



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Propuesta de instalación de variadores de frecuencia para
incrementar la eficiencia en la planta Proserla- Jayanca”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Edwin Veliz Tejada (ORCID: 0000-0003-4147-2883)

ASESOR:

Mg. Dante Omar Panta Carranza (ORCID: 0000-0002-4731-263X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios por darme la sabiduría, dedicación y esfuerzo para guiar mi camino personal y profesional.

A mi esposa y a mi hijo que está en camino por ser mi fuente de inspiración, sacrificio, perseverancia y esfuerzo de alcanzar lo imposible.

A mis profesores por compartir sus excelentes saberes científicos y valores que me han permitido lograr este interesante trabajo de investigación.

Edwin

Agradecimiento

Agradecer a Dios por bendecirme y darme las fuerzas para seguir adelante y enfrentar los problemas que se presentan en la vida.

Agradecimiento a la planta “Proserla” por brindarme su apoyo de forma desinteresada y ofrecerme todos los equipos necesarios para obtener un trabajo de investigación eficiente.

A la Universidad César Vallejo por abrirnos las puertas y a través de su distinguida plana docente nos brinde su apoyo en las pautas precisas para alcanzar un trabajo satisfactorio.

También el agradecimiento al apoyo de mi querida familia que ha sido fundamental e indispensable para lograr obtener buenos resultados.

Edwin

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de Investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población y muestra.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimiento:	15
3.6. Método de análisis de datos:.....	18
3.7. Aspectos éticos:	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	69
VI. CONCLUSIONES	70
VII. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS	73
Página del jurado	75
Declaratoria de autenticidad.....	76
Acta de aprobación de originalidad de tesis	77
Reporte de turnitin.....	78
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	79

Índice de tablas

Tabla 01. <i>Evolución de los consumos de energía por sectores en el Perú.....</i>	4
Tabla 02. <i>Histórico de consumos de energía y potencia.</i>	6
Tabla 03. <i>Pérdidas típicas en motores de inducción.....</i>	10
Tabla 04. <i>Operacionalización de variables.</i>	13
Tabla 05. <i>Técnicas de investigación.....</i>	14
Tabla 06. <i>Mediciones de variables eléctricas en motor eléctrico trifásico para accionar transportador 1.</i>	16
Tabla 07. <i>Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar Lavador.....</i>	16
Tabla 08. <i>Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar Transportador 2.</i>	17
Tabla 09. <i>Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar máquina Paletizadora 1.</i>	17
Tabla 10. <i>Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar máquina Paletizadora 2.</i>	17
Tabla 11. <i>Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar máquina pesadora de material</i>	18
Tabla 12. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2011.....</i>	20
Tabla 13. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2012.....</i>	21
Tabla 14. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2013.....</i>	22
Tabla 15. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2014.....</i>	23
Tabla 16. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2015.....</i>	24
Tabla 17. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2016.....</i>	25
Tabla 18. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2017.....</i>	26
Tabla 19. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2018.....</i>	27
Tabla 20. <i>Histórico de consumos de energía y potencia – 2019.....</i>	28
Tabla 21. <i>Calificación tarifaria, en la planta PROSERLA- Jayanca</i>	36
Tabla 22. <i>Cantidad de uva fresca procesada.....</i>	38
Tabla 23. <i>Consumo de energía por TM de uva procesada.....</i>	39
Tabla 24. <i>Mediciones de variables eléctricas.....</i>	44
Tabla 25. <i>Consumo de energía por día en Kw-H.....</i>	46

Tabla 26. <i>Características técnicas del variador de velocidad seleccionado</i>	50
Tabla 27. <i>Funcionalidad de los motores sin propuesta de mejora</i>	54
Tabla 28. <i>Ahorro de energía eléctrica en los arranques, utilizando variadores de velocidad</i>	57
Tabla 29. <i>Ahorro de energía en Kw-H, al disminuir los tiempos de funcionamiento de los motores eléctricos</i>	59
Tabla 30. <i>Ahorro de Energía con la propuesta de la incorporación de los variadores de velocidad</i>	61
Tabla 31. <i>Inversión de la propuesta</i>	64
Tabla 32. <i>Estimado de ahorro de energía eléctrica en 3 años del proyecto</i>	65
Tabla 33. <i>Estado de ingresos y egresos</i>	67

Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Consumo de energía en el sector Industria.....	3
<i>Figura 02.</i> Evolución del consumo de energía en Terajoules, en el Perú, 1970 - 2010	4
<i>Figura 03.</i> Evolución del consumo de energía en % en el Perú, 1970 - 2010.....	5
<i>Figura 04.</i> Estacionalidad de la producción de uva	7
<i>Figura 05.</i> Clasificación energética de motores eléctricos en la Unión Europea..	11
<i>Figura 06.</i> Esquemas de regulación de caudal en bombas centrífugas	11
<i>Figura 07.</i> Evolución del consumo de energía activa total. Años 2016 - 2017	29
<i>Figura 08.</i> Evolución del consumo de energía activa total. Años 2018 - 2019	30
<i>Figura 09.</i> Consumo de energía - Horas fuera de punta y horas punta, año 201631	
<i>Figura 10.</i> Consumo de energía - Horas fuera de punta y horas punta, año 201731	
<i>Figura 11.</i> Consumo de energía - Horas fuera de punta y horas punta, año 201832	
<i>Figura 12.</i> Consumo de energía - Horas fuera de punta y horas punta, año 201932	
<i>Figura 13.</i> Potencia en horas fuera de punta y horas punta, año 2016.....	33
<i>Figura 14.</i> Potencia en horas fuera de punta y horas punta, año 2017	33
<i>Figura 15.</i> Potencia en horas fuera de punta y horas punta, año 2018.....	34
<i>Figura 16.</i> Potencia en horas fuera de punta y horas punta, año 2019.....	34
<i>Figura 17.</i> Evolución de la facturación eléctrica, en soles. Año 2016 - 2019	35
<i>Figura 18.</i> Evolución del consumo de energía por TM de uva procesada.....	42
<i>Figura 19.</i> Conexión con variadores de velocidad.....	48
<i>Figura 20.</i> Montaje de variador de frecuencia en motores eléctricos	49
<i>Figura 21.</i> Variador de frecuencia Schneider electric.....	51
<i>Figura 22.</i> Variadores (rango de frecuencia)	52
<i>Figura 23.</i> Variadores de velocidad Schneider electric	52

Resumen

La presente tesis denominada “Propuesta de instalación de variadores de frecuencia para incrementar la eficiencia en la planta Proserla- Jayanca” se desarrolló dentro de las instalaciones de la empresa, en el cual se efectuaron mediciones y se establecieron políticas de renovación e implementación de equipos cada vez más eficiente, pero con mayor capacidad de producción, con tecnología de punta, que busca brindar mejor servicio de calidad, hacia el proceso de la uva.

Se generaron instrumentos de recolección de datos de las variables eléctricas de los motores eléctricos, para lo cual fue necesario el uso de un analizador de redes, que nos permitió conocer en tiempo real las condiciones de funcionamiento de los diferentes mecanismos que forman el procesamiento de la uva, desde la etapa de ingreso hasta la salida (empacado), y se verificó que existe una diferencia significativa entre los datos del fabricante de los motores, con la lectura de las mediciones; ésta diferencia se debe básicamente a problemas de sobredimensionamiento, a problemas de caídas de tensiones, a conexiones expuestas, a conductores con dimensiones no correctas, así como también a problemas de capacitación a la hora de operar los equipos.

Además, se hizo el análisis económico de la propuesta, y se estableció que los costos de inversión de la adquisición de los variadores de frecuencia, son asumidos por el plan de inversiones que impulsa la empresa para su modernización, así como también por la reducción del consumo de energía eléctrica.

Palabras claves: Consumo de energía, auditorías energéticas, energía eléctrica.

Abstract

This thesis called “Proposal for installation of frequency variators to increase efficiency in the Proserla-Jayanca plant” was developed within the company's facilities, in which measurements were made and equipment renovation and implementation policies were established each Once more efficient but with greater production capacity, with cutting-edge technology, which seeks to provide better quality service, towards the grape process.

Data collection instruments of the electric variables of the electric motors were generated, for which it was necessary to use a network analyzer, which allowed us to know in real time the operating conditions of the different mechanisms that form the processing of the grape, from the stage of entry to the exit (packed), and it was verified that there is a significant difference between the data of the manufacturer of the engines, with the reading of the measurements; This difference is basically due to problems of oversizing, problems of voltage drops, exposed connections, conductors with incorrect dimensions, as well as training problems when operating the equipment.

In addition, the economic analysis of the proposal was made, and it was established that the investment costs of the acquisition of the frequency inverters are assumed by the investment plan that the company promotes for its modernization, as well as by the reduction of consumption electric power.

Keywords: Energy consumption, energy audits, electric power.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 1980 la energía eléctrica se ha desarrollado en un 45%, se está planificando que sea 70% más en el año 2030, lo cual incrementara la demanda de esta. (Schneider Electric, 2013, p.3)

“Los costos de producción en las empresas agroindustriales debido al consumo de energía eléctrica y de combustibles, se incrementan si la empresa no tiene avances importantes en la eficiencia de sus instalaciones” (Banco Mundial, 2013, p.4).

En Europa, las principales empresas están supervisadas bajo un régimen de eficiencia energética de todos sus motores eléctricos, y consumidores de energía, debido a que influyen directamente a los costos de producción; ésta circunstancia hace que los niveles de eficiencia de la planta estén por valores superiores al 75%, valores por debajo de éstos, hacen poco competitivos las utilidades, con poco margen de inversión en las instalaciones. (IDAE, 2012, p, 3).

El presente proyecto de investigación se justificó, debido a que existen mecanismos capaces de optimizar el funcionamiento de los diferentes motores eléctricos que se utilizan en el proceso de la uva; dichos mecanismos que son controlados electrónicamente, determinan según la carga a procesar y los regímenes de velocidad, el accionamiento de los equipos de la planta.

La formulación del problema fue ¿Cómo influye la propuesta de instalación de variadores de frecuencia para incrementar la eficiencia en la planta Proserla - Jayanca?

La justificación en la parte ambiental fue que al disminuir los consumos de energía eléctrica, disminuye la máxima demanda (Kw), que es suministrada desde la red del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), hacia la planta, por lo cual la generación eléctrica de índole térmico (Gas Natural, GLP, Diesel), también se reduce, y en consecuencia disminuye las emisiones de los gases de la combustión hacia la atmósfera, como son el Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Hidrocarburos no quemados y vapores de agua.

Presente de investigación se especificó económicamente por que al ver un menor consumo de energía eléctrica los costos de producción del proceso de la uva disminuyen.

Hipótesis

Realizar la propuesta de instalación de variadores de frecuencia para incrementar la eficiencia en la planta Proserla- Jayanca

El objetivo general del presente trabajo investigación fue: Realizar la propuesta de instalación de variadores de frecuencia para incrementar la eficiencia en la Planta Proserla- Jayanca

Los objetivos específicos fueron:

- Diagnosticar el consumo energético en la planta PROSERLA- Jayanca.
- Realizar mediciones de las variables eléctricas, y su comparación con los valores de los fabricantes de los motores eléctricos.
- Proponer en cuanto al funcionamiento de los motores eléctricos para incrementar la eficiencia energética, mediante la instalación de los variadores de velocidad.
- Realizar una evaluación económica para medir la viabilidad de la propuesta, mediante los indicadores como VAN TIR, B/C

II. MARCO TEÓRICO

En el Perú, el Ministerio de Energía y Minas, ha tomado en cuenta la baja eficiencia que presentan los mecanismos de los procesos productivos en diferentes sectores productivos, y específicamente en el sector de la agroindustria, en dónde se tiene en cuenta no sólo los consumos de energía sino también la calidad del producto, debido a que son productos finales para consumo humano. Es por ello que, por diversas normativas, ha elaborado guías de orientación, a fin de lograr el uso eficiente de la energía, así como el diagnóstico energético, en cual establece los métodos y procedimientos, a fin de orientar, capacitar, evaluar y cuantificar el uso de las energías, bajos todas sus formas. (Dirección de Eficiencia Energética, MINEM, 2015).

Sin embargo, los diagnósticos de los consumos de energía, no se realizan en muchas empresas con lo determinado por la Dirección de Eficiencia Energética, debido a que no existe la coordinación entre los entes auditores y los normativos, a fin de establecer que los estudios obtienen resultados que no son contrastados con la normativa vigente.

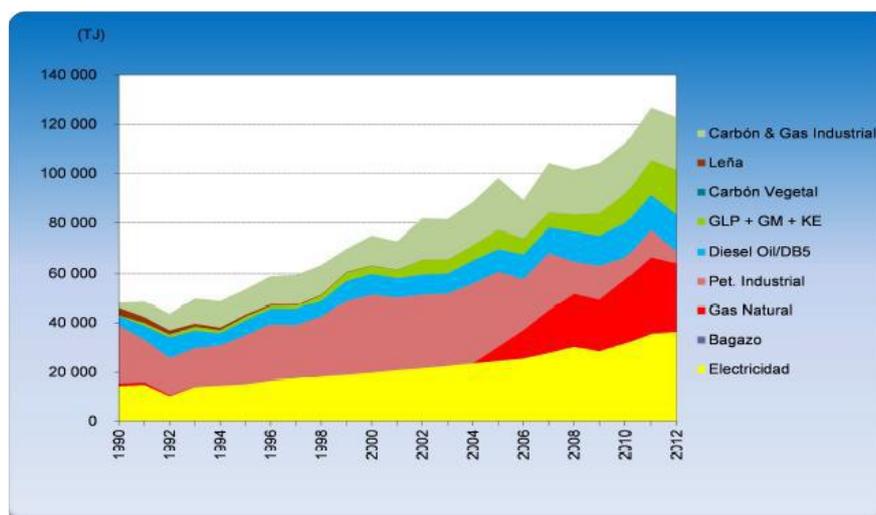


Figura 01. Consumo de energía en el sector Industria.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2013

En la tabla 01, se muestra la evolución de la cantidad de energía, expresados en Terajoules, que se ha utilizado en los diferentes sectores, notando el consumo del sector agroindustrial que ha tenido una variabilidad en el consumo de energía y en su aporte al total nacional.

Tabla 01. Evolución de los consumos de energía por sectores en el Perú

Sector	Evolución de los consumos de energía						
		1970	1980	1990	2000	2009	2010
Residencial y Comercial	Total TJ	134055	166958	152483	149052	164819	190020
	%Total	41	43	42	33	28	30
Sector Público	Total TJ	6945	8745	12050	11386	10856	11917
	%Total	2	2	3	3	2	2
Transporte	Total TJ	70249	94583	104558	141688	228789	253322
	%Total	22	24	29	31	39	39
Agroindustria	Total TJ	23974	10828	9623	10731	8386	10552
	%Total	7	3	3	2	1	1
Pesca	Total TJ	28033	8109	9121	16361	10978	5827
	%Total	9	2	3	4	2	1
Minería	Total TJ	12426	31405	27531	48205	51891	51783
	%Total	4	8	8	8	9	8
Industria	Total TJ	49204	69626	48359	75198	110398	114796
	%Total	15	18	13	17	19	18
Total	Total TJ	324886	390254	363725	452621	586097	638187

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2013

En la figura 02, se muestra la evolución en Terajoules, del consumo de energía de cada sector productivo entre el periodo de 40 años, desde 1970 hasta el 2010.

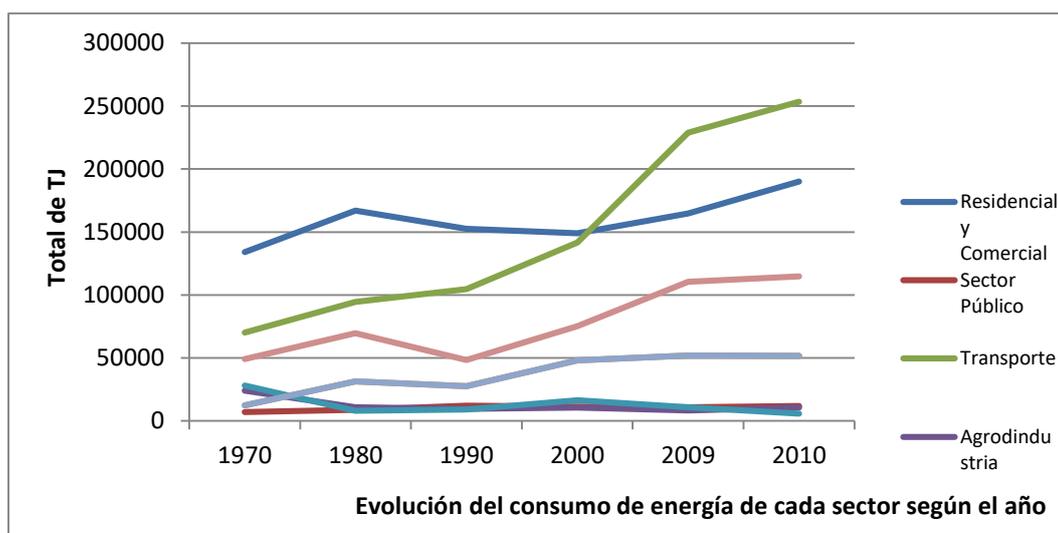


Figura 02. Evolución del consumo de energía en Terajoules, en el Perú, 1970 - 2010

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MEM)

En la figura 03, se muestra la evolución en porcentaje del consumo de energía de cada sector productivo entre el periodo de 40 años, desde 1970 hasta el 2010.

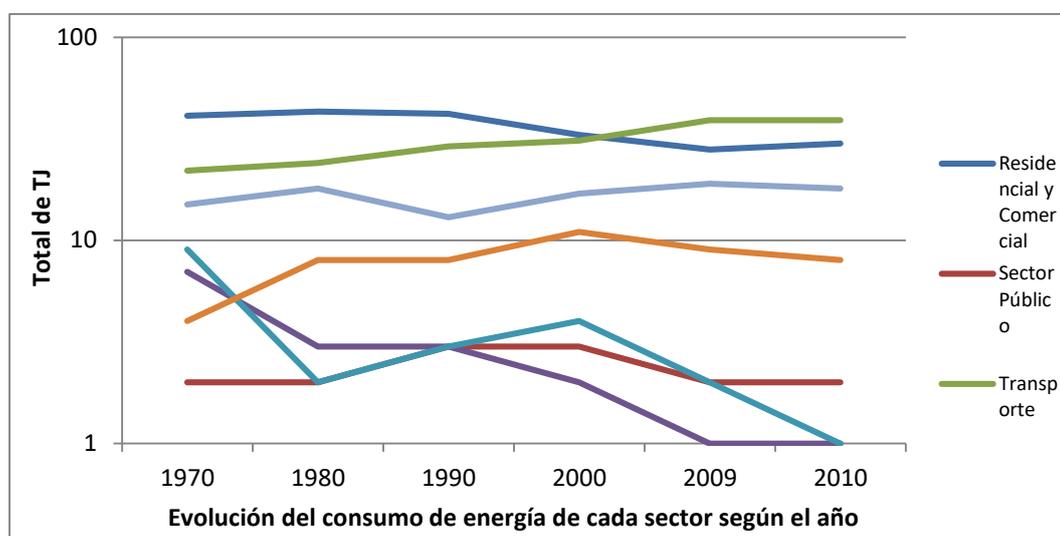


Figura 03. Evolución del consumo de energía en % en el Perú, 1970 - 2010

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MEM)

La empresa promotora y servicios Lambayeque, una empresa del sector agroindustrial en la región, dedicado a la adecuación de la uva para fines de exportación hacia países como Canadá, Nueva Zelanda, China, Taiwán, Rusia, Holanda, entre otros, realiza sus operaciones en la planta ubicada en el fundo el Carmelo s/n en el sector la Viña, en el distrito de Jayanca, Provincia de Lambayeque; sus costos operativos están en función a la cantidad de uva que procesa para la adecuación, y son la mano de obra, personal técnico, personal administrativo, transporte y el costo de la energía eléctrica.

Los costos de la energía eléctrica, es variable en todos los meses del año, pero tiene incrementos significativos durante los meses de mayor procesamiento de la uva, que son entre los meses de diciembre y marzo de cada año, meses en los cuales existe la mayor producción, por ser un cultivo estacional.

La empresa tiene un contrato de suministro de energía eléctrica, con un pliego tarifario MT3, de 10 Kv, potencia contratada de 218 Kw, está calificado como cliente en horas fuera de punta.

En la tabla 02, se muestra los históricos de consumo de energía eléctrica desde el mes de mayo del 2018 al mes de mayo del 2019, por los conceptos de consumo de energía en horas fuera de punta y horas punta, así como la potencia en horas fuera de punta y en horas punta.

Tabla 02. Histórico de consumos de energía y potencia.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta 2018 – 2019												
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
EAFP Kwh	372 69	264 18	516 54	504 56	524 58	562 64	672 14	754 55	698 78	712 33	709 87	517 65	432 32
EAHP kWh	111 1	207	209 8	134 5	454 5	345 4	234	278	134 7	47	844	156 1	540
PFP Kw	154. 5	172. 3	151. 1	155. 3	152. 1	161 .2	186 .3	192 .2	192 .7	187 .3	186 .3	170 .2	173 .1
PHP Kw	52.7	59.3	99.8	103. 3	156. 2	130 .4	65. 4	70. 3	42. 2	60. 3	75. 6	113 .2	125 .4

Fuente: La empresa promotora y servicios Lambayeque

En la tabla 02, se muestra que los mayores consumos ocurren entre los meses de noviembre y marzo, tanto en la energía como en la potencia; en el caso de la energía fuera de punta el consumo fue en el mes de diciembre y el menos consumo en el mes de Junio; los consumos de energía en horas punta registran valores muy inferiores con respecto a los consumos en horas fuera de punta. La máxima demanda fue en el mes de enero con 192.7 Kw, que no superó a los 218 Kw que es la potencia contratada que tiene la Empresa Promotora y Servicios Lambayeque, con la empresa Electronorte SA.

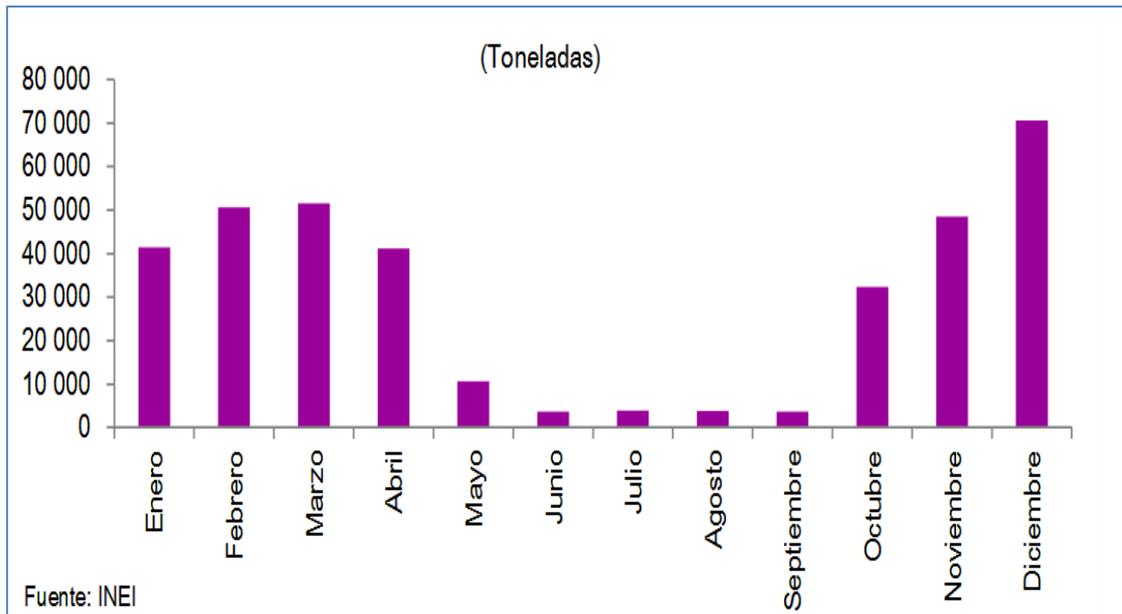


Figura 04. Estacionalidad de la producción de uva

Fuente: INEI, 2012

A continuación, se presentan algunos proyectos e investigaciones que se han realizado a cerca de la utilización de variadores de frecuencia en instalaciones industriales.

(Arana, 2017), en su trabajo de investigación denominado: Variadores de frecuencia para el control de velocidad de motores asincrónicos jaula de ardilla, presentado a la Universidad Central del Ecuador, menciona en su resumen, que realizó el estudio de la implementación de los variadores de frecuencia, con el fin de controlar la velocidad de giro de los motores eléctricos que accionan los mecanismos de los procesos productivos, específicamente los motores asincrónicos denominados Motores eléctricos Jaula de Ardilla.

(Gómez, 2014), en su tesis de grado, denominado “Configuración del variador de frecuencia para reducir el alto consumo de energía en el sistema de izaje de la empresa mundo Perú gold S.A.C”, presentado a la Universidad del Centro del Perú, menciona en sus conclusiones que remplazando el tablero de arranque estrella triangulo por un variador de frecuencia con una Configuración apropiada con los datos precisos del motor eléctrico (jaula de ardilla) en el sistema de izaje de la empresa Mundo Perú Gold S.A.C. se pudo apreciar un ahorro de energía eléctrica importante en 2% en una hora a una frecuencia de trabajo de 60 Hz.

(Piñero, 2015), en su informe de fin de carrera denominado: “Control de un motor de inducción usando un variador de frecuencia”, presentado a la Universidad de Sevilla, España presenta las siguientes conclusiones, la primera es que se puede tener del proyecto realizado es la forma de crear una red de comunicaciones industrial usando el bus Profibus, incorporando en ella un equipo de control como es el PLC y un esclavo, en este caso el variador de frecuencia. Para crear esta red hemos visto las diferentes tecnologías que podemos usar para el bus y los equipos que pueden componer la red. También obtenemos conocimientos básicos a la hora de iniciarnos en el uso del software TIA PORTAL de Siemens.

“Algo es más eficiente energéticamente si entrega más servicios consumiendo la misma cantidad de energía, o los mismos servicios consumiendo menos energía” (Agencia Internacional de Energía, 2015, p.17).

El ahorro de energía, su consumo responsable y el uso eficiente de las fuentes energéticas son esenciales a todos los niveles. La importancia de las medidas de ahorro y eficiencia energética se manifiesta en la necesidad de reducir la factura energética, restringir la dependencia energética del exterior, y reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEIs).

La auditoría energética es un procedimiento sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos en una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico”. (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2009, p.17).

Los tipos de auditoría energéticas: (Rey y Velasco, 2006, p.29).

1. Según la profundidad de la auditoría:

- Diagnóstico energético.
- Auditoría Energética.

2. Según el campo de actuación:

- En la industria.
- En edificios ya construidos.

Procedimiento del tratamiento de la información de una auditoría energética

Fase 1: Análisis de la estructura energética.

Fase 2: Análisis de eficiencia energética.

Fase 3: Evaluación datos obtenidos y medidas de ahorro energético.

Fase 4: Informe final de la auditoría.

Auditoría energética en los procesos de uva son producidos por el crecimiento en la producción del almacenamiento de la uva, en los últimos años ha experimentado que el consumo de energía se incrementa significativamente, en todos sus procesos” (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente de España, 2016, p.3).

Los procesos de auditorías energéticas, en el sector agroindustrial, empiezan con la supervisión de los mecanismos consumidores de energía, básicamente los motores eléctricos. Estos motores operan a velocidades constantes, sin embargo, por los ritmos de los procesos de acopamiento de la uva, esto se desarrolla a otra velocidad, por lo tanto, existen momentos de operación inadecuados, que finalmente constituyen un consumo innecesario de energía eléctrica, incrementando los costos de producción de la empresa. (Díaz, 2009, p.1)

Al realizar una auditoría energética en los procesos de la uva, se debe realiza las mediciones, siendo una de ellas el denominado costo energético unitario (CEU), el cual indica la energía necesaria para la obtención de un valor unitario de la cantidad de uva que sale del proceso, medido en toneladas, con la cantidad de energía medida en Megajoules. (Díaz, 2009, p.2).

Tabla 03. Pérdidas típicas en motores de inducción.

Perdidas	Valores típicos (%)	Elementos	Factores que las afectan
Magnéticas	15 al 25	Estator y rotor	Calidad y cantidad del acero
Eléctricas	15 al 40	Estator y rotor	Calibre y calidad del conductor de los devanados
Mecánicas	5 al 15	Ventilador externo, ventilador interno, rodamientos	Diseño y calidad de los materiales
Indeterminadas	10 al 20	Rotor, estator, ventilador, ect.	Diseño y fabricación

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía, 2011

Pérdidas de energía en Motores eléctricos:

- Pérdidas magnéticas.
- Pérdidas en los devanados.
- Pérdidas por fricción y ventilación.
- Pérdidas indeterminadas.

La eficiencia de un motor eléctrico, se define por la expresión:

$$Eficiencia = \frac{Potencia\ e\ salida}{Potencia\ de\ ingreso} * 100\%$$

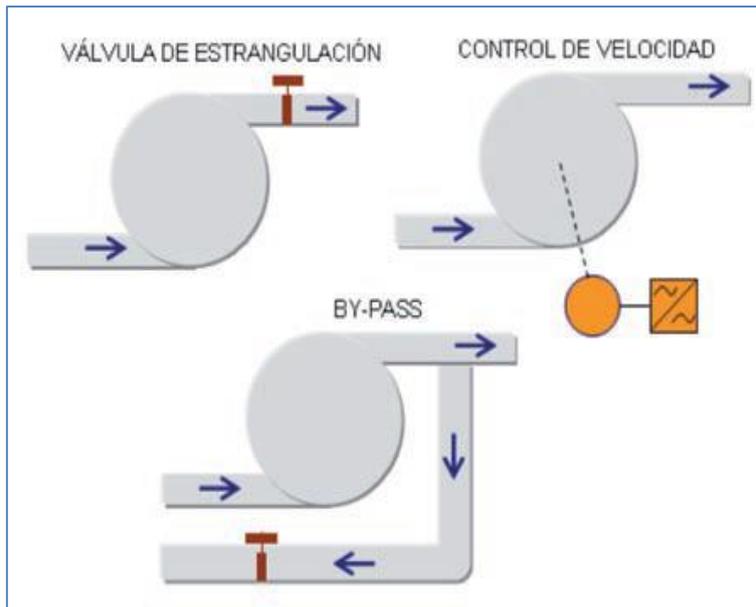


Figura 05. Clasificación energética de motores eléctricos en la Unión Europea

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía, 2011

Instalación de variadores de frecuencia que son en gran parte bombas, compresores y ventiladores de uso industrial funcionan a velocidad constante. Esto obliga a ajustar el caudal suministrado por estos equipos aumentando artificialmente las pérdidas del sistema, por medio de algún dispositivo de estrangulamiento, que suele ser una válvula de ajuste o control en las aplicaciones de bombeo o las rejillas de control de tiro en ventilación.

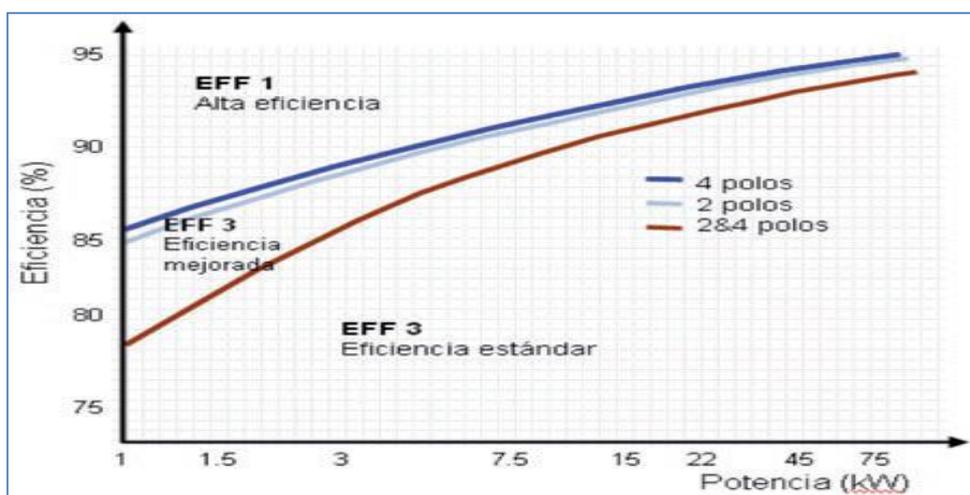


Figura 06. Esquemas de regulación de caudal en bombas centrífugas

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (MEM)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

El tipo de investigación de la tesis será Aplicada.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Instalación de variadores de frecuencia

Variable dependiente: Eficiencia

Tabla 04. Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
V.I: Instalación de variadores de frecuencia	El variador de frecuencia, también conocido como variador de velocidad es un dispositivo eléctrico y electrónico, que cambia la velocidad de giro del motor al variar la frecuencia de la onda sinusoidal de la corriente eléctrica dentro de un rango establecido (FENERCOM, 2009, p.17).	La velocidad de los motores eléctricos varía por acción de los variadores de frecuencia y dependen básicamente del número de polos del motor eléctrico y la frecuencia eléctrica en Hertz	Tensión. Corriente Eléctrica. Frecuencia eléctrica. Velocidad de giro. Potencia activa. Potencia reactiva.	Guía de observación	De razón
V.D: Eficiencia	Algo es más eficiente energéticamente si entrega más servicios consumiendo la misma cantidad de energía, o los mismos servicios consumiendo menos energía (Agencia Internacional de Energía, 2015, p.17).	La medición de eficiencia energética se realiza relacionando la cantidad de uva procesada y la cantidad de energía consumida en un determinado tiempo, para lo cual será necesario analizar la producción del procesamiento de uva y la tendencia del consumo de energía.	Energía por tonelada de uva procesada. Energía reactiva por tonelada de uva procesada.	Guía de observación	De razón

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población y muestra

3.1.1. Población.

Motores eléctricos que accionan los mecanismos de los procesos de la uva en la Planta Proserla- Jayanca

3.1.2. Muestra.

24 motores eléctricos que accionan la faja transportadora de uva de la planta Proserla- Jayanca

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.1.3. Técnicas.

Tabla 05. *Técnicas de investigación*

Técnica	Uso	Instrumento
Revisión documentaria.	Se revisarán los apuntes del consumo de energía eléctrica, es decir las facturaciones mensuales de energía activa y reactiva, con data histórica de los últimos años.	Evaluación Documentaria.
Observación.	Se observará el comportamiento del funcionamiento de la faja transportadora, para verificar el estado actual, mediante mediciones de las variables eléctricas.	Registro de observación.

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Instrumentos de recolección de datos.

- **Guías de observación:** Las guías de observación nos facilitan conocer la realidad del funcionamiento de los motores eléctricos, midiendo las variables eléctricas como potencia, energía activa, energía reactiva, y las variables mecánicas como torque y revoluciones por minuto.
- **Guía de análisis de documento:** Se revisará los diversos manuales de los fabricantes de los motores eléctricos, en donde se verificará entre otras variables, la eficiencia.

Validez y confiabilidad

- **Validez:** La validez de esta tesis de investigación nos concierne a la interpretación y cuidado exhaustivo del proceso metodológico de los resultados que obtenemos en el estudio del tema científico estudiado en este caso la determinación de la baja del costo de energía eléctrica en la planta Proserla - Jayanca
- **Confiabilidad:** Los Protocolos de Prueba que se utilizarán, para la medición de las variables eléctricas de los motores eléctricos, corresponden a una metodología validada por los fabricantes de éstos.

3.5. Procedimiento:

Al momento de realizar los protocolos de mediciones de variables de funcionamiento de motores eléctricos en la planta PROSERLA- JAYANCA. Se tomaron en cuenta los siguientes componentes:

Tensión de alimentación: Se hizo la medición de la tensión de alimentación utilizando un voltímetro calibrado (descrito en la lista de instrumentos de medición), la variación de la tensión fue en función a la variación de la carga que transportaba dicho mecanismo, obteniendo el valor de tensión menor a plena carga.

Consumo de corriente: Se hizo la medición del consumo de corriente eléctrica

utilizando un amperímetro calibrado, la variación de la intensidad de corriente eléctrica fue en función a la variación de la carga que transportaba dicho mecanismo, obteniendo el mayor valor de consumo de corriente eléctrica a plena carga.

Medición de Potencia Activa, Reactiva y factor de potencia.

Se hizo la medición de las variables de potencia activa (KW), potencia reactiva (KVA), y factor de potencia (coseno de ángulo), utilizando analizador de redes, el registro de la variación de dichas variables fue en función a la carga que transportaba dicho mecanismo, obteniendo valores a plena carga.

Tabla 06. *Mediciones de variables eléctricas en motor eléctrico trifásico para accionar transportador 1.*

Medición	Tensión (Voltios)	Intensidad de Corriente eléctrica (Amperios)	Potencia Activa (Kw)	Potencia Reactiva (KVA)	Factor de potencia
1	379	17.3	10.5	5.65	0.91
2	379	17.5	10.5	5.71	0.91
3	378	18.1	10.7	5.81	0.91
4	378	18.1	10.8	5.86	0.91

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07. *Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar Lavador*

Medición	Tensión (Voltios)	Intensidad de Corriente eléctrica (Amperios)	Potencia Activa (Kw)	Potencia Reactiva (KVA)	Factor de potencia
1	378	15.1	9.2	4.9	0.89
2	378	15.6	9.2	4.9	0.89
3	375	15.9	9.3	5.2	0.89
4	375	16.4	9.4	5.2	0.89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 08. Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar Transportador 2.

Medición	Tensión (Voltios)	Intensidad de Corriente eléctrica (Amperios)	Potencia Activa (Kw)	Potencia Reactiva (KVA)	Factor de potencia
1	371	16.9	10.9	5.2	0.9
2	371	17.1	11.1	5.2	0.9
3	373	17.3	11.3	5.2	0.9
4	373	17.3	11.4	5.4	0.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 09. Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar máquina Paletizadora 1.

Medición	Tensión (Voltios)	Intensidad de Corriente eléctrica (Amperios)	Potencia activa (Kw)	Potencia reactiva (KVA)	Factor de potencia
1	371	12.2	6.6	3.7	0.9
2	371	12.2	6.7	3.8	0.9
3	372	12.4	6.7	3.8	0.9
4	374	12.4	6.9	3.9	0.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar máquina Paletizadora 2.

Medición	Tensión (Voltios)	Intensidad de Corriente eléctrica (Amperios)	Potencia Activa (Kw)	Potencia Reactiva (KVA)	Factor de potencia
1	378	11.9	6.8	3.7	0.9
2	378	11.9	6.9	3.8	0.9
3	378	12.1	6.9	3.8	0.9
4	380	12.1	7.0	3.9	0.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. *Mediciones de variables eléctricas en Motor eléctrico Trifásico para accionar máquina pesadora de material*

Medición	Tensión (Voltios)	Intensidad de Corriente eléctrica (Amperios)	Potencia Activa (Kw)
1	216	9.3	1.8
2	216	9.3	1.8
3	218	9.5	1.9
4	218	9.5	1.9

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos:

Los datos obtenidos en las mediciones de las variables de los motores eléctricos, serán analizados con la estadística inferencial, y luego con las ecuaciones de la ley de la conservación de la energía, se determina la eficiencia de cada uno de los motores eléctricos.

3.7. Aspectos éticos:

Los datos fueron procesados considerando la data original, sin sufrir alteraciones.

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico del consumo energético en la planta PROSERLA- Jayanca.

4.1.1. Diagnóstico Actual del consumo de energía.

La empresa PROSERLA- Jayanca tiene un contrato de suministro de energía eléctrica, con un pliego tarifario MT3, de 10 Kv, potencia contratada de 218 Kw, está calificado como cliente en horas fuera de punta.

Tabla 12. Histórico de consumos de energía y potencia – 2011.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2011											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	37508.670 27	26020.540 54	52531.684 32	50624.977 3	44422.071 35	58362.24	65916.748 11	74013.656 22	69608	69661.751 35	70200.242 16	52115.355 68
Energía Activa Hora Fuera de Punta Kwh	36422.892 97	25818.24	50481.314 59	49310.512 43	51267.061 62	54986.655 14	65688.060 54	73741.967 57	68291.5805 4	69615.818 38	69375.403 24	50589.794 59
Energía Activa hora punta Kwh	1085.7772 97	202.30054 05	2050.3697 3	1314.4648 65	4441.8162 16	3375.5848 65	228.68756 76	271.68864 86	1316.41945 9	45.932972 97	824.83891 89	1525.5610 81
Potencia Fuera de Punta Kw	150.99243 24	168.38832 43	147.66962 16	151.77427 03	148.64691 89	157.54032 43	182.07048 65	187.83654 05	168.290594 6	153.72886 49	172.29751 35	166.336
Potencia Hora Punta Kw	51.503567 57	57.953729 73	97.534270 27	100.95481 08	113.56194 59	98.120648 65	63.915243 24	68.704	41.2419459 5	58.931027 03	73.883675 68	100.85708 11
Facturación (S/.)	18360.484 32	15103.152 43	21816.207 57	20749.976 22	22597.068 11	23986.784 86	27245.094 05	31589.180 54	30503.4032 4	30513.176 22	31589.180 54	21816.207 57

Fuente: Electro Norte SAC.

Tabla 13. Histórico de consumos de energía y potencia – 2012.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2012											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	36066.029 11	25019.750 52	50511.234 93	48677.862 79	42713.530 15	56117.538 46	63381.488 57	71166.977 13	66930.7692 3	66982.453 22	67500.232 85	50110.918 92
Energía Activa Fuera de Punta Kwh	35022.012 47	24825.230 77	48539.725 57	47413.954 26	49295.251 56	52871.783 78	63161.596 67	70905.738 05	65664.9812 9	66938.286 9	66707.118 5	48644.033 26
Energía Activa hora Punta Kwh	1044.0166 32	194.51975 05	1971.5093 56	1263.9085 24	4270.9771 31	3245.7546 78	219.89189 19	261.23908 52	1265.78794 2	44.166320 17	793.11434 51	1466.8856 55
Potencia Fuera de Punta Kw	145.18503 12	161.91185 03	141.99002 08	145.93679 83	142.92972 97	151.48108 11	175.06777 55	180.61205 82	161.817879 4	147.81621 62	165.67068 61	159.93846 15
Potencia Hora Punta Kw	49.522661 12	55.724740 12	93.782952 18	97.071933 47	109.19417 88	94.346777 55	61.456964 66	66.061538 46	39.6557172 6	56.664449 06	71.041995 84	96.977962 58
Facturación (S/.)	17654.311 85	14522.261 95	20977.122 66	19951.900 21	21727.950 1	23064.216 22	26197.205 82	30374.212 06	29330.1954 3	29339.592 52	30374.212 06	20977.122 66

Fuente: Electro Norte SAC.

Tabla 14. Histórico de consumos de energía y potencia – 2013.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2013											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	31916.839 92	22141.372 14	44700.207 9	43077.754 68	37799.584 2	49661.538 46	56089.812 89	62979.625 78	59230.7692 3	59276.507 28	59734.719 33	44345.945 95
Energía Activa Hora Fuera de Punta Kwh	30992.931 39	21969.230 77	42955.509 36	41959.251 56	43624.116 42	46789.189 19	55895.218 3	62748.440 75	58110.6029 1	59237.422 04	59032.848 23	43047.817 05
Energía Activa hora Punta Kwh	923.90852 39	172.14137 21	1744.6985 45	1118.5031 19	3779.6257 8	2872.3492 72	194.59459 46	231.18503 12	1120.16632	39.085239 09	701.87110 19	1298.1288 98
Potencia Fuera de Punta Kw	128.48232 85	143.28482 33	125.65488 57	129.14760 91	126.48648 65	134.05405 41	154.92723 49	159.83367 98	143.201663 2	130.81081 08	146.61122 66	141.53846 15
Potencia Hora Punta Kw	43.825363 83	49.313929 31	82.993762 99	85.904365 9	96.632016 63	83.492723 49	54.386694 39	58.461538 46	35.0935550 9	50.145530 15	62.869022 87	85.821205 82
Facturación (S/.)	15623.284 82	12851.559 25	18563.825 36	17656.548 86	19228.274 43	20410.810 81	23183.367 98	26879.833 68	25955.9251 6	25964.241 16	26879.833 68	18563.825 36

Fuente: Electro Norte SAC.

Tabla 15. Histórico de consumos de energía y potencia – 2014.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2014											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	41491.891 89	28783.783 78	58110.270 27	56001.081 08	49139.459 46	64560	72916.756 76	81873.513 51	77000	77059.459 46	77655.135 14	57649.729 73
Energía Activa Hora Fuera de Punta Kwh	40290.810 81	28560	55842.162 16	54547.027 03	56711.351 35	60825.945 95	72663.783 78	81572.972 97	75543.7837 8	77008.648 65	76742.702 7	55962.162 16
Energía Activa hora Punta Kwh	1201.0810 81	223.78378 38	2268.1081 08	1454.0540 54	4913.5135 14	3734.0540 54	252.97297 3	300.54054 05	1456.21621 6	50.810810 81	912.43243 24	1687.5675 68
Potencia Fuera de Punta Kw	167.02702 7	186.27027 03	163.35135 14	167.89189 19	164.43243 24	174.27027 03	201.40540 54	207.78378 38	186.162162 2	170.05405 41	190.59459 46	184
Potencia Hora Punta Kw	56.972972 97	64.108108 11	107.89189 19	111.67567 57	125.62162 16	108.54054 05	70.702702 7	76	45.6216216 2	65.189189 19	81.729729 73	111.56756 76
Facturación (S/.)	20310.270 27	16707.027 03	24132.972 97	22953.513 51	24996.756 76	26534.054 05	30138.378 38	34943.783 78	33742.7027	33753.513 51	34943.783 78	24132.972 97

Fuente: Electro Norte SAC.

Tabla 16. Histórico de consumos de energía y potencia – 2015.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2015											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	34576.576 58	23986.486 49	48425.225 23	46667.567 57	40949.549 55	53800	60763.963 96	68227.927 93	64166.6666 7	64216.216 22	64712.612 61	48041.441 44
Energía Activa Hora Fuera de Punta Kwh	33575.675 68	23800	46535.135 14	45455.855 86	47259.459 46	50688.288 29	60553.153 15	67977.477 48	62953.1531 5	64173.873 87	63952.252 25	46635.135 14
Energía Activa hora punta Kwh	1000.9009 01	186.48648 65	1890.0900 9	1211.7117 12	4094.5945 95	3111.7117 12	210.81081 08	250.45045 05	1213.51351 4	42.342342 34	760.36036 04	1406.3063 06
Potencia Fuera de Punta Kw	139.18918 92	155.22522 52	136.12612 61	139.90990 99	137.02702 7	145.22522 52	167.83783 78	173.15315 32	155.135135 1	141.71171 17	158.82882 88	153.33333 33
Potencia Hora Punta Kw	47.477477 48	53.423423 42	89.909909 91	93.063063 06	104.68468 47	90.450450 45	58.918918 92	63.333333 33	38.0180180 2	54.324324 32	68.108108 11	92.972972 97
Facturación (S/.)	16925.225 23	13922.522 52	20110.810 81	19127.927 93	20830.630 63	22111.711 71	25115.315 32	29119.819 82	28118.9189 2	28127.927 93	29119.819 82	20110.810 81

Fuente: Electro Norte SAC.

Tabla 17. Histórico de consumos de energía y potencia – 2016.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2016											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	38380.0	26625.0	53752.0	51801.0	45454.0	59718.0	67448.0	75733.0	71225.0	71280.0	71831.0	53326.0
Energía Activa Hora Fuera de Punta Kwh	37269.0	26418.0	51654.0	50456.0	52458.0	56264.0	67214.0	75455.0	69878.0	71233.0	70987.0	51765.0
Energía Activa hora Punta Kwh	1111.0	207.0	2098.0	1345.0	4545.0	3454.0	234.0	278.0	1347.0	47.0	844.0	1561.0
Potencia Fuera de Punta Kw	154.5	172.3	151.1	155.3	152.1	161.2	186.3	192.2	172.2	157.3	176.3	170.2
Potencia Hora Punta Kw	52.7	59.3	99.8	103.3	116.2	100.4	65.4	70.3	42.2	60.3	75.6	103.2
Facturación (S/.)	18787.0	15454.0	22323.0	21232.0	23122.0	24544.0	27878.0	32323.0	31212.0	31222.0	32323.0	22323.0

Fuente: Electro Norte SAC.

Tabla 18. Histórico de consumos de energía y potencia – 2017.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2017											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	39610.0	34545.0	54982.0	51232.0	65747.0	60948.0	68678.0	75645.0	72455.0	71234.0	73061.0	64545.0
Energía Activa Hora Fuera de Punta Kwh	38503.0	27652.0	53234.0	50949.0	56363.0	56456.0	64649.0	72323.0	70343.0	67128.0	71232.0	54565.0
Energía Activa hora Punta Kwh	1107.0	6893.0	1748.0	283.0	9384.0	4492.0	4029.0	3322.0	2112.0	4106.0	1829.0	9980.0
Potencia Fuera de Punta Kw	166.5	184.3	163.1	167.3	163.0	173.2	198.3	198.0	184.2	169.3	189.0	183.4
Potencia Hora Punta Kw	58.7	67.4	105.8	109.3	122.2	105.4	71.4	76.3	56.3	66.3	83.2	103.2
Facturación (S/.)	19321.0	15676.0	22857.0	21766.0	23445.0	25078.0	28634.0	32857.0	31746.0	31756.0	32857.0	22857.0

Fuente: Electro Norte SAC.

Tabla 19. Histórico de consumos de energía y potencia – 2018.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2018											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	40798.3	38748.0	56631.5	53793.6	67719.4	67457.0	70738.3	80183.7	74628.7	75656.0	75252.8	64545.0
Energía Activa Hora Fuera de Punta Kwh	39273.1	28205.0	54298.7	51968.0	59384.0	59858.0	68737.0	78353.0	73156.7	72323.0	72656.6	57373.0
Energía Activa hora Punta Kwh	1525.2	10543.0	2332.8	1825.6	8335.4	7599.0	2001.3	1830.7	1471.9	3333.0	2596.2	7172.0
Potencia Fuera de Punta Kw	171.5	189.8	168.0	172.3	172.8	178.4	200.3	203.9	189.7	174.4	190.9	188.9
Potencia Hora Punta Kw	62.7	71.4	109.8	113.3	126.2	104.3	75.4	81.1	60.3	70.3	87.2	104.5
Facturación (S/.)	19900.6	16146.3	23542.7	22419.0	23913.9	25830.3	29493.0	33842.7	32063.5	32708.7	33842.7	23085.6

Fuente: Electro Norte SAC.

Tabla 20. Histórico de consumos de energía y potencia – 2019.

Consumo	Histórico de consumos de energía y potencia en horas fuera de punta y horas punta - 2019											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total Kw-H	39696.3	39848.0	55343.4	52691.6	66617.4	66355.0	68783.0	79081.7	73526.7	71439.0	74150.8	59373.0
Energía Activa Hora Fuera de Punta Kwh	38930.1	27862.0	53232.2	50234.0	59041.0	59515.0	67343.0	78010.0	72813.7	71980.0	73434.0	58473.0
Energía Activa hora Punta Kwh	766.2	11986.0	2111.2	2457.6	7576.4	6840.0	1440.0	1071.7	712.9	541.0	716.8	900.0
Potencia Fuera de Punta Kw	159.0	177.3	155.5	159.8	160.3	165.9	188.2	191.4	177.2	161.9	178.4	176.4
Potencia Hora Punta Kw	59.3	68.0	106.4	109.9	122.8	100.9	72.0	77.7	56.9	66.9	83.8	99.3
Facturación (S/.)	19135.2	15525.3	22637.2	21556.7	22994.1	24836.9	28358.7	32541.1	30830.3	31450.7	32541.1	22197.7

Fuente: Electro Norte SAC.

En la figura 07, se muestra la tendencia del consumo total de energía activa en la planta PROSERLA- Jayanca, y se evidencia que el mayor consumo ocurrió entre los meses de agosto a noviembre, en el cual se superan a los 70000 Kw-h al mes, esto es debido a que son los meses de mayor capacidad de procesamiento de la planta, al ser la uva un cultivo estacional. Esta tendencia se muestra en las figuras mostradas a continuación.

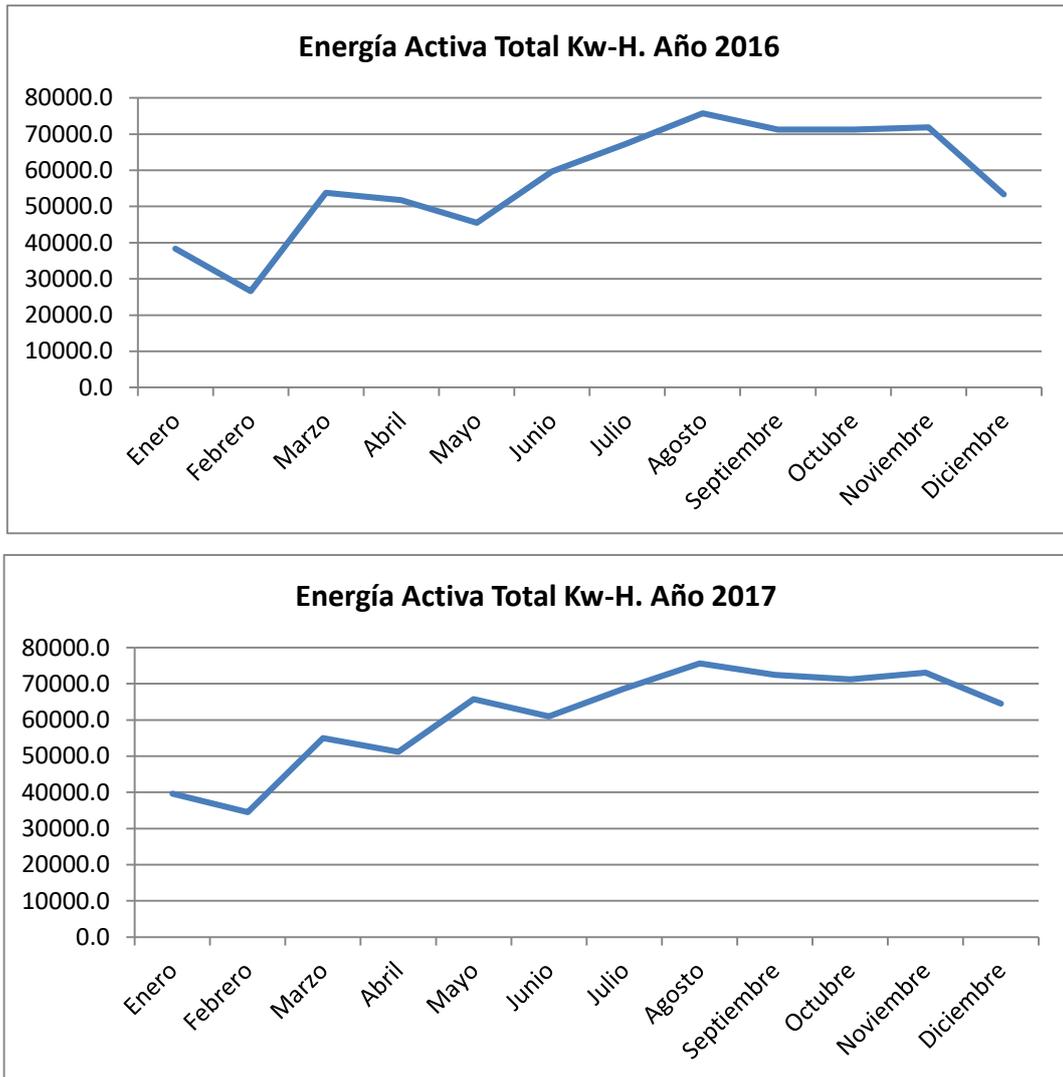


Figura 07. Evolución del consumo de energía activa total. Años 2016 - 2017

Fuente: Fuente: Electro Norte SAC.

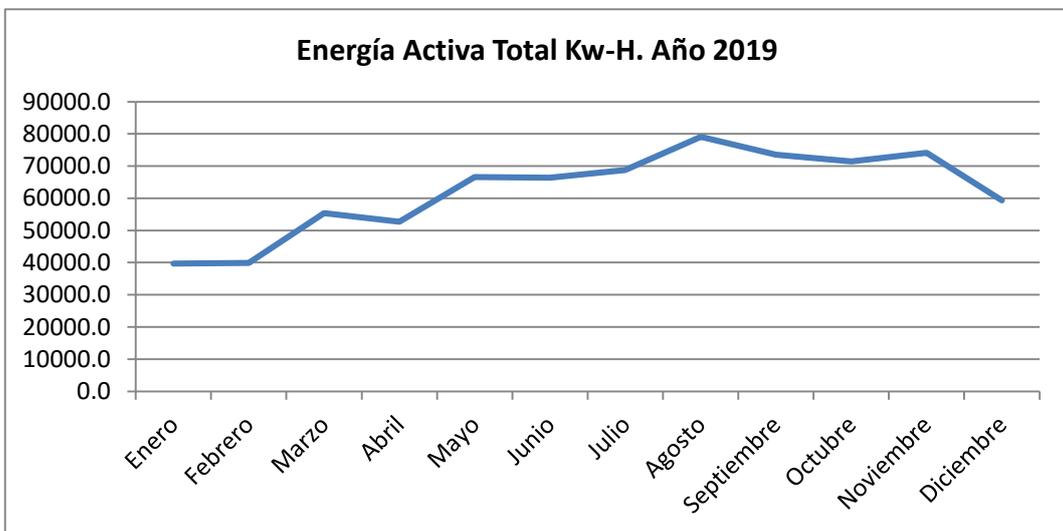
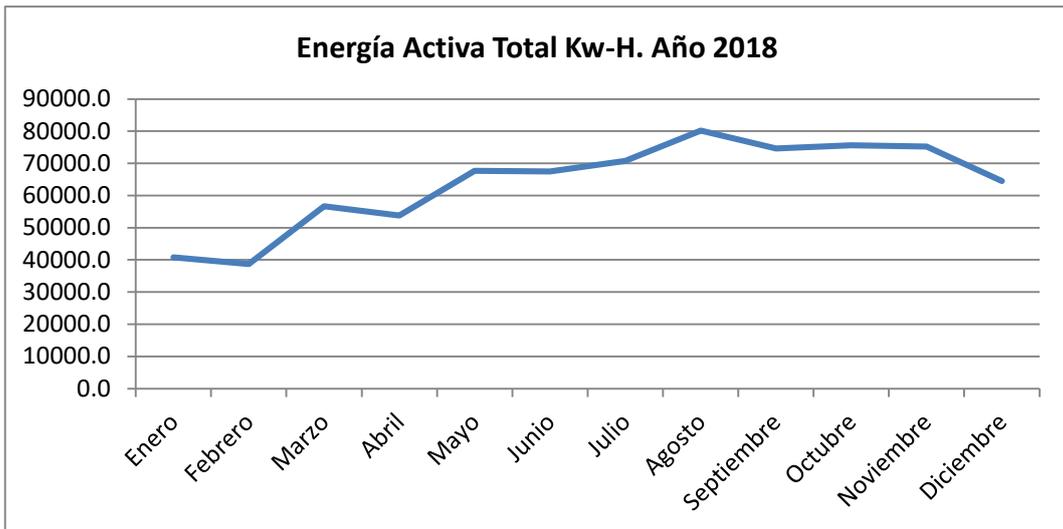


Figura 08. Evolución del consumo de energía activa total. Años 2018 - 2019

Fuente: Fuente: Electro Norte SAC.

En lo que respecta al análisis de los consumos de energía en horas fuera de punta y en horas punta, se puede observar en la figura 09, 10, 11 y 12 la evolución de los consumos de energía eléctrica y la relación que existe entre dichos valores, es decir que la planta realiza sus operaciones en horas del día, limitando el consumo en las noches para actividades específicas.

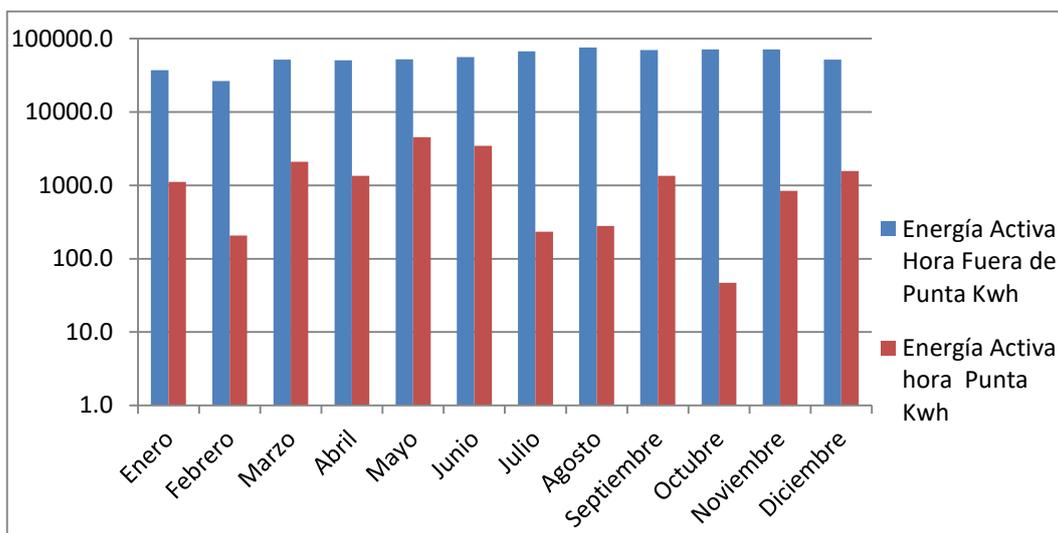


Figura 09. Consumo de energía - Horas fuera de punta y horas punta, año 2016

Fuente: Electro Norte SAC.

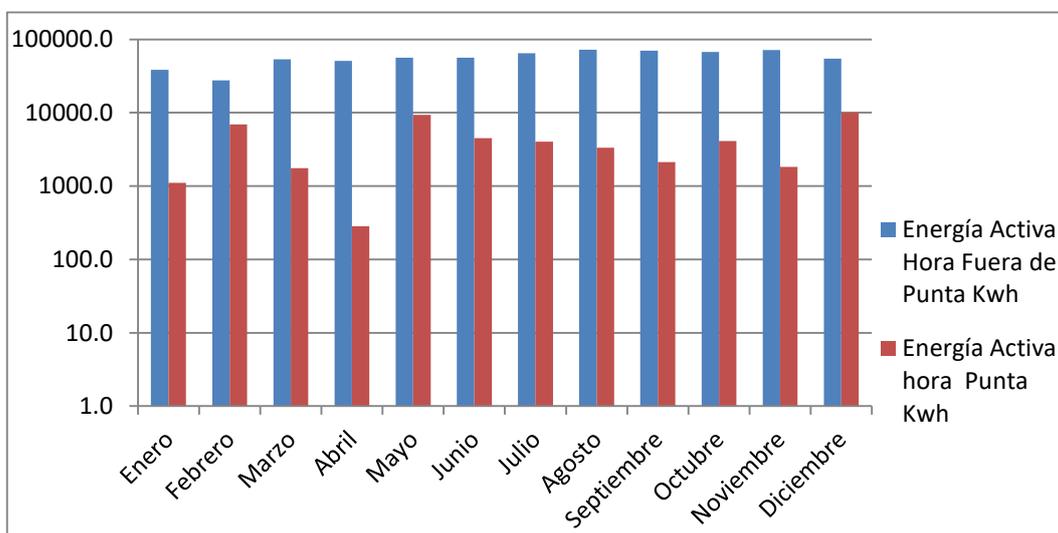


Figura 10. Consumo de energía - Horas fuera de punta y horas punta, año 2017

Fuente: Electro Norte SAC.

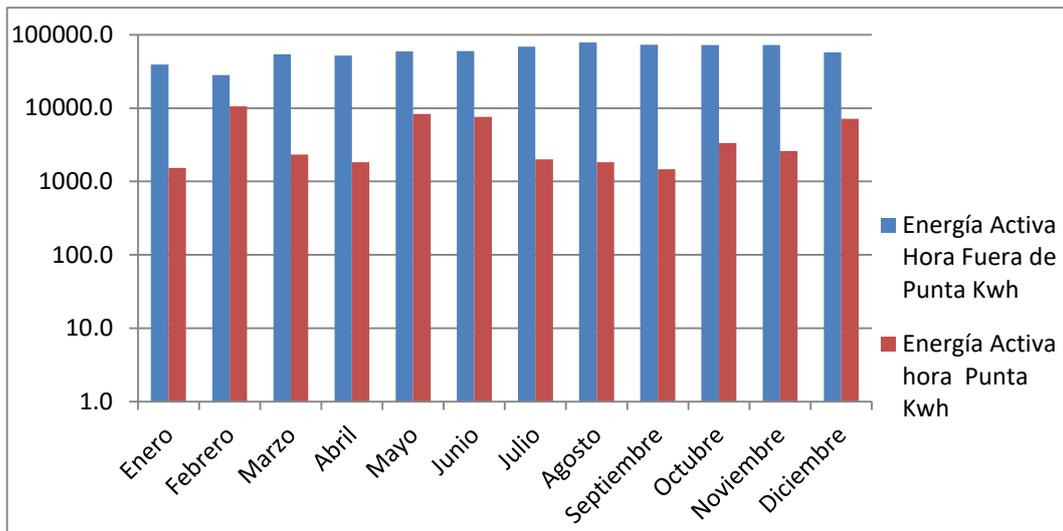


Figura 11. Consumo de energía - Horas fuera de punta y horas punta, año 2018

Fuente: Electro Norte SAC.

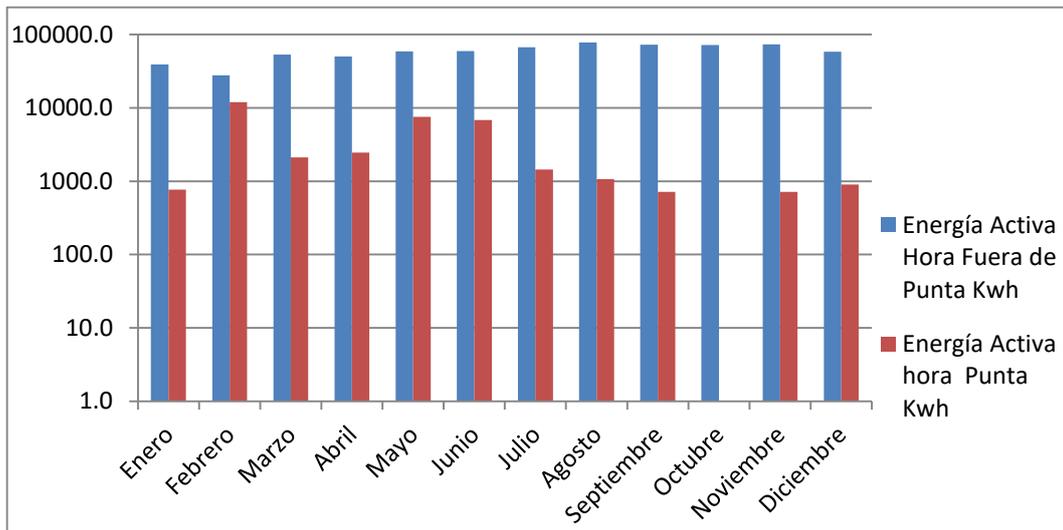


Figura 12. Consumo de energía - Horas fuera de punta y horas punta, año 2019

Fuente: Electro Norte SAC.

En lo que respecta al análisis de los consumos de potencia en horas fuera de punta y en horas punta, se puede observar en las figuras, la evolución de los consumos de potencia eléctrica y la relación que existe entre dichos valores, es decir que la planta realiza sus operaciones en horas del día, limitando el consumo en la noche para actividades específicas.

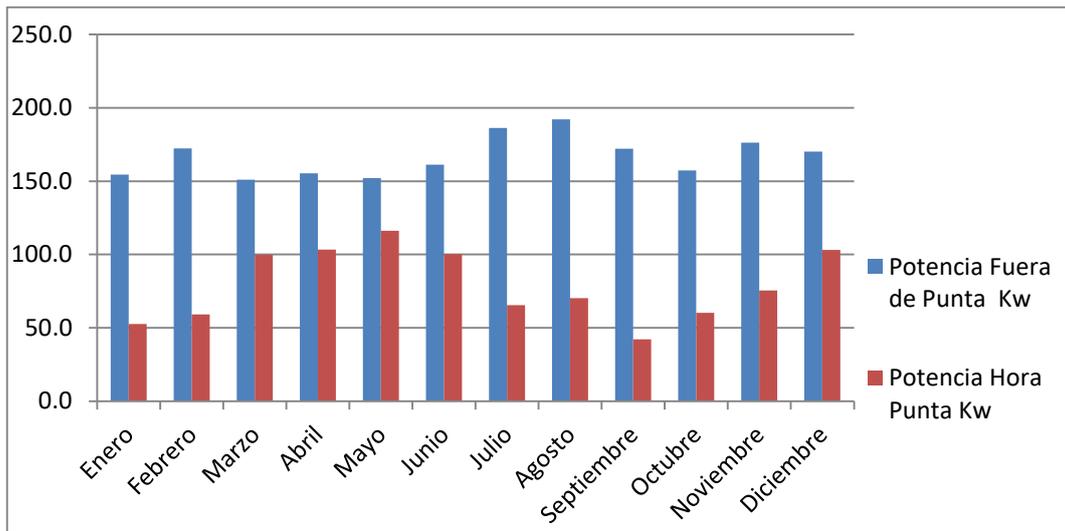


Figura 13. Potencia en horas fuera de punta y horas punta, año 2016

Fuente: Electro Norte SAC.

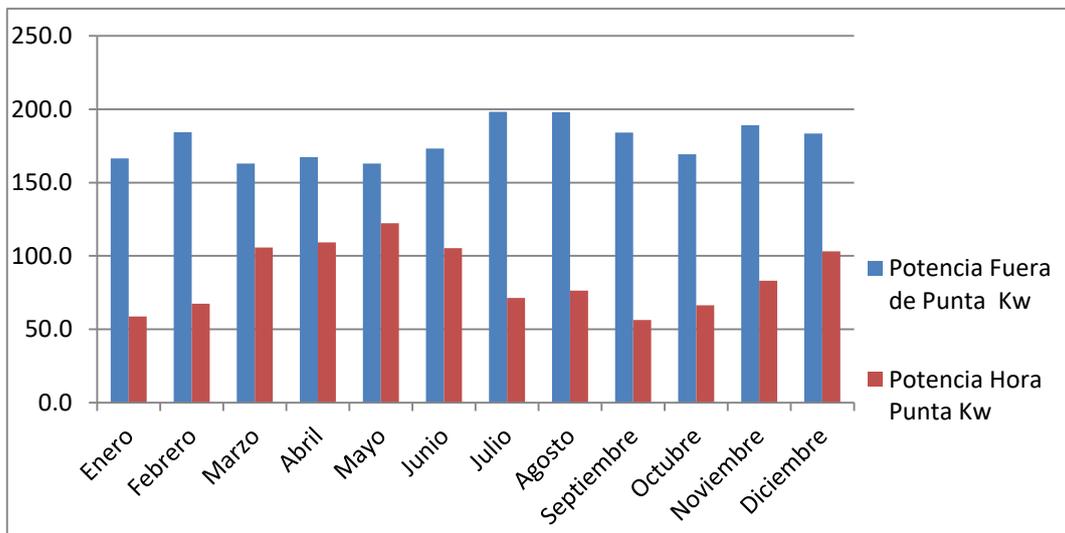


Figura 14. Potencia en horas fuera de punta y horas punta, año 2017

Fuente: Electro Norte SAC.

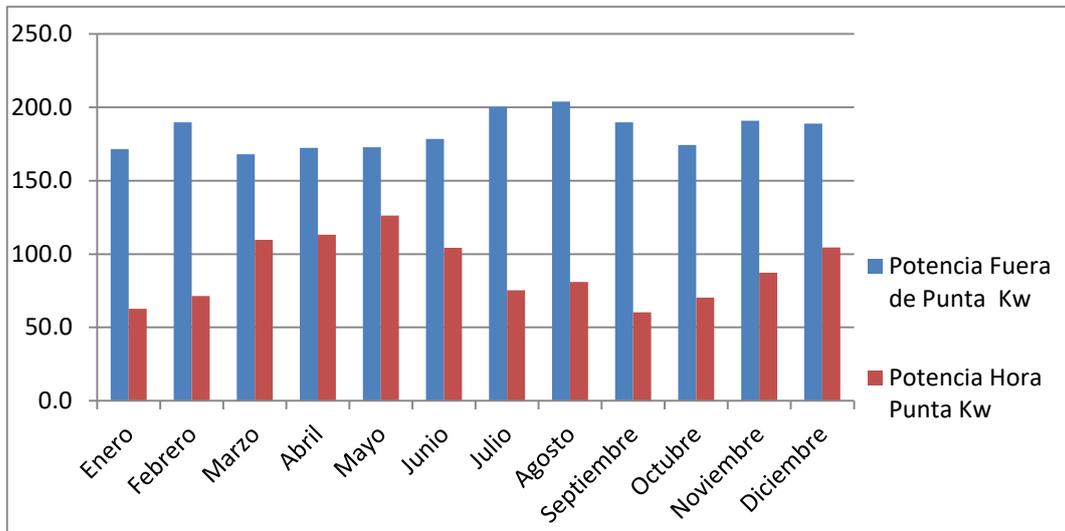


Figura 15. Potencia en horas fuera de punta y horas punta, año 2018

Fuente: Electro Norte SAC.

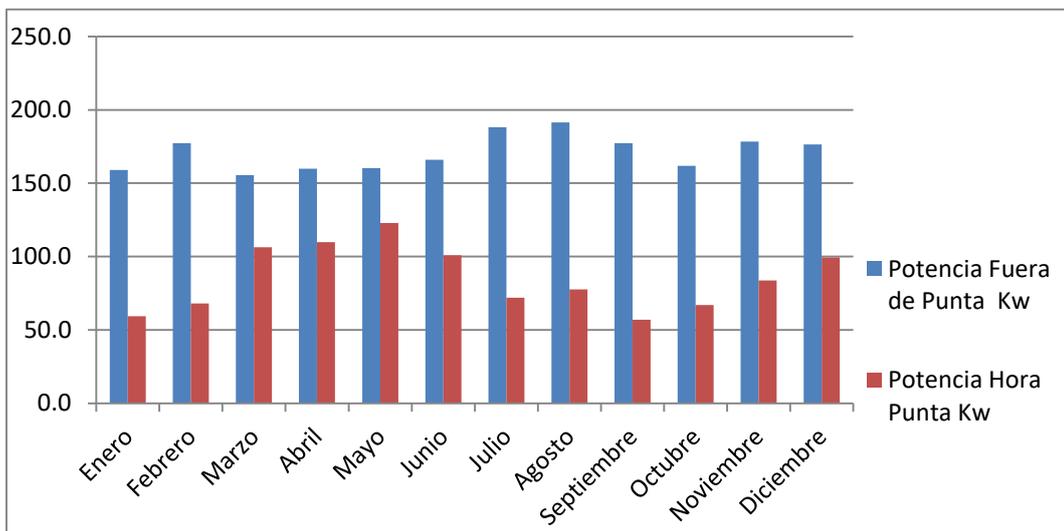


Figura 16. Potencia en horas fuera de punta y horas punta, año 2019

Fuente: Electro Norte SAC.

En la figura 17, se muestra la facturación eléctrica, en el cual, entre los meses de agosto a noviembre, el valor supera los 30000 Soles, lo cual tiene un efecto significativo en los costos de operación de la planta.

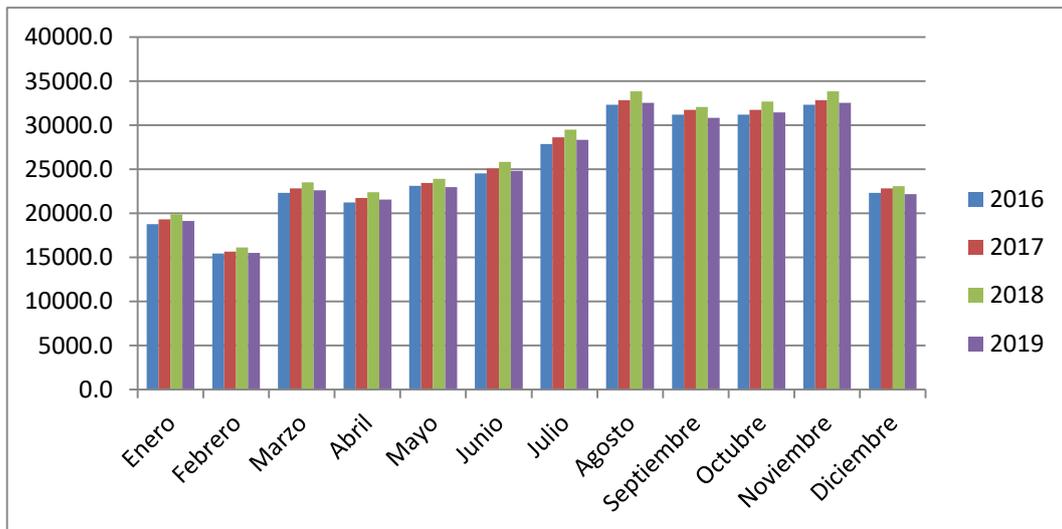


Figura 17. Evolución de la facturación eléctrica, en soles. Año 2016 - 2019

Fuente: Electro Norte SAC.

Análisis de la calificación tarifaria.

Para el análisis de la calificación tarifaria de la empresa, se realiza en función a los consumos de la energía activa en hora punta (EAHP), la máxima demanda en horas punta (MD), y las horas punta al mes, considerándose 130 horas (4 horas diarias; de 6pm a 10 pm).

Se observa en la tabla 21, que tiene una calificación tarifaria máxima de 0,47, y lo cual está considerado como un cliente regulado en fuera de punta debido a que este valor es inferior a 0,500, de acuerdo a la norma de opciones tarifarias y condiciones de aplicación de tarifas de usuarios finales de Osinergmin.

$$CT = \frac{EAHP}{MD \times Hp}$$

CT= Calificación tarifaria

EAHP= Energía activa hora punta

En Kwh

MD= Máxima demanda en Kw

HP= Hora punta

Tabla 21. Calificación tarifaria, en la planta PROSERLA- Jayanca

Año	Mes	EAHP (mes)	MD leída (mes)	Horas	Calificación tarifaria	Tipo de cliente
2016	Enero	1111.0	154.5	130.0	0.055	HFP
	Febrero	207.0	172.3	130.0	0.009	HFP
	Marzo	2098.0	151.1	130.0	0.107	HFP
	Abril	1345.0	155.3	130.0	0.067	HFP
	Mayo	4545.0	152.1	130.0	0.230	HFP
	Junio	3454.0	161.2	130.0	0.165	HFP
	Julio	234.0	186.3	130.0	0.010	HFP
	Agosto	278.0	192.2	130.0	0.011	HFP
	Septiembre	1347.0	172.2	130.0	0.060	HFP
	Octubre	47.0	157.3	130.0	0.002	HFP
	Noviembre	844.0	176.3	130.0	0.037	HFP
	Diciembre	1561.0	170.2	130.0	0.071	HFP
2017	Enero	1107.0	166.5	130.0	0.051	HFP
	Febrero	6893.0	184.3	130.0	0.288	HFP
	Marzo	1748.0	163.1	130.0	0.082	HFP
	Abril	283.0	167.3	130.0	0.013	HFP
	Mayo	9384.0	163.0	130.0	0.443	HFP
	Junio	4492.0	173.2	130.0	0.200	HFP
	Julio	4029.0	198.3	130.0	0.156	HFP
	Agosto	3322.0	198.0	130.0	0.129	HFP
	Septiembre	2112.0	184.2	130.0	0.088	HFP
	Octubre	4106.0	169.3	130.0	0.187	HFP
	Noviembre	1829.0	189.0	130.0	0.074	HFP
	Diciembre	9980.0	183.4	130.0	0.419	HFP
2018	Enero	1525.2	171.5	130.0	0.068	HFP
	Febrero	10543.0	189.8	130.0	0.427	HFP
	Marzo	2332.8	168.0	130.0	0.107	HFP
	Abril	1825.6	172.3	130.0	0.081	HFP
	Mayo	8335.4	172.8	130.0	0.371	HFP
	Junio	7599.0	178.4	130.0	0.328	HFP
	Julio	2001.3	200.3	130.0	0.077	HFP

Año	Mes	EAHP (mes)	MD leída (mes)	Horas	Calificación tarifaria	Tipo de cliente
2018	Agosto	1830.7	203.9	130.0	0.069	HFP
	Septiembre	1471.9	189.7	130.0	0.060	HFP
	Octubre	3333.0	174.4	130.0	0.147	HFP
	Noviembre	2596.2	190.9	130.0	0.105	HFP
	Diciembre	7172.0	188.9	130.0	0.292	HFP
2019	Enero	766.2	159.0	130.0	0.037	HFP
	Febrero	11986.0	177.3	130.0	0.520	HFP
	Marzo	2111.2	155.5	130.0	0.104	HFP
	Abril	2457.6	159.8	130.0	0.118	HFP
	Mayo	7576.4	160.3	130.0	0.364	HFP
	Junio	6840.0	165.9	130.0	0.317	HFP
	Julio	1440.0	188.2	130.0	0.059	HFP
	Agosto	1071.7	191.4	130.0	0.043	HFP
	Septiembre	712.9	177.2	130.0	0.031	HFP
	Octubre	541.0	161.9	130.0	0.026	HFP
	Noviembre	716.8	178.4	130.0	0.031	HFP
	Diciembre	900.0	176.4	130.0	0.039	HFP

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la producción de la planta

Para el análisis de la cantidad de uva que procesa la planta, se tiene el registro de producción de los años 2016 al 2019, de acuerdo a los tres tipos de variedades que se procesa en la planta. En la tabla 22, se tiene el registro de producción.

Tabla 22. Cantidad de uva fresca procesada

Año	Mes	Uva Procesada (TM)			Total
		Variedad 1	seedless	red globe	
2016	Enero	42.0	52.0	64.3	158.3
	Febrero	33.5	54.2	67.0	154.7
	Marzo	39.1	62.1	57.1	158.3
	Abril	28.0	84.3	46.1	158.4
	Mayo	56.2	44.5	79.5	180.2
	Junio	43.0	45.1	98.3	186.4
	Julio	76.0	76.0	83.4	235.4
	Agosto	78.2	85.4	98.2	261.8
	Septiembre	84.5	99.1	109.0	292.6
	Octubre	94.3	95.0	103.4	292.7
	Noviembre	94.3	94.1	118.3	306.7
	Diciembre	68.1	73.4	55.2	196.7
2017	Enero	44.1	54.3	67.5	165.9
	Febrero	34.5	56.9	67.3	158.7
	Marzo	41.1	65.2	60.0	166.2
	Abril	29.4	88.5	45.3	163.2
	Mayo	59.0	46.7	83.5	189.2
	Junio	46.7	47.4	102.3	196.4
	Julio	79.8	79.8	87.6	247.2
	Agosto	83.0	89.7	102.3	275.0
	Septiembre	88.7	103.2	114.5	306.4
	Octubre	99.3	99.8	113.0	312.1
	Noviembre	99.0	99.3	121.2	319.5
	Diciembre	71.5	80.1	54.3	205.9
2018	Enero	53.0	61.0	72.0	186.0
	Febrero	44.5	65.2	78.0	187.7
	Marzo	53.0	67.0	62.0	182.0
	Abril	43.0	89.0	57.1	189.1
	Mayo	64.3	54.0	89.0	207.3
	Junio	54.0	57.5	103.0	214.5
	Julio	89.4	85.4	95.4	270.2
	Agosto	89.3	98.3	102.3	289.9
	Septiembre	93.2	99.3	103.1	295.6
	Octubre	99.2	88.3	78.3	265.8
	Noviembre	98.3	89.3	88.3	275.9
	Diciembre	81.0	88.0	76.0	245.0

Año	Mes	Uva Procesada (TM)			Total
		Variedad 1	seedless	red globe	
2019	Enero	40.8	50.5	62.1	153.4
	Febrero	32.5	52.6	56.4	141.5
	Marzo	32.3	58.3	52.1	142.7
	Abril	27.2	87.3	44.8	159.2
	Mayo	54.6	43.2	77.2	175.0
	Junio	41.7	43.8	95.4	181.0
	Julio	73.8	73.2	88.3	235.3
	Agosto	75.9	82.9	95.3	254.2
	Septiembre	82.0	96.2	101.0	279.3
	Octubre	91.6	89.3	98.2	279.1
	Noviembre	91.6	88.1	89.4	269.1
	Diciembre	66.1	67.3	53.6	187.0

Fuente: Planta PROSERLA- Jayanca

Se determinó el efecto del incremento del consumo de energía eléctrica debido al incremento de la producción de la planta, es decir la relación de la cantidad de energía eléctrica que requiere para el procesamiento de 1 TM de uva, tal como se observa en la tabla 23.

Tabla 23. Consumo de energía por TM de uva procesada

Año	Mes	Energía consumida (KW-H)	Uva Procesada TM	Energía por Tm de va Procesada (KW-H) / TM
2016	Enero	38380	158.30	242.45
	Febrero	26625	154.70	172.11
	Marzo	53752	158.30	339.56
	Abril	51801	158.40	327.03
	Mayo	45454	180.20	252.24
	Junio	59718	186.40	320.38
	Julio	67448	235.40	286.53
	Agosto	75733	261.80	289.28
	Septiembre	71225	292.60	243.42
	Octubre	71280	292.70	243.53
	Noviembre	71831	306.70	234.21
	Diciembre	53326	196.70	271.10

Año	Mes	Energía consumida (KW-H)	Uva Procesada TM	Energía por Tm de va Procesada (KW-H) / TM
2017	Enero	39610	165.92	238.74
	Febrero	34545	158.71	217.66
	Marzo	54982	166.22	330.79
	Abril	51232	163.22	313.89
	Mayo	65747	189.21	347.48
	Junio	60948	196.36	310.40
	Julio	68678	247.17	277.86
	Agosto	75645	274.97	275.10
	Septiembre	72455	306.38	236.49
	Octubre	71234	312.05	228.28
	Noviembre	73061	319.52	228.66
	Diciembre	64545	205.91	313.47
2018	Enero	40798	186.00	219.35
	Febrero	38748	187.70	206.44
	Marzo	56631	182.00	311.16
	Abril	53794	189.10	284.47
	Mayo	67719	207.30	326.67
	Junio	67457	214.50	314.48
	Julio	70738	270.20	261.80
	Agosto	80184	289.90	276.59
	Septiembre	74629	295.60	252.46
	Octubre	75656	265.80	284.64
	Noviembre	75253	275.90	272.75
	Diciembre	64545	245.00	263.45
2019	Enero	39696	153.36	258.84
	Febrero	39848	141.55	281.52
	Marzo	55343	142.70	387.83
	Abril	52692	159.24	330.89
	Mayo	66617	174.95	380.78
	Junio	66355	180.97	366.66
	Julio	68783	235.29	292.34
	Agosto	79082	254.17	311.13
	Septiembre	73527	279.25	263.30
	Octubre	71439	279.05	256.00
	Noviembre	74151	269.05	275.60
	Diciembre	59373	187.01	317.49

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 23, se puede observar que en los meses en los cuales la producción es baja, el consumo de energía por cada tonelada de uva procesada tiene valores superiores a los que se registran entre los meses de Noviembre y Marzo, dicho efecto es porque se tiene tiempos de que los mecanismos están funcionando a un valor de velocidad constante, a pesar de que la producción no es alta, como consecuencia de ello, se concluye que se debe regular la velocidad de giro, en función a la cantidad de producto procesad

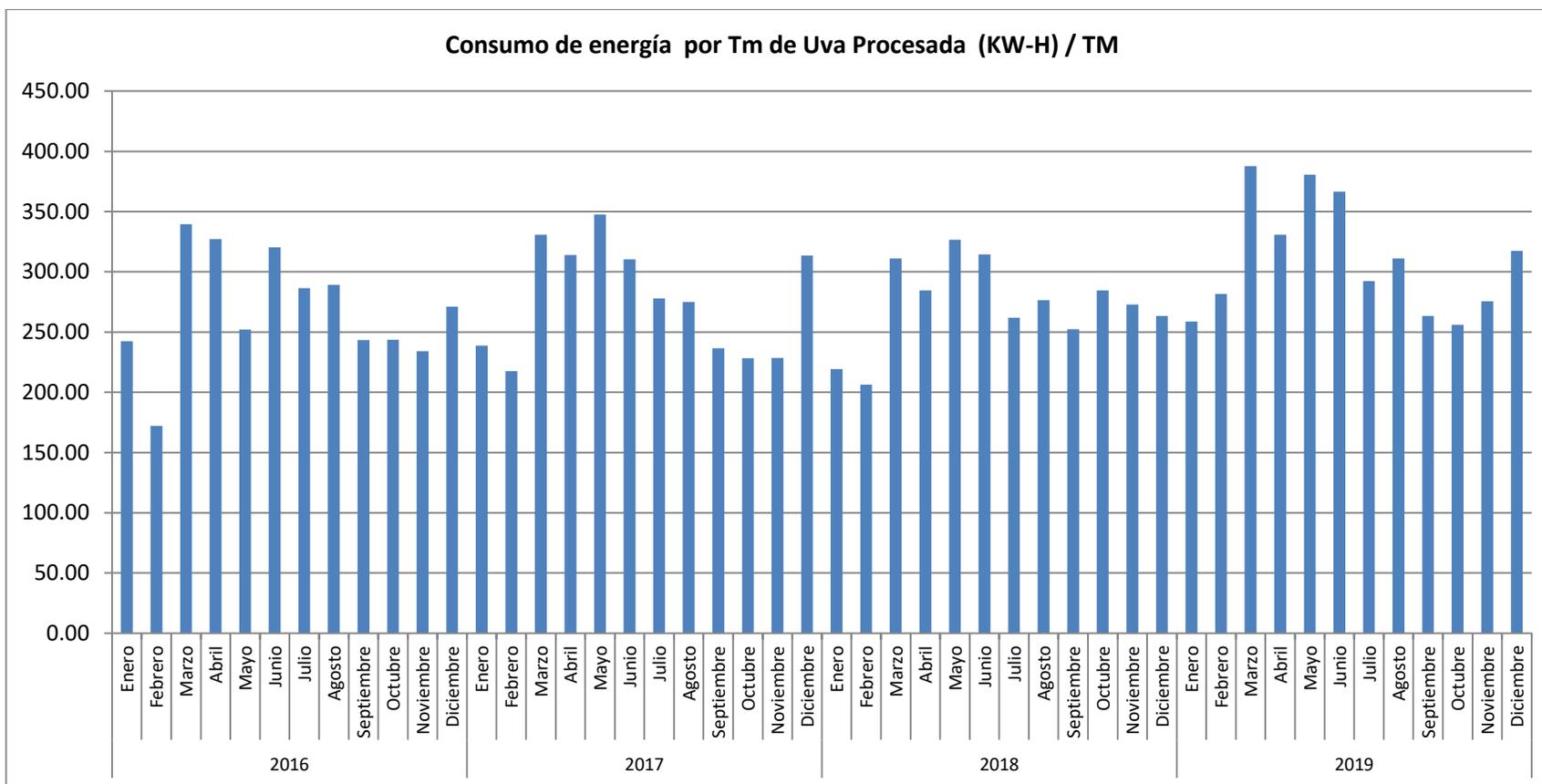


Figura 18. Evolución del consumo de energía por TM de uva procesada

Fuente: Elaboración propia

En la figura 18, se muestra la evolución de la cantidad de energía que se requiere para procesar una tonelada de uva en la planta PROSERLA- Jayanca, y se puede concluir que el mayor valor ocurrió entre los meses de julio y septiembre, meses en los cuales la producción es menor comparada a los demás años del año

Realizar mediciones de las variables eléctricas, en los motores eléctricos, tales como intensidad de corriente eléctrica, factor de potencia, potencia activa, potencia reactiva, caída de tensión y frecuencia eléctrica, para determinar el índice de consumo energético actual.

Se realizó las mediciones en todos los motores eléctricos de las 3 líneas de producción, para lo cual se utilizó un analizador de redes, en las cuales se hicieron mediciones de:

- a) Tensión.
- b) Corriente Eléctrica.
- c) Potencia Eléctrica Activa
- d) Potencia Eléctrica Reactiva.

Tabla 24. Mediciones de variables eléctricas.

	Operaciones	Motores de equipos	Tensión Medida (Voltios)	Grupo de conexión del motor eléctrico	Corriente Consumida en Amperios (Medida)	Potencia en KW	Potencia Reactiva en KVAR	Factor de potencia
Línea 1	Accionamiento Transportador 1	Motor Eléctrico Trifásico	378	Triangulo	18,3	10.89	5,86	0,91
	Lavado	Motor Eléctrico Trifásico	375	Triangulo	16,4	9.40	5,21	0,89
	Accionamiento Transportador 2	Motor Eléctrico Trifásico	373	Triangulo	17,3	10.40	5,47	0,9
	Paletizado 1	Motor Eléctrico Trifásico	374	Triangulo	12,4	6.60	3,93	0,87
	Paletizado 2	Motor Eléctrico Trifásico	380	Triangulo	12,1	7.10	3,90	0,89
	Pesado del material	Motor Eléctrico Monofásico	218	-	9,5	1.80	-	-
	Empacado	Motor Eléctrico Monofásico	216	-	9,4	1.80	-	-
	Accionamiento Transportador 1	Motor Eléctrico Trifásico	371	Triangulo	18,1	10.40	5,69	0,9
	Lavado	Motor Eléctrico Trifásico	376	Triangulo	17,7	10.20	5,64	0,89
Accionamiento	Motor Eléctrico	372	Triangulo	16,8	9.70	5,30	0,9	

	Operaciones	Motores de equipos	Tensión Medida (Voltios)	Grupo de conexión del motor eléctrico	Corriente Consumida en Amperios (Medida)	Potencia en KW	Potencia Reactiva en KVAR	Factor de potencia
Línea 2	Transportador 2	Trifásico						
	Paletizado 1	Motor Eléctrico Trifásico	378	Triangulo	15,2	8.70	4,87	0,88
	Paletizado 2	Motor Eléctrico Trifásico	374	Triangulo	16,1	9.20	5,10	0,89
	Pesado del material	Motor Eléctrico Monofásico	219	-	9,1	2.00	-	-
	Empacado	Motor Eléctrico Monofásico	217	-	8,9	2.00	-	-
	Accionamiento	Motor Eléctrico	375	Triangulo	17,8	10.60	5,66	0,92
Línea 3	Transportador 1	Trifásico						
	Lavado	Motor Eléctrico Trifásico	376	Triangulo	17,1	9.70	5,45	0,88
	Accionamiento	Motor Eléctrico	374	Triangulo	17,2	9.90	5,45	0,89
	Transportador 2	Trifásico						
	Paletizado 1	Motor Eléctrico Trifásico	372	Triangulo	13,9	7.80	4,38	0,89
	Paletizado 2	Motor Eléctrico Trifásico	377	Triangulo	13,1	7.60	4,19	0,9
	Pesado del material	Motor Eléctrico Monofásico	220	-	8,4	1.80	-	-
	Empacado	Motor Eléctrico Monofásico	216	-	8,7	1.80	-	-

Fuente: Mediciones con Analizador de redes.

Tabla 25. Consumo de energía por día en Kw-H

Línea	Operaciones	Motor eléctrico potencia en KW	Tiempo de funcionamiento por día (Horas)	Energía consumida (KW-H)
Línea 1	Accionamiento Transportador 1	10,89	4	43,56
	Lavado	9,47	4	37,88
	Accionamiento Transportador 2	10,05	4	40,19
	Paletizado 1	6,98	2	13,96
	Paletizado 2	7,08	2	14,16
	Pesado del material	1,90	2	3,80
	Empacado	1,88	4	7,52
Línea 2	Accionamiento Transportador 1	10,46	4	41,82
	Lavado	10,25	4	40,99
	Accionamiento Transportador 2	9,73	4	38,92
	Paletizado 1	8,75	2	17,49
	Paletizado 2	9,27	2	18,54
	Pesado del material	1,91	2	3,82

Línea	Operaciones	Motor eléctrico potencia en KW	Tiempo de funcionamiento por día (Horas)	Energía consumida (KW-H)
	Empacado	1,93	4	7,72
	Accionamiento Transportador 1	10,62	4	42,50
	Lavado	9,79	4	39,15
	Accionamiento Transportador 2	9,90	4	39,62
	Paletizado 1	7,96	2	15,92
Línea 3	Paletizado 2	7,69	2	15,38
	Pesado del material	1,88	2	3,76
	Empacado	1,84	4	7,36
Total (KW- H)				494,06

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se observa que el mayor consumo se registra en las máquinas de lavado y transporte del producto de cada línea de producción; los tiempos de funcionamiento de cada mecanismo se ha medido en las instalaciones de la planta, en un periodo de 8 horas por día; en ella se analiza que existen muchos tiempos “muertos” debido fundamentalmente a que los procesos no son continuos, por no estar los procesos automatizados.

Proponer en cuanto al funcionamiento de los motores eléctricos para incrementar la eficiencia energética, mediante la instalación de los variadores de velocidad.

Instalación de Variadores de Frecuencia.

Para la propuesta de incrementar la eficiencia de la Planta, será posible mediante la instalación de variadores de frecuencia en cada motor eléctrico; esto optimiza los procesos, y evita los tiempos de parada debido a la continuidad del flujo de uva dentro de cada mecanismo de las líneas de producción.

En la Figura 12 y 13 se muestran la forma de la instalación de los variadores de frecuencia, en cada motor, dependiendo de la potencia eléctrica.

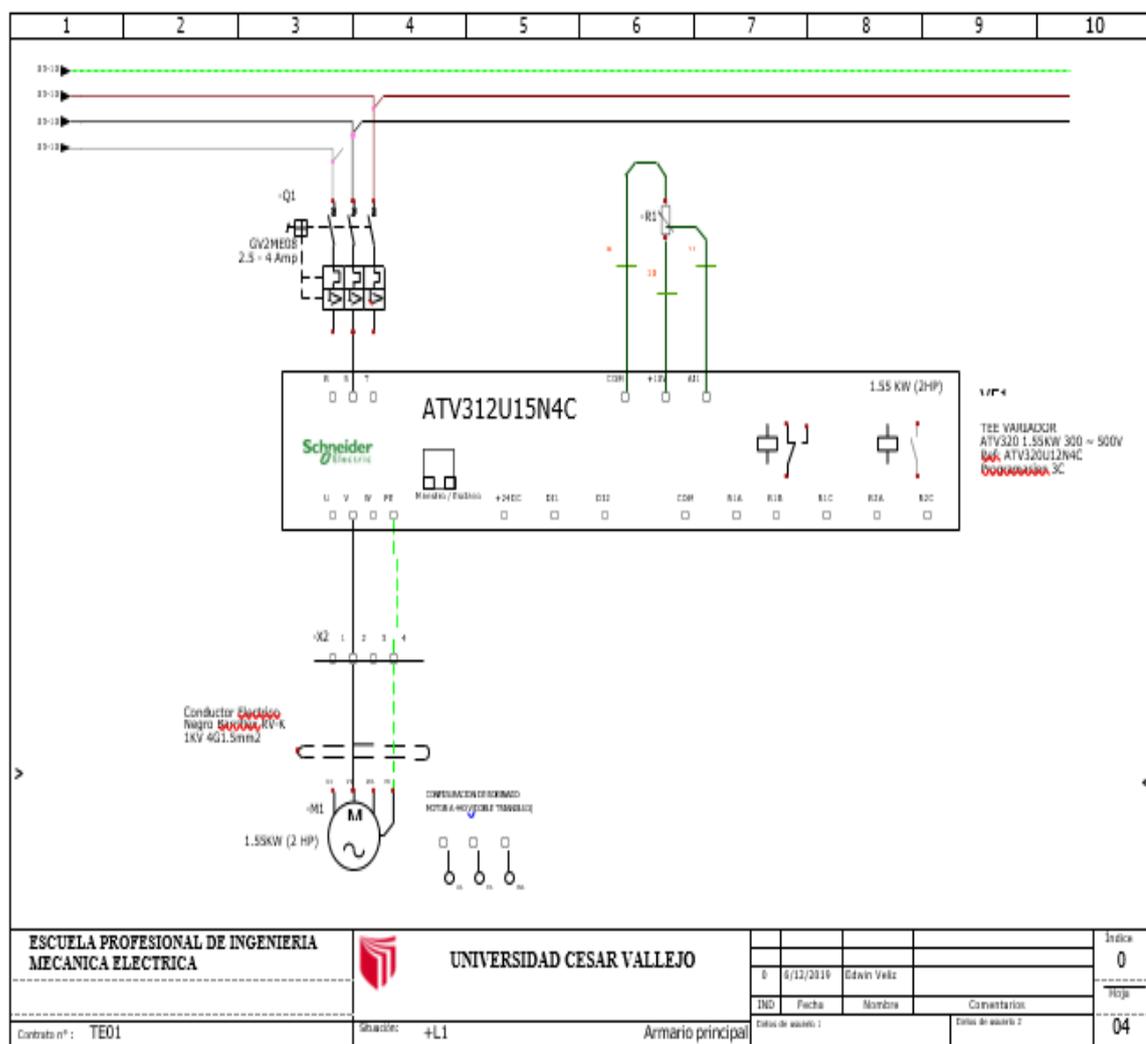


Figura 19. Conexión con variadores de velocidad

Fuente: Elaboración propia

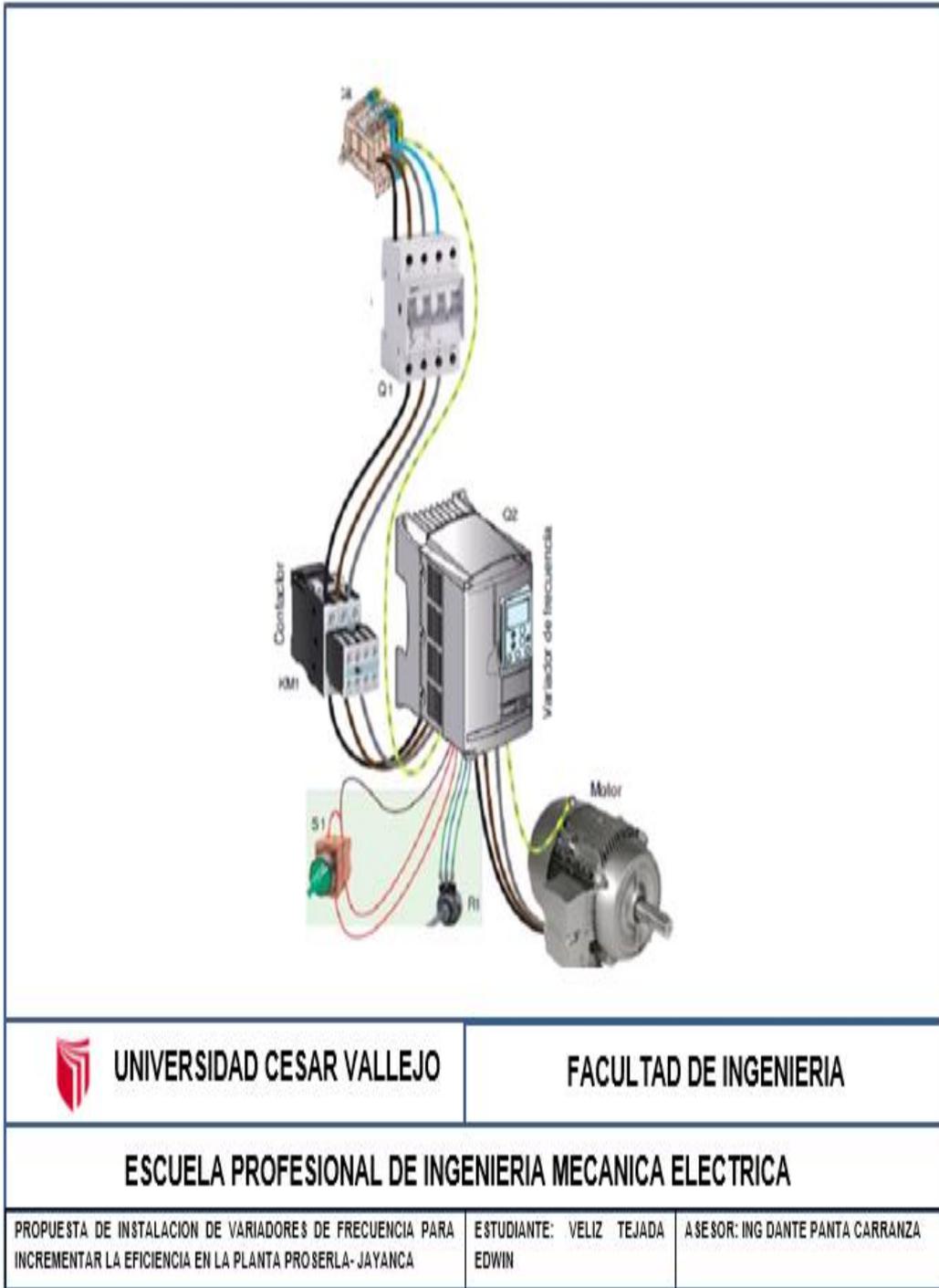


Figura 20. Montaje de variador de frecuencia en motores eléctricos

Fuente: Autoría Propia

Tabla 26. Características técnicas del variador de velocidad seleccionado

Mains connection	
Voltage and power connection	1-phase, 200 to 240 V \pm 10%: 0.37 to 2.2 kW (0.5 to 3 hp) 3-phase, 200 to 240 V \pm 10%: 0.37 to 11 kW (0.5 to 15 hp) 3-phase, 380 to 480 V \pm 10%: 0.37 to 22 kW (0.5 to 10 hp)
Frequency	48 to 63 Hz
Motor connection	
Voltage	3-phase, from 0 to U_{SUPPLY}
Frequency	0 to 599 Hz
Overload capacity	1.5 x I_{2N} for 1 minute every 10 minutes At start 1.8 x I_{2N} for 2 seconds
Switching frequency	4 (default) to 16 kHz with 4 kHz steps
Parameter-enabled noise cancellation function	
Programmable control connections	
Two analog inputs, signal selectable	
Voltage signal	+ 10 V, 0 (2) to 10 V
Current signal	\pm 20 mA, 0 (4) to 20 mA
One analog output	0 (4) to 20 mA
Five digital inputs	12 to 24 V, PNP and NPN, programmable DI5 0 to 16 kHz pulse train
One relay output	NO + NC, 250 V AC/2 A, 30 V DC/0.5 A
One digital output	Transistor output, 30 V DC/100 mA, programmable 10 Hz to 16 kHz pulse train
Accuracy	24 V DC \pm 10%, max. 200 mA
Environmental limits	
Ambient temperature	-10 to 40 °C (14 to 104 °F), no frost allowed 50 °C (122 °F) with 10% derating
Relative humidity	Lower than 95% (without condensation)

Fuente: ABB

Resultados de Optimización con los Variadores de Frecuencia.

El motor eléctrico en corriente alterna ofrecen buenas prestaciones, buen rendimiento y una excelente fiabilidad, pero tiene sus puntos débiles que son:

- El rendimiento en el arranque.
- El control de velocidad.

Un variador de frecuencia soluciona ambos problemas, al instalarte un variador a un motor este es capaz de arrancar suavemente con una intensidad de arranque bajo y así poder regular la velocidad para adaptarse a cualquier trabajo.

Dichas ventajas de los variadores de frecuencia están ampliamente reconocidas, es por ello que existen una gran variedad de arrancadores en el mercado.



Figura 21. Variador de frecuencia Schneider electric

Fuente: Elaboración propia

Variador de frecuencia para Transportador 1.

Potencia 10,81 KW.

Selección del variador, de acuerdo al manual de fabricante, por tipo de mecanismo a accionar, torque e intensidad de corriente eléctrica.

Variador de frecuencia para Paletizado

Altivar 312

Variadores de velocidad

Referencias





Variadores (rango de frecuencia de 0,5 a 500 Hz)											
Motor		Red				Altivar 312					
Potencia indicada en la placa (1)	HP	Corriente de línea máxima (2), (3)		Potencia aparente	lcc línea presunta máxima (4)	Corriente de salida máxima permanente (In) (1)		Corriente transitoria máxima durante 60 s	Potencia disipada con corriente de salida máxima (In) (1)	Referencia	Peso
		en U1	en U2	en U2	kA	en U2	A				
kW		A	A	kVA		A	A	W			kg
Tensión de alimentación monofásica: 200...240 V 50/60 Hz, con filtro CEM integrado (3) (5)											

ATV 312H075M2

Figura 22. Variadores (rango de frecuencia)
Fuente: Schneider electric

Potencia 9,27 KW.

Selección del variador, de acuerdo al manual de fabricante, por tipo de mecanismo a accionar, torque e intensidad de corriente eléctrica.



Tensión de alimentación trifásica: 380...500 V 50/60 Hz, con filtro CEM integrado (3) (5)											
0,37	0,5	2,2	1,7	1,5	5	1,5	2,3	32	ATV 312H037N4	1,800	
0,55	0,75	2,8	2,2	1,8	5	1,9	2,9	37	ATV 312H055N4	1,800	
0,75	1	3,6	2,7	2,4	5	2,3	3,5	41	ATV 312H075N4	1,800	
1,1	1,5	4,9	3,7	3,2	5	3	4,5	48	ATV 312HU11N4	1,800	
1,5	2	6,4	4,8	4,2	5	4,1	6,2	61	ATV 312HU15N4	1,800	
2,2	3	8,9	6,7	5,9	5	5,5	8,3	79	ATV 312HU22N4	3,100	
3	-	10,9	8,3	7,1	5	7,1	10,7	125	ATV 312HU30N4	3,100	
4	5	13,9	10,6	9,2	5	9,5	14,3	150	ATV 312HU40N4	3,100	
5,5	7,5	21,9	16,5	15	22	14,3	21,5	232	ATV 312HU55N4	6,500	
7,5	10	27,7	21	18	22	17	25,5	269	ATV 312HU75N4	6,500	
11	15	37,2	28,4	25	22	27,7	41,6	397	ATV 312HD11N4	11,000	
15	20	48,2	36,8	32	22	33	49,5	492	ATV 312HD15N4	11,000	

ATV 312HU30N4

Figura 23. Variadores de velocidad Schneider electric
Fuente: Schneider electric

Selección de cable conductor

Para calcular el cable alimentador necesario primero hay que conocer factores que permitan el cálculo sin defectos.

Voltaje: Red de alimentación.

Longitud: en este caso es despreciable porque es menor de 15 metros

Potencia: en HP.

Amperaje: cantidad de amperios del motor

Tipo de cable: en este caso utilizamos un conductor de marca INDECO THW-90(mm²).

Motor Del Transportador 1

$$I_n = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi \times \eta}$$

Dónde:

I_n : Corriente Nominal

HP: Potencia

V: Tensión

Cos: Factor de potencia

$$I_n = \frac{746 \times 15}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.91 \times 0.945} = 19,79 \text{ A}$$

A esta corriente nominal, se le adiciona un 25% para efecto de diseño, es decir que la corriente de diseño (I_d) es 1,25 de la corriente nominal (I_n).

$$I_d = 1,25 \times I_n = 24,74 \text{ A.}$$

Según tabla de datos técnicos como el conductor es al aire libre se elige un conductor de 35 mm².

Para analizar el ahorro de energía y la eficiencia de la planta con la propuesta de la instalación de los variadores de frecuencia, se tiene en cuenta lo siguiente:

- a) En la tabla 26, se incluye los tiempos de funcionamiento de los motores eléctricos, el número de paradas, el número de arranques, que actualmente está sucediendo.
- b) En la tabla 27, se analiza los mismos parámetros, pero con la incorporación de los variadores de frecuencia, en ella se muestra la eliminación de los tiempos de parada, el número de arranques, y se determina el ahorro de energía en KW-H, por las corrientes de arranque en todas las líneas de producción.
- c) En la tabla 28, se muestra el ahorro de energía, debido a la disminución de los tiempos de funcionamiento de los motores eléctricos, al éter un proceso continuo.
- d) En la tabla 29, se muestra el total de ahorro de energía, éste ahorro hace que la eficiencia de la planta se incremente.

Tabla 27. Funcionalidad de los motores sin propuesta de mejora

Línea	Operaciones	Motor eléctrico potencia en kw	Tiempo de funcionamiento por día (horas)	Número de paradas por hora	Número de arranques por hora
	Accionamiento Transportador 1	10,89	4	5	5
	Lavado	9,47	4	4	4
Línea 1	Accionamiento Transportador 2	10,05	4	4	4
	Paletizado 1	6,98	2	3	3
	Paletizado 2	7,08	2	3	3

	Pesado del material	1,90	2	2	2
	Empacado	1,88	4	4	4
Línea 2	Accionamiento Transportador 1	10,46	4	6	6

Línea	Operaciones	Motor eléctrico potencia en kw	Tiempo de funcionamiento por día (horas)	Número de paradas por hora	Número de arranques por hora
	Lavado	10,25	4	3	3
	Accionamiento Transportador 2	9,73	4	5	5
	Paletizado 1	8,75	2	2	2
Línea 2	Paletizado 2	9,27	2	3	3
	Pesado del material	1,91	2	1	1
	Empacado	1,93	4	5	5
	Accionamiento Transportador 1	10,62	4	3	3
	Lavado	9,79	4	3	3
	Accionamiento Transportador 2	9,90	4	3	3
	Paletizado 1	7,96	2	4	4
Línea 3	Paletizado 2	7,69	2	2	2
	Pesado del material	1,88	2	3	3
	Empacado	1,84	4	3	3

Fuente: Elaboración propia

Si se analiza la funcionalidad de los motores eléctricos tal como está operando actualmente, se observa que existe un número de paradas significativas, que hace que la corriente de arranque se eleve entre 6 a 7 veces la corriente nominal, esto incrementa en periodos de tiempo pequeños la máxima demanda de la planta, y se incrementa los consumos de energía.

Tabla 28. Ahorro de energía eléctrica en los arranques, utilizando variadores de velocidad.

Eliminación de la corriente de arranque							
Línea	Operaciones	Motor eléctrico potencia en KW	Potencia al arranque (5 veces la corriente nominal) (KW)	Tiempo de arranque hasta llegar a la corriente nominal (segundos)	Energía consumida en el arranque	Número de arranques	Energía consumida en los arranques de los motores (KW-H)
	Accionamiento Transportador 1	10,89	5.40	7	0,1058756 1	5	0.53
	Lavado	9,47	4.70	7	0,0920612 3	4	0.37
	Accionamiento Transportador 2	10,05	5.03	7	0,0976807 7	4	0.39
	Línea 1	Paletizado 1	6,98	3.49	7	0,0678616 1	3
Paletizado 2		7,08	3.50	7	0,0688288 7	3	0.21
Pesado del material		1,90	9.50	7	0,0184722 2	2	0.04
Empacado		1,88	9.40	7	0,0182777 8	4	0.07
Línea 2	Accionamiento Transportador 1	10,46	5.20	7	0,1016498 3	6	0.61

	Lavado	10,25	5.10	7	0,0996237 2	3	0.30
Eliminación de la corriente de arranque							
Línea	Operaciones	Motor eléctrico potencia en KW	Potencia al arranque (5 veces la corriente nominal) (KW)	Tiempo de arranque hasta llegar a la corriente nominal (segundos)	Energía consumida en el arranque	Número de arranques	Energía consumida en los arranques de los motores (KW-H)
	Accionamiento Transportador 2	9,73	4.80	7	0,0946033 2	5	0.47
	Paletizado 1	8,75	4.30	7	0,0850412 6	2	0.17
Línea 2	Paletizado 2	9,27	4.60	7	0,0901361 8	3	0.27
	Pesado del material	1,91	9.50	7	0,0185694 4	1	0.02
	Empacado	1,93	9.60	7	0,0187638 9	5	0,0938194 4
	Accionamiento Transportador 1	10,62	5.30	7	0,1032882 1	3	0.31
	Lavado	9,79	4.80	7	0,0951652 2	3	0.29
Línea 3	Accionamiento Transportador 2	9,90	4.90	7	0,0962945 5	3	0.29
	Paletizado 1	7,96	3.90	7	0,0774032 9	4	0.31
	Paletizado 2	7,69	3.80	7	0,0747595 7	2	0.15

Pesado del material	1,88	9.40	7	0,01827778	3	0.05
Empacado	1,84	9.20	7	0,01788889	3	0.05
Total (KW- H)						5.19

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28, se analiza la cantidad de energía que se ahorrará en el arranque de los motores, si se instala los variadores de frecuencia; en ella se muestra que cada vez que un motor eléctrico se para y vuelve a funcionar, la corriente se eleva entre 5 a 6 veces la corriente nominal, lo cual hace que la máxima demanda se eleve en esa misma proporción, y si el tiempo en que demora la corriente de arranque en tomar el valor nominal es de aproximadamente 7 segundos, se determina la cantidad de energía que se ahorraría que asciende a 5,19 Kw- H, por cada día.

Tabla 29. Ahorro de energía en Kw-H, al disminuir los tiempos de funcionamiento de los motores eléctricos.

Línea	Operaciones	Sin propuesta			Con propuesta	
		Motor eléctrico o potencia en KW	Tiempo de funcionamiento por día (Hora)	Energía consumida (KW-H)	Tiempo de funcionamiento por día (Horas)	Energía consumida (KW-H)
Línea 1	Accionamiento Transportador 1	10,89	4	43,56	3,30	35,94
	Lavado	9,47	4	37,88	3,30	31,25
	Accionamiento Transportador 2	10,05	4	40,19	3,30	33,16
	Paletizado 1	6,98	2	13,96	1,10	7,68

	Paletizado 2	7,08	2	14,16	1,10	7,79
	Pesado del material	1,90	2	3,80	1,10	2,09
	Empacado	1,88	4	7,52	3,10	5,83
Línea 2	Accionamiento Transportador 1	10,46	4	41,82	3,30	34,50
			Sin Propuesta		Con propuesta	
Línea	Operaciones	Motor eléctrico potencia en KW	Tiempo de funcionamiento por día (Hora)	Energía consumida (KW-H)	Tiempo de funcionamiento por día (Horas)	Energía consumida (KW-H)
	Lavado	10,25	4	40,99	3,30	33,82
	Accionamiento Transportador 2	9,73	4	38,92	3,30	32,11
Línea 2	Paletizado 1	8,75	2	17,49	1,10	9,62
	Paletizado 2	9,27	2	18,54	1,10	10,20
	Pesado del material	1,91	2	3,82	1,10	2,10
	Empacado	1,93	4	7,72	3,10	5,98
Línea 3	Accionamiento	10,62	4	42,50	3,30	35,06

Transportador 1					
Lavado	9,79	4	39,15	3,30	32,30
Accionamiento Transportador 2	9,90	4	39,62	3,30	32,69
Paletizado 1	7,96	2	15,92	1,10	8,76
Paletizado 2	7,69	2	15,38	1,10	8,46
Pesado del material	1,88	2	3,76	1,10	2,07
Empacado	1,84	4	7,36	3,10	5,70
Total (KW- H)			494,06		377,09

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29, se muestra un ahorro de energía eléctrica por parte de los motores eléctricos de las 3 líneas de producción, la disminución del tiempo de funcionamiento de cada motor eléctrico disminuye en función a las solicitudes de los productos a procesar, y estos tiempos disminuyen debido a que los procesos se hacen continuos y se eliminan las paradas de los mecanismos. El ahorro de energía es de $494,06 - 377,09 = 116,97$ Kw- H por cada día de operación.

Tabla 30. Ahorro de Energía con la propuesta de la incorporación de los variadores de velocidad

Línea	Operaciones	Ahorro de Energía por Funcionalidad de los Motores Eléctricos (KW-H)	Ahorro de Energía por eliminación de arranques de Motores Eléctricos (KW-H)	Ahorro Total de Energía (KW-H)

	Accionamiento Transportador 1	7,62	0,53	8,15
	Lavado	6,63	0,37	7,00
	Accionamiento Transportador 2	7,03	0,39	7,42
	Paletizado 1	6,28	0,20	6,49
Línea 1	Paletizado 2	6,37	0,21	6,58
	Pesado del material	1,71	0,04	1,75
	Empacado	1,69	0,07	1,77
	Accionamiento Transportador 1	7,32	0,61	7,93
	Lavado	7,17	0,30	7,47
Línea 2	Accionamiento Transportador 2	6,81	0,47	7,28
	Paletizado 1	7,87	0,17	8,04
Línea	Operaciones	Ahorro de Energía por Funcionalidad de los Motores Eléctricos (KW-H)	Ahorro de Energía por eliminación de arranques de Motores Eléctricos (KW-H)	Ahorro Total de Energía (KW-H)
	Paletizado 2	8,34	0,27	8,61
	Pesado del material	1,72	0,02	1,74

	Empacado	1,74	0,09	1,83
	Accionamiento Transportador 1	7,44	0,31	7,75
	Lavado	6,85	0,29	7,14
	Accionamiento Transportador 2	6,93	0,29	7,22
	Paletizado 1	7,17	0,31	7,47
Línea 3	Paletizado 2	6,92	0,15	7,07
	Pesado del material	1,69	0,05	1,75
	Empacado	1,66	0,05	1,71
	Total (KW- H)	116,97	5,20	122,17

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30, se muestra el ahorro de energía eléctrica total si se utiliza los variadores de velocidad; y es de 122,17 Kw- H, por día.

La eficiencia de la planta se incrementa debido a que la misma cantidad de producción se tendrá si se instala los variadores de frecuencia, pero se tendrá un menor valor de consumo de energía.

Es decir, que la eficiencia se determina: $122,17 / 494,06 = 0,2472$, o 24,72% de incremento de la eficiencia de la planta.

Hacer una evaluación económica y financiera que permita ver la factibilidad de la propuesta.

Inversión de la Propuesta.

En la tabla 31, se muestra los costos de la inversión de la propuesta, con un monto total de 46924 Soles, los cuales incluyen a los variadores de frecuencia, así como también a obras civiles que sirven para acondicionar los equipos en la planta PROSERLA- Jayanca.

Tabla 31. Inversión de la propuesta.

Nº	Ítems	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1	Elaboración del Proyecto	Unidad	1	1200	1200
2	Obras Civiles	Unidad	1	2000	2000
3	Variadores de Frecuencia (1-3KW)	Unidad	10	1550	15500
4	Variadores de Frecuencia (3-5KW)	Unidad	6	1430	8580
5	Variadores de Frecuencia (5-7KW)	Unidad	5	1380	6900
6	Equipamiento circuito de fuerza	Equipo	21	280	5880
7	Equipamiento circuito de control	Equipo	21	220	4620
8	Gastos Generales (5%)				2234
TOTAL (S/.)					46914

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de evaluación de la propuesta

La presente propuesta es evaluada en 3 años, en la cual se proyectará las variables económicas, en función al incremento de la producción.

Costos por Mantenimiento

El costo por mantenimiento, es por la inspección diaria realizada por los mismos operarios del área. Dichas labores consisten en la inspección de los tableros eléctricos y mantenimiento de los motores eléctricos. Estas labores se consideran parte del trabajo del operario, por lo tanto, para la evaluación de la propuesta los costos por mantenimiento no son considerados.

Ahorro de energía eléctrica

Con la propuesta de instalación de los variadores de velocidad en los motores eléctricos, se ahorra energía eléctrica, tal como fue analizado en el ítem 3.3; y en la tabla 29, se muestra los ahorros en los 36 meses de análisis del proyecto:

Tabla 32. *Estimado de ahorro de energía eléctrica en 3 años del proyecto*

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ahorro (S/.)	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ahorro (S/.)	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Ahorro (S/.)	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja de la Implementación de la Propuesta

Los ingresos de la implementación de la propuesta tienen dos fuentes:

- Políticas de inversión de la empresa para renovar sus equipos, y será el 50% del costo de la propuesta, es decir el aporte es de 23 457.00 nuevos soles.
- Préstamo bancario de 23 457.00 nuevos soles, que representa el 50% de la inversión, y que será amortizado por el ahorro de energía al complementar la propuesta y por el incremento neto de la producción.

La amortización del préstamo bancario de 23 457.00 nuevos soles, será cancelada en 36 meses, con una tasa de interés mensual de 3,5%.

El valor de la amortización, se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Dónde:

R: Amortización del capital.

INV: Inversión Inicial.

i: Tasa de Interés.

n: Número de meses

Reemplazando valores:

2832,65/2,45

$$R = \frac{23457[0.035*(1+0,035)^{36}]}{(1+0,035)^{36}-1} = 1156,18 \text{ Nuevos Soles.}$$

Este valor de 1156,18 nuevos soles, representa un egreso para la presente tesis; en la tabla 33 se muestra el flujo de caja

Tabla 33. Estado de ingresos y egresos

	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ingresos	Ahorro de Energía	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7
Egresos	Amortización del Préstamo	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2
Ingresos - Egresos	Mes	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Ingresos	Ahorro de Energía	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7
Egresos	Amortización del Préstamo	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2	115,6,2
Ingresos - Egresos		490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82	490,82

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de las variables económicas

Valor Actual Neto

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

Dónde:

Ia: Ingresos actualizados año 0.

Ra: Ingresos – Egresos mensuales.

i: Tasa de Interés: 3,5%

n: Número de Meses 36

Reemplazando valores obtenemos:

Ia: 32941,09 nuevos soles.

La valoración de la inversión, por el préstamo bancario es de 23457 nuevos soles.

VAN: 32941,09 - 23457 = 9484,09 nuevos soles.

Tasa Interna de Retorno

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

Dónde:

Inv.: Inversión Inicial 23457 Nuevos Soles.

Ra: Ingresos mensuales

TIR: Tasa Interna de Retorno.

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo este igual a 6% mensual, que representa un valor superior al interés bancario actual que oscila entre el 3 y 4% mensual.

Relación Beneficio Costo

La inversión inicial del 50% del valor de la propuesta, que es el aporte para el presente proyecto es de 23457 nuevos soles. La relación beneficio / costo es de 32941,09/ 23457, es de 1,40

V. DISCUSIÓN

Los resultados en el capítulo III de la “Propuesta de Instalación de Variadores de Frecuencia para Incrementar la Eficiencia en la Planta Proserla- Jayanca, están sujetos a discusión, debido fundamentalmente a la viabilidad del proyecto, y a la mejora en el procesamiento de la uva, entre los cuales se puede analizar:

Actualmente todos los procesos se realizan en los mecanismos, de los procesos y éstos son controlados por los operarios de acuerdo a la cantidad de uva que ingresa a la planta, desde el pesaje hasta su almacenamiento final, no existiendo ninguna relación óptima en cada uno de los procesos, por lo que ocasiona muchas paradas de los motores eléctricos, debido a que el proceso no se da de forma continua, por lo que se viabiliza la propuesta.

Si la velocidad de cada motor es controlada por un variador de velocidad, los procesos tienden hacia la optimización, debido a que los tiempos de parada de los motores de los mecanismos, se minimizan, y solo operan los motores eléctricos de los mecanismos, que si tienen carga en ese instante.

Los consumos de energía eléctrica disminuyen tanto por la desaparición de los arranques de los motores eléctricos, debido a las paradas que se hacen, como también el tiempo de funcionamiento de cada motor; así mismo, con el variador de velocidad se garantiza el torque adecuado a cada mecanismo.

La propuesta de auditoría se ha enfocado en los motores eléctricos de los mecanismos, debido a que son las mayores cargas de la planta, además la eficiencia de la planta se incrementa 24,72% con respecto a lo existente.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó un diagnóstico del consumo de energía actual en la planta, y se evidenció que el consumo per cápita de energía, no sigue un mismo ritmo, por lo que existe un uso deficiente de la energía, no existiendo continuidad en los procesos de la uva, debido a que existen meses donde el consumo de energía es alto, sin embargo, la producción no es la mayor, como también existen meses en que el consumo de energía es bajo, con mayor producción de elaboración de la uva de diferentes propiedades.
2. Se realizó las mediciones de las variables eléctricas, y todos los valores medidos están por debajo del valor nominal, esto se debe fundamentalmente a que están trabajando a un porcentaje de plena carga, o debido que existen caídas de tensión mayores a los permisibles.
3. Se analizó que con la propuesta de instalación de variadores de velocidad la eficiencia se incrementa en 24,72%, es decir es posible tener un ahorro de energía eléctrica de 116,97 Kw- H por cada día de operación, que incrementa los ingresos y disminuye los costos de operación.
4. La propuesta realizada, indica una Tasa Interna de Retorno del 6% mensual un valor anual Neto de 9484,09, y la relación beneficio costo de 1,40, indicadores que hace viables el proyecto, debido a que el 50% de la inversión se cubre con los ahorros energéticos.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** La propuesta solo incluye los aspectos eléctricos, sin embargo, también es necesario realizar una evaluación el funcionamiento de los aspectos mecánicos.
- 2.** Se recomienda la automatización de la planta, utilizando un sistema SCADA, para conocer en tiempos reales los valores de funcionamiento de los mecanismos, como también las características del producto dentro del proceso.
- 3.** Unificar los procesos, debido a que la separación o independencia de ellos, no mantiene una continuidad en las tres líneas de producción.

REFERENCIAS

AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA. Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas, Informe, Paris - Francia, 2015. 182 pp.

Agencia Andaluza de la Energía. Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria. España: Servigraf Artes Gráficas, 2011. 97 pp.

FIGUEROA, Edgar. Auditoría energética de los edificios administrativo y docente de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de Ambato, para disminuir el consumo de energía eléctrica. Tesis (Ingeniero Mecánico). Ambato – Ecuador: Universidad técnica de Ambato, 2015. 217pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 5ta edición. México: McGraw-Hill, 2010. 613 pp.

Grande, Manuel y Roberto, Guevara. Calidad de energía y eficiencia energética en edificios públicos. Tesis (Pregrado). El Salvador: Universidad centroamericana JOSÉ SIMEÓN CAÑAS, 2012

REVISTA. Energía Sustentable Para Todos, Perú: 2014, p.12

LLANCAMÁN, Manuel. Desarrollo de un manual de auditorías Energéticas para empresas y edificios. Tesis (Pregrado). Chile: Universidad Austral de Chile, 2007.

OPTIMAGRID, Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa. UGT. Los grandes consumidores De energía eléctrica: Coste y eficiencia energética. 2011, 91pp.

NORMA TECNICA PERUANA. NTP 399.450.2008. 2008, 78pp.

MNISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Plan Energético Nacional 2014-2015. Resumen Ejecutivo - 2014. 45pp.

REY, Francisco y VELASCO, Eloy (2006). Eficiencia Energética En Edificios: Certificación y Auditorías Energéticas. España: Editorial Paraninfo, 2016. 309 pp.

ANEXOS

Registro fotográfico

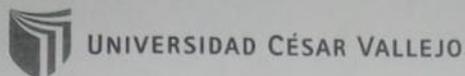


Registro de datos



La empresa Proserla- Jayanca

Carta de presentación



Chiclayo, 26 de setiembre de 2019

Señor:
MANUEL PAREDES MARIÑOS
JEFE DE MANTENIMIENTO - JAYANCA FRUITS SAC

Presente. –

De mi especial consideración:

Es grato expresarle mis saludos a nombre de la Universidad César Vallejo de Chiclayo y desearte todo tipo de éxitos en su gestión.

La escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica tiene a bien presentar a su estudiante de VELIZ TEJADA EDWIN con código UCV 7000712280, DNI 47184596, con teléfono 966185694 quien actualmente ha presentado un proyecto de investigación el cual será desarrollado en la jurisdicción que Ud. gestiona.

Por esta razón, es nuestro interés solicitarle las facilidades para que nuestro estudiante pueda desarrollar su trabajo de investigación denominado "PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE VARIADORES DE FRECUENCIA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, EN LA PLANTA JAYANCA FRUITS SAC", por el periodo de tiempo que considere conveniente.

En el caso de ser aceptada, sírvase indicar las condiciones de sus competencias, para que el estudiante programa un plan de actividades.

Cualquier información adicional comunicarse al teléfono (074) 480210 – anexo 6581.

Seguros de contar con su apoyo, nos suscribimos de Usted reiterando nuestro afán por trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la comunidad estudiantil.

Atentamente,



CAMPUS CHICLAYO
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

JAYANCA FRUITS SAC.
Manuel A. Paredes Mariños
JEFE DE MANTENIMIENTO
CIP: 192587

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Página del jurado



Acta de Sustentación de Tesis

Chiclayo, 06 de noviembre de 2020

Siendo las 08:00 horas del día 06 del mes de noviembre del 2020, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de la Tesis titulada:

“PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE VARIADORES DE FRECUENCIA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PLANTA PROSERLA- JAYANCA ”

Presentado por el autor **VELIZ TEJADA EDWIN**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Concluido el acto de exposición y defensa de la Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
VELIZ TEJADA EDWIN	Aprobado por Mayoría

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado:



Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
Presidente



Dr. Anibal Jesús Salazar Mendoza
Secretario



Mgtr. James Skinner Celada Padilla
Vocal



Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo, Bach EDWIN VELIZ TEJADA, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo Chiclayo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a Tesis titulado:

“PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE VARIADORES DE FRECUENCIA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN LA PLANTA PROCERLA-JAYANCA”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 06 de noviembre 2020

Apellidos y Nombres del Autor VELIZ TEJADA EDWIN	
DNI: 47184596	Firma 
ORCID: 0000-0003-4147-2883	

