



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas con propuestas de eficiencia energética en la compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta Cia Ltda, ubicada en el cantón Salcedo.

Ganchala Calva, Ana Esthefania y Hermoza Buenaño, Michelle Alexandra

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Ingeniería en Electromecánica

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico

Ing. Torres Vásquez, Katya Mercedes.

Latacunga

19 de enero de 2022



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “**Diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas con propuestas de eficiencia energética en la compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta Cia Ltda, ubicada en el cantón Salcedo**”. fue realizado por las señoritas **Ganchala Calva, Ana Esthefania y Hermoza Buenaño, Michelle Alexandra**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 20 de enero del 2022



Ing. Torres Vásquez Katya Mercedes

C.C.: 0501345615

Reporte de verificación de contenidos





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotras, **Ganchala Calva, Ana Esthefania y Hermoza Buenaño, Michelle Alexandra**, con cédulas de ciudadanía 0502885494 y 1727098095 declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas con propuestas de eficiencia energética en la compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta Cia Ltda, ubicada en el cantón Salcedo”**. Es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 20 de enero del 2022

Ganchala Calva, Ana Esthefania

C.C.:0502885494

Hermoza Buenaño, Michelle Alexandra

C.C.:1727098095



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotras, **Ganchala Calva, Ana Esthefania y Hermoza Buenaño, Michelle Alexandra**, autorizamos a la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas con propuestas de eficiencia energética en la compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta Cia Ltda, ubicada en el cantón Salcedo”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 20 de enero del 2022

Ganchala Calva, Ana Esthefania

C.C.:0502885494

Hermoza Buenaño, Michelle Alexandra

C.C.:1727098095

Dedicatoria

Con mucho amor este proyecto se lo dedico a Dios, por iluminar mi mente y estar siempre presente en mi vida.

A la memoria de mis abuelitos y mi primo Galito que desde el cielo me cuidan y me conducen por el buen camino.

A mis padres Elvia y Marcelo por su sacrificio, paciencia y apoyo incondicional durante este trayecto, a mis hermanos Adán y Michell por su cariño y comprensión, por último, a mi gran amigo Alfonso L, por sus consejos, por su infinito amor y bondad.

Ana Ganchala C.

Dedicatoria

Dedico de manera muy especial esta tesis a mis padres por ser la base de mi formación, por motivarme para culminar mi carrera, por brindarme sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia a lo largo de mi vida estudiantil, a mi tía y abuelita por siempre estar presentes alentándome para alcanzar mis anhelos, a mi novio por su comprensión, su ayuda, su cariño y por nunca soltarme la mano en los tiempos difíciles, a mis amigos por los momentos y risas compartidas.

Michelle Hermoza B.

Agradecimiento

A mi Dios por darme fuerzas para seguir adelante, mis padres por darme la oportunidad de formarme académicamente en esta prestigiosa Universidad. A toda mi familia y amigos que me brindaron su mano a lo largo de mi carrera, gracias por sus consejos. De igual manera agradezco a mi directora de tesis Ing. Katya Torres por la confianza y amistad para realizar este proyecto.

Agradezco a la compañía alimenticia Agua Santa, por permitirnos realizar la tesis concluyendo con éxito, de forma general agradezco a todos los que conforman el departamento de mantenimiento quienes fueron mi fuente de conocimientos, permitiéndome cumplir mi carrera profesional.

Ana Ganchala C.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme culminar este camino con éxito, a mi familia por sus esfuerzos y por darme la oportunidad de formarme académicamente, gracias a mi universidad y maestros por brindarme todos sus conocimientos para convertirme en una profesional, a mis amigos por el apoyo incondicional, a mi directora de tesis Ing. Katya Torres por compartir sus ideas y conocimientos para la realización del proyecto.

De forma particular agradezco a la compañía alimenticia Agua Santa por la confianza para llevar a cabo este proyecto y por la ayuda que nos brindaron a lo largo del desarrollo.

Michelle Hermoza B.

Tabla de Contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenidos.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento	8
Agradecimiento	9
Tabla de contenidos.....	10
Índice de tablas	15
Índice de figuras.....	18
Índice de ecuaciones	20
Resumen	21
Abstract.....	22
Marco metodológico de la investigación.....	23
Planteamiento del Problema	23
Antecedentes	24
Justificación e Importancia.....	25
Objetivos	26
<i>Objetivo General</i>	26
<i>Objetivos Específicos</i>	26
Marco teórico.....	28
Antecedentes Investigativos.....	28
Fundamentación Teórica.....	29
<i>Descripción de los procesos de producción de la Compañía Agua Santa</i>	29
Purificación del Agua	29
Elaboración de naranjadas	30
Preparación Embutidos.....	31
<i>Máquinas en la elaboración de embutidos</i>	32

Caldero	32
Sierra	32
Cúter	33
Termo formadora	34
Fabricación de Helados	34
<i>Descripción del sistema eléctrico de la “Compañía Alimenticia Agua Santa”</i>	35
Suministro de Energía	35
Energía Auxiliar	36
<i>Descripción del Analizador de Redes</i>	36
Características Principales del Analizador de Redes.	36
Analizador de Redes “KEW 6310”	36
Partes del Analizador “KEW 6310”	37
Diagrama de Conexión.	39
Software de Comunicación.	39
<i>Sistema eléctrico</i>	40
Selección de Conductores	40
<i>Eficiencia Energética en el sector Alimenticio</i>	42
<i>Fundamentación Legal</i>	42
Regulación del Sector Eléctrico.	42
Normativa de Alimentos	44
<i>Hipótesis</i>	44
<i>Sistema de Variables</i>	44
Variable independiente	44
Variable dependiente	44
<i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	44
Metodología	46
Modalidad de Investigación	46
Método Bibliográfico Documental	46
Método Experimental	46
Método Investigativo	47
Tipo de Investigación	47

<i>Investigación Cuantitativa</i>	47
<i>Diseño de la Investigación</i>	47
Técnicas de Recolección de Datos.....	48
Técnicas de Análisis de Datos	48
<i>Clasificación y procesado de datos</i>	48
Técnicas de Comprobación de Hipótesis	48
<i>Métodos de ahorro energético por sensores</i>	49
<i>Métodos de ahorro energético por arrancadores, variadores de frecuencia y mantenimiento de los diferentes equipos.</i>	49
Rediseño del diagrama unifilar.....	49
Variadores de frecuencia y Arrancadores.....	50
Mantenimiento y desconexión en transformadores.....	50
Líneas de vapor y condensado.....	50
Resultados de la investigación	52
Sistema Eléctrico de la Compañía Alimenticia “Agua Santa”	52
<i>Levantamiento de Cargas</i>	53
Caldero 30 BTU	54
Unidades de Frío.....	54
Marmita.....	55
Bombas de agua	56
Enfriadora congeladora.....	56
Licuadora	57
Hielera.....	57
Nevera.....	58
Selladora Automática	59
Fechadora	59
Selladora Manual	60
Banda transportadora	60
Balanza	61
Extractor de olores	61
Equipos	62

Cargas estimadas de consumo.	63
<i>Tableros y sub-tableros de Distribución</i>	64
<i>Análisis y medición de parámetros eléctricos.</i>	71
Corriente eléctrica (A)	71
Voltaje (V)	74
Frecuencia.....	76
Factor de Potencia.....	76
Cargabilidad	79
Potencia nominal del Transformador: 250 kVA	79
Demanda de Energía diaria	79
Propuestas.....	82
Tema de la Propuesta.	82
Datos informativos	82
<i>Objetivo General</i>	82
<i>Objetivos Específicos</i>	83
Justificación de la propuesta.....	83
Diseño de la propuesta.....	83
Recopilación de información.	84
<i>Software KEW “6310”</i>	84
<i>Obtención de datos</i>	87
Valores Actuales.....	87
<i>Planos y Diagramas</i>	88
Diagrama de Pareto	88
Rediseño	91
Selección del conductor.....	96
<i>Medidas de eficiencia energética</i>	98
<i>Simulación del sistema eléctrico actual y a futuro</i>	112
Conclusiones y recomendaciones	115
Conclusiones	115
Recomendaciones	117
Bibliografía.....	118

Anexos120

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Datos del Transformador</i>	35
Tabla 2 <i>Datos Generador</i>	36
Tabla 3 <i>Conductores</i>	41
Tabla 4 <i>Cuadro de variables independiente</i>	45
Tabla 5 <i>Cuadro de variables dependiente</i>	45
Tabla 6 <i>Toma de datos de placa</i>	55
Tabla 7 <i>Toma de datos de placa</i>	55
Tabla 8 <i>Toma de datos de placa</i>	56
Tabla 9 <i>Toma de datos de placa</i>	57
Tabla 10 <i>Toma de datos de placa</i>	57
Tabla 11 <i>Toma de datos de placa</i>	58
Tabla 12 <i>Toma de datos de placa</i>	58
Tabla 13 <i>Toma de datos de placa</i>	59
Tabla 14 <i>Toma de datos de placa</i>	59
Tabla 15 <i>Toma de datos de placa</i>	60
Tabla 16 <i>Toma de datos de placa</i>	60
Tabla 17 <i>Toma de datos de placa</i>	61
Tabla 18 <i>Toma de datos de placa</i>	61
Tabla 19 <i>Toma de datos de placa</i>	62
Tabla 20 <i>Toma de datos de placa</i>	64
Tabla 21 <i>Tablero Bebidas</i>	65
Tabla 22 <i>Tablero Iluminación</i>	65
Tabla 23 <i>Tablero Banco de Capacitores</i>	66

Tabla 24 <i>Subtablero de Marmita</i>	66
Tabla 25 <i>Tablero Principal Caldero</i>	66
Tabla 26 <i>Subtablero Bomba Sumergible</i>	67
Tabla 27 <i>Subtablero Agitador de Bombas</i>	67
Tabla 28 <i>Subtablero Torre Enfriamiento</i>	67
Tabla 29 <i>Subtablero Bomba de presión</i>	68
Tabla 30 <i>Subtablero Control de Caldero</i>	68
Tabla 31 <i>Subtablero Purificación del Agua</i>	68
Tabla 32 <i>Subtablero Planta Osmosis Inversa</i>	68
Tabla 33 <i>Subtablero Embutidos 3</i>	69
Tabla 34 <i>Subtablero máquina heladera y Unidad de frío</i>	69
Tabla 35 <i>Tablero Embutidos</i>	70
Tabla 36 <i>Subtablero Guardamotor</i>	71
Tabla 37 <i>Subtablero Soldas</i>	71
Tabla 38 <i>Medidas de corriente</i>	72
Tabla 39 <i>Medidas de corriente</i>	73
Tabla 40 <i>Medidas de voltaje</i>	74
Tabla 41 <i>Medidas de voltaje</i>	76
Tabla 42 <i>Medidas de frecuencia</i>	76
Tabla 43 <i>Medidas factor de potencia</i>	77
Tabla 44 <i>Medidas de cargabilidad</i>	79
Tabla 45 <i>Porcentaje en el que opera el transformador</i>	79
Tabla 46 <i>Medidas de energía diaria</i>	80
Tabla 47 <i>Resultados de máquinas con mayor consumo de energía y soluciones para la misma</i>	90

Tabla 48 <i>Toma de mediciones</i>	91
Tabla 49 <i>Escenario de carga</i>	94
Tabla 50 <i>Uso del transformador</i>	95
Tabla 51 <i>Parámetros del transformador</i>	95
Tabla 52 <i>Presupuesto Capacitación</i>	100
Tabla 53 <i>Presupuesto de mejora</i>	109
Tabla 54 <i>Información de costos</i>	109
Tabla 55 <i>Costos de interruptores de sensor de movimiento</i>	110
Tabla 56 <i>Costos de mantenimiento preventivo</i>	110
Tabla 57 <i>Costo de arrancadores suaves</i>	110
Tabla 58 <i>Costo de caudalímetros</i>	111
Tabla 59 <i>Ahorro mensual</i>	111
Tabla 60 <i>Ahorro anual</i>	111

Índice de Figuras

Figura 1 Área de Purificación del Agua.....	30
Figura 2 Área de Elaboración de naranjadas.....	31
Figura 3 Área de Preparación Embutidos	31
Figura 4 Área del Caldero.....	32
Figura 5 Sierra.....	33
Figura 6 Área de Termo formadora.....	34
Figura 7 Área de Fabricación de Helados.....	35
Figura 8 Analizador “KEW 6310”	37
Figura 9 Datos Generales del Analizador KEW	38
Figura 10 Diagrama de conexión “KEW 6310”.....	39
Figura 11 Software “KEW 6310”	40
Figura 12 Selección de Conductores	41
Figura 13 Diagrama Unifilar de la Compañía	53
Figura 14 Toma de datos.....	54
Figura 15 Corriente eléctrica.....	73
Figura 16 Voltaje	75
Figura 17 Factor de Potencia.....	78
Figura 18 Factor de Potencia.....	78
Figura 19 Energía Diaria.....	80
Figura 20 Demanda Diaria.....	81
Figura 21 Tablero Principal.....	84
Figura 22 Colocación de sensores.....	85
Figura 23 Colocación de amperímetros	85
Figura 24 Alimentación al alimentador.....	86

Figura 25 <i>Toma de mediciones</i>	87
Figura 26 <i>Diagrama de Pareto</i>	89
Figura 27 <i>Demanda a futuro</i>	93
Figura 28 <i>Sistema eléctrico actual</i>	113
Figura 29 <i>Sistema eléctrico a futuro</i>	114

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 <i>Corriente nominal (A)</i>	96
Ecuación 2 <i>Corriente corregida (A)</i>	96
Ecuación 3 <i>Sección transversal del conductor</i>	97
Ecuación 4 <i>Caída de tensión</i>	97
Ecuación 5 <i>Capacidad del dispositivo de protección</i>	98

Resumen

Debido al alto consumo de la energía eléctrica y al crecimiento de la compañía alimenticia Agua Santa Aliaguasanta CIA LTDA, en el presente trabajo investigativo se analizó la situación actual de las instalaciones eléctricas, y se actualizaron los planos eléctricos mediante el software AutoCAD, se determinó la potencia instalada en la compañía y el tipo de cargas presentes con el analizador de cargas “KEW 6310”, logrando dar soluciones óptimas y mejorar la eficiencia energética, para los procesos productivos sin provocar una disminución de la producción o la calidad del servicio. En la compañía alimenticia se realizó un estudio de cargas, para conocer que parámetros eléctricos cumplen con las regulaciones del CONELEC, a la vez determinar su demanda máxima, mínima y promedio. Con el levantamiento del diagrama unifilar actual, se identificó como el sistema eléctrico se encuentra distribuido para cada área de producción, mediante el análisis del crecimiento de la demanda energética desde el año 2018 hasta el 2021, se obtuvo el rediseño del diagrama unifilar proyectado a 24 años, por lo que se demostró mediante simulación que es factible el rediseño, se propone un plan de eficiencia energética adecuado a los requerimientos del personal de mantenimiento eléctrico, logrando obtener un ahorro económico anual de 3009,26 dólares, con un retorno de inversión de seis meses.

Palabras clave:

- **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**
- **ANÁLISIS DE CARGA**
- **EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Abstract

Due to the high consumption of electrical energy and the growth of the food company Agua Santa Aliaguasanta CIA LTDA, in this research work the current situation of the electrical installations was analysed, and the electrical plans were updated using AutoCAD software, the power installed in the company and the type of loads present were determined with the load analyser "KEW 6310", achieving optimal solutions and improving energy efficiency for production processes without causing a decrease in production or quality of service. A load study was carried out at the food company to determine which electrical parameters comply with CONELEC regulations and to determine the maximum, minimum and average demand. With the survey of the current single-line diagram, it was identified how the electrical system is distributed for each production area, through the analysis of the growth of energy demand from 2018 to 2021, the redesign of the single-line diagram projected to 24 years was obtained, so it was demonstrated through simulation that the redesign is feasible, an energy efficiency plan is proposed that meets the requirements of the electrical maintenance staff, achieving annual economic savings of 3009.26 dollars, with a return on investment of six months.

Key words:

- **ELECTRICAL INSTALLATIONS**
- **LOAD ANALYSIS**
- **ENERGY EFFICIENCY**

Capítulo I

1. Marco metodológico de la investigación

1.1 Planteamiento del Problema

La Compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta CIA LTDA, fundada de forma artesanal en el año 2015, se encuentra ubicada en el cantón Salcedo (Intersección a Quinientos Metros del Cementerio Salcedo), ha tenido un crecimiento exponencial lo que le ha permitido industrializarse en el año 2017, las funciones de la mencionada fábrica son las siguientes: la elaboración y producción de embutidos, helados, naranjadas y envasado de agua. El crecimiento prolongado en sus actividades y la inexistencia de ingeniería adecuada y la falta de implementación de planos eléctricos en la fábrica acompañado del aumento de las diferentes cargas, en áreas de los diferentes procesos de la elaboración de los productos.

La fábrica poseía una instalación eléctrica considerado estable y configurado para soportar las cantidades y tipos de carga que se manejaban en los años 2015-2017 pero con la implementación de maquinarias con tecnología actualizada que permiten agilizar el proceso de producción, han provocado un incremento de cargas superior a la capacidad permitida.

La implementación de maquinaria moderna perjudica al sistema de distribución eléctrico, llegando a saturar la capacidad que posee el transformador.

Ante la problemática existente se deben tomar medidas técnicas para efectuar la investigación en cargas y la actualización del diagrama unifilar principal que permitirá determinar la capacidad suficiente de los equipos para satisfacer en su totalidad la demanda. Llegando a obtener un ahorro de energía, seguridad en los equipos eléctricos y en el personal, así como una distribución correcta de la carga.

También se busca brindar una eficiencia energética ya que proporciona ahorros en los costos de energía y ayuda a la reducción del calentamiento global siendo este un gran problema debido al alto consumo de energía a nivel mundial, ya que nos hemos vuelto grandes consumidores de energía, cada día que pasa y esto se ve reflejado con la llegada de la pandemia provocada por el COVID 19.

1.2 Antecedentes

Compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta CIA LTDA., es una empresa familiar de capital 100% ecuatoriano que ha evolucionado desde la producción artesanal, hasta convertirse en una empresa moderna que, con base en el mejoramiento de sus procesos de producción y la ampliación en la línea de sus productos, se ha ganado un sitio en el mercado nacional. Desde sus orígenes esta compañía ha tenido valores de compromiso con la calidad e innovación tecnológica, esto se ve reflejado mediante búsquedas de oportunidades de desarrollo transformado.

Fue fundada artesanalmente en el año 2015, en el cantón Salcedo a quinientos metros del cementerio, por medio de su actual Gerente, Mayra Aracely Guato, dando los primeros pasos a la industrialización en el año 2017, fabricando productos cárnicos: salchichas, salchichón, chorizo, salame, morcillas, mortadela, patés, chicharrones finos, jamones, embutidos, etcétera, incluso snacks de cerdo. Bajo la iniciativa de su fundadora y la necesidad del mercado deciden brindar una gama de productos para el consumo de toda la familia creando así helados, naranjadas y envasado de agua con marca el Ranchito. Desde la perspectiva de fuentes de empleo el desarrollo de la empresa ha permitido el crecimiento de su nómina de 17 a 40 empleados hoy en día.

1.3 Justificación e Importancia

Un diagnóstico eléctrico es importante, porque mediante un adecuado equilibrio en la energía, se logra extender la vida útil de los conductores, equipos y sistema eléctrico, así también mejorar los parámetros relacionados con el voltaje y la potencia, incrementando la capacidad de las líneas de transporte de energía, obteniendo mayor capacidad en el transformador y así abastecer a más áreas de producción, consiguiendo un ahorro en los precios por facturación de energía eléctrica y en costos relacionados con el proceso operativo de la compañía alimenticia Agua Santa. Con la actualización del sistema eléctrico aumentará la seguridad operacional y de las personas, mejorando el ambiente social entre los trabajadores de operación y de mantenimiento eléctrico.

Para esta compañía alimenticia es importante contar con todas las instalaciones eléctricas adecuadas y en perfecto estado, cumpliendo con la regulación del sector eléctrico, norma ISO 50001, ARCONEL 005-18 y Norma Europea para la Gestión de la Eficiencia Energética 16001.

Por lo expuesto, es justificable la realización de un **DIAGNOSTICO Y REDISEÑO ELÉCTRICO**, para luego determinar posibles propuestas de **EFICIENCIA ENERGÉTICA**, para un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica en cada área de producción. De esta manera se busca determinar el consumo ineficiente de la compañía alimenticia para cuantificar las posibles formas de ahorrar energía.

En las Industrias alimenticias es importante tener un sistema eléctrico eficiente y seguro ya que los costos de servicios y producción, son elevados, estos gastos innecesarios se logran analizando y evaluando el sistema eléctrico para que en un futuro se puedan tomar decisiones que permitan una mejor eficiencia energética, generando un ahorro en las facturas de consumo eléctrico. (Enrique Ramírez)

Las máquinas con etiquetas que hagan referencia a la alta eficiencia energética, son las más adecuadas al momento de adquirir ya que tienen gran influencia en el consumo de potencia para lo cual es importante conocer las especificaciones de las máquinas que se van a utilizar en la industria antes de su adquisición como también después. (Jack Nahmías Suárez).

La eficiencia energética conlleva a un ahorro de energía que es muy importante a la hora de contribuir al objeto global de sostenibilidad de energética mundial ya que significa una reducción de las emisiones de CO₂.(Peruano et al., 2020)

Debido al crecimiento acelerado de la población, se muestra que a futuro se obtendrá un elevado consumo de energía eléctrica, por es importante hacer eficiencia energética ya que permite una utilización racional y eficiente de la energía contribuyendo a mejorar la competitividad de los países, a disminuir los costos industriales, a potenciar la productividad de los sectores económicos a través de nuevas oportunidades de negocio con nuevos procesos industriales y comerciales y a reducir los efectos de los gases de efecto invernadero.(Riquelme Donoso & Avellaneda López, 2020)

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar un diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas, además un estudio de la eficiencia energética para mejorar el abastecimiento de la demanda de energía y brindar una mayor seguridad a la industria Agua Santa S.A.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información necesaria sobre las instalaciones eléctricas y compararlas con los nuevos datos obtenidos mediante mediciones del sistema actual.

- Realizar el levantamiento de los planos eléctricos de la industria alimenticia para identificar cada uno de los circuitos de la Instalaciones de la Empresa.
- Analizar el flujo de carga en el sistema de distribución eléctrico, mediante el registro de la demanda de potencia durante un período de 7 días.
- Rediseñar el plano eléctrico del sistema actual de acuerdo a estándares y normativas respectivas para el desarrollo de proyectos eléctricos.
- Elaborar un plan de eficiencia energética para mejorar el consumo de energía eléctrica y disminuir costos en sus planillas eléctricas.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Antecedentes Investigativos

Hoy en día existen varias formas para lograr disminuir el consumo de energía en las industrias, sin tener proyectadas grandes inversiones. Desde cambiar la potencia contratada en las fábricas, hasta evitar picos elevados de tensión, esto permite que las industrias obtengan mayor seguridad y fiabilidad. (Llanos, 2020)

(Plasencio & Moreira, 2018) En su estudio realiza un análisis de calidad de energía del sistema eléctrico en la industria pesquera MULTIPROYECTOS S.A. encargados de la producción de harina de pescado, lo que se busca es recolectar información de la de la situación actual de la fábrica y detallar la realidad de las instalaciones eléctricas para posteriormente brindar soluciones en cuanto a parámetros relacionados con calidad de energía, perjudicando a la planta industrial en factores económicos y técnicos.

(Bueno, 2017) Al realizar un análisis de las medidas de ahorro de energía que contribuyan al uso eficiente. Utilizando datos suministrados de horas de trabajo, se realiza una estimación del consumo mensual para determinar el impacto de los procesos en la facturación de electricidad; el análisis se restringe al cálculo de índices de consumo (Ton/kWh) con lo que se puede priorizar el uso de los equipos más eficientes sobre otros que realicen las mismas funciones.

(Aceituno, 2011) Tiene por objeto analizar la evolución de la eficiencia energética del sector industrial, mediante indicadores energéticos, observar la evolución de la eficiencia energética en la industria, contextualizar la situación energética en la que se encuentra la ciudad de Madrid y conocer los documentos aprobados recientemente, tanto a nivel español como a nivel europeo, optimizando nuestros procesos industriales,

aprovechando mejor el reciclaje de materiales y materias primas, implementando nuevas tecnologías, reciclando los residuos industriales y productos derivados.

(Llanos, 2020) La electricidad constituye la fuente de energía en la automatización de muchos procesos industriales. Las industrias son las responsables de más del 20% de las emisiones de gases nocivos que se emiten al planeta, tomar medidas de ahorro energético en plantas de producción industrial es un factor importante para la competitividad de las empresas. El sector industrial en el Ecuador es heterogéneo y la evolución de cada uno de los subsectores en relación con la eficiencia y el ahorro energético es distinto.

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Descripción de los procesos de producción de la Compañía Agua Santa

La Compañía Alimenticia se dedica a la elaboración de embutidos, envasado de agua, naranjadas y helados, para su proceso cuenta con 4 áreas principales, las mismas que laboran de forma continua.

2.2.1.1 Purificación del Agua

La Compañía cuenta con un pozo de agua subterránea de 150m de profundidad que es almacenada en un tanque de hormigón de 200 m³. El agua al pasar por el proceso de purificación es ocupada para la elaboración de los diferentes productos.

En la figura 1 se presenta el equipo que permite realizar el proceso de purificación del agua, de toda la compañía, tanto para su consumo como para la producción.

Figura 1

Área de Purificación del Agua



2.2.1.2 Elaboración de naranjadas

En esta área se receipta el agua purificada, para preparar naranjadas, una de las cargas eléctricas son los mezcladores (motores- reductores), una máquina empacadora de naranjadas como se muestra en la figura 2, está formada por una parte eléctrica y otra neumática.

Figura 2

Área de Elaboración de naranjadas

**2.2.1.3 Preparación Embutidos**

El área de embutidos es la más grande que posee la planta ya que cuenta con varias cargas eléctricas como cortadoras (motores), hieleras, molinos, cuartos fríos, empacadoras al vacío, selladoras, clipiadora, compresores, etc. En esta área se producen mortadelas, salchichas, salchichón, chorizos, salame, morcillas, jamón, patés, chicharrones finos, embutidos, etc de excelente calidad.

En la figura 3 se presenta una parte del proceso para la fabricación de mortadelas.

Figura 3

Área de Preparación Embutidos



2.2.2 Máquinas en la elaboración de embutidos.

2.2.2.1 Caldero

El caldero es un aparato térmico que cumple la función de generar vapor usando agua. Se usa mucho en las industrias, en aplicaciones como esterilización, calentamiento de fluidos y generación de electricidad a través del ciclo Rankin.(Huamancayo, 2017)

La compañía alimenticia cuenta con un caldero de tubo de fuego o conocido también como piro tubular de 30 BTU, presión de 150 PSI, tal como se visualiza en la figura 4.

Figura 4

Área del Caldero



2.2.2.2 Sierra

La sierra es una máquina que permite cortar huesos, carne fresca o congelada con o sin huesos, pescado fresco o congelado, al natural o en filetes, bloques de productos alimenticios congelados u otros productos tales como tocino o productos similares, como se muestra en la figura 5, la sierra está formada por un bastidor, una mesa de alimentación fija o deslizante, un transportador a rodillos o una cinta

transportadora, un dispositivo empujador del producto, un carril de protección regulable en altura, una polea superior y una polea inferior, cuchilla, guía superior e inferior, un dispositivo para ajustar la tensión de la cuchilla, un sistema motriz y componentes eléctricos, dependiendo de la máquina.(Española & Une-en, 2019)

Figura 5

Sierra



Nota. La sierra cortadora de alimentos facilita a la industria alimentaria a garantizar la máxima calidad de sus productos y a optimizar el rendimiento de la producción. Tomado de (Maquinas Para Procesamiento de Alimentos, n.d.).

2.2.2.3 Cúter

Es una máquina de acero inoxidable industrial que permite cortar, triturar, mezclar, amasar cualquier alimento en segundos: hierbas y verduras, masas diversas, carnes crudas o cocinadas, pescado, surimí, frutas, frutos secos, hielo.

Formada de un motor de velocidad variable y cuba en distintas capacidades de litros a la que se le pueden dotar de cuchillas micro dentadas, lisas o perforadas, adaptándose a cualquier necesidad que tenga el usuario.(Cutter Industrial Alimentos - Maquinaria Cocina Industrial - RO-CA, n.d.)

2.2.2.4 Termo formadora

La termo formadora cumple con el principio de funcionamiento basado en la formación, llenado manual o automático según el producto, permite el sellado de los envases, esta máquina es empleada para el envasado y acondicionamiento de productos cárnicos, lácteos, alimentos, quirúrgicos, blíster en general, etc.

Para un envasado adecuado que cumpla con todas las normas de calidad y que conserve el producto sin que se afecte sus propiedades, es primordial que cumpla con todos los requisitos, en cuanto a material, costo y diseño. (Gómez, 2011)

En la figura 6 se visualiza la termo formadora de la compañía alimenticia, está formada por una parte eléctrica y otra neumática.

Figura 6

Área de Termo formadora



2.2.2.5 Fabricación de Helados

Uno de los procesos más importantes de la Compañía Alimenticia es el área de helados, esta área cuenta con varias cargas eléctricas como los mezcladores que son encargados de elaborar la esencia del helado, que luego pasan a ser colocados en una tina enfriadora, el cual permite la congelación del helado de 3 a 5 minutos, dando así la facilidad de elaborar helados de múltiples sabores, a continuación el helado pasa a una

máquina empacadora y se procede a sellarlo, finalmente es colocado el producto en congeladores para ser distribuido en varias ciudades del país. En la figura 7 se visualiza el área de fabricación de helados.

Figura 7

Área de Fabricación de Helados



2.2.3 Descripción del sistema eléctrico de la “Compañía Alimenticia Agua Santa”

2.2.3.1 Suministro de Energía

La energía eléctrica proviene desde la red pública de la Empresa Eléctrica ELEPCO S.A, mediante una red trifásica de 13,8 kV, llegando a un transformador trifásico de 250 KVA a 220/127V, que se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la planta.

Tabla 1

Datos del Transformador

Datos del Transformador	
Potencia	250KVA
Número de Fases	3(L1, L2,I3, N)
Voltaje Primario	13,2 KVA (Delta)
Voltaje Secundario	220/127 V (Estrella)
Corriente Nominal Secundaria	657,00 Amperios

Nota. En esta tabla se muestra las características técnicas del transformador de la compañía Alimenticia Agua Santa.

2.2.3.2 Energía Auxiliar

La energía eléctrica auxiliar o de emergencia para abastecer a toda la planta se adquiere de un generador, que es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica.

Tabla 2

Datos Generador

Datos del Generador 365 KVA KHOLER	
DC	12/24 VDC - 25A MAX
AC	300V RMS L-L 1.5 AMP
Capacidad	365 KW - 490 HP
Año	2014
Familia	4DDXL 12.7 VGD-600 RPM
Modelo	60.12.7L

Nota. En esta tabla se muestra las características técnicas del generador de la compañía Alimenticia Agua Santa.

2.2.4 Descripción del Analizador de Redes.

2.2.4.1 Características Principales del Analizador de Redes.

Es un instrumento encargado de registrar ciertos parámetros o señales eléctricas principales, como: potencias, voltajes, corrientes, armónicos, etc., mediante histogramas, espectros armónicos, gráficas fasoriales y formas de onda. Todo esto depende de la marca del analizador que se adquiera en el mercado, ya que poseen propias características específicas.

2.2.4.2 Analizador de Redes “KEW 6310”

El instrumento “KEW 6310” es un Analizador de Calidad del Suministro que puede ser utilizado con diferentes sistemas de conexionado. También suele usarse para

la toma de mediciones tradicionales de valores instantáneos, de integración o demanda, a más de monitorizar ondas y vectores, analizar armónicos, medir fluctuaciones en las tensiones de suministro y para el cálculo de capacidades. (Calidad & Suministro, n.d.)

El analizador KEW 6310, cumple con la norma IEC 61010, ya que este equipo fue diseñado y comprobado de acuerdo con los requisitos que exige en la seguridad para instrumentos de medición eléctrica. (Calidad & Suministro, n.d.)

2.2.4.3 Partes del Analizador “KEW 6310”

El analizador de calidad de suministro en redes KEW 6310 permite medir valores medios, máximos y mínimos de voltaje, corriente, potencias activa, reactiva y aparente, factor de potencia.

Contiene los siguientes elementos en su parte frontal.(Tensi, 2018)

Figura 8

Analizador “KEW 6310”




















Nota. En la pantalla según la función que se seleccione aparecerán los valores de variables como voltaje, corriente, potencia activa y reactiva, ángulo de fase, corriente

neutro, potencia aparente y factor de potencia, en un tiempo determinado. Tomado de (Tensi, 2018).

Las funciones que cumple cada botón del teclado se muestra en la figura 9.

Figura 9

Datos Generales del Analizador KEW

Teclas		Detalles
	Tecla Power	Enciende / apaga el instrumento
	Tecla LCD ON/OFF	Muestra / oculta la información en el LCD
	Cursores	Seleccionan ajustes, alternan pantallas
	Tecla ENTER	Confirma entradas
	Tecla ESC / Tecla RESET	Cancela cambios de ajustes, limpia datos de integración / demanda seleccionados con los Cursores .
	Tecla PRINT SCREEN	Guarda la pantalla actual en un archivo con formato BMP
	Tecla DATA HOLD / Tecla KEY LOCK	<ul style="list-style-type: none"> • Data Hold Mantiene la lectura actual en pantalla. * Las mediciones continúan aunque la pantalla esté "congelada". • Key Lock Una pulsación larga (2 seg o más) desactiva todas las teclas para evitar un uso incorrecto de las mismas. Otra pulsación larga (2 seg o más) las reactivará.
      	Teclas Menu	<p>W : Mide valores instantáneos</p> <p>Wh : Mide valores de integración</p> <p>DEMAND : Mide valores de demanda</p> <p> : Mide ondas</p> <p> : Analiza componentes armónicos</p> <p>QUALITY: Selecciona cualquier canal y fija calores umbral para el registro de swell/ dip/ int/ transitorios con información de tiempos.</p> <p>SET UP : Básicos, Medición, Registro y Otros ajustes</p>
	Teclas Función	Ejecuta la función mostrada Teclas F1, F2, F3, F4 (de izquierda a derecha)

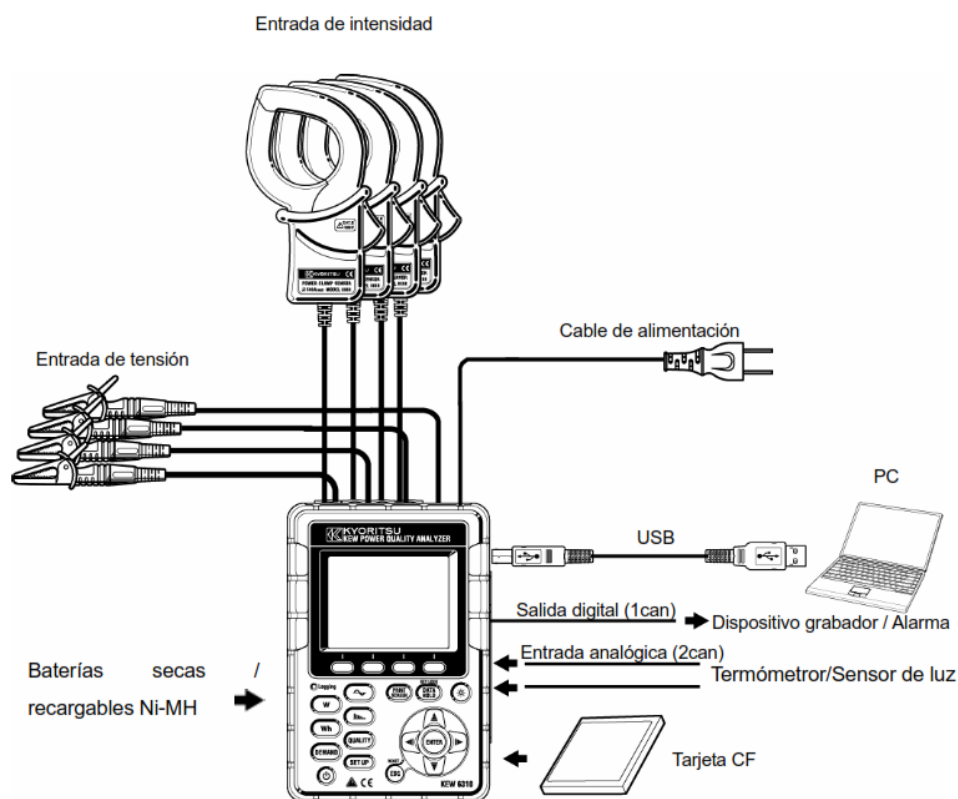
Nota. Al seleccionar la tecla de cualquiera de sus funciones se desplegarán de manera automática los parámetros que se deseen medir. Tomado de (Calidad & Suministro, n.d.).

2.2.4.4 Diagrama de Conexión.

El analizador KEW 6310, debe ser instalado como lo indica la figura 10, para garantizar un buen registro.

Figura 10

Diagrama de conexión “KEW 6310”



Nota. Al instalar el equipo de la siguiente manera garantiza la seguridad del equipo y del operador. Tomado de (Calidad & Suministro, n.d.).

2.2.4.5 Software de Comunicación.

KEW PQA MASTER

Este software permite visualizar gráficos y datos registrados en el analizador KEW 6310, ya que los datos que arroja este analizador, son de formato CSV, el cual

son compatibles para abrir mediante este software que es de libre acceso y puede ser descargado en su página oficial KYORITSU.

En la figura 11 se muestra la pantalla de inicio del software versión 2.20, con su respectivo menú que permite el análisis de las variables eléctricas.

Figura 11

Software “KEW 6310”



2.2.5 Sistema eléctrico

2.2.5.1 Selección de Conductores

Los materiales eléctricos o conductores eléctricos nos permiten dar paso de paso de corriente, ya que poseen poca resistencia a la circulación de corriente eléctrica. En la figura 12 se aprecian conductores de distintas secciones. (¿Que Es Un Conductor Eléctrico? - Electricistas.Cl, n.d.). Su estructura facilita el movimiento de electrones, lo que implica es favorece la transmisión al paso de corriente, en la compañía alimenticia

Agua Santa tienen implementados varios tipos de conductores para la transmisión de corriente. Los tipos conductores que se encuentran en la compañía se muestra en la tabla 3.

Figura 12

Selección de Conductores



Nota. Estos conductores están formados por cobre y son capaces de conducir electricidad. Tomado de (¿Que Es Un Conductor Eléctrico? - Electricistas.Cl, n.d.).

Tabla 3

Conductores

N° AWG	Sección del cable mm ²	Diámetro del cable Ø mm	Resistencia Ω/km
1/0 AWG	68,80	9,36	
2AWG	33,6	6,54	0,57
6AWG	13,3	4,11	1,44
8AWG	8,34	3,26	2,36
10 AWG	5,26	2,59	3,64
12AWG	3,31	2,05	5,41
14AWG	2,08	1,63	8,79
250 MCM	127	14,6	0,14

Nota. El tamaño de la sección del conductor está definido por su calibre, bajo la normalización americana en AWG (American Wire Gauge). Tomado de (¿Que Es Un Conductor Eléctrico? - Electricistas.Cl, n.d.).

2.2.6 Eficiencia Energética en el sector Alimenticio

El sector alimenticio se dedica a la producción, modificación, elaboración, preservación y envasado de los alimentos, tanto para la adquisición humana y animal, haciendo uso de ingredientes básicos como productos de origen vegetal (agricultura), o animal (ganadería). Para regular la calidad e idoneidad de los diferentes procesos y productos que la industria ofrece, se han fijado leyes y normas que protegen la salud de los ciudadanos.

Existen dos tipos de energía que las industrias de Alimentos ofrecen a un determinado precio. (Energética, n.d.)

- Energía eléctrica
- Energía térmica creada por diferentes combustibles como petróleo, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GN), carbón mineral o leña.

La Eficiencia Energética consiste en minorar los costos de energía que consume una empresa para fabricar, sin reducir la calidad en la elaboración del producto, obteniendo ventajas como: (Energética, n.d.)

Evitar pérdidas de energía.

Reducción de costos de producción.

2.2.7 Fundamentación Legal

2.2.7.1 Regulación del Sector Eléctrico.

Norma ISO 50001

Para la mejora sistemática de la gestión energética de la organización en las industrias se implantó la norma ISO 50001 permitiendo amenorar el consumo. Igualmente, un ahorro energético favorece a la disminución de los costos de operación y de las emisiones de GEI asociadas a las fuentes energéticas. (Briano et al., 2003)

ARCONEL 005-18

Según la Agencia de Regulación y Control ordena que, para la toma de parámetros eléctricos, se deberá realizarse por 7 días continuos en periodos de 10 minutos. Cuando el 95% o más de los valores registrados son menores a los límites máximos establecidos.(ARCONEL, 2019)

EN 16001 Norma Europea para la Gestión de la Eficiencia Energética

La norma EN 16001 se basa en el consumo de energía de las empresas, es la encargada de definir una política energética a cumplir, establece objetivos energéticos, introduce medidas de control y desarrolla proyectos para el progreso de esta norma que permita mejorar la eficiencia energética de las empresas de forma constante.

Es compatible con las normas ISO 14001 de Gestión Ambiental e ISO 50001 de Gestión de la Energía.(Resumen Sobre El Sistema de Gestión Energética UNE-EN 16001:2010 – Agencia Provincial de La Energia, n.d.)

Norma técnica ecuatoriana INEN 2345

Esta norma especifica los requisitos que se deben tener en cuenta para los alambres y cables con aislamiento termoplástico para 600 V, además establece los requisitos de cables para bombas sumergibles, con o sin chaquetas. (Nte Inen 2345 1 - Nte - Quito – Ecuador NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2345 Primera Revisión - StuDocu, n.d.)

Norma española UNE 50160

Esta norma fue aprobada por CENELEC, describe las características principales que debe tener la tensión suministrada por las redes generales de distribución en baja y media tensión.(AENOR, 2001)

2.2.7.2 Normativa de Alimentos

Sistema De Gestión Integral De La Calidad, Ambiente, Seguridad Y Salud en el Trabajo Alimentos Y Bebidas

Debido a las crecientes necesidades del sector de alimentos y bebidas, fue creada esta norma para brindar productos y servicios de calidad a un mercado que día a día se ha vuelto más exigentes y para potenciar a la industria ecuatoriana como un icono mundial en la prestación de servicios.(NTE-INEN, 2015)

Normativa Técnica Sanitaria Para Alimentos Procesados

Es obligatorio para todas las instituciones, organismos y establecimientos públicos y privados que realicen actividades de producción, importación, exportación, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y expendio de productos de uso y consumo humano, cumplir con las normas de vigilancia y control sanitario.(ARCOSA, 2016)

2.2.8 Hipótesis

¿El rediseño de las instalaciones eléctricas permitirá obtener una mejora en la eficiencia energética?

2.2.9 Sistema de Variables

2.2.9.1 Variable independiente

Rediseño de las instalaciones eléctricas con propuestas de eficiencia energética.

2.2.9.2 Variable dependiente

Incremento de la Eficiencia energética en la industria.

2.2.10 Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 4*Cuadro de variables independiente*

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable Independiente				
Rediseño de las instalaciones eléctricas con propuestas de eficiencia energética.	Conjunto de medidas destinadas a cambiar el rendimiento, capacidad y costos de operación del sistema eléctrico de potencia.	Calidad de Energía Ahorro Energético	Voltaje(V)	Tablas de datos

Nota. En esta tabla se muestra la definición conceptual, dimensión, indicador e instrumento de la variable independiente.

Tabla 5*Cuadro de variables dependiente*

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable Dependiente				
Incremento de la Eficiencia energética en la industria.	Ahorrar energía, utilizándola de una manera consiente, hacer uso eficiente e inteligente, para conseguir más por menos.	Calidad de Energía Ahorro Energético	kW/h	Tablas de datos

Nota. En esta tabla se muestra la definición conceptual, dimensión, indicador e instrumento de la variable dependiente.

Capítulo III

3. Metodología

3.1 Modalidad de Investigación

El presente trabajo de titulación se basa en un diagnóstico de las instalaciones eléctricas de la compañía Alimenticia Agua Santa, el mismo que se desarrolla con el levantamiento de cargas de todos los equipos eléctricos y la elaboración de un diagrama unifilar del sistema eléctrico de potencia actual. Cabe destacar que la investigación aplicada realizada en el presente trabajo, se basó en los descubrimientos de la investigación básica en lo que se refiere a calidad de energía y déficit en los factores de potencias en sistemas eléctricos de potencia, con el fin de realizar un rediseño del diagrama unifilar actual y obtener una mejor eficiencia energética.

3.2 Método Bibliográfico Documental

Mediante este método, la información bibliográfica permitió tener acceso a los avances tecnológicos más actuales en el campo de la electricidad, dirigidos al rediseño del diagrama unifilar, análisis de cargas eléctricas y elaboración del plan de eficiencia energética, esto se llevó a cabo mediante el acceso a la información de diferentes fuentes siendo estas enciclopedias, diccionarios, libros, revistas científicas, Internet, etc., que luego de ser revisadas y analizadas permitió en su debido momento redactar el marco teórico aplicando el sustento de lo que ya ha sido conocido e indagado.

3.3 Método Experimental

Por medio de este método se realiza una recopilación de datos específicos de potencias, voltaje, corriente y factor de potencia con la ayuda de un analizador de

cargas, con la finalidad de llevar a cabo un análisis minucioso, del estado actual del sistema eléctrico de potencia.

3.4 Método Investigativo

A través de este método se elabora el aplicativo, mismo que nos permite verificar la información existente en el software libre KEWPQA MASTER, analizar los diferentes parámetros eléctricos.

3.5 Tipo de Investigación

3.5.1 Investigación Cuantitativa

En este tipo de investigación se procede a la obtención de datos como son los valores de potencia activa (W), potencia aparente (KVA), potencia reactiva (VAR), factor de potencia, voltaje (V), corriente (A) y su demanda energética, permitiendo conocer los valores máximos, mínimos y medios del sistema eléctrico de potencia.

La visualización de curvas de los parámetros eléctricos, los valores que fueron interpretados para establecer conclusiones correspondientes del sistema eléctrico de potencia.

3.5.2 Diseño de la Investigación

Mediante varias inspecciones técnicas al sistema eléctrico de potencia de la compañía Alimenticia Agua Santa, se realizó el levantamiento de un diagrama unifilar, se recolecto información sobre los datos de placa de cada equipo, mediante el analizador de cargas KEW 6310, que fue colocado en el tablero principal del transformador, se logró recopilar todos los datos actuales de la planta y verificar si cumple con rangos establecidos según las normas, para posteriormente realizar un estudio, rediseño y establecer un plan de eficiencia energética.

3.6 Técnicas de Recolección de Datos

Para la recolección de los datos de placa técnicos, de los equipos de la compañía alimenticia se procede a realizar una toma de datos manual, que posteriormente serán analizados para determinar cuál de ellos es el que más energía consume, también se consiguió información técnica de los conductores, transformadores y tableros de distribución, los mismos que fueron facilitados por los encargados del departamento de mantenimiento de la compañía alimenticia Agua Santa.

3.7 Técnicas de Análisis de Datos

3.7.1 Clasificación y procesado de datos

Para el avance del proyecto de titulación se utiliza los datos técnicos de placas y la distribución eléctrica de la compañía alimenticia Agua Santa, para realizar dicho análisis se clasifica en varios parámetros como son:

- Recopilación de datos por parte de la Compañía Alimenticia Agua Santa y de las tesis para el desarrollo del plan, con la finalidad de estructurar los datos de forma que se encuentren listos para un análisis.
- Toma de datos por segunda vez para realizar un comparativo entre ambos valores, mismo que permite un análisis de corrientes, voltajes y potencias.

3.8 Técnicas de Comprobación de Hipótesis

En términos generales la validación se la realiza por medio del rediseño del sistema eléctrico implementando equipos de alta calidad y eficientes energéticamente que permiten un ahorro eficiente.

3.8.1 Métodos de ahorro energético por sensores

Hoy en día un método de ahorro energético es por medio del control de las luminarias el apagado y encendido de las mismas, permiten una buena eficiencia energética, el apagado de las luminarias en espacios donde no es necesario como pasillos, oficinas, bodegas, baños y áreas de producción que no necesariamente están trabajando a toda hora, por lo que una forma adecuada es apagar las luminarias que no son utilizadas, para lo cual se implementan sensores que serán los encargados de prender y apagar las luminarias de forma conjunta o individual, existen varias clases como son:

- Sensores infrarrojos, detectando la presencia de objetos por medio de la emisión de luz, la cual es imperceptible al ojo humano (luz infrarroja).
- Sensores ultrasónicos nos permiten detectar objetos en distintas áreas, este sensor opera al cambio de frecuencia ya que las ondas al chocar con una persona rebotan, pero con otra frecuencia distinta, ocasionando que el sensor se active.
- Potenciómetros o reductores de luz, estos reducen el porcentaje de corriente lo cual ocasiona que la intensidad luminaria se reduzca, esta opción es ideal para baños y oficinas que tienen luz natural.(Javier, 2015)

3.8.2 Métodos de ahorro energético por arrancadores, variadores de frecuencia y mantenimiento de los diferentes equipos.

3.8.2.1 Rediseño del diagrama unifilar.

La Compañía Alimenticia Agua Santa al contar con varios procesos de producción, mismos que se encuentran en crecimiento, se propone realizar varios

cambios, tanto en su diagrama unifilar, como en equipos futuros que se van a adquirir y en equipos que ya presentan obstáculos para lograr una eficiencia energética.

3.8.2.2 Variadores de frecuencia y Arrancadores.

Los variadores o convertidores de frecuencia son sistemas que se los ubica entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos, estos aparatos permiten reglar la velocidad de giro de los motores de AC. (¿Qué Es y Para Qué Sirve Un Variador de Frecuencia? | S&P, n.d.)

En la planta hay motores, que al accionarse de manera brusca consumen mayor energía, para lo cual se requiere implementar variadores de frecuencia y arrancadores, que provoquen que al momento de encender las máquinas no exista un incremento brusco de la energía, obteniendo un ahorro en todas las máquinas que se encuentran en la compañía.

3.8.2.3 Mantenimiento y desconexión en transformadores.

Se propone que los transformadores sean desconectados en temporada baja, ya que esto presenta grandes pérdidas energéticas, a la vez hay que tener un buen estudio, mantenimiento y pruebas de aceite del transformador que se va a usar, en el estudio tener los valores claros para que no esté sobredimensionado, previniendo pérdidas y fallas.

3.8.2.4 Líneas de vapor y condensado.

Los equipos de líneas de vapor y condensado suelen desperdiciar energía a través de la superficie, porque la temperatura que tienen es mayor con respecto a la ambiental, esto se puede dar en evaporadores, secadores, hornos, estanques en general, etc., por lo que se recomienda colocar aislación térmica en estos equipos y cañerías.

Estos parámetros nos permiten bajar el costo de la planilla y a la vez represente un ahorro a futuro para la compañía.

Capítulo IV

4. Resultados de la investigación

En el presente capítulo se realiza el diagrama unifilar, estudio de cargas, rediseño de las instalaciones eléctricas para proceder en forma multidisciplinaria a la elaboración de un plan de eficiencia energética con el fin de conseguir una factibilidad positiva para la compañía Alimenticia “Agua Santa”.

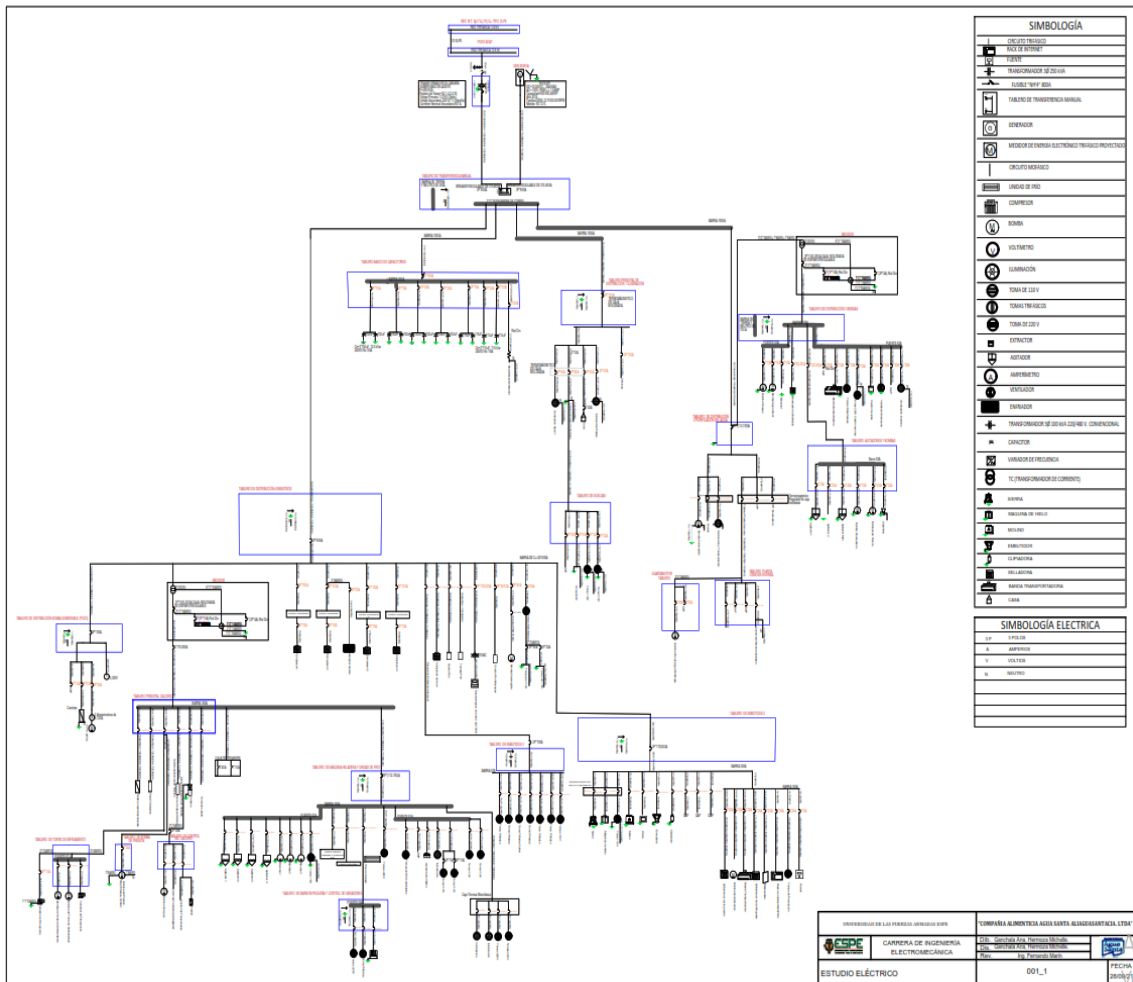
4.1 Sistema Eléctrico de la Compañía Alimenticia “Agua Santa”

La Compañía cuenta con un transformador trifásico sumergido en aceite, con una potencia de 250kVA, tableros de distribución (breakers, riel din, medidores), banco de capacitor automático, generador, caldero 30 BTU, motores, bombas, etc.

En la figura 13 se presenta el diagrama unifilar de la compañía, donde se visualiza que la energía eléctrica parte desde una red trifásica de 13,8kV, mediante el conductor 1/0 XLPE, esta red es conducida a través de un pozo de hormigón, hasta llegar a la cámara de transformación donde se encuentra la protección de 13,8kV, 6A el cual protege al transformador de 250kVA, mediante la acometida principal como son, dos fases de conductor 300MCM, un neutro de 250MCM y una tierra de 250 MCM, se llega a un tablero de transferencia manual donde se tiene un breaker regulable de caja moldeada de 315 a 800 amperios, el mismo que permitirá la conmutación de energía a través del transformador o la energía del generador de 365kVA, posteriormente esta acometida se encuentra conectada a una barra principal de cobre 1600A, desde esta barra se deriva a los diferentes circuitos.

Figura 13

Diagrama Unifilar de la Compañía



4.1.1 Levantamiento de Cargas

Se realizó la recolección de datos referente a las cargas eléctricas de la potencia instalada que existe en cada proceso de producción, con el fin de conocer la potencia que se requiere para la elaboración de los productos, se verificó los tableros eléctricos que hay en la planta, el calibre de conductor, los terminales y las protecciones que posee el sistema eléctrico.

En la Figura 14 se muestra como se adquirieron los datos de forma manual de cada máquina que se encuentra en la compañía.

Figura 14

Toma de datos



4.1.1.1 Caldero 30 BTU

La compañía alimenticia cuenta con un caldero de 30 BTU, que se encarga de generar vapor de agua a presión, este es transportado a distintos procesos de la compañía dependiendo el requerimiento de la misma.

4.1.1.2 Unidades de Frío

Para la generación de frío existen 10 unidades, los cuales ayudan a la conservación de alimentos como helados, bebidas, lácteos, etc. Estas unidades permanecen activas las 24 horas. Consumiendo un total de 1324,56 kWh diarios de energía.

Tabla 6*Toma de datos de placa*

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Unidad de frio 1	10	7,46	3Ph / 220 V	58,00
Unidad de frio 2	10	7,46	3Ph / 220 V	58,00
Unidad de frio 3	12	8,95	3Ph / 220 V	64,00
Unidad de frio 4	12	8,95	3Ph / 220 V	64,00
Unidad de frio 5	5	3,73	1Ph / 220 V	14,00
Unidad de frio 6	2	1,49	1Ph / 220 V	9,00
Unidad de frio 7	4,5	3,36	1Ph / 220 V	16,00
Unidad de frio 8	7,5	5,59	3Ph / 220 V	26,00
Unidad de frio 9	10	7,46	3Ph / 220 V	24,00
Unidad de frio 10	2	1,49	1Ph / 220 V	9,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las unidades de frío.

4.1.1.3 Marmita

Estas ollas industriales son utilizadas a diario en cortos periodos, para la cocción de alimentos nutritivos, como: carnes, bocadillos, salsas, etc. Usando las siguientes potencias como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7*Toma de datos de placa*

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Marmita Agitador 1	0,5	0,37	3Ph / 220 V	1,20
Marmita Agitador 2	0,25	0,19	3Ph / 220 V	1,30
Marmita Agitador 3	1	0,75	3Ph / 220 V	3,20
Marmita Agitador 4	1	0,75	3Ph / 220 V	3,21
Marmita Agitador 5	3	2,24	3Ph / 220 V	8,38

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Marmita Agitador 6	1	0,75	3Ph / 220 V	5,00
Marmita Agitador 7	1	0,75	3Ph / 220 V	5,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las siete marmitas agitadoras.

4.1.1.4 Bombas de agua

Las bombas de agua que posee la industria son de motor estándar, estas potencias son consumidas a diario, en periodos cortos, las siguientes potencias son:

Tabla 8

Toma de datos de placa

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Bomba de agua 1	1	0,75	3Ph / 220 V	1,60
Bomba de agua 2	2	1,49	3Ph / 220 V	5,42
Bomba de agua 3	2	1,49	3Ph / 220 V	6,00
Bomba de agua 4	1	0,75	3Ph / 220 V	1,50
Bomba de agua 5	1	0,75	3Ph / 220 V	1,60
Bomba de agua 6	1	0,75	3Ph / 220 V	2,10
Bomba de agua 7	1	0,75	3Ph / 220 V	2,10
Bomba de agua 8	0,5	0,37	3Ph / 220 V	1,20
Bomba de agua 9	1	0,75	3Ph / 220 V	2,00
Bomba de agua 10	2	1,49	3Ph / 220 V	5,00
Bomba de agua 11	4	2,98	3Ph / 220 V	9,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las once bombas de agua.

4.1.1.5 Enfriadora congeladora

Existen 3 enfriadoras congeladoras que ayudan a mantener el helado a temperaturas muy bajas (-10°C), las cuales permanecen encendidas las 24 horas, consumiendo un total de 215,04 kWh diarios de energía.

Tabla 9*Toma de datos de placa*

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Enfriadora Congeladora Helados 1	3	2,24	3Ph / 220 V	12,00
Enfriadora Congeladora Helados 2	4,5	3,36	3Ph / 220 V	16,00
Enfriadora Congeladora Helados 3	4,5	3,36	3Ph / 220 V	16,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las tres enfriadoras congeladoras.

4.1.1.6 Licuadora

Este electrodoméstico se usa con mayor frecuencia ya que sirve para la preparación de jugos, guisos, salsas o aderezos, permite modificar el estado de los productos e igualar algunas mezclas. Sus potencias son las que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10*Toma de datos de placa*

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Licuadora 1	2	1,49	1Ph / 220 V	9,25
Licuadora 2	1,5	1,12	1Ph / 127 V	18,60
Licuadora 3	1,5	1,12	1Ph / 127 V	18,60
Licuadora 4	2	1,49	1Ph / 127 V	9,28

Nota. Toma de datos de forma manual de las cuatro licuadoras.

4.1.1.7 Hielera

Existe 3 hieleras que son utilizadas para la elaboración de embutidos en ciertos periodos las potencias que consumen se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11*Toma de datos de placa*

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Hielera 1	5,5	4,10	3Ph / 220 V	17,00
Hielera 2	1	0,75	3Ph / 220 V	5,00
Hielera 3	2	1,49	3Ph / 220 V	9,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las tres hieleras.

4.1.1.8 Nevera

Las neveras son los electrodomésticos que consumen energía todo el tiempo ya que en ellas guardan y conservan la materia prima para la realización del producto. Su consumo a diario es de 72,216 kWh.

Tabla 12*Toma de datos de placa*

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Nevera 1	0,28	0,208	1Ph / 127 V	3,00
Nevera 2	0,34	0,252	1Ph / 127 V	2,32
Nevera 3	0,40	0,300	1Ph / 127 V	3,40
Nevera 4	0,28	0,208	1Ph / 127 V	3,00
Nevera 5	0,40	0,300	1Ph / 127 V	3,40
Nevera 6	0,04	0,030	1Ph / 127 V	3,40
Nevera 7	0,34	0,252	1Ph / 127 V	2,32
Nevera 8	0,34	0,252	1Ph / 127 V	2,32
Nevera 9	0,40	0,300	1Ph / 127 V	3,40
Nevera 10	0,47	0,350	1Ph / 127 V	5,00
Nevera 11	0,41	0,305	1Ph / 127 V	3,40
Nevera 12	0,34	0,252	1Ph / 127 V	2,80

Nota. Toma de datos de forma manual de las doce neveras.

4.1.1.9 Selladora Automática

Estas selladoras son de uso fundamental para asegurar el producto, su consumo de energía es bajo, ya que se usa en tiempos muy cortos. La potencia se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13

Toma de datos de placa

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Selladora automática 1	1	0,75	3Ph / 220 V	16,00
Selladora automática 2	1	0,75	3Ph / 220 V	16,00
Selladora de fundas grande	3,5	2,61	3Ph / 220 V	12,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las tres selladoras.

4.1.1.10 Fechadora

Estas máquinas son utilizadas para etiquetar las fechas de elaboración/ caducidad y precio sugerido, son las que menos energía consumen en toda la planta.

Tabla 14

Toma de datos de placa

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Fechadora 1	0,16	0,12	1Ph / 127 V	3,00
Fechadora 2	0,16	0,12	1Ph / 127 V	3,00
Fechadora 3	0,6	0,45	1Ph / 127 V	0,40

Nota. Toma de datos de forma manual de las tres fechadoras.

4.1.1.11 Selladora Manual

Estas selladoras manuales aseguran y protegen el producto, son de bajo consumo de energía.

Tabla 15

Toma de datos de placa

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Selladora manual 1	1	0,75	1Ph / 127 V	16,00
Selladora manual 2	1	0,75	1Ph / 127 V	16,00
Selladora manual 3	2,5	1,86	3Ph / 220 V	9,00
Selladora manual 4	2	1,49	1Ph / 127 V	13,60

Nota. Toma de datos de forma manual de las cuatro selladoras manuales.

4.1.1.12 Banda transportadora

Estas bandas transportadoras son de muy baja potencia, facilitan el transporte del producto para luego ser etiquetado, su potencia se muestra en la tabla 16.

Tabla 16

Toma de datos de placa

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Banda transportadora 1	0,5	0,37	3Ph / 220 V	1,00
Banda transportadora 2	0,5	0,37	3Ph / 220 V	1,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las dos bandas transportadoras.

4.1.1.13 Balanza

Las balanzas son usadas para la verificación del peso del producto y en la elaboración de embutidos, ayudando a medir la cantidad de materia prima como carnes, aliños, harina, etc. Son de baja potencia, que se utilizan a diario, en tiempos muy cortos.

Tabla 17

Toma de datos de placa

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Balanza 1	0,25	0,19	3Ph / 220 V	2,00
Balanza 2	0,25	0,19	3Ph / 220 V	2,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las dos balanzas.

4.1.1.14 Extractor de olores

Es un equipo importante en el área alimenticia, por lo tanto, siempre pasan en funcionamiento, ya que los olores pueden ser causantes de contaminación. La energía que consume a diario los 8 extractores que se encuentran distribuidos en los diferentes procesos es de 1,48kWh.

Tabla 18

Toma de datos de placa

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Extractor de olores 1	0,5	0,37	3Ph / 220 V	1,10
Extractor de olores 2	0,5	0,37	3Ph / 220 V	1,10
Extractor de olores 3	0,5	0,37	3Ph / 220 V	1,10
Extractor de olores 4	0,5	0,37	3Ph / 220 V	1,10

Nota. Toma de datos de forma manual de los cuatro extractores de olores.

4.1.1.15 Equipos

Para el buen funcionamiento de la compañía y la elaboración de productos de calidad, se utiliza varios equipos como compresores, bombas, molinos, empacadoras, etc. Las potencias que requieren dichos equipos se muestran en la tabla 19.

Tabla 19

Toma de datos de placa

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Compresor de aire	20	14,91	3Ph / 220 V	54,00
Secador de aire	1,5	1,12	3Ph / 220 V	5,00
Trasformador elevador 220/440 V	134	99,92	3Ph / 220 V	150,00
Blower	2	1,49	1Ph / 220 V	2,70
Bomba de agua sumergible	7,5	5,59	3Ph / 220 V	26,00
Torre de enfriamiento	2	1,49	3Ph / 220 V	6,00
Bomba de agua caliente Aurora	5	3,73	3Ph / 220 V	13,60
Bomba de condensado caldero	1	0,75	1Ph / 220 V	4,20
Chiller	4,5	3,36	3Ph / 220 V	13,00
Bomba de vacío	3	2,24	1Ph / 220 V	11,00
Quemador del caldero	0,5	0,37	1Ph / 220 V	4,20
Bomba de agua del caldero	3	2,24	3Ph / 220 V	8,00
Banco de Agua helada	15	11,19	3Ph / 220 V	50,00
Esmeril	0,5	0,37	1Ph / 127 V	5,00
Trituradora de coco	2	1,49	1Ph / 220 V	9,00
Extractor de jugos	2	1,49	1Ph / 127 V	12,00
Empacadora al vacío	7,5	5,59	3Ph / 220 V	26,90
Rebanadora	2	1,49	1Ph / 220 V	12,00
Empacadora grande de mortadela	10	7,46	3Ph / 220 V	54,00
Freidora	6	4,47	1Ph / 220 V	24,00
Olla	0,5	0,37	1Ph / 127 V	3,20
Ralladora	2	1,49	1Ph / 127 V	9,50

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Mezcladora	1,5	1,12	3Ph / 220 V	6,00
Molino	7	5,22	3Ph / 220 V	30,00
Cutter	6	4,47	3Ph / 220 V	40,00
Molino grande	28	20,88	3Ph / 220 V	73,00
Cutter grande	112,5	83,89	3Ph / 440 V	150,00
Sierra	1,5	1,12	1Ph / 220 V	8,00
Embutidor	2	1,49	3Ph / 220 V	12,00
Embutidor grande	20	14,91	3Ph / 220 V	44,00
LPG	2	1,49	3Ph / 220 V	10,00
Clipiadora	4	2,98	3Ph / 220 V	16,00
Horno	15	11,19	3Ph / 220 V	40,00
Envasadora Ultra limpia	7	5,22	3Ph / 220 V	30,00
Purificadora de agua	8	5,97	3Ph / 220 V	37,00
Bomba sumergible	5	3,73	3Ph / 220 V	20,00

Nota. Toma de datos de forma manual de las máquinas de la compañía alimenticia.

4.1.1.16 Cargas estimadas de consumo.

Se estimó las cargas de iluminación nave 1 y 2, debido a que representan la energía de las lámparas que se encuentran externamente. La carga domiciliaria se estimó ya que es de vez en cuando que habitan en ella. Finalmente se consideró las cargas para el área de oficinas, garita y cancha de fútbol, motivo que se labora de 8 de la mañana a 5 de la tarde y tomando en cuenta que existen turnos rotativos, además son áreas de difícil acceso.

Tabla 20*Toma de datos de placa*

Equipo	Potencia HP	Potencia kW	Voltaje	Corriente Consumida Amperios
Iluminación nave 1	8	5,97	N/A	N/A
Iluminación nave 2	6	4,47	N/A	N/A
Carga domiciliaria	10	7,46	N/A	N/A
Oficinas y garita	10	7,46	N/A	N/A
Cancha de futbol	10	7,46	N/A	N/A

Nota. Toma de datos de forma manual de las áreas de oficinas y canchas.

4.1.2 Tableros y sub-tableros de Distribución

Estos tableros y sub-tableros eléctricos son importantes dentro de la compañía alimenticia, ya que en ellos se instalan protecciones, que permiten realizar maniobras para el funcionamiento o mantenimiento, los mismos que se encuentran cumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

Al igual que los conductores cumplen con la norma vigente NTE INEN 2345, en lo que se refiere al tipo de aislamiento.

Tabla 21*Tablero Bebidas*

Tablero de Distribución 3 Bebidas	
Barra	175A
Envasadora ultra limpia	
Puente	63A
Bomba de tanque	
Bomba de agua nivel	
Extractor	
Puente	63A
QAP	
Banda transportadora	
Tomas monofásicas	
Tomas 220 V - Cuarto insumos	
Cuarto insumos	
Ventilador envasado	
QAP	
Iluminación insumos	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución.

Tabla 22*Tablero Iluminación*

Tablero Principal de Distribución 1 Iluminación	
Barra	175A
Iluminación 1	
Toma de sueldas	
Casa	
Iluminación postes	
Oficinas	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución.

Tabla 23*Tablero Banco de Capacitores*

Tablero Banco de Capacitores	
Barra	250A
8 Capacitores	192uf
4 Capacitores	115uf

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución.

Tabla 24*Subtablero de Marmita*

Tablero de Marmita Pequeña y Control de Variadores	
Puente	63A
Tomas 220v	
Toma trifásica	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución.

Tabla 25*Tablero Principal Caldero*

Tablero Principal Caldero	
Barra	350A
Tablero Marmitas helados	
Tina #3 helados	
Tablero de bomba de presión	
Banco de agua helada	
Máquina selladora de helados	
Caldero	
Toma de suelda	
Caja de breakers	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución.

Tabla 26*Subtablero Bomba Sumergible*

Sub-tablero de Distribución Bomba Sumergible	
QAP	
Canchas	
Bomba	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución.

Tabla 27*Subtablero Agitador de Bombas*

Sub-Tablero Agitador de Bombas	
Barra	63A
Agitador 1	
Agitador 2	
Agitador miel	
Bomba envasadora	
Bomba de frasco	
Licuadora	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 28*Subtablero Torre Enfriamiento*

Sub-tablero de Torre de Enfriamiento	
Puente	63A
Bomba de torre enfriamiento	
Bomba de torre enfriamiento	
Variador de frecuencia	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 29*Subtablero Bomba de presión*

Sub-tablero de Bomba de Presión
Bomba de presión 5Hp trifásica

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 30*Subtablero Control de Caldero*

Tablero de Control de Caldero
Bomba de agua
Contactador de quemador
Control de temperatura
Fuente

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 31*Subtablero Purificación del Agua*

Sub-Tablero Purificación del Agua
Bomba sumergible
Iluminación y toma corriente
Tablero planta osmosis
QPA
Envasadora

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 32*Subtablero Planta Osmosis Inversa*

Sub-tablero Planta
Osmosis Inversa
Control del nivel de
bombeo
QAP

QAP

QAP

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 33

Subtablero Embutidos 3

Sub-tablero de Embutidos 3	
Barra	63A
Toma trifásica 5	
Toma trifásica cutter	
Tomas 110v	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 34

Subtablero máquina heladera y Unidad de frío

Sub-tablero de Máquina Heladera y Unidad de Frío	
Barra	150 ^a
Tablero de maquina heladera y unidad de frio	
Tablero marmitas	
Tomas 220v	
Tina de helado	
Iluminación	
Iluminación	
Tomas 220v	
Tomas 220v	
Puente	63 ^a
Agitador 1	
Agitador 2	
Agitador 3	
Agitador 4	
Bomba 1	
Bomba 2	
Bomba 3	
Toma 110 v	

Sub-tablero de Máquina Heladera y Unidad de Frio	
Puente	63 ^a
Tomas 220v occidentales	
QAP	
Lavabo automático	
Iluminación	
Toma 110v	
Toma 110v	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 35

Tablero Embutidos

Tablero de Embutidos	
Barra	350 A
Sierra	
Máquina de hielo	
Toma 110v	
Molino	
Horno	
Embutidor	
Clipiadora	
Gap	
Selladora al vacío	
Bomba condensados	
Banda transportadora	
Selladora al vacío pequeña	
Rebanadora	
Pack de internet	
Tomas de producción	
Fuente	

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 36*Subtablero Guardamotor*

Sub-tablero Guardamotor
Bomba silo de agua purificada

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

Tabla 37*Subtablero Sueldas*

Sub-tablero de Sueldas
QAP
Toma 220v
Toma 110v
Toma 110v

Nota. Toma de datos de forma manual de los tableros de distribución

4.1.3 Análisis y medición de parámetros eléctricos.

En los siguientes análisis se presentan los parámetros eléctricos obtenidos desde el 12 de Julio hasta el 19 de Julio, para lo cual se instaló el analizador de calidad del suministro “KEW 6310”, cumpliendo este con el reglamento de ARCONEL y la norma IEC 61010. Se colocó durante 7 días, en periodos de 10 minutos obteniendo un total de 1005 muestras totales.

Se analizan los valores promedios, máximos y mínimos, durante el día, como se muestra en la fecha y hora de registro.

4.1.3.1 Corriente eléctrica (A)

En la Tabla 38 se muestra que el día jueves 15 de Julio a las 12:03:06 horas se registra el valor de corriente más alto 363,4 amperios localizada en la fase B. Esto se debe a que los trabajadores retornan del almuerzo a sus labores. El día domingo 18 se

registra el valor mínimo de corriente 14,28 amperios localizada en la fase C, debido a que los domingos en la compañía no se trabaja.

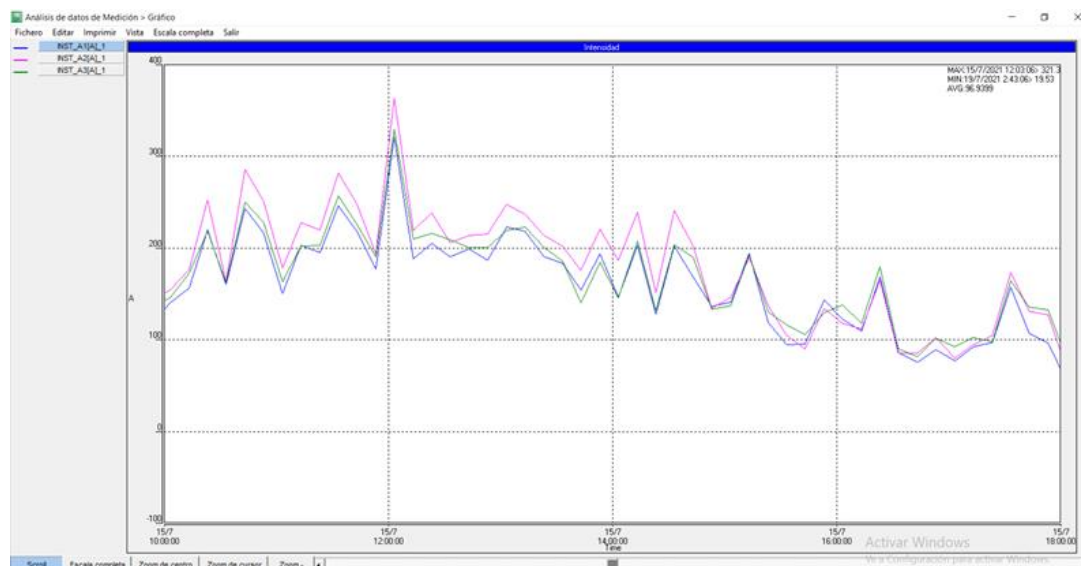
Tabla 38

Medidas de corriente

Medidas de corriente (A)				
Durante una Semana de Trabajo				
			Fecha de Registro	Hora de Registro
Fase	Promedio	96,9399		
A	Máximo	321,3000	15/7/2021	12:03:06
	Mínimo	19,5300	19/7/2021	2:43:06
Fase	Promedio	108,4678		
B	Máximo	363,4000	15/7/2021	12:03:06
	Mínimo	25,9000	16/7/2021	19:23:06
Fase	Promedio	95,3773		
C	Máximo	329,3000	15/7/2021	12:03:06
	Mínimo	14,2800	18/7/2021	9:53:06

Nota. Toma de datos por medio del analizador de cargas.

En la figura 15 se observa como la corriente de la fase B, alcanza un máximo pico de 363,4 Amperios, esto se debe a que se encienden varios dispositivos como motores, transformador elevador y el cutter grande, que producen un crecimiento en la corriente.

Figura 15*Corriente eléctrica*

Nota. Gráfico en KEW PQA MASTER para verificar los valores de corriente en las tres líneas

En la tabla 39, se muestra las corrientes tomadas en una semana de trabajo, se puede observar que los valores promedio son muy buenos y se mantiene estables ya que tiene un desequilibrio de corriente del del 7,95% que es bueno, ya que el desequilibrio en corriente no debe pasar del 10%. (*Electricidad/Electricitat: Desequilibrios de Tensión e Intensidad, n.d.*)

Tabla 39*Medidas de corriente*

Medidas de corriente Durante una Semana de Trabajo			
Fases	Corriente Máxima (A)	Corriente Mínima (A)	Corriente Media (A)
Fase A	455,1000	15,5900	97,3058
Fase B	490,0000	19,2400	108,3987
Fase C	498,0000	11,2800	95,5330

4.1.3.2 Voltaje (V)

En la tabla 41, se muestra la los niveles de voltaje de sus tres fases, se puede observar que los valores promedio son muy buenos y se mantiene estables ya que tiene un desequilibrio de Voltaje del 1% que es casi perfecto de acuerdo con la norma IEEE-1159, desequilibrio en tensión no debe superar el 3,5%, ya que provocaría en un 25% de aumento en el calentamiento de los motores trifásicos, perjudicando de manera directa en la producción de un proceso y en la confiabilidad de los equipos. (Código de Red: Calidad de La Potencia (Parte 3: Desbalance) - Radthink S.A. de C.V., n.d.)

Tabla 40

Medidas de voltaje

Medidas de voltaje Durante una Semana de Trabajo				
			Fecha de Registro	Hora de Registro
Fase	Promedio	231,5088		
A	Máximo	237,3000	19/7/2021	1:43:06
	Mínimo	222,7000	13/7/2021	11:13:06
Fase	Promedio	226,5308		
B	Máximo	232,2000	19/7/2021	1:03:06
	Mínimo	217,5000	13/7/2021	11:13:06
Fase	Promedio	228,7335		
C	Máximo	234,1000	19/7/2021	1:43:06
	Mínimo	220,0000	13/7/2021	11:13:06

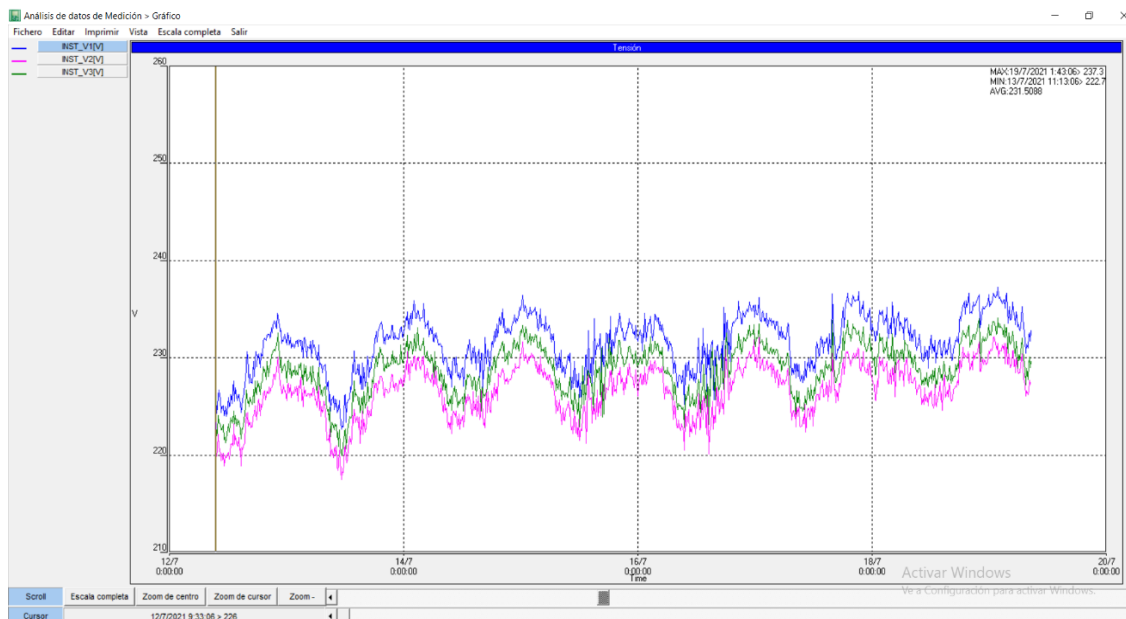
Nota. Toma de datos por medio del analizador de cargas.

En la Figura 16 se observa las 3 señales de voltaje, donde se puede notar que las 3 fases se mantienen casi iguales. El día lunes 19/07/2021 a las 1:43:06 de la madrugada, en la fase A, alcanza un voltaje máximo de 237,3 V, indicando que los trabajadores se encuentran laborando y como voltaje mínimo localizada en la fase B de 217,5 V el día

miércoles 13/07/2021 a las 11:13:06 de la mañana, indica que los trabajadores se van al almuerzo.

Figura 16

Voltaje



Nota. Gráfico en KEW PQA MASTER para verificar los valores de voltaje en las tres líneas.

La regulación de voltaje según CONELEC-004/001 debe de ser el $\pm 10\%$ del voltaje nominal, para nuestro estudio el voltaje nominal es 220V entonces los límites máximos y mínimos aceptables pueden comprender de 242V a 198V.

En la Tabla 41 se puede evidenciar que los valores de la Fase A y Fase B, se encuentran dentro del rango permitido según CONELEC 004/001. Mientras que la fase C se encuentra excediendo con el 1%, lo que se podría considerar que cumple con la norma, pero mediante un mantenimiento preventivo o correctivo a las instalaciones eléctricas se podría mejorar estos valores.

Tabla 41

Medidas de voltaje

Medidas de Frecuencia Durante una Semana de Trabajo			
	Voltaje Máx (V)	Voltaje Min (V)	Voltaje Promedio (V)
Fase A	239,1	218,3	231,4850
Fase B	234,4	208,3	226,5333
Fase C	244,8	203,3	228,7019

4.1.3.3 Frecuencia

En la tabla 42 se analizó los valores de la frecuencia que fueron tomados durante una semana de trabajo donde cumplen con la norma UNE-EN 50160, debe de ser el $\pm 1\%$ de 60Hz.

Tabla 42*Medidas de frecuencia*

Medidas de Frecuencia Durante una Semana de Trabajo		
Frecuencia Max	Frecuencia Min	Frecuencia Media
60,19	59,74	59,9885

Nota. Toma de datos por medio del analizador de cargas.

4.1.3.4 Factor de Potencia

El factor de potencia comprende los valores entre 0 y 1, el cual indica el correcto aprovechamiento de la energía eléctrica.

Según la resolución de ARCONEL, el Consumidor No Regulado que mantenga suscrito un contrato de conexión con una Distribuidora, cancelará a ésta la penalización por bajo factor de potencia cuando sea inferior a 0.92, aplicando el pliego tarifario

vigente de acuerdo a la categoría y grupo de tarifa que le correspondería si fuera usuario regulado.

El factor de potencia es un parámetro importante dentro del análisis de calidad de energía ya que este valor ayuda a un mejor aprovechamiento de potencias eléctrica suministrada por el transformador, en la tabla 43 podemos observar el registro de los valores en las tres líneas.

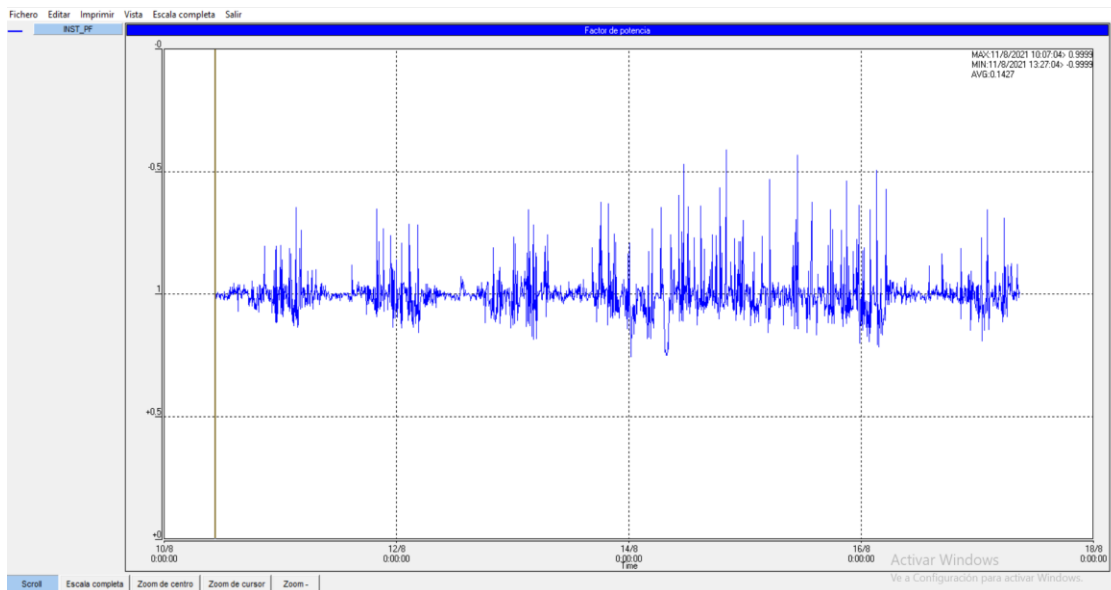
Tabla 43

Medidas factor de potencia

Medidas de Factor de Potencia Durante una Semana de Trabajo		
# Mediciones		
Fase A		
	Promedio	0,50105
19/7/2021; 3:03:06	Máximo	1
15/7/2021; 3:13:06	Mínimo	0,0021
Fase B		
	Promedio	0,02125
19/7/2021; 3:13:06	Máximo	0,9758
17/7/2021; 21:33:06	Mínimo	0,9333
Fase C		
	Promedio	0,10545
19/7/2021; 1:13:06	Máximo	0,9968
17/7/2021; 18:33:06	Mínimo	0,7859
P. Total		
	Promedio	0,195
	Máximo	0,977
	Mínimo	0,587

Nota. Toma de datos por medio del analizador de cargas.

En la figura 17 se observa las oscilaciones del factor de potencia y como se mantiene en valores adecuados.

Figura 17*Factor de Potencia*

Nota. Podemos ver en la figura 17 que el factor de potencia oscila en valores de uno, también lo muestra el reporte 1 y 2, por lo que es un valor que no ha incurrido en penalización.

En la figura 18 se presenta la pantalla del equipo controlador de factor de potencia, muestra valores de 0,969, esto coincide con los valores leídos por el equipo.

Figura 18*Factor de Potencia*

4.1.3.5 Cargabilidad

En la tabla 44 se muestra la cargabilidad, por lo que la potencia aparente consumida no supera los 250 [kVA].

Tabla 44

Medidas de cargabilidad

Medidas Durante una Semana de Trabajo			
Cargabilidad	Potencia Activa [kW]	Potencia Aparente [kVA]	Potencia Reactiva [kVAR]
Máxima	138,8	177,8	73,93
Mínima	20,8	7,783	153,5
Media	19,1993	39,6366	33,5775

4.1.3.6 Potencia nominal del Transformador: 250 kVA

Tabla 45

Porcentaje en el que opera el transformador

		Potencia Aparente Operativa KVA	Porcentaje de Uso	Potencia Aparente Reserva KVA	Porcentaje de Reserva
Potencia	Promedio	39,6366	16%	210,3634	84%
Aparente	Máximo	177,8	71%	72,2	29%
Total	Mínimo	7,783	3%	241.21	97%

Nota. Luego de haber analizado los valores de potencia aparente observamos que el transformador de 250 KVA, tiene un nivel medio de carga es decir que tiene una reserva de potencia del 29% de su capacidad nominal.

4.1.3.7 Demanda de Energía diaria

En esta tabla analizamos los valores de energía diaria en términos de (kWh) tomados durante una semana de trabajo y observamos en la figura 21 la energía varia

para los distintos días de la semana, ya que el día que más producen son los lunes con una energía de 2168,6 kWh y el día que menos se consume energía es el sábado con un valor de 298,6 kWh.

Tabla 46

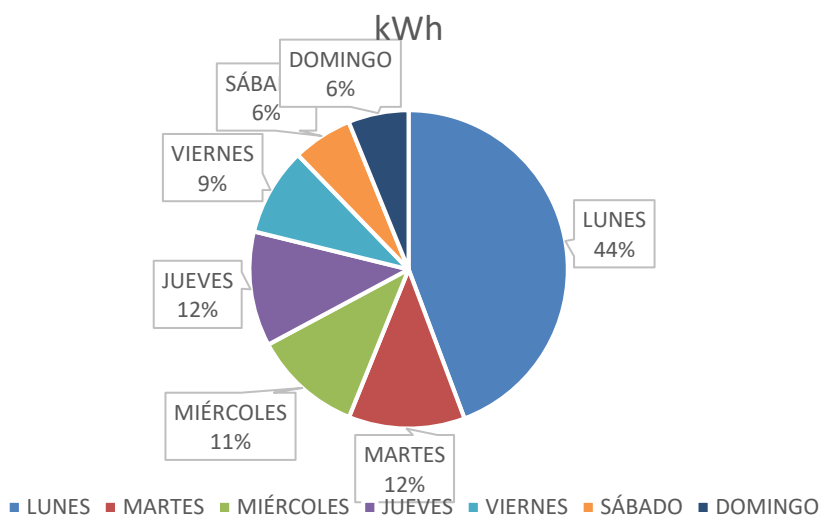
Medidas de energía diaria

Demanda de Energía diaria	
Días	kWh
Lunes	2168,6
Martes	578,3
Miércoles	541,8
Jueves	571,2
Viernes	437,1
Sábado	298,6
Domingo	300,5

En la figura 19 se presenta la energía diaria que es requerida por toda la compañía.

Figura 19

Energía Diaria

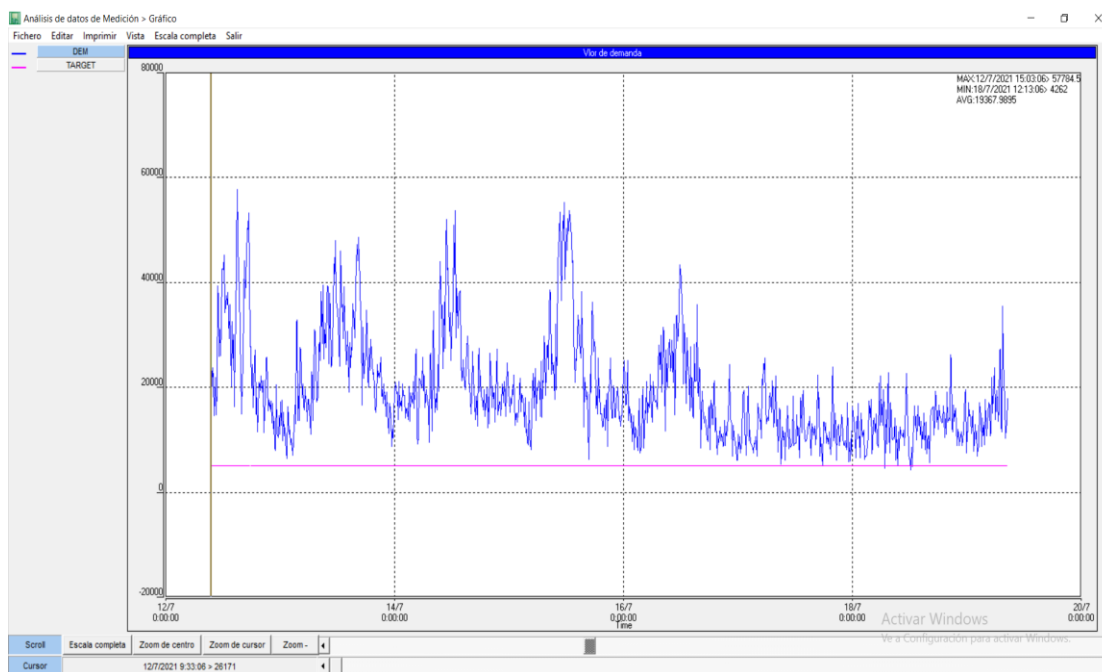


Nota. En la gráfica se observa los porcentajes de energía diaria que ocupa la compañía Alimenticia para producir sus diversos productos.

Como se puede observar en la figura 20 el día lunes a las 15:03:06 horas se obtiene un consumo máximo de demanda 57.784 kW esto se debe a que los trabajadores encienden la gran parte de las máquinas para la producción de sus productos. El día domingo a las 12:13:06 06 horas se obtiene una mínima demanda de 4,262 kW, debido a que ese día no se labora por lo tanto no se requiere de energía por lo que es otro día que el consumo de energía es poco.

Figura 20

Demanda Diaria



Capítulo V

5. Propuestas

5.1 Tema de la Propuesta.

Diagnóstico y Rediseño de las Instalaciones Eléctricas con Propuestas de Eficiencia Energética en la Compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta Cia Ltda, Ubicada en el Cantón Salcedo.

5.2 Datos informativos

Institución

Compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta Cía.

Dirección

Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Intersección a Quinientos Metros del Cementerio

Tipo de empresa

Compañía Alimenticia

Tamaño de la empresa

Grande

Beneficiario

Compañía Alimenticia Agua Santa Aliaguasanta Cía., Departamento de mantenimiento.

5.2.1 Objetivo General

Desarrollar un estudio de cargas futuras y un plan de eficiencia energética basado en los datos actuales de la compañía que fueron tomados de forma manual y por medio de un analizador de cargas.

5.2.2 Objetivos Específicos

- Obtener información del software libre “KEW 6310” y de los datos de placa de cada máquina.
- Verificar que el resultado de la toma de datos por medio del analizador sea la correcta, sacando dos muestras en distintas semanas.
- Analizar pérdidas eléctricas en la planta por mal uso de las instalaciones eléctricas.
- Proponer una solución a las pérdidas eléctricas mediante un plan de eficiencia energética.

5.3 Justificación de la propuesta

En el presente trabajo se propone realizar el rediseño del diagrama unifilar, un análisis de cargas en un periodo de siete días, tomando muestras cada diez minutos, con base a los datos adquiridos del “KEW 6310”, establecer un estudio de cargas para veinte y cuatro años, ya que la empresa se encuentra en un crecimiento del 4% anual, dimensionar un transformador, realizar cálculos para la acometida principal y el banco de capacitores, que cumpla con los valores que requiere la compañía alimenticia Agua Santa.

5.4 Diseño de la propuesta.

Para la realización de la propuesta se debe cumplir los siguientes parámetros, con la finalidad de desarrollar el rediseño eléctrico y el plan de eficiencia energética.

- Recopilación de información
- Procesamiento de datos mediante el software libre “KEW 6310”.
- Diseño del diagrama unifilar.
- Plan de eficiencia energética.

5.5 Recopilación de información.

Mediante la data arrojada del equipo, permitió el desarrollo del análisis de cargas.

5.5.1 Software KEW “6310”.

La información obtenida a través del software es voltaje, corriente, potencia activa, reactiva, aparente y factor de potencia, para la adquisición de estos se procede a seguir los siguientes pasos:

- Se determinó que el lugar ideal para la colocación del analizador es el tablero principal, haciendo uso de todos los equipos de protección personal se procedió a la colocación del analizador “KEW 6310”

En la figura 21 se presenta el tablero principal, desde el cual se realiza maniobras para el mantenimiento.

Figura 21

Tablero Principal



- Luego de haber revisado el manual del analizador “KEW 6310”, se procedió a la colocación, de sus sensores de voltaje, en las tres fases.

En la figura 22 se presenta la colocación de los sensores como se puede observar.

Figura 22

Colocación de sensores

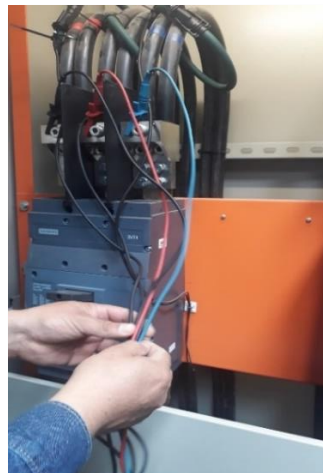


- Seguidamente se colocó sus amperímetros en sus tres fases, de una manera muy cuidadosa.

En la figura 23 se presenta la colocación de los amperímetros para tomar las mediciones.

Figura 23

Colocación de amperímetros



- Se alimentó el analizador con 110V AC, para asegurar que se mantenga encendido y se procedió a la configuración de los parámetros eléctricos en periodos de 10 minutos.

Figura 24

Alimentación al alimentador



- Finalmente se realiza las mediciones desde las 08H00 del lunes 12 de Julio hasta el lunes 20 de Julio 08H00.

Figura 25

Toma de mediciones

**5.5.2 Obtención de datos****5.5.2.1 Valores Actuales.**

Los valores actuales que tenemos son:

- Corriente máximo 498A y mínimo 11,28 A.
- Voltaje máximo 237V y mínimo 217V.
- Potencia activa máximo 138,8000 kW y mínimo -20,8000 kW.
- Potencia aparente máximo 177,8000 kVA y mínimo 7,7830 kVA.
- Potencia reactiva máximo 73,9300 VAR y mínimo -153,5000 kVAR.
- Factor de potencia máximo 0,9999 y mínimo 0,9998.

5.5.3 Planos y Diagramas

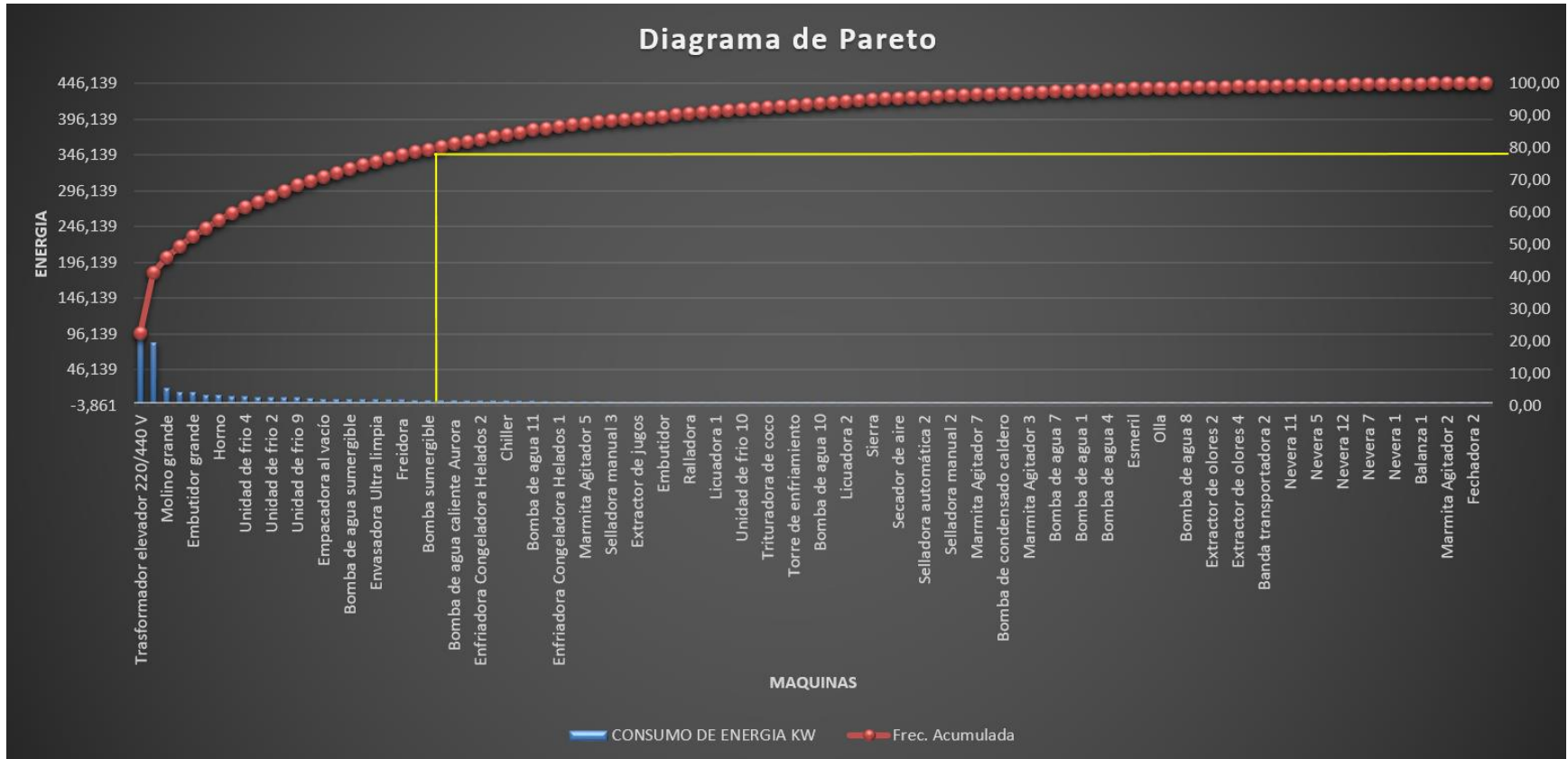
En el presente rediseño se ejecutó un diagrama unifilar para todos los tableros de distribución de la compañía alimenticia, en los cuales se coloca las distintas protecciones, circuitos y calibres de conductores, como se puede ver en el anexo 1.

5.5.3.1 Diagrama de Pareto

Mediante el diagrama de Pareto se logra cuantificar las principales máquinas que requieren de mayor energía para su funcionamiento, como se observa en la figura 26 las máquinas que necesitan mayor atención, ya que estas representan aproximadamente un 80% de todas las máquinas que causan un mayor gasto de energía.

Figura 26

Diagrama de Pareto



Con ayuda del diagrama de Pareto, se extrae los equipos que causan mayor consumo de energía para lo cual se determinan soluciones que permitirán tener un ahorro en el consumo eléctrico como lo indica en la tabla 47. Para tener un mejor aprovechamiento de la energía se debe hacer revisiones de los equipos, inspeccionar el estado de las conexiones de agua, verificar que no exista filtraciones en los ambientes refrigerados, revisar que no haya fugas de aire en las unidades de frío y evitar el uso de estos equipos en horas punta, ya que implica un mayor costo en la facturación de energía.

Tabla 47

Resultados de máquinas con mayor consumo de energía y soluciones para la misma

Equipos	Solución para un mejor ahorro de energía
1 Cutter grande	Se deben instalar un arrancador suave tal como se muestra en la propuesta 3.
2 Molino grande	Se deben instalar un arrancador suave tal como se muestra en la propuesta 3.
3 Compresor de aire	Revisar que en el transporte de aire no exista fugas y para esto es recomendable instalar caudalímetros tal como lo indica la propuesta 4.
4 Embutidor grande	Evitar trabajar a la velocidad mínima, trabajar con el depósito del embutidor siempre a su capacidad máxima y así se evita la pérdida de tiempo y energía.
5 Banco de Agua helada	Realizar un mantenimiento trimestral en la lubricación de los compresores, bombas de recirculación de agua a los condensadores, agua proveniente de la torre de enfriamiento para el área de helados.
6 Horno	Trabajar con alimentos que no estén congelados y mantener la puerta cerrada para evitar el ingreso de aire frío.
7 Unidad de frío	Dar un mantenimiento semestral para que no presente fallas, que puedan ocasionar un consumo elevado de energía.
8 Purificadora de agua	La purificación del agua es un proceso que está en todo momento con la finalidad de ahorrar agua por lo que es muy difícil un ahorro energético en este proceso
9 Empacadora al vacío	Colocar varias bolsas para empacar y no dejar un intervalo muy grande de tiempo entre cada empaque para no tener prendida la maquina sin usarla
10 Bomba de agua submergible	Para evitar fugas, ahorrar agua y reducir el consumo de energía se recomienda mantener la presión del sistema lo más bajo posible. https://gsnovaingenieria.es/mejorar-bombas-de-pozo-riego/
11 Molino	Dar un mantenimiento semestral para que no presente fallas, que puedan ocasionar un consumo elevado de energía.

Equipos	Solución para un mejor ahorro de energía
12 Envasadora	La envasadora de la compañía alimenticia es de última generación, por lo que cuenta con un sistema que permite ahorrar energía.
13 Freidora	Trabajar con alimentos que no estén congelados, utilizar accesorios adecuados para la freidora.
14 Hielera	Para disminuir el consumo de energía se recomienda que las hieleras sean cerradas cuando ya no se usan para evitar que entre calor

5.5.3.1 Rediseño

Para el rediseño se considera un elemento principal como es el aumento de la demanda, basados en una recopilación de datos de facturación eléctrica desde el año 2018 al 2021, este análisis permite predecir la demanda de energía eléctrica a satisfacer. En la tabla 48 se realiza los escenarios que representan las mediciones anuales de la demanda a satisfacer.

Tabla 48

Toma de mediciones

Escenario	Demanda(kVA)
1	40
2	60
3	80
4	100
5	120
6	140
7	160
8	180
9	200
10	220
11	240
12	260
13	280
14	300
15	320
16	340
17	360
18	380
19	400

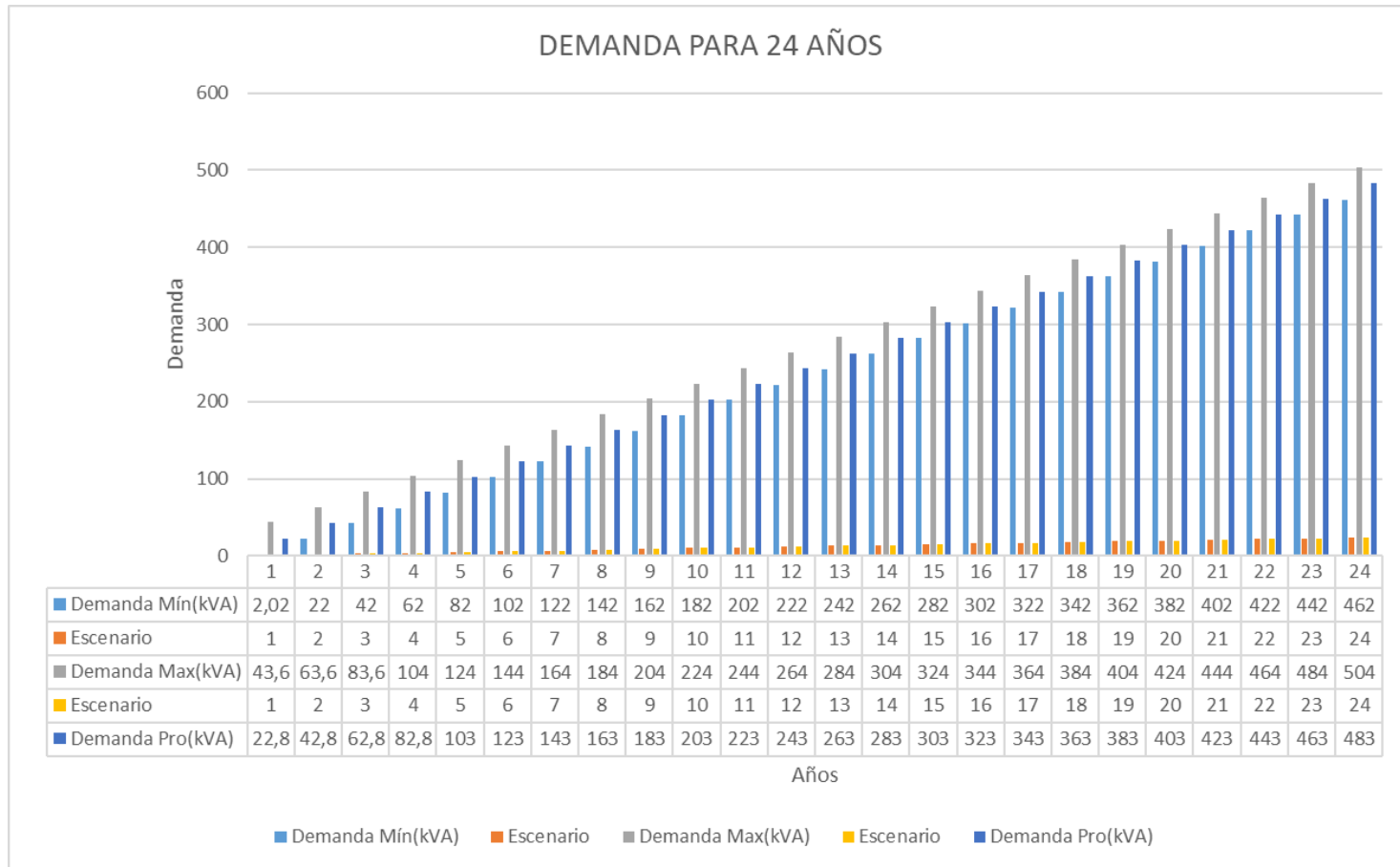
Escenario	Demanda(kVA)
20	420
21	440
22	460
23	480
24	500

Se realiza un total de 24 escenarios de carga, cuyos valores iniciales de demanda varían de 40 kVA hasta 500 kVA con una variación de carga entre escenario de 20 kVA. Con cada escenario de carga se procede a aplicar un crecimiento de demanda del 4% durante un período de 24 años.

En la figura 27, se visualiza la demanda mínima, máxima y promedio durante los 24 escenarios, llegando a obtener como demanda máxima 504kVA y como demanda mínima 462 kVA.

Figura 27

Demanda a futuro



Para la selección del tipo de transformador se realiza por cada escenario de carga, como lo indica en la tabla 49.

Tabla 49

Escenario de carga

Escenario	300 kVA	350kVA	400kVA	500kVA
1	X			
2	X			
3	X			
4	X			
5	X			
6	X			
7	X			
8	X			
9	X			
10	X			
11	X			
12	X			
13	X			
14		X		
15		X		
16		X		
17			X	
18			X	
19				X
20				X
21				X
22				X
23				X
24				X

Según el análisis de los diferentes tipos de transformadores, el transformador que mejor cubre la demanda máxima es el de 500 kVA, ya que satisface la demanda para 24 años con un 95% como se muestra en la tabla 50.

Tabla 50*Uso del transformador*

	Transformador de cámara sumergido en aceite			
	I	II	III	IV
	300 kVA	350kVA	400kVA	500kVA
Años	13	16	18	23
Porcentaje de capacidad con respecto a 24 años	54,16%	66,66%	75%	95,83%

Los parámetros técnicos y económicos para las diferentes potencias de los transformadores, según la empresa fabricante “Ecuatran”, se muestra en la tabla 51.

Tabla 51*Parámetros del transformador*

Transformador de cámara sumergido en aceite				
Potencia	300 kVA	350kVA	400kVA	500kVA
N.- de Fases	3(L1,L2,L3,N)	3(L1,L2,L3,N)	3(L1,L2,L3,N)	3(L1,L2,L3,N)
Voltaje Pimario	13,2KV(Delta)	13,2KV(Delta)	13,2KV(Delta)	13,2KV(Delta)
Voltaje Secundario	220/127(Estrella)	220/127(Estrella)	220/127(Estrella)	220/127(Estrella)
Pérdidas en el hierro(W)	758	846	930	1090
Pérdidas en el cobre(W)	3677	4200	4730	5770
Costo de Inversión (\$\$)	10,060,00	10,200,00	10,600,00	14,063,00

5.5.3.2 Selección del conductor

Datos del diseño

Potencia instalada 446.139 kW

Voltaje nominal 220V

Longitud 10m

Número de fases 3

Factor de potencia 0,9

Factor de temperatura 0,941

Caída máxima de voltaje 2%

Análisis por criterio de corriente

Para el circuito trifásico, la corriente nominal se calcula; con la ecuación 1.

$$I_n = \frac{Kw}{\sqrt{3} \times V_{f-f} \times \cos \theta}$$

Ecuación 1

Corriente nominal (A)

Nota.(Moral Blancas, 2016).

$$I_n = \frac{446139}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,9} = 1300,90 \text{ A}$$

Para seleccionar el calibre del cable mediante la corriente corregida en la ecuación 2, tenemos que:

$$I_c = \frac{I_n}{(FA \times FT)}$$

Ecuación 2

Corriente corregida (A)

Nota.(Moral Blancas, 2016).

$$I_c = \frac{1300,90 \text{ A}}{(1 \times 0,94)} = 1383,93 \text{ A}$$

Para una $I_c = 1383,93 \text{ A}$, se escogió un conductor de 253mm^2 (500 KCMIL), como se visualiza en el anexo 3(Moral Blancas, 2016).

Sección transversal del conductor

Para encontrar la sección transversal del conductor se aplica la ecuación 3.

$$S = \frac{2 \sqrt{3} L I_n}{V_{f-f} \times V\%}$$

Ecuación 3

Sección transversal del conductor

Nota.(Moral Blancas, 2016).

$$S = \frac{2 \sqrt{3} (10)(1300,90 \text{ A})}{220 \times 2}$$

$$S = 102,41 \text{ mm}^2$$

Análisis por el método de caída de tensión.

Para verificar que el conductor seleccionado sea el correcto y cumpla con el valor menor al 2% de caída de voltaje.

Se aplica la ecuación 4 y se escoge los valores de la resistencia y reactancia de acuerdo al anexo 3(Moral Blancas, 2016).

$$V\% = \frac{\sqrt{3} I_n L \times 100 \times [(R \text{ Cos } \theta) + x \text{ Sen } \theta]}{V_{f-f} \times 1000}$$

Ecuación 4

Caída de tensión

Nota.(Moral Blancas, 2016).

$$V\% = \frac{\sqrt{3} \times 1300,90(10) \times 100 \times [(0,105 \times 0,9) + 0,012 \times 0,43589]}{220 \times 1000}$$

$$V\% = 0,97$$

Nota: Se logra identificar que cumple con la condición menor al 2%, por lo tanto, se selecciona dos conductores por fase calibre 500 Kcmil.

Cálculo de la capacidad del dispositivo de protección

Para su cálculo se aplica la ecuación 5, y de acuerdo al valor obtenido se dirigió al anexo 4(Moral Blancas, 2016), donde se encuentra la protección.

$$I_d = 1,25 I_n$$

Ecuación 5

Capacidad del dispositivo de protección

Nota.(Moral Blancas, 2016).

$$I_d = 1,25 \times 1300,9$$

$$I_d = 1626,125 A$$

Se obtuvo un interruptor termomagnético de 3P-600A.

Selección del conductor de puesta a tierra

Para el conductor seleccionado se aplicó la ecuación número 5, teniendo como resultado un interruptor de 3P-600A, que corresponde un cable a tierra de calibre 107mm², 4/0 AWG, como se visualiza en el anexo 4.

Rediseño del diagrama unifilar

Para el rediseño del diagrama unifilar se realizaron los siguientes cálculos, pronóstico de mediciones anuales de la demanda energética, parámetros técnicos y económicos para el transformador, selección de la acometida principal, protección y análisis por criterios de corriente y caídas de tensión, tal como se visualiza en el anexo 6.

5.5.4 Medidas de eficiencia energética.

A continuación, se propone el plan de eficiencia energética, con el cual se quiere reducir el consumo de energía eléctrica y el gasto en la facturación de la compañía alimenticia Agua Santa.

Para la viabilidad del plan se realizó un análisis técnico y económico, con el respectivo presupuesto de ejecución.

Debido al gran tamaño de la compañía alimenticia se propone un plan en el cual, se implemente un ahorro energético en cada uno de sus puntos de producción que se desarrollará en distintas fechas y horas para que no se vea afectada la compañía, ya que la producción en varias ocasiones suele ser continua, y es muy complicado interrumpir los distintos procesos.

PROPUESTA 1: Capacitar a los trabajadores de la Compañía Alimenticia en eficiencia energética eléctrica

Objetivo: Concientizar e impartir información del uso eficiente de la energía eléctrica a todos los funcionarios y trabajadores de la compañía Alimenticia “Agua Santa” Aliaguasanta Cia Ltda.

Acciones

- Convocar a una sesión en la misma Compañía Alimenticia para dar a conocer el uso eficiente de la energía eléctrica, el ahorro energético especialmente en las luminarias y equipos de cómputo, que tendrá una duración de 2 horas.
- Incentivar al ahorro energético a sus trabajadores para que se sientan identificados con la compañía y el medio ambiente.

Presupuesto:

El presupuesto para esta propuesta es de \$180 dólares. A continuación, presentamos el detalle.

Tabla 52*Presupuesto Capacitación*

Descripción	Cantidad	Precio \$	Parcial \$
Expositor	1	40	40
Ayudantes	2	20	40
Trípticos	40	1	40
Refrigerio	40	1	40
Herramientas Visuales y otros	1	20	20
		Total \$	180

Ahorro de Energía Activa y Ahorro Económico

En el ahorro de Energía Activa se minimizar el tiempo de encendido en las luminarias y equipos de cómputo.

En todas las cuatro áreas de producción

Iluminación Nave 1

$$Ahorro = 5,97kW * 2 \frac{h}{día} * 26 \frac{día}{mes} = 310,44 \frac{kWh}{mes}$$

$$Ahorro = 3725,28 \frac{kWh}{año}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 3725,28 \frac{kWh}{año} * \frac{0,0897}{kWh} = 334,16 \frac{USD}{año}$$

Iluminación Nave 2

$$Ahorro = 4,47kW * 2 \frac{h}{día} * 26 \frac{día}{mes} = 232,44 \frac{kWh}{mes}$$

$$Ahorro = 2789,28 \frac{kWh}{año}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 2789,28 \frac{kWh}{año} * \frac{0,0897}{kWh} = 250,2 \frac{USD}{año}$$

En las oficinas y garita

$$Ahorro = 7,46kW * 2 \frac{h}{día} * 26 \frac{día}{mes} = 387,92 \frac{kWh}{mes}$$

$$Ahorro = 4655,04 \frac{kWh}{año}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 4655,04 \frac{kWh}{año} * \frac{0,0897}{kWh} = 417,56 \frac{USD}{año}$$

Carga domiciliaria

$$Ahorro = 7,46kW * 2 \frac{h}{día} * 30 \frac{día}{mes} = 447,6 \frac{kWh}{mes}$$

$$Ahorro = 5371,2 \frac{kWh}{año}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 5371,2 \frac{kWh}{año} * \frac{0,0897}{kWh} = 481,79 \frac{USD}{año}$$

Cancha de Fútbol

$$Ahorro = 7,46kW * 1 \frac{h}{día} * 5 \frac{día}{mes} = 37,3 \frac{kWh}{mes}$$

$$Ahorro = 447,6 \frac{kWh}{año}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 447,6 \frac{kWh}{año} * \frac{0,0897}{kWh} = 40,14 \frac{USD}{año}$$

PROPUESTA 2: Mejora por mantenimiento preventivo a las instalaciones eléctricas de la Compañía Alimenticia.

Objetivo: Ahorrar energía en el sistema eléctrico de potencia ya que, con un mantenimiento adecuado del mismo, se logra un ahorro del 1 al 2% del consumo eléctrico total.

Acciones

El mantenimiento debe darse a los siguientes:

- **Transformador**

Se propone que los transformadores sean desconectados en temporada baja, ya que esto presenta grandes pérdidas energéticas, a la vez hay que tener un buen estudio, mantenimiento y pruebas de aceite del transformador que se va a usar, en el estudio tener los valores claros para que no esté sobredimensionado, previniendo pérdidas y fallas.

- **Tableros**

Se ha observado que en algunos tableros sus contactos deben ser reajustados, para así evitar desconexiones inesperadas.

- **Aislamiento**

Es recomendable poseer un correcto aislamiento ya que se evita sufrir de descargas eléctricas o cortocircuitos.

Ahorro de Energía Activa y Ahorro Económico

El consumo promedio de la planta es de 21054,09 kW-h por mes, considerando un ahorro del 1% del total del consumo eléctrico se obtiene:

Ahorro de Energía Activa

$$Ahorro = 1\% * 21054,09 \frac{kWh}{mes} = 210.54 \frac{kWh}{mes}$$

$$Ahorro = 2526,49 \frac{kWh}{año}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 2526,49 \frac{kWh}{año} * \frac{0,0897}{kWh} = 226,63 \frac{USD}{año}$$

PROPUESTA 3: Colocar arrancadores suaves en motores.

Objetivo: Controlar el arranque y parada de los motores, mediante la implementación de arrancadores suaves para obtener un mayor ahorro energético.

Acciones

- Colocar arrancadores suaves en el área de embutidos, dónde se encuentran máquinas que consumen mucha energía como se determinó en el diagrama de Pareto, son el cooter grande y el molino grande.

Ahorro de Energía Activa y Ahorro Económico

En el ahorro de Energía Activa se protege la línea eléctrica de alimentación de los picos de corriente.

La empresa alemana Siemens proporciona hasta un 20% de ahorro energético mediante el arrancador electrónico suave de la familia de modelos SIRIUS 3RW5.

Molino Grande

Ahorro de Energía Activa

$$Ahorro = 20\% * 20,88 kW = 4,176 kW$$

$$Ahorro = 4,176 kW * 2 \frac{h}{día} * 10 \frac{día}{mes} = 83,52 \frac{kWh}{mes}$$

$$Ahorro = 1002,24 \frac{kWh}{año}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 1002,24 \frac{kWh}{año} * \frac{0,0897}{kWh} = 89,90 \frac{USD}{año}$$

Cutter Grande

Ahorro de Energía Activa

$$Ahorro = 20\% * 83,89 \text{ kW} = 16,778 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 16,778 \text{ kW} * 2 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 10 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 335,56 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 4026,72 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 4026,72 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 361,19 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

PROPUESTA 4: Mejora en el sistema de aire comprimido

Objetivo: Detectar fugas de aire, mediante la implementación de caudalímetros de aire comprimido para obtener un mantener una buena calidad de aire generada por los compresores.

Acciones

- Instalar un total de 12 caudalímetros que son los que se necesitan en toda la Compañía, para conocer las fugas y el consumo de aire.

Ahorro de Energía Activa y Ahorro Económico

Muchas de las veces se comete este grave error, para que un sistema de aire comprimido funcione a pleno rendimiento se incrementa la presión de los compresores, ya que si existen fugas no detectadas y se desperdicia una gran cantidad de energía. Si por el contrario se reduce la presión en la línea 1bar, se puede ahorrar hasta un 8% de energía.

Unidad de Frío 1

Ahorro de Energía Activa

$$Ahorro = 8\% * 7,46 \text{ kW} = 0,596 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0,596 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 61,984 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 743,808 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 743,808 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 66,71 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 2

Ahorro de Energía Activa

$$Ahorro = 8\% * 7,46 \text{ kW} = 0,596 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0,596 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 61,984 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 743,808 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 743,808 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 66,71 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 3

Ahorro de Energía Activa

$$Ahorro = 8\% * 8,95 \text{ kW} = 0,716 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0,716 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 74,46 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 893,56 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 893,56 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 71,89 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 4

Ahorro de Energía Activa

$$\text{Ahorro} = 8\% * 8,95 \text{ kW} = 0,716 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro} = 0,716 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 74,46 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro} = 893,56 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$\text{Ahorro} = 893,56 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 71,89 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 5

Ahorro de Energía Activa

$$\text{Ahorro} = 8\% * 3,73 \text{ kW} = 0,298 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro} = 0,298 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 31,03 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro} = 372,40 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$\text{Ahorro} = 372,40 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 33,40 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 6

Ahorro de Energía Activa

$$\text{Ahorro} = 8\% * 1,49 \text{ kW} = 0,119 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro} = 0,119 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 12,39 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$\text{Ahorro} = 148,76 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$\text{Ahorro} = 148,76 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 13,34 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 7

Ahorro de Energía Activa

$$Ahorro = 8\% * 3,36 \text{ kW} = 0,268 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0,268 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 27,95 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 335,46 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 335,46 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 30,09 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 8**Ahorro de Energía Activa**

$$Ahorro = 8\% * 5,59 \text{ kW} = 0,447 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0,447 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 46,50 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 558,10 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 558,10 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 50,06 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 9**Ahorro de Energía Activa**

$$Ahorro = 8\% * 7,46 \text{ kW} = 0,596 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0,596 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 61,984 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 743,808 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 743,808 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 66,71 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Unidad de Frío 10**Ahorro de Energía Activa**

$$Ahorro = 8\% * 1,49 \text{ kW} = 0,119 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0,119 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 12,39 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 148,76 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 148,76 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 13,34 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Compresor de aire**Ahorro de Energía Activa**

$$Ahorro = 8\% * 14,91 \text{ kW} = 1,19 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 1,19 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 124,05 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 1488,61 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 1488,61 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * \frac{0,0897}{\text{kWh}} = 133,52 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Secador de aire**Ahorro de Energía Activa**

$$Ahorro = 8\% * 1,12 \text{ kW} = 0,089 \text{ kW}$$

$$Ahorro = 0,089 \text{ kW} * 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 9,31 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

$$Ahorro = 111,82 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Ahorro Económico

$$Ahorro = 111,82 \frac{kWh}{año} * \frac{0,0897}{kWh} = 10,03 \frac{USD}{año}$$

Resumen de los Ahorros de Energía Activa y Ahorro Económico

Se presenta un resumen de ahorros anuales como es ahorros de energía y económicos, que podría darse por mejorar el sistema eléctrico de la Compañía Alimenticia.

Tabla 53

Presupuesto de mejora

Oportunidades de mejorar el sistema eléctrico	Ahorros Anuales	
	kW-h	USD
Capacitar a los trabajadores de la Compañía Alimenticia en eficiencia energética eléctrica	16988,4	1703,85
Mejora por mantenimiento preventivo a las instalaciones eléctricas de la Compañía Alimenticia.	2526,4	226,63
Colocar arrancadores suaves en motores	5028,9	451,09
Mejora en el sistema de aire comprimido	7182,4	627,69
TOTAL		3009,26

Presupuesto de las propuestas de ahorro energético

Tabla 54

Información de costos

Inversión inicial	\$ 1335
Ahorro mensual	\$ 415,77
Ahorro anual	\$ 3009,26
Retorno de inversión	6 meses
Vida útil del proyecto	24 años

Inversión inicial**Propuesta 1**

Capacitación al personal **\$180**

Interruptores de sensor de movimiento.

Tabla 55

Costos de interruptores de sensor de movimiento

Precio	Cantidad	Material	Mano de Obra	Total
\$7	5	\$35	\$60	\$95

Propuesta 2

Costo de mantenimiento preventivo

Tabla 56

Costos de mantenimiento preventivo

Mantenimiento Preventivo	Costo diario	Días	Total
Mano de obra	\$25	12	\$300

Propuesta 3

Implementación de arrancadores suaves marca siemens SIRIUS 3rw4036-1bb14 en las dos máquinas que consumen mayor cantidad de energía.

Tabla 57

Costo de arrancadores suaves

	Precio Unitario	Total
Arrancadores suaves	\$ 320	\$ 640

Propuesta 4

Colocación de 12 caudalímetros.

Tabla 58*Costo de caudalímetros*

	Precio Unitario	Cantidad	Total
Caudalímetros	\$10	12	\$120

En las siguientes tablas se muestra el ahorro económico mensual y anual que se obtendrían si se ejecutan las propuestas presentadas.

Tabla 59*Ahorro mensual*

Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
\$180	\$18,885	\$7,491	\$5,559
\$27,846		\$30,099	\$5,559
\$20,85			\$5,990
\$34,796			\$5,990
\$40,149			\$2,783
\$3,345			\$1,111
			\$2,507
			\$4,171
			\$5,559
			\$1,111
			\$11,126
			\$0,835
\$306,9875	\$18,8858	\$37,5908	\$52,3075

Tabla 60*Ahorro anual*

Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
\$180	\$226,63	\$89,9	\$66,71
\$334,16		\$361,19	\$66,71
\$250,2			\$71,89
\$417,56			\$71,89
\$481,79			\$33,4
\$40,14			\$13,34

Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
			\$30,09
			\$50,06
			\$66,71
			\$13,34
			\$133,52
			\$10,03
\$1703,85	\$226,63	\$451,09	\$627,69

5.5.4 Simulación del sistema eléctrico actual y a futuro.

En el diagrama unifilar del sistema eléctrico de la compañía alimenticia Agua Santa permite visualizar las principales conexiones y arreglos de sus componentes. En el software ETAP 16.2.0 nos permite realizar maniobras de operación, coordinación y reconexión de acuerdo a los programas y normas.

Mediante simulación se puede representar cualquier red de un diagrama unifilar, siendo una manera práctica y conveniente, en vez de mostrar el detalle del diagrama trifásico adecuado al sistema eléctrico real, el cual puede ser difícil, impreciso y muy complicado para una red de tamaño real.

Sistema eléctrico actual

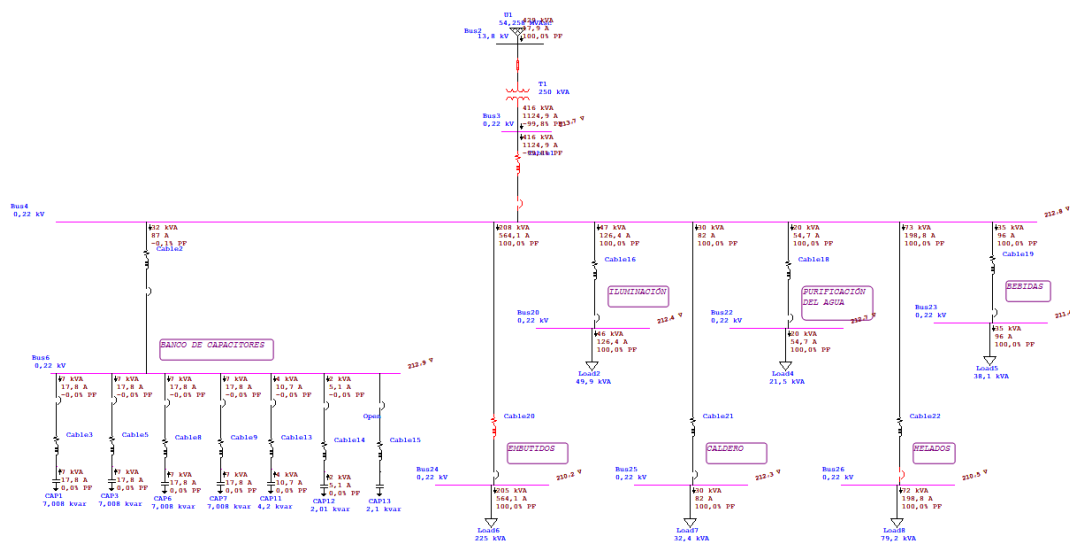
En la simulación del sistema eléctrico actual de la compañía tal como se muestra en la figura 28, se colocaron los elementos existentes y las cargas totales de los diferentes procesos. Mediante el uso de la opción “Análisis de flujo de carga” en ETAP simulamos el sistema eléctrico, y podemos observar los resultados, a través de informes de flujo de carga e imprimir un reporte de informes tal como lo muestra el anexo 5.

Llegamos a determinar que el transformador actualmente logra abastecer a todos los procesos de producción, pero en un bajo porcentaje de voltaje, por lo que a la

larga causaría daños a las máquinas por trabajar con niveles bajos de voltaje y este transformador sufrirá daños de sobrecalentamiento.

Figura 28

Sistema eléctrico actual

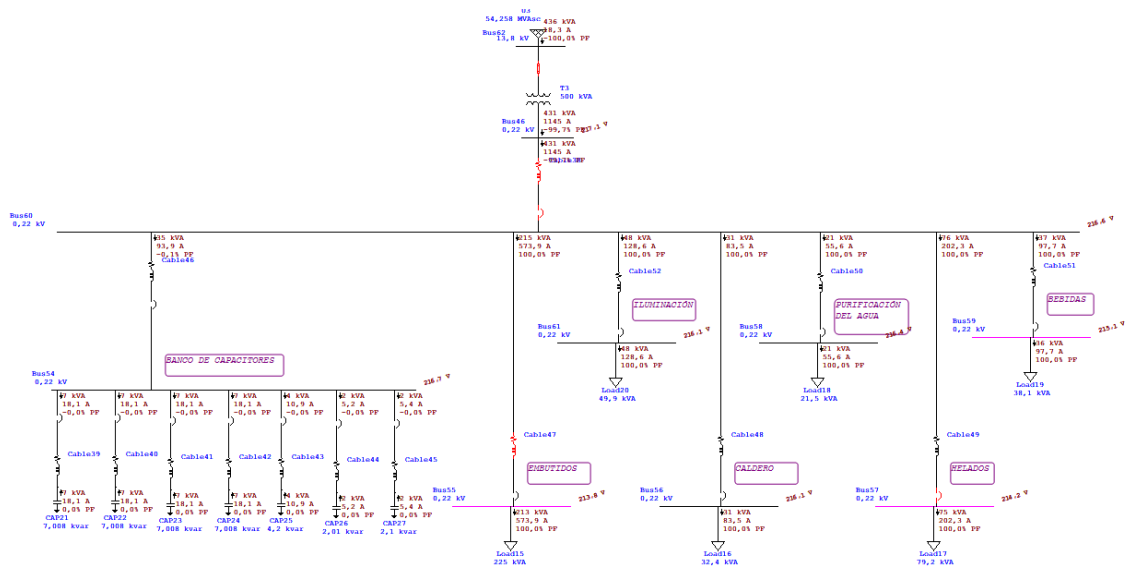


Sistema eléctrico a futuro

Tomando en cuenta que la compañía se encuentra en crecimiento, se realiza la simulación con la implementación de un nuevo transformador, con su respectiva acometida principal y protección, tal como lo indica la figura 29, permitiéndonos ver que el sistema eléctrico se encuentra dentro de los rangos permitidos y se tiene mayor voltaje para los diferentes procesos de producción, lo que es satisfactorio para sistema eléctrico ya que alarga la vida útil de los equipos y permite un mayor desempeño de los mismos. A partir del informe de flujo de cargas como se adjunta anexo 5, indica los valores de voltaje, corriente y factor de potencia en las barras los mismo que cumplen con las normas.

Figura 29

Sistema eléctrico a futuro



Capítulo VI

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Mediante el estudio de cargas realizado en la compañía alimenticia, se diagnosticó que los parámetros eléctricos como las magnitudes de voltaje, corriente, potencia, factor de potencia y frecuencia cumplen con las normas y reglamentos establecidas por el CONELEC 004/001, lo cual refleja un buen funcionamiento y estado de las instalaciones eléctricas.
- Se rediseño y simulo el sistema eléctrico actual, para un crecimiento a 24 años, tomando en cuenta los requerimientos del personal de mantenimiento para futuras instalaciones y los valores adquiridos de las mediciones de cargas, dando a conocer los costos de los materiales, se adjunta el diagrama unifilar final de la instalación eléctrica necesario y funcional para la compañía.
- Se logró levantar los planos unifilares actuales, ya que la compañía alimenticia requería de manera urgente que se levantara los planos desde su tablero principal, y la distribución a todas las áreas de producción, esto permitió que el departamento de mantenimiento conozca la distribución exacta, para la implementación de futuras cargas.
- Mediante el levantamiento de cargas se identificó cuáles son las áreas que consumen mayor cantidad de energía y donde se encuentran ubicadas para tomar acción, estas fueron localizadas en el área de embutidos por lo que se busca implementar arrancadores suaves para motores, que permitan realizar un bajo esfuerzo al momento del arranque teniendo como resultado un ahorro energético en esta área.

- Se presentaron las propuestas de eficiencia energética para lograr un ahorro tanto económico como energético, que indican que es posible tener una reducción significativa anual de \$3009,26 dólares la factura de energía eléctrica, en los cálculos realizados para la implementación del plan de eficiencia energética, nos dan como resultado que la inversión inicial, se recuperara en un lapso de seis meses.

6.2 Recomendaciones

- Llevar a cabo el plan de eficiencia energética para la compañía es lo más recomendado, se presentaron las propuestas de eficiencia energética para lograr un ahorro tanto económico como energético ya que no cuenta con uno en este momento, permitiendo un ahorro de energía a futuro, la correcta implementación del plan de eficiencia energética va ayudar a disminuir el consumo de energía en la planilla eléctrica mensual, consiguiendo recuperar la inversión inicial.
- Realizar un análisis termográfico, esto permitirá a la compañía alimenticia tener un mejor mantenimiento preventivo sin necesidad de parar producción, tener una prolongada vida útil de los motores y de las instalaciones eléctricas, obteniendo menores gastos en la reparación de fallas.
- Medir la cantidad de iluminación en todas las áreas de la compañía mediante el luxómetro, ya que según un estudio realizado por los científicos holandeses Wout van Bommel y Gerrit Van Den Belt, comentan que al mantener una iluminación adecuada al tipo de trabajo aumenta la productividad hasta en un 20 por ciento y reduce las bajas laborales.
- Se recomienda llevar un control de consumo energético en sus diferentes tableros de distribución, este control puede ser a diario, semanal o mensual, el cual permitirá tener un mejor uso y ahorro de la energía.
- Se recomienda realizar un estudio trimestral para el control del factor de potencia ya que la compañía se encuentra en crecimiento moderado.

Bibliografía

- ¿Que es un conductor eléctrico? - Electricistas.cl. (n.d.). Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://electricistas.cl/que-es-un-conductor-electrico/>
- ¿Qué es y para qué sirve un variador de frecuencia? | S&P. (n.d.). Recuperado el 15 de Octubre de 2021, de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/>
- AENOR. (2001). UNE-EN-50160-2001 Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución. Asociación Española de Normalización y Certificación., UNE-EN-50160-2001, 22.
- ARCONEL. (2019). Regulacion No. ARCONEL-005-2018.pdf. In Arconel (p. 38).
- ARCSA. (2016). Normativa Tecnica Sanitaria Para Alimentos Procesados - Buenas Prácticas de Manufactura. Ministerio de Salud, 7–24.
- Briano, J. I., Baez, M. J., & Moya Morales, R. (2003). Identificación de oportunidades. Diseño y Desarrollo de Productos, 1–409.
- Calidad, A. D. E., & Suministro, D. E. L. (n.d.). ANALIZADOR DE CALIDAD DEL SUMINISTRO KEW 6310.
- Código de Red: Calidad de la Potencia (Parte 3: Desbalance) - Radthink S.A. de C.V. (n.d.).
- Cutter Industrial alimentos - Maquinaria cocina industrial - RO-CA. (n.d.). Recuperado el 18 de Octubre de 2021, de <http://www.ro-ca.com/familia/180/cutter-industrial-alimentos.aspx>
- Electricidad/Electricitat: Desequilibrios de tensión e intensidad. (n.d.). Recuperado el 31 de Octubre de 2021, de <https://electricidad-viatger.blogspot.com/2009/05/desequilibrios-de-tension-e-intensidad.html>
- Energética, E. (n.d.).

- Española, N., & Une-en, E. D. E. L. D. (2019). Maquinaria para la industria alimentaria Sierras de cinta Requisitos de seguridad e higiene.
- Gómez, C. (2011). Alimentos Al Vacío Y Bajo Atmosfera Modificada.
- Huamancayo, C. (2017). Análisis de un caldero pirotubular de 300 bhp, usando combustibles diésel y glp, para mejorar la eficiencia, en la empresa agromantaro S.A.C. 92.
- Javier, T. (2015). Departamento de ciencias de la energía y mecánica. Maquinas para procesamiento de alimentos. (n.d.).
- Moral Blancas, J. J. (2016). Diseño de Alimentadores para un Sistema Eléctrico en Baja Tensión. 72.
- NTE-INEN. (2015). Requisitos De Gestión De Calidad Establecimientos De Alimentación. Norma Técnica Sub Sector de Alimentos y Bebidas, 1–25.
- Nte inen 2345 1 - nte - Quito – Ecuador NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2345 Primera revisión - StuDocu. (n.d.).
- Peruano, O., La, A., & Iso, N. (2020). AREQUIPA. Resumen sobre el Sistema de Gestión Energética UNE-EN 16001:2010 – Agencia Provincial de la Energía. (n.d.).
- Riquelme Donoso, I. D., & Avellaneda López, J. L. (2020). Eficiencia Energética: Tendencia global y su relación con los sectores económicos del Perú. 39.
- Tensi, A. (2018). ANALIZADOR DE REDES KEW 6310.

ANEXOS