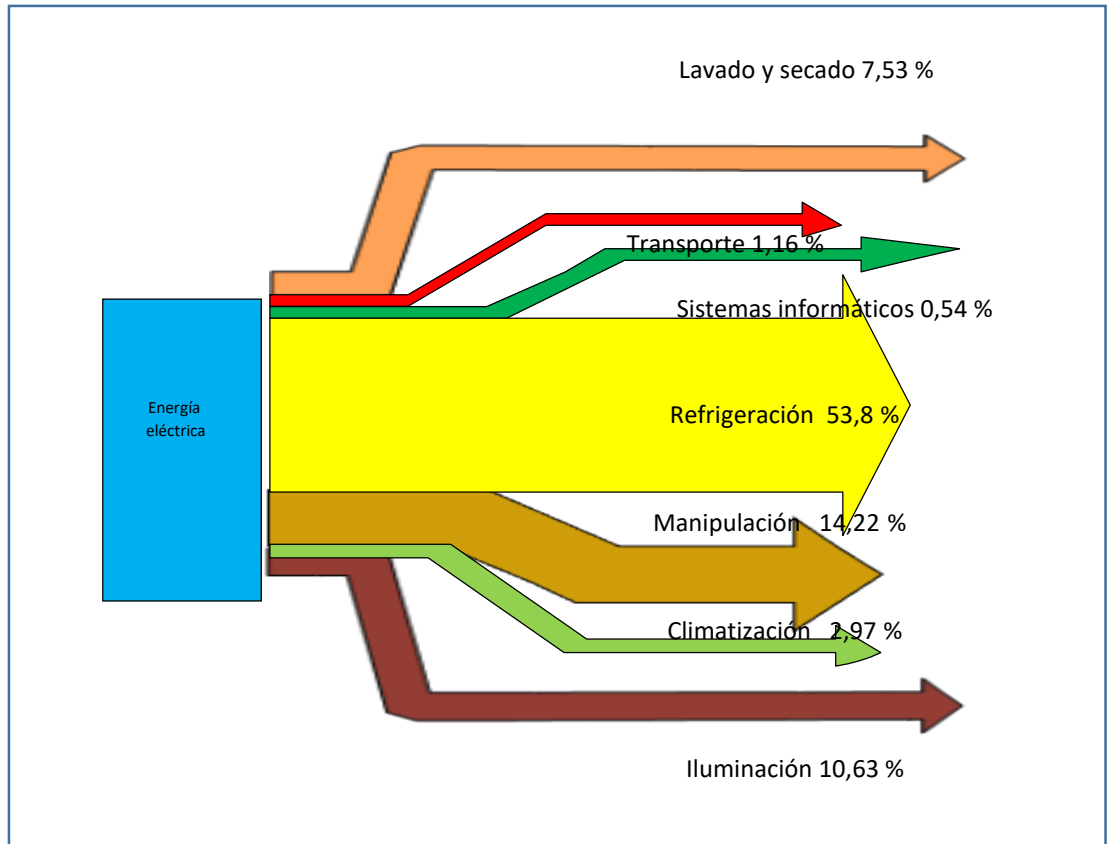
ETAPAS	RIESGOS POTENCIALES	PROCEDIMIENTO
1. Asignación de la tarea	- Accidente por falta de apoyo	- Toda tarea deberá efectuarse entre dos personas
2. Revisión de EPP (Equipo de Protección Personal)	- Accidente por no usar los EPPs	- En cada tarea se deben usar los EPPs (casco, lentes, guantes dieléctricos, zapatos dieléctricos, herramientas aisladas)
	- Accidente por deterioro de los EPPs	- Verificar el buen estado de los EPPs
3. Revisión del equipo registrador.	- Accidente por deterioro del equipo y sus componentes.	- Verificar el buen estado del equipo y sus componentes de tensión y corriente. - Verificar que el material aislante no tenga, cortes, rajaduras, abolladura, etc
4. Reconocimiento de la zona de trabajo	- Accidente por pisos húmedos, etc.	- Inspeccionar la zona de trabajo y evaluar el riesgo.
	- Accidente por mal estado de las instalaciones	- En caso de alto riesgo, suspender el trabajo.
5. Señalización de la zona de trabajo	- Accidente por intervención de terceros.	- Delimitar la zona de trabajo utilizando cintas y/o carteles con indicación de peligro, que disuadan el acceso de terceras personas.
6. Verificación de tensiones y corrientes del circuito	- Accidente por tensiones mayores a 600 V.	- Verificar el nivel de tensión del circuito (en caso de tensiones superiores a 600V suspender la tarea)
	- Accidente por corrientes elevadas.	- Verificar las corrientes del circuito y seleccione el reductor de corriente adecuado.
7. Instalación del equipo Registrador	- Accidente por conexonado incorrecto.	- Verificar el tipo de conexonado - Antes de hacer cualquier conexión, deberá conectar el conductor de verde del equipo a tierra.
	- Accidente por falla de aislamiento del circuito de potencia.	- Verificar el ajuste mecánico y la temperatura del circuito.
	- Accidente por desprendimiento de algún cable de potencia.	- Verificar el aislamiento de los conductores del circuito.
	- Accidente por corto circuito	- No portar elementos metálicos que se puedan desprender y provocar un corto circuito.
8. Datos del circuito y del equipo instalado	- Accidente por exceso de confianza	- Colocar el equipo de manera que no esté expuesto a circuitos energizados. - Evitar el exceso de confianza.
	- Accidentes por no mantener distancias mínimas de seguridad.	- La distancia mínima será de 50 cm
9. Transferencia de datos y retiro del equipo	- Accidente por desprendimiento de algún cable de potencia.	- Evitar forcejeos en los cables de potencia
	- Accidente por corto circuito	- No portar elementos metálicos que se puedan desprender y provocar un corto circuito.
	- Accidente por exceso de confianza	- Evitar el exceso de confianza.

Procedimiento para la instalación de equipos con tensiones de servicio inferiores a 600 V “en caliente”

Así mismo, la Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, establece los porcentajes de consumo de energía eléctrica para cada actividad dentro de la instalación industrial, tal como se aprecia en la figura 7.

Figura 7

Fuente: Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, 2016



### Consumo de electricidad en una agroindustria

De la tabla 1 y 2, se tiene la cuantificación de las cargas eléctricas, y el porcentaje de la capacidad instalada por cada tipo de carga

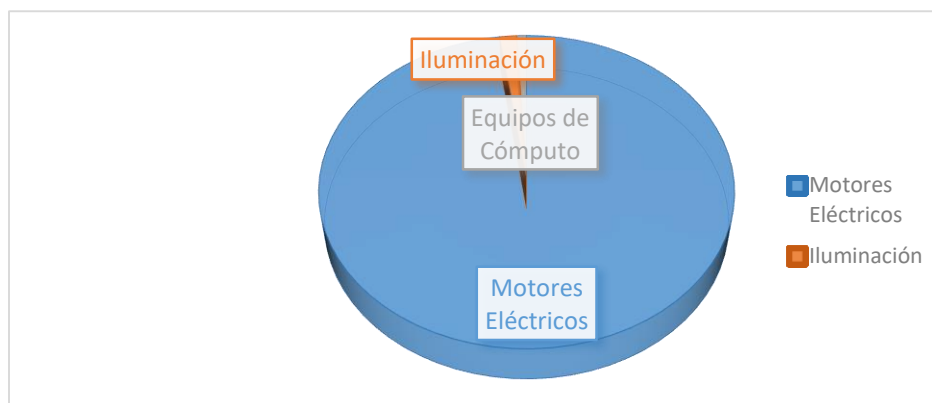
Tabla 4

N°	Item	Potencia Instalada (KW)	%
1	Motores Eléctricos	258.862	97.73
2	Iluminación	3.8	1.43
3	Equipos de Cómputo	2.22	0.84
	Total (KW)	264.882	100.00

### Potencia Instalada de cargas eléctricas

De la tabla 4, se puede afirmar que el 97.73% de la potencia instalada corresponde a los motores eléctricos y que el 2.23% a potencia por iluminación y equipos de cómputo, por lo que el análisis del presente proyecto de investigación solo abarca a los motores eléctricos, debido a que un ahorro en este sector, es muy significativo para el ahorro de energía.

Figura 8



### Cargas Eléctricas en Molino Don Julio

En la figura 8, grafica claramente la influencia de ahorro de energía en los motores eléctricos, que al representar el 97.73% de la potencia instalada total, justifica inspeccionar el área de producción de pilado de arroz.

Tabla 5

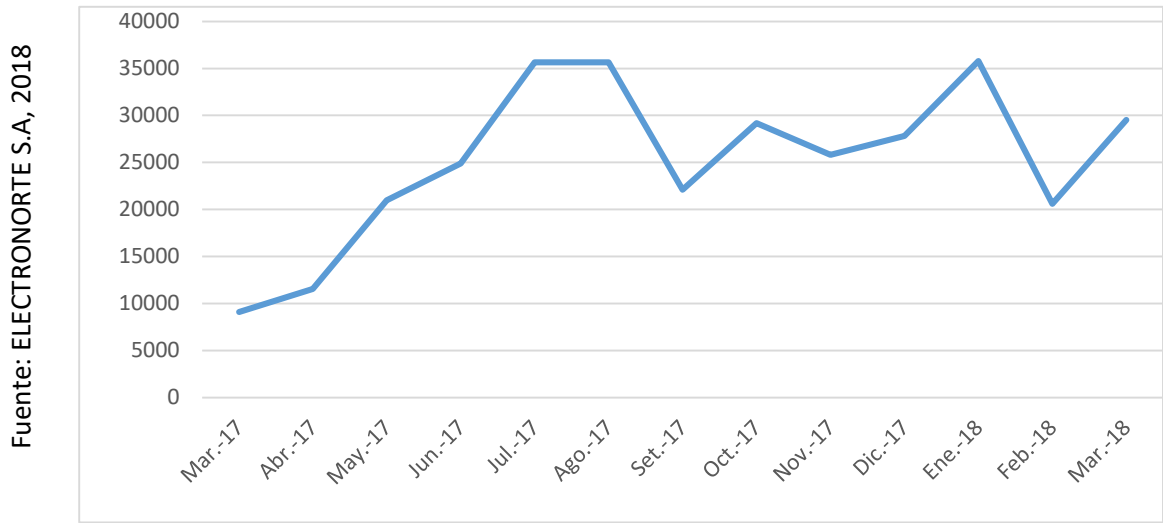
Fuente: ELECTRONORTE S.A, 2018

	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18
Mediciones Eléctricas													
Energía Activa Total (KW-H)	9091.355	11563.62	20975.43	24880.88	35638.6	35638.6	22096.34	29165.43	25804.07	27803.89	35781.17	20596.73	29507.99
Energía Activa Hora Punta (KW-H)	522.2722	437.7268	527.7267	613.6358	661.363	661.363	698.1811	703.6357	668.1812	615.46	1316.87	835.77	1194.81
Energía Activa Fuera Punta (KW-H)	8569.082	11125.9	20447.71	24267.25	34977.24	34977.24	21398.16	28461.79	25135.88	27188.43	34464.3	19760.95	28313.18
Energía Reactiva (KVAR-H)	10489.08	16771.35	27688.61	30433.61	42160.87	42160.87	27314.97	37633.6	32687.69	21223.83	11986.1	10855.12	30131.69
Item económico													
Energía Reactiva S/	789	876	900.77	967.01	1,324.86	1,324.86	872.95	1,218.90	1,045.26	765	789	678	863.94
Total Recibo S/.	5319	6100.7	8608.6	7654.66	10423.3	10423.3	9343.4	11058.5	10522.1	7842.44	7966.34	6539.77	8905.03

Consumo de energía eléctrica y Facturación periodo Marzo 2017 – Marzo 2018

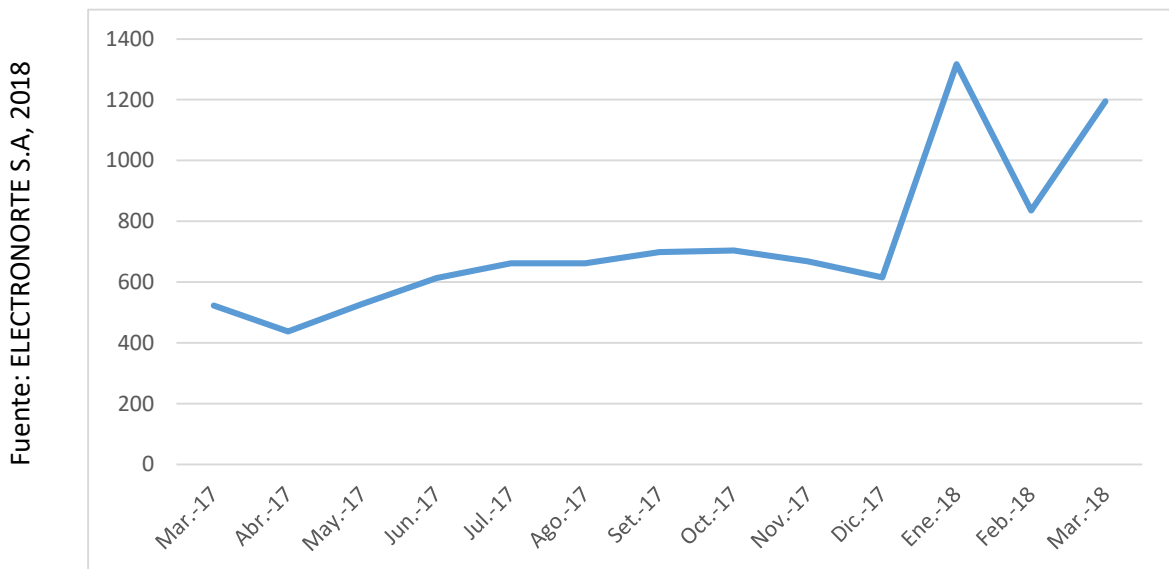
Existe un pago por energía reactiva debido a que supera el 30% según norma de consumo eléctrico de la concesionaria del consumo de energía activa, importe que es variable e incrementa la facturación; las horas consideradas de punta, están comprendidos entre las 18.00 y las 22.00 horas, teniendo mayor utilización de la energía en las horas fuera de punta.

Figura 9



Registro de Consumo de Energía Activa Total (KW-H)

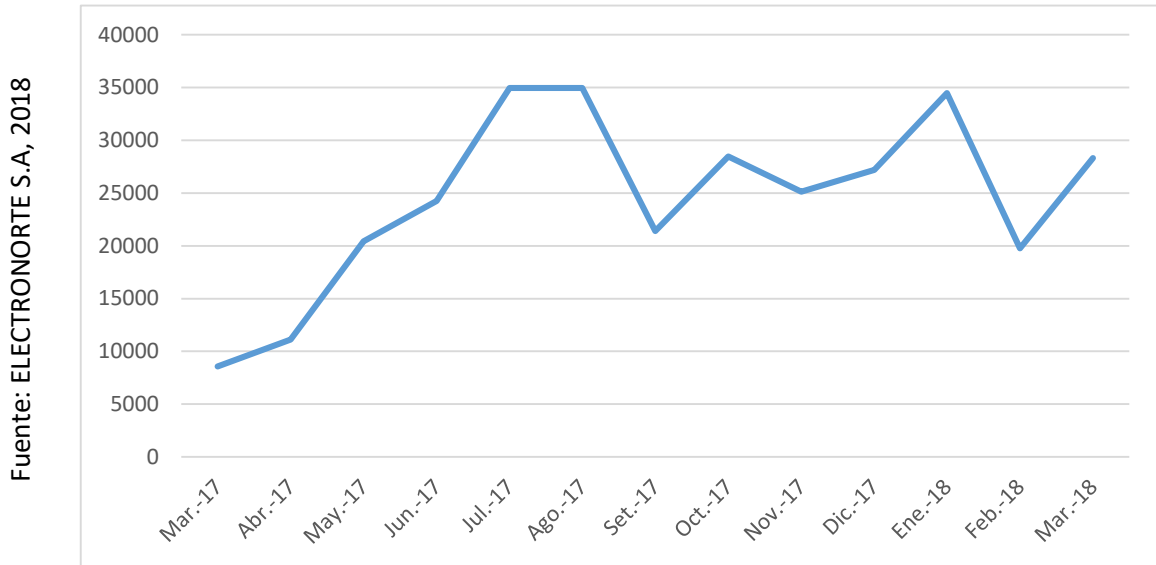
Figura 10



Registro de Consumo de Energía Activa Hora Punta (KW-H)



Figura 11



Registro de Consumo de Energía Activa Fuera Punta (KW-H)

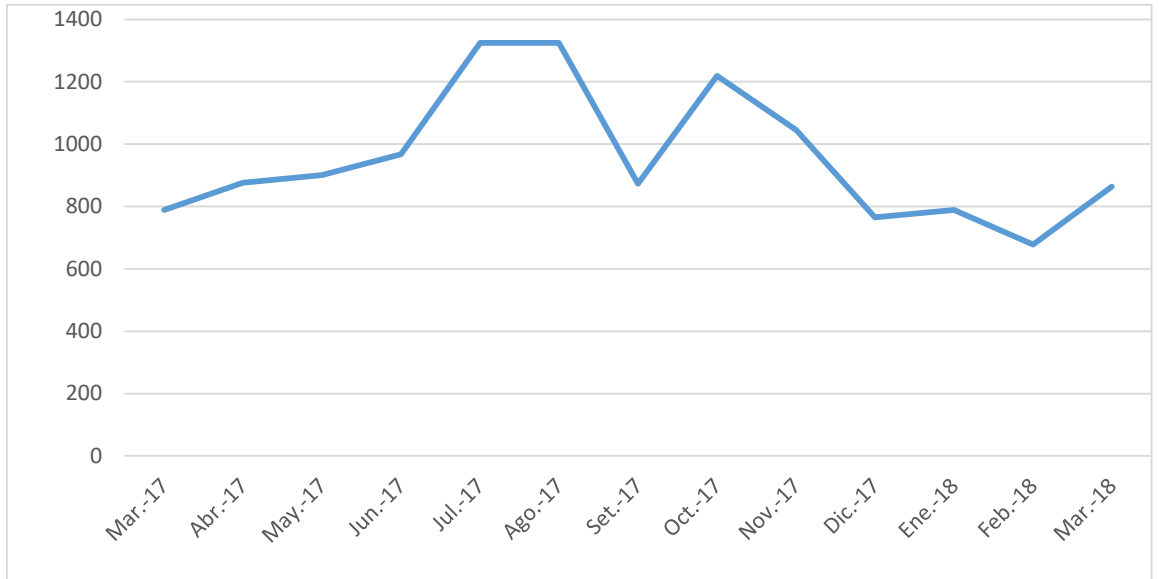
Figura 12



Registro de Consumo de Energía Reactiva (KVAR-H)

Figura 13

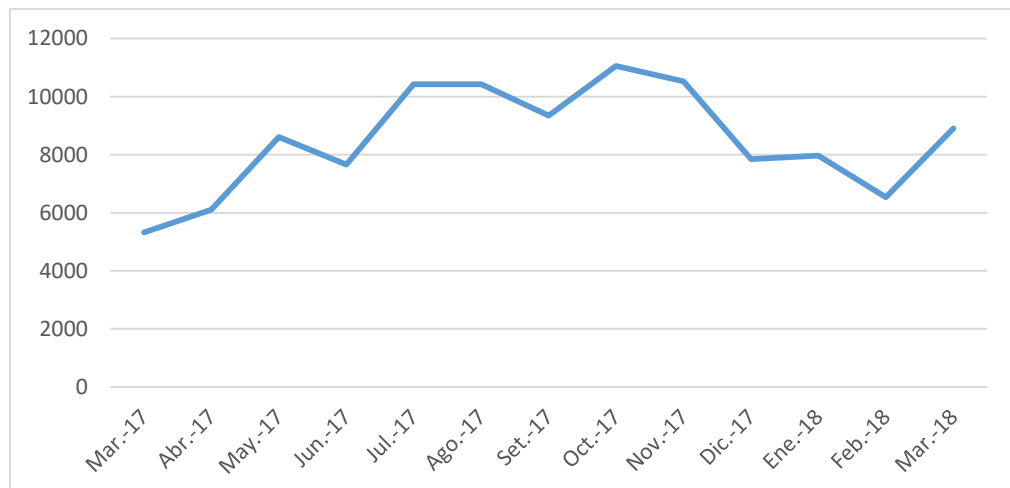
Fuente: ELECTRONORTE S.A, 2018



Facturación por Energía Reactiva en Sole En la figura 13, se puede apreciar que la facturación por energía reactiva tiene un valor significativo en los costos de producción, superando el valor de 1300 soles; en el mes de Julio del 2018 registra dicho valor máximo. Estas facturaciones altas en energía reactiva, se revierte con el uso de banco de condensadores, que actualmente la empresa si las tiene, pero no están operativas, debido a problemas de conexión.

Figura 14

Fuente: ELECTRONORTE S.A, 2018

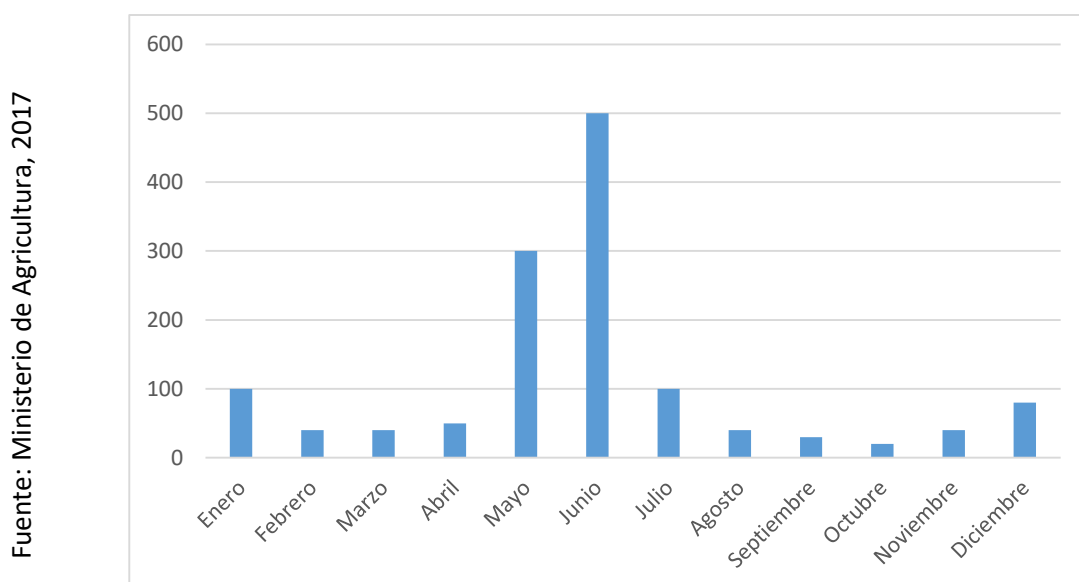


Facturación por Energía Eléctrica total en Soles.

### 3.1.2. Producción de Pilado de Arroz.

En el Departamento de Lambayeque se observa que la mayor cantidad de arroz que se procesa en los molinos es en los meses entre mayo y Julio y entre los meses de Diciembre y Enero; ésta periodicidad está en función a diferentes factores, siendo uno de los principales la cantidad de agua disponible en el reservorio de tinajones y a la precipitación pluvial.

Figura 15



#### Periodicidad de cosecha de arroz en miles de TM en Lambayeque

Normalmente la producción de arroz se desarrolla en dos periodos, denominados campañas arroceras, en las cuales de manera programada por las entidades del sector agrícola planifican los días de siembra de arroz, para la dosificación de agua a todos los cultivos que han sido registrados; por lo tanto si en el año las lluvias suceden fuera del periodo esperado, es probable que ese año tenga muchas dificultades en alcanzar las metas de producción y por lo tanto la economía del sector se ve perjudicado, con grandes problemas para los pequeños y medianos agricultores de la región. Otro aspecto también de mucha importancia es el precio del arroz y también la comercialización hacia otras zonas aledañas a la región.

En el Molino Don Julio, se tiene el reporte de la cantidad de los subproductos del arroz en cáscara, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

Fuente: MOLINO DON JULIO, 2018

Año	MES	TOTAL
2017	MARZO	6787
	ABRIL	7805
	MAYO	12563
	JUNIO	18794
	JULIO	23782
	AGOSTO	16214
	SETIEMBRE	13547
	OCTUBRE	8348
	NOBIEMBRE	8837
	DICIEMBRE	13231
2018	ENERO	14911
	FEBRERO	15820
	MARZO	14167

PRODUCCION DE PILA DE ARROZ 2018 en TM EN MOLINO DON JULIO

### 3.1.3. Índice de Consumo Eléctrico.

La determinación del índice de consumo eléctrico, es la relación entre el consumo total de energía activa y la producción total de arroz en el Molino Don Julio, en la siguiente tabla se tiene el registro de dicho indicador.

El índice de consumo eléctrico (ICE) se determina con la expresión:

$$ICE = \frac{\text{Cantidad de Energía Consumida (KWH)}}{\text{Cantidad de Producto Terminado (TM)}}$$

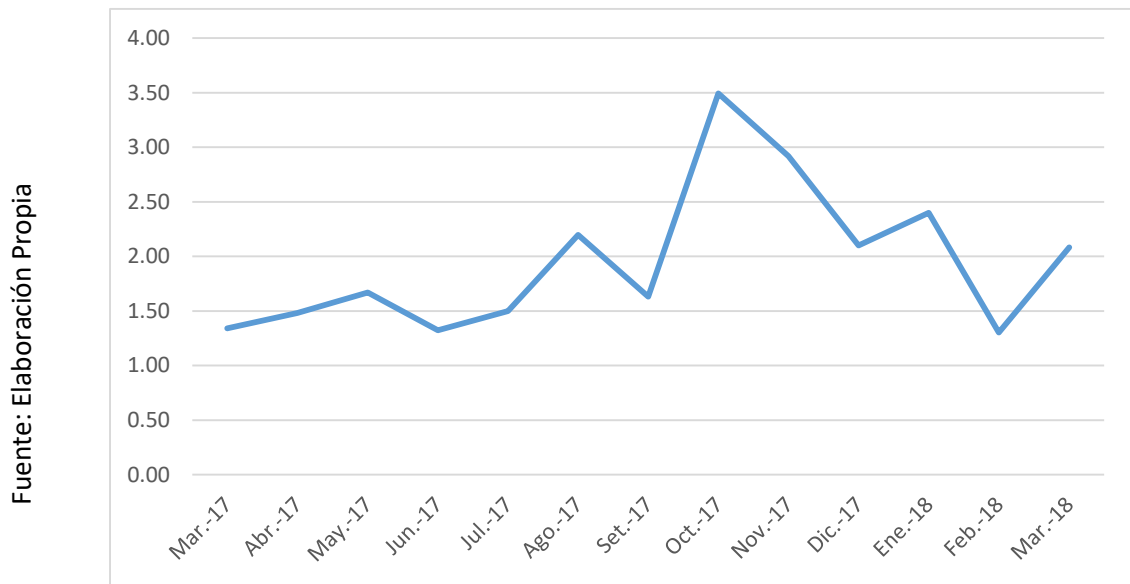
Tabla 7

	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18
Energía Activa Total (KW-H)	9091	11564	20975	24881	35639	35639	22096	29165	25804	27804	35781	20597	29508
Total Costo de la Energía Eléctrica S/.	5319	6100.7	8608.6	7654.66	10423.3	10423.3	9343.4	11058.5	10522.1	7842.44	7966.34	6539.77	8905.03
Producción Arroz TM	6787	7805	12563	18794	23782	16214	13547	8348	8837	13231	14911	15820	14167
<b>Índice de Consumo Eléctrico ICE</b>	<b>1.34</b>	<b>1.48</b>	<b>1.67</b>	<b>1.32</b>	<b>1.50</b>	<b>2.20</b>	<b>1.63</b>	<b>3.49</b>	<b>2.92</b>	<b>2.10</b>	<b>2.40</b>	<b>1.30</b>	<b>2.08</b>
Costo Energía Eléctrica por TM Producción (S/ /TM)	0.59	0.53	0.41	0.31	0.29	0.29	0.42	0.38	0.41	0.28	0.22	0.32	0.30

Fuente: MOLINO DON JULIO, 2018

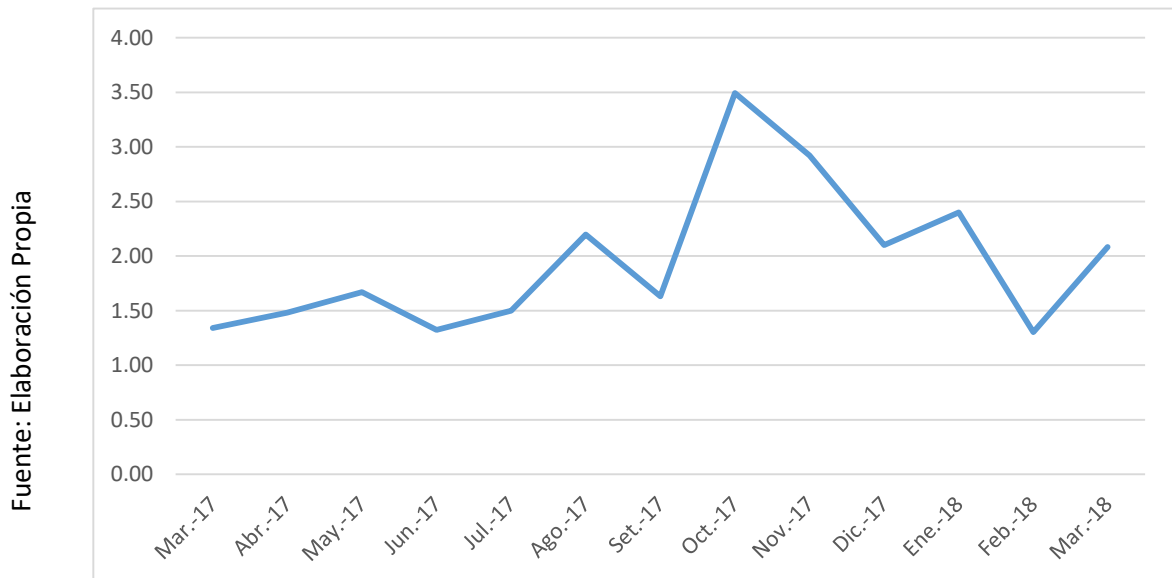
Índice de consumo eléctrico (ICE) Y Costo de energía eléctrica por TM de Producción.

Figura 16



Evolución del índice de Consumo Eléctrico periodo Marzo 2017 – Marzo 2018

Figura 17



Evolución del costo de la energía eléctrica por TM de producción

**3.2. Realizar una evaluación de los motores eléctricos que accionan los mecanismos del proceso productivo, comparando los valores nominales y medidos para determinar su eficiencia y su porcentaje de plena carga de operación.**

Se realiza el análisis de los valores de placa de los motores eléctricos del área de pilado de arroz, como también la de secado, tal como se muestra en la tabla

Tabla 9

Línea	Motores eléctricos	Potencia (KW)	Tensión (Voltios)	Facto de Potencia	Grupo de Conexión
Planta de Pilado de Arroz	Elevador Tolva	5.595	380	0.8	Triang
	Elevador Prelimpia	1.119	380	0.72	Triang - Estrella
	Pre limpia	7.46	380	0.77	Triang
	Descascaradora	3.73	380	0.8	Triang - Estrella
	Extracto de Polvo	3.73	380	0.77	Triang - Estrella
	Elevador Mesa Pady	2.984	380	0.8	Triang – Estrella
	Sin fin de piedra	0.746	380	0.77	Triang
	Elevador de cernidor	2.984	380	0.8	Triang – Estrella
	Elevador de pulidora	2.238	380	0.8	Triang – Estrella
	Pulidora 1	37.3	380	0.77	Triang – Estrella
	Pulidora 2	7.46	380	0.77	Triang – Estrella
	Elevador Pulidora de agua	29.84	380	0.77	Triang
	Pulidora vertical	1.865	380	0.8	Triang – Estrella
	Bomba de agua	0.373	380	0.85	Triang – Estrella
	Elevador de clasificadores	2.984	380	0.77	Triang – Estrella
	Clasificadores	37.3	380	0.82	Triang – Estrella
	Mesa clasificadora Ñelen	29.84	380	0.77	Triang – Estrella
	Elevador de selectora	2.984	380	0.77	Triang
	Sin fin de descarga selecto	2.238	380	0.77	Triang
	Elevador tolva	2.984	380	0.77	Triang – Estrella
	Elevador de descarte	2.984	380	0.77	Triang – Estrella
	Extractor de polvillo	14.92	380	0.82	Triang – Estrella
	Sin fin de polvillo 1	2.238	380	0.82	Triang – Estrella
Sin fin de polvillo 2	2.238	380	0.77	Triang – Estrella	
Secadora de arroz	Elevador de la tolva	3.73	380	0.8	Triang – Estrella
	Prelimpia	5.968	380	0.77	Triang – Estrella

Fuente: Elaboración Propia

Línea	Motores eléctricos	Potencia (KW)	Tensión (Voltios)	Facto de Potencia	Grupo de Conexión
	Separadora de metales, piedras	3.73	380	0.77	Triang – Estrella
	Elevador de pre almacenamiento	3.73	380	0.82	Triang – Estrella
	Ventilador pre almacenamiento	1.492	380	0.8	Triang
	Sin fin de tolva secado	2.984	380	0.8	Triang – Estrella
	Elevador de secado	2.984	380	0.8	Triang – Estrella
	Extractor de polvo secador	3.73	380	0.77	Triang – Estrella
	Caída del arroz	7.46	380	0.82	Triang – Estrella
	Elevador de tolva almacenamiento	2.984	380	0.77	Triang – Estrella
	Sin fin descarga tolva pilado	3.73	380	0.77	Triang – Estrella
	Descarga de orrin quemado	2.238	380	0.82	Triang – Estrella
	Extractor de polvo secador	2.984	380	0.82	Triang – Estrella
	Carga de pajilla al horno	2.984	380	0.82	Triang – Estrella



TABLA 10

N°	Motor Eléctrico de	Potencia de Placa(KW)	Mediciones realizadas			
			Sistema	Tensión Medida	Factor de Potencia	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)
Planta de Pilado de Arroz	Elevador Tolva	5.595	Trifásico	377	0.78	8.88
	Elevador Prelimpia	1.119	Trifásico	378	0.72	1.91
	Pre limpia	7.46	Trifásico	380	0.74	12.3
	Descascaradora	3.73	Trifásico	379	0.8	5.98
	Extracto de Polvo	3.73	Trifásico	380	0.75	5.34
	Elevador Mesa Pady	2.984	Trifásico	376	0.77	4.65
	Sin fin de piedra	0.746	Trifásico	376	0.76	1.12
	Elevador de cernidor	2.984	Trifásico	378	0.8	4.54
	Elevador de pulidora	2.238	Trifásico	374	0.78	3.21
	Pulidora 1	37.3	Trifásico	378	0.74	59.9
	Pulidora 2	7.46	Trifásico	375	0.75	12.1
	Elevador Pulidora de agua	29.84	Trifásico	376	0.73	51.54
	Pulidora vertical	1.865	Trifásico	376	0.78	3.1
	Bomba de agua	0.373	Trifásico	376	0.82	0.61
	Elevador de clasificadores	2.984	Trifásico	378	0.74	5.11
	Clasificadores	37.3	Trifásico	374	0.8	57.4
	Mesa clasificadora Ñelen	29.84	Trifásico	378	0.73	51.1
	Elevador de selectora	2.984	Trifásico	378	0.77	4.76
	Sin fin de descarga selecto	2.238	Trifásico	374	0.75	3.67

Fuente: Flahoración Pronia

N°	Motor Eléctrico de	Potencia de Placa(KW)	Mediciones realizadas			
			Sistema	Tensión Medida	Factor de Potencia	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)
	Elevador tolva	2.984	Trifásico	374	0.77	5.12
	Elevador de descarte	2.984	Trifásico	373	0.77	5.12
	Extractor de polvillo	14.92	Trifásico	378	0.8	23.3
	Sin fin de polvillo 1	2.238	Trifásico	374	0.8	3.45
	Sin fin de polvillo 2	2.238	Trifásico	374	0.75	4.11
Secadora de arroz	Elevador de la tolva	3.73	Trifásico	375	0.75	6.21
	Prelimpia	5.968	Trifásico	375	0.75	9.89
	Separadora de metales, piedras	3.73	Trifásico	374	0.75	5.99
	Elevador de pre almacenamiento	3.73	Trifásico	373	0.81	6.11
	Ventilador pre almacenamiento	1.492	Trifásico	378	0.78	2.23
	Sin fin de tolva secado	2.984	Trifásico	376	0.78	5.12
	Elevador de secado	2.984	Trifásico	374	0.78	4.78
	Extractor de polvo secador	3.73	Trifásico	378	0.75	6.23
	Caída del arroz	7.46	Trifásico	376	0.77	11.8
	Elevador de tolva almacenamiento	2.984	Trifásico	378	0.75	5.12
	Sin fin descarga tolva pilado	3.73	Trifásico	377	0.75	6.08
	Descarga de orrin quemado	2.238	Trifásico	373	0.79	3.65
	Extractor de polvo secador	2.984	Trifásico	378	0.78	4.98
	Carga de pajilla al horno	2.984	Trifásico	373	0.77	5.12

Los valores de intensidad de corriente eléctrica (Amperios) medidos, son valores a plena carga del motor eléctrico; por lo cual éste valor será comparado con el valor de máxima intensidad nominal que se determina mediante la ecuación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\phi}$$

Dónde:

I: Intensidad Nominal (Amperios).

P: Potencia Instalada (Watt).

U: Tensión Nominal, en voltios.

$\cos\phi$ : Factor de potencia de placa.

En la siguiente tabla, se realiza el cálculo de la corriente nominal y su comparación con la corriente medida en cada uno de los consumidores eléctricos de la planta.

Tabla 11

Linea	Motor Eléctrico de	Valores Nominales				Valores Medidos		
		Potencia de Placa(KW)	Tensión (Voltios)	Factor de potencia	Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Tensión Medida	Factor de Potencia	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)
Planta de Pilado de Arroz	Elevador Tolva	5.595	380	0.78	10.91	377	0.76	8.88
	Elevador Prelimpia	1.119	380	0.72	2.36	378	0.70	1.91
	Pre limpia	7.46	380	0.74	15.33	380	0.71	12.3
	Descascaradora	3.73	380	0.8	7.09	379	0.78	5.98
	Extracto de Polvo	3.73	380	0.75	7.57	380	0.74	5.34
	Elevador Mesa Pady	2.984	380	0.77	5.89	376	0.75	4.65
	Sin fin de piedra	0.746	380	0.76	1.49	376	0.74	1.12
	Elevador de cernidor	2.984	380	0.8	5.67	378	0.78	4.54
	Elevador de pulidora	2.238	380	0.78	4.36	374	0.76	3.21
	Pulidora 1	37.3	380	0.74	76.67	378	0.71	59.9
	Pulidora 2	7.46	380	0.75	15.13	375	0.73	12.1
	Elevador Pulidora de agua	29.84	380	0.73	62.18	376	0.69	51.54
	Pulidora vertical	1.865	380	0.78	3.64	376	0.744	3.1
	Bomba de agua	0.373	380	0.82	0.69	376	0.79	0.61
	Elevador de clasificadores	2.984	380	0.74	6.13	378	0.71	5.11
	Clasificadores	37.3	380	0.8	70.92	374	0.76	57.4
Mesa clasificadora Ñelen	29.84	380	0.73	62.18	378	0.71	51.1	
Linea	Motor Eléctrico de	Valores Nominales				Valores Medidos		

Fuente: Elaboración Propia

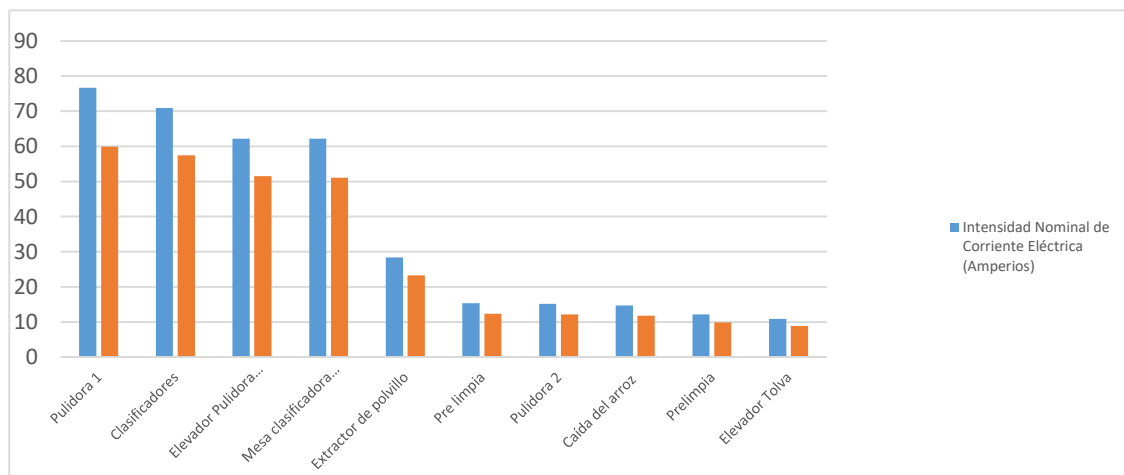
		Potencia de Placa(KW)	Tensión (Voltios)	Factor de potencia	Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Tensión Medida	Factor de Potencia	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)
	Elevador de selectora	2.984	380	0.77	5.89	378	0.73	4.76
	Sin fin de descarga selecto	2.238	380	0.75	4.54	374	0.71	3.67
	Elevador tolva	2.984	380	0.77	5.89	374	0.73	5.12
	Elevador de descarte	2.984	380	0.77	5.89	373	0.74	5.12
	Extractor de polvillo	14.92	380	0.8	28.37	378	0.78	23.3
	Sin fin de polvillo 1	2.238	380	0.8	4.26	374	0.75	3.45
	Sin fin de polvillo 2	2.238	380	0.75	4.54	374	0.72	4.11
Secadora de arroz	Elevador de la tolva	3.73	380	0.75	7.57	375	0.71	6.21
	Prelimpia	5.968	380	0.75	12.10	375	0.73	9.89
	Separadora de metales, piedras	3.73	380	0.75	7.57	374	0.73	5.99
	Elevador de pre almacenamiento	3.73	380	0.81	7.00	373	0.80	6.11
	Ventilador pre almacenamiento	1.492	380	0.78	2.91	378	0.75	2.23
	Sin fin de tolva secado	2.984	380	0.78	5.82	376	0.74	5.12
	Elevador de secado	2.984	380	0.78	5.82	374	0.74	4.78
	Extractor de polvo secador	3.73	380	0.75	7.57	378	0.71	6.23
	Caída del arroz	7.46	380	0.77	14.74	376	0.75	11.8
	Elevador de tolva almacenamiento	2.984	380	0.75	6.05	378	0.73	5.12
	Sin fin descarga tolva pilado	3.73	380	0.75	7.57	377	0.72	6.08
	Descarga de orrin quemado	2.238	380	0.79	4.31	373	0.76	3.65
	Extractor de polvo secador	2.984	380	0.78	5.82	378	0.72	4.98
	Carga de pajilla al horno	2.984	380	0.77	5.89	373	0.75	5.12

Comparaciones de Parámetros eléctricos nominales y medidos

Para efectos de analizar las cargas por la potencia instalada, se clasifican en grandes cargas, cargas medianas y pequeñas cargas. Las grandes cargas lo representan los motores eléctricos con potencia instalada mayor a 10 kW, las cargas medianas, lo que poseen una potencia entre 5 y 10 kW, y las pequeñas cargas las que poseen potencias instalada en los motores eléctricos menores a 5kW.

Las grandes cargas están constituidas por 10 motores que en su conjunto tienen una potencia instalada de 183.143 kW, las cargas medianas lo constituyen 18 motores eléctricos de una potencia instalada de 58.93 KW, y las pequeñas cargas con 10 motores eléctricos que tienen una potencia instalada de 16.78 KW,

Figura 18



Comparación de la corriente nominal y medida en las diez mayores cargas

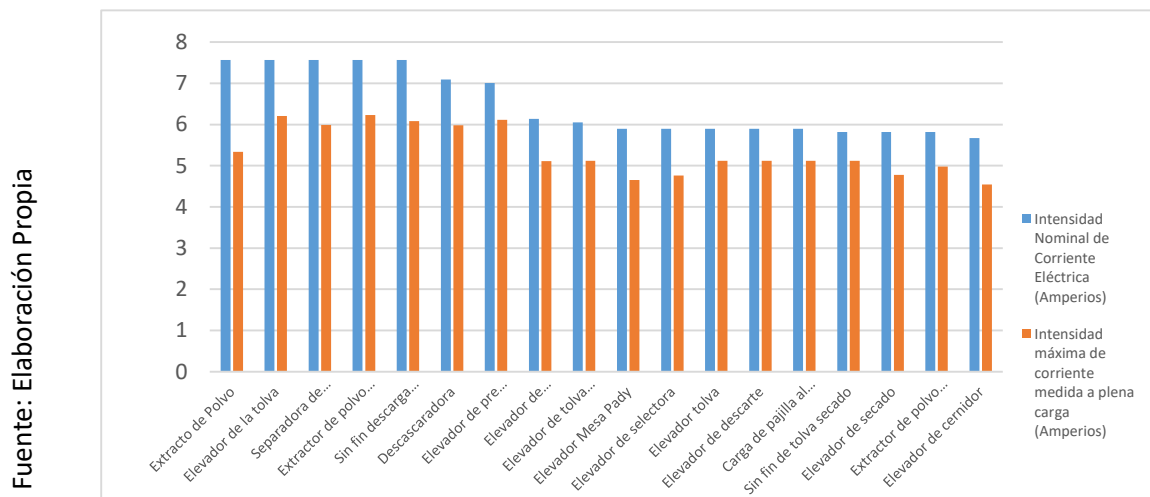
### Interpretación.

Las diez cargas eléctricas más grandes de la instalación en su conjunto representan 183.143 KW de los 258 KW de la potencia Instalada de la planta, es decir que éstos 10 equipos que se muestran en la figura 18, representan el 70% de la potencia instalada, ( $183.143/258 = 0.7$ ), son las que deben de analizarse con mayor cuidado, debido a que una variación porcentual pequeña de la corriente máxima a plena carga en función a la intensidad nominal, representa una gran variación en amperios consumidos en la

Fuente: Elaboración Propia

instalación. De éstas cargas las que operan a porcentaje mayor de plena carga son las presentan mayor eficiencia de funcionamiento.

Figura 19

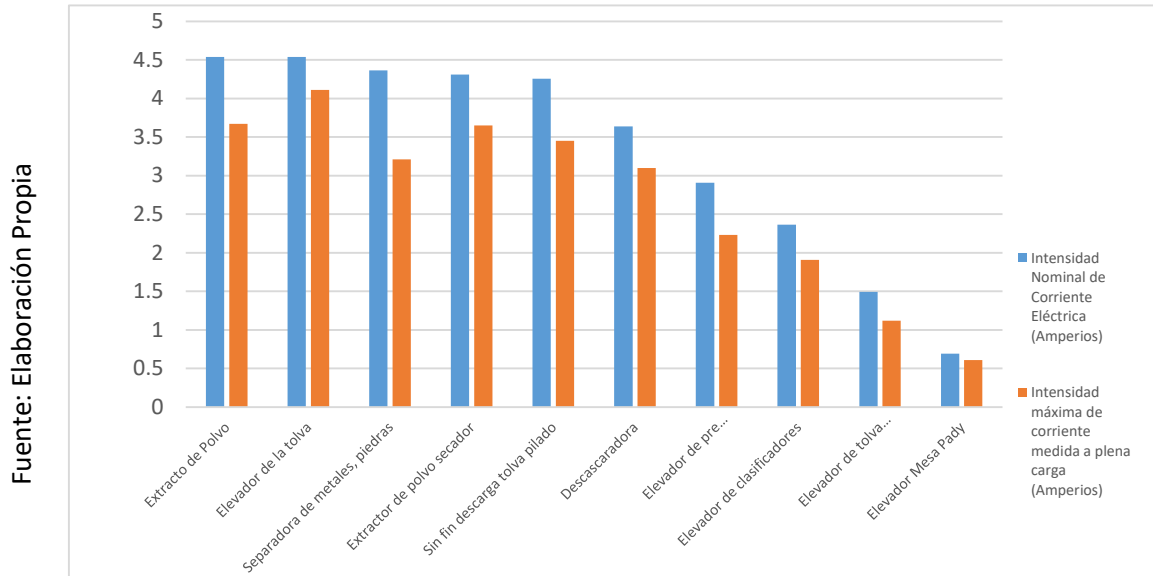


### Comparación de la corriente nominal y medida en las cargas medianas

#### Interpretación.

Las 18 cargas eléctricas medianas de la instalación en su conjunto representan 58.93 KW de los 258 KW de la potencia Instalada de la planta, es decir que éstos 18 equipos representan el 22.2% de la potencia instalada, son las que deben de analizarse con la ponderación que presentan, debido a que una variación porcentual pequeña de la corriente máxima a plena carga en función a la intensidad nominal, representa una mediana variación en amperios consumidos en la instalación. De éstas cargas las que operan a porcentaje mayor de plena carga son las presentan mayor eficiencia de funcionamiento.

Figura 20



### Comparación de la corriente nominal y medida en las cargas pequeñas

#### Interpretación.

Las 10 cargas eléctricas pequeñas de la instalación en su conjunto representan 16.78 KW de los 258 KW de la potencia Instalada de la planta, es decir que éstos 10 equipos representan el 7.2% de la potencia instalada, por tal razón sus valores no son significativos para el consumo de energía total, debido a que una variación porcentual pequeña de la corriente máxima a plena carga en función a la intensidad nominal, representa una pequeña variación en amperios consumidos en la instalación. De éstas cargas las que operan a porcentaje mayor de plena carga son las presentan mayor eficiencia de funcionamiento.



Se realiza una comparación porcentual entre las mediciones de intensidad de corriente eléctrica, y se establece que motores eléctricos están por debajo de un valor aceptable de funcionalidad.

Tabla 12

Línea	Motor Eléctrico de	Valores Nominales	Valores Medidos	Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad nominal (%)
		Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)	
Planta de Pilado de Arroz	Elevador Tolva	10.91	8.88	81.38
	Elevador Prelimpia	2.36	1.91	80.79
	Pre limpia	15.33	12.3	80.21
	Descascaradora	7.09	5.98	84.32
	Extracto de Polvo	7.57	5.34	70.59
	Elevador Mesa Pady	5.89	4.65	78.88
	Sin fin de piedra	1.49	1.12	75.01
	Elevador de cernidor	5.67	4.54	80.02
	Elevador de pulidora	4.36	3.21	73.55
	Pulidora 1	76.67	59.9	78.12
	Pulidora 2	15.13	12.1	79.97
	Elevador Pulidora de agua	62.18	51.54	82.89
	Pulidora vertical	3.64	3.1	85.23
	Bomba de agua	0.69	0.61	88.16
	Elevador de clasificadores	6.13	5.11	83.31
	Clasificadores	70.92	57.4	80.93
	Mesa clasificadora Ñelen	62.18	51.1	82.18
	Elevador de selectora	5.89	4.76	80.75
	Sin fin de descarga selecto	4.54	3.67	80.85
	Elevador tolva	5.89	5.12	86.85
	Elevador de descarte	5.89	5.12	86.85
	Extractor de polvillo	28.37	23.3	82.13
	Sin fin de polvillo 1	4.26	3.45	81.07
Sin fin de polvillo 2	4.54	4.11	90.55	
Secadora de arroz	Elevador de la tolva	7.57	6.21	82.09
	Prelimpia	12.10	9.89	81.71
	Separadora de metales, piedras	7.57	5.99	79.18

Fuente: Elaboración Propia

Línea	Motor Eléctrico de	Valores Nominales	Valores Medidos	Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad nominal (%)
		Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)	
	Elevador de pre almacenamiento	7.00	6.11	87.23
	Ventilador pre almacenamiento	2.91	2.23	76.64
	Sin fin de tolva secado	5.82	5.12	87.98
	Elevador de secado	5.82	4.78	82.14
	Extractor de polvo secador	7.57	6.23	82.35
	Caída del arroz	14.74	11.8	80.07
	Elevador de tolva almacenamiento	6.05	5.12	84.60
	Sin fin descarga tolva pilado	7.57	6.08	80.37
	Descarga de orrín quemado	4.31	3.65	84.70
	Extractor de polvo secador	5.82	4.98	85.58
	Carga de pajilla al horno	5.89	5.12	86.85

Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad Nominal en %

Interpretación:

De la relación de valores entre lo nominal y lo medido a plena carga, que es la eficiencia de funcionamiento de cada motor eléctrico, se puede establecer en función a la eficiencia, lo siguiente:

Tabla 13

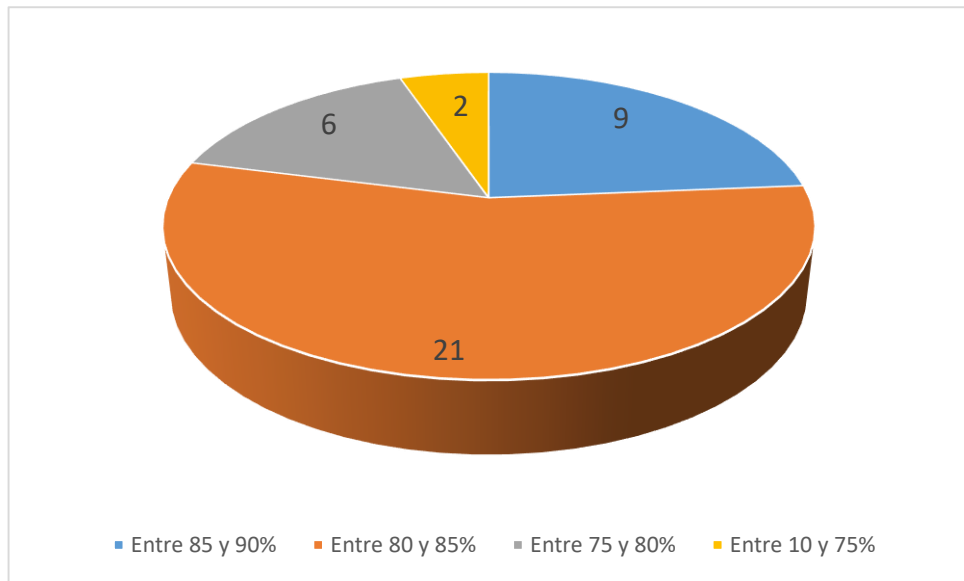
Eficiencia	N° Motores Eléctricos
Entre 85 y 90%	9
Entre 80 y 85%	21
Entre 75 y 80%	6
Entre 70 y 75%	2

Fuente: Elaboración Propia

Número de motores eléctricos en rangos de eficiencia

Figura 21

Fuente: Elaboración Propia



Número de motores eléctricos en rangos de eficiencia

El análisis del número de motores eléctricos que tienen eficiencias bajas, permite la toma de decisiones en cuánto a las labores que se realizarán en dicha máquina, teniendo las opciones entre el cambio de motor o la reparación del mismo. Se muestra que dos motores tienen valores de eficiencia menores al 70%, es decir que a plena carga, los valores de funcionamiento de éstos motores están por debajo de lo esperado, y la decisión más óptima es el cambio de ellos; la posibilidad del rebobinado de éstos motores con éstos valores de eficiencia no justifica. Así mismo se muestra que una gran parte de los motores eléctricos tienen eficiencia entre el 80 y 85% (21 motores), los cuales es posible su reparación, y la elaboración de un plan de mantenimiento para superar éste valor de eficiencia.

**3.3. Proponer modificaciones y/o cambios en el sistema eléctrico, para incrementar la eficiencia y disminuir el consumo de energía eléctrica en las instalaciones del molino.**

Las modificaciones a realizar son:

- a) Cambio de conductor eléctrico en los circuitos de los motores eléctricos.
- b) Reemplazo de motores con valores de eficiencia inferior al 80%.
- c) Mantenimiento preventivo a motores eléctricos, mediante mediciones periódicas de parámetros de funcionamiento.
- d) Mantenimiento a puestas a tierra de los tableros eléctricos.
- e) Verificación de dispositivos de protección eléctrica en cuanto a valores de dimensionamiento.

**a) Cambio de conductor eléctrico en los circuitos de los motores eléctricos.**

Para determinar el dimensionamiento de los conductores eléctricos se realiza por los criterios de capacidad de corriente y por caída de tensión.

Por caída de tensión.

$$\Delta U = \frac{1000 * c * \rho * P * L}{S * U}$$

Dónde:

S: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

c: Incremento de la resistencia alterna (normalmente c= 1.02).

$\rho$ : Resistividad del conductor a la temperatura de servicio. (0.01786 Ohmios-mm<sup>2</sup>/m), a temperatura ambiente de 23°C.

P: Potencia activa (Kilowatt).

L: Longitud en Metros.

$\Delta U$ : Caída de tensión máxima admisible en voltios en la línea.

U: Tensión Nominal, en voltios.

En la tabla 14, se muestran los valores de las caídas de tensión en los conductores eléctricos en cada uno de los motores eléctricos

Tabla 14

Linea	Motor Eléctrico de	P: Potencia de Placa(KW)	U: Tensión (Voltios)	Longitud (m)	p: Resistividad (Ohmios . mm2/m)	A: Area sección conductor (mm2)	Caída de tensión: $(1000*c*\rho*P*L)/(S*U)$ (Voltios)
Planta de Pilado de Arroz	Elevador Tolva	5.595	380	50	0.01786	5.26	2.550
	Elevador Prelimpia	1.119	380	70	0.01786	5.26	0.714
	Pre limpia	7.46	380	40	0.01786	5.26	2.720
	Descascaradora	3.73	380	30	0.01786	5.26	1.020
	Extracto de Polvo	3.73	380	30	0.01786	5.26	1.020
	Elevador Mesa Pady	2.984	380	25	0.01786	5.26	0.680
	Sin fin de piedra	0.746	380	45	0.01786	3.31	0.486
	Elevador de cernidor	2.984	380	25	0.01786	5.26	0.680
	Elevador de pulidora	2.238	380	40	0.01786	5.26	0.816
	Pulidora 1	37.3	380	15	0.01786	10.55	2.542
	Pulidora 2	7.46	380	40	0.01786	5.26	2.720
	Elevador Pulidora de agua	29.84	380	15	0.01786	8.37	2.564
	Pulidora vertical	1.865	380	40	0.01786	3.31	1.080
	Bomba de agua	0.373	380	60	0.01786	3.31	0.324
	Elevador de clasificadores	2.984	380	40	0.01786	3.31	1.729
	Clasificadores	37.3	380	15	0.01786	10.55	2.542
	Mesa clasificadora Ñelen	29.84	380	15	0.01786	8.37	2.564
	Elevador de selectora	2.984	380	60	0.01786	5.26	1.632
	Sin fin de descarga selecto	2.238	380	50	0.01786	5.26	1.020
	Elevador tolva	2.984	380	40	0.01786	5.26	1.088
	Elevador de descarte	2.984	380	30	0.01786	5.26	0.816
	Extractor de polvillo	14.92	380	20	0.01786	8.37	1.709
	Sin fin de polvillo 1	2.238	380	30	0.01786	5.26	0.612
Sin fin de polvillo 2	2.238	380	30	0.01786	5.26	0.612	

Fuente: Elaboración Propia

Linea	Motor Eléctrico de	P: Potencia de Placa(KW)	U: Tensión (Voltios)	Longitud (m)	p: Resistividad (Ohmios . mm2/m)	A: Area sección conductor (mm2)	Caída de tensión: $(1000*c*\rho*P*L)/(S*U)$ (Voltios)
Secadora de arroz	Elevador de la tolva	3.73	380	20	0.01786	5.26	0.680
	Prelimpia	5.968	380	30	0.01786	5.26	1.632
	Separadora de metales, piedras	3.73	380	20	0.01786	5.26	0.680
	Elevador de pre almacenamiento	3.73	380	20	0.01786	5.26	0.680
	Ventilador pre almacenamiento	1.492	380	20	0.01786	5.26	0.272
	Sin fin de tolva secado	2.984	380	50	0.01786	5.26	1.360
	Elevador de secado	2.984	380	30	0.01786	5.26	0.816
	Extractor de polvo secador	3.73	380	30	0.01786	5.26	1.020
	Caída del arroz	7.46	380	35	0.01786	5.26	2.380
	Elevador de tolva almacenamiento	2.984	380	35	0.01786	5.26	0.952
	Sin fin descarga tolva pilado	3.73	380	40	0.01786	5.26	1.360
	Descarga de orrin quemado	2.238	380	40	0.01786	5.26	0.816
	Extractor de polvo secador	2.984	380	30	0.01786	5.26	0.816
	Carga de pajilla al horno	2.984	380	20	0.01786	5.26	0.544

#### Cálculo de la caída de tensión en conductores de motores eléctricos

De la tabla 14, la longitud del conductor se midió desde la ubicación del motor del mecanismo hasta la ubicación del tablero de distribución eléctrica, existiendo tubería empotrada de PVC SAP 1”.

De la tabla 14, se puede apreciar que 8 motores eléctricos tienen caída de tensión superior a los 2 voltios, y son

Tabla 15

Fuente: Elaboración Propia

Linea	Motor Eléctrico de	Caída de tensión: (1000*c*ρ*P*L)/(S*U)
Planta de Pilado de Arroz	Elevador Tolva	2.550
	Pre limpia	2.720
	Pulidora 1	2.542
	Pulidora 2	2.720
	Elevador Pulidora de agua	2.564
	Clasificadores	2.542
	Mesa clasificadora Ñelen	2.564
Secadora de arroz	Caída del arroz	2.380

Conductores eléctricos con más de 2 voltios de caída de tensión

Se realiza el cambio de sección por un conductor de mayor calibre, luego se muestra los resultados de la disminución de la caída de tensión.

Tabla 16

Fuente: Elaboración Propia

Linea	Motor Eléctrico de	A: Area sección conductor (mm <sup>2</sup> )	A: Area sección conductor modificada (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión: (1000*c*ρ*P*L)/(S*U)
Planta de Pilado de Arroz	Elevador Tolva	5.26	8.37	1.602
	Pre limpia	5.26	8.37	1.709
	Pulidora 1	10.55	16.77	1.599
	Pulidora 2	5.26	8.37	1.709
	Elevador Pulidora de agua	8.37	16.77	1.280
	Clasificadores	10.55	16.77	1.599
	Mesa clasificadora Ñelen	8.37	13.3	1.613
Secadora de arroz	Caída del arroz	5.26	8.37	1.495

Cambio de sección del conductor

## Cálculo de Conductor por Capacidad de Corriente

En la tabla 17, se muestra la intensidad de corriente admisible para conductores de cobre.

Tabla 17

Fuente: Catálogo INDECO

AISLADOS TEMPERATURA DE SERVICIO: 60° 75° 90°C								
SECCION	SECCION	GRUPO A TEMPERATURA DE SERVICIO			GRUPO B TEMPERATURA DE SERVICIO			DESNUDO
Nominal (mm) <sup>2</sup>	AWG	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
0,32	22	3	3					
0,51	20	5	5					
0,82	18	7,5	7,5					
1,31	16	10	10					
2,08	14	15	15	25	20	20	30	
3,31	12	20	20	30	25	25	40	
5,26	10	30	30	40	40	40	55	
8,36	8	40	45	50	55	65	70	90
13,30	6	55	65	70	80	95	100	130
21,15	4	70	85	90	105	125	135	150

Capacidad de corriente en conductores de cobre por sección del conductor.

De la tabla 17 se obtiene la cantidad de amperios que puede transportar el conductor eléctrico, si se compara con los valores de la tabla 12, para los cambios de conductor realizado en el criterio de la caída de tensión, tienen valores superiores a la corriente nominal del motor eléctrico del mecanismo a accionar.

### b) Reemplazo de motores con valores de eficiencia inferior al 80%.

Se plantea el cambio de los motores eléctricos que presentan eficiencia menor al 80%, siendo éstos 8 motores eléctricos, que representan una potencia activa total de 61.91 KW, tal como se muestra en la tabla 18.

La relación entre la corriente eléctrica de plena carga y la corriente nominal del motor, es un indicador que describe la funcionalidad del



motor, y es un componente de la eficiencia del motor; manteniendo constante todos los demás parámetros de funcionamiento en un motor eléctrico, en consecuencia la eficiencia será la relación entre la intensidad a plena carga medida y la intensidad nominal, expresado en términos porcentuales.

Tabla 18

Motor Eléctrico de	Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad nominal ( %)	Potencia (KW)
Extractor de Polvo	70.59	3.73
Elevador de pulidora	73.55	2.238
Sin fin de piedra	75.01	0.746
Ventilador pre almacenamiento	76.64	3.73
Pulidora 1	78.12	37.3
Elevador Mesa Pady	78.88	2.984
Separadora de metales, piedras	79.18	3.73
Pulidora 2	79.97	7.46
Potencia Total (KW)		61.918

Fuente: Autoría Propia

Motores eléctricos con menos de 80% de eficiencia

De la tabla 18, se puede apreciar que el motor eléctrico que acciona a la pulidora 1, tiene una potencia de 37.3 KW, que representa el motor eléctrico a cambiar de mayor potencia, así como también al motor eléctrico del sin fin de piedra, que tiene una potencia de 0.746 KW; éstos 8 motores han sido rebobinados en reiteradas ocasiones, por lo que la reparación no se aplica a éstos motores, siendo la alternativa el cambio.

Los cambios se realizarán con motores eléctricos de valores de eficiencia del 90%.

**c) Mantenimiento preventivo a motores eléctricos, mediante mediciones periódicas de parámetros de funcionamiento.**

Se plantea realizar mediciones periódicas de los valores de caída de tensión, intensidad de corriente eléctrica, frecuencia, factor de potencia, labor que será realizada por los mismos operarios de las máquinas, a lo que se denomina mantenimiento autónomo.

Para la implementación de éstas labores, se prevee la capacitación en labores de medición de parámetros de los motores eléctricos, y establecer un registro de valores cada 30 días.

Se establece que si existiera variación en los parámetros a medir en valores superiores a 1% con respecto a los valores de la medición nominal, se realice una inspección por parte del personal de mantenimiento de la empresa. Estas actividades se realizarán dentro del periodo de parada programada de la planta.

**d) Mantenimiento a puestas a tierra de los tableros eléctricos.**

Con la implementación de una pinza telurométrica se realiza la medición de las puestas a tierras, mediante un protocolo de pruebas preestablecidas, labor que será realizada por los operarios de las máquinas de los procesos.

La realización de los valores de puesta a tierra, serán cada 30 días.

**Protocolo de Pruebas.**

	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>REALIZADAS</b>	<b>NO REALIZADAS</b>
Fuente: Autoría Propia	Desconectar el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre; puesto que las mediciones deben realizarse sin carga eléctrica	SI	
	Necesitamos hacer la perforación en el concreto ya que en el local existen partes donde se pudieron hacer contacto directo de las varillas auxiliares del teluro metro con la tierra		NO
	Instrumento de medición(Pinza Teluro métrica)	SI	
	Electro de de tierra (E1)-varilla auxiliar de potencial (E2)= 5m	SI	
	Electro de de tierra (E1)-varilla auxiliar de corriente (E3)= 10m	SI	
	Los valores de medición deben oscilar entre 3 y 4 ohmios	SI	

Formato de Medición de Puesta a Tierra de los tableros eléctricos

DATOS DE LA MEDICIÓN						
(1) MARCA, MODELO Y NUMERO DE SERIE DEL INSTRUMENTO UTILIZADO:						
(2) FECHA DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTAL UTILIZADO:						
(3) FECHA DE LA MEDICIÓN:		(4) HORA DE INICIO:		(5) HORA DE FINALIZACIÓN:		
(6) RESULTADOS OBTENIDOS:						
(7) OBSERVACIONES:						
DOCUMENTACIÓN QUE SE ADJUNTARA A LA MEDICIÓN						
(8) CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.						
(9) PLANO O CROQUIS.						
FIRMA, ACLARACION Y REGISTRO DEL PROFESIONAL INTERVINENTE						

**3.4. Determinar el nuevo índice de consumo eléctrico, con las propuestas de mejora.**

Para la determinación del nuevo índice de consumo eléctrico, se determina en función al incremento de la eficiencia por el cambio de los motores eléctricos, es decir, la disminución de la cantidad de energía en cada motor eléctrico.

En la tabla 18, se establece el incremento de la eficiencia en cada motor, y su valor en términos de disminución de energía.

Tabla 18

Motor Eléctrico de	Potencia (KW)	Eficiencia( %)	Nuevo valor de eficiencia de motor de reemplazo (%)	Incremento de eficiencia (%)	Disminución de consumo de energía eléctrica por mes (KW-H)
Extractor de Polvo	3.73	70.59	90	19.41	217.20
Elevador de pulidora	2.238	73.55	90	16.45	110.45
Sin fin de piedra	0.746	75.01	90	14.99	33.55
Ventilador pre almacenamiento	3.73	76.64	90	13.36	149.50
Pulidora 1	37.3	78.12	90	11.88	1329.37
Elevador Mesa Pady	2.984	78.88	90	11.12	99.55
Separadora de metales, piedras	3.73	79.18	90	10.82	121.08
Pulidora 2	7.46	79.97	90	10.03	224.47
Energía (KW-H)					2285.15

Fuente: Autoría Propia

Disminución de consumo de energía activa con el reemplazo de motores eléctricos de 90% de eficiencia.

De la tabla 18, se observa que en un mes se disminuye 2285 KW-H por el reemplazo de los motores eléctricos de 90% de eficiencia; dicho valor se obtiene multiplicando el valor del incremento de la eficiencia de cada motor por la potencia del motor, por el tiempo de funcionamiento al mes (12 horas por día y 25 días al mes).

La determinación del nuevo índice de consumo eléctrico, se realiza haciendo una simulación de los consumos de energía en el mismo periodo en el cual se determinó el actual índice de consumo eléctrico, es decir la incorporación de los motores eléctricos de 90% de eficiencia, disminuyen en 2285 KW-H de energía a cada consumo de energía mensual.

Tabla 19

	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18
Energía Activa Total (KW-H)	9091	11564	20975	24881	35639	35639	22096	29165	25804	27804	35781	20597	29508
Energía Activa Total con reemplazo de motores de 90% de eficiencia (KW-H)	6805.85	9278.85	18689.85	22595.9	33353.85	33353.85	19810.85	26879.85	23518.85	25518.85	33495.85	18311.85	27222.85
Producción Arroz TM	6787	7805	12563	18794	23782	16214	13547	8348	8837	13231	14911	15820	14167
<b>Índice de Consumo Eléctrico ICE</b>	<b>1.34</b>	<b>1.48</b>	<b>1.67</b>	<b>1.32</b>	<b>1.5</b>	<b>2.2</b>	<b>1.63</b>	<b>3.49</b>	<b>2.92</b>	<b>2.1</b>	<b>2.4</b>	<b>1.3</b>	<b>2.08</b>
<b>Nuevo Índice de Consumo Eléctrico ICE</b>	1.00	1.19	1.49	1.20	1.40	2.06	1.46	3.22	2.66	1.93	2.25	1.16	1.92

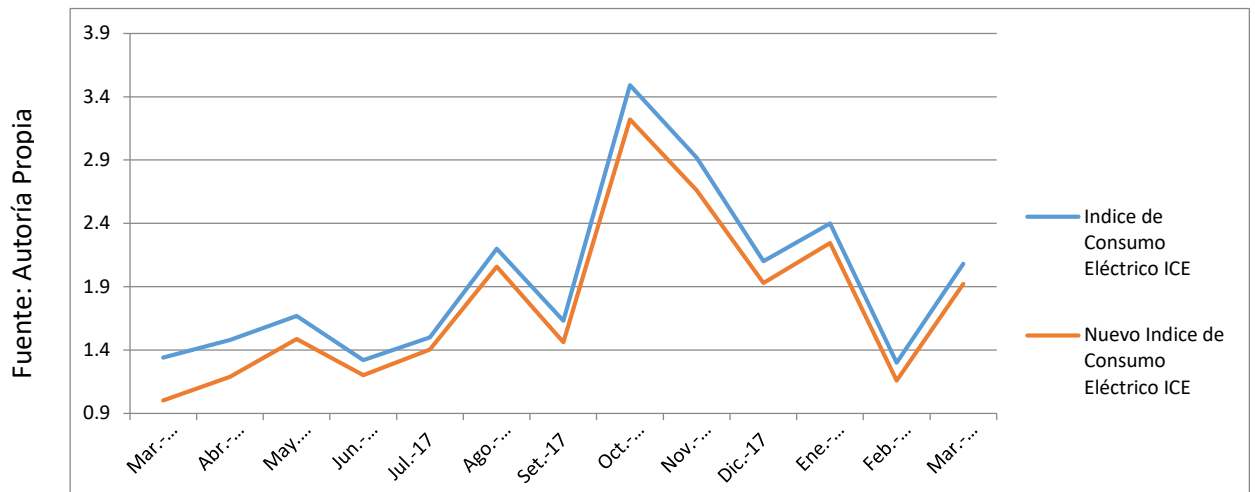
Fuente: Autoría Propia

Determinación del Nuevo índice de consumo eléctrico con la incorporación de motores de 90% de eficiencia

La determinación del nuevo índice de consumo eléctrico es la relación entre la energía activa total de la planta con el reemplazo de los 8 motores eléctricos de 90% de eficiencia, que tendría un valor de 2285 KW-H menos de energía con respecto al consumo actual, relacionado con la producción de arroz en TM

ICE (Nuevo) = (Consumo de energía total actual – Ahorro de energía por reemplazo de 8 motores eléctricos) / Producción de Arroz.

Figura



Variación del Nuevo índice de Consumo Eléctrico.

**3.5. Realizar una evaluación económica del proyecto, utilizando indicadores económicos tales como Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Relación Beneficio – Costo.**

**3.5.1. Inversión Inicial del Proyecto.**

La inversión inicial del proyecto está dada por la adquisición de equipos, planes de mantenimiento y capacitación al personal operativo de la planta, para la reducción del índice de consumo eléctrico.

Tabla 20

N°	Equipamiento	Mecanismo a accionar	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1	Motor Eléctrico de 3.73 KW 380 V.	Extractor de Polvo	Unidad	1	476	476
2	Motor Eléctrico de 2.23 KW 380 V.	Elevador de pulidora	Unidad	1	392	392
3	Motor Eléctrico de 0.746KW 380 V.	Sin fin de piedra	Unidad	1	364	364
4	Motor Eléctrico de 3.73 KW 380 V.	Ventilador pre almacenamiento	Unidad	1	476	476
5	Motor Eléctrico de 37.3 KW 380 V.	Pulidora 1	Unidad	1	3600	3600
6	Motor Eléctrico de 2.98 KW 380 V.	Elevador Mesa Pady	Unidad	1	448	448
7	Motor Eléctrico de 3.73 KW 380 V.	Separadora de metales, piedras	Unidad	1	476	476
8	Motor Eléctrico de 7.46KW 380 V.	Pulidora 2	Unidad	1	672	672
9	Conductores eléctricos THW 8.37mm2	Elevador Tolva	Metros	50	2.1	105
10	Conductores eléctricos THW 8.37mm2	Pre limpia	Metros	70	2.1	147
11	Conductores eléctricos THW 16.77 mm2	Pulidora 1	Metros	15	2.7	40.5
12	Conductores eléctricos THW 16.77mm2	Pulidora 2	Metros	40	2.7	108
13	Conductores eléctricos THW 16.77 mm2	Elevador Pulidora de agua	Metros	15	2.7	40.5
14	Conductores eléctricos THW 16.77mm2	Clasificadores	Metros	15	2.7	40.5
15	Conductores eléctricos THW 13.3mm2	Mesa clasificadora Ñelen	Metros	15	2.2	33
16	Conductores eléctricos THW 8.37mm2	Caída del arroz	Metros	35	2.1	73.5
	Total (S/.)					7492

Fuente: Autoría Propia

Inversión inicial en Equipamiento en la Planta



Tabla 21

Item	Costo Total (S/.)
Equipamiento	6092
Montaje y/o puesta en servicio	1000
Alquiler herramientas	400
Mantenimiento (10% Equipamiento)	749.2
Capacitación (10% Equipamiento)	749.2
Total (S/.)	8990.4

Inversión inicial del proyecto.

### 3.5.2. Ingresos del Proyecto.

Los ingresos del proyecto está dado por la disminución del consumo de energía eléctrica con la utilización de los motores eléctricos propuestos.

Según lo determinado en la tabla 18, se tiene un ahorro mensual de 2285 KW-H, que representan  $2285 \times 0.4 = S/. 914.00$  de ahorro mensual, que constituye el ingreso económico del proyecto.

### 3.5.3. Flujo de caja del Proyecto.

El flujo de caja se realiza con todos los ingresos, egresos e inversión inicial del proyecto, se analiza en el tiempo de 18 meses, debido a que es un proyecto de corto plazo, tal como se detalla en la tabla 22

Tabla 22

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Inversión Inicial (S)	8990.4																	
Ingresos (S)		914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914

Flujo de Caja del Proyecto

### 3.5.4. Análisis con indicadores económicos.

#### Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos y egresos mensuales, llevándolas al año cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 3.5% mensual, que es la tasa que se evalúa en créditos para proyectos de inversión de menor escala en las diferentes instituciones financieras de la ciudad de Chiclayo

Utilidad actualizada al tiempo 0:

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

Dónde:

Ia: Ingreso actualizado al mes 0

i:Tasa de Interés: 3.5% Mensual.

n: Número de Meses: 18

Reemplazando valores obtenemos: Ia = S/. 12055.37

Por lo tanto el valor actual neto es la diferencia entre los ingresos actualizados del proyecto (Ia) y el valor de la inversión: 12055.37 - 8990.4 = S/. 3064.97

## Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interno de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto.

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

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/. 8990.4

Ia: 12055.37, ingresos actualizados al mes 0

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de meses 18

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste igual a 7% mensual, que representa un valor superior al interés bancario actual que oscila al 3.5 % mensual.

## Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo está dado por:

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

Reemplazando valores : 12055.37/ 8990.4, es de 1.34

La amortización mensual por el pago del préstamo bancario de 8990.4 Soles, se realiza el análisis financiero para el periodo de 18 meses, en el cual la cuota fija mensual de pago del préstamo es de 557.75 Soles Mensual.

**Tabla 23**

Cuota	INTERESES	AMORTIZACIÓN	PAGO TOTAL(S/.)	SALDO PENDIENTE (S/.)
			0	8990.4
1	83.91	461.01	544.92	8529.39
2	79.61	465.31	544.92	8064.08
3	75.26	469.65	544.92	7594.43
4	70.88	474.04	544.92	7120.39
5	66.46	478.46	544.92	6641.93
6	61.99	482.93	544.92	6159.01
7	57.48	487.43	544.92	5671.57
8	52.93	491.98	544.92	5179.59
9	48.34	496.58	544.92	4683.01
10	43.71	501.21	544.92	4181.80
11	39.03	505.89	544.92	3675.92
12	34.31	510.61	544.92	3165.31
13	29.54	515.37	544.92	2649.93
14	24.73	520.19	544.92	2129.75
15	19.88	525.04	544.92	1604.71
16	14.98	529.94	544.92	1074.77
17	10.03	534.89	544.92	539.88
18	5.04	539.88	544.92	0.00

Fuente: Autoría Propia

**Cuadro de amortización reducción cuota**

#### IV. DISCUSIÓN.

- El consumo de energía eléctrica por los motores de los mecanismos del proceso de pilado de arroz. al representar un valor del 97.73% de la potencia instalada de toda la instalación, fue el sector analizado, debido a que una modificación en el funcionamiento del motor influye significativamente en el consumo total de toda la instalación, y específicamente en las 8 cargas de mayor consumo.

La variación del índice de consumo eléctrico muestra una variación desde 1.3 hasta 3.49 KW-H/T.N, por lo que se observa que a mayor producción no existe la relación directa de mayor consumo de energía eléctrica; esto sucede debido no solamente al porcentaje de plena carga de funcionamiento del motor, sino también a factores de operatividad del proceso.

- La comparación entre la corriente a plena carga y la corriente nominal en un motor eléctrico, es un indicador de la eficiencia del motor, con valores inferiores al 80%, y para potencia altas, el consumo de energía hace que el índice de consumo eléctrico se incremente, por lo tanto la cuantificación de los motores con un valor menor al 80% de éste indicador, incide en el incremento del índice de Consumo Eléctrico.
- La propuesta de cambio, reparación y la ejecución de un plan de mantenimiento en los motores eléctricos en función a la relación de la corriente de plena carga y corriente nominal, disminuye el consumo de energía eléctrica total por tonelada de arroz procesado; siendo menor al 80% se realiza el cambio del motor eléctrico por uno de eficiencia mayor al 90%.
- El nuevo índice de consumo eléctrico es consecuencia del menor consumo de energía por cada motor, y en el presente proyecto de investigación se determinó que el cambio de 8 motores eléctricos, disminuye éste indicador con valores de 1.00 hasta 3.22, siendo significativo en el consumo final de energía.

- Los indicadores económicos de la implementación del plan de mantenimiento, son de mucha significancia para el área de producción, debido a que la disminución del consumo de energía en un valor de 914 Nuevos Soles mensuales, representa una disminución en los costos operativos; la inversión de 8990.4 Soles en un periodo de recuperación de 18 meses, hace factible su ejecución.

## V. CONCLUSIONES.

- Se determinó que las mayores cargas eléctricas se encuentran en los motores eléctricos que representan el 97.73% de la potencia instalada corresponde a los motores eléctricos y que el 2.23% a potencia por iluminación y equipos de cómputo, por lo que el análisis del presente proyecto de investigación solo abarca a los motores eléctricos. Se estableció que la facturación por energía reactiva tiene un valor significativo en los costos de producción, superando el valor de 1300 soles; en el mes de Julio del 2018 registra dicho valor máximo.
- Se calculó el valor del índice de consumo eléctrico, en función al consumo de energía eléctrica y la producción del procesamiento de arroz, siendo el valor mínimo de 1.3 hasta 3.49 KW-H/T.N, en el año 2017.
- Se realizó la propuesta del cambio de 8 motores eléctricos de eficiencia mayor al 90%, siendo el de mayor potencia el motor de 37.3 KW, que corresponde al motor de la pulidora 1 del proceso y el de menor potencia el de 3.73KW el del extractor de polvo; en total los 8 motores eléctricos que se cambian totalizan 61.91 KW.
- Con las modificaciones realizadas, se determinó que la implementación de la propuesta, el valor del índice de consumo eléctrico tuvo un valor mínimo de 1.00, y un valor máximo de 3.22 KW-H/T.M.
- Se determinó que las mayores cargas eléctricas se encuentran en los motores eléctricos que representan el 97.73% de la potencia instalada corresponde a los motores eléctricos y que el 2.23% a potencia por iluminación y equipos de cómputo, por lo que el análisis del presente proyecto de investigación solo abarca a los motores eléctricos. Se estableció que la facturación por energía reactiva tiene un valor significativo en los costos de producción, superando el valor de 1300 soles; en el mes de Julio del 2018 registra dicho valor máximo.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

- Realizar un análisis de los tiempos de los procesos, en el cual se debe optimizar cada uno de ellos, en función a la operatividad de cada mecanismo, la calidad del producto, la cantidad de producción y el consumo de energía eléctrica.
- Hacer un cambio del sistema eléctrico en cuanto a los accesorios eléctricos que automatizan el funcionamiento de cada mecanismo del proceso.
- Realizar un mantenimiento autónomo, en el cual los operarios de los mecanismos realicen el seguimiento de los parámetros de operación de cada mecanismo de los procesos de pilado de arroz.



## ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS




### RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2018-UCV-VA

YO, Ing. Msg Angel Marcelo Rojas Coronel, docente de la Facultad de Ingeniería de ucv – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado: "ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CONSUMO ELÉCTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DEL MOLINO DON JULIO, LAMBAYEQUE 2018" del bachiller de la Escuela profesional de Ingeniería mecánica eléctrica:

#### **DENIS VALERIN CARO**

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 18%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 15 de Diciembre del 2018

  
\_\_\_\_\_  
Msg Angel Marcelo Rojas Coronel  
Docente de la facultad de ingeniería de Ucv

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

### FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

#### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

..... VALERIA CARO DENIS .....

D.N.I. : ..... 45843893 .....

Domicilio : ..... CALLE PURCUSA 494 P. JUAN TORRE AMARU .....

Teléfono : Fijo : ..... Móvil : 978196198 .....

E-mail : ..... deniscaro245@gmail.com .....

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : ..... INGENIERIA .....

Escuela : ..... INGENIERIA MECANICA ELECTRICA .....

Carrera : ..... INGENIERIA MECANICA ELECTRICA .....

Título : ..... INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA .....

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado : .....

Mención : .....

#### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

..... VALERIA CARO DENIS .....

.....

.....

Título de la tesis:

..... ANALISIS DEL NIVEL DE CONSUMO ELECTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN EL MOLINO DON JULIO, LAMBAYEQUE 2018 .....

Año de publicación : ..... 2018 .....

#### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : .....

Fecha : ..... 30/01/2019 .....



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

VALEEN CARO DENIS

INFORME TÍTULADO:

EL ANALISIS DEL INDICE DE CONSUMO ELECTRICO PARA

INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN MOINOS DE UN SUIC, LAMER, 2018??

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 13/09/2018

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAJORIA



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN