

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

“Estudio y análisis energético en los equipos electromecánicos de una planta de embotellamiento de agua ozonizada y su influencia en los costos de producción”

**Tesis para obtener el Título Profesional de
Ingeniero en Energía**

Autores:

Bach. Sanchez Bautista, Gerson Armando

Bach. Lopez Risco, Roy Fran

Asesor:

Mg. Pérez Pinedo, Oscar Fernando
Código ORCID: 0000-0002-5780-6115

Nuevo Chimbote – Perú
2023-10-05

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente Informe Final de Tesis ha sido revisado y desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (Resolución N° 580-2022-CU-R-UNS) de acuerdo a la denominación siguiente:

**Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en
Energía**

“Estudio y Análisis energético en los equipos electromecánicos de una planta de embotellamiento de agua ozonizada y su influencia en los costos de producción”

AUTOR (ES):

Bach. Sanchez Bautista, Gerson armando
bach. Lopez Risco, Roy Fran

Mg. Pérez Pinedo, Oscar Fernando
Asesor

DNI: 32739412

Código ORCID: 0000-0002-5780-6115

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente Jurado Evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado con forme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, titulado:

“Estudio y análisis energético en los equipos electromecánicos de una planta de embotellamiento de agua ozonizada y su influencia en los costos de producción”

AUTOR (ES):

Bach. SANCHEZ BAUTISTA, GERSON ARMANDO

Bach. LÓPEZ RISCO, ROY FRAN

Revisado y evaluado por el siguiente Jurado Evaluador:

Dr. Mariños Castillo, Gualberto Antenor

Presidente

DNI: 17890841

CÓD. ORCID: 0000-0001-7514-9908

M.Sc. Escate Ravello, Julio Hipólito
Secretario

DNI: 32850228

CÓD. ORCID: 0000-0001-9950-2999

Mg. Pérez Pinedo, Oscar Fernando
Integrante

DNI: 32739412

CÓD. ORCID: 0000-0002-5780-6115



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA
Dirección E.P. de Ingeniería en Energía

ACTA DE INSTALACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El día jueves 05 del mes de octubre del año dos mil veintitrés, siendo las 11:00 a.m. en el Aula E3 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, en cumplimiento al Art. 66 del Reglamento General de Grados y Títulos, aprobado con Resolución N°580-2022-CU-R-UNS de fecha 22.08.22, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 524-2023-UNS-CFI de fecha 23.08.23, integrado por los siguientes docentes:

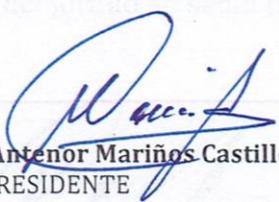
- Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo Presidente
- M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello Secretario
- Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo Integrante

Y según la Resolución Decanal N°716-2023-UNS-FI de fecha 03.10.23 se DECLARA EXPEDITO a los bachilleres para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis, titulada: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE UNA PLANTA DE EMBOTELLAMIENTO DE AGUA AZONIZADA Y SU INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN”**, perteneciente a los bachilleres:

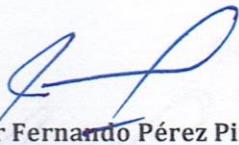
- **ROY FRAN LÓPEZ RISCO** Cód. N° 0200911023
- **GERSON ARMANDO SANCHEZ BAUTISTA** Cód. N° 0201011024

De la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, teniendo como asesor al docente **Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo**, según Resolución Decanal N° 377-2022-UNS-FI de fecha 30.08.2022.

Siendo las 11:05 a.m. del mismo día, se da por iniciado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.


Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
PRESIDENTE


M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello
SECRETARIO


Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo
INTEGRANTE



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA
Dirección E.P. de Ingeniería en Energía

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

El día jueves 05 del mes de octubre del año dos mil veintitrés, siendo las 11:00 a.m. en el Aula E3 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 524-2023-UNS-CFI de fecha 23.08.23, integrado por los siguientes docentes:

- Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo Presidente
- M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello Secretario
- Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo Integrante

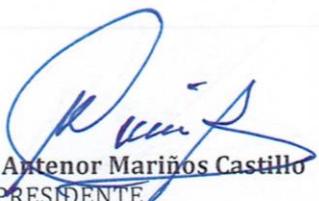
Y según la Resolución Decanal N°716-2023-UNS-FI de fecha 03.10.23, se declara expedito a los bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: **"ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS DE UNA PLANTA DE EMBOTELLAMIENTO DE AGUA AZONIZADA Y SU INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN"**, perteneciente a los bachilleres: **ROY FRAN LÓPEZ RISCO** con código de matrícula N° 0200911023 y **GERSON ARMANDO SANCHEZ BAUTISTA** con código de matrícula N° 0201011024, teniendo como asesor al docente **Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo**, según Resolución Decanal N° 377-2022-UNS-FI de fecha 30.08.2022.

Terminada la sustentación del Bachiller, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

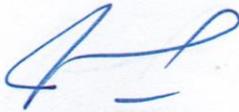
El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 71° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
ROY FRAN LÓPEZ RISCO	17	Bueno

Siendo las 12:00 p.m. del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
PRESIDENTE


M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello
SECRETARIO


Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo
INTEGRANTE



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA
Dirección E.P. de Ingeniería en Energía

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

El día jueves 05 del mes de octubre del año dos mil veintitrés, siendo las 11:00 a.m. en el Aula E3 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 524-2023-UNS-CFI de fecha 23.08.23, integrado por los siguientes docentes:

- Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo Presidente
- M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello Secretario
- Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo Integrante

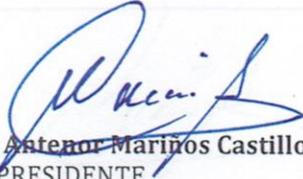
Y según la Resolución Decanal N°716-2023-UNS-FI de fecha 03.10.23, se declara expedito a los bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: **"ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS DE UNA PLANTA DE EMBOTELLAMIENTO DE AGUA AZONIZADA Y SU INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN"**, perteneciente a los bachilleres: **ROY FRAN LÓPEZ RISCO** con código de matrícula N° 0200911023 y **GERSON ARMANDO SANCHEZ BAUTISTA** con código de matrícula N° 0201011024, teniendo como asesor al docente **Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo**, según Resolución Decanal N° 377-2022-UNS-FI de fecha 30.08.2022.

Terminada la sustentación del Bachiller, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 71° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
GERSON ARMANDO SANCHEZ BAUTISTA	17	Bueno

Siendo las 12:00 p.m. del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
PRESIDENTE


M.Sc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello
SECRETARIO


Mg. Oscar Fernando Pérez Pinedo
INTEGRANTE



Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: ROY FRAN LOPEZ RISCO
Título del ejercicio: INFORME DE TESIS
Título de la entrega: "ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS ELECTR...
Nombre del archivo: TESIS_LOPEZ_RISCO_-_SANCHEZ_BAUTISTA.pdf
Tamaño del archivo: 16.76M
Total páginas: 65
Total de palabras: 14,995
Total de caracteres: 75,277
Fecha de entrega: 19-oct.-2023 12:35p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2200897348

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



"ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS
ELECTROMECÁNICOS DE UNA PLANTA DE
EMBOTELLAMIENTO DE AGUA OZONIZADA Y SU
INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA

AUTORES :

Bach. SANCHEZ BAUTISTA, GERSON ARMANDO
Bach. LÓPEZ RISCO, ROY FRAN

ASESOR :

Mg. PÉREZ PINEDO, OSCAR

Nuevo Chimbote - Perú
Junio 2023

"ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE UNA PLANTA DE EMBOTELLAMIENTO DE AGUA OZONIZADA Y SU INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCI3N"

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	<1%
6	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	aprenderly.com Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

*A mis padres Juan López Cabanillas y
Guadalupe Risco Rafayle por el apoyo a
seguir siempre adelante, a mi Esposa
Katherine por estar a mi lado en todo
momento y a mis Hijos Matteo y Alvaro que
fueron la motivación en poder realizar este
trabajo.*

Lopez, Risco Roy Fran

DEDICATORIA

A Dios por estar conmigo siempre y darme la fuerza para cumplir con las metas que me proponga. A mis padres Sanchez Cullcush Tito Crisanto y Mercedes Bautista Díaz. A todos mis hermanos con quienes compartimos momentos agradables. A todos los docentes por los conocimientos brindados.

Sanchez Bautista Gerson

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitir que todo esto se cumpla.

A mi alma mater por formarme en sus aulas, brindándome conocimiento y profesionalismo. En especial a la plana docente de la E.P de Ingeniería en Energía por sus enseñanzas.

Asimismo, a todos mis compañeros y amigos que hice a lo largo de esta hermosa etapa de mi vida.

Atentamente,

Lopez Risco Roy Fran

AGRADECIMIENTO

*A Dios, por estar conmigo en todo momento
y darme la sabiduría y fuerzas necesarias
para alcanzar las metas que me he
propuesto.*

*A mi familia, por el apoyo moral, siendo los
impulsadores en mi desarrollo y formación
profesional.*

*A mi alma mater Universidad Nacional del
Santa por brindarme conocimiento y
profesionalismo. como buenos
profesionales en el devenir de la vida
cotidiana.*

*A la plana docente de la E.P de Ingeniería
en Energía por sus enseñanzas.*

*Asimismo, a todos mis amigos y
compañeros, agradecido por compartir una
maravillosa etapa con ellos.*

Atentamente,

Sanchez Bautista Gerson

ÍNDICE

RESUMEN	01
ABSTRACT	02
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 Realidad Problemática	03
1.2 Antecedentes	04
1.3 Justificación	09
1.4 Hipótesis	10
1.5 Objetivos	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Planta embotelladora de agua de mesa	11
2.2 Equipos y materiales involucrados en el tratamiento de agua de mesa	12
2.3 Eficiencia energética	17
2.4 Eficiencia energética eléctrica	18
2.5 Auditoria energética	18
2.6 Auditoria eléctrica	18
2.7 Diagnostico Energético	19
2.8 Motores de corriente alterna	20
2.9 Eficiencia de los motores eléctricos	22
2.10 Clasificación de los motores según su nivel de eficiencia	23
2.11 Motores de alta eficiencia	24
2.12 Control del factor de potencia	26
2.13 Factor de potencia	28
2.14 Análisis de Motores	29
2.15 Reglamento Técnico sobre el etiquetado de eficiencia energética	31
2.15 Reglamento de la ley de promoción del uso eficiencia de la energía	31
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODO	
3.1 Materiales	32
3.2 Método	32
3.3 Estrategia de trabajo	33
3.4 Metodología para elaborar un diagnóstico energético	34

CAPÍTULO IV: CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1	Análisis energético eléctrico de una planta embotelladora de agua	35
4.1.1	Presentación de la empresa	35
4.1.2	Organización de la empresa	36
4.1.3	Datos de producción	36
4.1.4	Procesos de producción	38
4.1.5	Análisis del sistema eléctrico de la empresa	40
4.2	Identificación de oportunidad de ahorro energético	52
4.3	Evaluación de propuestas de mejora	52
4.4	Identificación de oportunidades de conservación de la energía eléctrica	53

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

Figura n° 01: Equipos de Osmosis Inversa	14
Figura n° 02: Proceso de Osmosis Inversa	15
Figura n° 03: Funcionamiento de un Motor Eléctrico	20
Figura n° 04: Eficiencia vs Factor de Carga en Motores eficientes	24
Figura n° 05: Triangulo de Potencias	27
Figura n° 06: Planta Embotelladora de agua de mesa “CRISSTALY”	34
Figura n° 07: Producción mensual bidones de 20L	37
Figura n° 08: Distribución de áreas de la planta embotelladora	39
Figura n° 09: Consumo de energía activa	48
Figura n° 10: Indicadores Energéticos	50

INDICE DE TABLAS

Tabla n° 01: Tipos de pérdidas en un motor de inducción	22
Tabla n° 02: Comparación de eficiencia en motores eléctricos	24
Tabla n° 03: Conceptos sobre a considerar en el factor de potencia	28
Tabla n° 04: Datos generales de la embotelladora de agua de mesa	34
Tabla n° 05: Régimen de Actividad	36
Tabla n° 06: Producción de bidones producidos al mes	36
Tabla n° 07: Distribución por áreas	39
Tabla n° 08: Registro de Cargas Eléctricas área de purificación del agua	40
Tabla n° 09: Registro de Cargas Eléctricas área de desinfección y llenado	40
Tabla n° 10: Datos de placa de Equipos electromecánicos	41
Tabla n° 11: Datos de placa de Equipos electromecánicos	42
Tabla n° 12: Luminarias Utilizadas en la empresa	42
Tabla n° 13: Registro y Toma de Parámetros Eléctricos de los equipos electromecánicos	43
Tabla n° 14: Registro y Toma de Parámetros Eléctricos de los equipos electromecánicos	43

Tabla n° 15: Factores de carga en los equipos electromecánicos	44
Tabla n° 16: Factores de carga en los equipos electromecánicos	45
Tabla n° 17: Grado de confiabilidad de los equipos electromecánicos	45
Tabla n° 18: Historial de consumo energía activa	47
Tabla n° 19: Índices energéticos	49
Tabla n° 20: Características de la maquina compresora	52
Tabla n° 21: Características de la maquina compresora (propuesta)	53
Tabla n° 22: Características del sistema de bombeo	54
Tabla n° 23: Características del sistema de bombeo (propuesta)	55
Tabla n° 24: Cambio de motores a mayor eficiencia	56
Tabla n° 25: Medición promedio del voltaje y corriente consumida por el sistema de luminarias durante los meses de Julio 2022 hasta enero 2023	58
Tabla n° 26: Líneas de distribución para el sistema de iluminación	59
Tabla n° 27: Historial de consumo eléctrico mensual	61

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama n°01: Diseño de investigación	32
Diagrama n° 02: Organización de la empresa	35
Diagrama n° 03: Proceso de producción de agua de mesa	38

RESUMEN

Este proyecto es realizado para guiar y controlar el consumo de energía eléctrica aplicados a los equipos electromecánicos presentes en la planta de tratamiento de agua, mediante la toma de datos en campo (voltaje, amperaje, temperatura, etc.), dando como resultado un análisis preventivo para las maquinas electromecánicas a fin de conservar su buen funcionamiento y evitar paradas inesperadas que terminan afectado la productividad de la empresa.

Se plantea la pregunta: ¿De qué manera el estudio y análisis energético en los equipos electromecánicos permitirá mejorar el uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora de agua ozonizada en la ciudad de Chimbote? El objetivo de este proyecto es realizar el estudio y análisis energético de los equipos electromecánicos para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una planta de embotellamiento de agua ozonizada en la ciudad de Chimbote. Se realizó un análisis del sistema eléctrico de la empresa para lo cual se obtuvo el diagrama unifilar del suministro eléctrico de la planta, así como la zonificación de áreas en la empresa, distribución de cargas eléctricas instaladas y la medición de los parámetros eléctricos de los equipos electromecánicos. Al realizar un análisis de los motores se llegó a la conclusión que tanto el motor M4 como el motor M5 operan a un factor de carga muy por debajo del 80% de su capacidad máxima, a su vez la eficiencia real de ambos motores está muy por debajo de su eficiencia de placa por lo que deben ser cambiados por uno de mayor eficiencia. Así mismo se determinó que el consumo de energía activa promedio desde el 2022 hasta marzo del 2023 fue de 46,7 kWh.

Además, se determinó que el indicador energético promedio es de 14.53Wh/bidón; el nivel de actividad promedio es de 97.45bidón/día y la intensidad energética promedio es de 1416.05 Wh/día.

Posterior a ello se plantea cambiar los motores M4 y M5 por unos de mayor eficiencia para obtener un ahorro energético de 792 kWh/año. También se propone cambiar las líneas de distribución del sistema de luminarias con el cual se obtiene un ahorro energético de 96.03 kWh/año. Finalmente se determinó el impacto del consumo energético de los equipos electromecánicos el cual representa el 67.4% de la energía eléctrica consumida total, mientras que el sistema de iluminación solo representa el 3.31%.

Palabras clave: Análisis energético, equipos electromecánicos, indicador energético, intensidad energética, factor de carga, planta de agua ozonizada.

ABSTRACT

This project is carried out to guide and control the consumption of electrical energy applied to electromechanical equipment present in the water treatment plant, by taking field data (voltage, amperage, temperature, etc.), resulting in a preventive analysis for electromechanical machines in order to preserve its proper functioning and avoid unexpected shutdowns that end up affecting the productivity of the company.

The question is posed: How will the study and energy analysis of electromechanical equipment improve the use of electrical energy in an ozonated water bottling company in the city of Chimbote? The objective of this project is to carry out a study and energy analysis of the electromechanical equipment to improve the use of electrical energy in an ozonated water bottling plant in the city of Chimbote. An analysis of the electrical system of the company was carried out by obtaining the single-line diagram of the electrical supply of the plant, as well as the zoning of areas in the company, distribution of installed electrical loads and measurement of the electrical parameters of the electromechanical equipment. An analysis of the motors led to the conclusion that both the M4 and M5 motors operate at a load factor well below 80% of their maximum capacity, and that the actual efficiency of both motors is well below their nameplate efficiency; therefore, they should be replaced by one of higher efficiency. It was also determined that the average active energy consumption from 2022 to March 2023 was 46.7 kWh.

In addition, it was determined that the average energy indicator is 14.53Wh/bidón; the average activity level is 97.45 bidón/día and the average energy intensity is 1416.05 Wh/día.

Subsequently, it is proposed to change the M4 and M5 motors for more efficient ones to obtain energy savings of 792 kWh/año. It is also proposed to change the distribution lines of the lighting system, which will result in energy savings of 96.03kWh/año. Finally, the impact of the energy consumption of the electromechanical equipment was determined, which represents 67.4% of the total electrical energy consumed, while the lighting system only represents 3.31%.

Key words: Energy analysis, Electromechanical equipment, Energy indicator, Energy intensity, Load factor, Ozonated water plant.

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 Realidad Problemática

El sector industrial es importante para el desarrollo del país, por ser un activador de la economía, por lo que se debe buscar optimizar los recursos de manera que este sector sea más competitivo y esté orientada a la mejora continua, por lo cual necesita cada día ser más eficiente, esto implica reducir costos y maximizar beneficios.

En un estudio realizado por la empresa PROCOBRE, se calcula que cerca del 35% de la energía utilizada en el sector industrial para consumo eléctrico, es derrochada y mal utilizada. (PROCOBRE, 2020).

Actualmente la empresa “Grupo C & V Transportes S.A.C.” dedicada a la producción de agua ozonizada no cuenta con un manual que permita identificar los indicadores energéticos, costos de producción o pérdidas que se pueden generar por la falta de mantenimiento en los equipos o el mal uso del consumo eléctrico.

Este problema lo hemos visto en otras empresas dedicadas al mismo rubro de trabajo, un ejemplo de ello lo tenemos en el año 2018 con la empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L que para ese año no contaba con un estudio de eficiencia energética, lo que hacía que sus costos de producción sean elevados.

Al no haber un control del suministro de energía, muchas veces se pasa por alto el consumo elevado de energía eléctrica que podrían generar equipos como las bombas y compresoras si estos no cuentan con un adecuado mantenimiento, ocasionando consigo que el pago por consumo eléctrico sea mayor, trayendo consigo que el costo de producción sea mayor.

Este estudio servirá como guía para la empresa y para otras dedicadas al mismo rubro de trabajo. El cual consiste en realizar un análisis energético en las instalaciones de la planta y proponer alternativas de mejora.

En vista a lo anunciado se plantea la siguiente pregunta: ¿De qué manera el estudio y análisis energético en los equipos electromecánicos permitirá mejorar el uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora de agua ozonizada en la ciudad de Chimbote?

1.2 Antecedentes

Para el presente informe, se revisaron muchos trabajos previos referidos al análisis energético, a continuación, se presenta los siguientes antecedentes:

- De acuerdo a Gómez, H. (2019) en su investigación “Auditoria eléctrica en industria de productos alimenticios INPROLAC S.A.” para obtener el título de Ingeniero Eléctrico en la Escuela Politécnica Nacional, se concluyó lo siguiente: Las mejoras identificadas enfocadas en mejorar el uso de la energía eléctrica incluyen el cambio a tecnologías más eficientes para luminarias y motores, así como la automatización de las bombas de agua y el uso de un compresor con variador de velocidad ayudan a que se mejore el uso que se le da a la energía eléctrica. Aplicados estas mejoras, el ahorro energético anual es del 7.39% lo que equivale a 181,28 kWh , lo cual se traduce a un ahorro de USD 9 499,47. Según las mediciones del analizador de redes y del levantamiento de carga, se concluye que el transformador de 750 kVA está sobredimensionado dado que la carga conectada a él es de 115,22 kW, que equivale al 17,78% de la carga total de la empresa. Produciendo mayores pérdidas en el núcleo del transformador.

- Latorre, F. & Villa, R. (2021) en su investigación para obtener el título de Ingeniero en mantenimiento industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Con tema de investigación “Propuesta de rediseño del circuito eléctrico y de tableros de control con plan de mantenimiento de los sistemas de las áreas de preparación y fabricación de la planta Pismade S.A. Riobamba.” En esta investigación se propuso el diseño de dos sub tableros para administrar el suministro eléctrico del área de preparación y fabricación. El circuito eléctrico de las áreas de producción se aísla para evitar caídas de tensión que afectan a la producción lo que se traduce en pérdidas económicas para la planta. A su vez se evidencio que al realizar el plan de mantenimiento propuesto usando la metodología del RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad), se puede alcanzar una disminución de \$1 835,27 dólares, equivalentes al 64,49% de los costos relacionados a las pérdidas de la función generadas en los equipos que conforman los sistemas de la planta. Con esta metodología no se pretende modificar el modelo de trabajo, sino añadir tareas que se puedan cumplir para evitar que existan paradas imprevistas en la producción de la planta.

- Vintimilla, E. & Paladines, P. (2012). En su investigación “Auditoria eléctrica a la fábrica de cartones nacionales Cartopel” para obtener el título de Ingeniero Eléctrico en la Universidad Politécnica Salesiana. Concluyeron que:

Para mejorar la eficiencia no existe un método definido, el cual se consigue con la combinación de algunas medidas tales como la ejecución de programas de concientización y educación al personal de la industria, así como implementar maquinas más eficientes, mejora en los procesos productivos y reducción de pérdidas, aplicando todas estas alternativas se puede conseguir una instalación más eficiente.

Con los resultados arrojados por las propuestas de ahorro energético se pudo determinar que el consumo total se puede reducir en 3%, es decir, 1 167 162,66 kWh/año, este también influye en la producción ya que el índice kWh/Ton igualmente tiende a reducirse mejorando los niveles de producción.

Los servicios industriales auxiliares son el mayor consumidor con el 39,13% del total de energía consumida, teniendo dentro de este grupo de servicios motores con eficiencias estándar.

- En la investigación de Bustamante, C. & Salas, C. (2018) para conseguir el título de Ingeniero Electricista en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Con tema “Estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua de la región del cusco”. En su investigación, concluyeron que:

Realizar un estudio y evaluación de la eficiencia energética puede ayudar a reducir el consumo eléctrico, proponiendo alternativas de ahorro y mejoras. Las propuestas planteadas en este estudio permiten mejorar la eficiencia energética para ese sector. El diagnostico energético realizado muestra la posibilidad de ahorrar 51 810,68 kWh de energía activa y 143 020 kvarh de energía reactiva por año, lo cual genera un ahorro de S/.60 736,7 en la Empresa Embotelladora Cusco del Sol S.R.L. a través de la mejora en sus sistemas eléctricos a corto plazo. Teniendo un periodo de recuperación de la inversión de 4 años, con un TIR de 29,14% y un VAN de s/35 431,70.

- En la investigación de Delgado, J. (2016) para conseguir el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Cesar Vallejo. En su investigación “Propuesta de auditoria energética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa Agribands Purina, Pimentel 2016”, se concluyó lo siguiente:

El exceso de consumo de energía eléctrica de la empresa Agribands Purina se debe a la falta de concientización del personal y la falta de mantenimiento que no se realiza de manera correcta a los equipos eléctricos, además que estos equipos no cuentan con una tecnología adecuada.

Al realizar inventarios de cargas se concluyó que los equipos por no ser altamente tecnológicos generan un gasto innecesario debido a que no se cuenta con un buen plan de mantenimiento que permita mejorar el factor de carga del sistema eléctrico conjuntamente con el aumento progresivo de equipos de producción.

Las propuestas planteadas para un óptimo uso de la energía eléctrica, el uso de equipos de iluminación más eficientes, el uso de tecnología moderna y una mejora en la calidad de trabajo generan ahorros económicos.

Al realizar la evaluación económica a la propuesta de auditoria energética con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica se determinó que si es factible hacer esta inversión teniendo un periodo de recuperación de 1,42 años.

- Capitán, A. (2018). En su investigación “Auditoria Energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la industria arrocera molinera del centro S.C.R.L. ubicado en el distrito de Lambayeque” para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Se concluyó lo siguiente:

Al realizar la evaluación tarifaria para 12 meses se determinó que la mejor opción tarifaria es en MT3 con un monto de s/. 310 428,78.

Debido a que la corriente eléctrica máxima registrada fue de 599,16 A y la corriente nominal del transformador de 909,33 A no hay peligro de sobrecalentamiento.

El factor de potencia promedio es de 0,91 y como en los recibos se está pagando por conceptos de energía reactiva se dimensiono un banco de condensadores de 68,72kVAR los cuales permiten reducir el consumo de energía eléctrica.

Se seleccionaron motores de eficiencia PREMIUM que reducen el consumo de energía eléctrica en: 102 532,73 kWh/año. Lo cual ayuda a reducir el consumo de energía activa y por ende reducir costos en el recibo de luz.

Se requiere una inversión inicial de s/. 104 530,60 teniendo un periodo y retorno del capital de 4 años y 8 meses.

- En la investigación de Díaz, D. (2018) para conseguir el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Con tema “Auditoria energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la planta procesadora el Lirio S.A.C. ubicado en el distrito de la Victoria -Chiclayo – Lambayeque”. Se concluyó que:

Al realizar la evaluación de la opción tarifaria para 12 meses, se determinó que la mejor opción tarifaria es en MT2 con un monto de S/. 80 534,50 el cual es mucho menor que la tarifa en MT3 y MT4 con un monto de S/. 98 346,80 y S/. 101 080,50 respectivamente.

La corriente eléctrica máxima registrada fue de 233,55 A y la corriente nominal del transformador de 288,67 A por lo que no hay peligro de sobrecalentamiento. El factor de potencia promedio es de 0,948 por lo que se propone instalar un banco de condensadores de capacidad de 24,88 kVAR para compensar la potencia reactiva.

Se propone reemplazar los motores estándar por motores de eficiencia Premium para reducir el consumo de energía eléctrica en 19 138 kWh/año.

La inversión inicial es de s/. 29 529,32 con un periodo y retorno del capital de 6,23 años.

- De acuerdo a Antón, K. & Bautista, F. (2020) en su investigación “Auditoría energética del sistema eléctrico para la empresa molinera de arroz Valle Dorado S.A.C en la ciudad de Jaén – Perú – 2020” para conseguir el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional de Jaén se concluyó que de acuerdo a los recibos de facturación de energía eléctrica, la empresa refleja un exceso de consumo de energía eléctrica, por lo cual se hizo el inventario de equipos y maquinas consumidores de electricidad, donde se pudo observar que la potencia a plena carga del día es de 318,45 kW definiendo que su consumo

mensual es de 58 225,44 kW, h/mes. Se propone un cambio de tecnología, reemplazar los motores estándar por unos motores de alta eficiencia (PREMIUM), los cuales permiten reducir el consumo eléctrico anual y una rentabilidad económica de S/.9 085,84 anual. Para compensar la energía reactiva se requiere un banco de condensadores de 50kVar, el cual corregirá el factor de potencia de 0,85 a 0,97. La propuesta del proyecto es viable con un retorno de recuperación de 10 años.

- Sinche, J & Urbina, J. (2011). En su investigación “Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia S.A.C.” para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte. Se concluyó lo siguiente:

Al realizar un estudio adecuado se logró identificar las oportunidades de ahorro energético eléctrico y su aplicación en el sector industrial. Mediante un estudio de diagnóstico energético se logró determinar la posibilidad de ahorrar S/. 388 623,44 a través de la mejora en sus sistemas eléctricos a mediano plazo. Las mejoras identificadas tales como corrección de potencia, compensación de energía reactiva excesiva, implementación de líneas de distribución eficientes, luminarias eficientes, sustitución de motores estándar por motores de alta eficiencia ayudan a mejorar la eficiencia energética eléctrica permitiendo disminuir el índice energético eléctrico (kWh/ Ton) de 32,91 a 26,05.

De implementarse las propuestas planteadas, se estima que el periodo de recuperación y retorno de capital es 4 años y 2 meses por lo que se afirma que la propuesta es económicamente factible. Además, se estima un ahorro económico de S/. 388 623,44 en el mediano plazo.

- En la investigación de Alcántara, D. (2021) para conseguir el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Con tema “Estudio de Eficiencia Energética para Reducir la Facturación por Consumo de Energía Eléctrica en el Molino el Lirio S.A.C. Ubicado en la Prolongación Grau y Evitamiento en la victoria, provincia de Chiclayo-Lambayeque”. Se concluyó que su demanda promedio de energía eléctrica es de 25 350kWh, con un índice de consumo energético de 2,50 kWh/saco. Además, debido al bajo factor de

potencia (fp) el cual fue de 0,83 se debe pagar una multa por exceso de energía reactiva según la tasa de consumo de energía eléctrica. Para contrarrestar la energía reactiva se dimensiono un banco de condensadores de 45,48 kVAR.

Se concluyó que tiene como mejor opción tarifaria la tarifa en MT2. Al realizar la evaluación económica considerando una tasa de descuento del 15% se obtuvo que el VAN es de S/. 8 045,94; el TIR de 36% y se concluyó que el tiempo de recuperación de inversión es 2 años y 7 meses, por lo que la propuesta es viable.

1.3 Justificación

Este trabajo de investigación se justifica ya que actualmente hemos visto que varias empresas dedicadas al rubro de embotellamiento de agua ozonizada no cuentan con un manual que les ayude a identificar los indicadores energéticos, costos de producción o pérdidas que se pueden generar por la falta de mantenimiento en ciertos equipos tales como las electrobombas y compresores.

Además, identificar puntos de mejora, permitirán que la empresa tenga un mejor funcionamiento y por ende un mejor rendimiento lo que se traduce en ahorro energético. Evaluar energéticamente el funcionamiento de sus instalaciones, identificando puntos críticos de consumo de energía que permitan proporcionarle directrices claras para el uso eficiente de la energía en sus procesos y de esta manera generar ahorros energéticos.

Por falta de conocimiento sobre “que es eficiencia energética”, empresas, industrias y sociedad no hacen uso responsable y consciente de la energía eléctrica, ya sea por desconocimiento o falta de asesoramiento (ONUDI, 2016).

Por ello, el presente trabajo de investigación, plantea realizar en la empresa embotelladora de agua ozonizada de la empresa “Grupo C & V Transportes S.A.C.” un análisis energético que desarrollare una cultura energética en todo el personal: optimizar el sistema de iluminación, en caso de ser necesario corregir el factor de potencia, innovar con tecnología más avanzada o utilizar motores de alto rendimiento.

1.4 Hipótesis

El estudio y análisis energético en los equipos electromecánicos permitirá el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en la planta de embotellamiento de agua ozonizada de la empresa “Grupo C & V Transportes S.A.C”, y servirá como guía que permitirá identificar puntos críticos y disminuir costos energéticos tanto para esta empresa como para otras empresas dedicadas al mismo rubro de producción.

1.5 Objetivos

Objetivo general

Realizar el estudio y análisis energético de los equipos electromecánicos para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una planta de embotellamiento de agua ozonizada en la ciudad de Chimbote.

Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico energético de una empresa embotelladora de agua ozonizada en la ciudad de Chimbote, para conocer con mayor exactitud los consumos reales de energía y con ello la situación energética actual de la empresa.
- Realizar un esquema energético de la planta de embotellamiento de agua ozonizada de la empresa “Grupo C & V Transportes S.A.C.”
- Realizar las mediciones respectivas en cada área de trabajo y determinar sus indicadores energéticos.
- Evaluar las alternativas de mejora desde el punto de vista técnico y económico (beneficio - Costo) para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica y con ello un uso eficiente de la energía eléctrica.
- Proponer una metodología para elaborar un diagnóstico energético, con el fin de desarrollar un estudio y análisis energético en las instalaciones de una planta de embotellamiento de agua ozonizada en la ciudad de Chimbote.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 Planta Embotelladora de agua de mesa

En la actualidad, las plantas embotelladoras de agua de mesa son un gran negocio. Gracias al desarrollo tecnológico, la construcción y la producción de agua purificada es más fiable.

Para la purificación de agua, es importante conocer las condiciones del agua purificada y la calidad de agua deseada (baja en sales o purificado tradicional).

Está conformado por un sistema de equipos y complementos para el embotellado de agua, además cuenta con accesorios de filtración y purificación que genera agua de la más alta calidad. (AQUASISTEC, s.f.)

En la empresa, la producción de agua ozonizada, tiene el siguiente proceso:

El agua de red que viene desde la planta de agua potable se almacena en el tanque que se encuentra al inicio de la etapa de purificación, el cual a través de una bomba es impulsada desde el tanque de almacenamiento hacia los filtros del proceso, para eliminar la dureza, sedimentación e impurezas del agua, luego del pretratamiento, el agua filtrada pasa por un proceso de osmosis inversa, el cual utiliza una membrana semipermeable para retener en sus poros sales ionizadas, coloides y moléculas orgánicas y de esta manera eliminar la concentración de solidos disueltos en el agua obteniéndose una mayor cantidad de pureza, después del proceso de osmosis inversa, el agua tratada se almacena en un tanque, para luego mediante una bomba ser impulsada hacia el proceso de desinfección, donde tiene lugar dos operaciones: luz ultra violeta y ozono. Finalmente, luego de purificarse totalmente el agua, pasa al proceso de envasado, en la cual ocurren el llenado y sellado de bidones.

Paralelo a esto, los bidones que se llenaran pasan por tres etapas: lavado y desinfección, para luego ser llenados por el agua purificada ozonizada. En el anexo n°05 se puede apreciar el proceso de producción de agua de mesa ozonizada de la empresa.

2.2 Equipos y materiales involucrados en el tratamiento de agua de mesa

a. Tanque de almacenamiento de agua

Al inicio del proceso, el agua de red que viene desde la planta de agua potable se almacena en un tanque ROTOPLAS el cual tiene una capacidad de 2500 litros y esta implementado con un filtro de sedimentos de 50 micras el cual se encarga de remover impurezas.

b. Filtro de sedimentos (F1)

El agua almacenada en el tanque pasa por el filtro de sedimentos el cual se encarga de remover impurezas del orden de 50 micras presentes en el agua. Posteriormente a ello, mediante un sistema de bombeo pasa por un sistema de filtración para luego ser tratado mediante un proceso de osmosis inversa para purificar el agua.

c. Sistema de bombeo de alimentación

Consta de una electrobomba (centrifuga, monofásica) el cual impulsa el agua almacenada en el tanque hacia los filtros del proceso.

La electrobomba tiene la característica de ser de acero inoxidable y cuenta con una potencia de 1HP.

d. Sistema de Filtración

Este proceso consiste en la separación de partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua, mediante un medio poroso que permite el paso del agua y los sólidos queden retenidos en la tela porosa.

En este proceso, el agua decantada ingresa al estanque por la parte superior donde se encuentra el material filtrante, y el agua logra atravesar la capa filtrante, eliminando los sólidos en suspensión que no pudieron eliminarse en etapas anteriores. Así, el agua recogida se vuelve transparente y cristalina.

Otra función que cumple el sistema de filtración es que ayuda a eliminar el hierro, manganeso, color, sabor y olor en el agua.

El material filtrante puede saturarse con contaminantes retenidos en el filtrado, por lo que es importante lavarlo a contracorriente cada hora de funcionamiento. (SAMSA, 2008, pp. 5-6).

Filtro Multimedia

El cual se encarga de remover solidos suspendidos en el agua de tamaño de entre 5 – 10 micrones, permitiendo de esta manera que el agua quede limpia. Estos filtros se componen por diferentes capas filtrantes de distintas densidades y tamaño de partículas, acomodados uno sobre otro. Las capas filtrantes son de antracita, granate y arena, acomodados de arriba hacia abajo en ese orden. (Hidrotech Perú, s.f.)

Filtro carbón activado

Permiten eliminar cloro y materia orgánica que causan sabores, olores y colores desagradables en el agua. Tiene una propiedad llamada adsorción capaz de retener o adherir en su superficie uno o más componentes (átomos, moléculas, iones) del líquido que está en contacto con él. La adsorción permite la purificación, desodorización y decoloración del agua, líquidos o gases que entren en contacto con el elemento adsorbente. (Hidrotech Perú, s.f.)

Ablandador automático

Tienen por finalidad reducir la dureza del agua, lo cual quiere decir que el calcio, magnesio, hierro y manganeso que producen la dureza del agua (sarro), serán removidos casi por completo del agua que se va a tratar. Y de esta manera, brindar agua optima en los procesos siguientes y así evitar la formación de incrustaciones en la osmosis inversa. (Mamani J., Hualla G., 2011)

Estos sistemas de intercambio iónico permiten la eliminación de iones de calcio y magnesio, por iones sodio. El proceso de intercambio se produce cuando todos los iones de sodio se intercambian por iones de calcio y magnesio presentes en el agua de alimentación, debe ser regenerada a través del pasaje de una mezcla formada por cloruro de sodio (sal de mesa) y agua, a menudo llamada "salmuera"; usa como medio filtrante resinas iónicas y grava ¼". (Hidrotech Perú, s.f.)

e. Proceso de Osmosis inversa

Después del sistema de filtrado, el agua pasa por un pre filtro (filtro de sedimentos) antes de realizarse el proceso de Osmosis Inversa. Este pre filtro, elimina las impurezas del agua (sedimentos) del orden de 5 micras.

Los filtros de sedimentos están fabricados con polipropileno 100% puro y no contienen tensioactivos, detergentes ni agentes antiestáticos. Se utilizan para la pre filtración en sistemas de osmosis inversa. (Mega&Ozono, s.f.)

Los equipos de Osmosis inversa son de las tecnologías más conocidas a nivel mundial para la potabilización de agua. El diseño de estos equipos se basa en el proceso inverso que conocemos en la naturaleza como osmosis. Este proceso permite eliminar contaminantes más pequeños que los microorganismos. Su espectro cubre la eliminación de impurezas del orden de nanómetros. En la producción de agua de mesa se usa particularmente para eliminar los sólidos disueltos del agua salobre a la calidad estándar del agua embotellada. (Hidrotech Perú, s.f.)

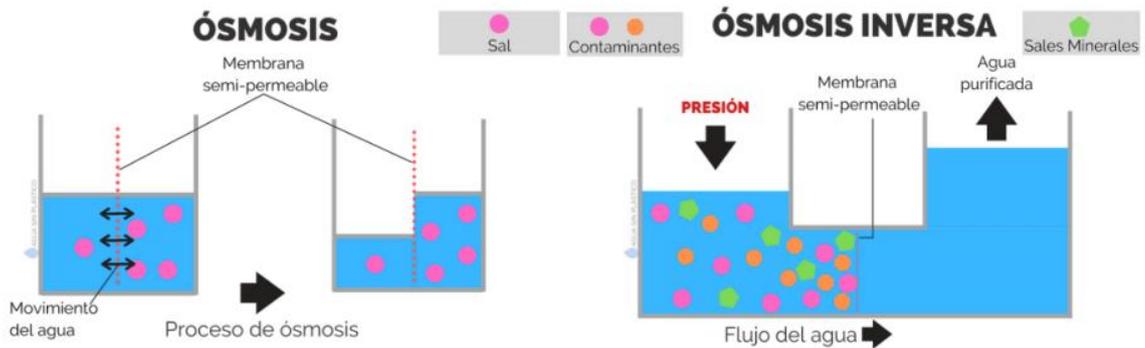
Figura n°01: Equipos de Osmosis Inversa



Fuente: Hidrotech Perú

La ósmosis inversa funciona sobre una membrana que actúa como filtro el cual retiene y elimina la mayor parte de las sales disueltas a la vez que impide el paso de bacterias y virus, obteniendo un agua pura y estéril. (Semino F., 2015)

Figura n° 02: Proceso de Osmosis Inversa



Fuente: Plástico, 2019

Su operación consiste en:

- El agua del tanque n°1 se bombea a la unidad mediante la presión generada por una bomba de 1 HP, luego fluye a través de un prefiltro de 5 micras para eliminar sedimentos que pudieron quedar, para luego ser enviado a un medidor de solidos totales disueltos (1 a 999 pm). La producción aquí se basa en agua de alimentación a 25°C y 500 ppm de solidos totales disueltos (STD).
- Tan pronto como el agua ingresa a la membrana se produce un permeado con una concentración de aproximadamente 10 % de SDT. El resto se extrae con altas concentraciones de sales y se envía al drenaje. (Schafer M., Fobello E., 2014)

f. Almacenamiento de agua purificada

Después del proceso de osmosis inversa, el agua tratada se almacena en un taque, para luego pasar por los procesos de desinfección y por ultimo ser envasada.

g. Sistema de desinfección

El agua purificada es entregada al proceso de desinfección por medio de una electrobomba de 1HP, donde tienen lugar dos procesos: luz ultra violeta y ozono. El agua tratada antes de pasar por el proceso de desinfección, pasa por un equipo de micro filtración de 5 micras.

h. Lámpara de radiación ultravioleta (UV)

Este equipo se encarga de la desinfección del agua, el cual consiste en someter el flujo de agua a altas dosis de rayos UV por un determinado tiempo, destruyendo bacterias, amebas y virus, sin alterar el sabor, olor y color del agua. (Hidrotech Perú, s.f.)

i. Generador de Ozono

Su inestabilidad dosificada en el agua permite la destrucción general de la materia orgánica. Principalmente en la eliminación de virus y bacterias, neutralizando además el olor, color y sabor, reduce la turbiedad y contenido de sólidos en suspensión... Es uno de los desinfectantes (germicidas) más poderosos y efectivo. El generador de ozono se usa para la esterilización del agua como parte del tratamiento de desinfección final para la elaboración de agua de mesa. Desinfecta bacteriológicamente el producto y le da vida de anaquel. Después de que actúa, el ozono desaparece por completo y se convierte nuevamente en oxígeno. (Hidrotech Perú, s.f.)

j. Lavado y desinfección

Por otro lado, los bidones antes de ser llenados, pasan por dos etapas: Pre-lavado, lavado y desinfectado. La primera etapa consiste en lavar el bidón interna y externamente con agua potable y detergente, con ayuda de escobillas.

La segunda etapa se realiza de manera semiautomática en un equipo de acero inoxidable, donde los bidones son enjuagados internamente con agua purificada y germicida para eliminar los microorganismos que pueda tener.

k. Envasado

Después del proceso de purificación y desinfección, el agua pasa al proceso de envasado, en la cual ocurre el llenado y sellado de bidones. El llenado se realiza en una mesa de acero inoxidable, donde se llenan los bidones de manera semiautomática. Para después ser sellado y llevado a despacho.

2.3 Eficiencia energética

La eficiencia energética es la forma más rentable de realizar un proceso productivo o prestar un servicio a la par que se minimiza las pérdidas de energía, el consumo de energía y otras materias primas. (Fernández, J., 2021, p.10).

Además, se define como la: “reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin reducir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando comportamientos sostenibles en su uso”. (Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas, 2007, p. 10)

En el campo de los procesos productivos, el concepto de eficiencia energética se puede aplicar a una situación en la que se maximiza la producción por unidad de energía utilizada o a una situación en la que se minimiza el consumo de energía por unidad de producción. (Fernández, J., 2021, p.10)

La eficiencia energética no es solo usar tecnología moderna, sino también el uso y la gestión hábil y eficiente de los recursos energéticos disponibles, lo que requiere el desarrollo de procesos de gestión de la energía. (Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas, 2007, p. 11)

Algunos de los beneficios de aplicar la eficiencia energética son que:

- Se evitarán pérdidas de energía.
- Disminuirán los costos de producción obteniendo consigo ahorros económicos.
- Habrán mejoras en los procesos de producción.
- Se disminuirá la contaminación ambiental.
- Se cumplirá con algunos requisitos solicitados por las normas internacionales ISO 9000, ISO 14000 y la ISO 50001. (Cartilla de la Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético, s.f., p. 4)

2.4 Eficiencia energética eléctrica

Es la reducción del consumo energético eléctrico y la disminución de pérdidas de energía eléctrica demandadas al sistema eléctrico, sin afectar el funcionamiento de las industrias u otros procesos de transformación. Un sistema eléctrico eficiente optimiza tanto desde el punto de vista técnico como económico, reduciendo de esta manera sus costos de producción. (Ballcells, J., Autonell, J., 2010)

Esto quiere decir que, al reducirse los costos por energía requerida se ahorrara por costos de producción, mejorando además la competitividad y a escala global, reducirá la dependencia de energía eléctrica. (Díaz, D., 2018)

2.5 Auditoria energética

Es un análisis que muestra cómo usar la energía de manera racional y eficiente. Gracias a esto se puede entender cómo se usa la energía en una industria y encontrar sus costos, identificando las áreas en las cuales se presentan perdidas y en donde se pueden hacer mejoras. Esta es una evaluación técnica y económica del potencial para reducir ventajosamente los costos de energía sin comprometer la cantidad y calidad del producto. (Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas, 2007, p. 15)

2.6 Auditoria eléctrica

Es un procedimiento sistemático basado en la inspección, estudio y análisis del flujo de energía eléctrica dentro de una instalación, con el fin de obtener un conocimiento optimo del perfil de consumos energético dentro de la instalación, identificando y evaluando los ahorros energéticos potenciales desde una perspectiva técnica y económica. (Vintimilla, V. & Paladines, P. 2012)

Los objetivos que se buscan en una auditoria eléctrica son:

- Conocer el estado actual de las instalaciones y el consumo energético eléctrico.
- Identificar dónde y cómo se consume la energía, además de los factores que afectan a su consumo.
- Realizar una optimización del suministro eléctrico

- Identificar los puntos donde existe pérdidas energéticas.
- Localizar, analizar y evaluar las oportunidades de ahorro de energía y mejora de la eficiencia energética.
- Evaluar la repercusión económica de las pérdidas energéticas

2.7 Diagnostico energético

Es una actividad que busca conocer de manera fiable el consumo energético del edificio, industria y/o empresa el cual tiene por objetivo identificar los factores que afectan en dicho consumo y evaluar las opciones de ahorro que sean rentables. (TECSUP, 2016).

El ahorro energético es clave para las empresas, encontrar “puntos” donde se pueda ahorrar es beneficioso para su economía. Ahorrar energía puede llevar a mayores utilidades, costos más competitivos, disponibilidad de más recursos para ofrecer un mejor servicio al público, etc. Una auditoría eléctrica identifica el desperdicio de energía y reduce su costo. (Sandoval, A., 1993)

Al realizar una auditoría eléctrica se obtiene los siguientes beneficios:

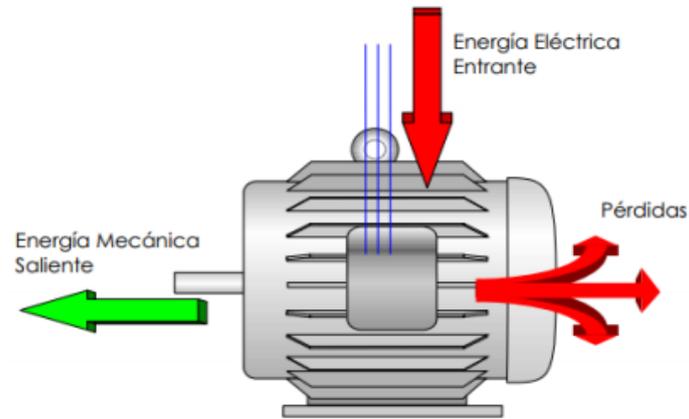
- Aumento de la vida útil de equipos.
- Reducción del consumo de energético.
- Optimización del uso de la energía.
- Mejora en la competitividad de la empresa.

Por otro lado, la información obtenida de las auditorías brinda un mejor panorama de qué procesos productivos consumen más energía, por lo que estos procesos pueden optimizarse para lograr un mayor ahorro y tomar decisiones futuras para invertir en el proceso. (Gómez, H. & Morales, C., 2019)

2.8 Motores de corriente alterna

Un motor eléctrico es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica para realizar un trabajo útil. Durante el proceso de conversión una parte de la energía eléctrica que alimenta al motor se disipa en forma de calor, siendo esta una de las pérdidas propias del motor.

Figura n° 03: Funcionamiento de un Motor Eléctrico



Fuente: Harper E., 2001

Tabla n°01: Tipos de Perdidas en un Motor de Inducción

Nombre	Porcentaje del total de pérdidas	Descripción	Fijas ó Variables	Como reducirlas
Pérdidas en el núcleo	5-25%	Energía requerida para magnetizar el núcleo	Fijas	Mejorando la permeabilidad del acero (Silicio) usando laminaciones mas delgadas, modificando la longitud del núcleo
Fricción y ventilación	5-15%	Pérdidas debido a la fricción de las chumaceras y a la resistencia del aire, las cuales se producen en primer lugar por el ventilador	Fijas	Usando chumaceras de baja fricción y mejorando el diseño de los ventiladores
Pérdidas en el devanado del estator	25-40%	Calentamiento debido al flujo de corriente (I) a través de la resistencia (R) del devanado del estator. Tambien se conoce como I^2R	Variables	Aumentando el volumen del cobre en el devanado del estator, mejorando el diseño de las ranuras y usando un aislamiento mas delgado
Pérdidas en el rotor	15-25%	Calentamiento debido a las perdidas I^2R en la barra del rotor	Variables	Aumentando el tamaño de las barras conductoras del rotor y anillos terminales
Pérdidas diversas	10-20%	Flujo disperso inducido por las cargas y otras corrientes menores	Variables	Mejorando varios detalles en el diseño y manufactura

Fuente: Gourishankar, 1997

2.9 Eficiencia de los motores eléctricos

La eficiencia de un motor eléctrico es su capacidad para convertir la energía eléctrica en energía mecánica. La potencia eléctrica medida en watts entra por los terminales del motor y se convierte en potencia mecánica medida en watts o caballos de fuerza (HP) a través del eje. (Quispe, E. & Mantilla, L., 2004)

La eficiencia del motor puede expresarse como:

$$EF = \frac{\text{Pot. Mecánica de salida}}{\text{Pot. Eléctrica de entrada}} \times 100 \quad \dots ec(1)$$

Y, además:

$$\text{Pot. Mecánica de salida} = \text{Pot. eléctrica de entrada} - \text{perdidas} \quad \dots ec(2)$$

Entonces, se tiene que:

$$EF = \left(1 - \frac{\text{Perdidas}}{\text{Pot. Eléctrica de entrada}} \right) \times 100 \quad \dots ec(3)$$

2.10 Clasificación de los motores

Las pérdidas en los motores son un parámetro importante para la evaluación de cambio de los motores, desde el punto de vista de la eficiencia podemos clasificar los motores en:

- **Motores de Eficiencia Estándar.** – Son aquellos que no ven la eficiencia como la cualidad principal, sino que se enfocan en la funcionalidad y el costo. Como referencia, los motores con más de 20 años de antigüedad, son considerados como un motor de eficiencia estándar.
- **Motores de Alta Eficiencia.** – En la década de los 90 debido al aumento de la demanda y la falta de suministro de energía eléctrica en el Perú y a nivel global surge el concepto de “alta eficiencia”. Esta idea se originó por los altos precios de la energía y la necesidad de utilizarla de forma racional y eficiente.

- **Motores de Eficiencia Premium.** - En la actualidad la innovación de estos modelos busca mejorar aún más la eficiencia de los motores eléctricos mediante un proceso de manufactura mejorado y uso de materiales de mejor calidad. Sin embargo, su desventaja sigue siendo el precio en comparación con otros tipos de motores.

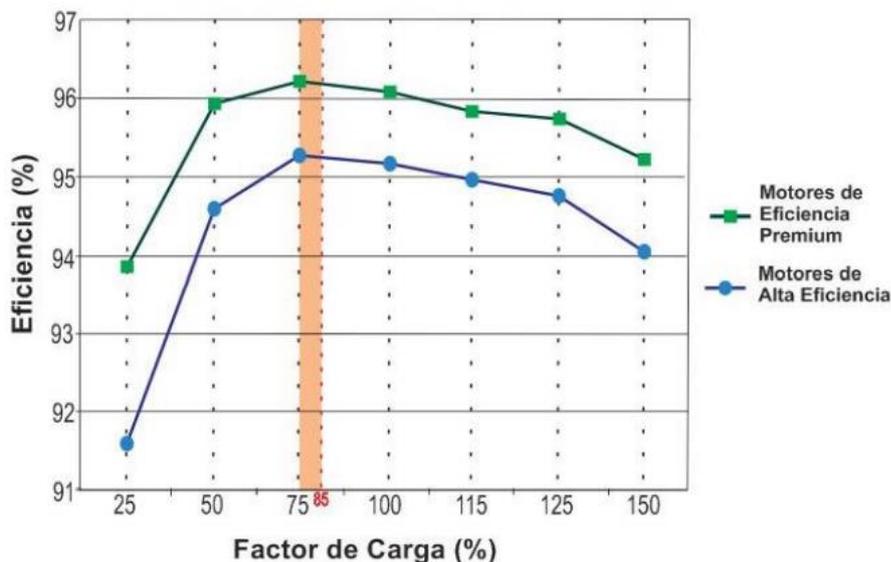
Como se muestra a continuación, se debe considerar la potencia nominal y el factor de carga del motor que se usara para cada tarea, ya que los rendimientos varían de acuerdo a estos parámetros.

Tabla n °02: Comparación de eficiencia en motores eléctricos

Potencia Motor (HP- Horse Power)	Motores Estandar (%)	Motores de Alta Eficiencia (%)	Motores de Eficiencia Premium (%)
1	77.5	82.5	85.5
2	79	84.8	87.5
5	80.6	87.1	89.6
10	82.2	89.5	91.7
20	84.5	90.7	92.6
30	86.7	91.8	93.5
50	89	93	94.5
75	89.2	93.6	94.9
100	89.3	94.5	95.4
125	89.8	94.7	95.9
200	90.1	95	96.5

Fuente: Amaya, 2016

Figura n° 04: Eficiencia vs Factor de Carga en Motores eficientes



Fuente: Amaya, 2016

2.11 Motores de Alta eficiencia

Los motores de alta eficiencia pueden reducir en gran medida el consumo de energía. Sin embargo, durante la vida útil de un motor, es de suma importancia considerar otras características además de su eficiencia al optimizar su rendimiento, como su adecuación en la aplicación, su dimensionado correcto y fiabilidad de los devanados y los cojinetes. La ventaja que tienen es la reducción de costes energéticos y la limitación de las emisiones de carbono.

Diseñar y fabricar motores fiables, con excelente rendimiento de arranque y funcionamiento, requiere un delicado equilibrio de diversos factores: no solo eficiencia y costos, sino también el diseño de cojinetes, ranuras y ventilador, el aumento de la temperatura, la vibración y el ruido.

La eficiencia de un motor mide la conversión de energía eléctrica en trabajo útil. La energía perdida en el proceso se convierte en calor. Para aumentar la eficiencia, estas pérdidas deben reducirse, por lo que los motores de alta eficiencia reducen estas pérdidas. (Capitán, A., 2018)

Los motores de alta eficiencia pueden aplicarse favorablemente en los siguientes casos:

- Si el motor opera con carga constante y muy cerca del punto de funcionamiento nominal.
- Para reemplazar a motores sobredimensionados.
- Cuando se aplican conjuntamente con variadores electrónicos de frecuencia para accionar bombas y ventiladores, pueden lograr ahorros de hasta más del 50% de la energía.
- Como parte de un Programa de Uso eficiente de la Energía Eléctrica.
- En instalaciones nuevas.

Las ventajas que presenta son:

- Los costos de operación del motor se reducen al ser más eficientes que los motores de eficiencia estándar, y se puede recuperar la inversión adicional en un tiempo razonable, especialmente si se opera a una carga cercana a su capacidad máxima.
- Generalmente tienen menos deslizamiento (mayor velocidad de operación) que los motores de eficiencia estándar, debido a los cambios que se producen en los parámetros del motor. La mayor velocidad puede ser ventajosa en muchos casos ya que mejoran la ventilación.
- Al ser más robustos y estar mejor contruidos que los motores estándar, tienen menor costo de mantenimiento y mayor tiempo de vida. (Quispe, E. & Mantilla, L., 2004, pp. 8, 9)

2.12 Control del factor de potencia

Los transformadores, motores, etc. son consumidores inductivos. Para la formación de su campo magnético estos toman potencia inductiva o reactiva de la red de alimentación. Esto implica una carga especial para las plantas generadores de energía, que aumenta a mayor potencia y mayor desfase. Por este motivo, se aconseja a los consumidores o usuarios mantener un factor de potencia superior a 0,96. (Díaz, D., 2018)

Antes de referirnos al factor de potencia, es necesario conocer otros parámetros como potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente.

- **Potencia Aparente (S)**

Según el teorema de Pitágoras, la potencia aparente o potencia total es la suma de la potencia activa y la potencia reactiva. La potencia total que se toma de la red de distribución eléctrica es representada por estas dos potencias, la cual tiene un valor igual a la potencia entregada por los generadores en las plantas eléctricas. (RTR Energía, 2015).

El valor de esta potencia se expresa en (Volt-Ampere) y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$S = V \cdot I \quad \dots ec(4)$$

Dónde:

S= Potencia Aparente (VA).

V= Voltaje (V).

I= Intensidad de corriente (A).

- **Potencia Activa (P)**

La potencia activa es la potencia útil medida en wattios (W), es decir, la energía que realmente se aprovecha cuando se pone a funcionar un equipo eléctrico y realiza un trabajo.

Por otro lado, la potencia activa es realmente la potencia contratada en la empresa eléctrica y que llega al hogar, la industria, la oficina o cualquier otro lugar donde se necesite a través de la red eléctrica de distribución. (RTR Energía, 2015).

Y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \dots ec(5)$$

Dónde:

P: Potencia (W).

V: Tensión (V).

$\cos \varphi$: Factor de potencia (fp).

- **Potencia Reactiva (Q)**

Es la potencia consumida por los motores, transformadores y todos los dispositivos o aparatos eléctricos que poseen cualquier tipo de bobina que produzca campos electromagnéticos. Estas bobinas, que forman parte del circuito eléctrico, cargan el sistema eléctrico y consumen tanto potencia activa como potencia reactiva, y la eficiencia de su trabajo depende el factor de potencia. (Figueroa Barrionuevo, 2015).

Matemáticamente, la potencia reactiva se define como:

$$Q^2 = S^2 - P^2 \quad \dots ec(6)$$

Dónde:

Q= Carga reactiva o inductiva (VAR).

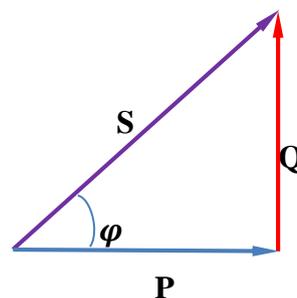
S= Potencia aparente o total (VA).

P= Potencia activa (W).

- **Triangulo de Potencias**

La potencia activa, reactiva y aparente se pueden relacionar mediante un triángulo de potencias, el ángulo (φ) formado entre la potencia aparente y la potencia activa define el desfase entre la tensión (V) y la intensidad (I) y su coseno es equivalente al factor de potencia (fp) en redes sin distorsión armónica. (Rizzoni, G., 2001)

Figura n°05: Triangulo de potencias



fuelle: Elaboración propia

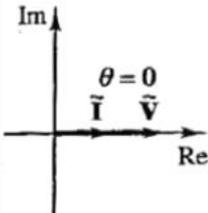
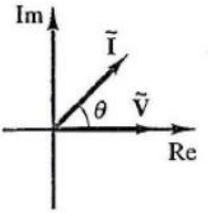
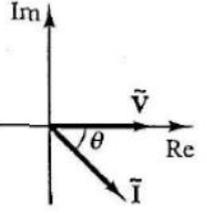
2.13 Factor de Potencia

El factor de potencia es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, el cual coincide con el coseno del ángulo formado entre la tensión y la corriente:

$$fp = \frac{P(\text{Potencia activa})}{S(\text{Potencia aparente})} \quad \dots ec(8)$$

El factor de potencia expresa si hay o no un desfaseamiento entre la corriente y el voltaje y sirve como indicador para determinar si se está utilizando correctamente la energía eléctrica. Este valor varía entre 0 y 1, siendo la unidad el valor máximo de fp el cual indica un aprovechamiento óptimo de la energía. (Méndez, J. ,2004).

Tabla n°03: Conceptos sobre a considerar en el factor de potencia

	Carga Resistiva	Carga Capacitiva	Carga Inductiva
Diagramas Fasoriales			
Explicación	La corriente está en fase con el voltaje	La corriente adelanta al voltaje.	La corriente atrasa al voltaje.
Factor de Potencia	1	En adelanto, <1	En atraso, <1
Potencia Reactiva	0	Negativo	Positivo

Fuente: Rizzoni, G. 2001

2.14 Análisis de Motores

Para evaluar correctamente los motores que hay en la empresa, se debe tener en cuenta conocer con exactitud los horarios de funcionamiento de los motores; obtener la potencia total instalada de cada motor; determinar el factor de carga de

cada motor; conocer la eficiencia de los motores y el porcentaje de pérdidas en los motores utilizados.

Lo anteriormente descrito, se puede calcular tomando como base las siguientes formulas:

a) El factor de carga en base a la intensidad de corriente y tensión medida:

$$\%FC = \frac{I_m V_m}{I_n V_n} * 100\% \quad \dots ec(9)$$

b) El factor de carga determinado en base a la potencia:

$$\%FC = \frac{I_m * V_m * FP}{P_n} * 100\% \quad \dots ec(10)$$

De las ecuaciones (9) y (10), se tiene:

%FC : Factor de carga expresado en valor porcentual

V_m : Voltaje medido (V)

I_m : Intensidad de corriente medida (A)

V_n : Voltaje nominal (V)

I_n : Intensidad de corriente nominal (A)

P_n : Potencia nominal (kW)

FP : Factor de potencia

c) Calculo de la eficiencia

$$n = \frac{P_{sal}}{P_{ent}} * 100\% \quad \dots ec(11)$$

d) Podemos estimar la potencia de salida mediante la siguiente formula:

$$P_{sal} = P_n * FC \quad \dots ec(12)$$

Donde:

n : Eficiencia

P_{sal} : Potencia de salida (kW)

P_{entr} : Potencia de entrada (kW)

P_n : Potencia nominal (kW)

FC : Factor de carga

2.15 Reglamento Técnico sobre el etiquetado de eficiencia energética

El Reglamento Técnico busca proteger el medio ambiente y salvaguardar el derecho a la información de los consumidores sobre el consumo de energía y la eficiencia energética de determinados equipos y/o artefactos.

Establece la obligatoriedad del etiquetado de Eficiencia Energética, el cual brinda información a los consumidores sobre el consumo de energía y el rango de eficiencia energética de ciertos productos.

La información del EEE (etiquetado de eficiencia energética) debe estar contenida en una etiqueta ubicada sobre el envase, empaque, publicidad o cuerpo de los equipos energéticos en un lugar visible para el consumidor. Puede estar impresa o adherida al artefacto y no debe ser removida. (MINEM 2023)

2.16 Reglamento de la ley de promoción del uso eficiente de la energía

Tiene por objetivo reglamentar las disposiciones para promover el uso eficiente de la energía en el país contenidas en la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.

Se aplica al área de producción, transporte, transformación, distribución, comercialización y consumo de energía.

Dentro del cual a través de programas el ministerio promueve una cultura del Uso Eficiente de la Energía, en coordinación con otras entidades del Sector Público y Privado.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODO

3.1. MATERIALES

Para poder realizar esta investigación fue necesario recurrir a la información de la facturación mensual de los últimos 6 meses, información general de la empresa, así como tener acceso a los datos de producción.

Además, para poder realizar las mediciones de los parámetros eléctricos de los equipos electromecánicos fue necesario contar con instrumentos como el multímetro, pinza amperimétrica y analizador de redes.

3.2. METODO

3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es del tipo aplicativo, de naturaleza cuasi-experimental. La investigación es del tipo aplicada, pues tiene como meta realizar una guía de estudio y análisis energético en la planta de embotellamiento de agua ozonizada de la empresa “Grupo C & V Transportes S.A.C.” y plantear propuestas de mejora que permitan la reducción del consumo eléctrico sin vulnerar los niveles de calidad y confort necesarios para producirlos, para ello se utiliza la estadística como herramienta básica para el análisis de datos.

Además, la Investigación es de campo ya que se realizarán medidas (voltaje, amperaje, temperatura, etc.) y se recopilará información real referente a los parámetros que se estudiará.

3.2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El diseño de la investigación es del tipo cuasi - experimental, donde se dispondrá de la toma de datos para el estudio. El diseño de investigación usado establece una relación entre la causa y efecto de una situación. En donde se ve el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente.



O1: Parámetros eléctricos

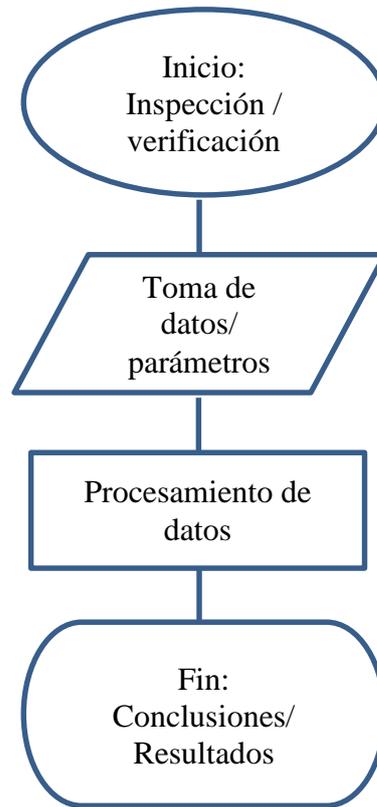
O2: Consumo eléctrico facturado.

X: Indicadores energéticos,

G.E: Planta de agua de mesa ozonizada.

El siguiente diagrama representa este diseño:

Diagrama n°01: Diseño de investigación



Fuente: Elaboración Propia

3.3. ESTRATEGIA DE TRABAJO.

A. Análisis y planificación

Identificación de la empresa, inspección técnica de los equipos que intervienen en el proceso de producción, inspección de equipos que no intervienen en el proceso productivo.

B. Recolección de la información:

Se empezará por la recopilación de información existente de trabajos previos. Se realizarán entrevistas a las personas a cargo de planta para saber si los equipos están operando correctamente, etc.

C. Recolección de datos:

Se realizan mediciones en campo, para determinar el funcionamiento de los parámetros eléctricos de los equipos en estudio. Levantamiento de planos eléctricos y de cargas instaladas. Revisión de las facturaciones de al menos los últimos 12 meses.

D. Cálculos y resultados:

Se calcularán las potencias en los equipos e instalaciones, y cuál es su relación con la potencia final de la planta. Además, de calcularse los indicadores energéticos para la respectiva evaluación energética de la planta.

E. Análisis e interpretación de resultados:

Se procesarán los resultados y se analizará el sistema eléctrico de las instalaciones, además del sistema de alumbrado y de la planta en general.

F. Propuestas de mejora:

Finalmente se realizarán las propuestas de mejora correspondiente el cual permitirá el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en la planta de embotellamiento de agua ozonizada.

3.4. METODOLOGIA PARA ELABORAR UN DIAGNOSTICO ENERGETICO EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Para poder realizar un correcto estudio de la eficiencia energética eléctrica en el sector industrial, es necesario realizar un diagnóstico energético para lo cual realizaremos los siguientes pasos:

- Identificación de la empresa y/o industria
- Recopilación de datos de producción
- Identificar los procesos de producción
- Realizar un análisis del sistema eléctrico de las instalaciones de la industria
- Realizar un análisis del sistema de alumbrado
- Identificar la distribución del consumo de energía eléctrica por cada actividad desarrollada en la empresa.
- Realizar el análisis de la facturación de energía eléctrica (selección adecuada de los diferentes tipos de tarifa)
- Elaborar los índices de consumo

CAPITULO IV: CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS ENERGÉTICO ELÉCTRICO DE UNA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA OZONIZADA EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE

4.1.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA



Figura n° 06: Planta Embotelladora de agua de mesa “Crisstaly”

Tabla n°04: Datos Generales de la Embotelladora de agua de mesa “CRISSTALY”

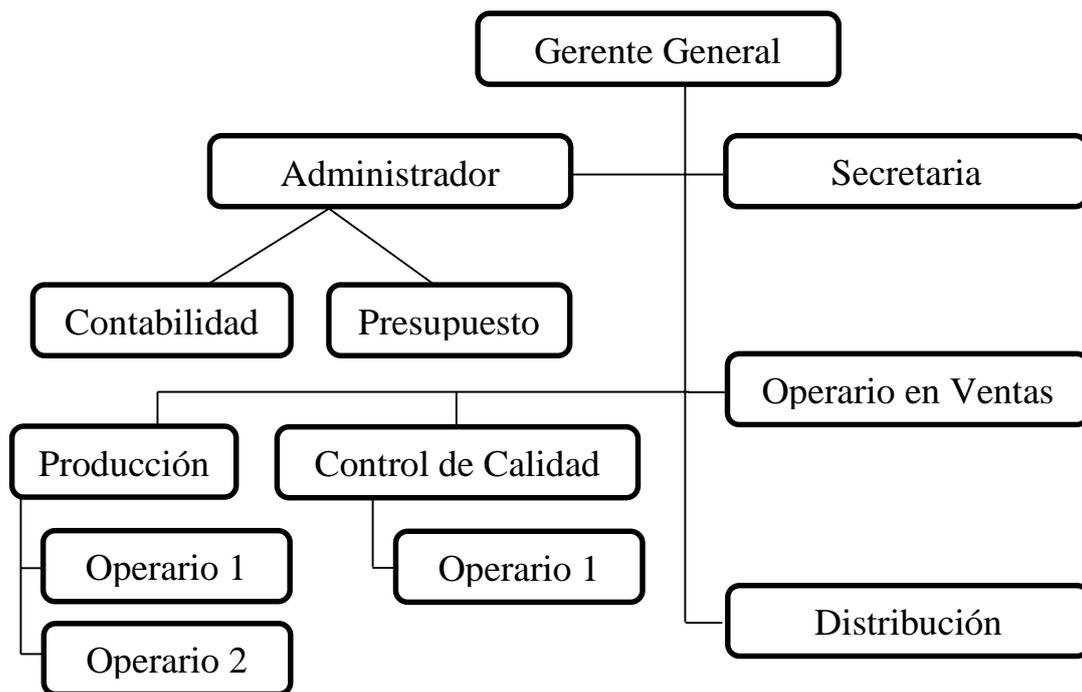
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Razón Social	“Grupo C & V Transportes S.A.C.”
Nombre Comercial	Agua de mesa “CRISSTALY”
Actividad	Embotelladora de agua de mesa
Descripción de la Empresa	La embotelladora de agua ozonizada “CRISSTALY” se dedica a la fabricación, comercialización y distribución de agua de mesa en la ciudad de Chimbote.
Departamento/ provincia	Se encuentra ubicado en la región de Ancash, en la provincia del Santa.
Dirección	Pueblo Joven Miraflores bajo III zona

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

Ahora se presenta el organigrama general de la empresa Grupo C & V Transportes S.A.C. para la embotelladora de agua de mesa Crisstaly.

Diagrama n°02: Organización de la empresa



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. DATOS DE PRODUCCIÓN

Los horarios de producción en la Empresa CRISSTALY son los siguientes:

- En el área administrativa, sus actividades se realizan de lunes a viernes desde las 8:00 am y finaliza a las 06:00 pm
- Para el área de producción y operaciones, sus actividades se realizan de lunes a sábado desde las 8:00 am y finaliza a las 06:00 pm

Tabla n°05: Régimen de Actividad

RÉGIMEN DE ACTIVIDAD		
NÚMERO DE EMPLEADOS	6	
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	Horas/Día	Horas/Semana
	8	48
CAPACIDAD PRODUCTIVA	Promedio Mensual	
	3342 Bidones	
PRINCIPAL MATERIA PRIMA	Agua del subsuelo	
PRODUCTO PRINCIPAL	Agua de mesa ozonizada	

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra la siguiente tabla de la producción mensual de Bidones de 20L tomados los últimos meses considerados a partir de enero 2022 hasta marzo 2023.

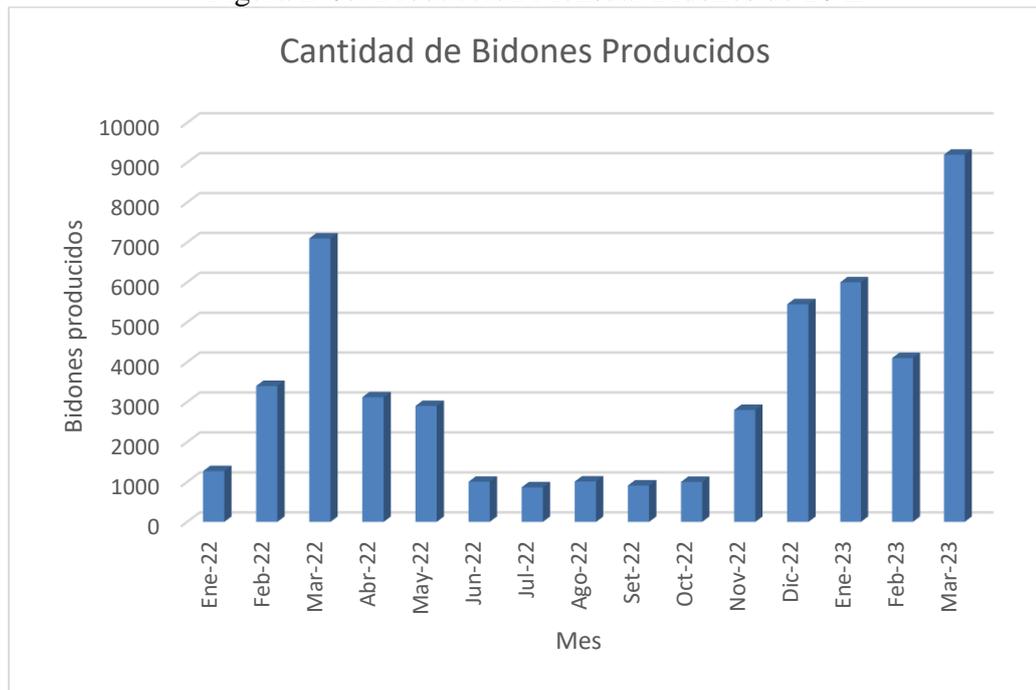
Tabla n°06: Producción de bidones producidos al mes

Registro histórico de Producción Mensual		
Año	Mes	Bidones 20 L
2022	Ene-22	1270
	Feb-22	3400
	Mar-22	7100
	Abr-22	3120
	May-22	2900
	Jun-22	1005
	Jul-22	865
	Ago-22	1010
	Set-22	910
	Oct-22	1000
	Nov-22	2800
	Dic-22	5450
2023	Ene-23	6000
	Feb-23	4100
	Mar-23	9200
PROMEDIO		3342.0

Fuente: Elaboración Propia

En el diagrama siguiente se muestra el histórico de la empresa embotelladora durante los últimos meses considerados a partir de enero 2022 hasta marzo 2023.

Figura n°07: Producción Mensual Bidones de 20 L



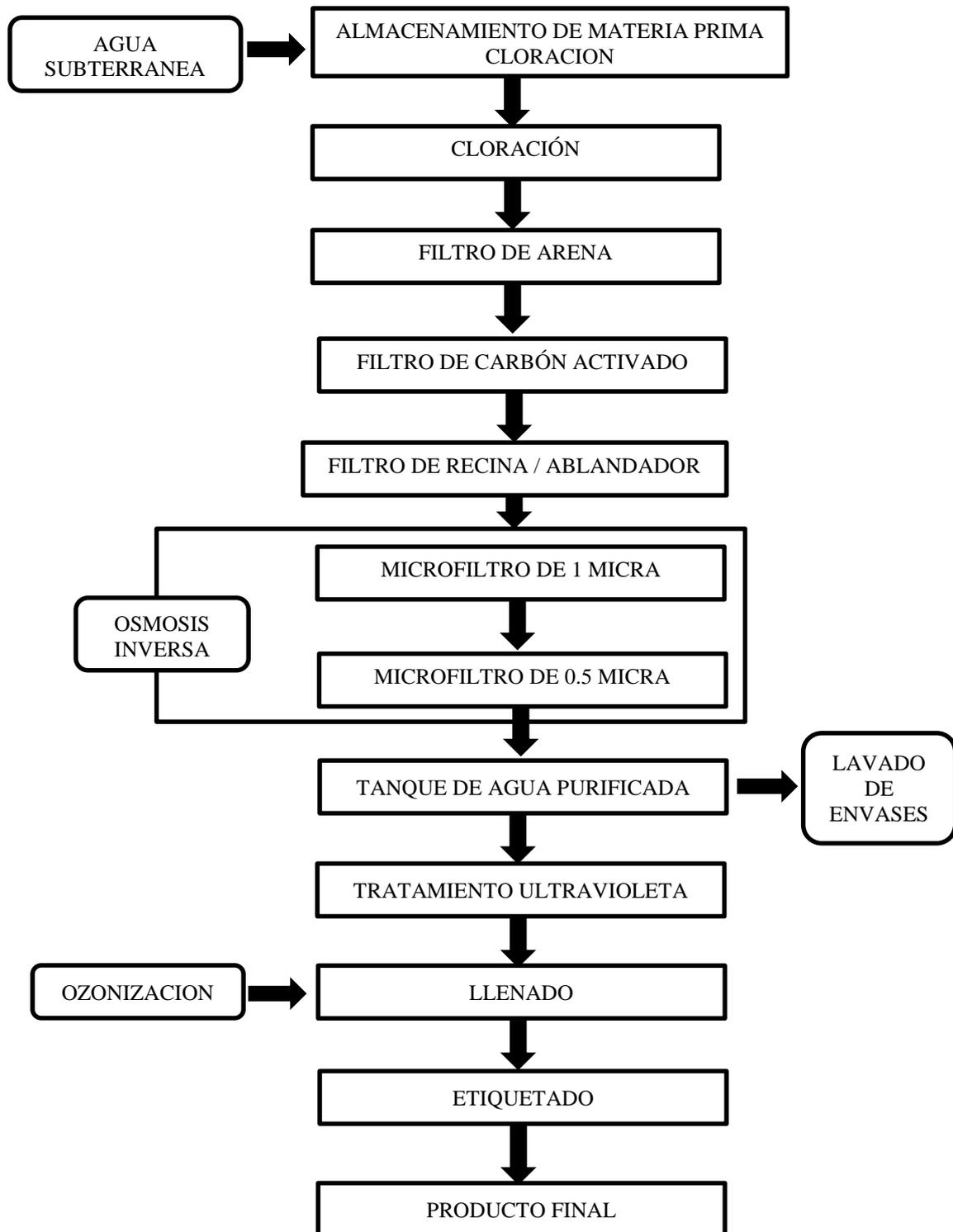
Fuente: Elaboración Propia

Del diagrama se puede apreciar que la máxima demanda se da en los meses de marzo. Además, se puede apreciar, que este año 2023 a comparación del año pasado hay un aumento de demanda considerable.

4.1.4. PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Es la manera en cómo se realiza la purificación del agua desde su extracción, pasando por su tratamiento y finalmente el llenado para su distribución.

Diagrama n° 03: Proceso de producción de agua de mesa.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA

A) Diagrama Unifilar

El diagrama unifilar de la empresa se puede observar en el anexo 6.

B) Zonificación de áreas en la empresa

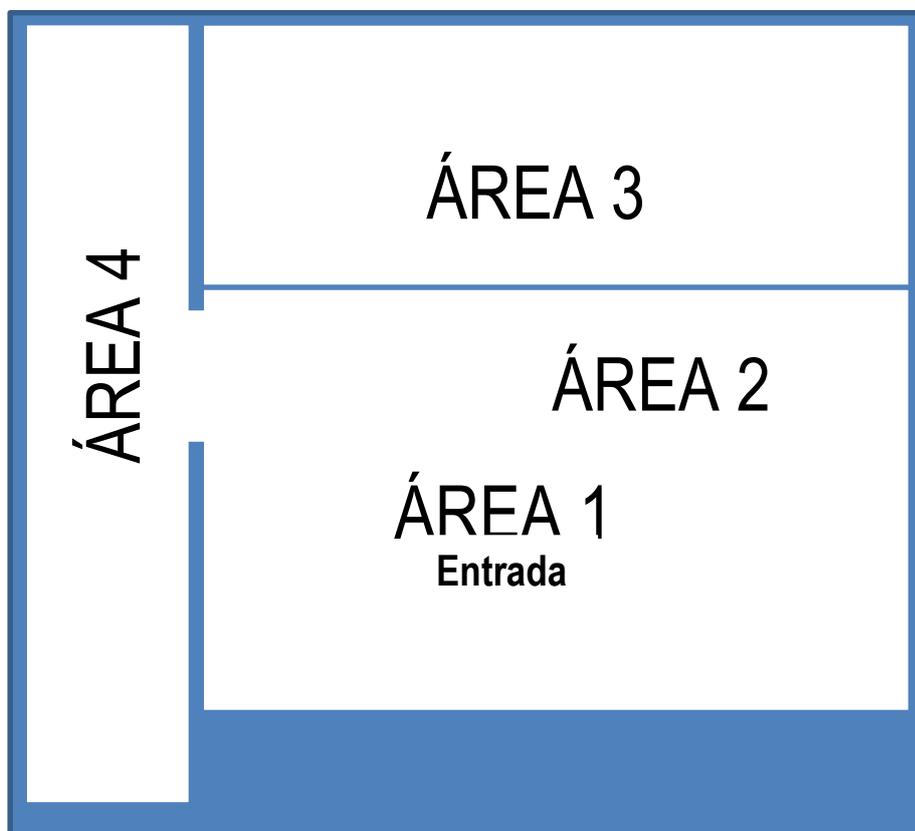
En la empresa de agua ozonizada, las cargas eléctricas se encuentran distribuidas en 4 zonas.

Tabla n°07: Distribución por Áreas

Área	Descripción
1	Garaje y Almacén de producto terminado
2	Lavado de bidones
3	Desinfección y Producción
4	Administrativa

Fuente: Elaboración Propia

Figura n° 08: Distribución de áreas de la planta embotelladora “CRISSTALY”



Fuente: Elaboración Propia

c) Distribución de cargas eléctricas instaladas en la empresa

En esta etapa se realizó el registro y toma de datos de todos los equipos electromecánicos que consumen energía eléctrica el cual se puede apreciar en el siguiente cuadro de cargas eléctricas.

Tabla n° 08: Registro de Cargas Eléctricas

Área de Purificación del Agua			
Características	Maquina 1	Maquina 2	Maquina 3
Tipo	Electrobomba	Electrobomba	Electrobomba
Año de Fabricación	-	-	-
Fabricante	Pedrollo	Flint & walling	Pedrollo
Potencia Eléctrica (HP)	1	1	1
Tensión de trabajo (V)	220	230	220
Intensidad de corriente Nominal (A)	5	6.1	5
Factor de Potencia	-	-	-
Funcionamiento (Hrs/día)	5	5	5
Funcionamiento (Hrs/año)	1200	1200	1200

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 09: Registro de Cargas Eléctricas

Área de desinfección, lavado y llenado				
Características	Maquina 4	Maquina 5	Maquina 6	Maquina 7
Tipo	Compresor	Electrobomba	Electrobomba	Electrobomba
Fabricante	E.M.Z. Electric Motor	-	-	-
Potencia Eléctrica (HP)	2	1	1/2	1/2
Tensión de trabajo (V)	220	220	220	220
Intensidad de corriente Nominal (A)	9.6	4.2	2.5	2.5
Factor de Potencia	0.97	-	-	-
Funcionamiento (Hrs/día)	5	5	5	5
Funcionamiento (Hrs/año)	1200	1200	1200	1200

Fuente: Elaboración propia

El registro de los parámetros eléctricos tomados a la placa de los motores, se resume en el siguiente cuadro:

Tabla n° 10: Datos de placa de Equipos electromecánicos

Equipos electromecánicos Planta de agua de mesa						
Área de purificación del Agua:						
Código	Potencia entrada (W)	Potencia Salida HP	Voltaje (V)	Corriente (A)	fp	Eficiencia
M1	1050	1	220	5	-	-
M2	1030	1	230	6.1	-	-
M3	1050	1	220	5	-	-
Área de lavado, desinfección y llenado:						
Código	Potencia entrada (W)	Potencia Salida HP	Voltaje (V)	Corriente (A)	fp	Eficiencia
M4	-	2	220	9.6	0.97	-
M5	1980	2	220	9.2	-	-

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que los datos de placa de los motores son insuficientes, por lo que se procedió a calcular algunos parámetros faltantes necesarios para realizar el estudio. Para ello se usa las siguientes formulas:

$$f.p = \text{potencia de entrada} / V_n \cdot I_n \quad \dots (a)$$

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{pot. salida mecanica}}{\text{pot. electrica activa}} \quad \dots (b)$$

$$\text{pot. entrada} = \text{pot. electrica activa} \quad \dots (c)$$

Luego, para el “M1” y “M3” tenemos:

$$\text{eficiencia} = \frac{1hp * \left(\frac{745.7W}{1hp}\right)}{1050W} = 0.71(71\%)$$

$$f.p = \frac{1050W}{220V \cdot 5A} = 0.95$$

Siguiendo el mismo procedimiento, se procede a calcular los parámetros de los demás equipos, quedando de la siguiente manera:

Tabla n° 11: Datos de placa de Equipos electromecánicos

Equipos electromecánicos Planta de agua de mesa						
Código	Potencia entrada (W)	Potencia Salida HP	Voltaje (V)	Corriente (A)	fp	Eficiencia (%)
M1	1050	1	220	5	0.95	0.71
M2	1030	1	230	6.1	0.73	0.72
M3	1050	1	220	5	0.95	0.71
M4	2050	2	220	9.6	0.97	0.73
M5	1980	2	220	9.2	0.98	0.75

Fuente: elaboración propia

El sistema de iluminación en la empresa embotelladora, se encuentra zonificado de la siguiente manera:

Tabla n°12: Luminarias Utilizadas en la empresa

AREA	Número total de luminarias	Potencia por cada luminaria
GARAJE	2	38
ALMACEN	2	26
PRODUCCION	2	38
ADMINISTRACION	2	20

Fuente: elaboración propia

D) Medición de Parámetros Eléctricos

Con la ayuda del multítester, la pinza amperimétrica y el analizador de redes se procedió al registro de los parámetros eléctricos de los equipos electromecánicos que se muestran a continuación:

Tabla n° 13: Registro y Toma de Parámetros Eléctricos

Código	Descripción	Tensión medida	Corriente medida	Factor de potencia
		V	A	-
M1	Bomba de alimentación al sistema de filtrado	196.30	5.63	0.60
M2	Bomba de alimentación para el proceso de Osmosis	191.38	6.49	0.54
M3	Bomba de alimentación para ozonizar el agua	212.61	7.72	0.58
M4	Compresor para el área de limpieza y desinfección	201.64	5.82	0.74
M5	Sistema de bombas para la limpieza, llenado y desinfección de bidones	206.88	5.42	0.80

Fuente: Elaboración Propia

Durante las mediciones respectivas, se pudo identificar que, en uno de los motores, las mediciones de voltaje y corriente, no eran las correctas. Por lo que se llegó a la conclusión que, en esa línea de distribución, se producen pérdidas de corriente eléctrica. Luego, para poder medir el voltaje y corriente real que consume el motor “M2”, se hizo una conexión a tierra con la ayuda de un cable. Posterior a ello, se procedió a medir nuevamente el voltaje y corriente del motor. Quedando de la siguiente manera:

Tabla n°14: Registro y Toma de Parámetros Eléctricos

Código	Descripción	Tensión medida	Corriente medida	Factor de potencia
		V	A	-
M1	Bomba de alimentación al sistema de filtrado	196.30	5.63	0.60
M2	Bomba de alimentación para el proceso de osmosis	191.38	6.49	0.54
M3	Bomba de alimentación para ozonizar el agua	179.12	6.51	0.58
M4	Compresor para el área de limpieza y desinfección	201.64	5.82	0.74
M5	Sistema de bombas para la limpieza, llenado y desinfección de bidones	206.88	5.42	0.80

Fuente: elaboración propia

Por lo que podemos concluir que en la línea del motor “M3” se presentan pérdidas de corriente y tensión.

E) Análisis de Motores

Para realizar una correcta evaluación de los motores, se tomó en cuenta algunos criterios como el factor de carga, la eficiencia y el porcentaje de pérdidas, para los cuales se usarán las siguientes formulas:

$$FC = \frac{I_m * V_m * fp}{P_n} \dots (d)$$

$$n = \frac{pot. salida}{pot. entrada} \dots (e)$$

$$pot. salida = FC * P_n \dots (f)$$

Luego, para el “M1” tenemos:

$$FC = \frac{5.63 * 196.3 * 0.6}{1 * 745.7} = 0.89$$

$$pot. salida = 0.89 * 1hp * \frac{745.7W}{1hp} = 662.67W$$

$$n = \frac{662.67}{1050} = 0.63 \text{ (63\%)}$$

Aplicando el mismo criterio se procede a calcular el factor de carga y eficiencia de los equipos restantes.

Tabla n° 15: Factores de carga en los equipos electromecánicos

Código	Descripción	Potencia nominal	Tensión medida	Corriente medida	factor de potencia	FC
		HP	V	A	-	-
M1	Bomba de alimentación al sistema de filtrado	1	196.30	5.63	0.60	0.89
M2	Bomba para el proceso de Osmosis	1	191.38	6.49	0.54	0.90
M3	Bomba de alimentación para ozonizar el agua	1	179.12	6.51	0.58	0.91
M4	Compresor para el área de limpieza y desinfección	2	201.64	5.82	0.74	0.58
M5	Sistema de bombas para el llenado y desinfección	2	206.88	5.42	0.80	0.60

Fuente: elaboración propia

Del cuadro anterior se puede apreciar que el “M4” y “M5” operan a menos del 80% de su capacidad máxima, indicando en un primer análisis que estos motores deberían ser reemplazados debido a su baja entrega de potencia en comparación con lo que podrían proporcionar.

Tabla n° 16: Eficiencia en los equipos electromecánicos

Código	Descripción	Potencia entrada	Potencia salida	eficiencia
		W	W	-
M1	Bomba de alimentación al sistema de filtrado	1050	662.67	0.63
M2	Bomba para el proceso de Osmosis	1030	670.71	0.65
M3	Bomba de alimentación para ozonizar el agua	1050	676.32	0.64
M4	Compresor para el área de limpieza y desinfección	2050	868.42	0.42
M5	Sistema de bombas para el llenado y desinfección	1980	897.79	0.45

Fuente: elaboración propia

Del cuadro tenemos que el “M4” y “M5” operan con una eficiencia muy por debajo a su eficiencia de placa, lo cual nos indica que estos motores necesitan de un mantenimiento correctivo o cambiarlos por unos de mayor eficiencia a fin de evitar paradas innecesarias. Para los motores “M1”, “M2”, y “M3” se debe realizar un programa de mantenimiento preventivo.

F) Grado de confiabilidad de los equipos

Para conocer el grado de confiabilidad de los equipos electromecánicos se hace uso de la siguiente formula:

$$C = e^{-\left(\frac{t}{MTBF}\right)}$$

Donde:

C: es el grado de confiabilidad

MTBF: es el tiempo medio entre fallas

t: es el tiempo de operación

En el siguiente cuadro se muestra el tiempo medio entre fallas de los equipos electromecánicos y el grado de confiabilidad de cada uno de ellos, para un año de operación es:

Tabla n°17: Grado de Confiabilidad

	MTBF	Grado de confiabilidad
M1	600	0.135
M2	600	0.135
M3	600	0.135
M4	600	0.135
M5	600	0.135

Fuente: elaboración propia

G) Análisis del sistema de iluminación

Para el sistema de iluminación, se observó lo siguiente:

- En el área de producción, el número de luminarias prendidas son de 2 luminarias de 38 Watts cada una. Con un total de 6 horas prendidas.
- En el almacén, el número de luminarias prendidas son de 2 luminarias de 26 Watts cada una. Con un total de 6 horas prendidas.
- Para el área de administración, el número de luminarias prendidas de 2 luminarias de 20 Watts cada una. Con un total de 6 horas prendidas.
- Para el garaje, el número de luminarias prendidas es de 2 luminarias de 38 Watts cada una, con un total de 6 horas prendidas.

H) Análisis de la facturación

Para poder realizar un análisis de la facturación de energía eléctrica es importante conocer los pliegos tarifarios vigentes, los cuales son publicados por OSINERGMIN. El costo de la energía consumida se determina restando las lecturas del mes actual y el mes anterior, para luego multiplicar ese resultado por el factor del medidor y a tarifa de servicio. El factor del medidor, es una constante de reducción de la corriente necesaria para realizar la medición y registro en el medidor.

Adicional a ello se consideran otros factores como Cargo fijo, Cargo por reposición y mantenimiento, Alícuota de alumbrado público, entre otros.

Para el caso de la empresa embotelladora de agua ozonizada “CRISSTALY” que adquiere energía eléctrica de la empresa de distribución Hidrandina.

En base a los datos tomados de los registros de consumo de la empresa distribuidora de energía eléctrica, se determinó que la planta de agua de mesa se encuentra en la opción tarifaria BT5B-Residencial, como cliente en baja tensión, la cual es una tarifa con medición de energía activa, los cargos de facturación asociados a este tipo de tarifa son: cargo fijo mensual y cargo por energía activa. En el anexo n°04, se puede apreciar las lecturas y consumo de energía de la empresa embotelladora “CRISSTALY” tomadas desde enero 2022 hasta marzo 2023.

En la tabla siguiente se muestra el historial de consumo eléctrico de la planta de agua.

Tabla n° 18: Historial de consumo energía activa

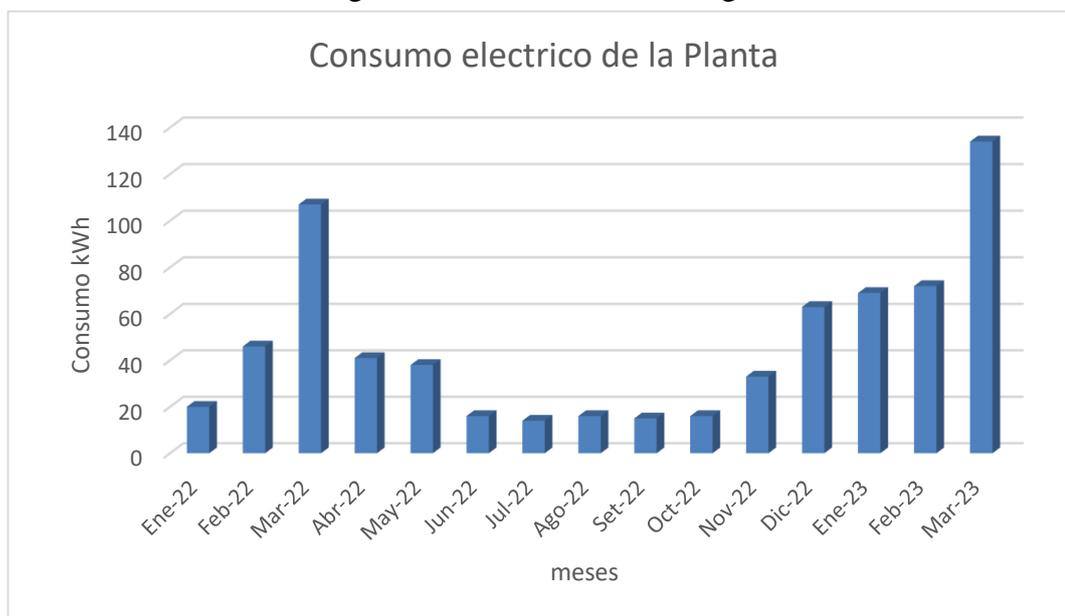
Historia de consumo eléctrico de la planta de agua		
Año	Mes	Consumo kWh
2022	enero	20
	febrero	46
	marzo	107
	abril	41
	mayo	38
	junio	16
	julio	14
	agosto	16
	setiembre	15
	octubre	16
	noviembre	33
	diciembre	63
2023	enero	69
	febrero	72
	marzo	134
PROMEDIO		46.7

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro, se tiene que el promedio de energía activa que consume la empresa embotelladora de agua es de 46,7 kWh.

A continuación, en el siguiente diagrama se muestra cómo va variando el consumo de energía eléctrica durante los últimos meses considerados a partir de enero 2022 hasta marzo 2023.

Figura n° 09: Consumo de energía activa



Fuente: elaboración propia

Del diagrama podemos decir que durante el mes de marzo hay un aumento de demanda energética, esto es debido a que durante esos meses aumenta la producción debido al aumento de demanda. También se aprecia que, durante los meses de junio 2022 hasta octubre 2022, el consumo de energía eléctrica es muy bajo esto se debe a que la empresa se encontraba en constantes paros y mantenimiento, además que no hubo mucha demanda.

Se observa también que en el mes de marzo 2023 hay un aumento significativo del consumo eléctrico, esto es debido al aumento de la capacidad productiva. Cabe mencionar que durante el mes de febrero la planta sufrió una ampliación debido al aumento de demanda.

1) **Elaboración de índices energéticos**

Al hablar de un consumo eficiente de energía eléctrica, se debe considerar la medición de la eficiencia energética, a través de indicadores energéticos las cuales se muestra a continuación:

Tabla n° 19: Índices energéticos

Mes	Indicador energético	Nivel de actividad	Intensidad energética
	Wh/bidones	bidones/día	Wh/día
Ene-22	15.75	42	666.7
Feb-22	13.53	113	1533.3
Mar-22	15.07	237	3566.7
Abr-22	13.14	104	1366.7
May-22	13.10	97	1266.7
Jun-22	15.92	34	533.3
Jul-22	16.18	29	466.7
Ago-22	15.84	34	533.3
Set-22	16.48	30	500.0
Oct-22	16.00	33	533.3
Nov-22	11.79	93	1100.0
Dic-22	11.56	182	2100.0
Ene-23	11.50	200	2300.0
Feb-23	17.56	137	2400.0
Mar-23	14.57	307	4466.7
Promedio mensual	14.53	97.45	1416.05

Fuente: elaboración propia

De la tabla podemos decir que, durante enero 2022 hasta marzo 2023, para producir 1bidón de agua de capacidad de 20 litros se requirió en promedio 14.53Wh, también podemos decir que para una jornada completa de trabajo la producción de agua de mesa ozonizada fue en promedio de 97.45 bidones/día. Luego, para finalizar para producir 97.45 bidones al día se requirió 1416.05Wh/día.

Figura n° 10: Indicadores energéticos



Fuente: elaboración propia

Del diagrama se llega a la conclusión que el indicador menos óptimo se da entre los meses de junio 2022 y octubre de 2022 esto se debe a que en esos meses hubo paradas en la empresa debido a la falta de mantenimiento adecuado de los equipos y a la poca producción debido a la poca demanda del mercado. Además, al haber menos demanda el indicador energético será mayor debido a las paradas obligatorias que se dan debido a la venta recurrente de agua de mesa y debido también al mantenimiento que se da a la planta durante las épocas de poca demanda.

Mientras que el indicador más óptimo se da entre los meses de diciembre 2022 y enero 2023, siendo este el indicador más óptimo con un indicador energético de 11.50Wh/bidón.

Se puede apreciar que para el mes de febrero del 2023 el indicador energético subió súbitamente a comparación de otros meses, esto se debe a que durante el mes de febrero 2023 y marzo del 2023 la empresa sufrió una ampliación de sus instalaciones, por lo que hubo una mayor energía consumida no solo por parte de los equipos electromecánicos involucrados en el proceso de producción, sino también en otros equipos complementarios que se usaron para realizar la ampliación.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD DE AHORRO ENERGÉTICO

Las oportunidades de mejora de la eficiencia energética que a su vez se traduce en ahorros de energía son el resultado del análisis de levantamiento de datos, mediciones y estudios energéticos, con la cual se busca disminuir el consumo de energía eléctrica sin ser afectada la producción ni vulnerar los estándares de calidad para producirlos. El cual se logra con dos tipos de medidas, las cuales son: medidas a corto plazo y las medidas a largo plazo o intensivas.

- Medidas a corto plazo: Fáciles de aplicar y no necesitan inversión, el cual implica adoptar medidas simples como establecer una cultura de ahorro energético en la empresa, tales como realizar un mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo en las instalaciones eléctricas.
- Medidas a largo plazo: Requieren de inversión del capital y tiempos de recuperación del mismo el cual puede durar meses o años. Estas medidas proponen implementar nuevas tecnologías que al tener una alta eficiencia consumen menos cantidad de energía eléctrica y tienen menores pérdidas que los equipos convencionales. Para aplicar este método se debe realizar un estudio económico en relación al beneficio costo y la oportunidad de poder ejecutarlas.

4.3. EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA

En esta etapa se debe verificar si es posible ejecutar todas las propuestas que se planteen y si cada una de ellas son viables. Por lo cual se realiza un estudio desde el punto de vista técnico y económico.

Las propuestas de mejora se clasifican en: mejora de la eficiencia en el consumo energético de los equipos y mejora de la gestión de la demanda eléctrica. Para cada medida debe evaluarse el ahorro energético, el ahorro económico, así como también la inversión y tiempo de retorno de la inversión.

4.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Para el estudio de oportunidades de la conservación de energía eléctrica se han considerado aquellas opciones de ahorro cuyos cálculos preliminares arrojan rentabilidad aceptable. Las oportunidades de mejora se presentan a continuación:

- En los motores de los equipos electromecánicos se pudo apreciar que dos de ellos, la máquina de compresión y el motor de la máquina de lavado, desinfección y llenado de bidones operan a una eficiencia por debajo de lo habitual además de tener un bajo factor de carga por lo que se recomienda realizar un mantenimiento correctivo a dichos motores o en caso contrario cambiarlos por uno de mayor eficiencia.

En la empresa embotelladora de agua de mesa ozonizada “CRISSTALY”, las máquinas de mayor consumo son el compresor de 2 hp y la máquina de lavado, desinfección y llenado de bidones. Estos pueden ser cambiados debido a su mayor porcentaje de pérdidas de energía eléctrica además de ser de eficiencia estándar.

A. Compresor 2HP

Tabla n° 20: Características de la maquina compresora

Maquina 4		
Tipo de motor/ bomba/ horno	-	Motor
Fabricante	-	E.M.Z. Electric Motor
Potencia eléctrica	kW	2.05
Tensión de trabajo	V	220
Potencia útil	HP	2
Intensidad de corriente	A	9.6
factor de potencia	f.p	0.97
Eficiencia	%	72.8
Perdidas	%	27.2

Fuente: elaboracion propia

Del cuadro podemos observar que la potencia que absorbe el motor seleccionado es de 2.05 kW, tiene una eficiencia de 72.8% y pérdidas del 27.2% que equivale a 0.55kW.

Al reemplazar por otro motor de mayor eficiencia con características y funcionamientos similares se generarían ahorros potenciales, los cuales se muestran a continuación:

Tabla n° 21: Características de la maquina compresora (propuesta)

Maquina 4		
Tipo de motor/ bomba/ horno	-	Motor
Fabricante	-	Bonelly
Potencia eléctrica	kW	1.8
Tensión de trabajo	V	220
Potencia útil	HP	2
Intensidad de corriente	A	12.1
factor de potencia	f.p	0.87
eficiencia	%	83
perdidas	%	17

Fuente: elaboración propia

Del cuadro calculamos la potencia absorbida por el motor de mayor eficiencia:

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{n}$$

$$P_{abs} = \frac{2 * 746W}{0.83}$$

$$P_{abs} = 1.80kW$$

Perdida de potencia:

$$P_{p1} = P_{abs} - P_{util}$$

$$P_{p1} = 1.80kW - 1.50kW$$

$$P_{p1} = 0.3kW$$

Ahorro de energía:

$$Ahorro = P_p - P_{p1}$$

$$Ahorro = 0.55 \text{ kW} - 0.3 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0.25 \text{ kW}$$

Considerando que para el año 2023 hay una mayor demanda y por ende mayor producción, se prevé que las horas de funcionamiento de los equipos electromecánicos para este año será de 1800h/año. Luego, el ahorro de energía será de:

$$Ahorro = 0.25 \text{ kW} * 1800 \frac{h}{\text{año}}$$

$$Ahorro = 450 \text{ kWh/año}$$

Ahorro económico:

$$Ahorro = 450 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{\text{S/. } 0.842}{\text{kWh}}$$

$$Ahorro = \text{S/. } 378.9/\text{año}$$

B. Sistema de bombeo para la limpieza, desinfección y llenado de los bidones

Tabla n° 22: Características del sistema de bombeo

Maquina 5		
Tipo de motor/ bomba/ horno	-	Motor
Fabricante	-	-
Potencia eléctrica	kW	1.98
Tensión de trabajo	V	220
Potencia útil	HP	2
Intensidad de corriente	A	9.2
factor de potencia	f.p	0.96
Eficiencia	%	75.4
Perdidas	%	24.6

Fuente: elaboracion propia

Del cuadro podemos observar que la potencia que absorbe el motor seleccionado es de 1.98 kW, tiene una eficiencia de 75.4% y pérdidas del 24.6% que equivale a 0.49Kw.

Al reemplazar por otro motor de mayor eficiencia con características y funcionamientos similares se generarían ahorros potenciales, los cuales se muestran a continuación:

Tabla n°23: Características del sistema de bombeo (propuesta)

Maquina 5		
Tipo de motor/ bomba/ horno	-	Motor
Fabricante	-	Bonelly
Potencia eléctrica	kW	1.8
Tensión de trabajo	V	220
Potencia útil	HP	2
Intensidad de corriente	A	12.1
factor de potencia	f.p	0.87
Eficiencia	%	83
Perdidas	%	17

Fuente: elaboración propia

Del cuadro calculamos la potencia absorbida por el motor de mayor eficiencia:

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{n}$$

$$P_{abs} = \frac{2 * 746W}{0.83}$$

$$P_{abs} = 1.80kW$$

Perdida de potencia:

$$P_{p1} = P_{abs} - P_{util}$$

$$P_{p1} = 1.80kW - 1.50kW$$

$$P_{p1} = 0.3kW$$

Ahorro de energía:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro} &= P_p - P_{p1} \\ \text{Ahorro} &= 0.49 \text{ kW} - 0.3 \text{ kW} \\ \text{Ahorro} &= 0.19 \text{ kW} \end{aligned}$$

Considerando que para el año 2023 hay una mayor demanda y por ende mayor producción, se prevé que las horas de funcionamiento de los equipos electromecánicos para este año será de 1800h/año. Luego, el ahorro de energía será de:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro} &= 0.19 \text{ kW} * 1800 \frac{\text{h}}{\text{año}} \\ \text{Ahorro} &= 342 \text{ kWh/año} \end{aligned}$$

Ahorro económico:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro} &= 342 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{\text{S/.} 0.842}{\text{kWh}} \\ \text{Ahorro} &= \text{S/.} 287.96/\text{año} \end{aligned}$$

Luego, el ahorro económico total si implementamos el cambio de los dos motores por otro de mayor eficiencia será de:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro anual} &= \text{S}/378.90 + \text{S}/287.96 \\ \text{Ahorro anual} &= \text{S}/666.86 \end{aligned}$$

A continuación, se muestra la inversión que se debe realizar el cambio de motores con mayor eficiencia:

Tabla n° 24: Cambio de motores a mayor eficiencia

Actividad a realizar	Inversión (S/.)
Adquirir motores de mayor eficiencia compatibles con los que serán reemplazados	1500
Instalación de motores	300
Total	1800

Fuente: elaboración propia

A su vez el ingreso que se obtiene por vender los motores que ya no se usaran es de: S/300.

Por lo que se sugiere reemplazar los motores de eficiencia estándar M4 y M5 por motores de alta eficiencia (Fabricante Bonelly) cuya etiqueta de eficiencia energética es de clase B de acuerdo a la normativa IEC 60034-2-1 (IE2 alta eficiencia).

- Para el sistema de luminarias se realizó un análisis comparativo de las potencias que consumen los equipos de iluminación versus los valores medidos para de esta manera detectar posibles fugas. A continuación, se muestra la potencia total que consume el sistema de iluminación:

$$Potencia consumida = 2(38 + 26 + 20 + 38)W$$

$$Potencia consumida = 244W$$

Considerando que el sistema de iluminación trabaja 6 horas/día, operando 24 días al mes, durante los 12 meses del año, la energía consumida por el sistema de iluminación será de:

$$Energia consumida por mes = 244W * \frac{6h}{dia} * \frac{24dias}{mes}$$

$$Energia consumida por mes = 35 136Wh/mes$$

Luego:

$$\text{Energía consumida por año} = 35\,136 \frac{\text{Wh}}{\text{mes}} * \frac{12\text{mes}}{1\text{año}}$$

$$\text{Energía consumida por año} = 421.63\text{kWh/año}$$

Sin embargo, la energía promedio medida que se realizó para el sistema de iluminación fue el siguiente:

Tabla n° 25: Medición promedio del voltaje y corriente consumida por el sistema de luminarias durante los meses de Julio 2022 hasta enero 2023

Año	Mes	Sistema de Luminarias	
		Voltaje	Corriente
		V	A
2022	Julio	214.80	1.34
	Agosto	218.42	1.40
	Setiembre	217.64	1.39
	Octubre	216.94	1.38
	Noviembre	218.40	1.42
	Diciembre	218.90	1.34
2023	Enero	220.00	1.32
	Febrero	216.82	1.42
	Marzo	214.65	1.38
Promedio		217.87	1.38

Fuente: Elaboración Propia

Donde el voltaje promedio es de 217.87 V y la corriente promedio es de 1.38 A, luego la potencia consumida por el sistema de iluminación es de 299.57W.

Considerando que el sistema de iluminación trabaja 6 horas/día, operando 24 días al mes, durante los 12 meses del año, la energía medida que consume el sistema de iluminación será de:

$$\text{Energía medida consumida por mes} = 299.57\text{W} * \frac{6\text{h}}{\text{día}} * \frac{24\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Energía consumida por mes} = 43\,138.08 \text{ Wh/mes}$$

$$\text{Energía consumida por año} = 43\,138.08 \frac{\text{Wh}}{\text{mes}} * \frac{12\text{mes}}{1\text{año}}$$

$$\text{Energía consumida por año} = 517.66 \text{ kWh/año}$$

Realizando una comparación del consumo de energía, se llega a la conclusión que hay un porcentaje de energía que se pierde:

$$\text{perdida de energía} = 517.66 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} - 421.63 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

$$\text{perdida de energía} = 96.03 \text{ kWh/año}$$

Esa energía que se pierde, es posible ahorrarla, mejorando las líneas de distribución eléctrica para el sistema de iluminación. El ahorro económico será:

$$\text{Ahorro} = 96.03 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{\text{S}/0.8418}{\text{kWh}}$$

$$\text{Ahorro anual} = \text{S}/.80.84$$

A continuación, se muestra la inversión que se debe realizar para el ahorro:

Tabla n° 26: Líneas de distribución del sistema de luminarias

Actividad a realizar	Inversión (S/.)
Adquirir los materiales necesarios para el cambio de las líneas de distribución al sistema de iluminación	850
Instalación	150
Total	1000

Fuente: elaboración propia

Cabe mencionar que en el sistema de iluminación anterior todos focos eran fluorescentes los cuales han sido cambiados por led modelo esférico siendo además de clase A su etiqueta de eficiencia energética, de acuerdo a la normativa IEC 62612.

- En las líneas de carga de energía eléctrica, se detectó que una de ellas presenta fugas de corriente, por lo que se recomienda realizar un cambio en los cables de dicho sistema ya que los cables pueden estar deteriorados causando fugas eléctricas y hasta podrían provocar peligrosos cortocircuitos. En la línea de alimentación que alimenta a la bomba para el proceso de osmosis, se detectó que habían fugas de corriente, lo que es perjudicial para la planta ya que puede ocasionar paras forzadas o accidentes. Cabe mencionar que la planta no cuenta con un sistema de puesta a tierra, lo que ocasionaría un peligro mayor. Por lo que se recomienda cambiar los cables de alimentación a ese puerto por uno de mayor resistencia y así evitar sobrecalentamiento en las líneas de alimentación al motor. Esto ayudara a prevenir paras innecesarias en la empresa, así como también a prevenir posibles accidentes.
- Asimismo, se recomienda realizar sus respectivos mantenimientos de las instalaciones eléctricas de la planta para evitar paras innecesarias además de contar con un alto grado de seguridad y confiabilidad. Por lo que se sugiere la implementación de un programa de mantenimiento.
- Para mejorar la eficiencia energética eléctrica de la empresa ha de ser necesario ejecutar las propuestas de ahorro de energía eléctrica antes mencionadas. Para lo cual es necesario analizar la viabilidad de poder ejecutarlas realizando un análisis económico:

$$Inversion = S/.1800 - S/.300 + S/.1000 = S./2500$$

$$Ahorro = S/.747.70$$

Luego el periodo simple de recuperación es de:

$$PSR = \frac{2500}{747.7} = 3.34 \approx 4 \text{ años}$$

Posterior a ello, determinamos el VAN (Valor actual neto) y determinar si el proyecto es atractivo o no. Considerando 5 años el tiempo de vida del proyecto con una tasa de interés del 12%, se tiene que:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FN_n}{(1+i)^n}$$

$$VAN = S/.195.29$$

Por último, determinamos la TIR (Tasa interna de retorno):

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FN_n}{(1+TIR)^n}$$

$$TIR = 15\%$$

- Por último, se evaluó el impacto de los equipos electromecánicos en el consumo de energía total, para lo cual se estudió el consumo promedio de energía eléctrica durante todo el año 2022, y se hizo una comparación con el consumo energético eléctrico que consumen los equipos electromecánicos, así como también el consumo eléctrico que consumen el sistema de luminarias en dicho año.

Tabla n°27: Historial de consumo eléctrico mensual

Historia de consumo eléctrica de la planta de agua		
Año	Mes	Consumo kWh
2022	Enero	20
	Febrero	46
	Marzo	107
	Abril	41
	Mayo	38
	Junio	16
	Julio	14
	Agosto	16
	Setiembre	15
	Octubre	16
	noviembre	33
	Diciembre	63
Promedio		35.4

Fuente: elaboración propia

Del cuadro se puede apreciar que la energía facturada promedio es de 35.4kWh/día, lo que equivale a 1062kWh/mes.

El consumo del sistema iluminación mensual es de:

$$2 * (38 + 20 + 26 + 38)w * \frac{6h}{dia} * \frac{24dias}{1mes} = 35.14kWh/mes$$

La energía consumida por los equipos electromecánicos durante el año 2022, trabajando 1200 horas durante ese año, es el siguiente:

$$7160W * 1200 \frac{h}{año} = 8592 kWh/año$$

Luego, el consumo de energía mensual promedio consumido por los equipos será de:

$$8592 \frac{kWh}{año} * \frac{1año}{12 meses} = 716kWh/mes$$

Entonces, la energía promedio mensual consumida por los motores y el sistema de iluminación es de:

$$716 \frac{kWh}{mes} + 35.14 \frac{kWh}{mes} = 751.14 \frac{kWh}{mes}$$

El cual equivale a 25.04kwh de energía consumida al día por los equipos electromecánicos y sistema de iluminación.

Luego, la cantidad de energía consumida por otros equipos tales como laptop, ventilador, cámaras de seguridad, generador de ozono, entre otros, además de las perdidas es el siguiente:

$$1062 \frac{kWh}{mes} - 751.14 \frac{kWh}{mes} = 310.86 \frac{kWh}{mes}$$

De esto, se llega a la conclusión que el consumo de energía eléctrica de los equipos electromecánicos representa 67.4% de la energía consumida total, el sistema de iluminación representa el 3.31% de la energía consumida total, mientras que los otros equipos que utiliza la empresa además de la energía eléctrica facturada no aprovechada (probables perdidas) representan el 29.29% del consumo total de la energía eléctrica.

Para finalizar podemos afirmar que los equipos electromecánicos son los equipos que tienen un mayor consumo energético eléctrico. Mientras que el sistema de iluminación representa una mínima parte de la cantidad energética total.

El estudio realizado muestra que es posible ahorrar 888.03 kWh/año, lo cual se traduce en un ahorro de S/.747.7 al año en la empresa embotelladora de agua ozonizada “CRISSTALY” a través de la mejora en sus sistemas eléctricos a corto plazo.

CONCLUSIONES

El estudio y análisis energético eléctrico realizado en los equipos electromecánicos de la empresa embotelladora de agua de mesa ozonizada “CRISSTALY” influye positivamente ya que no solo permite el ahorro de energía eléctrica, sino también a evitar posibles accidentes debido a fugas de corrientes, pues permite tener un conocimiento más claro y detallado de lo que significa eficiencia energética y propone alternativas de ahorro y mejora para su aplicación en el sector industrial, con lo cual puede servir de guía para empresas dedicadas al mismo rubro de producción.

Al realizar el análisis energético en la planta se pudo apreciar que algunos equipos no operaban correctamente por lo que se hizo propuestas de ahorro energético tales como el cambio de motores por uno de mayor eficiencia, cambiar las líneas de distribución eléctrica para el sistema de iluminación e implementar un programa de mantenimiento para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica.

Al elaborar el diagnóstico energético se pudo conocer que la energía consumida promedio desde enero del 2022 hasta marzo del 2023 es de 46.7kWh para una producción promedio mensual de 3342 bidones de agua. Luego para producir 1bidon de agua de 20 litros de capacidad se requiere en promedio 14.53Wh. La producción para una jornada de trabajo completa en promedio es de 97.45 bidones/día.

Realizar el esquema energético de la planta permite identificar las zonas donde se realizará el estudio además de las mediciones respectivas para cada área de trabajo.

Las propuestas planteadas permiten un incremento en la eficiencia energética eléctrica, así como un ahorro por consumo de energía eléctrica que de ser implementadas lograran ser sostenibles en el tiempo sin afectar los estándares de calidad de producción y sin reducir su capacidad de producción, llegando a ser más eficientes y orientados a la mejora continua.

La inversión para ejecutar el proyecto es de S/. 2500. Considerando el tiempo de vida del proyecto de 5 años y evaluado con una tasa de interés del 12% se obtuvo que el VAN es de S/. 195.29 y la TIR es de 15%, con un periodo de retorno del capital de 3,34 años.

La metodología usada para elaborar el diagnostico energético en la planta permite realizar un análisis energético, así como elaborar los índices energéticos el cual permitirá identificar los puntos de mejora.

RECOMENDACIONES

Para mejorar el sistema y eficiencia energética eléctrica de la planta de agua “CRISSTALY” es importante concientizar a todo el personal del uso eficiente de la energía eléctrica, a fin de que todos cooperen en la mejora continua y tener mejores resultados.

La empresa al tomar la posición de mejorar su eficiencia energética deberá de seguir orientado en la mejora continua, teniendo un plan de monitoreo y control, además de estrategias tales como realizar un diagnóstico energético cada 4 meses, revisión general de los suministros eléctricos que permitan tener mayores eficiencias y mejores tecnologías.

Se recomienda a las empresas que se dedican al mismo rubro de trabajo y en general a todo el sector industrial, que no solo se preocupen en producir productos de calidad, sino también en mejorar su eficiencia energética ya que, con esto obtendrán mayores ahorros económicos y por ende mayores ganancias, además de contribuir indirectamente a reducir el consumo de dióxido de carbono, esto debido a que sus gastos energéticos disminuyen.

Para un estudio óptimo de los sistemas eléctricos se recomienda contar con todos los instrumentos necesarios para las medidas respectivas, además de conocer cómo funciona cada proceso de la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TESIS:

Acosta, J. (2015), Análisis y mejoramiento de la eficiencia. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

Alcantara, D. (2021). Estudio de eficiencia energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en el molino el Lirio S.A.C. ubicado en la prolongación Grau y Evitamiento en la Victoria, provincia de Chiclayo y Lambayeque [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

Ayala Z. (2019). Diseño e instalación de un sistema de intercambio iónico y osmosis inversa para eliminar sales y minerales presentes en el proceso de tratamiento de agua de la planta EXSA S.A. [Título profesional, Universidad Nacional del Santa].

Bustamante, C. & Salas, A. (2018). Estudio de la eficiencia energética para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en una empresa embotelladora industrial de agua de la región del Cusco. [Título profesional, Universidad Nacional de San Antonio ABAD del Cusco].

Capitán, A. (2018). Auditoria energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la industria arrocera molinera del centro S.C.R.L. ubicado en el distrito de Lambayeque. [Título profesional, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

Díaz, D. (2018). Auditoria energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la planta procesadora el Lirio S.A.C. ubicado en el distrito de la Victoria – Chiclayo – Lambayeque [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

Fiestas J. (2020). Diseño de una Planta de producción de agua de mesa en la provincia de Sechura, [Título profesional, Universidad de Piura].

- Figuerola, E. (2015). 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. [Título profesional, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador].
- Gómez, H. & Morales, C. (2019). AUDITORIA ELÉCTRICA EN INDUSTRIA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS INPROLAC S.A. [Título profesional, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador].
- Mamani J., Hualla G. (2011). Proyecto de Instalación de una Planta Embotelladora de Agua de Mesa y Agua Saborizada (Proyecto de Pre- Factibilidad), [Título profesional, Universidad Nacional de San Antonio ABAD de Cusco].
- Méndez, J. (2004). Corrector del factor de potencia reductor – elevador monofásico. [Título profesional, Universidad de las Américas Puebla, México].
- Sánchez, H. (2019). Auditoria eléctrica en industria de productos alimenticios Inprolac S.A. Tesis para optar el título de Ingeniero Eléctrico en la Escuela Politécnica Nacional. Ecuador.
- Schafer M., Fobello E. (2014). Cálculos de instalaciones e inversión Planta de Tratamiento de Agua de Mesa Envasada. [Título profesional, Universidad Nacional de la Pampa. Argentina].
- Semino F. (2015). Producción de Agua de Mesa por Ósmosis Inversa para Autoabastecimiento de UDEP. [Título profesional, Universidad de Piura].
- Sinche, J. & Urbina, J. (2011). Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia S.A.C. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte].

Villavicencio R. (2022). Rediseño de Planta para Incrementar la Capacidad de Producción de Agua de Mesa del grupo VIZA S.R.L en Piura, [Título profesional, Universidad Nacional de Piura].

Vintimilla, V & Paladines P. (2012), Auditoría eléctrica a la fábrica de cartones nacionales CARTOPEL. [Título profesional, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador].

TEXTOS:

Ballcells, J., & Autonell, J. (2010). Eficiencia en el Uso de la Energía Eléctrica Tomo III. Barcelona: CIRCUTOR.

Ciro Quispe, Enrique y Mantilla Peñalba, Luis (2004) MOTORES ELÉCTRICOS DE ALTA EFICIENCIA. Revista Energía y Computación, 12(2000), (1-10)

FONAM. (2013). Fortalecimiento del Uso Eficiente de la Energía en las Regiones del Perú. Lima: FONAM (Fondo Nacional del Ambiente).

Harper, E. (2001). Curso de Transformadores y Motores de Inducción. México DF: Grupo Noriega Editores.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2007). Metodología de la Investigación, 4ta Edición. México DF: Mc Graw Hill.

PROCOBRE. (2000). Uso Eficiente de la Energía Eléctrica. Santiago de Chile: PROCOBRE.

Riquelme Donoso, I. D., & Avellaneda López, J. L. (2020). Eficiencia Energética: Tendencia global y su relación con los sectores económicos del Perú. 39

Serra, J. (2009). Guía Técnica de Eficiencia Energética Eléctrica. Barcelona: CIRCUTOR.

LINKOGRAFIA:

Agua sin Plástico (2019). Comparación Ósmosis Inversa y Espring.
<http://www.aguasinplastico.com/comparacion-osmosis-inversa-y-espring/>

AQUASISTEC. (s.f.). Solución de Tratamiento de Agua.
<https://www.aguasistec.com.pe/>

Fernández, J. (2021). Eficiencia Energética en el Sector Industrial.
<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orquestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>

HYDROTECH PERU IMPORT E.I.R.L. Agua de Mesa. (s.f.).
<https://www.hpi.com.pe/content/>

La eficiencia Energética y la Competitividad Empresarial. Cartilla de la Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético (s.f.).
<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/5-CartillaAlimentos.pdf>

MEGAOZONO (s.f.). Filtro de sedimentos. <https://megaozono.pe/product/filtro-de-sedimentos/>

Ministerio de Minas y Energía (2007). Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas, Bogotá. Obtenido de:
https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/handle/001/902/upme_217_auditorias_energeticas_2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINEM. (2018). Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético. Obtenido de
http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/11_%20guia%20agroindustria%20D GEE.pdf

Quispe, E. & Mantilla, L. (2004). Motores eléctricos de alta eficiencia. Obtenido de:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1936/Motores%20el%C3%A9ctricos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TECSUP. (2016). Auditoria y Eficiencia Energética. Lima: TECSUP.

SAMSA. (2008). www.elaguapotable.com. Obtenido de
[http://www.elaguapotable.com/
Proceso%20potabilizaci%C3%B3n\(Sansa\).pdf](http://www.elaguapotable.com/Proceso%20potabilizaci%C3%B3n(Sansa).pdf)

ANEXOS:

Anexo n° 01: Desagregado del presupuesto

Anexo n° 02: Etapas del diagnóstico energético

Anexo n° 03: Evidencia del trabajo realizado en la Planta de Agua

Anexo n° 04: Recibos de luz de la Planta de Agua

Anexo n° 05: Esquema Planta agua de Mesa “Crisstaly”

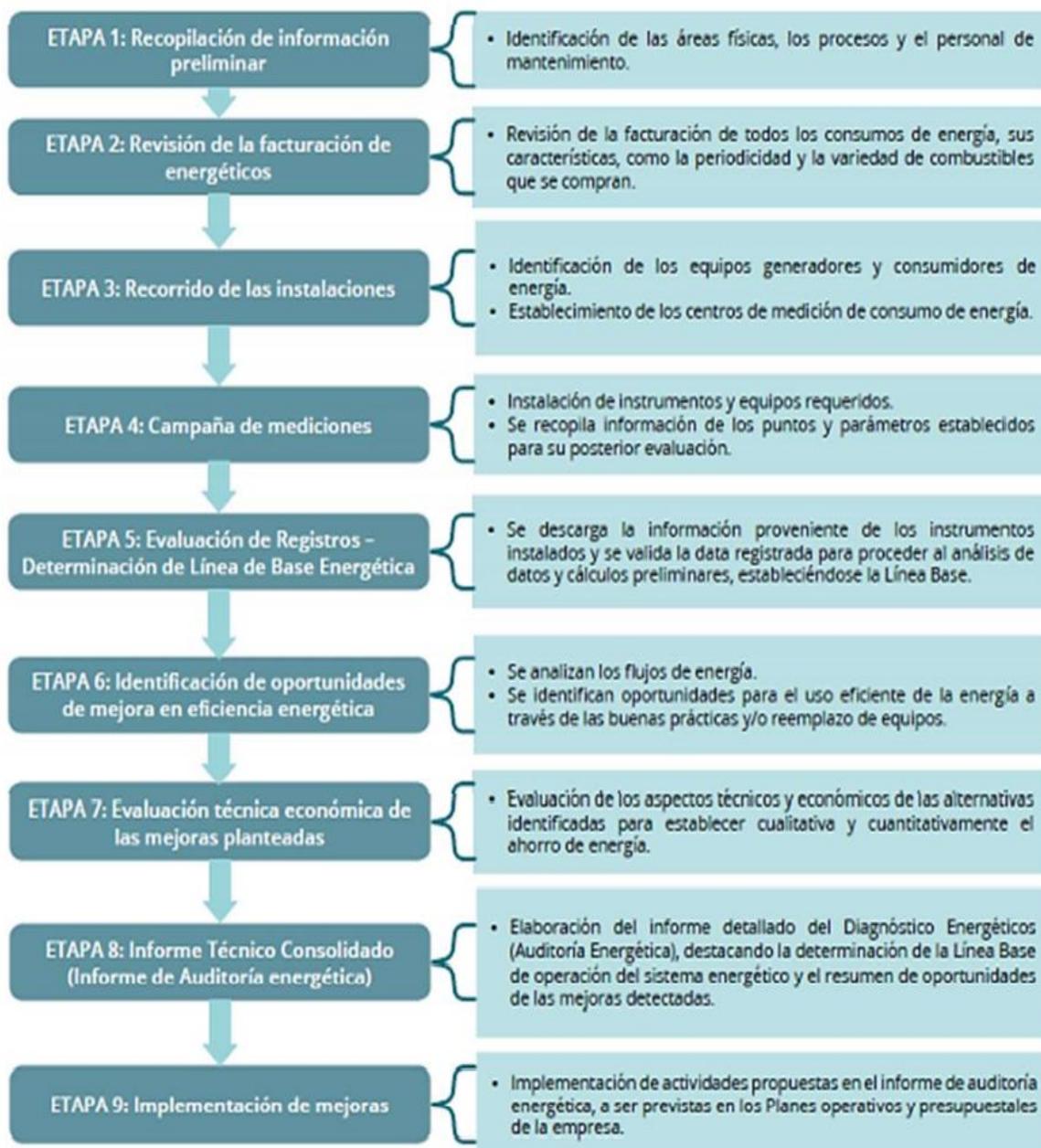
Anexo n° 06: Diagrama Unifilar

Anexo n° 01: Desagregado del Presupuesto

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	MONTO (S/.)	
		PARCIAL	TOTAL
A.1	BIENES		3,200.00
A.1.1	Materiales de Escritorio.	800.00	
A.1.2	Materiales de Procesamiento de Datos.	2,400.00	
A.2	SERVICIOS		2,300.00
A.2.1	Arrendamiento de Equipos.	1,100.00	
A.2.2	Impresiones.	400.00	
A.2.2	Fotocopiados	400.00	
A.2.3	Empastados	200.00	
A.2.4	Anillados	100.00	
A.2.5	Ploteo de Planos.	100.00	
	<i>SUB TOTAL</i>		5,500.00
	<i>IMPREVISTOS (10% DEL SUBTOTAL)</i>		550.00
	TOTAL		6,050.00

Fuente: Elaboración Propia

Anexo n° 02: Etapas del diagnóstico energético.



Fuente: (MINEM, 2018, pág. 25)

Anexo n° 03: Evidencia del trabajo realizado en la Planta de Agua.



Foto n°01: Toma de dato de amperaje y voltajes en la llave general.



Foto n°02: Área de acopio de bidones



Foto n°03: Equipo de llenado de bidones



Foto n°04: Filtros, equipo de osmosis inversa y tanque de agua



Foto n°05: Medición de corriente en tablero de osmosis inversa



Foto n°06: Revisando el correcto funcionamiento del tablero de control

Anexo n°04: Recibos de luz de la Planta de Agua

Para Consultas, su código es: **48934671**
Haro Castro, Maria Esther
 Mz. 15 Lote 26 PP.JJ. Miraflores Bajo Etapa
MIRAF.BAJO 15-26

Hidrandina
RUC: 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-340437	Recibo por Consumo del 25/12/2021 al 24/01/2022	
Sist. Eléctrico	SE0119 Chimbote (Sa (ST2)	Cargo Fijo	3.87
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.30
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Energía Activa(S/ 16.1300+ 0.7167 x 31.0000 Kwh)	38.35
Medidor N°	000000605787281 - Electrón.	Interés de Convenio (DU-062) (17/24)	0.71
Hilos	2	Alumbrado Público (Alícuota - S/ 0.5728)	4.01
Lectura Anterior	12,957.00 (24/12/2021)	Interés Compensatorio	0.51
Lectura Actual	13,018.00 (24/01/2022)	SUB TOTAL	48.75
Diferencia de Lectura	61.00	Imp. Gral. a las Ventas	8.78
Factor	1.0000	Interés Moratorio	0.03
Consumo	61.00 kWh	Saldo por redondeo	-0.01
Cons. Prom.(6)	93.00 kWh	Fraccionamiento DU 062-2020 (S/ 822.90) (17/24)	34.29
Potencia Contratada	1.00 kW.	Aporte Ley Nro. 28749 0.0092	0.56
Inicio Contrato	19/08/2011	TOTAL RECIBO DE ENERO-2022	92.40
Término Contrato	18/08/2022	Deuda Anterior (1 Mes.)	221.20
Fecha Emisión	29/01/2022	Descuento FOSE(Ley N°27510) S/ 5.37	

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

Año 2022

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Nov - 2021 S/ 168.00	Dic - 2021 S/ 221.20

Fecha Corte:16/02/2022

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

FECHA DE VENCIMIENTO **15/02/2022**

TOTAL A PAGAR S/ ***313.60**

RECIBO N° 3331-29630304
Chimbote / Santa / Ancash/

Febrero-2022



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **48934671**

Haro Castro, Maria Esther

Mz. 15 Lote 26 PP.JJ. Miraflores Bajo Etapa
MIRAF.BAJO 15-26

RUC: 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-340437	Recibo por Consumo del 25/01/2022 al 21/02/2022	
Sist. Eléctrico	SED119 Chimbote (Sa (ST2))	Cargo Fijo	3.88
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.29
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Energía Activa(S/ 16.1300+ 0.7168 x 50.0000 Kwh)	51.97
Medidor N°	00000605787281 - Electrón.	Interés de Convenio (DU-062) (18/24)	0.58
Hilos	2	Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.5693)	3.92
Lectura Anterior	13,018.00 (24/01/2022)	Interés Compensatorio	0.63
Lectura Actual	13,098.00 (21/02/2022)	SUB TOTAL	62.27
Diferencia de Lectura	80.00	Imp. Gral. a las Ventas	11.21
Factor	1.0000	Interés Moratorio	0.09
Consumo	80.00 kWh	Fraccionamiento DU 062-2020 (S/ 822.90) (18/24)	34.29
Cons. Prom./6	103.17 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0092	0.74
Potencia Contratada	1.00 kW.	TOTAL RECIBO DE FEBRERO-2022	108.60
Inicio Contrato	19/08/2011	Descuento FOSE(Ley N°27510) S/ 5.37	
Término Contrato	18/08/2022		
Fecha Emisión	26/02/2022		

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Dic - 2021 S/ 221.20	Ene - 2022 S/ 92.40

GRUPO DALERMO S. R. L. RUC: 20314908717

FECHA DE VENCIMIENTO **15/03/2022**

TOTAL A PAGAR **S/ *****108.60**

RECIBO N° S551-30014842

Marzo-2022

Chimbote / Santa / Ancash/



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **48934671****Haro Castro, Maria Esther**Mz. 15 Lote 26 PP.JJ. Miraflores Bajo Etapa
MIRAF.BAJO 15-26**RUC: 20132023540**

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO

Tensión y SED	220 V - BT / D-340437
Sist. Eléctrico	SE0119 Chimbote (Sa (ST2)
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial
Medidor N°	000000605787281 - Electrón.
Hilos	2
Lectura Anterior	13,098.00 (21/02/2022)
Lectura Actual	13,173.00 (24/03/2022)
Diferencia de Lectura	75.00
Factor	1.0000
Consumo	75.00 kWh
Cons. Prom.(6)	110.83 kWh
Potencia Contratada	1.00 kW.
Inicio Contrato	19/08/2011
Término Contrato	18/08/2022
Fecha Emisión	29/03/2022

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717



Importe 2 Últimos Meses Facturados

Ene - 2022 S/ 92.40	Feb - 2022 S/ 108.60
---------------------	----------------------

Fecha Corte:19/04/2022

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.



IMPORTES FACTURADOS

Recibo por Consumo del 22/02/2022 al 24/03/2022	
Cargo Fijo	3.88
Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.29
Energía Activa(S/ 16.1300+ 0.7169 x 45.0000 Kwh)	48.39
Interés de Convenio (DU-062) (19/24)	0.56
Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.5927)	4.15
Interés Compensatorio	0.27
SUB TOTAL	58.54
Imp. Gral. a las Ventas	10.54
Interés Moratorio	0.01
Redondeo	0.03
Fraccionamiento DU 062-2020 (S/ 822.90) (19/24)	34.29
Aporte Ley Nro. 28749 0.0092	0.69
TOTAL RECIBO DE MARZO-2022	104.10
Deuda Anterior (1 Mes.)	108.60
Desuento FOSE(Ley N°27510) S/ 5.38	

SI TIENES UN NEGOCIO O EMPRESA, ÚNETE AL



¡Todas las empresas y establecimientos cuentan!

FECHA DE VENCIMIENTO

18/04/2022**TOTAL A PAGAR S/ *****212.70**

RECIBO N° S551-30173494

Abril-2022

Chimbote / Santa / Ancash/



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **48934671**

Haro Castro, María Esther

Mz. 15 Lote 26 PP.JJ. Miraflores Bajo Etapa
MIRAF.BAJO 15-26

RUC: 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-340437	Recibo por Consumo del 25/03/2022 al 23/04/2022	
Sist. Eléctrico	SE0119 Chimbote (Sa (ST2))	Cargo Fijo	3.94
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.30
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Energía Activa(S/ 16.1900+ 0.7196 x 45.0000 Kwh)	48.57
Medidor N°	000000605787281 - Electrón.	Interés de Convenio (DU-062) (20/24)	0.47
Hilos	2	Alumbrado Público (Alicuota - S/ 0.5728)	4.01
Lectura Anterior	13,173.00 (24/03/2022)	Interés Compensatorio	0.32
Lectura Actual	13,248.00 (23/04/2022)	SUB TOTAL	58.61
Diferencia de Lectura	75.00	Imp. Gral. a las Ventas	10.55
Factor	1.0000	Interés Moratorio	0.02
Consumo	75.00 kWh	Saldo por redondeo	-0.03
Cons. Prom.(6)	122.33 kWh	Redondeo	-0.03
Potencia Contratada	1.00 kW.	Fraccionamiento DU 062-2020 (S/ 822.90) (20/24)	34.29
Inicio Contrato	19/08/2011	Aporte Ley Nro. 28749 0.0092	0.69
Término Contrato	18/08/2022	TOTAL RECIBO DE ABRIL-2022	104.10
Fecha Emisión	28/04/2022	Deuda Anterior (1 Mes.)	104.10
		Descuento FOSE(Ley N°27510) S/ 5.40	

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

Año 2022

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Feb - 2022 S/ 108.60	Mar - 2022 S/ 104.10

Fecha Corte: 18/05/2022

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

FECHA DE VENCIMIENTO **17/05/2022**

TOTAL A PAGAR S/ ***208.20**

¡TIENES UN NEGOCIO O EMPRESA, ÚNETE AL

¡Todas las empresas y establecimientos cuentan!

RECIBO N° S551-30332507
Chimbote / Santa / Ancash/

Mayo-2022



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **48934671**

Haro Castro, Maria Esther

Mz. 15 Lote 26 PP.JJ. Miraflores Bajo Etapa
MIRAF.BAJO 15-26

RUC: 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-340437	Recibo por Consumo del 24/04/2022 al 24/05/2022	
Sist. Eléctrico	SE0119 Chimbote (Sa (ST2)	Cargo Fijo	4.20
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reparación y Mantenimiento de la Conexión	1.32
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Energía Activa(S/ 0.7626 x 116.0000 Kwh)	88.46
Medidor N°	000000605787281 - Electrón.	Interés de Convenio (DU-062) (21/24)	0.41
Hilos	2	Alumbrado Público (Aícuota : S/ 0.6175)	7.41
Lectura Anterior	13,248.00 (23/04/2022)	Interés Compensatorio	0.36
Lectura Actual	13,364.00 (24/05/2022)	SUB TOTAL	102.16
Diferencia de Lectura	116.00	Imp. Gral. a las Ventas	18.39
Factor	1.0000	Interés Moratorio	0.06
Consumo	116.00 kWh	Saldo por redondeo	0.03
Cons. Prom.(6)	100.83 kWh	Redondeo	0.01
Potencia Contratada	1.00 kW.	Fraccionamiento DU 062-2020 (S/ 822.90) (21/24)	34.29
Inicio Contrato	19/08/2011	Aporte Ley Nro. 28749 0.0092	1.07
Término Contrato	18/08/2022	TOTAL RECIBO DE MAYO-2022	156.00
Fecha Emisión	29/05/2022	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 4.34	

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 20314908717

Mar - 2022 S/ 104.10	Abr - 2022 S/ 104.10
----------------------	----------------------

FECHA DE VENCIMIENTO

16/06/2022

TOTAL A PAGAR S/ ***156.00**

SI TIENES UN NEGOCIO O EMPRESA, ÚNETE AL
¡Todas las empresas y establecimientos cuentan!

RECIBO N° S551-30640189
Chimbote / Santa / Ancash/

Julio-2022



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **48934671**

Haro Castro, Maria Esther

Mz. 15 Lote 26 PP.JJ. Miraflores Bajo Etapa
MIRAF.BAJO 15-26

RUC: 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-340437	Recibo por Consumo del 24/06/2022 al 24/07/2022	
Sist. Eléctrico	SE0119 Chimbote (Sa (ST2)	Cargo Fijo	4.09
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.34
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Energía Activa(S/ 16.5139+ 0.7340 x 66.0000 Kwh)	64.95
Medidor N°	000000605787281 - Electrón.	Interés de Convenio (DU-062) (23/24)	0.21
Hilos	2	Alumbrado Público (Aícuota : S/ 0.6157)	4.31
Lectura Anterior	13,492.00 (23/06/2022)	Interés Compensatorio	1.06
Lectura Actual	13,588.00 (24/07/2022)	Ajuste Tarifario	0.02
Diferencia de Lectura	96.00	SUB TOTAL	75.98
Factor	1.0000	Imp. Gral. a las Ventas	13.68
Consumo	96.00 kWh	Interés Moratorio	0.11
Cons. Prom.(6)	89.17 kWh	Saldo por redondeo	-0.01
Potencia Contratada	1.00 kW.	Redondeo	-0.03
Inicio Contrato	19/08/2011	Fraccionamiento DU 062-2020 (S/ 822.90) (23/24)	34.29
Término Contrato	18/08/2022	Aporte Ley Nro. 28749 0.0092	0.88
Fecha Emisión	29/07/2022	TOTAL RECIBO DE JULIO-2022	124.90
		Deuda Anterior (1 Mes.)	167.20
		Desuento FOSE(Ley N°27510) S/ 5.51	
Importe 2 Últimos Meses Facturados			
May - 2022 S/ 156.00		Jun - 2022 S/ 167.20	
Fecha Corte:17/08/2022			
Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.			

FECHA DE VENCIMIENTO **16/08/2022**

TOTAL A PAGAR **S/ *****292.10**



RECIBO N° S551-30811659

Agosto-2022

Chimbote / Santa / Ancash/



Hidrandina

Para Consultas, su código es: **48934671**

Haro Castro, Maria Esther

Mz. 15 Lote 26 PP.JJ. Miraflores Bajo Etapa

Ref.: **MIRAF.BAJO 15-26**

20132023540

RUC: 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-340437	Recibo por Consumo del 25/07/2022 al 24/08/2022	
Sist. Eléctrico	SE0119 Chimbote (Sa (ST2)	Cargo Fijo	4.15
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento	1.36
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Ene. Activa(S/ 16.9432 + 0.7530 x 65.0000 kWh)	65.89
Medidor N°	000000605787281 - Electrón.	Interés de Convenio (DU-062) (55100146167)	0.11
Hilos	2	AlumbradoPublico (Alicuota : S/ 0.6563)	4.59
Lectura Anterior	13,588.00 (24/07/2022)	Interés Compensatorio	0.58
Lectura Actual	13,683.00 (24/08/2022)	SUB TOTAL	76.68
Diferencia de	95.00	Imp. Gral. a las Ventas	13.80
Factor	1.0000	Interés Moratorio	0.09
Consumo	95.00 kWh	Saldo por redondeo	0.03
Cons. Prom.(6	95.00 kWh	Diferencia de redondeo	0.04
Potencia	1.00 kW.	Fraccionamiento DU 062-2020 (S/ 822.90) (24/24)	34.29
Inicio Contrato	19/08/2011	Aporte Ley Nro. 28749 0.0092	0.87
Término Contrato	18/08/2023	TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2022	125.80
Fecha Emisión	29/08/2022	Descuento FOSE(Ley N°27510) S/ 5.65	

GRUPO PALERMO S.R.L. RUC: 2003450817

Año 2022

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Jun - 2022 S/ 167.20	Jul - 2022 S/ 124.90

CAMPAÑA DE FACILIDADES DE PAGO DE DEUDA, CUOTA INICIAL MÍNIMO EL 10% Y EL SALDO A PAGAR HASTA EN 18 CUOTAS. ¡ACÉRCATE CON TU DNI DE L A V, DE 8 A 4 PM A NUESTRAS OFICINAS!

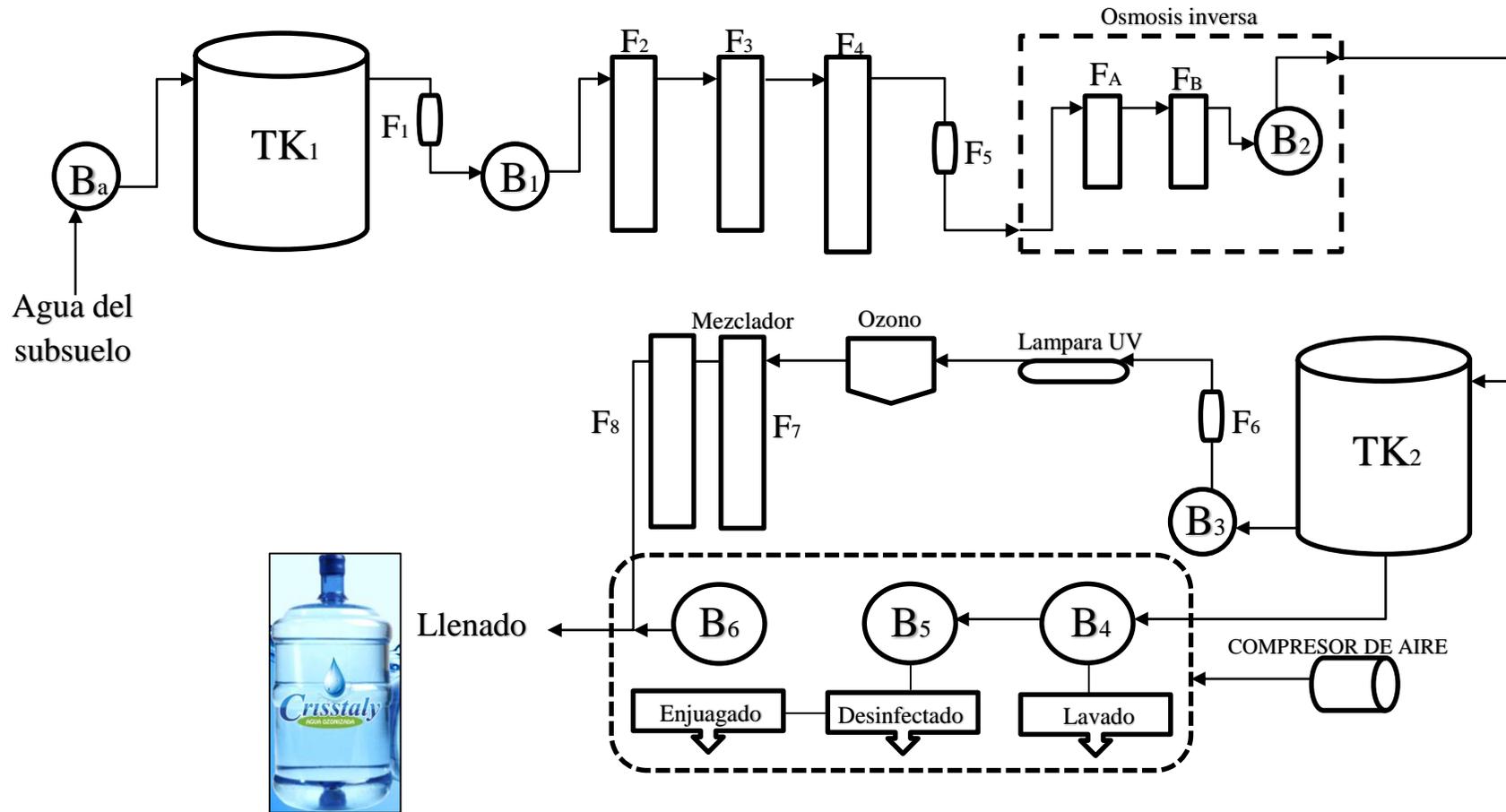
- PARA DEUDAS DE 3 A MÁS RECIBOS.

FECHA DE VENCIMIENTO **16/09/2022**

TOTAL A PAGAR S/ *****125.80

Anexo n° 05: Esquema Planta agua de Mesa “Crisstaly”

ESQUEMA PLANTA DE AGUA DE MESA “CRISSTALY”



Fuente: Elaboración Propia

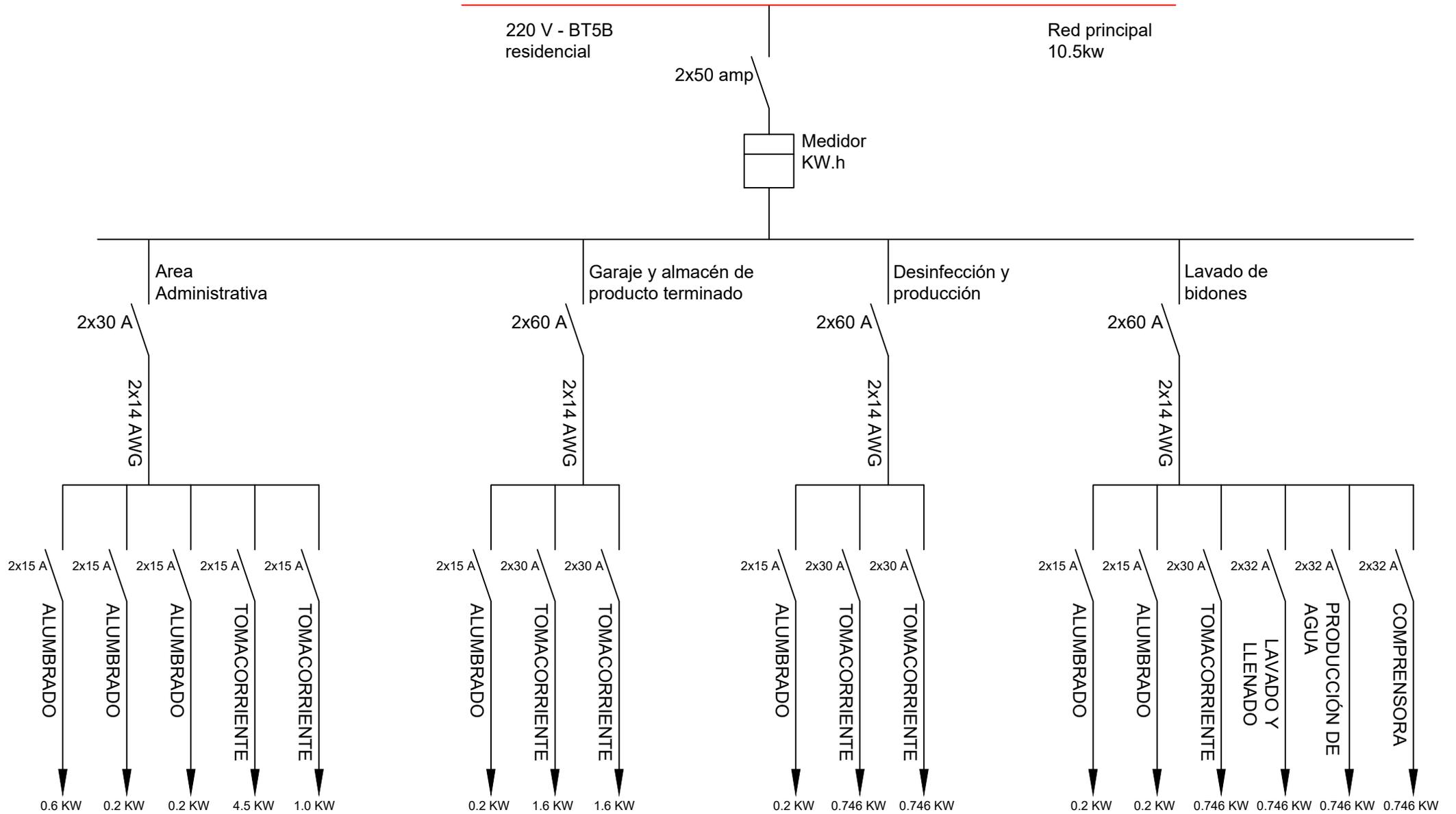


DIAGRAMA UNIFILAR DE LA PLANTA DE AGUA "CRISSTALY"



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, Roy Fran Lopez Risco, Bachiller de la

Facultad:	Ciencias	Educación	Ingeniería	X
Escuela Profesional:	Ingeniería en Energía			
Departamento Académico:	Energía, Física y Mecánica			
Escuela de Pos Grado	Maestría	Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

“ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE UNA PLANTA DE EMBOTELLAMIENTO DE AGUA OZONIZADA Y SU INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN”

presentado en folios, para la obtención del Grado académico ()

Título Profesional X Investigación Anual ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 05 de octubre de 2023

Firma:

Nombres y Apellidos: Roy Fran Lopez Risco

DNI: 45737436



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Oscar Fernando Pérez Pinedo asesor del trabajo de investigación de la

Facultad:	Ciencias	Educación	Ingeniería	x
-----------	----------	-----------	------------	---

Departamento Académico:	Energía Física y Mecánica
-------------------------	---------------------------

Escuela de Pos Grado	Maestría	Doctorado
----------------------	----------	-----------

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa. Asesor / Unidad de Investigación revisora del trabajo de Investigación intitulado:

“ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE UNA PLANTA DE EMBOTELLAMIENTO DE AGUA OZONIZADA Y SU INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN”

De los estudiantes:

Sanchez Bautista Gerson Armando
Lopez Risco Roy Fran

De la escuela / departamento académico: Ingeniería en Energía

Constato que la investigación presentada tiene un porcentaje de similitud del 13% el cual se verifica con el reporte de originalidad de la aplicación Turnitin adjunto.

Quién suscribe la presente, declaro el haber analizado dicho reporte y concluyo que las coincidencias detectadas no se conforman como plagio. A mi claro saber y entender, la investigación cumple con las normas de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 05 de octubre de 2023

Firma:

Nombres y Apellidos del Asesor: Oscar Fernando Pérez Pinedo

DNI: 32739412



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, Gerson Armando Sanchez Bautista, Bachiller de la

Facultad:	Ciencias	Educación	Ingeniería	X
-----------	----------	-----------	------------	---

Escuela Profesional:	Ingeniería en Energía
----------------------	-----------------------

Departamento Académico:	Energía, Física y Mecánica
-------------------------	----------------------------

Escuela de Pos Grado	Maestría	Doctorado
----------------------	----------	-----------

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

“ESTUDIO Y ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE UNA PLANTA DE EMBOTELLAMIENTO DE AGUA OZONIZADA Y SU INFLUENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN”

presentado en folios, para la obtención del Grado académico	()
---	-----

Título Profesional	X	Investigación Anual	()
--------------------	---	---------------------	-----

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 05 de octubre de 2023

Firma:

Nombres y Apellidos: Gerson Armando Sanchez Bautista

DNI: 48520995

9	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
11	energiaycomputacion.univalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
13	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
14	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repository.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo