



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA MINERAL SAN FELIPE,
MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE ETAP 12.6”.**

Autores:

Cargua Pachacama Carlos Fabián.

Guayanlema Martínez Héctor Luis.

Tutor:

Ing. Lema Guamán Edwin Marcelo. MSc.

LATACUNGA – ECUADOR

2018



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo **Cargua Pachacama Carlos Fabián** y **Guayanlema Martínez Héctor Luis** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA MINERAL SAN FELIPE, MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE ETAP 12.6”**. siendo el **Ing. Edwin Marcelo Lema Guamán** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Cargua Pachacama Carlos Fabián

C.I. 172404478-7

Guayanlema Martínez Héctor

C.I. 160050329-4



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica


AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA MINERAL SAN FELIPE, MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE ETAP 12.6”. De Cargua Pachacama Carlos Fabián y Guayanlema Martínez Héctor Luis, de la carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD de Ciencias de la ingeniería y aplicada de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero del 2018

El Tutor



Ing. Edwin Marcelo Lema Guamán. MSc.
C.I: 030224135-1

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: **Cargua Pachacama Carlos Fabián y Guayanlema Martínez Héctor Luis** con el título de Proyecto de Investigación **“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA MINERAL SAN FELIPE, MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE ETAP 12.6”**.

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero del 2018

Para constancia firman:

Lector 1
Nombre: Mg. Xavier Proaño
C.I: 050265642-4

Lector 2
Nombre: Mg. Franklin Medina
C.I: 050125961-8

Lector 3
Nombre: Mg. Franklin Vásquez
C.I: 171093449-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres y a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme dado la oportunidad para cursar la carrera de Ingeniería Eléctrica y al Ing. Nelson Salguero por habernos abierto las puertas de la empresa de Agua Mineral San Felipe y poder desarrollar nuestro proyecto de titulación.

Fabián

Nada hubiera podido lograr sin el milagro de vivir, es por eso que empiezo agradeciendo a Dios por todo lo que me ha brindado sin nada a cambio, quiero agradecer también a mis padres Luis y Teresa por ser el pilar principal de este logro, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrir sus puertas a todos los jóvenes que buscamos el conocimiento y un futuro mejor, a la empresa san Felipe y nuestro tutor encargado Nelson Salguero, por permitirnos desarrollar nuestro tema de investigación, a nuestro tutor y lectores que han guiado este trabajo.

Por su infinita ayuda siempre gracias.

Héctor

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a DIOS por darme la vida. Dedico este trabajo a mis padres Fabián Cargua y María Luisa Pachacama por brindarme la más grande oportunidad de mi vida al ayudarme incondicionalmente a lo largo de mi formación profesional y ser un pilar importante en mi vida, por todas enseñanzas, consejos y alentarme todo el tiempo para salir adelante y cumplir con mis objetivos. Dedico a mi hermano y amigos por ser parte fundamental en mi vida universitaria y compartir gratas experiencias juntos.

Fabián

Sin ustedes no lo hubiera logrado y hoy con todo el amor quiero dedicarles mi más grande logro.

A mis padres Luis y Teresa por su apoyo incondicional por sus desvelos, preocupaciones y su inmensa paciencia, a mi abuelita Beatriz por todo el cariño y ayuda infaltable, a mi novia hermosa Viviana por siempre tener una voz de aliento un abrazo de consuelo y un (niko) de felicidad, a mi hermana Katy a mi familia y amigos que de muchas maneras fueron partícipes de este logro. Todos y cada uno de ustedes siempre serán la razón de esta meta que con mucho cariño se las quiero dedicar y compartir.

Héctor

CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
AVAL DE TRADUCCIÓN	xvi
PROYECTO DE TITULACIÓN II.....	1
1.- INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5.- EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN:	4
6.- OBJETIVOS:	5
General.....	5
Específicos.....	5
7.- SISTEMA DE ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS ..	5
8.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
Argumentación legal	6
Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.....	6
Índice de Calidad de Voltaje	7
Porcentaje de Regulación de Voltaje.....	7
Consumidor Industrial	7
Cargos por bajo factor de potencia	7
Calidad de energía.....	8
Condiciones y requerimientos del sistema eléctrico industrial [8].....	8
Seguridad	8
Capacidad	8
Confiabilidad	8
Sistema eléctrico industrial y componentes principales	8

Transformador y sus características técnicas.....	9
Tipos de conductores en instalaciones industriales	10
Ductos y canalizaciones.....	10
Motores eléctricos.....	11
Iluminación del sistema eléctrico industrial	11
Definiciones de Factores eléctricos dentro del área industrial.....	12
Factor de potencia (<i>fp</i>)	12
Demanda y curva de demanda.....	13
Demanda máxima (<i>Dmax</i>).....	13
Carga instalada (<i>Ci</i>)	13
Curva de carga	13
Curva de carga diaria	14
Factor de demanda (<i>FD</i>)	14
Factor de utilización (<i>Fu</i>)	15
Factor de diversidad (<i>Fdiv</i>)	15
Factor de simultaneidad (<i>Fsim</i>).....	16
Factores de simultaneidad para tableros de distribución.....	16
Factor de carga (<i>Fc</i>).....	17
Factor de pérdidas (<i>Fperd</i>)	17
Límites de caída de voltaje	18
Rendimiento del transformador	18
Pérdidas en transformadores	19
Pérdidas en el hierro	19
Pérdidas en el cobre	19
Pérdidas totales en un transformador de distribución ante variaciones de carga	19
Pérdidas de potencia	20
Pérdidas de energía.....	21
9.- HIPÓTESIS.....	21
10.- METODOLOGÍAS.....	21

Exploratorio.....	22
Medición.....	22
Instrumentos.....	22
Programa Excel.....	22
Analizador de carga Fluke 435.....	22
Software ETAP 12.6.....	23
11.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	24
Actividad y producción de la empresa.....	24
Datos técnicos y equipos de la empresa.....	24
Proceso del estudio realizado.....	24
Servicio Eléctrico.....	25
Maquinaria y área de producción.....	25
Censo de carga.....	25
Análisis de Carga Conectada.....	26
Plano arquitectónico de la empresa de Agua Mineral San Felipe.....	27
Diagrama unifilar.....	28
Cálculos preliminares en la evaluación inicial.....	30
Caídas de voltaje.....	30
Simulación del estado actual en ETAP 12.6.....	33
Simulación del Sistema Eléctrico Empresa de Agua Mineral San Felipe.....	34
Caídas de Voltaje en cada área de la Empresa.....	35
Análisis y diagnóstico inicial:.....	36
Comparación de resultados entre ETAP. 12.6 y cálculos realizados.....	37
Medición con al analizador de carga.....	38
Curva de carga.....	38
Potencia activa de un día típico.....	38
Curva de Duración de Demanda Diaria - Fuente De Agua San Felipe.....	39
Interpretación de resultados.....	39
Factor de potencia por fase.....	40

Voltajes por fase	40
Cálculos de factor de carga, utilización, pérdidas de potencia y energía en el transformador	40
Transformador instalado.....	40
Cálculo porcentual de la demanda del transformador	40
Cálculos de pérdidas estandarizadas en el transformador.....	41
Pérdidas en vacío de acuerdo a la norma NTE 2115-2	42
Pérdidas bajo carga a potencia nominal de acuerdo a la norma NTE 2115-2.....	42
Resultados de Pérdidas en el cobre y totales en el transformador.....	42
Pérdidas reales en el cobre del transformador	42
Pérdidas de energía y su costo mensual.....	43
Cálculo de pérdidas de potencia en cada máquina de la empresa	44
Cálculo de pérdidas de energía	44
Resumen de problemas encontrados.	46
Propuesta de Mejoras	47
Nuevos cálculos realizados:	47
Cálculo de caídas de voltaje.....	47
Nuevo cálculo de pérdidas de potencia.....	50
Nuevo cálculo de pérdidas de energía.....	50
Propuesta para mejorar el sistema eléctrico de la empresa de Agua Mineral San Felipe, mediante la simulación en el software ETAP 12.6	52
Comparación de resultados entre ETAP. 12.6 y cálculos realizados.....	52
12.- IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.....	54
Impactos técnicos.....	54
Impactos económicos.....	54
Impacto ambiental.....	54
13.- PRESUPUESTO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	55
Valoración técnico-económica.....	55
14.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
Conclusiones:	58
Recomendaciones:	59
15.- BIBLIOGRAFÍA	61
16.- ANEXOS:	64

Anexo 1: Valores de coseno y seno para valores de Factor de potencia	64
Anexo 2: Valores de coseno y seno para valores de Factor de potencia	64
Anexo 3: Motores eléctricos de eficiencia estándar	65
Anexo 4: Especificaciones técnicas de conductores.....	66
Anexo 5: Centro de carga antigua de la empresa de Agua Mineral San Felipe	67
Anexo 6: Nuevo Centro de carga de la empresa de Agua Mineral San Felipe	68
Anexo 7: Acometida y distribución de energía del nuevo centro de carga	69
Anexo 8. Curva de demanda de potencia aparente en kVA	70
Anexo 9. Histogramas de frecuencia de potencia activa empleados hora 8am- 9 am	71
Anexo 10. Propuesta para mejorar el sistema eléctrico de la empresa con Nuevos conductores y distancias.....	72
Anexo 11. Informes de reporte ETAP12.6	73
Anexo 12. Informes de reporte ETAP12.6. reporte en cables	74
Anexo 13. Informes de reporte ETAP12.6. reportes de perdidas en ramas.....	75
Anexo 14. Informes de reporte ETAP12.6. reportes de evaluación inicial.....	76
Anexo 15. Informes de reporte ETAP12.6. con los cambios propuestos	77
Anexo 16. Informes de reporte ETAP12.6. con los cambios propuestos	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites admitidos para variaciones de voltaje.....	7
Tabla 2. Factores de demanda para cada agrupación de motores.....	15
Tabla 3. Factores de simultaneidad por circuitos.....	16
Tabla 4. Factores de simultaneidad de un sistema.....	16
Tabla 5. Factores de simultaneidad.....	17
Tabla 6. Fórmulas de pérdidas en vacío y bajo carga de transformadores clase medio voltaje \leq 25 kV de 15 a 2 000 Kva.....	20
Tabla 7. Técnicas e Instrumentos empleados	22
Tabla 8. Carga total instalada.....	26
Tabla 9: Elementos utilizados para la simulación	31
Tabla 10. Caídas de voltaje iniciales del sistema.....	33
Tabla 11. Comparación de resultados.....	35
Tabla 12. Potencia total de un día de trabajo	36
Tabla 13. Cuadro resumen de factor de potencia y voltaje por fase	38
Tabla 14. Porcentaje de carga del transformador.....	39
Tabla 15. Cálculos de pérdidas totales de energía en el transformador.....	40
Tabla 16. Resultados de pérdidas de potencia y energía.	43
Tabla 17. Problemas encontrados en la empresa de Agua Mineral San Felipe.....	44
Tabla 18. Resultados de nuevas caídas de voltaje realizado el cambio de conductores.....	46
Tabla 19. Resultados de pérdidas de potencia en cada máquina con los cambios propuestos.....	48
Tabla 20. Comparación de resultados con las propuestas de mejora.....	49
Tabla 21. Materiales del tablero principal de distribución.....	51
Tabla 22. Indicadores de Rentabilidad	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del conductor, designación AWG.....	10
Figura 2: Disipación de calor en conductores.....	11
Figura 3: Triangulo de potencias.....	13
Figura 4: Curva a Demanda Máxima.....	14
Figura 5: Analizador de carga.....	21
Figura 6: Proceso metodológico propuesto.....	23
Figura 7: Cuadro de barras de potencias existentes en la empresa.....	26
Figura 8: Cuadro de barras de potencias existentes en la empresa	27
Figura 9: Porcentaje de caída de voltaje de un sistema eléctrico.....	28
Figura 10: Ingreso de variables técnicas para la simulación en ETAP 12.6.....	31
Figura 11: Potencia activa de una jornada de trabajo.....	36
Figura 12: Potencia activa reactiva y aparente.....	36

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA MINERAL SAN FELIPE, MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE ETAP 12.6.”

Autores:

Cargua Pachacama Carlos Fabián

Guayanlema Martínez Héctor Luis

RESUMEN

El presente trabajo está destinado a la evaluación técnica del sistema eléctrico de la planta embotelladora de agua mineral san Felipe ubicado en la provincia de Cotopaxi, que al ser una instalación antigua presenta altos grados de deterioro la cual pone en riesgo la operación continua de la empresa, motivos por los cuales se realiza un estudio eléctrico detallado referente a cargabilidad y demanda eléctrica con el propósito de mejorar la calidad y servicio de energía eléctrica de la empresa mediante la propuesta de alternativas para reforzar y mejorar su sistema eléctrico.

La fase inicial del trabajo parte desde un censo de carga que nos permite cuantificar la potencia instalada que se dispone en todas las áreas de la empresa y la capacidad total del sistema, parámetros útiles con los cuales se puede realizar una modelación de flujos de potencia en el software ETAP 12.6, estos resultados a su vez permitirán conocer los puntos críticos de las instalaciones eléctricas existentes y proponer soluciones técnicas para lograr corregirlas.

Mediante la conexión del analizador de carga se obtiene mediciones de voltaje, potencias, corrientes, factor de potencia, entre otros. De esta manera se establece la demanda del sistema y la curva de demanda semanal de la empresa.

Los resultados que se obtendrán serán referencia para el planteamiento de alternativas que mejoren y beneficien las instalaciones eléctricas de la empresa, con un mejor rendimiento y operación de las máquinas y seguridad del personal que labora en las instalaciones.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

FACULTY OF APPLIED AND ENGINEERING SCIENCE

TITLE: "TECHNICAL AND ECONOMIC EVALUATION OF THE ELECTRIC SYSTEM OF THE MINERAL WATER BOTTLING PLANT SAN FELIPE, THROUGH SIMULATION WITH THE SOFTWARE ETAP 12.6"

Authors:

Cargua Pachacama Carlos Fabián.

Guayanlema Martínez Héctor Luis.

ABSTRACT.

This work is technical evaluation of the "San Felipe water mineral bottling company" electric system located in the Cotopaxi province, because it shows deterioration, that represent a risk in the continuous operation of the company, for that we realize this electrical study explaining every single detail of chargeability and electrical demand, with the purpose of get better the quality and service of the electrical energy of the company through the purpose of new alternatives to improve the electrical system.

In the initial phase of the work begin from of a charge census that let us quantify the installed potency, that we found in every area of the company and the total capacity of the system, that parameter are usefully to realize the flow modelling of the potential of the ETAP 12.6 software, this results, will allow to known every critics points in all the electric installations and propose technical solution to fix any problem.

By the connection of the charge analyzer, is obtained the voltage measurements, potencies, currents, potency factors, etc., In that way we can establish the demand of the systems and the demand curve of the week.

The result that will be obtained, will be references for the planning of alternatives that can improve and will give benefices to all the electrical installations in all the company, with a better performance in the operation, of all the machines and also to improve the security of all the personal that works in the company.



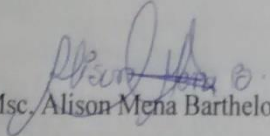
AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del idioma inglés del centro cultural de idiomas de la **Universidad Técnica de Cotopaxi**; en forma legal CERTIFICO que la traducción del resumen de Proyecto de investigación al idioma inglés presentando por los señores de la carrera de **Ingeniería Eléctrica** de la unidad académica CIYA: **Cargua Pachacama Carlos Fabián** con número de cedula 172404478-7 y **Guayanlema Martínez Héctor Luis** con numero de cedula 160050329-4, cuyo título versa **“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA MINERAL SAN FELIPE, MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE ETAP 12.6”**, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta escritura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

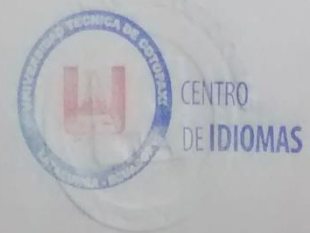
Latacunga, febrero del 2018

Atentamente,


Msc. Alison Mena Barthelotty

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C. 0501801252



PROYECTO DE TITULACIÓN II

1.- INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA MINERAL SAN FELIPE, MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE ETAP 12.6”.

Fecha de inicio:

Octubre 2017

Fecha de finalización:

Febrero 2018

Lugar de ejecución:

Sector san Felipe – Cantón Latacunga – Provincia Cotopaxi – dirección. Cuba y Pasaje Eloy Alberto Sánchez Cañas – Planta Embotelladora de Agua Mineral San Felipe.

Facultad que auspicia

Ciencias de la Ingeniería y aplicadas "CIYA"

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica

Proyecto de investigación vinculado:

Área Industrial.

Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. Edwin Marcelo Lema Guamán

Coordinadores del proyecto:

Cargua Pachacama Carlos Fabián

Guayanlema Martínez Héctor Luis

Tutor:**Nombre:** Ing. Edwin Marcelo Lema Guamán MSc.**Nacionalidad:** Ecuatoriana**Cedula de Identidad:** 030224135-1**Entidad laboral:** Docente de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi**Correo Electrónico:** Edwin.lema@utc.edu.ec**Títulos obtenidos:** Ingeniería (Universidad de Cuenca)
Maestría (Instituto energético de Moscú)**Coordinadores del Proyecto****Postulante N°1****Nombres:** Carlos Fabián**Apellidos:** Cargua Pachacama**Cedula de Identidad:** 1724044787-7**Correo Electrónico:** fabyssex@gmail.com**Postulante N°2****Nombres:** Héctor Luis**Apellidos:** Guayanlema Martínez**Cedula de Identidad:** 160050329-4**Correo Electrónico:** héctor.guayanlema4@gmail.com**Área de Conocimiento:**

Ingeniería y Sistemas eléctricos de distribución y sistemas eléctricos de potencia.

Líneas de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Control y optimización en el uso de la energía del sector industrial, comercial y residencial.

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Analizar el sistema eléctrico de la empresa de Agua Mineral San Felipe mediante la obtención de datos eléctricos para su modelación y posterior simulación en el software ETAP 12.6, mediante lo cual se obtendrán valores de pérdidas de potencia, pérdidas de energía, caídas de voltaje, distribución de la carga y demás datos relevantes, los valores una vez obtenidos servirán como punto de partida para proponer la reestructuración del sistema eléctrico de ser necesario con la finalidad de obtener un correcto funcionamiento y consumo de la planta rigiéndonos en los índices de caídas de voltaje y parámetros de calidad de energía. Logrando así mejorar el consumo energético reflejado en el ahorro económico de la planta.

Actualmente la empresa opto por cambiar su transformador de 175 kVA por un nuevo sistema de transformación especial de 300 kVA instalados en cámara de transformación el cual brindara dos niveles de voltaje 220 V para alimentación de su maquinaria antigua y 440 V para su nueva maquinaria a instalarse.

Las instalaciones eléctricas internas existentes presentan grados de deterioro para lo cual un análisis de la demanda nos permitirá conocer la cargabilidad del transformador, con el respectivo comportamiento de las cargas y para el desarrollo de este proyecto se realizará con el transformador inicial de 175 kVA debido a que fue el inicio de nuestro estudio y propuesta. Mediante el analizador de carga se obtendrán datos de nivel de voltaje, factor de potencia, potencia activa, reactiva y aparente, niveles de corriente, los cuales nos permitirán realizar los diferentes histogramas de frecuencia, necesarios para establecer las diferentes curvas de carga.

3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El sistema eléctrico de una industria al ser conformado por elementos que se encuentran en operación continua, así como sus características de funcionamiento pueden deteriorarse por diferentes causas que pueden desembocar en el paro de la producción y esto a su vez en pérdidas económicas para la empresa, para lo cual un análisis técnico del sistema eléctrico de la planta, ayudara a detallar su situación actual y los puntos más importantes como la demanda de energía de la empresa, la distribución de carga, caídas de voltaje, y demás consideraciones que deben estar dentro de normas eléctricas los cuales al ser modelados en el software ETAP 12.6 proporcionaran suficiente información para conocer el estado actual que refleja la planta, logrando así determinar falencias y posibles mejoras si lo requiriera.

El presente documento técnico se realizó con la finalidad de mejorar el sistema eléctrico de la planta embotelladora de Agua Mineral San Felipe, con una idea clara de calidad, así como el ahorro de consumo de energía siendo una de las principales necesidades de una empresa, esto se logrará con la correcta implementación de cada uno de los diferentes elementos que conforman el sistema de distribución eléctrica de una industria, es por esto que una evaluación técnica del sistema eléctrico determinara cual es el estado actual de cómo se encuentra la planta en el ámbito eléctrico, esto se lograra en base a análisis, diseños y cálculos que servirán para determinar si se requiere o no de posibles soluciones al sistema, en base a los resultados obtenidos de las simulación en el software ETAP 12.6, nos lleva a indagar sobre las tecnologías apropiadas a utilizar, así como su correcta aplicación y funcionamiento, además de que todos los resultados obtenidos podrán servir como punto de partida para futuras proyecciones de crecimiento que la planta considere necesarias.

Los aportes del estudio y análisis principalmente buscan un adecuado funcionamiento, que brinde a la empresa un consumo energético razonable, y así presentar un sistema eléctrico garantizando su continuidad de servicio para su producción diaria de embotellamiento de agua mineral.

4.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Con el estudio y aplicación de este proyecto la planta embotelladora de Agua Mineral San Felipe se beneficiará obteniendo los resultados de la evaluación técnica de su sistema eléctrico, en base a lo cual se analizará el beneficio económico que refleje mantener la red eléctrica existente u obtener un nuevo y reforzado sistema para la planta y su correcto funcionamiento eléctrico.

5.- EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN:

El proyecto de investigación se realizó en la planta embotelladora de Agua Mineral San Felipe perteneciente a la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga la cual se encuentra dentro de la zona de concesión de la empresa eléctrica provincial Cotopaxi ELEPCO S.A.

Al ser una empresa con planes de aumentar su producción, al momento no se tiene definido un censo de carga actualizado desconociendo su carga instalada y su calidad de servicio, lo cual puede ocasionar pérdidas y sobrecargas en sus conductores provocando problemas en la calidad de voltaje, cortes de energía, elevadas caídas de voltaje, incremento en el pago de la tarifa, etc.

6.- OBJETIVOS:

General

- ✓ Evaluar el sistema eléctrico de la planta embotelladora de Agua San Felipe, mediante la aplicación del software ETAP 12.6, considerando la capacidad instalada y la demanda eléctrica para conocer las condiciones de su sistema eléctrico.

Específicos

- ✓ Realizar un levantamiento de carga actual de la empresa para determinar la cargabilidad de su sistema.
- ✓ Realizar una modelación del sistema eléctrico con el software ETAP 12.6 para su análisis preliminar y diagnóstico.
- ✓ Determinar la demanda eléctrica actual de la empresa mediante los datos recopilados por el analizador de carga para proponer posibles mejoras a implementarse.

7.- SISTEMA DE ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS

PLANTEADOS

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Realizar un levantamiento de carga actual de la empresa para determinar la cargabilidad de su sistema.	Censo de carga instalada.	Datos de carga instalada. Potencia (kW) Voltaje (V) Corriente (A.) Factor de potencia (cos Φ) Calibres de conductores eléctricos Actualización del diagrama unifilar	Medición con multímetro las máquinas. Registro en hojas de cálculo Excel las potencias nominales de las maquinarias.
Realizar una modelación del sistema eléctrico con el software ETAP 12.6 para su análisis preliminar y diagnóstico.	Modelación de cargas en el programa ETAP 12.6.	Flujos de potencia Índices de caídas de voltaje Sobrecargas en conductores	Simulación y reportes obtenidos mediante el software ETAP 12.6.

<p>Determinar la demanda eléctrica actual de la empresa mediante los datos recopilados por el analizador de carga para proponer posibles mejoras a implementarse.</p>	<p>Conexión del analizador de carga en la empresa.</p>	<p>Calidad de servicio eléctrico</p> <p>Factor de potencia.</p> <p>Datos de voltaje, potencia, corriente, factor de potencia por fase del sistema eléctrico.</p>	<p>Recopilación de datos para la realización de histogramas y curvas de carga.</p> <p>Evaluaciones tecnológicas e indicadores económicos.</p> <p>Reducción de pérdidas y pagos por energía no utilizada.</p>
---	--	--	--

Realizado por: Los Postulantes

8.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Argumentación legal

El presente documento está elaborado mediante las normativas y regulaciones vigentes del Sector Eléctrico Ecuatoriano, dirigida especialmente al campo de instalaciones eléctricas industriales, en lo cual está enfocado nuestro proyecto de investigación, para cumplir con todos los parámetros calidad de servicio de energía de este tipo de instalaciones, conocer el funcionamiento de máquinas eléctricas utilizadas en la industria, factores de utilización, factor de potencia, curvas de carga y demanda.

Toda la información necesaria para la elaboración de este documento tendrá como punto de partida a trabajos antecesores realizados por distintos autores, libros, catálogos de máquinas eléctricas, sitios web, etc. Que serán detalladas mediante norma y citas bibliográficas al final del mismo.

Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.

Garantiza a los Consumidores un suministro eléctrico continuo y confiable, con los estándares mínimos de calidad en aspectos como Calidad del Producto: Nivel de voltaje, Perturbaciones de voltaje, Factor de Potencia. El nivel de voltaje se encuentra en los parámetros normales tomando en cuenta que la regulación ARCONEL 004/01 acepta una variación del $\pm 8 \%$ del voltaje nominal. [4]

Índice de Calidad de Voltaje

$$\Delta V_k(\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} \times 100 \quad (1)$$

$\Delta V_k(\%)$ = variación de voltaje en el punto de medición, en el intervalo k (min)

V_k = voltaje eficaz rms, medido en cada intervalo

V_n = voltaje nominal en el punto de medición

Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 15 minutos.

Porcentaje de Regulación de Voltaje.

Tabla 1. Límites admitidos para variaciones de voltaje

	ΔV
Alto voltaje	$\pm 5\%$
Medio voltaje	$\pm 8\%$
Bajo voltaje urbanas	$\pm 8\%$
Bajo voltaje rurales	$\pm 10\%$

Fuente: ARCONEL (Regulación 004/01)

Consumidor Industrial

Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial.” [10, p. 5]

Cargos por bajo factor de potencia

“La penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a: consumo de energía, demanda, pérdidas en transformadores y comercialización, multiplicada por el siguiente factor:” [3, p. 17]

$$BPF = \frac{0,92}{fp_r} - 1 \quad (2)$$

fp_r = factor de potencia registrado

BPF = penalización por bajo factor de potencia

Calidad de energía

El estudio de la calidad de la energía eléctrica ha adquirido mucha importancia y tal vez la razón más importante es la búsqueda del aumento de productividad y competitividad de las empresas. Asimismo, porque existe una interrelación entre calidad de la energía eléctrica y la productividad.

Condiciones y requerimientos del sistema eléctrico industrial [8]

Seguridad

Lo más importante en una instalación industrial, además de producir, es el resguardo de quienes llevan adelante dicho proceso. En una instalación eléctrica el peligro de incendio por cortocircuito está latente, así como el riesgo de contacto directo de los operarios con elementos energizados. Para ello se debe tomar en cuenta el aislamiento de los conductores, las canalizaciones utilizadas, el estado técnico de los elementos que conforman el sistema eléctrico.

Capacidad

Los sistemas eléctricos industriales deben diseñarse de manera tal que logren suministrar la totalidad de la carga que sirven. Esto significa que los transformadores deben tener una capacidad nominal que al menos sea igual a la magnitud de la carga que va a servir (al menos, porque los transformadores deben calcularse para un aumento de carga estimado dentro de la vida útil que es de 20 años independientemente de que puedan durar más), los conductores tienen que escogerse tal que admitan la corriente que por ellos pasa sin calcinarse ni partirse y sin peligro de provocar un incendio por el calentamiento excesivo.

Confiabilidad

No debe existir discontinuidad en el servicio eléctrico, lo que incluye las operaciones de mantenimiento y depende del tipo de actividad que se vaya a desarrollar en la instalación a evaluar. Esto se evalúa por las pérdidas en la producción cuando se interrumpe el servicio eléctrico.

Sistema eléctrico industrial y componentes principales

Infraestructura, creada con elementos eléctricos como transformadores, conductores, motores, luminarias, etc. Que puede ser de producción o servicios. En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son la parte principal, en donde se localizan los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación. [10]

Transformador y sus características técnicas

Transformador: Es un elemento muy importante en la red de distribución, reduce el voltaje en media tensión del circuito primario, a un nivel bajo, para ser utilizado por las cargas de los clientes y también por la iluminación pública. Se ubican en cámaras de transformación o en estructuras montadas en postes.

Características técnicas:

- ✓ Potencia nominal asignada en kVA
- ✓ Voltaje Primario y Secundario
- ✓ Regulación de tensión en la salida $\pm\%$
- ✓ Grupo de Conexión, Frecuencia
- ✓ Temperatura Máxima ambiente (si es $> 40^\circ$)

Tableros de control y sus características técnicas

Tableros de control

Son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

Tablero principal de distribución

Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.

Tableros secundarios de distribución

Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de sub-alimentadores.

Medidores de energía

Equipo de funcionamiento electromecánico o electrónico, que se utiliza para medir la energía suministrada al cliente.

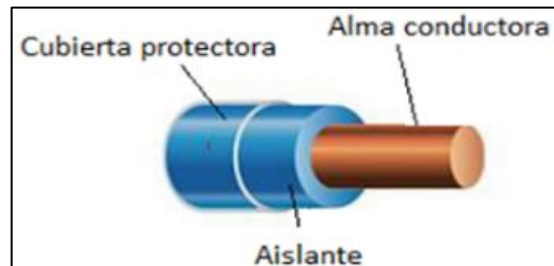
Breaker o termomagnético

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos. [18]

Conductores eléctricos

Conductor: Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.

Figura 1. Partes del conductor, designación AWG



Fuente: Faradayos, tecnología eléctrica cables eléctricos

Aislamiento: Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.

Capa de relleno: Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.

Cubierta: Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc. Todos los conductores poseen resistencia; se requiere de una energía para forzar el flujo de una corriente eléctrica a través de él.

Tipos de conductores en instalaciones industriales

La mayoría de las instalaciones industriales emplean el cobre como elemento conductor. El uso del conductor de aluminio en este tipo de instalación es muy reducido, a pesar del precio en el mercado que es significativamente menor al de los conductores de cobre. El conductor de cobre tiene diferentes tipos de aislación, siendo los más usados el PVC (Clorato de polivinilo), EPR (etileno - propileno), XLPE (Polietileno reticulado), cada uno con sus características químicas, eléctricas y mecánicas propias.

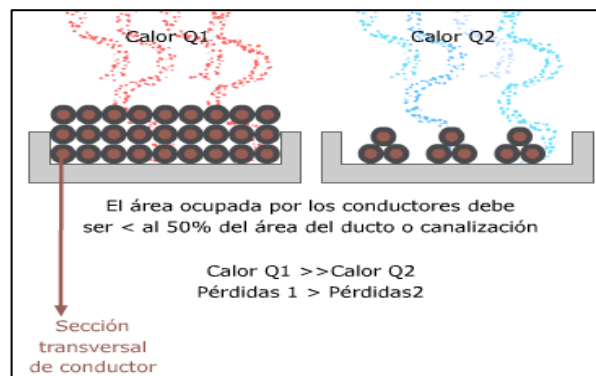
Ductos y canalizaciones

No se debe exceder en el número de conductores instalados por tubería, o cualquier tipo de canalización cerrada o semiabierta porque disminuye la capacidad de disipación del calor aumentando las pérdidas de energía. El calor emitido por un conductor al paso de una corriente eléctrica debe ser disipado rápidamente a través del aire circundante, si no se efectúa esta

disipación de calor, aumenta la temperatura del medio ambiente y la temperatura del conductor. Al aumentar la temperatura en el conductor aumenta su propia resistencia y por ende las pérdidas de energía por efecto Joule ($I^2 R$).

Las normas y manuales de instalación establecen que el área ocupada por conductores alojados en una canalización no sobrepase entre el 25 y el 50% del área total de la canalización, dependiendo del número de conductores, tipo de aislamiento y tipo de canalización.

Figura 2: Disipación de calor en conductores



Fuente: Canalización eléctrica, Arenas Gerson

Motores eléctricos

Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor. [18]

Iluminación del sistema eléctrico industrial

La actividad laboral, para que pueda desarrollarse de una forma eficaz, requiere que la luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) se complementen, ya que se considera que el 50% de la información sensorial que recibe el hombre es de tipo visual, es decir, tiene como origen primario la luz.

Un tratamiento adecuado del ambiente visual permite incidir en aspectos tan importantes como:

- La seguridad.
- El confort.
- La productividad.

Definiciones de Factores eléctricos dentro del área industrial

Factor de potencia (fp)

El factor de potencia se considera como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

$$fp = \frac{\text{Pot. Activa (kW)}}{\text{Pot Aparente(kVA)}} \quad (3)$$

Potencia Activa: Es la única que se consume y se transforma en calor en las Resistencias.

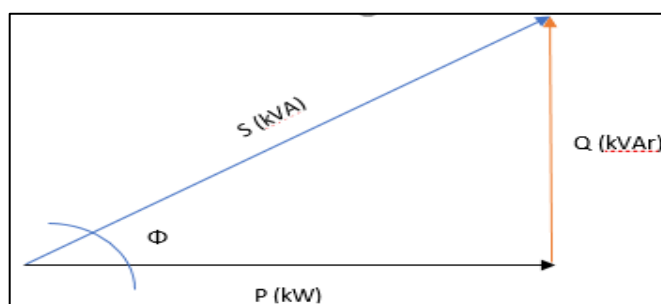
Potencia Reactiva (Q; Qc): Es la utilizada en la carga y descarga de las Bobinas (Componente Inductivo) y los Condensadores (Componente Capacitivo) de la instalación eléctrica. Es una potencia que no se consume, pero que hace fluir una corriente extra por los conductores de la instalación eléctrica.

$$Q = P \times \tan\varphi \quad \text{o} \quad Q = S \times \sin\varphi \quad (4)$$

Potencia Aparente (S): Es la que transportan los conductores eléctricos que alimentan la instalación, es igual a la suma de la Potencia Activa y la Potencia Reactiva. Como se puede apreciar, esto hace que la compañía suministradora nos tenga que proporcionar una potencia superior a la que realmente consumimos.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5)$$

Figura 3: Triangulo de potencias



Realizado por: Los Postulantes

Las Compañías Eléctricas exigen a los consumidores que sus instalaciones trabajen con un Factor de Potencia o $\cos \varphi$ en torno a 0.9 – 0.95 aplicando un recargo en el precio del kWh a los que trabajen con un Factor de Potencia o $\cos \varphi$ por debajo de lo recomendado.

No hay que olvidar que cualquier compensación del Factor de Potencia o $\cos \varphi$ conlleva la instalación de Condensadores o Baterías de Condensadores, por lo que deberemos tener en cuenta su costo adicional al propio de la instalación eléctrica. [3]

Demanda y curva de demanda

La demanda se refiere al uso instantáneo de la potencia eléctrica que es demandada por una carga y se define en forma empírica por la potencia activa, reactiva y aparente, o bien una combinación de estas cantidades. Dependiendo del tamaño de las cargas, la potencia activa se puede expresar en kW o MW, o bien en kVA o MVA.

“La demanda eléctrica es una medida de la tasa promedio del consumo eléctrico de sus instalaciones en intervalos de 15 minutos” [9]

La cantidad de potencia consumida por una carga durante un lapso específico se expresa habitualmente en kW-h o MW-h y se conoce como la energía eléctrica, por ejemplo, una demanda de 100 kW durante 1 minuto consume o usa una energía de:

$$100 \text{ kW} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 1.66 \text{ kWh} \quad (6)$$

Demanda máxima (*Dmax*)

Se conoce como demanda máxima de una carga a la demanda instantánea mayor que se presenta en una carga en un período de tiempo establecido, por ejemplo, 24 horas. [8, p. 20]

Carga instalada (*Ci*)

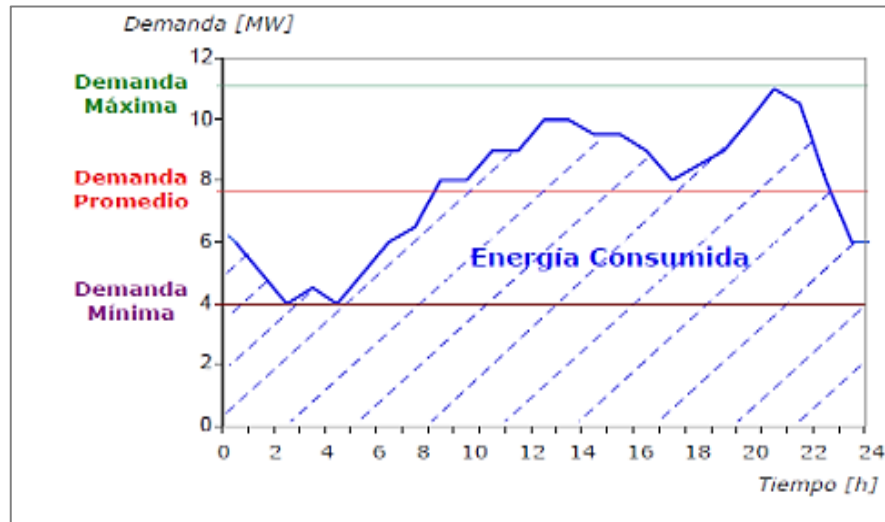
Es la suma de las potencias nominales de los servicios conectados en una zona determinada, se expresa por lo general en kVA, kW, MVA o MW. [17, p. 19]

$$C_i = \sum kW \text{ (potencias nominales de las cargas)} \quad (7)$$

Curva de carga

Es la representación gráfica de como varia la demanda o carga eléctrica en el transcurso del tiempo como se observa en el grafico 4. El intervalo de tiempo elegido para realizar el análisis puede ser diario, semanal, mensual, anual. [7]

Figura 4: Curva a Demanda Máxima



Fuente: Gonzales Chino, (2014, pág. 1)

Curva de carga diaria

Las curvas de carga diaria están formadas por los picos obtenidos en intervalos de una hora para cada hora del día. Las curvas de carga diaria dan una indicación de las características de la carga en el sistema, sean estas predominantemente residenciales, comerciales o industriales y de la forma en que se combinan para producir el pico. [17, p. 21]

Factor de demanda (F_D)

El factor de demanda en un intervalo de tiempo (t) de una carga, es el cociente entre la demanda máxima y la carga total instalada. El factor de demanda generalmente es menor que uno. [17, p. 21]

$$F_D = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Carga Instalada}} = \frac{D_{max}}{C_i} \leq 1 \quad (8)$$

El factor de demanda indica el grado al cual la carga total instalada se opera simultáneamente. Factores de demanda para cada agrupación de motores.

Tabla 2. Factores de demanda para cada agrupación de motores

Numero de motores en operación	Factor de demanda en %
1-10	70-80
11-20	60-70
21-50	55-60
51-100 o mas	50-60

Fuente: Instalaciones eléctricas I (Dardo Fernández Guzmán)

Factor de utilización (Fu)

El factor de utilización de un sistema eléctrico en un intervalo de tiempo (t) es el cociente entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema. [17, p. 21]

$$Fu = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Capacidad instalada}} = \frac{KVA (Dmax)}{KVA (Pi)} \quad (9)$$

Es conveniente hacer notar que mientras el factor de demanda da el porcentaje de carga instalada que se está alimentando, el factor de utilización indica la fracción de la capacidad del sistema que se está utilizando durante el pico de carga en el intervalo considerado, (es decir, indica la utilización máxima del equipo instalación).

Factor de diversidad ($Fdiv$)

Define como el cociente entre la sumatoria de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del conjunto, es decir:

$$Fdiv \geq 1$$

El factor de diversidad se puede expresar como:

$$Fdiv = \frac{\sum_{i=1}^n Dmed}{Dmax} \quad (10)$$

Factor de simultaneidad (*Fsim*)

Es una cantidad menor o igual a la unidad que se obtiene como el recíproco del factor de diversidad. Es factor que indica la operación de los equipos al mismo instante. [10, p. 13]

$$Fsim = \frac{1}{Fdiv} \quad (11)$$

Dentro de una industria no se dispone de información precisa, es así que pueden manejarse los siguientes valores para el factor de simultaneidad:

1.- Para tableros de Distribución que alimentan determinado número de circuitos, se especifican los siguientes factores de simultaneidad, cuando no se conoce como se distribuye la carga total entre los circuitos.

Factores de simultaneidad para tableros de distribución

Tabla 3. Factores de simultaneidad por circuitos

Numero de circuitos	Factor de simultaneidad
2 a 3	0,9
4 a 5	0,8
6 a 9	0,7
10 o mas	0,6

Fuente: Instalaciones Industriales I (Contrin, Ademaro. A. m. b)

Si las cargas son principalmente cargas de iluminación, es recomendable considerar factor de simultaneidad = 1

2.- Para grupos de cargas del mismo tipo, se especifican los siguientes factores:

Tabla 4. Factores de simultaneidad de un sistema

Tipo de carga	Factor de simultaneidad
Iluminación	1
Calefacción y aire acondicionado	1
Tomacorrientes	0,1 o 0,2
Elevación y carga	
Motor mayor	1
2do Motor	0,75
Resto de los motores	0,6

Fuente: Instalaciones Industriales I (Contrin, Ademaro. A. m. b)

Estos valores valen para más de 20 tomas. En industrias u otros casos puede ser mayor.

La aplicación del factor de simultaneidad en instalaciones industriales debe ser precedida de un estudio minucioso a fin de evitar el sub dimensionamiento de los circuitos de los equipos. La tasa de variación de disminución del factor de simultaneidad en general depende de heterogeneidades de las cargas. El factor de simultaneidad es siempre menor a la unidad.

Tabla 5. Factores de simultaneidad

APARATOS	NUMERO DE APARATOS							
	2	4	5	8	10	15	20	50
Motores de 3/4 a 2,5 cv	0,85	0,80	0,75	0,70	0,60	0,55	0,50	0,40
Motores de 3 a 15 cv	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,65	0,55	0,45
Motores de 20 a 40 cv	0,80	0,80	0,80	0,75	0,65	0,60	0,60	0,50
Arriba de 40 cv	0,90	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60
Rectificadores	0,90	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70
Soldadores	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
Hornos resistivos	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-
Hornos de Inducción	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-

Fuente: Instalaciones eléctricas I (Dardo Fernández Guzmán)

Factor de carga (F_c)

Se define el factor de carga como el cociente entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en el mismo intervalo. [17, p. 28]

$$F_c = \frac{D_{media\ promedio}}{D_{max}} \quad (12)$$

Factor de pérdidas (F_{perd})

Para los fines de evaluación del comportamiento de una red de distribución en la fase de planeación, se deben considerar dos factores importantes: El factor de carga, que se ha definido como el cociente de la demanda promedio en kW o kVA entre la demanda pico, expresada en las mismas unidades.

$$Factor\ de\ pérdidas = \frac{pérdidas\ o\ potencia\ promedio\ en\ un\ tiempo}{maximas\ pérdidas\ en\ un\ mismo\ tiempo} \quad (13)$$

De estas expresiones, se obtiene una relación empírica:

$$Factor\ de\ pérdidas = 0.3\ factor\ de\ carga + 0.7\ factor\ de\ carga^2 \quad (14)$$

Límites de caída de voltaje

La caída de voltaje en el conductor no exceda los valores establecidos por las normas para instalaciones eléctricas (que son 2% caída de voltaje en instalaciones residenciales y 3 ó 4% en instalaciones industriales). [2]

$$Z_{ef} = (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \quad (15)$$

$$\Delta V_{ff} = \sqrt{3} \times \Delta V_{fn} \quad (16)$$

$$\Delta V_{fn} = Z_{ef} \times L \times I_n \quad (17)$$

$$\% \Delta V_{ff} = \frac{\Delta V_{ff}}{V_{FF}} \times 100 \quad (18)$$

Dónde:

I_n = corriente nominal

R = resistencia del conductor ohm/km

X = reactancia del conductor ohm/km

φ = ángulo del factor de potencia

L = longitud km

Rendimiento del transformador

El conocimiento del rendimiento de cualquier máquina, dispositivo o sistema tiene una gran importancia por el valor económico que ello reporta, tanto desde el punto de vista del costo de operación como del ambiental. [16]

$$\eta = \frac{\text{potencia de salida}}{\text{potencia de entrada}} = \frac{P_s}{P_s + P_{cu} + P_h} \quad (19)$$

Dónde:

P_{cu} = Pérdidas en el cobre

P_s = potencia de salida

P_h = Pérdidas en el hierro.

Pérdidas en transformadores

Es común que existan pérdidas en los transformadores, ya que únicamente en un transformador ideal no existirían pérdidas de energía, puesto que habría una inexistencia de resistencia e inductancia en los bobinados, caso que en la práctica no sucede.

Todos los transformadores asocian tanto pérdidas en el hierro como en el cobre. Las pérdidas en el hierro se producen permanentemente, mientras el transformador esté energizado, por lo tanto, son independientes de la carga del transformador, éstas dependen del voltaje y de la frecuencia de operación. [1]

Pérdidas en el hierro

Las pérdidas en el hierro son conocidas como Pérdidas en vacío o Pérdidas fijas, se producen producto de la magnetización del núcleo. La magnetización del núcleo presente en los transformadores de distribución genera pérdidas por el efecto del campo magnético variable.

Las pérdidas en el hierro se producirán siempre que el transformador este energizado, independiente de la carga instalada pero dependiente del voltaje de operación. En los transformadores de distribución las pérdidas en el núcleo aumentan con relación a la capacidad del transformador. [18]

Pérdidas en el cobre

Las pérdidas en el cobre de un transformador están dadas por el efecto Joule, es decir por las pérdidas que inducen las corrientes que atraviesan el cobre de los devanados.

Estas pérdidas dependen del nivel de carga que existe en el transformador durante su operación, al circular corriente se produce calentamiento en el material. [18]

Pérdidas totales en un transformador de distribución ante variaciones de carga

Las pérdidas totales en un transformador de distribución ante la variación de carga se producen Pérdidas en el hierro y en el cobre. Al mantener las pérdidas de hierro constantes y variar las pérdidas en el cobre y la carga del transformador de distribución se encuentra que a menores pérdidas en el cobre en condiciones nominales de operación las pérdidas totales se reducen.

Para el cálculo de pérdidas en transformadores se toma en cuenta la norma NTE 2115-2 la cual señala los valores de pérdidas en vacío P_o y los valores de pérdidas bajo carga P_c . Estos valores vienen expresados en vatios. [15] pérdidas para transformadores (NTE 2115-2).

Tabla 6. Fórmulas de pérdidas en vacío y bajo carga de transformadores clase medio voltaje ≤ 25 kV de 15 a 2 000 Kva.

TRANSFORMADORES	FÓRMULAS
Desde 15 kVA hasta 150 kVA	$P_o=10,514 \times P_n^{0,7486}$
Mayores de 150 kVA hasta 800 kVA	$P_o=13,27 \times P_n^{0,7093}$
Desde 15 kVA hasta 150 kVA	$P_c= 0,0103 \times P_n^2 + 13,892 \times P_n + 106,65$
Mayores de 150 kVA hasta 800 kVA	$P_c= 10,465 \times P_n + 537$

Fuente: NTE 2115-2

Dónde:

P_o= Pérdidas en vacío

P_c= Pérdidas bajo carga

P_n= Potencia nominal del transformador

Pérdidas de potencia

El motor funciona en ciclos de operación que lleva a frecuentes accionamientos, por lo que es necesario especificar un motor determinado para una actividad en particular. La verificación de la capacidad del motor funcionando para un ciclo de operación. [6]

$$Pérdidas\ de\ potencia = \frac{L \times P}{K \times S \times V^2 \times \cos\phi^2} \quad (20)$$

Dónde:

S= sección del conductor en mm²

L= longitud del conductor

P= potencia del motor

K= conductividad eléctrica del cobre 56

V= voltaje de alimentación

Cosφ= factor de potencia

Pérdidas de energía

Se determina en función de tiempo conocida como energía de desintegración.

$$\text{Pérdidas de energía} = \text{Pérdidas de potencia} \times \text{días} \times \text{horas} \quad (21)$$

Dónde:

Pérdidas de energía = kWh

Pérdidas de potencia= kW

9.- HIPÓTESIS

Las condiciones del sistema eléctrico de la planta embotelladora de Agua Mineral San Felipe presentan elementos sobrecargados lo que produce una mala calidad de servicio eléctrico.

10.- METODOLOGÍAS

Se requiere de una metodología aplicada ya que se realiza un análisis de forma característica de los elementos que componen el sistema eléctrico industrial, dentro de la cual se necesitara técnicas e instrumentos que se detallan a continuación, los cuales brindan un apoyo practico para nuestro registro y simulación práctica.

Tabla 7. Técnicas e Instrumentos empleados

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Exploratorio	Visita al Área de trabajo
2	Medición	Pinza, multímetro, placas características de las máquinas y analizador de carga
3	Observación y registro	Fichas de observación de campo
4	Estadístico	Consumos de Energía

Realizado por: Los Postulantes

Exploratorio

Se utilizó esta técnica ya que se observará directamente el área de estudio del lugar donde se recopilarán datos de toda la maquinaria existente del sistema eléctrico, y cada área de producción de la planta. Como instrumentos necesarios usamos los planos de la obra civil proyectados y las distancias desde la alimentación de energía.

Medición

La medición y adquisición de datos técnicos como voltajes, corrientes y potencias, se la realizo con la toma de datos mediante la placa característica de las máquinas, luego la medición correspondiente mediante pinzas eléctricas y el analizador de carga.

Observación y registro

Una vez obtenido estos datos se procedió al registro de información encontrada en el área de estudio, es decir de todos los parámetros eléctricos que presentan las máquinas. Y mediante estos datos realizar el diseño del diagrama unifilar.

Instrumentos

Para el presente proyecto se emplearán equipos como un analizador de carga y pinzas de medición eléctricas, a su vez también será indispensable el uso de hojas de cálculo Excel, para registro y cálculos necesarios, finalmente se requerirá del software ETAP 12.6, para la simulación de nuestro sistema.

Programa Excel.

Excel permite a los usuarios elaborar tablas y formatos que incluyan cálculos matemáticos mediante fórmulas; las cuales pueden usar “operadores matemáticos” como son: + (suma), - (resta), * (multiplicación), / (división) y ^ (potenciación); además de poder utilizar elementos denominados “funciones” (especie de fórmulas, preconfiguradas) como, por ejemplo: Suma, Promedio, Buscar, etc.

Analizador de carga Fluke 435.

Equipo analizador de parámetros de la calidad de redes eléctricas que permite un registro rápido en aplicaciones eléctricas industriales y redes de suministro.

Figura 5: Analizador de carga



Fuente: Manual Fluke 435

Software ETAP 12.6

ETAP es una herramienta de análisis de sistemas eléctricos de potencia que integra CA y CC. Utilizan ETAP en miles de empresas y centrales eléctricas en todo el mundo para el diseño, análisis, mantenimiento y operación de los sistemas eléctricos de potencia. [15, p. 1]

ETAP es un software sus mediciones de sus resultados son muy cercanas a la realidad, el cual permite realizar las siguientes simulaciones:

- Cálculo de flujo de carga
- Cálculo de flujo de carga con perfiles de carga
- Flujo de carga optima
- Cálculos de cortocircuitos
- Arranque de motores
- Estabilidad de voltaje
- Confiabilidad
- Análisis de busca de fallas.

11.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Actividad y producción de la empresa

La industria se dedica al embotellamiento y comercialización de Agua Mineral y bebidas, siendo uno de los mayores proveedores de este producto dentro de la provincia de Cotopaxi, con altos índices de calidad y aceptación de su producto por los consumidores.

La empresa embaza una producción de 15000 botellas diarias de agua, proveniente de sus fuentes naturales, para su respectiva comercialización y distribución de su producto.

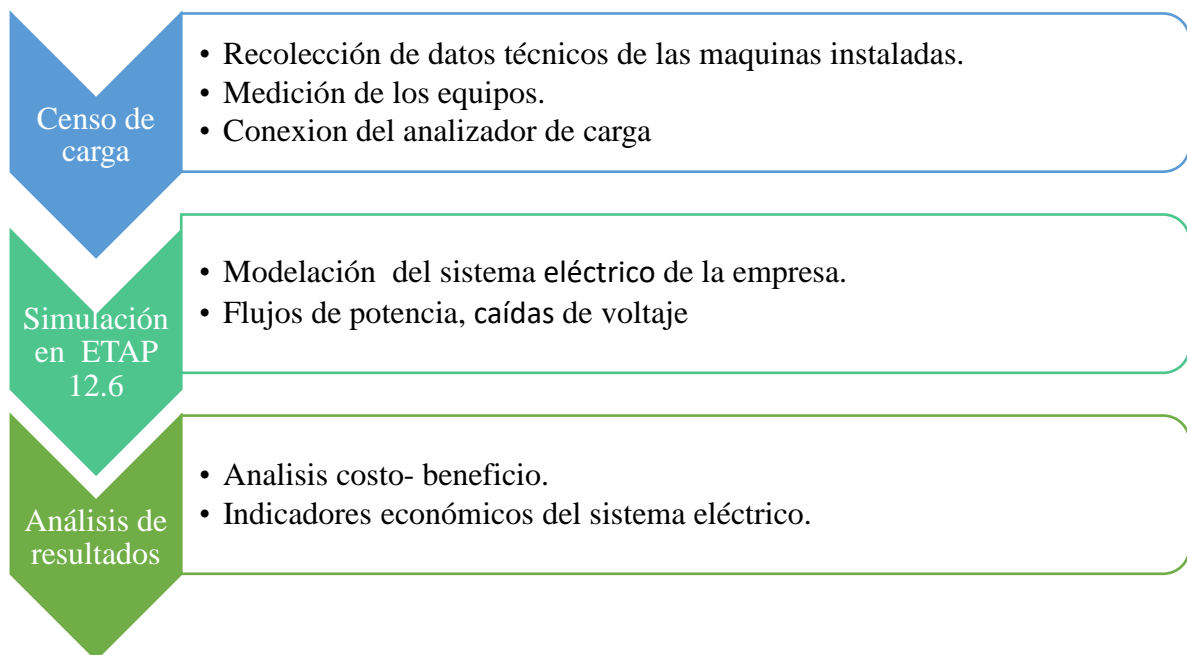
Datos técnicos y equipos de la empresa

Los datos técnicos que se consideraron son principalmente motores acordes a su área de producción, justamente aquí radica nuestro planteamiento ya que al ser un proceso productivo debemos asegurar un sistema eléctrico confiable, estable y seguro tanto para el personal, así como para la maquinaria de producción.

Proceso del estudio realizado.

Para cumplir con los objetivos planteados es necesario tener una estructura de trabajo, lo cual nos permitirá tener un orden cronológico de nuestras actividades y de esta manera cumplir con nuestro estudio.

Figura 6: Proceso metodológico propuesto



Servicio Eléctrico

La Empresa Eléctrica Cotopaxi es la encargada de satisfacer el suministro eléctrico de acuerdo con esquema adoptado de la red primaria. El punto de alimentación de medio voltaje para la industria inicia a partir de la red trifásica existente, a un nivel de voltaje 13.8 kV.

Esta acometida trifásica se da en el poste, en una estructura semi-centrada, en la cual tenemos 3 seccionadores, 3 transformadores de corriente, las bajantes con puntas terminales tipo exterior con cable # 2 TTU, que alimenta al transformador dentro de la empresa de tipo Pad Mounted, instalado dentro de una cámara de transformación con una capacidad de 300 kVA, con una relación de voltaje (13,8 KV / 220V) y (13,8 KV / 440 V), con una conexión delta- estrella. Este transformador no entrara en nuestro proceso de estudio debido a que nuestro análisis y planteamientos se basaron con su antiguo transformador de 175 kVA ya que se encontraba en operación al iniciar nuestro proyecto.

Maquinaria y área de producción.

En cada área de producción, opera distinta maquinaria acorde a su actividad de producción, la empresa usualmente inicia sus actividades a las 8:00 am –a- 18:00 pm diarias de lunes a viernes de acuerdo con las políticas de la empresa. Los días sábados y domingos la empresa no realiza ninguna actividad de producción. A continuación, detallaremos las máquinas que se encuentran en cada área de proceso, con sus respectivos parámetros técnicos que se pudieron observar, también fue necesaria mediciones de las maquinas mediante una pinza eléctrica para sustentar nuestros datos.

Censo de carga

Una vista técnica a la empresa fue necesaria para la recolección de datos técnicos de la maquinaria, calibres, distancias de los conductores utilizados y el transformador existente en la empresa, la cual se encontraba distribuida de acuerdo con su área de producción, la empresa también cuenta con áreas de oficina, talleres de mantenimiento, bodegas, etc. Para el proceso de análisis nos basaremos con el transformador de 175 kVA el cual estuvo en operación al iniciar nuestro estudio el mismo que satisfacía la carga existente en las áreas de producción con las que cuenta la empresa, además también cuentan con un banco de capacitores de 75 kVAr para evitar la penalización por bajo factor de potencia. Los valores de factor de potencia (fp) de 85% y rendimiento (n) de 98%, son establecidos mediante catálogos de motores y normas técnicas debido a que las placas de los motores de la empresa se encontraban deterioradas. (Anexo 3)

Análisis de Carga Conectada

Tabla 8. Carga Total Instalada

No.	EQUIPOS					MOTORES				CARGA CONSUMIDA CONTINUA		
	Tag.	Descripción	Tipo de Carga	Voltaje de Operac. (V)	Fases	Potencia Nominal (HP)	F.P	Ef (η)	I. nom (Amp)	kW	kVAr	Carga Nominal (kVA)
	AREA DE PROCESOS					*						
1	CUARTO DE MAQUINAS KW	COMPRESOR	C	220	3	15,00	0,85	0,98	36,02	11,42	7,08	13,43
		CALDERO	C	220	3	4,02	0,80	0,98	10,26	3,06	2,30	3,83
		DIESEL	C	220	3	2,68	0,85	0,98	6,43	2,04	1,26	2,40
		BOMBA DE AGUA	C	220	3	5,36	0,85	0,98	12,87	4,08	2,53	4,80
	20,60											
2	LAVADORA DE BOTELLAS KW	BOMBA 1	C	220	3	10,00	0,85	0,98	24,01	7,61	4,72	8,96
		BOMBA 2	C	220	3	10,00	0,85	0,98	24,01	7,61	4,72	8,96
		MAQ. RIEL	C	220	3	2,00	0,85	0,98	4,80	1,52	0,94	1,79
		MAQ. 1	C	220	3	5,00	0,85	0,98	12,01	3,81	2,36	4,48
	20,55											
3	BIDONERA KW	MAQ. BID 1	C	220	3	10,70	0,85	0,98	25,69	8,15	5,05	9,58
		MAQ. BID 2	C	220	3	10,70	0,85	0,98	25,69	8,15	5,05	9,58
		MAQ. RIEL 1	C	220	3	5,00	0,85	0,98	12,01	3,81	2,36	4,48
		MAQ. RIEL 2	C	220	3	5,00	0,85	0,98	12,01	3,81	2,36	4,48
	23,90											
4	TANQUES DE TRATAMIENTO KW	TAQ.1	C	220	3	8,00	0,85	0,98	19,21	6,09	3,77	7,16
		TAQ. 2	C	220	3	3,00	0,85	0,98	7,20	2,28	1,42	2,69
	8,37											
5	ALCOA KW	BAN. TRANSP 1	C	220	3	2,00	0,85	0,98	4,80	1,52	0,94	1,79
		BAN. TRANSP 2	C	220	3	2,00	0,85	0,98	4,80	1,52	0,94	1,79
		BAN. TRANSP 3	C	220	3	4,00	0,85	0,98	9,60	3,04	1,89	3,58
		EMPACADORA	C	220	3	12,00	0,85	0,98	28,81	9,13	5,66	10,75
		CODIFICADOR	C	220	3	7,50	0,85	0,98	18,01	5,71	3,54	6,72
	20,93											
6	FUENTE KW	BOMBA F1	C	220	3	15,00	0,85	0,98	36,02	11,42	7,08	13,43
		BOMBA F2	C	220	3	15,00	0,85	0,98	36,02	11,42	7,08	13,43
	22,84											
7	TALLER MECÁNICO	SOLDADORA	C	220	3	5,00	0,85	0,98	12,01	3,81	2,36	4,48
		MAQ 6	C	220	3	5,00	0,85	0,98	12,01	3,81	2,36	4,48
	7,61											
8	ILUMINACIÓN KW	PRODUCCION	C	220	3	4,38	0,90		4,38	1,50	0,73	1,67
		BIDONERA	C	220	3	0,35	0,90		0,35	0,12	0,06	0,13
		BODEGA	C	220	3	5,61	0,90		5,61	1,92	0,93	2,13
		OFICINAS	C	220	1	5,84	0,90		5,84	2,00	0,97	2,22
		PASAJES	C	220	3	2,19	0,90		2,19	0,75	0,36	0,83
	6,29											
	POTENCIA TOTAL	131,10	KW									
	POTENCIA REACTIVA TOTAL	80,80	KVAR									
	POTENCIA APARENTE TOTAL	154,00	KVA									

Plano arquitectónico de la empresa de Agua Mineral San Felipe
Figura 7: Cuadro de barras de potencias existentes en la empresa

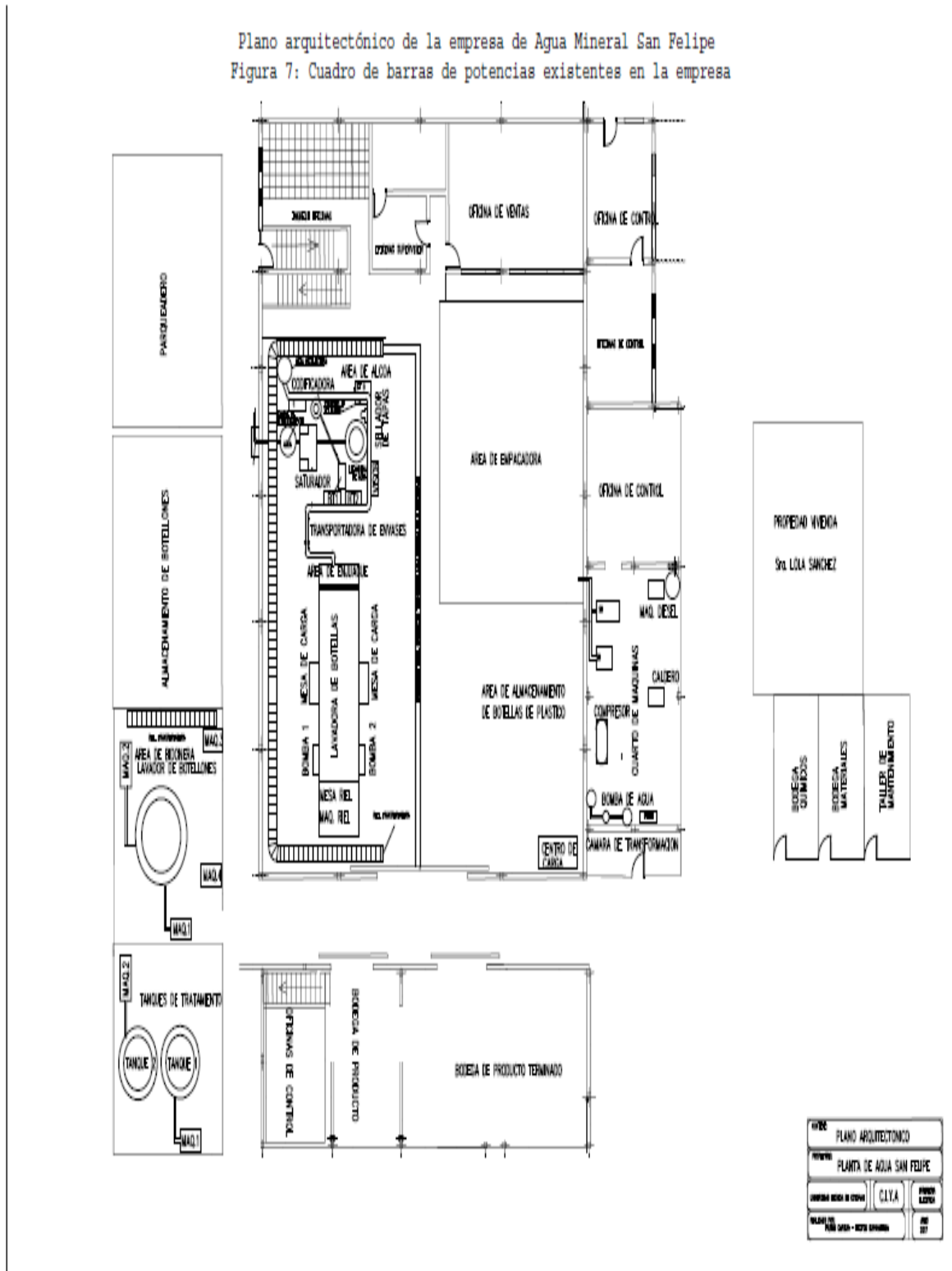
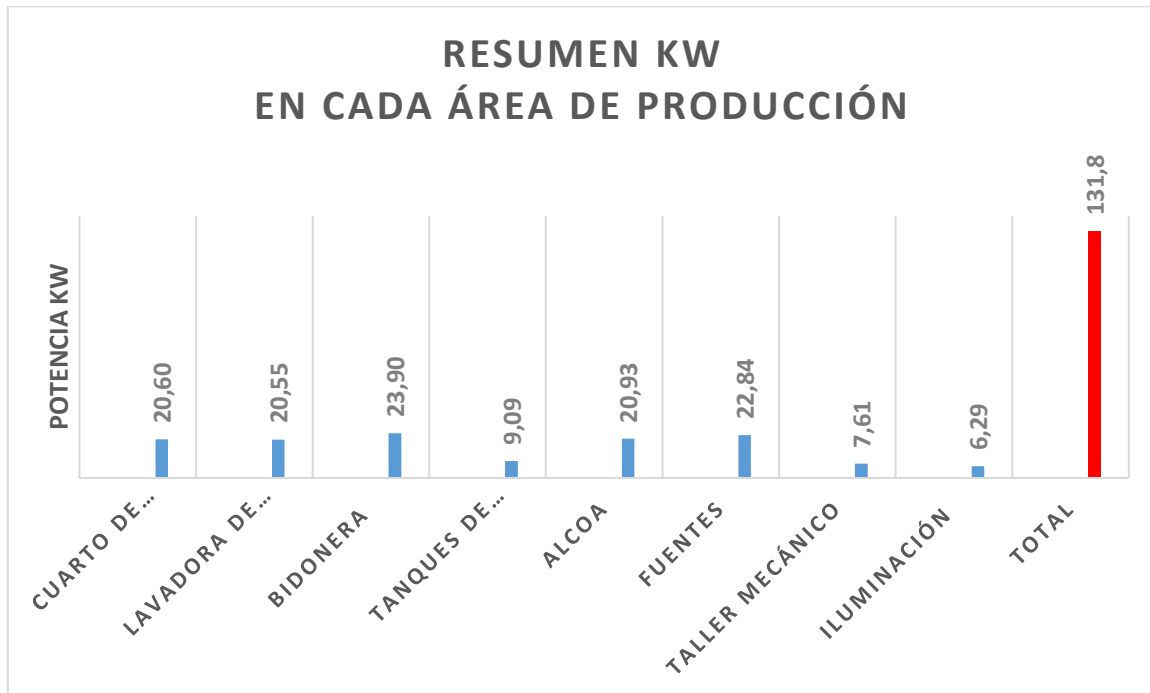


Figura 8: Cuadro de barras de potencias existentes en la empresa



Realizado por: Los Postulantes

Diagrama unifilar.

Se realizó de acuerdo con los datos recolectados con el censo de carga, en el cual se detallará las cargas conectadas, distancias y calibres de los conductores empleados. Un diagrama unifilar es importante ya que podemos detectar fácilmente un elemento eléctrico, también nos permitirá planificar un mantenimiento o algún incremento de carga.

Para el comprender la operación de una instalación eléctrica es fundamental la elaboración de un diagrama unifilar, donde se representa los siguientes elementos:

- Fusibles, seccionadores, contactores y disyuntores con sus respectivas capacidades nominales y de interrupción.
- Sección de los conductores y tipos (monofásicos, o trifásicos) y barras.
- Posición de la medición de tensión y corriente.

Para el presente proyecto se ha elaborado primer lugar un diagrama unifilar con las instalaciones existentes debido a que la empresa no contaba con un diagrama o plano haciendo más difícil la identificación de los tableros de control y las protecciones, posteriormente se realizará un segundo diagrama unifilar con el diseño propuesto el mismo que será detallado a continuación.

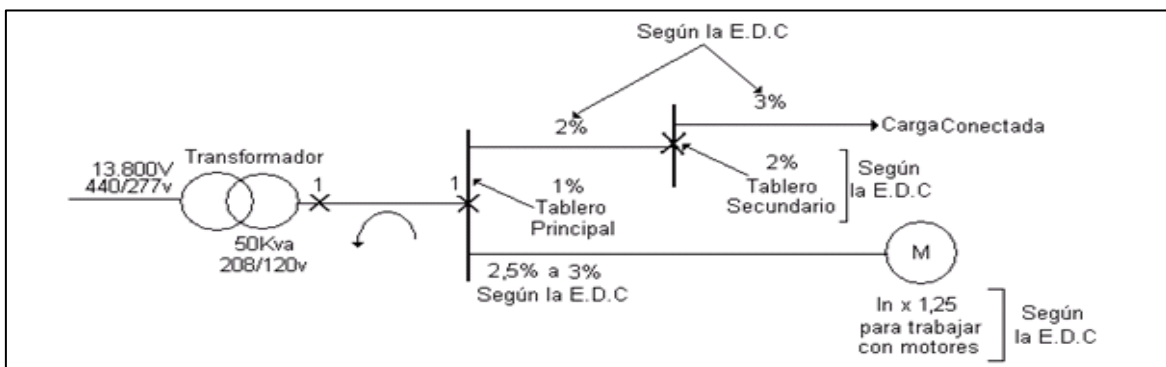
Cálculos preliminares en la evaluación inicial.

Tomando como base la situación actual de la red eléctrica interna, dentro de las áreas de producción y en base a la recopilación de datos de las máquinas, aplicaremos las fórmulas establecidas para la obtención de los resultados preliminares.

Caídas de voltaje

Para realizar el cálculo de la caída de voltaje en las cargas, hay que tomar en cuenta el calibre del conductor, la potencia nominal de los equipos y la distancia a la que se encuentran del tablero de distribución, debemos tomar en cuenta que no debe superar el 3% de caída voltaje.

Figura 9: Porcentaje de caída de voltaje de un sistema eléctrico



Fuente: Código de Electricidad Nacional

Para este caso aplicaremos las fórmulas y los criterios aplicados en las guías prácticas de CENTELSA, los mismos que están basados en la norma del código eléctrico colombiano (NTC 2050), así como los valores de factor de potencia $\cos \Phi$ y $\sin \Phi$. (anexo 1, tabla 1), y valores de resistencia y reactancia de los conductores (anexo 2, tabla 2). Los cálculos realizados son para circuitos trifásicos.

Ejemplo 1.1 demostrativo de cálculo:

Se realizará en el área y equipo que no cumpla con las regulaciones de voltaje, la aplicación del cálculo se efectuará para todas las áreas y equipos.

Área: fuentes; 2 cargas de 15 Hp; $\text{fp} = 0,85$; $n = 0,98$

$$kW = \frac{HP \times 0,746 \text{ kW}}{n} \quad (22)$$

$$kW = \frac{HP \times 0,746 \text{ kW}}{n} = \frac{15 \times 0,746 \text{ kW}}{0,98} = 11,42 \text{ kW}$$

$$Q \text{ (kVAr)} = P \times \operatorname{tg}(\cos^{-1} fp) \quad (23)$$

$$Q \text{ (kVAr)} = 11,42 \times \operatorname{tg}(\cos^{-1} 0,85)$$

$$Q \text{ (kVAr)} = 7,08 \text{ kVAr}$$

$$S \text{ (kVA)} = \frac{HP \times 0,746 \text{ kW}}{n \times fp} \quad (24)$$

$$S \text{ (kVA)} = \frac{15 \times 0,746 \text{ kW}}{0,85 \times 0,98}$$

$$S \text{ (kVA)} = 13,43 \text{ kVA}$$

$$In = \frac{kVA}{kV \times \sqrt{3}} \quad (25)$$

$$In = \frac{13,43 \text{ kVA}}{0,22 \text{ kV} \times 1,732}$$

$$In = 35,25 \text{ Amp}$$

El conductor instalado corresponde a #10 AWG, con una longitud de 60 metros.

1.- Por capacidad de conducción el conductor se encuentra sobrecargado ya que supera su capacidad de conducción nominal ya que este conductor soporta hasta 30 amperios.

Para la obtención de resultados de caída de voltaje aplicaremos las fórmulas: (15), (16), (17), (18)

2.- Por caída de voltaje tenemos:

2.1.- Cálculo de la impedancia eficaz:

$$Z_{ef} = (R \times \cos fp + X \times \operatorname{sen} fp)$$

$$Z_{ef} = (3,94 \times 0,85 + 0,164 \times 0,53)$$

$$Z_{ef} = 3,435 \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

2.2.- Cálculo de la caída de voltaje fase-neutro:

$$\Delta V_{f-n} = Z_{ef} \times L \times I$$

$$\Delta V_{f-n} = \left(3,435 \frac{\text{ohm}}{\text{km}} \times 0,06 \text{ km} \times 35,28 \text{ Amp} \right)$$

$$\Delta V_{f-n} = 7,271 \text{ V}$$

2.3.- Cálculo de la caída de voltaje fase-fase:

$$\Delta V_{f-f} = \sqrt{3} \times \Delta V_{f-n}$$

$$\Delta V_{f-f} = 7,271 \text{ V} \times 1,732$$

$$\Delta V_{f-f} = 12,577 \text{ V}$$

2.4.- Cálculo de la caída de voltaje en porcentaje:

$$\% \Delta V_{f-F} = \frac{\Delta V_{f-f}}{V_{ff}} \times 100$$

$$\% \Delta V_{f-F} = \frac{12,577 \text{ V}}{220} \times 100$$

$$\% \Delta V_{f-F} = \mathbf{5,718\%}$$

Para la bomba 2 tenemos una distancia de 65 metros. Se aplicará el mismo proceso de cálculo realizado anteriormente:

$$\Delta V_{f-n} = Z_{ef} \times L \times I$$

$$\Delta V_{f-n} = \left(3,435 \frac{\text{ohm}}{\text{km}} \times 0,065 \text{ km} \times 35,28 \text{ Amp} \right)$$

$$\Delta V_{f-n} = 7,87 \text{ V}$$

$$\Delta V_{f-f} = \sqrt{3} \times \Delta V_{f-n}$$

$$\Delta V_{f-f} = 7,27 \text{ V} \times 1,732$$

$$\Delta V_{f-f} = 12,643 \text{ V}$$

$$\% \Delta V_{f-F} = \frac{\Delta V_{f-f}}{V_{ff}} \times 100$$

$$\% \Delta V_{f-F} = \frac{12,643 \text{ V}}{220} \times 100$$

$$\% \Delta V_{f-F} = \mathbf{6,20\%}$$

Por tanto, al no cumplir con la regulación de voltaje se debe proceder a aumentar el calibre del conductor a continuación, se mostrará en la **tabla 10** los resultados de las caídas de voltaje existentes, las mismas que también serán justificadas con la simulación.

Simulación del estado actual en ETAP 12.6

Una vez realizado el diagrama unifilar, podemos realizar la simulación siguiendo el esquema realizado. La simulación de nuestro sistema nos permitirá verificar con más certeza los resultados obtenidos mediante el cálculo para verificarlos y corregirlos.

Al realizar los flujos de potencia podemos apreciar el comportamiento del sistema en las condiciones iniciales, mostrando cuales son los puntos más vulnerables del sistema, lo cual nos permitirá plantear nuevas alternativas para mejorar dichas instalaciones como cambios de conductores, protecciones, etc.

Tabla 9: Elementos utilizados para la simulación

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS	VALOR
BARRA SLACK	EQUIVALENTE DE RED	13,8 kV
TRANSFORMADOR	S/N	175 KVA
CONDUCTORES	Longitud del conductor (Km) Librería del conductor a utilizar	ETAP nos permite disponer de varios calibres conductor
BARRAS	Elementos de conexión	Establecer valores de Voltaje, Frecuencia
CARGAS	Equipos, Motores	Establecer valores de Voltaje, Frecuencia y Potencia

Realizado por: Los Postulantes

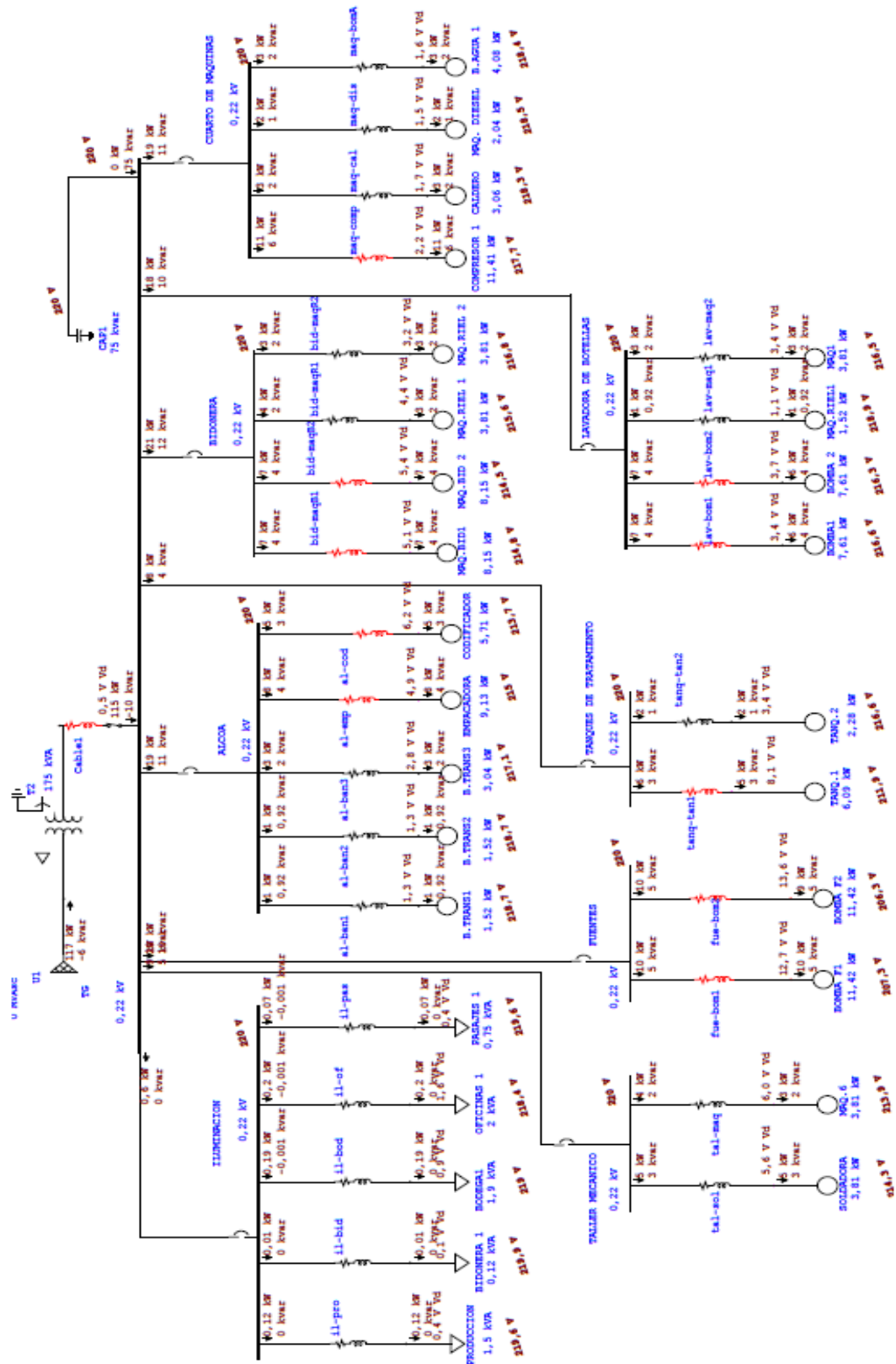
Figura 10: Ingreso de variables técnicas para la simulación en ETAP 12.6

The screenshot displays the '2-Winding Transformer Editor - T2' window. It features several tabs: 'Reliability', 'Remarks', and 'Comment'. Under 'Reliability', there are sub-tabs for 'Info', 'Rating', 'Impedance', 'Tap', 'Grounding', 'Sizing', 'Protection', and 'Harmonic'. The 'Rating' tab is selected, showing a transformer with a rating of 175 kVA, ANSI Liquid-Fill, and Other 65 C. The 'Voltage Rating' section includes fields for Primary (Prim.) and Secondary (Sec.) voltages in kV, and Full Load Amperes (FLA). The primary voltage is set to 13.8 kV and the secondary to 0.22 kV. The 'Z Base' section shows a value of 175 kVA. The 'Power Rating' section shows a rated power of 175 kVA. The 'Alert - Max' section shows a value of 300000 kVA. The 'Installation' section is partially visible at the bottom.

Realizado por: Los Postulantes

Simulación del Sistema Eléctrico Empresa de Agua Mineral San Felipe

SIMULACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EMPRESA AGUA MINERAL SAN FELIPE



Caídas de Voltaje en cada área de la Empresa.

Tabla 10. Caídas de voltaje iniciales del sistema

No.	EQUIPOS			MOTORES			Ef (η)	CARGA CONSUMIDA CONTINUA			CARACTERÍSTICA DE LOS CONDUCTORES						CAIDAS DE VOLTAJE				
	Tag.	Description	Fases	Potencia Nominal (HP)	F.P	I. nom (Amp)		kW	kVAR	Carga Nominal (kVA)	Calibre AWG	Distancia mts	Rac [Ω /km]	XL [Ω /km]	Zef [Ω /km]	SEN (FP)	ΔV_{fn} v	ΔV_{ff} v	ΔV_{ff} [%]		
AREA DE PROCESOS																					
1	CUARTO DE MAQUINAS KW	COMPRESOR	3	15,00	0,85	35,25	11,42	7,08	13,43	8,00	16,00	2,56	0,171	2,27	0,53	1,278	2,211	1,005%			
		CALDERO	3	4,00	0,85	9,40	3,04	1,89	3,58	12,00	18,00	6,56	0,177	5,67	0,53	0,959	1,660	0,754%			
		DIESEL	3	3,00	0,85	7,05	2,28	1,42	2,69	12,00	22,00	6,56	0,177	5,67	0,53	0,879	1,521	0,692%			
		BOMBA DE AGUA	3	5,00	0,85	11,75	3,81	2,36	4,48	12,00	14,00	6,56	0,177	5,67	0,53	0,933	1,614	0,733%			
2	LAVADORA DE BOTELLAS KW	BOMBA 1	3	10,00	0,85	23,50	7,61	4,72	8,96	10,00	25,00	3,94	0,164	3,44	0,53	2,019	3,492	1,587%			
		BOMBA 2	3	10,00	0,85	23,50	7,61	4,72	8,96	10,00	27,00	3,94	0,164	3,44	0,53	2,180	3,771	1,714%			
		MAQ. RIEL	3	2,00	0,85	4,70	1,52	0,94	1,79	12,00	24,00	6,56	0,177	5,67	0,53	0,640	1,106	0,503%			
		MAQ. 1	3	5,00	0,85	11,75	3,81	2,36	4,48	12,00	30,00	6,56	0,177	5,67	0,53	1,999	3,458	1,572%			
3	BIDONERA KW	MAQ. BID 1	3	10,70	0,85	25,15	8,15	5,05	9,58	10,00	35,00	3,94	0,164	3,44	0,53	3,024	5,231	2,378%			
		MAQ. BID 2	3	10,70	0,85	25,15	8,15	5,05	9,58	10,00	37,00	3,94	0,164	3,44	0,53	3,197	5,530	2,514%			
		MAQ. RIEL 1	3	5,00	0,85	11,75	3,81	2,36	4,48	12,00	38,00	6,56	0,177	5,67	0,53	2,532	4,380	1,991%			
		MAQ. RIEL 2	3	5,00	0,85	11,75	3,81	2,36	4,48	12,00	28,00	6,56	0,177	5,67	0,53	1,865	3,227	1,467%			
4	TANQUES DE TRATAMIENTO KW	TAQ.1	3	8,00	0,85	18,80	6,09	3,77	7,16	12,00	45,00	6,56	0,177	5,67	0,53	4,797	8,298	3,772%			
		TAQ. 2	3	3,00	0,85	7,05	2,28	1,42	2,69	12,00	48,00	6,56	0,177	5,67	0,53	1,919	3,319	1,509%			
5	ALCOA KW	BAN. TRANSP 1	3	2,00	0,85	4,70	1,52	0,94	1,79	12,00	28,00	6,56	0,177	5,67	0,53	0,746	1,291	0,587%			
		BAN. TRANSP 2	3	2,00	0,85	4,70	1,52	0,94	1,79	12,00	28,50	6,56	0,177	5,67	0,53	0,759	1,314	0,597%			
		BAN. TRANSP 3	3	4,00	0,85	9,40	3,04	1,89	3,58	12,00	31,00	6,56	0,177	5,67	0,53	1,652	2,858	1,299%			
		EMPACADORA	3	12,00	0,85	28,20	9,13	5,66	10,75	10,00	30,00	3,94	0,164	3,44	0,53	2,907	5,029	2,286%			
6	FUENTE KW	CODIFICADOR	3	7,50	0,85	17,63	5,71	3,54	6,72	12,00	37,00	6,56	0,177	5,67	0,53	3,698	6,397	2,908%			
		BOMBA F1	3	15,00	0,85	35,25	11,42	7,08	13,43	10,00	60,00	3,94	0,164	3,44	0,53	7,267	12,572	5,714%			
7	TALLER MECÁNICO KW	BOMBA F2	3	15,00	0,85	35,25	11,42	7,08	13,43	10,00	65,00	3,94	0,164	3,44	0,53	7,872	13,619	6,191%			
		SOLDADORA	3	5,00	0,85	11,75	3,81	2,36	4,48	10,00	50,00	3,94	0,164	3,44	0,53	3,331	5,763	2,619%			
8	ILUMINACIÓN KW	MAQ 6	3	5,00	0,85	11,75	3,81	2,36	4,48	12,00	52,00	6,56	0,177	5,67	0,53	3,464	5,993	2,724%			
		PRODUCCION	3	6,56	0,90	1,00	6,56	2,25	1,09	2,50	12,00	35,50	6,56	0,177	5,98	0,44	1,393	2,410	1,095%		
		BIDONERA	3	0,35	0,90	1,00	0,35	0,12	0,06	0,13	12,00	30,00	6,56	0,177	5,98	0,44	0,063	0,109	0,049%		
		BODEGA	3	5,60	0,90	1,00	5,60	1,92	0,93	2,13	12,00	15,00	6,56	0,177	5,98	0,44	0,502	0,869	0,395%		
6,29		OFICINAS	1	5,83	0,90	1,00	5,83	2,00	0,97	2,22	12,00	25,00	6,56	0,177	5,98	0,44	0,872	1,509	0,686%		

Realizado por: Los Postulantes

Análisis y diagnóstico inicial:

Una vez realizada la primera evaluación de la red interna del sistema eléctrico actual de la empresa, se pudo notar que existe problemas de caída de voltaje siendo la más relevante el circuito de las fuentes que se encuentra a gran distancia del centro de carga, además el conductor de este circuito no cubre con las exigencias requeridas para este tipo de sistema ya que muestra un porcentaje de caída de voltaje de 5,7% y 6,19% respectivamente, también existen circuitos que muestran sobrecarga en los conductores ya que están próximos a llegar al 3% de caída de voltaje. Motivos por los cuales hacen necesarios una segunda evaluación proponiendo un reajuste de la red interna, mediante nuevos cálculos y aumento del calibre de conductor para mejorar las caídas de voltaje y mejorar la confiabilidad de la red eléctrica.

Las acometidas internas de la empresa se las evaluó en deterioradas condiciones ya que al ser una red área para los diferentes circuitos de las maquinas los conductores se encontraban suspendidos por las paredes de la empresa, y otros circuitos se encontraban en una bandeja tipo escalerilla, la cual también presentaba un alto grado de deterioro. Los conductores empleados en su mayoría eran #8-#10-#12 AWG sólido, los cuales, en las trayectorias a los diferentes puntos de control de las máquinas, se encontraban empalmados ya que no cubrían la distancia requerida

El actual tablero principal de distribución (TPD) está ubicado en un cuarto de fácil acceso, para cuando se requieran hacer maniobras, el cual dispone de un breaker principal marca SIEMENS de 630 A. De este (TPD) se deriva a nuestro centro de carga donde se encuentran los circuitos que alimentan a las máquinas dentro de cada área de producción. El centro de carga inicial se encontraba en pésimas condiciones, con los elementos de protección mal empotrados, y en algunos casos una misma protección operaba para dos circuitos superando su capacidad la cual en ocasiones se activaba dejando fuera de operación las máquinas. (Anexo 5).

Con el censo de carga realizado en la empresa de Agua Mineral San Felipe, se obtuvo una carga instalada de 154 kVA, alimentada inicialmente por el transformador de 175 kVA, como se indicó preliminar mente la empresa inicia sus actividades de 8:00 am – 18:00 pm, de lunes a viernes en la cual podemos recalcar las maquinas funcionan por periodos de tiempo de acuerdo a la producción que se requiera en el día. Los cálculos de la red interna de la empresa como: potencias, caídas de voltaje, pérdidas de potencia y energía, así como la simulación del sistema se justificaron con la aplicación de fórmulas apropiadas para este tipo de estudios.

Comparación de resultados entre ETAP. 12.6 y cálculos realizados

Tabla 11. Comparación de resultados

AREA DE PROCESOS		Cálculos ETAP 12.6					Cálculos REALIZADOS			
		Rated V	% Loading	V termal	ΔV_{ff} v	ΔV_{ff} [%]	ΔV_{ff} v	ΔV_{ff} [%]	V termal	
1	CUARTO DE MAQUINAS KW	COMPRESOR	220	70,9	217,3	2,70	1,227	2,211	1,005	217,79
		CALDERO	220	70,7	217,7	2,30	1,045	1,660	0,754	218,34
		DIESEL	220	70,6	218	2,00	0,909	1,521	0,692	218,48
		BOMBA DE AGUA	220	70,7	217,7	2,30	1,045	1,614	0,733	218,39
2	LAVADORA DE BOTELLAS KW	BOMBA 1	220	50,7	216,9	3,10	1,409	3,492	1,587	216,51
		BOMBA 2	220	71,4	215,5	4,50	2,045	3,771	1,714	216,23
		MAQ. RIEL	220	70,6	218,2	1,80	0,818	1,106	0,503	218,89
		MAQ. 1	220	69,3	215,9	4,10	1,864	3,458	1,572	216,54
3	BIDONERA KW	MAQ. BID 1	220	69,9	214,1	5,90	2,682	5,231	2,378	214,77
		MAQ. BID 2	220	70	213,8	6,20	2,818	5,530	2,514	214,47
		MAQ. RIEL 1	220	69,6	214,9	5,10	2,318	4,380	1,991	215,62
		MAQ. RIEL 2	220	71,3	216	4,00	1,818	3,227	1,467	216,77
4	TANQUES DE TRATAMIENTO KW	TAQ.1	220	70,9	211	9,00	4,091	8,298	3,772	211,70
		TAQ. 2	220	69,3	215,9	4,10	1,864	3,319	1,509	216,68
5	ALCOA KW	BAN. TRANSP 1	220	70,6	218	2,00	0,909	1,291	0,587	218,71
		BAN. TRANSP 2	220	70,7	218	2,00	0,909	1,314	0,597	218,69
		BAN. TRANSP 3	220	66	216,6	3,40	1,545	2,858	1,299	217,14
		EMPACADORA	220	69,8	214,3	5,70	2,591	5,029	2,286	214,97
		CODIFICADOR	220	70,3	212,9	7,10	3,227	6,397	2,908	213,60
6	FUENTE KW	BOMBA F1	220	69,2	206,5	13,50	6,136	12,572	5,714	207,43
		BOMBA F2	220	68,5	205,6	14,40	6,545	13,619	6,191	206,38
7	TALLER MECÁNICO KW	SOLDADORA	220	102,9	213,9	6,10	2,773	5,763	2,619	214,24
		MAQ 6	220	67	213,5	6,50	2,955	5,993	2,724	214,01
8	ILUMINACIÓN KW	PRODUCCION	220	11,9	218,9	1,10	0,500	0,453	0,206	219,55
		BIDONERA	220	15	219,3	0,70	0,318	0,101	0,046	219,90
		BODEGA	220	9,9	218,6	1,40	0,636	0,869	0,395	219,13
		OFICINAS	220	9,9	217,9	2,10	0,955	1,509	0,686	218,49
		PASAJES	220	10	219,1	0,90	0,409	0,339	0,154	219,66

Medición con el analizador de carga.

La recolección de datos mediante el analizador nos permitirá elaborar las curvas de carga y otros parámetros eléctricos indispensables para el análisis de la demanda. El analizador de carga Fluke 435 fue instalado en las salidas del transformador durante 7 días continuos con mediciones en intervalos de 15 minutos.

Curva de carga

Para la elaboración de la curva de demanda se trabajó con las potencias máximas registrada durante los 7 días, para lo cual emplearemos histogramas de frecuencia y de esta manera obtener la curva más representativa en una jornada de trabajo.

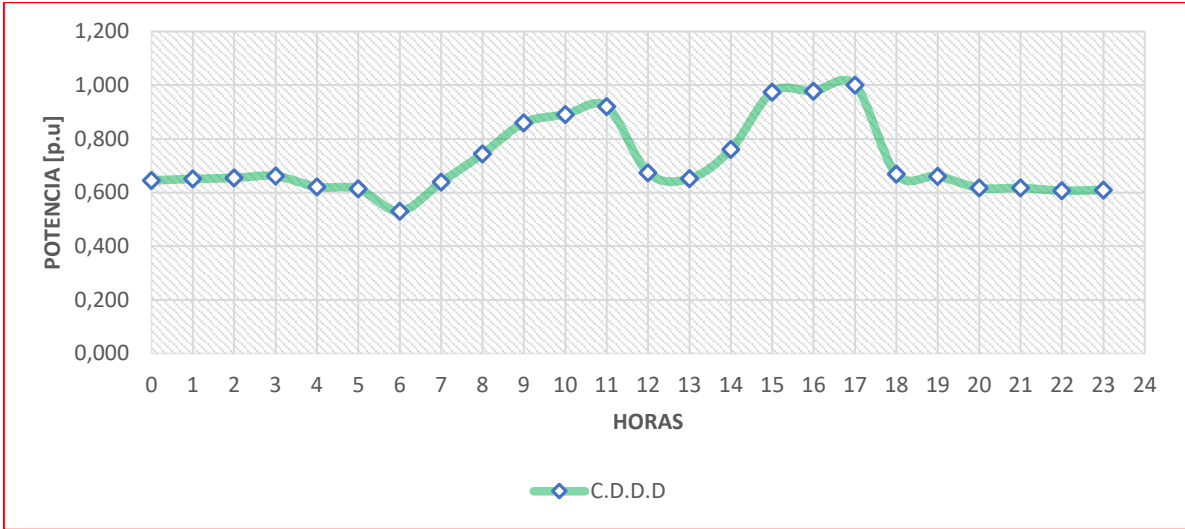
Potencia activa de un día típico

Tabla 12. Potencia total de un día de trabajo

Hora	P(kw)	C.D.D.D
0	47,55	0,645
1	47,97	0,651
2	48,24	0,654
3	48,78	0,662
4	45,78	0,621
5	45,21	0,613
6	39,06	0,530
7	47,06	0,638
8	54,82	0,744
9	63,39	0,860
10	65,67	0,891
11	67,87	0,921
12	49,66	0,674
13	48,05	0,652
14	56,05	0,760
15	71,83	0,974
16	72,09	0,978
17	73,71	1,000
18	49,25	0,668
19	48,71	0,661
20	45,49	0,617
21	45,49	0,617
22	44,75	0,607
23	44,90	0,609
MAXIMO	MINIMO	
73,71	39,06	
MEDIANA	PROMEDIO	
48,48	52,97	

Curva de Duración de Demanda Diaria - Fuente De Agua San Felipe

Figura 11: Potencia activa de una jornada de trabajo

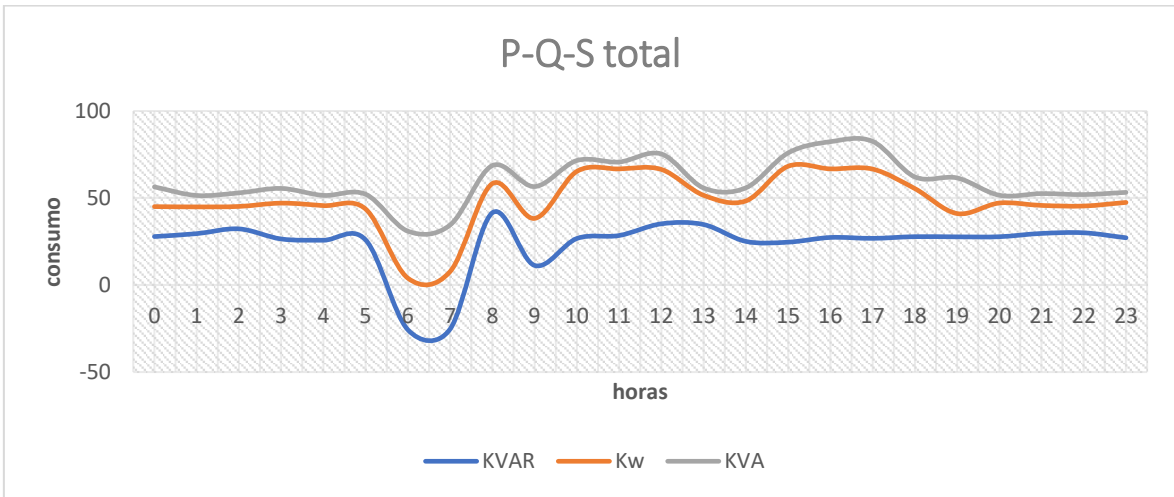


Realizado por: Los Postulantes

Interpretación de resultados

Mediante la representación gráfica de la curva podemos determinar que el pico máximo que se presenta en un día de trabajo se da entre las 16- 17:00 horas en la cual registramos una potencia de 73,71 kW. Esta curva es correspondiente a los días de trabajo de lunes a viernes ya que en estos días se encuentran los valores más relevantes de potencia utilizada por parte las maquinas debido al tipo de producción que realizan diariamente.

Figura 12: Potencia activa reactiva y aparente



Realizado por: Los Postulantes

Tabla 13. Cuadro resumen de factor de potencia y voltaje por fase

PARAMETROS		MIN	MED	MAX
FACTOR DE POTENCIA	Fase1	0,84	0,99	1
	Fase2	0,82	0,99	1
	Fase3	0,84	0,99	1
VOLTAJES	Fase1	217	221	224
	Fase2	217	221	224
	Fase3	216	220	223

Realizado por: Los Postulantes

Factor de potencia por fase.

Los factores de potencia registrados son aceptables, los cuales mediante un banco de capacitores los corrigen hasta estar dentro de los límites permisibles de la concesionaria a cargo en este caso ELEPCO SA, para evitar caer en penalizaciones por bajo factor de potencia y pérdidas económicas de la empresa.

Voltajes por fase

En cuanto a los voltajes mediante datos tomados por el analizador de carga y realizando las tabulaciones correspondientes, se obtiene que existen valor dentro de los límites permitidos en la regulación en cuanto a variaciones de voltajes, considerando el voltaje de placa del lado secundario del transformador que es 220/127V cuyas variaciones aceptadas son del $\pm 8\%$.

Cálculos de factor de carga, utilización, perdidas de potencia y energía en el transformador

Matemáticamente el factor de utilización se define como la relación entre la potencia aparente a demanda máxima para la potencia instalada, tomando en cuenta:

- a) $F_u = 0,5$ entonces los transformadores del alimentador se encuentran sub cargados.
- b) $F_u > 0,8$ entonces los transformadores del alimentador se encuentran sobrecargados.

Transformador instalado

Cálculo porcentual de la demanda del transformador

La capacidad del transformador es de 175 kVA de capacidad, la cual presenta una demanda máxima de 82,58 kVA y una demanda promedio de 58,92 kVA, registradas mediante el analizador de carga en las 17:00 pm y procedemos a calcular la potencia demandada en la siguiente tabla. En el (anexo 8) se demuestra la gráfica de la curva de demanda en kVA.

Tabla 14. Porcentaje de carga del transformador

Pot. Aparente Nominal kVA	Pot. Aparente Máxima kVA	Porcentaje de carga (%)
175	82,58	47,18

Realizado por: Los Postulantes

Mediante el cálculo realizado se puede determinar que el transformador utiliza aproximadamente un 47,18% de la potencia que puede entregar al sistema.

Para obtener el valor del factor de carga (fc) en base a la demanda máxima aplicamos la fórmula (12):

$$F_c = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda máxima}}$$

$$F_c = \frac{58,92 \text{ kVA}}{82,58 \text{ kVA}}$$

$$F_c = 0,713$$

El factor de utilización (fu) lo obtendremos mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$F_u = \frac{\text{kVA Dmax}}{\text{kVA instalados}} \quad (26)$$

$$F_u = \frac{82,58 \text{ kVA}}{175 \text{ kVA}}$$

$$F_u = 0,472$$

El factor de uso es de 0.472 esto quiere decir que este transformador se encuentra sub cargado y no presentaba problemas de cargabilidad, debido a que el (Fu) no se encuentra entre los valores de 0,8 para presentar problemas de sobrecarga lo cual no es nuestro caso.

Cálculos de pérdidas estandarizadas en el transformador

Para el cálculo de pérdidas en transformadores se toma en cuenta la norma NTE 2115-2 la cual señala los valores de pérdidas en vacío P_o y los valores de pérdidas bajo carga P_c a potencia nominal aplicando las fórmulas de la **tabla 6**. Hay que resaltar que las pérdidas en vacío permanecen constantes, pero las pérdidas en el cobre varían de acuerdo al factor de utilización del transformador.

Pérdidas en vacío de acuerdo a la norma NTE 2115-2

Transformador de 175 kVA:

$$P_o = 13,27 \times P_n^{0,7093} = 13,27 \times 175^{0,7093} = 517,44 \text{ W.}$$

Pérdidas bajo carga a potencia nominal de acuerdo a la norma NTE 2115-2

$$P_c = 10,465 \times P_n + 537 = 10,465 \times 175 + 537 = 2368,38 \text{ W.}$$

Resultados de Pérdidas en el cobre y totales en el transformador

Se calculó las pérdidas a potencia nominal pero el transformador se encuentra sub-cargado debido a esto procedemos a calcular las pérdidas reales, tomando en cuenta la demanda real medida por el analizador de carga.

Las pérdidas en vacío son constantes por cuanto no dependen de la carga, en cambio las pérdidas en el devanado son proporcionales a la carga.

Pérdidas reales en el cobre del transformador

Al estar energizado el transformador este genera pérdidas tanto en vacío como en bajo carga para lo cual aplicaremos la siguiente fórmula:

$$P_{cu} = F_u^2 \times \Delta P_c \tag{27}$$

Dónde:

P_{cu} = pérdidas reales en el cobre del transformador

F_u = factor de utilización del transformador

ΔP_c = pérdidas en el cobre a potencia nominal

$$P_{cu} = 0,472^2 \times 2368,38 \text{ W} = 527,64 \text{ W}$$

$$P_{cu} = 0,527 \text{ kW}$$

Por tanto, las pérdidas reales del cobre son 0,527 kW, obtenido este valor y sabiendo que las pérdidas en vacío no dependen de la carga, calculamos:

$$P_t = P_o + P_{cu} \quad (28)$$

$$P_t = 517,44 \text{ W} + 527,64 \text{ W} = 1045,08 \text{ W}$$

$$P_t = 1,05 \text{ kW (pérdidas reales del transformador)}$$

Pérdidas de energía y su costo mensual

Para el cálculo de pérdidas de energía en el transformador vamos a aplicar la siguiente formula:

$$\text{Pérd. de energía} = \text{Pérd. a potencia nominal} \left(\frac{\text{Dem. promedio}}{\text{Dem. max}} \right)^2 \times 720 \text{ horas} \quad (29)$$

Dónde:

$$\text{Pérd. a potencia nominal} = 2.885 \text{ kW}$$

$$\text{Demanda promedio de potencia activa kW} = 52,97 \text{ kW (tabla 12)}$$

$$\text{Demanda maxima de potencia activa kW} = 73,71 \text{ kW (tabla 12)}$$

$$\text{horas del mes} = 720 \text{ horas}$$

$$\text{Perd. de energía} = 2.885 \text{ kW} \left(\frac{52,97 \text{ kW}}{73,71 \text{ kW}} \right)^2 \times 720 \text{ horas}$$

$$\text{Perd. de energía} = 1072,71 \text{ kWh mensuales}$$

Por tanto, las pérdidas anuales con el transformador energizado son de 12872.52 kWh.

Tomando en cuenta el pliego tarifario del ARCONEL, para consumidores industriales el kWh es de \$ 0,093 dólares, se tiene un costo total de \$ 1197.14 dólares.

A continuación, en la siguiente detallaremos los resultados obtenidos de los cálculos de pérdidas que se genera el transformador.

Tabla 15. Cálculos de pérdidas totales de energía en el transformador

Transformador kVa nominal	Medidos	Factor de utilización	Pérdidas en vacío, norma (Po)	Pérdidas bajo carga norma (Pc)	Pérdidas totales kW	Pérdidas totales kWh/mes
	kVA máximo	fu (%)				
175 kVA	82,58 kVA	47,20%	517,44 W	2368,38 W	2,885 kW	1072,71 kWh/mes

Cálculo de pérdidas de potencia en cada máquina de la empresa

Para este caso se tomará como referencia el ejemplo 1.1, el cual obtuvimos los siguientes resultados.

Potencia= 15 Hp

Calibre conductor= #10 AWG

Distancia= 60 mts.

K= conductividad del cobre 56

S= sección del conductor en mm²

$$\text{Pérdidas de potencia} = \frac{L \times P}{K \times S \times V^2 \times \text{Cos}\phi^2}$$

$$\text{Perd}_{pot} = \frac{60 \text{ m} \times 15 \text{ Hp}}{56 \times 5,26 \text{ mm}^2 \times 220^2 \times 0,85^2}$$

$$\text{Perd}_{pot} = 0,087 \text{ kW}$$

Cálculo de pérdidas de energía

Pérdidas de energía mensual: Mes de Octubre.

Los días laborables del mes de octubre constan de 22 días de labores dentro de la empresa. En los cuales inician su jornada laboral de 8:00 am – 18:00 pm de lunes a viernes, estas pérdidas de energía se calcularán en base al período de funcionamiento de las máquinas estableciéndose períodos de trabajo por hora de las máquinas.

$$\text{Pérdidas de energía} = \text{Perd}_{pot} \times \text{días laborables} \times \text{horas}$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 0,087 \text{ kW} \times 22 \times 6$$

$$\text{Pérdidas de energía} = 11,53 \text{ kWh mensual}$$

A continuación, en la **tabla 16** se detallarán todos los resultados de pérdidas de potencia y energía, existentes en la empresa aplicando las fórmulas establecidas para sus cálculos.

Tabla 16. Resultados de pérdidas de potencia y energía.

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	Unid ad	P.F. [%]	EFF. [%]	kW	kVA	DISTANCIA [ft]	Work Tem p. [°C]	I nom. [A]	I nom. Diseño [A]	Rac [Ω/kt]	XL [Ω/kt]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	P de potencia (Kw)	P de Energía (KWh) mensual	SECCION mm2	HORAS DE TRABAJO	DÍAS LABORALES	
CUARTO DE MAQUINAS	COMPRESOR	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	52,48	75	35,25	44,07	0,78	0,05	2,21	1,01%	8	0,015	1,29	8,37	4	22	
	CALDERO	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	59,04	75	9,40	11,75	2,00	0,05	1,66	0,76%	12	0,011	0,98	3,3	4	22	
	DIESEL	0,22	3,00	HP	85%	98%	2,28	2,69	72,16	75	7,05	8,81	2,00	0,05	1,52	0,69%	12	0,010	0,90	3,3	4	22	
	BOMBA DE AGUA	0,22	6,00	HP	85%	98%	4,57	5,37	34,44	75	14,10	17,63	2,00	0,05	1,45	0,66%	12	0,007	0,65	3,3	4	22	
LAVADORA DE BOTELLAS	BOMBA 1	0,22	10,00	HP	85%	98%	7,61	8,96	82,00	75	23,50	29,38	1,20	0,05	3,49	1,59%	10	0,024	2,14	5,26	4	22	
	BOMBA 2	0,22	10,00	HP	85%	98%	7,61	8,96	88,56	75	23,50	29,38	1,20	0,05	3,77	1,71%	10	0,026	2,31	5,26	4	22	
	MAQ. RIEL	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	78,72	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,11	0,50%	12	0,007	0,65	3,3	4	22	
	MAQ.2	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	98,40	75	11,75	14,69	2,00	0,05	3,46	1,57%	12	0,023	2,04	3,3	4	22	
BDONERA	MAQ. BIONERA 1	0,22	10,70	HP	85%	98%	8,15	9,58	114,80	75	25,15	31,43	1,20	0,05	5,23	2,38%	10	0,036	3,20	5,26	4	22	
	MAQ. BIONERA 2	0,22	10,70	HP	85%	98%	8,15	9,58	121,36	75	25,15	31,43	1,20	0,05	5,53	2,51%	10	0,038	3,38	5,26	4	22	
	MAQ. RIEL 1	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	124,64	75	11,75	14,69	2,00	0,05	4,38	1,99%	12	0,029	2,59	3,3	4	22	
	MAQ. RIEL 2	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	91,84	75	11,75	14,69	2,00	0,05	3,23	1,47%	12	0,022	1,91	3,3	4	22	
TANQUES	TANQ. TRATAMIENTO 1	0,22	8,00	HP	85%	98%	6,09	7,16	147,60	75	18,80	23,50	2,00	0,05	8,31	3,79%	12	0,056	4,90	3,3	4	22	
	TANQ. TRATAMIENTO 2	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	157,44	75	9,40	11,75	2,00	0,05	4,43	2,01%	12	0,030	2,61	3,3	4	22	
ALCOA	BAN TRANSPOR 1	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	91,84	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,29	0,59%	12	0,009	0,76	3,3	4	22	
	BAN TRANSPOR 2	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	93,48	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,32	0,60%	12	0,009	0,78	3,3	4	22	
	EMPACADORA	0,22	12,00	HP	85%	98%	9,13	10,75	98,40	75	28,20	35,25	1,20	0,05	5,03	2,29%	10	0,035	3,08	5,26	4	22	
	BAN TRANSPOR 3	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	101,68	75	9,40	11,75	2,00	0,05	2,86	1,30%	12	0,019	1,69	3,3	4	22	
FUENTES	CODIFICADOR	0,22	7,50	HP	85%	98%	5,71	6,72	121,36	75	17,63	22,03	2,00	0,05	6,40	2,91%	12	0,043	3,78	3,3	4	22	
	BOMBA FUENTE 1	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	196,80	75	35,25	44,07	1,20	0,05	12,57	5,72%	10	0,087	11,53	5,26	6	22	
TALLER MECÁNICO	BOMBA FUENTE 2	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	213,20	75	35,25	44,07	1,20	0,05	13,62	6,19%	10	0,095	12,49	5,26	6	22	
	SOLDADORA	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	164,00	75	11,75	14,69	2,00	0,05	5,77	2,62%	12	0,039	3,40	3,3	4	22	
LUMINACIÓN	MAQ. TALLER 6	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	170,56	75	11,75	14,69	2,00	0,05	6,00	2,73%	12	0,040	1,77	3,3	2	22	
	PRODUCCIÓN	0,22	2,25	kW	95%	98%	2,25	2,42	116,44	75	6,34	7,93	2,00	0,05	2,45	1,11%	12	0,012	1,09	3,3	4	22	
	BIONERA	0,22	0,15	kW	95%	98%	0,15	0,16	98,40	75	0,42	0,53	2,00	0,05	0,14	0,06%	12	0,001	0,08	3,3	5	22	
	BODEGA	0,22	1,92	kW	95%	98%	1,92	2,06	114,80	75	5,41	6,77	2,00	0,05	2,06	0,94%	12	0,010	1,14	3,3	5	22	
OFICINAS	0,22	5,83	kW	95%	98%	5,83	6,26	49,20	75	16,43	20,54	2,00	0,05	2,68	1,22%	12	0,014	2,38	3,3	8	22		
																			0,75	73,53			

Realizada por: Los Postulantes

Resumen de problemas encontrados.

Mediante los cálculos y simulación realizados se obtuvieron resultados de todo el sistema eléctrico de la empresa, los mismos que indicaban sobrecarga en los conductores y altos índices de caída de voltaje en ciertas áreas, además de las malas condiciones de sus acometidas hacia sus cargas.

Tabla 17. Problemas encontrados en la empresa de Agua Mineral San Felipe.

ÁREA	MÁQUINA O EQUIPO	PROBLEMA	POSIBLE SOLUCIÓN
EMPACADORA	Centro de Carga	Antiguo y deteriorado. Desmontaje de su lugar de ubicación.	Reubicación y nuevo centro de carga. Mejorará la caída de voltaje en las fuentes, alcoa y la lavadora de botellas.
RED INTERNA	Conductores	Antigua y deteriorada los conductores que están en color rojo muestran que están trabajando al 85% de su capacidad de conducción.	Cambio de conductores
TANQUES DE TRATAMIENTO	Máquina de Tanque 1	Conductor #12 y caída de voltaje del 3,7%	Cambio de conductor #8
ALCOA	Codificador	Conductor #12 y caída de voltaje del 2,9%	Cambio de conductor #8
FUENTES	Bombas 1 y 2	Conductor #10 y caída de voltaje del 5,7% y 6,1%	Cambio de conductor #8
TALLER MECÁNICO	Soldadora y Maq.6	Conductor #12 y caída de voltaje del 2,6% y 2,7%	Cambio de conductor #8, su nueva distancia se deriva del (TDP)

Realizado por: Los Postulantes

Propuesta de Mejoras

Por el valor nominal del voltaje que soporta entre fases, que será de 220 V, capacidad de conducción nominal (I_n), índices de caída de voltaje y la temperatura ambiente de 75 °C.

Para mejorar todo el sistema eléctrico de la empresa, se procedió a cambiar y reubicar el centro de control de motores obteniendo así nuevas distancias en las fuentes que fue de 60 metros a 40 metros, las cargas del taller mecánico se derivaran del tablero principal ubicado en la cámara de transformación con una distancia de 35 metros para sus dos cargas, estos cambios se realizaran con la finalidad de reducir las caídas de voltaje, el sistema de protección fue escogido mediante cálculos para evitar sobredimensionamientos, para garantizar una operación continua y adecuada de las máquinas. La acometida para este nuevo centro de control de motores es de 50 metros, que se deriva del tablero principal ubicado en la cámara de transformación. Esta acometida aérea se realizó con cable THHN 2/0 de 19 hilos, tendida en bandeja tipo escalerilla, que alimentará al breaker marca Schneider de 200 A, (Anexo 7).

Nuevos cálculos realizados:

Con el ejemplo 1.1 demostrativo anteriormente, se pudo evidenciar una caída de voltaje del 5,71% en la bomba de agua 1, y al no cumplir con la capacidad de conducción nominal, la opción más práctica es realizar un cambio e incremento de la sección del conductor, mediante la misma metodología de cálculo: Este nuevo cálculo se realizará con un conductor # 8 AWG, mostrando los siguientes resultados.

Los resultados de la nueva evaluación se detallarán en la **tabla 18** con los cambios realizados para mejorar las caídas de voltaje, esto se refiere en el cambio completo de conductores y la reubicación del centro de carga debido a la antigüedad de los mismos. Esta metodología es aplicada en todos los puntos donde se apercibía mayor índice de caída de voltaje y sobrecarga en algunos conductores.

Cálculo de caídas de voltaje

Referencia el ejemplo 1.1: La R y X: son valores establecidos por CABLES CENTELSA.

1.- Cálculo de la impedancia eficaz: *La R y X para conductor #8*

$$Z_{ef} = (R \times \cos fp + X \times \sin fp)$$

$$Z_{ef} = (2,56 \times 0,85 + 0,171 \times 0,53)$$

$$Z_{ef} = 2,266 \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

2.- Cálculo de la caída de voltaje fase-neutro:

$$\Delta V_{f-n} = Z_{ef} \times L \times I$$

$$\Delta V_{f-n} = \left(2,266 \frac{\text{ohm}}{\text{km}} \times 0,04 \text{ km} \times 35,25 \text{ Amp} \right)$$

$$\Delta V_{f-n} = 3,195 \text{ V}$$

3.- Cálculo de la caída de voltaje fase-fase:

$$\Delta V_{f-f} = \sqrt{3} \times \Delta V_{f-n}$$

$$\Delta V_{f-f} = 3,195 \text{ V} \times 1,732$$

$$\Delta V_{f-f} = 5,533 \text{ V}$$

4.- Cálculo de la caída de voltaje en porcentaje:

$$\% \Delta V_{f-F} = \frac{\Delta V_{f-f}}{V_{ff}} \times 100$$

$$\% \Delta V_{f-F} = \frac{5,53 \text{ V}}{220} \times 100$$

$$\% \Delta V_{f-F} = 2,515\%$$

Por tanto, este nuevo conductor cumple con las exigencias mínimas requeridas por este sistema, reflejado con un menor índice de caída de voltaje.

Tabla 18. Resultados de nuevas caídas de voltaje realizado el cambio de conductores.

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	Unid ad	P.F. [%]	EFF. [%]	kW	kVA	DISTANCIA [ft]	Work Tem p. [°C]	I nom. [A]	I nom. Diseño [A]	Rac [Ω/kft]	XL [Ω/kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE
CUARTO DE MAQUINAS	COMPRESOR	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	52,48	75	35,25	44,07	0,49	0,05	1,42	0,65%	6
	CALDERO	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	59,04	75	9,40	11,75	2,00	0,05	1,66	0,76%	12
	DIESEL	0,22	3,00	HP	85%	98%	2,28	2,69	72,16	75	7,05	8,81	2,00	0,05	1,52	0,69%	12
	BOMBA DE AGUA	0,22	6,00	HP	85%	98%	4,57	5,37	34,44	75	14,10	17,63	1,20	0,05	0,88	0,40%	10
LAVADORA DE BOTELLAS	BOMBA 1	0,22	10,00	HP	85%	98%	7,61	8,96	82,00	75	23,50	29,38	0,78	0,05	2,30	1,05%	8
	BOMBA 2	0,22	10,00	HP	85%	98%	7,61	8,96	88,56	75	23,50	29,38	0,78	0,05	2,49	1,13%	8
	MAQ. RIEL	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	78,72	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,11	0,50%	12
	MAQ.2	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	98,40	75	11,75	14,69	2,00	0,05	3,46	1,57%	12
BIDONERA	MAQ. BIDONERA 1	0,22	10,70	HP	85%	98%	8,15	9,58	114,80	75	25,15	31,43	0,78	0,05	3,45	1,57%	8
	MAQ. BIDONERA 2	0,22	10,70	HP	85%	98%	8,15	9,58	121,36	75	25,15	31,43	0,78	0,05	3,65	1,66%	8
	MAQ. RIEL 1	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	124,64	75	11,75	14,69	2,00	0,05	4,38	1,99%	12
	MAQ. RIEL 2	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	91,84	75	11,75	14,69	2,00	0,05	3,23	1,47%	12
TANQUES	TANQ. TRATAMIENTO 1	0,22	8,00	HP	85%	98%	6,09	7,16	147,60	75	18,80	23,50	1,20	0,05	5,03	2,29%	10
	TANQ. TRATAMIENTO 2	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	157,44	75	9,40	11,75	2,00	0,05	4,43	2,01%	12
ALCOA	BAN. TRANSPOR 1	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	91,84	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,29	0,59%	12
	BAN. TRANSPOR 2	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	93,48	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,32	0,60%	12
	EMPACADORA	0,22	12,00	HP	85%	98%	9,13	10,75	98,40	75	28,20	35,25	0,78	0,05	3,32	1,51%	8
	BAN. TRANSPOR 3	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	101,68	75	9,40	11,75	2,00	0,05	2,86	1,30%	12
FUENTES	CODIFICADOR	0,22	7,50	HP	85%	98%	5,71	6,72	121,36	75	17,63	22,03	1,20	0,05	3,88	1,76%	10
	BOMBA FUENTE 1	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	131,20	75	35,25	44,07	0,78	0,05	5,53	2,51%	8
TALLER MECÁNICO	BOMBA FUENTE 2	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	147,60	75	35,25	44,07	0,78	0,05	6,22	2,83%	8
	SOLDADORA	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	114,80	75	11,75	14,69	2,00	0,05	4,04	1,84%	12
ILUMINACIÓN	MAQ. TALLER 6	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	121,36	75	11,75	14,69	2,00	0,05	4,27	1,94%	12
	PRODUCCIÓN	0,22	2,25	KW	95%	98%	2,25	2,42	116,44	75	6,34	7,93	2,00	0,05	2,45	1,11%	12
	BIDONERA	0,22	0,15	KW	95%	98%	0,15	0,16	98,40	75	0,42	0,53	2,00	0,05	0,14	0,06%	12
ILUMINACIÓN	BODEGA	0,22	1,92	KW	95%	98%	1,92	2,06	114,80	75	5,41	6,77	2,00	0,05	2,06	0,94%	12
	OFICINAS	0,22	5,83	KW	95%	98%	5,83	6,26	49,20	75	16,43	20,54	1,20	0,05	1,62	0,74%	10

Realizada por: Los Postularies

En la **tabla 18** podemos observar que las caídas de voltaje disminuyeron en los conductores que estaban presentando sobrecarga, aun con el cambio de conductor el área de las fuentes paso de 5,7% y 6,19% al 2,52% y 2,83%, límites aceptables dentro de la regulación que establece un mínimo de 3%, en el área de tanques de tratamiento muestra que el conductor está trabajando al 75% de su capacidad de conducción, pero posee una caída de voltaje aceptable.

Nuevo cálculo de pérdidas de potencia.

Para este caso se tomará como referencia el ejemplo 1.1, el cual obtuvimos los siguientes resultados aplicando la fórmula 20.

Potencia= 15 Hp

Calibre conductor= #8 AWG

Distancia= 40 mts.

K= conductividad del cobre 56

S= sección del conductor en mm²

$$Pérdidas\ de\ potencia = \frac{L \times P}{K \times S \times V^2 \times \cos^2 \phi}$$

$$Perd_{pot} = \frac{40\ m \times 15\ Hp}{56 \times 8,37\ mm^2 \times 220^2 \times 0,85^2}$$

$$Perd_{pot} = 0,0366\ kw$$

Nuevo cálculo de pérdidas de energía

Perdidas de energía mensual: Mes de Octubre.

Los días laborables del mes de octubre constan de 22 días de labores dentro de la empresa. En los cuales inician su jornada laboral de 8:00 am – 18:00 pm de lunes a viernes

$$Pérdidas\ de\ energía = Perd_{pot} \times dias\ laborables \times horas$$

$$Pérdidas\ de\ energía = 0,0366\ kW \times 22 \times 6$$

$$Pérdidas\ de\ energía = 4,83\ kWh\ mensual$$

Tabla 19. Resultados de pérdidas de potencia en cada máquina con los cambios propuestos

DESDE	HASTA	Voltaje [kV]	Potencia	Unid ad	P.F. [%]	EFF. [%]	kW	kVA	DISTANCIA [ft]	Work Tem p. [°C]	I nom. [A]	I nom. Diseño [A]	Rac [Ω/kft]	XL [Ω/kft]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	CALIBRE	P de potencia (Kw)	P de Energía (KWh) mensual	SECCION m.m2	HORAS DE TRABAJO	DÍAS LABORALES		
CUARTO DE MAQUINAS	COMPRESOR	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	52,48	75	35,25	44,07	0,49	0,05	1,42	0,65%	6	0,009	0,81	13,3	4	22		
	CALDERO	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	59,04	75	9,40	11,75	2,00	0,05	1,66	0,76%	12	0,011	0,98	3,3	4	22		
	DIESEL	0,22	3,00	HP	85%	98%	2,28	2,69	72,16	75	7,05	8,81	2,00	0,05	1,52	0,69%	12	0,010	0,90	3,3	4	22		
	BOMBA DE AGUA	0,22	6,00	HP	85%	98%	4,57	5,37	34,44	75	14,10	17,63	1,20	0,05	0,88	0,40%	10	0,005	0,41	5,26	4	22		
LAVADORA DE BOTELLAS	BOMBA 1	0,22	10,00	HP	85%	98%	7,61	8,96	82,00	75	23,50	29,38	0,78	0,05	2,30	1,05%	8	0,015	1,34	8,37	4	22		
	BOMBA 2	0,22	10,00	HP	85%	98%	7,61	8,96	88,56	75	23,50	29,38	0,78	0,05	2,49	1,13%	8	0,016	1,45	8,37	4	22		
	MAQ. RIEL	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	78,72	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,11	0,50%	12	0,007	0,65	3,3	4	22		
	MAQ.2	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	98,40	75	11,75	14,69	2,00	0,05	3,46	1,57%	12	0,023	2,04	3,3	4	22		
BIDONERA	MAQ. BIDONERA 1	0,22	10,70	HP	85%	98%	8,15	9,58	114,80	75	25,15	31,43	0,78	0,05	3,45	1,57%	8	0,023	2,01	8,37	4	22		
	MAQ. BIDONERA 2	0,22	10,70	HP	85%	98%	8,15	9,58	121,36	75	25,15	31,43	0,78	0,05	3,65	1,66%	8	0,024	2,13	8,37	4	22		
	MAQ. RIEL 1	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	124,64	75	11,75	14,69	2,00	0,05	4,38	1,99%	12	0,029	2,59	3,3	4	22		
	MAQ. RIEL 2	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	91,84	75	11,75	14,69	2,00	0,05	3,23	1,47%	12	0,022	1,91	3,3	4	22		
TANQUES	TANQ. TRATAMIENTO 1	0,22	8,00	HP	85%	98%	6,09	7,16	147,60	75	18,80	23,50	1,20	0,05	5,03	2,29%	10	0,035	3,08	5,26	4	22		
	TANQ. TRATAMIENTO 2	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	157,44	75	9,40	11,75	2,00	0,05	4,43	2,01%	12	0,030	2,61	3,3	4	22		
ALCOA	BAN.TRANSFOR 1	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	91,84	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,29	0,59%	12	0,009	0,76	3,3	4	22		
	BAN.TRANSFOR 2	0,22	2,00	HP	85%	98%	1,52	1,79	93,48	75	4,70	5,88	2,00	0,05	1,32	0,60%	12	0,009	0,78	3,3	4	22		
	EMPACADORA	0,22	12,00	HP	85%	98%	9,13	10,75	98,40	75	28,20	35,25	0,78	0,05	3,32	1,51%	8	0,022	1,93	8,37	4	22		
	BAN. TRANSFOR 3	0,22	4,00	HP	85%	98%	3,04	3,58	101,68	75	9,40	11,75	2,00	0,05	2,86	1,30%	12	0,019	1,69	3,3	4	22		
	CODIFICADOR	0,22	7,50	HP	85%	98%	5,71	6,72	121,36	75	17,63	22,03	1,20	0,05	3,88	1,76%	10	0,027	2,37	5,26	4	22		
FUENTES	BOMBA FUENTE 1	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	131,20	75	35,25	44,07	0,78	0,05	5,53	2,51%	8	0,037	4,83	8,37	6	22		
	BOMBA FUENTE 2	0,22	15,00	HP	85%	98%	11,42	13,43	147,60	75	35,25	44,07	0,78	0,05	6,22	2,83%	8	0,041	5,44	8,37	6	22		
TALLER MECÁNICO	SOLDADORA	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	114,80	75	11,75	14,69	2,00	0,05	4,04	1,84%	12	0,027	2,38	3,3	4	22		
	MAQ. TALLER 6	0,22	5,00	HP	85%	98%	3,81	4,48	121,36	75	11,75	14,69	2,00	0,05	4,27	1,94%	12	0,029	1,26	3,3	2	22		
ILUMINACIÓN	PRODUCCIÓN	0,22	2,25	KW	95%	98%	2,25	2,42	116,44	75	6,34	7,93	2,00	0,05	2,45	1,11%	12	0,012	1,09	3,3	4	22		
	BIDONERA	0,22	0,15	KW	95%	98%	0,15	0,16	98,40	75	0,42	0,53	2,00	0,05	0,14	0,06%	12	0,001	0,08	3,3	5	22		
	BODEGA	0,22	1,92	KW	95%	98%	1,92	2,06	114,80	75	5,41	6,77	2,00	0,05	2,06	0,94%	12	0,010	1,14	3,3	5	22		
	OFICINAS	0,22	5,83	KW	95%	98%	5,83	6,26	49,20	75	16,43	20,54	1,20	0,05	1,62	0,74%	10	0,008	1,49	5,26	8	22		
																			0,51	48,15				

Realizada por: Los Postulantes

Propuesta para mejorar el sistema eléctrico de la empresa de Agua Mineral San Felipe, mediante la simulación en el software ETAP 12.6

La propuesta involucra directamente al cambio de conductor en los puntos que no cumplen con los índices de caída de voltaje, además algunos conductores están trabajando en condiciones de sobrecarga provocando así el deterioro de su vida útil, otro factor que interviene es la antigüedad de las instalaciones, motivos por los cuales se debe reestructurar su sistema eléctrico en su totalidad, para disminuir las caídas de voltaje. Mediante la simulación con los cambios propuestos obtendremos un mejor sistema con una adecuada reducción de pérdidas etc. Las distancias propuestas se deben a la nueva ubicación del centro de control de motores ubicado más cerca de las cargas para reducir el índice de caída de voltaje y sobrecarga de conductores con los nuevos cambios propuestos. Los resultados obtenidos que se detallan a continuación son valores de cálculo y de la nueva simulación realizada mediante los cambios propuestos para mejorar el sistema.

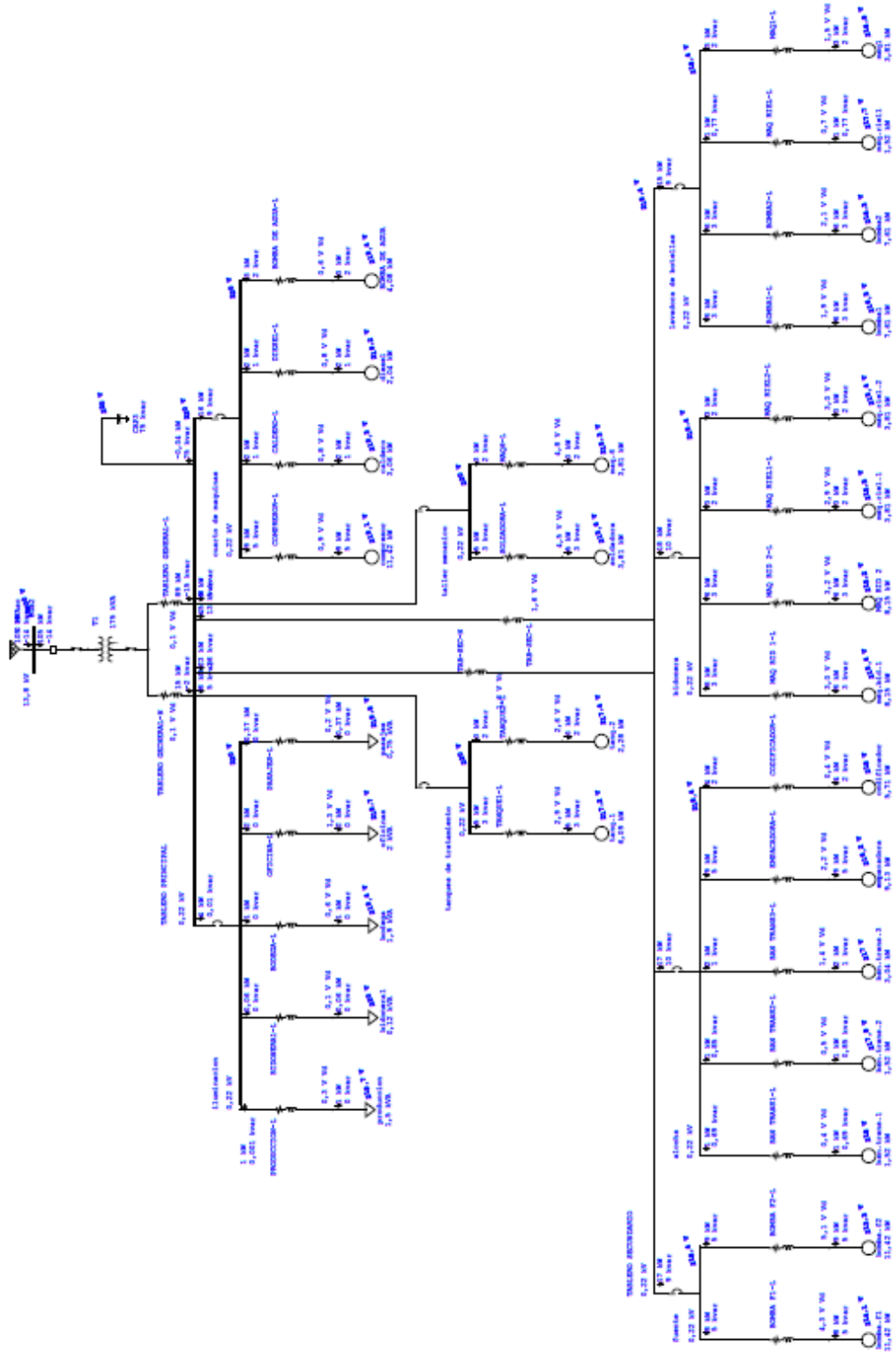
Comparación de resultados entre ETAP. 12.6 y cálculos realizados

Tabla 20. Comparación de resultados con las propuestas de mejora

	AREA DE PROCESOS	Rated V	Cálculos ETAP 12.6				Cálculos REALIZADOS			
			% Loading	V termal	ΔV_{ff} v	ΔV_{ff} [%]	ΔV_{ff} v	ΔV_{ff} [%]	V termal	
1	CUARTO DE MAQUINAS KW	COMPRESOR	220	70,3	219,1	0,681	0,31	0,711	0,323%	219,1
		CALDERO	220	70,3	219,2	0,615	0,28	0,559	0,254%	219,2
		DIESEL	220	65,3	218,9	0,879	0,4	0,968	0,440%	218,8
		BOMBA DE AGUA	220	60,2	219,2	0,659	0,3	0,692	0,314%	219,1
2	LAVADORA DE BOTELLAS KW	BOMBA 1	220	76,3	216,3	1,451	0,66	1,474	0,670%	216,5
		BOMBA 2	220	76,3	216,1	1,649	0,75	1,659	0,754%	216,3
		MAQ. RIEL	220	55,6	217,4	0,352	0,16	0,363	0,165%	217,6
		MAQ. 1	220	60,9	216,8	0,989	0,45	1,048	0,476%	217,0
3	BIDONERA KW	MAQ. BID 1	220	69,4	215,4	2,352	1,07	2,465	1,120%	215,5
		MAQ. BID 2	220	71,6	215,2	2,638	1,2	2,662	1,210%	215,3
		MAQ. RIEL 1	220	61,1	215,9	1,868	0,85	1,956	0,889%	216,0
		MAQ. RIEL 2	220	61,1	215,9	1,868	0,85	1,956	0,889%	216,0
4	TANQUES DE TRATAMIENTO KW	TAQ. 1	220	71,1	216,5	3,341	0,5	3,317	1,508%	216,5
		TAQ. 2	220	65,4	218,5	1,319	0,6	1,327	0,603%	218,5
5	ALCOA KW	BAN. TRANSP 1	220	80,9	217,6	0,220	0,1	0,221	0,101%	217,8
		BAN. TRANSP 2	220	80,9	217,5	0,286	0,13	0,276	0,126%	217,7
		BAN. TRANSP 3	220	81	217,2	0,571	0,26	0,663	0,302%	217,3
		EMPACADORA	220	71,4	215,6	2,176	0,99	2,211	1,005%	215,8
		CODIFICADOR	220	86,1	217,3	0,506	0,23	0,553	0,251%	217,4
6	FUENTE KW	BOMBA F1	220	71,5	212,3	5,495	2,5	5,528	2,513%	212,5
		BOMBA F2	220	71,7	211,6	6,198	2,82	6,219	2,827%	211,8
7	TALLER MECÁNICO KW	SOLDADORA	220	75,8	217,8	2,044	0,93	2,165	0,984%	217,6
		MAQ 6	220	75,9	217,5	2,308	1,05	2,303	1,047%	217,5
8	ILUMINACIÓN KW	PRODUCCION	220	99,8	219,6	0,264	0,12	0,274	0,124%	219,5
		BIDONERA	220	99,9	219,8	0,022	0,01	0,061	0,028%	219,7
		BODEGA	220	74,8	219,3	0,550	0,25	0,526	0,239%	219,3
		OFICINAS	220	69,6	218,9	0,967	0,44	0,912	0,415%	218,9
		PASAJES	220	99,9	219,7	0,132	0,06	0,205	0,093%	219,6

Realizado por: Los Postulantes

SIMULACIÓN CON LOS NUEVOS PARAMETROS DEL SISTEMA ELÉCTRICO



12.- IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.

Impactos técnicos

Nuestro proyecto de investigación realizado en la empresa de agua mineral san Felipe nos permitió evaluar su red eléctrica interna actual, en la cual fue necesaria realizar un estudio de carga y demanda trabajando de esta manera con valores reales que maneja la empresa, iniciando principalmente con las potencias, voltajes, factores de potencia con las que opera las máquinas de la empresa, para de esta manera verificar problemas presentes de su red eléctrica y determinar cuáles son los puntos para mejorar la confiabilidad de su sistema eléctrico.

Fue necesaria la evaluación técnica, ya que se plantea alternativas para mejorar y reforzar las instalaciones de la empresa, para que esta pueda realizar su producción sin ningún tipo de contratiempos.

Impactos económicos

El principal objetivo de este proyecto de investigación es mejorar la confiabilidad de su sistema eléctrico ya que en las evaluaciones actuales existen puntos que necesariamente deben ser cambiados, aumentando el calibre de conductores y un nuevo tablero de distribución, las cuales ayudaran a mejorar el sistema eléctrico de la empresa. Son gastos necesarios para un buen desarrollo de actividades de la empresa y sobre todo salvaguardando la integridad del personal que opera directamente con las máquinas, reflejado directamente con el buen funcionamiento de la empresa, evitando de esta manera mantenimientos prolongados, fallas de los equipos, suspensión de servicio, penalizaciones etc.

Impacto ambiental

Con una mejora en las instalaciones eléctricas internas, circuitos de las maquinas e iluminación mejorara considerablemente la estética del área de trabajo presentando un mejor confort y ergonomía para el personal trabaja diariamente en el lugar.

13.- PRESUPUESTO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

Una restructuración del sistema eléctrico requiere de una gran inversión inicial para su ejecución, dicha inversión es recuperable en el tiempo, pero esta a su vez garantiza una mejor eficiencia de sus instalaciones, los costos para un nuevo sistema eléctrico serán detallados todos los materiales que serán necesarios para esta restructuración.

Tabla 21. Materiales del tablero principal de distribución

TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN						
N.	C/U	MATERIAL	CANT.	UND	P.UNIT	P. TOTAL
1	C/U	BREAKER CAJA MOLDEADA SCHNEIDER 3P-200 A	1	UND	154,24	154,24
2	C/U	BREAKER CAJA MOLDEADA SCHNEIDER 3P-50 A	2	UND	57,23	114,46
3	C/U	BREAKER CAJA MOLDEADA SCHNEIDER 3P-60 A	2	UND	57,23	114,46
4	C/U	BREAKER CAJA MOLDEADA SCHNEIDER 3P-40 A	1	UND	57,23	57,23
5	C/U	BREAKER CAJA MOLDEADA SCHNEIDER 3P-20 A	2	UND	54	108
6	C/U	BREAKER CAJA MOLDEADA SCHNEIDER 3P-15 A	1	UND	54	54
7	C/U	BARRA DE COBRE 245 AMP 1/8X 3/4"	4	UND	5,08	20,32
8	C/U	GABINETE METALICO DOBLE FONDO 1200cm X 800 cm X 400 cm	1	UND	422,5	422,5
9	C/U	AISLADORES DE BARRA 35 X 32 MM	10	UND	0,8	8
10	C/U	CABLE THHN #8 CABLEC	100	MTS	0,95	95
11	C/U	TERMINAL TALON 2/0 AWG	60	UND	0,9	54
1	C/U	CABLE THHN #2/0 19 HILOS	200	MTS	7,85	1570
12	C/U	CABLE CON CENTRICO 4X8 AWG INCABLE	80	MTS	4,7	376
					TOTAL	3148,21

Realizado por: Los Postulantes

Valoración técnico-económica.

Este tipo de análisis debe considerar los puntos claves de un estudio técnico el costo y beneficio, relacionados directamente con este tipo de proyectos los cuales darán inicio a la ejecución del proyecto o se lo considerara no conveniente.

La inversión total para la restructuración del sistema eléctrico de la planta embotelladora de Agua Mineral San Felipe es de \$ 3148,21 valor que fue obtenido por proformas en los principales distribuidores de material eléctrico, además del valor en \$/kWh que para este caso es de 0.093\$/ kWh.

El siguiente análisis técnico económico se basa en los siguientes métodos para evaluación de proyectos:

VAN: el valor actual neto, se basa en determinar la equivalencia en el tiempo de los flujos de efectivo que genera un proyecto y comprarlos con la inversión inicial, su cálculo se basa en la tasa de descuento que lleva el Banco central del Ecuador, la cual es de 7.86%.

Para determinar este valor debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si VAN (< 0) se rechaza el proyecto.
- Si VAN ($= 0$) proyecto indiferente.
- Si VAN (> 0) se acepta el proyecto.

TIR: la tasa interna de retorno o rentabilidad, es un indicador financiero que mide el rendimiento de los fondos que se pretende invertir en un proyecto.

Para la determinación de este valor se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si TIR ($< \text{TMAR}$) se rechaza el proyecto.
- Si TIR ($= \text{TMAR}$) proyecto indiferente.
- Si TIR ($> \text{TMAR}$) se acepta el proyecto.

TMAR: tasa mínima atractiva de rendimiento.

- $\text{TMAR} = \% \text{ pasivo} + \% \text{ inflación} + \% \text{ premio al riesgo}$
- $\text{TMAR} = 5.06\% + (-0.19\%) + 15\%$
- $\text{TMAR} = 19.87\%$

Tomando en consideración la curva de demanda diaria de la empresa, podemos observar que las horas de producción se encuentran en el periodo (valle), es por esta razón que el cargo tarifario de consumo de energía será de 0.093(\$/kWh), adicionalmente el proyecto tendrá una vida útil de 10 años, la inversión inicial es de (3148,21 \$) y se tiene un ahorro de energía anual de 8778,24 kWh. Con estos datos iniciales se evalúa el proyecto de donde se obtuvo los resultados mostrados a continuación.

Tabla 22. Análisis de resultados de VAN y TIR

Año	Precio de la energía (\$)	Ahorro de energía	Beneficio anual bruto	Flujo de caja	VAN	Saldo
n	0,093	kWh/año	Ingreso por ahorro de energía \$	\$	7,86%	
1	0,093	8778,24	816,38	816,38	756,89	-2391,32
2	0,093	8778,24	816,38	816,38	701,73	-1689,60
3	0,093	8778,24	816,38	816,38	650,59	-1039,00
4	0,093	8778,24	816,38	816,38	603,18	-435,82
5	0,093	8778,24	816,38	816,38	559,23	123,41
6	0,093	8778,24	816,38	816,38	518,48	641,88
7	0,093	8778,24	816,38	816,38	480,69	1122,57

8	0,093	8778,24	816,38	816,38	445,66	1568,24
9	0,093	8778,24	816,38	816,38	413,19	1981,43
10	0,093	8778,24	816,38	816,38	383,08	2364,50

Suma (\$)	5512,79
Inversión (\$)	3148,21
VAN	2364,50
TIR	23%

Realizado por: Los Postulantes

En la **tabla 22** se puede observar que la inversión inicial de 3148,21\$ realizada en la restructuración del sistema eléctrico de la empresa se recupera en un tiempo de 5 años, y de los cálculos se obtiene un valor actual neto (VAN) de 2364,50\$ y una tasa interna de retorno (TIR) de 23%. De esta manera queda demostrada la factibilidad de invertir en este proyecto.

14.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Mediante el censo de carga realizado se pudo determinar que el transformador utiliza un 47,18% de su potencia nominal, con un factor de potencia de 0,94 operando dentro de los límites establecidos.

Los resultados obtenidos revelan los puntos más vulnerables de la instalación, en este caso la sobrecarga de conductores presentes en las fuentes y tanques de tratamiento, lo cual causa una disminución de la vida útil de los equipos y ponen en riesgo la continuidad de servicio.

Los cálculos de caídas de voltaje realizados están justificados con los resultados de la simulación, de esta manera tenemos datos reales del comportamiento del sistema los cuales establecen que el área de las fuentes presenta un 5,17% y 6,2% en sus dos máquinas respectivamente.

Una vez analizados los datos podemos establecer que el factor de utilización actual es de 47,18%, con lo cual podemos afirmar que el transformador se encuentra subcargado y es capaz de asimilar una mayor demanda en el sistema.

Las variaciones de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos de $\pm 8\%$ siendo un máximo de 237 V y un mínimo de 203,7 V.

La máxima demanda se registró entre las 16:00 y 17:00 horas con un valor de 74 kW aproximadamente debido al tipo de producción que se realiza en la empresa, datos que fueron registrados por el analizador.

Con el registro del analizador de carga se pudo evidenciar que el factor de potencia se encuentra dentro de los límites permitidos por la empresa reguladora, la cual permite un mínimo de 0,92 ya que el banco de capacitores opera paralelamente con la carga para evitar penalizaciones.

Mediante la curva de demanda se pudo evidenciar que el sistema se encuentra en buenas condiciones a demanda máxima ya que los voltajes se encuentran en los límites permisibles.

La curva de demanda presenta aumentos y decaimientos debido al proceso periódico de producción, y esto es corroborado por el factor de carga que presenta la empresa que es

igual a (0.71), este valor parte de la demanda que utilizan las máquinas de acuerdo a la producción.

Las cargas futuras que se incorporaran en la empresa operaran con un nivel de voltaje de 440 V, lo cual provocara una disminución de factor de potencia en el sistema motivos por los cuales se debe implementar un banco de capacitor para evitar penalizaciones.

En base a los cambios que se tomaron en consideración para la mejora del sistema eléctrico de la empresa, la inversión inicial es de \$3148,21 dólares los cuales tendrán un tiempo estimado de recuperación de 5 años y una vida útil de 10 años, en base a esto y tomando en consideración la TIR de 23% el proyecto es aceptable, ya que servirá para garantizar una nueva red interna reforzada y segura si la empresa así lo decide.

Recomendaciones:

El analizador de carga nos permite realizar un estudio detallado del comportamiento del sistema eléctrico en tiempo real.

Cuando exista una variación superior al $\pm 8\%$ en relación al voltaje secundario del transformador, lo recomendable es realizar cambios de posición del TAP del transformador para volver a los rangos mínimos requeridos del sistema.

La sobrecarga en los conductores produce el efecto joule que se ven reflejadas como pérdidas de energía no consumida, además deterioran su vida útil y eficiencia para lo cual es necesario realizar aumento de calibre de conductor donde se presenten estos inconvenientes.

Es necesario realizar mantenimientos preventivos y correctivos de las máquinas de la empresa para evitar posibles fallas en la operación del sistema.

La modelación en el software ETAP refleja el comportamiento más preciso del sistema eléctrico, ya que mediante los flujos de potencia podemos detallar de manera más adecuada cuales son los puntos más críticos que se presentan.

Los cambios que se realicen para mejorar el sistema se verán reflejados también en ahorros económicos para la empresa ya que se tendrá una mejor y eficiente operación de los equipos.

En vista de que se realizó el cambio de ciertos conductores y tableros de control en la **tabla 21**, se detalla los costos que esto conlleva, quedando a disposición de la empresa la decisión de implementar o no los cambios planteados.

15.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] ARCONEL, Distribución de Energía, Estadísticas del sector eléctrico ecuatoriano, año 2010.
- [2] CENTELSA, «Cables de Energía y Telecomunicaciones S.A.» Viakable, 2017.
- [3] Coordinación Nacional de Regulación del Sector Eléctrico, "Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas", Agencia de Regulación y Control de Electricidad, Quito Ecuador, Plieg, 2017.
- [4] Directorio del ARCONEL, "Regulación 004/01 Calidad del servicio eléctrico de distribución", Agencia de Regulación y Control de Electricidad, Quito Ecuador, Reg, 004/01, 2001.
- [5] E. E. Staff del M.I.T., *Circuitos magnéticos y transformadores*, Reverte S. Barcelona, 2003, pp. 121–149
- [6] F. Dardo, "Instalaciones Eléctricas I", Vol 1, Universidad Mayor de San Simón, Ciencias y Tecnología, BOLIVIA 2002.
- [7] G. Chino, "La curva de la demanda" 2014.
- [8] G.E. Harper, *"El ABC de las instalaciones eléctricas industriales"*, Vol 2, Mexico, Limusa Noriega Editores, 2005.
- [9] H. C. di Tofino. "La demanda eléctrica", Pronóstico de la demanda de Potencia eléctrica, Cidel Argentina 2016.
- [10] I. C. Ventura, *"Instalaciones Eléctricas Industriales"*, Vol 2, Veracruz, Indefinido, 2007.
- [11] IEEE, "recomendaciones prácticas y requerimientos de la IEEE para el control de armónicos en sistemas eléctricos de potencia", Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Nueva York EEUU, Norma IEEE 519, 1992 .
- [12] Improvement Group, "Guía completa sobre instalaciones eléctricas", Edición conforme a las normas NEC 2008-2011
- [13] J. DIAZ, " INSTALACIONES ELÉCTRICAS ", Manufactura eléctrica, Sevilla, Andalucía 2008.
- [14] J. GARCIA TRASANCOS, " Instalaciones eléctricas en media y baja tensión" 7.ª, ediciones Paraninfo.SA 2016, Madrid ESPAÑA 2016

- [15] M. ETAP, "Software de análisis y operación de energía eléctrica" , Operation Technology, Inc 2018.
- [16] N. A. Lemozy, "Fundamentos de Maquinas Electricas" Apuntes de catedra 2007.
- [17] S. R. Castaño, «Redes de distribución de energía,» 3ra edición, Mexico Mc Graw Hill.
- [18] Schneider Electric. S.A "Guía de diseño de instalaciones eléctricas", Segunda Edición, Barcelona ESPAÑA 2008

ANEXOS

16.- ANEXOS:

Anexo 1:

Tabla 1	Valores de coseno y seno para valores de Factor de potencia	Hoja 1																
<table border="1"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f4a460;">FP = Cos θ</th> <th style="background-color: #f4a460;">Sen θ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>0.95</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>0.90</td><td>0.44</td></tr> <tr><td>0.85</td><td>0.53</td></tr> <tr><td>0.80</td><td>0.60</td></tr> <tr><td>0.75</td><td>0.66</td></tr> <tr><td>0.70</td><td>0.71</td></tr> </tbody> </table>			FP = Cos θ	Sen θ	1.00	0.00	0.95	0.31	0.90	0.44	0.85	0.53	0.80	0.60	0.75	0.66	0.70	0.71
FP = Cos θ	Sen θ																	
1.00	0.00																	
0.95	0.31																	
0.90	0.44																	
0.85	0.53																	
0.80	0.60																	
0.75	0.66																	
0.70	0.71																	

Fuente: CENTELSA Cables de energía y telecomunicaciones

Anexo 2:

Tabla 2	Valores de coseno y seno para valores de Factor de potencia	Hoja 1																																																																																															
<p>Resistencia eléctrica c.a. y reactancia inductiva para Cables de Cobre, instalación trifásica para 600V a 60Hz y 75°C. Tres conductores sencillos en tubo conduit</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Calibre AWG / kcmil</th> <th colspan="3">Resistencia a corriente alterna R (ohm/km)</th> <th colspan="2">Reactancia Inductiva X_L (ohm/km)</th> </tr> <tr> <th>Conduit de PVC</th> <th>Conduit de Aluminio</th> <th>Conduit de Acero</th> <th>Conduit de PVC o Aluminio</th> <th>Conduit de Acero</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>14</td><td>10.17</td><td>10.17</td><td>10.17</td><td>0.190</td><td>0.240</td></tr> <tr><td>12</td><td>6.56</td><td>6.56</td><td>6.56</td><td>0.177</td><td>0.223</td></tr> <tr><td>10</td><td>3.94</td><td>3.94</td><td>3.94</td><td>0.164</td><td>0.207</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.56</td><td>2.56</td><td>2.56</td><td>0.171</td><td>0.213</td></tr> <tr><td>6</td><td>1.61</td><td>1.61</td><td>1.61</td><td>0.167</td><td>0.210</td></tr> <tr><td>4</td><td>1.02</td><td>1.02</td><td>1.02</td><td>0.157</td><td>0.197</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.623</td><td>0.656</td><td>0.656</td><td>0.148</td><td>0.187</td></tr> <tr><td>1/0</td><td>0.394</td><td>0.427</td><td>0.394</td><td>0.144</td><td>0.180</td></tr> <tr><td>2/0</td><td>0.328</td><td>0.328</td><td>0.328</td><td>0.141</td><td>0.177</td></tr> <tr><td>3/0</td><td>0.253</td><td>0.269</td><td>0.259</td><td>0.138</td><td>0.171</td></tr> <tr><td>4/0</td><td>0.203</td><td>0.219</td><td>0.207</td><td>0.135</td><td>0.167</td></tr> <tr><td>250</td><td>0.171</td><td>0.187</td><td>0.177</td><td>0.135</td><td>0.171</td></tr> <tr><td>350</td><td>0.125</td><td>0.141</td><td>0.128</td><td>0.131</td><td>0.164</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.089</td><td>0.105</td><td>0.095</td><td>0.128</td><td>0.157</td></tr> </tbody> </table>			Calibre AWG / kcmil	Resistencia a corriente alterna R (ohm/km)			Reactancia Inductiva X_L (ohm/km)		Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de Acero	14	10.17	10.17	10.17	0.190	0.240	12	6.56	6.56	6.56	0.177	0.223	10	3.94	3.94	3.94	0.164	0.207	8	2.56	2.56	2.56	0.171	0.213	6	1.61	1.61	1.61	0.167	0.210	4	1.02	1.02	1.02	0.157	0.197	2	0.623	0.656	0.656	0.148	0.187	1/0	0.394	0.427	0.394	0.144	0.180	2/0	0.328	0.328	0.328	0.141	0.177	3/0	0.253	0.269	0.259	0.138	0.171	4/0	0.203	0.219	0.207	0.135	0.167	250	0.171	0.187	0.177	0.135	0.171	350	0.125	0.141	0.128	0.131	0.164	500	0.089	0.105	0.095	0.128	0.157
Calibre AWG / kcmil	Resistencia a corriente alterna R (ohm/km)			Reactancia Inductiva X_L (ohm/km)																																																																																													
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de Acero																																																																																												
14	10.17	10.17	10.17	0.190	0.240																																																																																												
12	6.56	6.56	6.56	0.177	0.223																																																																																												
10	3.94	3.94	3.94	0.164	0.207																																																																																												
8	2.56	2.56	2.56	0.171	0.213																																																																																												
6	1.61	1.61	1.61	0.167	0.210																																																																																												
4	1.02	1.02	1.02	0.157	0.197																																																																																												
2	0.623	0.656	0.656	0.148	0.187																																																																																												
1/0	0.394	0.427	0.394	0.144	0.180																																																																																												
2/0	0.328	0.328	0.328	0.141	0.177																																																																																												
3/0	0.253	0.269	0.259	0.138	0.171																																																																																												
4/0	0.203	0.219	0.207	0.135	0.167																																																																																												
250	0.171	0.187	0.177	0.135	0.171																																																																																												
350	0.125	0.141	0.128	0.131	0.164																																																																																												
500	0.089	0.105	0.095	0.128	0.157																																																																																												

Fuente: CENTELSA Cables de energía y telecomunicaciones

Anexo 3:

Tabla 3		Motores eléctricos de eficiencia estándar										Hoja 2						
MOTORES TRIFASICOS DE EFICIENCIA ESTANDAR																		
																		
CARACTERISTICAS TIPICAS																		
Potencia	Carozza IEC	RPM	Corriente nominal en 230V A	Corriente conector bloqueado I/In	Momento nominal Cn Nm	Momento conector bloqueado Ca / Cn	Momento máximo Cmax Cn	Rendimiento η %			Factor de potencia Cos ϕ			Factor de servicio FS	Momento de inercia J kgm ²	Tiempo inercia conector bloqueado en el aire t _{in} (s)	Peso aprox. (kg)	
								% de la potencia nominal										
HP	KW							50	75	100	50	75	100					
3600 RPM - 60 Hz																		
0,16	0,12	63	340	0,77	5,30	0,34	4,0	4,0	45,0	53,0	58,1	0,53	0,63	0,70	1,15	0,00010	21/46	7
0,25	0,18	63	3380	1,02	4,70	0,51	3,0	3,4	52,0	58,0	61,9	0,60	0,68	0,75	1,15	0,00012	16/35	7
0,33	0,25	63	3390	1,34	5,00	0,70	3,2	3,0	54,2	59,0	62,9	0,62	0,72	0,78	1,15	0,00014	12/26	7
0,5	0,37	63	3380	1,71	5,50	1,05	3,2	3,2	55,2	65,5	68,4	0,60	0,73	0,83	1,15	0,00019	9/20	8
0,75	0,55	71	3400	2,39	6,20	1,55	2,9	3,1	63,2	68,5	71,0	0,64	0,77	0,85	1,15	0,00037	8/18	10
1	0,75	71	3425	3,01	7,20	2,09	3,5	3,6	70,0	74,0	77,0	0,68	0,78	0,85	1,15	0,00052	8/18	11
1,5	1,1	80	3370	4,28	7,50	3,12	3,0	3,0	76,5	78,0	78,5	0,70	0,80	0,86	1,15	0,00079	8/18	14
2	1,5	80	3380	5,46	7,50	4,24	3,0	2,8	77,0	79,0	81,0	0,73	0,82	0,89	1,15	0,00096	7/15	16
3	2,2	90S	3465	8,43	7,80	6,07	3,0	3,0	78,5	80,0	81,5	0,66	0,77	0,84	1,15	0,00205	5/11	20
4	3	90L	3490	11,0	7,90	8,31	3,0	3,4	81,5	82,5	83,0	0,70	0,80	0,86	1,15	0,00266	4/9	23
5	3,7	100L	3485	12,9	8,00	10,1	2,6	2,8	81,0	84,8	85,6	0,75	0,83	0,88	1,15	0,00672	6/13	32
6	4,5	112M	3465	15,8	7,50	12,4	2,2	2,9	82,8	84,2	85,0	0,77	0,85	0,88	1,15	0,00727	8/18	38
7,5	5,5	112M	3300	19,1	8,00	15,0	2,6	3,4	84,0	86,2	86,7	0,72	0,80	0,87	1,15	0,00842	8/18	41
10	7,5	132S	3510	25,5	7,00	20,4	2,2	2,8	84,0	86,5	87,6	0,77	0,85	0,88	1,15	0,02243	12/26	64
12,5	9,2	132M	3510	31,4	7,80	25,0	2,2	2,8	85,8	87,2	87,5	0,77	0,84	0,88	1,15	0,02430	10/22	67
15	11	132M	3320	36,9	8,50	29,9	2,6	3,3	85,0	87,5	87,8	0,77	0,85	0,89	1,15	0,02804	5/11	72
20	15	160M	3540	50,3	7,80	40,5	2,3	3,0	86,4	88,6	89,0	0,75	0,84	0,88	1,15	0,04706	9/20	104
25	18,5	160M	3525	61,6	8,00	50,1	2,4	2,8	88,0	89,5	89,5	0,78	0,85	0,88	1,15	0,05295	7/15	111
30	22	160L	3630	72,1	8,50	59,5	2,5	3,0	90,2	91,0	91,0	0,78	0,85	0,88	1,15	0,06471	8/18	126
40	30	200M	3555	99,0	7,20	80,6	2,9	2,9	88,5	90,0	90,4	0,80	0,86	0,88	1,15	0,17042	11/24	213
50	37	200L	3660	120	7,50	99,3	3,0	2,9	90,0	91,5	92,2	0,81	0,86	0,88	1,15	0,20620	17/37	240
60	45	225 S/M	3560	143	8,00	121	2,6	3,0	88,0	90,0	91,7	0,82	0,87	0,90	1,00	0,34083	17/37	380
75	55	225 S/M	3555	174	8,00	148	2,5	2,7	89,0	91,3	92,4	0,85	0,88	0,90	1,00	0,44846	13/29	430
100	75	250 S/M	3560	233	8,20	201	3,0	3,3	90,0	92,1	93,0	0,85	0,90	0,91	1,00	0,50227	11/24	465
125	90	280 S/M	3575	289	8,50	241	2,5	3,0	89,0	91,5	93,0	0,80	0,85	0,88	1,00	1,27083	50/110	735
150	110	280 S/M	3570	344	7,80	294	2,5	2,7	89,0	92,0	93,3	0,82	0,86	0,90	1,00	1,27083	34/75	735
*175	132	315 S/M	3565	412	7,90	354	2,5	2,6	89,2	92,0	93,5	0,85	0,88	0,90	1,00	1,41204	26/57	814
*200	150	315 S/M	3575	465	8,20	401	2,7	2,8	90,0	92,5	94,1	0,84	0,87	0,90	1,00	1,64738	25/55	883
*250	185	315 S/M	3570	573	8,10	495	2,9	2,7	90,0	92,8	94,1	0,86	0,89	0,90	1,00	2,11806	30/66	1007
250	185	355 M/L	3380	567	7,50	494	1,8	2,5	90,8	92,9	94,1	0,88	0,90	0,91	1,00	3,67719	70/154	1302
270	200	355 M/L	3385	608	7,80	533	1,7	2,8	91,0	92,5	93,8	0,88	0,91	0,92	1,00	4,02193	70/154	1358
300	200	315B	3665	733	5,50	536	1,5	2,4	90,0	91,5	92,7	0,70	0,80	0,85	1,00	2,61000	30/70	1430
300	220	355 M/L	3380	642	7,20	587	1,7	2,5	91,0	92,7	93,8	0,88	0,91	0,93	1,00	4,36666	70/154	1515
350	260	315B	3570	851	7,60	696	1,7	2,4	91,0	92,5	93,2	0,75	0,83	0,86	1,00	2,65300	30/70	1450
350	260	355 M/L	3380	781	7,60	694	1,7	2,4	91,8	93,8	94,0	0,89	0,92	0,93	1,00	5,17105	60/132	1650
400	300	315B	3570	976	6,20	803	2,0	2,7	91,5	93,0	93,8	0,74	0,83	0,86	1,00	3,06700	32/75	1480
450	330	315B	3575	1060	6,60	882	1,9	2,7	92,3	93,6	93,8	0,78	0,85	0,87	1,00	3,37560	25/16	1520
500	370	315B	3525	1260	7,80	989	2,5	2,8	94,0	95,0	95,0	0,68	0,77	0,81	1,00	3,75070	58/26	1560

Fuente: catálogos de motores WEG basados en norma IEC

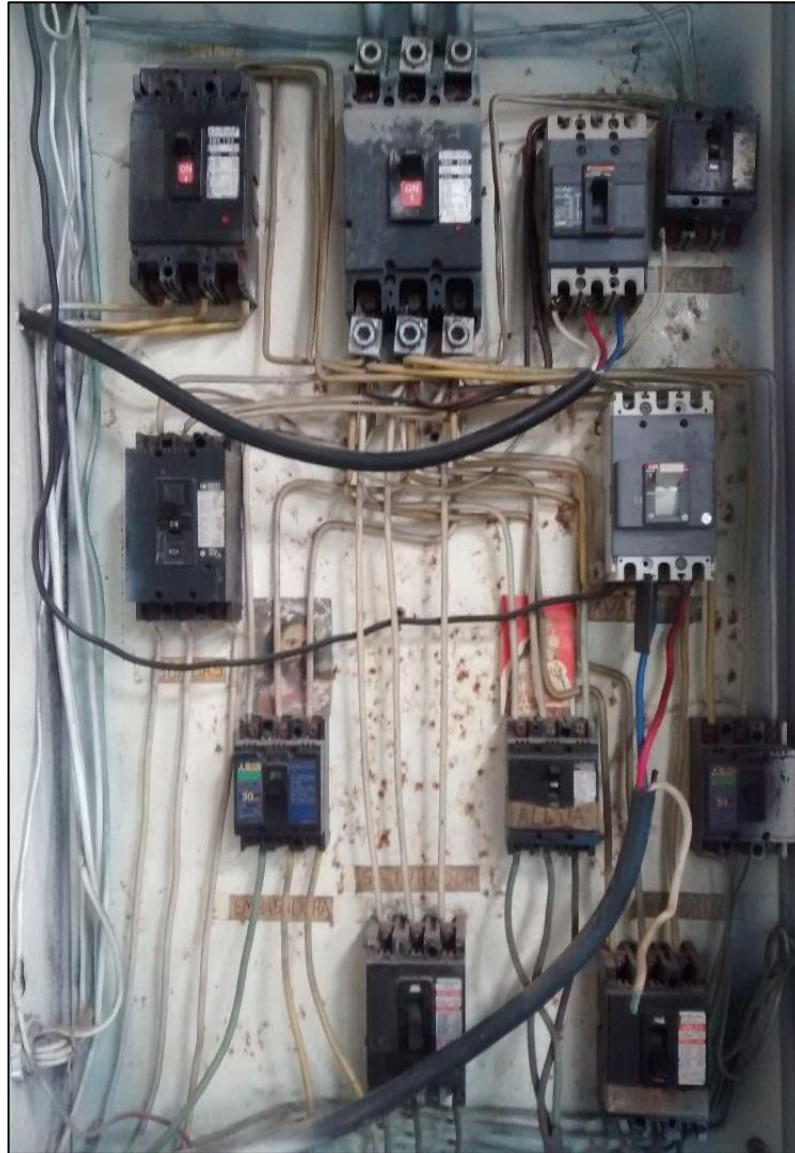
Anexo 4:

Tabla 4		Especificaciones técnicas de conductores							Hoja 3	
CALIBRE AWG ó MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPESOR AISLAMIENTO mm.	ESPESOR CHAQUETA mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	ALTERNAT. DE EMBALAJE.	
8	8,37	7 x 1,23	1,14	0,38	6,73	109,0	70	50	B,E,Z	
6	13,30	7 x 1,55	1,14	0,76	8,45	170,0	95	65	E,Z	
4	21,15	7 x 1,96	1,14	0,76	9,68	301,0	125	85	E,Z	
2	33,62	7 x 2,47	1,14	0,76	11,21	376,0	170	115	E,Z	
1	42,36	7 x 2,78	1,40	1,14	13,42	461,5	195	130	E,Z	
1/0	53,49	19 x 1,89	1,40	1,14	14,53	609,0	230	150	D,E,Z	
2/0	67,43	19 x 2,12	1,40	1,14	15,68	747,0	265	175	D,E,Z	
3/0	85,01	19 x 2,39	1,40	1,14	17,03	915,0	310	200	D,E,Z	
4/0	107,20	19 x 2,68	1,40	1,14	18,48	1132,0	360	230	D,E,Z	
250	127,00	37 x 2,09	1,65	1,65	21,23	1390,0	405	255	Z	
300	152,00	37 x 2,29	1,65	1,65	22,63	1641,0	445	285	Z	
350	177,00	37 x 2,47	1,65	1,65	23,89	1889,0	505	310	Z	
400	203,00	37 x 2,64	1,65	1,65	25,08	2137,0	545	335	Z	
500	253,00	37 x 2,95	1,65	1,65	27,25	2627,0	620	380	Z	
600	304,00	37 x 3,23	2,03	1,65	29,97	3144,0	690	420	Z	
650	329,00	37 x 3,37	2,03	1,65	30,95	3409,0	725	440	Z	
700	355,00	37 x 3,49	2,03	1,65	31,79	3593,0	755	460	Z	

Fuente: Catalogo Electrocable

Anexo 5:

Figura 1	Centro de carga antigua de la empresa de Agua Mineral San Felipe	Hoja 4
-----------------	---	---------------



Realizado por: Los Postulantes

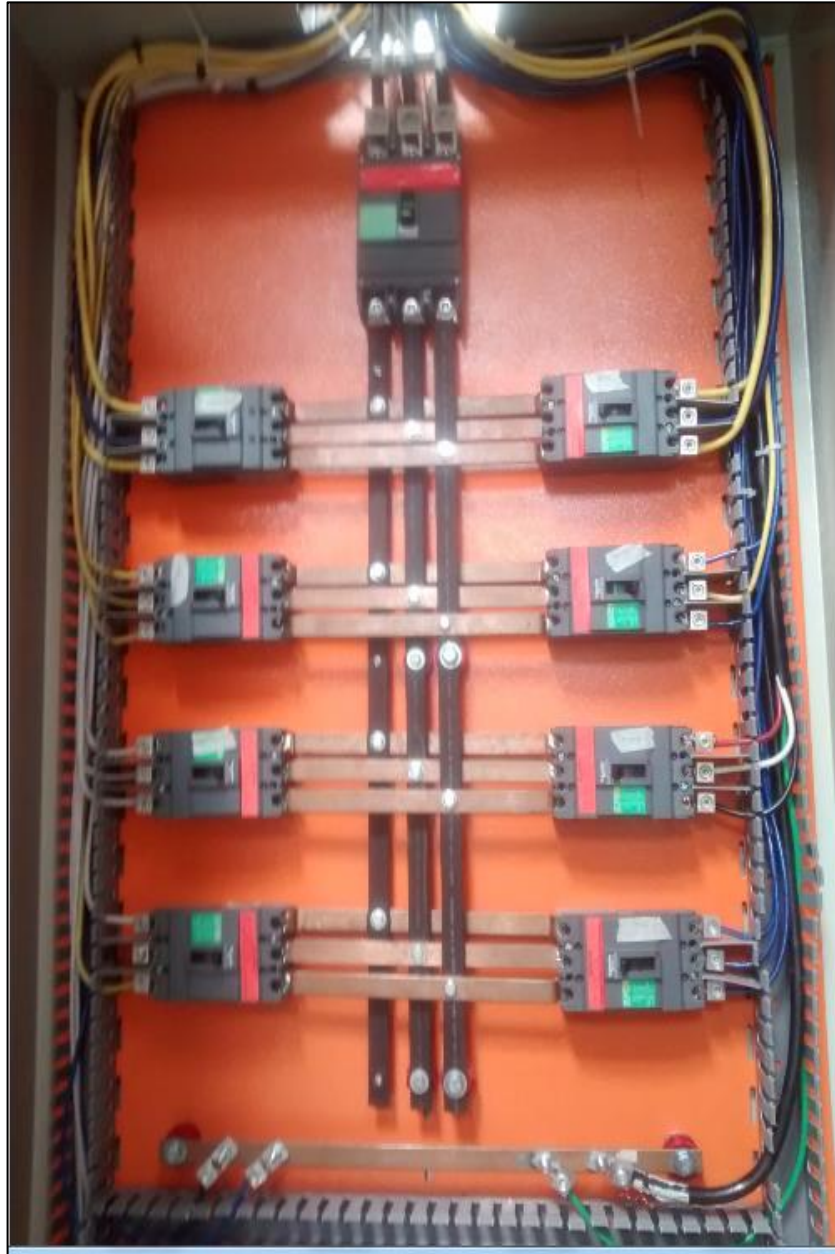
Anexo 6:

Figura 2	Nuevo Centro de carga de la empresa de Agua Mineral San Felipe	Hoja 5
		

Realizado por: Los Postulantes

Anexo 7:

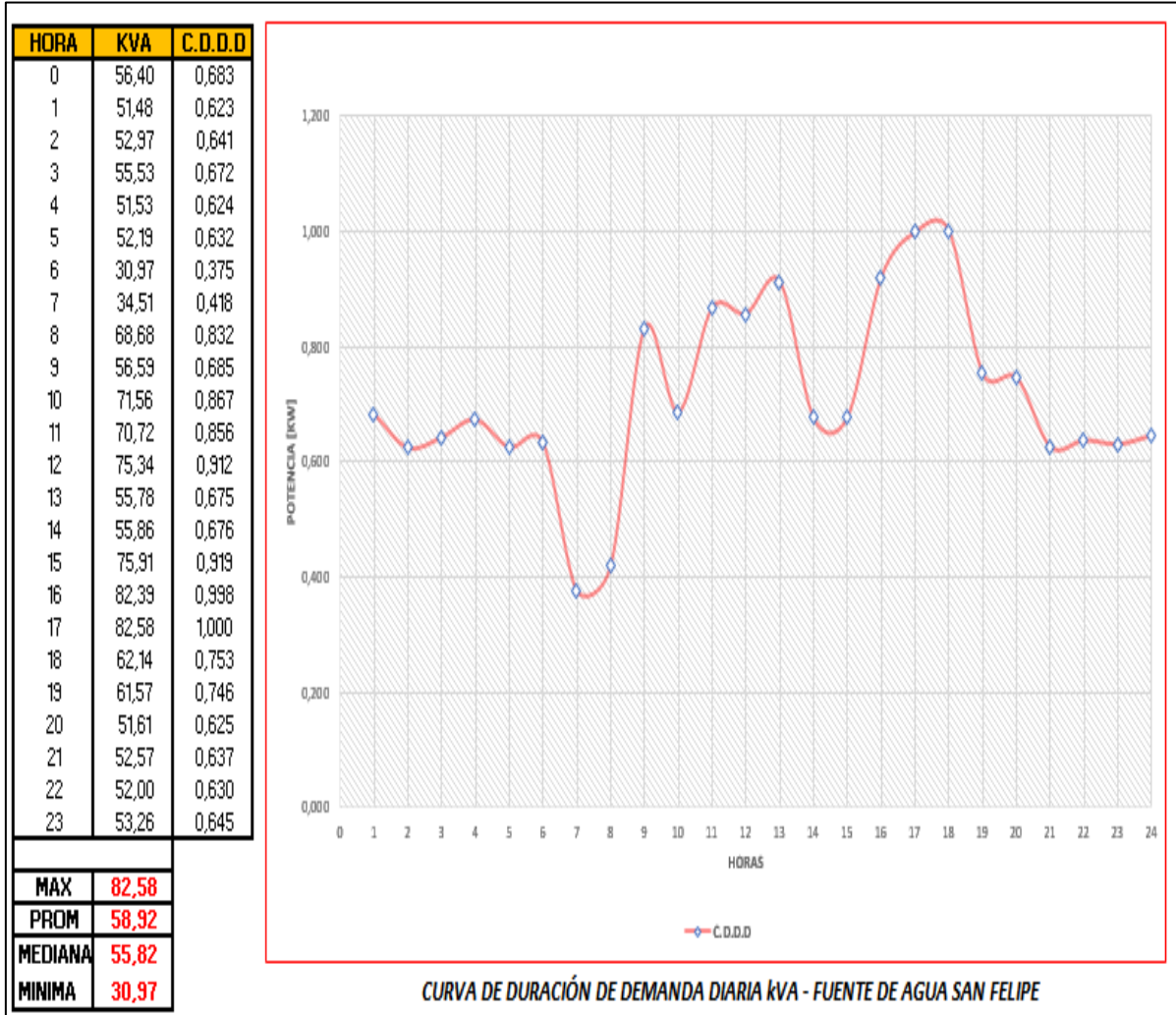
Figura 3	Acometida y distribución de energía del nuevo centro de carga	Hoja 6
-----------------	--	---------------



Realizado por: Los Postulantes

Anexo 8.

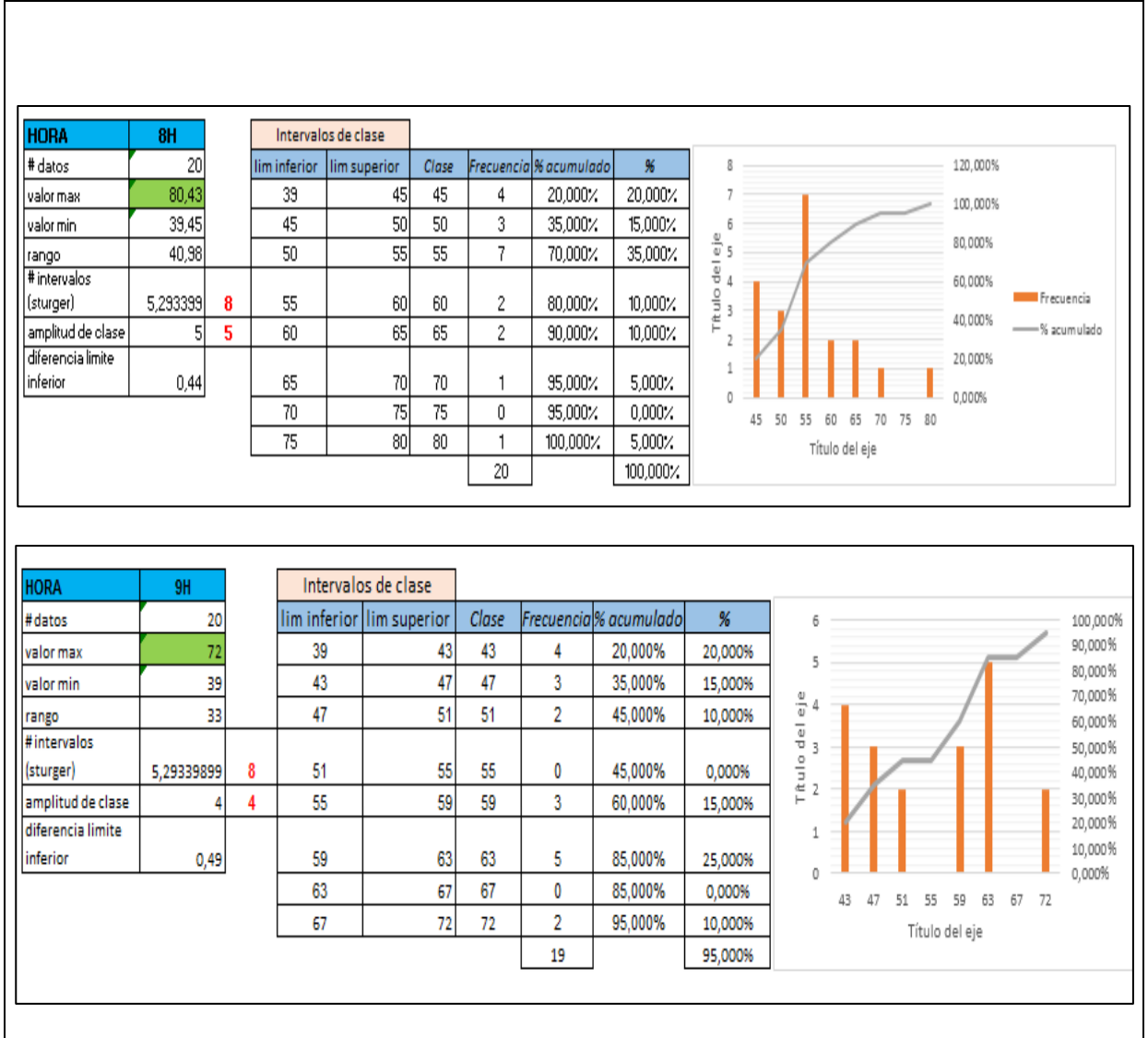
Figura 4	Curva de demanda de potencia aparente en kVA registrados por el analizador de carga.	Hoja 7
-----------------	---	---------------



Realizada por: Los Postulantes

Anexo 9.

Figura 5 **Histogramas de frecuencia de potencia activa empleados** **Hoja 8**
hora 8am- 9 am



Realizada por: Los Postulantes

Anexo 10. Propuesta para mejorar el sistema eléctrico de la empresa con Nuevos conductores y distancias

Tabla 17	Propuesta para mejorar el sistema eléctrico de la empresa con Nuevos conductores y distancias	Hoja 9
-----------------	--	---------------

No.	EQUIPOS		MOTORES			CONDUCTORES INSTALADOS		CONDUCTORES PROPUESTOS	
	Tag.	Descripción	Potencia Nominal (Kw)	Corriente nominal (Amp)	Corriente corregida 1,25 (Amp)	Distancia (mts)	Calibre (AWG)	Distancia (mts)	Calibre (AWG)
AREA DE PROCESOS									
1	CUARTO DE MAQUINAS Kw	COMPRESOR	11,42	35,25	44,07	16,00	8,00	8,00	6,00
		CALDERO	3,06	9,40	11,75	18,00	12,00	10,00	10,00
		DIESEL	2,04	7,05	8,81	22,00	12,00	14,00	12,00
		BOMBA DE AGUA	4,08	11,75	14,69	14,00	12,00	6,00	12,00
	20,60								
2	LAVADORA DE BOTELLAS Kw	BOMBA 1	7,61	23,50	29,38	25,00	10,00	16,00	8,00
		BOMBA 2	7,61	23,50	29,38	27,00	10,00	18,00	8,00
		MAQ. RIEL	1,52	4,70	5,88	24,00	12,00	13,00	10,00
		MAQ. 1	3,81	11,75	14,69	30,00	12,00	15,00	10,00
	20,55								
3	BIDONERA Kw	MAQ. BID 1	8,15	25,15	31,44	35,00	10,00	25,00	8,00
		MAQ. BID 2	8,15	25,15	31,44	37,00	10,00	27,00	8,00
		MAQ. RIEL 1	3,81	11,75	14,69	38,00	12,00	28,00	10,00
		MAQ. RIEL 2	3,81	11,75	14,69	28,00	12,00	28,00	10,00
	23,90								
4	TANQUES DE TRATAMIENTO Kw	TAQ.1	6,09	18,80	23,50	45,00	12,00	45,00	8,00
		TAQ. 2	2,28	7,05	8,81	48,00	12,00	48,00	8,00
	8,37								
5	ALCOA Kw	BAN. TRANSP 1	1,52	4,70	5,88	28,00	12,00	12,00	8,00
		BAN. TRANSP 2	1,52	4,70	5,88	28,50	12,00	15,00	8,00
		BAN. TRANSP 3	3,04	9,40	11,75	31,00	12,00	18,00	8,00
		EMPACADORA	9,13	28,20	35,25	30,00	10,00	20,00	8,00
			20,93						
		CODIFICADOR	5,71	17,63	22,03	37,00	12,00	8,00	8,00
6	FUENTE Kw	BOMBA F1	11,42	35,25	44,07	60,00	10,00	40,00	8,00
		BOMBA F2	11,42	35,25	44,07	65,00	10,00	45,00	8,00
					0,00	0,00			
	22,84								
7	TALLER MECÁNICO Kw	SOLDADORA	3,81	11,75	14,69	50,00	10,00	47,00	8,00
		MAQ 6	3,81	11,75	14,69	52,00	12,00	50,00	8,00
	7,61								
8	ILUMINACIÓN Kw	PRODUCCION	1,50	4,37	5,47	0,00	12,00	0,00	10,00
		BIDONERA	0,12	0,35	0,44	0,00	12,00	0,00	10,00
		BODEGA	1,92	5,60	7,00	22,00	12,00	22,00	10,00
		OFICINAS	2,00	5,83	7,29	40,00	12,00	40,00	10,00
			6,29						
		PASAJES	0,75	2,19	2,73	0,00	12,00	0,00	10,00

Anexo 11.

Reporte 1	Informes de reporte de ETAP 12.6 evaluación inicial del sistema eléctrico. Reporte en Barras	Hoja 10
----------------------	---	----------------

<u>Informe Resumen de Carga en Barras</u>													
Barra		Carga Conectada Directamente								Carga Total en Barra			
		kVA Constante		Z Constante		I Constante		Genérico		Porcentaj		Carga	
ID	kV	Amp MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MVA	% FP		Amp
ALCOA	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,022	86,3	57,9	
BIDONERA	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,024	86,8	62,4	
bomba de agua	0,220	0,004	0,002	0	0	0	0	0	0	0,005	85,1	12,2	
Bus 1	13,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0,115	100,0	4,8	
Bus 2	0,220	0,000	-0,000	0	0	0	0	0	0	0,115	99,6	300,6	
Bus 4	0,220	0,000	-0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,000	100,0	0,5	
Bus 5	0,220	0,000	-0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,000	100,0	0,0	
Bus 6	0,220	0,000	-0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,000	100,0	0,4	
Bus 7	0,220	0,009	0,005	0	0	0	0	0	0	0,011	87,6	29,3	
Bus 8	0,220	0,009	0,005	0	0	0	0	0	0	0,010	87,6	28,5	
Bus 11	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,003	84,4	8,7	
Bus 12	0,220	0,008	0,005	0	0	0	0	0	0	0,009	87,0	24,9	
Bus 13	0,220	0,005	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	85,9	15,6	
Bus 20	0,220	0,006	0,003	0	0	0	0	0	0	0,007	86,6	18,2	
Bus 28	0,220	0,007	0,004	0	0	0	0	0	0	0,008	86,6	21,3	
Bus 29	0,220	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,002	82,8	5,1	
Bus 30	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,9	9,9	
Bus 31	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,9	9,9	
Bus 32	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,9	9,9	
Bus 33	0,220	0,007	0,004	0	0	0	0	0	0	0,008	86,8	21,3	
Bus 34	0,220	0,007	0,004	0	0	0	0	0	0	0,008	86,8	21,3	
Bus 35	0,220	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,003	83,7	6,7	
Bus 36	0,220	0,005	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	86,1	16,6	
Bus 37	0,220	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,002	82,8	4,3	
Bus 39	0,220	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,002	82,8	4,3	
Bus 42	0,220	0,005	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	84,9	16,6	
Bus 43	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,9	10,8	
Bus 45	0,220	0,000	-0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,000	100,0	0,2	
Bus 47	0,220	0,000	-0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,000	100,0	0,5	
caldero	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,4	9,4	
compresor	0,220	0,010	0,006	0	0	0	0	0	0	0,012	87,6	31,6	
CUARTO DE MAQUINAS	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,023	86,4	59,6	
diesel	0,220	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,002	83,5	6,5	
FUENTES	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,022	89,0	57,8	
ILUMINACION	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	100,0	1,6	
LAVADORA DE BOTELLAS	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,021	86,4	54,4	

Realizado por: Los Postulantes

Anexo 12.

Reporte 2	Informes de reporte de ETAP 12.6 evaluación inicial del sistema eléctrico. Reportes en cables	Hoja 11
----------------------	--	----------------

Informe Resumen de Carga en Ramales

Circuito / Rama		Cable y Reactor			Transformador			
					Capacida d (MVA)	Carga (entrada)		Carga (salida)
ID	Tipo	Ampacida d (Amp)	Carga Amp	%	MVA	%	MVA	%
al-ban1	Cable		13,74	4,34	31,62			
al-ban2	Cable		13,74	4,34	31,62			
al-ban3	Cable		13,74	8,68	63,15			
* al-cod	Cable		13,74	15,64	113,86			
* al-emp	Cable		18,43	24,95	135,36			
* bid-maqB1	Cable		18,43	21,28	115,49			
* bid-maqB2	Cable		18,43	21,31	115,65			
bid-maqR1	Cable		13,74	9,91	72,11			
bid-maqR2	Cable		13,74	9,86	71,76			
* Cable1	Cable		87,07	300,49	345,10			
* fue-bom1	Cable		18,43	29,33	159,17			
* fue-bom2	Cable		13,59	28,48	209,58			
il-bid	Cable		13,74	0,03	0,23			
il-bo d	Cable		13,74	0,50	3,65			
il-of	Cable		13,74	0,52	3,79			
il-pas	Cable		13,74	0,20	1,43			
il-pro	Cable		13,74	0,39	2,86			
lav-bom1	Cable		18,43	18,17	98,61			
* lav-bo m2	Cable		18,43	21,28	115,49			
lav-maq1	Cable		13,74	5,07	36,89			
lav-maq2	Cable		13,74	9,87	71,83			
maq-bomA	Cable		13,74	12,17	88,55			
maq-cal	Cable		13,74	9,35	68,08			
* maq-comp	Cable		27,91	31,56	113,06			
maq-dis	Cable		13,74	6,50	47,33			
tal-maq	Cable		13,74	10,83	78,85			
tal-sol	Cable		18,43	16,64	90,27			
* tanq-tan1	Cable		13,74	16,64	121,13			
tanq-tan2	Cable		13,74	6,71	48,85			
T2	Transfor				300,000	0,15	0,0	0,15

Realizado por: Los Postulantes

Anexo 13.

Reporte 3	Informes de reporte de ETAP 12.6 evaluación inicial del sistema eléctrico. Reportes de Pérdidas en ramas	Hoja 12
----------------------	---	----------------

<u>Informe Resumen de Pérdidas en Ramas</u>														
Circuito / Rama	Flujo Origen-Destino		Flujo Destino-Origen		Pérdidas		% Tensión Barra		Vd					
	ID	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	Origen	Destino	% Caída en Vmag				
al-ban1			0,001		0,001	-0,001		-0,001		0,0	0,0	100,0	99,5	0,57
al-ban2			0,001		0,001	-0,001		-0,001		0,0	0,0	100,0	99,4	0,59
al-ban3			0,003		0,002	-0,003		-0,002		0,0	0,0	100,0	98,7	1,29
al-cod			0,005		0,003	-0,005		-0,003		0,2	0,0	100,0	97,2	2,84
al-emp			0,008		0,005	-0,008		-0,005		0,3	0,0	100,0	97,7	2,35
bid-maqB1			0,007		0,004	-0,007		-0,004		0,2	0,0	100,0	97,7	2,33
bid-maqB2			0,007		0,004	-0,007		-0,004		0,2	0,0	100,0	97,6	2,47
bid-maqR1			0,003		0,002	-0,003		-0,002		0,1	0,0	100,0	98,2	1,82
bid-maqR2			0,003		0,002	-0,003		-0,002		0,1	0,0	100,0	98,7	1,33
maq-bo mA			-0,004		-0,002	0,004		0,002		0,0	0,0	99,2	100,0	0,82
T2			0,114		-0,003	-0,114		0,010		0,1	7,5	100,0	100,2	0,24
Cable1			0,114		-0,010	-0,114		0,010		0,2	0,0	100,2	100,0	0,20
il-bod			0,000		0,000	0,000		0,000		0,0	0,0	99,6	100,0	0,42
il-bid			0,000		0,000	0,000		0,000		0,0	0,0	100,0	100,0	0,05
il-pro			0,000		0,000	0,000		0,000		0,0	0,0	99,8	100,0	0,22
fue-bom1			-0,009		-0,005	0,010		0,005		0,7	0,0	94,5	100,0	5,57
fue-bom2			-0,009		-0,005	0,010		0,005		0,7	0,0	94,2	100,0	5,87
lav-bom1			-0,006		-0,003	0,006		0,003		0,1	0,0	98,6	100,0	1,42
lav-bom2			-0,007		-0,004	0,007		0,004		0,2	0,0	98,2	100,0	1,79
lav-maq1			-0,002		-0,001	0,002		0,001		0,0	0,0	99,5	100,0	0,57
lav-maq2			-0,003		-0,002	0,003		0,002		0,1	0,0	98,6	100,0	1,43
tanq-tan2			-0,002		-0,001	0,002		0,001		0,0	0,0	98,5	100,0	1,54
tanq-tan1			-0,005		-0,003	0,006		0,003		0,3	0,0	96,4	100,0	3,68
tal-sol			-0,005		-0,003	0,005		0,003		0,2	0,0	97,5	100,0	2,55
tal-maq			-0,003		-0,002	0,004		0,002		0,1	0,0	97,3	100,0	2,73
il-pas			0,000		0,000	0,000		0,000		0,0	0,0	99,9	100,0	0,17
il-of			0,000		0,000	0,000		0,000		0,0	0,0	99,3	100,0	0,73
maq-cal			-0,003		-0,002	0,003		0,002		0,0	0,0	99,2	100,0	0,81
maq-comp			-0,010		-0,006	0,011		0,006		0,1	0,0	99,1	100,0	0,98
maq-dis			0,002		0,001	-0,002		-0,001		0,0	0,0	100,0	99,4	0,68
						4,1		7,6						

Realizado por: Los Postulantes

Anexo 14.

Reporte 4	Informes de reporte de ETAP 12.6 evaluación inicial del sistema eléctrico.	Hoja 13
----------------------	---	----------------

<u>Informe Crítico</u>							
ID de Dispositivo	Tipo	Condición	Clase/L ímite	Unidad	Operati va	% Operati	Tipo de Fase
alcod	Cable	Overload		13,74	Amp	15,64	113,9 3-Phase
alemp	Cable	Overload		18,43	Amp	24,95	135,4 3-Phase
bid-maqB1	Cable	Overload		18,43	Amp	21,28	115,5 3-Phase
bid-maqB2	Cable	Overload		18,43	Amp	21,31	115,7 3-Phase
Bus7	Bus	Under Voltage		0,22	kV	0,21	94,5 3-Phase
Bus8	Bus	Under Voltage		0,22	kV	0,21	94,2 3-Phase
Cable1	Cable	Overload		87,07	Amp	300,49	345,1 3-Phase
fue-bom1	Cable	Overload		18,43	Amp	29,33	159,2 3-Phase
fue-bom2	Cable	Overload		13,59	Amp	28,48	209,6 3-Phase
lav-bom2	Cable	Overload		18,43	Amp	21,28	115,5 3-Phase
maq-comp	Cable	Overload		27,91	Amp	31,56	113,1 3-Phase
tanq-tan1	Cable	Overload		13,74	Amp	16,64	121,1 3-Phase

Realizado por: Los Postulantes

Anexo 15.

Reporte 5	Informes de reporte de ETAP 12.6 con los cambios propuestos.	Hoja 14
----------------------	---	----------------

<u>Informe Resumen de Carga en Barras</u>														
<u>Barra</u>		<u>Carga Conectada Directamente</u>								<u>Carga Total en Barra</u>				
ID	kV	Amp MW	kVA Constante			Z Constante		I Constante			Genérico		Porcentaj	
			Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MVA	% FP	Amp	Carga	
alcoha	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,020	86,1	52,0		
bidonera	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,020	86,5	53,7		
Bus 1	13,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	99,2	4,4		
Bus 2	13,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	99,2	4,4		
Bus 5	0,220	0,000	-0,000	0	0	0	0	0	0	0,106	98,7	276,8		
Bus 8	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,003	85,1	9,2		
Bus 10	0,220	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,002	83,5	5,4		
Bus 11	0,220	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,003	84,4	7,3		
Bus 12	0,220	0,009	0,005	0	0	0	0	0	0	0,010	87,6	26,0		
Bus 18	0,220	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	82,7	3,6		
Bus 19	0,220	0,006	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	86,6	17,0		
Bus 20	0,220	0,006	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	86,6	17,3		
Bus 22	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,9	9,5		
Bus 23	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,9	9,6		
Bus 24	0,220	0,006	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	86,8	17,3		
Bus 25	0,220	0,006	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	86,8	17,3		
Bus 27	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,9	9,4		
Bus 39	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,003	83,7	8,2		
Bus 40	0,220	0,005	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	86,1	15,0		
Bus 47	0,220	0,009	0,005	0	0	0	0	0	0	0,010	87,0	26,3		
Bus 48	0,220	0,002	0,001	0	0	0	0	0	0	0,003	84,4	6,7		
Bus 49	0,220	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,002	82,7	4,0		
Bus 51	0,220	0,004	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	85,9	11,8		
Bus 53	0,220	0,001	0,001	0	0	0	0	0	0	0,001	82,7	3,3		
Bus 57	0,220	0,008	0,005	0	0	0	0	0	0	0,009	87,6	25,3		
Bus 58	0,220	0,009	0,005	0	0	0	0	0	0	0,010	87,6	26,3		
Bus 60	0,220	0,005	0,003	0	0	0	0	0	0	0,006	84,9	16,6		
Bus 61	0,220	0,003	0,002	0	0	0	0	0	0	0,004	84,9	9,9		
Bus 64	0,220	0,000	-0,000	0,001	0	0	0	0	0	0,001	100,0	2,8		
Bus 65	0,220	0,000	-0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,000	100,0	0,2		
Bus 66	0,220	0,000	-0,000	0,001	0	0	0	0	0	0,001	100,0	3,3		
Bus 67	0,220	0,000	-0,000	0,002	0	0	0	0	0	0,002	100,0	4,4		
Bus 68	0,220	0,000	-0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,000	100,0	1,0		
cuarto de maquinas	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,018	86,3	47,9		
fuelle	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,019	88,1	51,5		
iluminacion	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	100,0	11,6		

<u>Barra</u>		<u>Carga Conectada Directamente</u>								<u>Carga Total en Barra</u>				
ID	kV	Amp MW	kVA Constante			Z Constante		I Constante			Genérico		Porcentaj	
			Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MVA	% FP	Amp	Carga	
lavadora de botellas	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,018	86,2	47,5		
TABLERO PRNCPAL	0,220	0	0	0,000	-0,075	0	0	0	0	0,128	81,1	336,7		
TABLERO SECUNDARIO	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,077	86,7	204,7		
taller mecanico	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,010	85,6	26,5		
tanques de tratamiento	0,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009	85,6	23,2		

Realizado por: Los Postulantes

Anexo 16.

Reporte 6	Informes de reporte de ETAP 12.6 con los cambios propuestos.	Hoja 15
----------------------	---	----------------

Informe Resumen de Carga en Ramales

Circuito / Rama		Cable y Reactor			Transformador				
ID	Tipo	Capacida d (Amp)	Carga Amp	%	Capacida d (MVA)	Carga (entrada)		Carga (salida)	
						MVA	%	MVA	%
BAN TRANS 1-L	Cable		13,74	3,27	23,81				
BAN TRANS2-L	Cable		13,74	4,00	29,11				
BAN TRANS3-L	Cable		13,74	6,68	48,64				
BOMBA DE AGUA-L	Cable		13,74	9,16	66,70				
BOMBA F1-L	Cable		27,91	25,26	90,51				
BOMBA F2-L	Cable		27,91	26,27	94,12				
BOMBA1-L	Cable		18,43	17,30	93,88				
BOMBA2-L	Cable		18,43	17,01	92,32				
CALDERO-L	Cable		13,74	7,32	53,26				
CODIFICADOR-L	Cable		27,91	11,80	42,29				
COMPRESOR-L	Cable		27,91	26,03	93,24				
DIESEL-L	Cable		13,74	5,37	39,10				
EMPACADORA-L	Cable		27,91	26,26	94,08				
MAQBID 1-L	Cable		18,43	17,32	93,97				
MAQBID 2-L	Cable		18,43	17,34	94,07				
MAQRIEL-L	Cable		13,74	3,64	26,48				
MAQRIEL1-L	Cable		13,74	9,60	69,88				
MAQRIEL2-L	Cable		13,74	9,44	68,73				
MAQ1-L	Cable		13,74	9,54	69,45				
MAQ6-L	Cable		13,74	9,95	72,39				
SOLDADORA-L	Cable		18,43	16,55	89,82				
TAB-SEC-L	Cable		180,43	122,50	67,89				
TAB-SEC-N	Cable		154,00	90,57	58,81				
TABLERO GECNERAL-N	Cable		180,43	39,54	21,92				
TABLERO GENERAL-L	Cable		360,86	237,25	65,75				
TANQUE1-L	Cable		27,91	15,00	53,72				
TANQUE2-L	Cable		18,43	8,23	44,68				
T1	Transfor				0,175	0,106		60,6	0,106