UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2017".

Autores:

Palomo Gadvay Diego Alexis

Quinatoa Toapanta Washington Paul

Tutor:

PhD. Marrero Ramírez Secundino

Latacunga - Ecuador

Agosto - 2017

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: Palomo Gadvay Diego Alexis y Quinatoa Toapanta Washington Paul con el título de Proyecto de titulación: **"ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2017",** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne 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, Agosto del 2017

Para constancia firman:

Lector 1: MSc. Antonio Flores
CC: 171579326-9

Lector 2: MSc. Ángel León
CC: 050204135-3

Lector 3: MSc. Rommel Suárez
CC: 180416535-3

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

"ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2017"

De los señores estudiantes; Palomo Gadvay Diego Alexis y Quinatoa Toapanta Washington Paul postulantes 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 Consejo Directivo de la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto del 2017

El Tutor

.....

PhD. Secundino Marrero Ramírez

C.I. 175710790-7

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

"Nosotros, Palomo Gadvay Diego Alexis con cedula de identidad N° 180456938-0 y Quinatoa Toapanta Washington Paul con cedula de identidad N° 050340017-8 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: "ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2017", siendo el Dr. Marrero Secundino director 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 nuestra exclusiva responsabilidad.

.....	.....
Palomo Gadvay Diego Alexis	Quinatoa Toapanta Washington Paul
C.I. 180456938-0	C.I. 050340017-8

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, lunes 3 de octubre de 2016

Estimados Señores

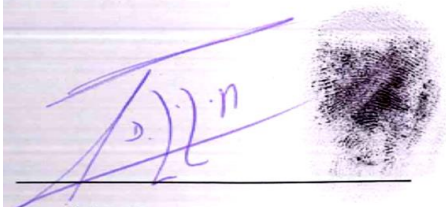
Universidad Técnica de Cotopaxi

Presente. -

Yo, David Sebastián López Murgueitio, portador de la CC No 0502935356, en mi calidad de COO de Genim S.A. con RUC No 1792579104001, autorizo a los señores Diego Alexis Palomo Gadvay, portador de la CC No 1804569380, y a Washington Paul Quinatoa Toapanta, con CC No 0503400178, a realizar su tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniería Eléctrica, en la planta de procesamiento de la empresa antes señalada con el tema "ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2017".

Se brindará a los mencionados señores todas las facilidades para que realicen el trabajo planteado sin inconvenientes, siempre y cuando estas actividades no representen peligro alguno ni para las personas que laboran en las instalaciones, ni para el normal funcionamiento y desempeño de los equipos a ser utilizados dentro de su labor investigativa.

Atte.



David López

COO Genim S.A.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi madre, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme cursar mis estudios superiores, al PhD. Secundino Marrero y a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica que a lo largo de la vida universitaria ayudaron a mi formación profesional.

Diego

Mi agradecimiento especial hacia la empresa Genim S.A. por darnos la apertura y facilidades para ejecutar el proyecto para la culminación de mi carrera, también a mi compañero con el cual hemos forjado una buena relación de amistad y trabajo, de forma especial al Universidad Técnica de Cotopaxi, y al tutor asignado para guiarnos con paciencia, responsabilidad y sabiduría para el buen desarrollo y finalización de nuestro proyecto de investigación.

Paul

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado para mi madre Ana Gadvay quien ha sido artífice de formarme como profesional, a mis hermanos Danilo, Joseph, German y Josué por ser mi motivación para seguir adelante a lo largo de mi carrera universitaria, a todos mis amigos y familiares por haberme apoyado moralmente.

Diego

El presente trabajo lo dedico en especial a mi hermano Benjamín Quinatoa el cual a pesar de no estar físicamente en este recorrido ha sido fuente de fuerza para seguir adelante además de mi esposa e hijo, lo dedico también a toda mi familia padres, hermanos y todos en general ya que siempre me brindaron su apoyo incondicional en las circunstancias más difíciles de mi carrera.

Paul

ÍNDICE GENERAL

PORTADA i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN v
AGRADECIMIENTO vi
DEDICATORIA vii
ÍNDICE GENERAL viii
ÍNDICE DE TABLAS xii
ÍNDICE DE FIGURAS xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS xii
RESUMEN xiii
ABSTRACT xiv
AVAL DE TRADUCCIÓN xv
1. INFORMACIÓN GENERAL 1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 3
6. OBJETIVOS 3
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 4
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA 5
Sistemas eléctricos 5
Instalaciones eléctricas industriales 6
Auditoría energética 6

Aspectos y características de una instalación industrial 7
Consideraciones de diseño 7
Características de las cargas 8
División de la carga en bloques 8
Ubicación del tablero general de distribución 9
Cálculos eléctricos 9
Curva de carga 9
Factor de demanda 9
Factor de carga 9
Factor de pérdida 10
Factor de simultaneidad 10
Factor de utilización 11
Determinación de demanda 11
Dimensionamiento de conductores eléctricos 11
Corriente de carga en circuitos monofásicos 12
Corriente de carga en circuitos trifásicos 12
Cálculo de los conductores por caída de voltaje 13
Sistemas monofásicos 13
Sistema trifásico a cuatro hilos 13
Sistema trifásico a tres hilos 13
Cargos por bajo factor de potencia 14
Diagrama unifilar 14
Aspectos generales del software ETAP 15
Modular estándar ETAP 12.6.0 15
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS 15
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL: 16
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 17

Variable Independiente 17
Variable Dependiente 17
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 17
Generalidades de la empresa GENIM S.A. – producción agrícola 17
Red de medio voltaje 18
Red de bajo voltaje 18
Desarrollo del análisis del sistema actual mediante mediciones 18
Descarga, recolección y clasificación de datos 19
Perfiles de voltaje 21
Perfiles de corriente 22
Factor de potencia 22
Levantamiento de carga 23
Cálculo del factor de demanda 25
Cálculo del factor de carga 25
Cálculo del factor de perdida 25
Diagrama unifilar 26
Simulación en Etap 26
Elementos de simulación en Etap 26
Equivalente de red 26
Barras 26
Transformador 27
Cable 27
Carga 27
Protección 28
Simulación del flujo de carga en ETAP 28
Proyección de la nueva demanda a implementarse 30
Determinación de la demanda proyectada 30

Dimensionamiento de conductores por corriente aparente.....32
Cálculo de los conductores por caída de voltaje.....32
Diagrama unifilar propuesto.....33
Simulación en ETAP del flujo de carga proyectado.....33
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....34
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....35
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....35
15. BIBLIOGRAFÍA.....38
16. ANEXOS.....39

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....4
TABLA 2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 16
TABLA 3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....16
TABLA 4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN 17
TABLA 5. POTENCIAS TOTALES DE LA PLANTA GENIM S.A. 19
TABLA 6. DETALLE DE CARGAS INSTALADAS EN LA PLANTA DE ALIMENTOS. 24
TABLA 7. DETALLES DE LOS CABLES UTILIZADOS EN EL SOFTWARE ETAP. 27
TABLA 8. ANÁLISIS DE LOS PERFILES DE VOLTAJE ENTRE EL ANALIZADOR 435 Y EL SIMULADOR ETAP. 29
TABLA 9. DETALLE DE POTENCIA A INSTALARSE EN LA PLANTA DE ALIMENTOS.....30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. INSTALACIÓN DEL ANALIZADOR DE CARGA FLUKE 435 EN EL TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN. 18
FIGURA 2. CONFIGURACIÓN DE DATOS DE LA CARGA DEL SISTEMA ACTUAL EN EL SOFTWARE ETAP A DEMANDA MÁXIMA. 28
FIGURA 3. CONFIGURACIÓN DE DATOS EN ETAP DEL FLUJO DE CARGA PROYECTADO 33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. CURVA DE CARGA DIARIA DE LA PLANTA GENIM S.A. 21
GRÁFICO 2. VOLTAJE EN LAS TRES FASES DE LA PLANTA GENIM S.A. 21
GRÁFICO 3. CORRIENTE EN LAS TRES LÍNEAS DE LA PLANTA GENIM S.A. 22
GRÁFICO 4. FACTOR DE POTENCIA DE LA PLANTA GENIM.....23

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Título: "ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2017".

Autores: Palomo Gadvay Diego Alexis

Quinatoa Toapanta Washington Paul

RESUMEN

Este proyecto de investigación se encaminó a realizar el análisis del sistema eléctrico de la empresa Genim S.A.; la misma que ha tenido un crecimiento no planificado de la demanda eléctrica, lo cual se manifiesta en una cargabilidad desconocida del transformador actual por lo que ha generado problemas en la calidad de voltaje, cortes de energía por actuación de las protecciones eléctricas. Es por esto que el objetivo es determinar los factores que actualmente producen baja calidad de energía en el suministro eléctrico, mediante la recopilación de información y obtención de mediciones del sistema eléctrico, esto con la instalación de un analizador de carga Fluke 435 en las barras del tablero general, el mismo que reflejó datos de potencia, voltaje, corriente, factor de potencia. Estas mediciones permitieron realizar histogramas de frecuencia los mismos que fueron simulados en el software Etap. Una vez realizado las simulaciones se llegó a conocer los parámetros eléctricos de la planta industrial, dando como resultado que los niveles de voltaje se encontraban fuera del 2 % permitido por la regulación, además de que el transformador se encontraba dentro de los porcentajes normales de funcionamiento a media carga con un valor de 30,72 [KVA] ya que si se trabaja a toda su capacidad el transformador se encontraba sobrecargado, haciendo imposible satisfacer la demanda de 92,25 [KVA], por lo que se planteó un diseño eléctrico que permita satisfacer la carga a implementarse y acorde a las necesidades de la planta procesadora de alimentos para evitar los cortes de energía por sobre carga y por perfiles de voltaje.

Palabras clave: Etap, sistema eléctrico, demanda eléctrica, análisis, proyección, sobre carga, mediciones.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF SCIENCES AND APPLIED ENGINEERING

Title: "ANALYSIS OF THE PRESENT ELECTRIC DEMAND FOR THE EXTENSION OF THE ELECTRIC SYSTEM IN THE GENIM S.A. FOOD PROCESSING PLANT OF CANTON LATACUNGA IN THE YEAR 2017".

Authors: Palomo Gadvay Diego Alexis

Quinatoa Toapanta Washington Paul

ABSTRACT

This research project aimed to carry out the analysis of the electrical system of the company Genim S.A .; The same one that has had an unplanned growth of the electrical demand, which is manifested in an unknown loadability of the current transformer, which has generated problems in the quality of voltage, power cuts by actuation of the electrical protections. This is why the objective is to determine the factors that currently produce low power quality in the electricity supply, by collecting information and obtaining measurements of the electrical system, this with the installation of a Fluke 435 load analyzer in the bus bars. General board, the same that reflected data of power, voltage, current, power factor. These measurements allowed to perform frequency histograms the same ones that were simulated in Etap software. Once the simulations were carried out, the electrical parameters of the industrial plant were known, resulting in the voltage levels being outside the 2% allowed by the regulation, in addition to that the transformer was within normal operating percentages At half-load with a value of 30.72 [KVA], because if the whole transformer was used, the transformer was overloaded, making it impossible to satisfy the demand of 92.25 [KVA]. Allows to satisfy the load to be implemented and according to the needs of the food processing plant to avoid the power cuts by overload and by voltage profiles.

Keywords: Etap, electrical system, electrical demand, analysis, projection, overload, measurements.

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 tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **Palomo Gadvay Diego Alexis y Quinatoa Toapanta Washington Paul,** cuyo título versa **"ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2017",** lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura 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 estimare conveniente.

Latacunga, Agosto del 2017

Atentamente,

.....

Lic. MSc. Marco Beltrán

C.I.: 050266651-4

DOCENTE DEL CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

CENTRO DE IDIOMAS

.

ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FINAL

PROYECTO DE TITULACIÓN II

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

"ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA EN EL AÑO 2017".

Lugar de ejecución:

Barrio San Vicente – Parroquia Poaló vía a Saquisilí – Cantón Latacunga - Cotopaxi

Facultad que auspicia

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto de la Carrera

Equipo de Trabajo:

PhD. Secundino Marrero

Coordinadores del proyecto de investigación:

Diego Alexis Palomo G.

Washington Paul Quinatoa T.

Área de Conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Exportación y Diseño de Sistemas Eléctricos.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este proyecto de investigación se recolectará datos y mediciones de potencia, voltaje y corriente de la planta procesadora de alimentos incluido el transformador, esto permitirá conocer la demanda actual y la cargabilidad del transformador, para posteriormente realizar una tabulación de datos lo cual ayudará a una proyección futura de consumo de energía.

Se plantea la simulación en el software ETAP del sistema actual y el nuevo sistema a implementarse para poder plantear mejoras al sistema.

Se identificará los problemas que atraviesa la planta procesadora con la ayuda de los datos y mediciones recolectadas.

Una vez identificado y analizado el problema se planteará una propuesta que ayude a mejorar la calidad de energía y dar solución al problema.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación tiene el propósito de analizar las falencias presentadas en la planta procesadora Genim S.A. mediante el análisis de la demanda eléctrica actual, para conocer las condiciones en las que se encuentra funcionando actualmente, esto ayudará a proponer una solución técnica económica la cual nos permitirá mejorar el rendimiento y la confiabilidad del sistema eléctrico.

En vista que la empresa tiene planificado la expansión de la planta de producción es necesario un diseño eléctrico de proyección en función de la nueva demanda requerida por el sistema, por

todo esto es necesario el estudio real del comportamiento de la demanda actual, para tener un punto de partida con vista a la proyección de esta demanda, dentro de lo cual la empresa proporcionará todos los datos necesarios para la ejecución de este estudio, convirtiéndolo en un proyecto factible para la empresa Genim S.A.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Empresa procesadora de alimentos Genim S.A.

Jefe de Planta - Ing. David López

Gerente General – Ing. Ahmad Ashrafi

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La empresa Genim S.A. se dedica a la clasificación y empaque de productos alimenticios de granos secos; la misma que ha tenido un crecimiento no planificado de demanda, lo cual se manifiesta en un nivel de cargabilidad desconocido del transformador actual que ha generado problemas en la calidad de voltaje, cortes de energía por actuación de las protecciones eléctricas y tampoco abastece la demanda que se pretende proyectar.

6. OBJETIVOS

General

Determinar los factores que actualmente producen baja calidad de energía en el suministro eléctrico, con la recopilación de información y mediciones del sistema para evitar los cortes de energía por sobre carga y la ampliación de las instalaciones en la planta procesadora de alimentos Genim S.A.

Específicos

Simular en el software ETAP 12.6.0 la potencia del sistema eléctrico de la planta procesadora de alimentos Genim S.A. mediante la recopilación de datos, para evaluar el funcionamiento en el que se encuentra actualmente.

Proyectar la demanda a implementarse con los datos obtenidos de un levantamiento de carga, para garantizar la calidad de voltaje y un suministro de energía continuo en la planta.

Plantear un análisis técnico – económico de la propuesta a plantearse para mejorar el suministro de energía en la planta procesadora de alimentos Genim S.A.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivos	**Actividad**	**Resultado de la Actividad**	**Descripción de la Actividad**
Simular en el software ETAP 12.6.0 la potencia del sistema eléctrico de la planta procesadora de alimentos Genim S.A. mediante la recopilación de datos, para evaluar el funcionamiento en el que se encuentra actualmente.	Definición de áreas. Comprobación de niveles de voltaje. Determinación de puntos críticos del sistema eléctrico.	Obtención de datos para la realización de histogramas de frecuencia. Obtención de la curva de demanda actual. Diseño del diagrama unifilar de la planta procesadora. Simulación del sistema actual en el software Etap.	Reconocimiento de las áreas de trabajo. Tabulación de datos en Excel Instalación del analizador de carga.
Proyectar la demanda a implementarse con los datos obtenidos de un levantamiento de carga, para	Realizar la tabulación de datos recolectados mediante histogramas de frecuencia.	Cálculo de la demanda a proyectar. Diseño del diagrama unifilar del sistema a implementarse.	Modelación del sistema eléctrico en función de las nuevas máquinas a implementarse.

garantizar la calidad de voltaje y un suministro de energía continuo en la planta.	Manipulación del Software Etap 12.6.0. Actualización del diagrama unifilar.	Simulación del sistema a proyectar en el software Etap.	
Plantear un análisis técnico – económico de la propuesta a plantearse para mejorar el suministro de energía en la planta procesadora de alimentos Genim S.A.	Proponer un análisis técnico – económico el cual permita ver las mejores soluciones económicas para la procesadora de alimentos Genim S.A.	Instalación de un transformador en poste. Instalación de un transformador en cámara.	Análisis de la mejor solución técnico - económica para la inversión actual y la expansión a futuro de la planta procesadora de alimentos.

Realizado por: Los postulantes

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Sistemas eléctricos

De acuerdo a (Gonzalez Longatt, 2008, pág. 8), “El conjunto de elementos que constituyen la red eléctrica de potencia siendo su función; generar, transmitir y distribuir, la energía eléctrica hasta los usuarios, bajo ciertas condiciones y requerimientos”.

En tal sentido los sistemas eléctricos son los más utilizados hoy en día en el sector residencial, comercial, e industrial por lo cual es necesario un análisis de cada uno, estos deben estar dentro de los parámetros de funcionamiento.

Instalaciones eléctricas industriales

De acuerdo a (Ventura Isaías, 2007, pág 3), “Las instalaciones eléctricas industriales, son el conjunto de elementos, aparatos y equipos que se encargan de la recepción, conducción, transformación, control, medición, protección, distribución, y utilización de la energía eléctrica”.

El avance de la tecnología da como resultado el constante crecimiento del sector industrial por lo que es necesario realizar un análisis del sistema actual además de planificar incrementos de demanda, todo esto con el fin de satisfacer la demanda de un usuario en condiciones adecuadas de operación.

Auditoría energética

Según (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2007, pág 15), “La Auditoría Energética es un proceso sistemático mediante el cual se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa para detectar los factores que afectan el consumo de energía e identificar, evaluar y ordenar las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad”.

Una Auditoría Energética es un análisis que refleja cómo y dónde se usa la energía de una instalación industrial con el objetivo de utilizarla racional y eficientemente. Ayuda a comprender mejor cómo se emplea la energía en la empresa y a controlar sus costos, identificando las áreas en las cuales se pueden estar presentando despilfarros y en dónde es posible hacer mejoras. Es una evaluación técnica y económica de las posibilidades de reducir el costo de la energía de manera rentable sin afectar la cantidad y calidad de su producto.

El análisis energético en una industria incluye temas relacionados con el consumo energético como:

- Análisis del sistema de alimentación eléctrica
- Análisis de la instalación eléctrica desde la acometida
- Análisis de los puntos en donde se utilice la energía eléctrica: transformadores, motores, iluminación, conductores, entre otros.
- Análisis del sistema de ventilación y aire acondicionado.
- Análisis del sistema de red regulada.

- Estudio de iluminación.

Mediante la auditoría energética se analizan los flujos energéticos y se establecen las estrategias o acciones de ahorro y eficiencias energéticas más adecuadas. Para ello los responsables de realizar estas tares deben conocer los procesos físicos y los equipos utilizados en el sector industrial, así como las técnicas concretas de Auditorías utilizadas en la actualidad.

Estas Auditorías pueden ser realizadas por áreas, procesos o fábricas completas, su complejidad depende de las instalaciones, necesidades, expectativas y recursos específicos de cada usuario, pudiendo ir desde un par de semanas hasta de varios meses, en la cual intervienen expertos de diferentes áreas.

A continuación, se presenta un plan genérico como ejemplo para la realización de la Auditoría Energética:

- Recolección de Información
- Análisis de Información
- Diagnóstico
- Recomendaciones
- Aplicación de propuesta

Aspectos y características de una instalación industrial

Dentro del estudio de un sistema industrial se debe analizar los elementos y características que componen dicha instalación, de esta manera plantear una propuesta para el sistema eléctrico que actualmente se encuentra funcionando, así como para la futura expansión de las instalaciones, todo esto se lo realizará aplicando metodologías que permitan el correcto funcionamiento de las instalaciones de la planta procesadora de alimentos Genim S.A.

Consideraciones de diseño

De acuerdo a (Fernandez Dardo, 2002, pág. 7), “Durante la fase de proyecto es también importante conocer los planes de expansión de la empresa, los detalles del aumento de carga”.

Cualquier proyecto eléctrico de una instalación industrial debe considerar los siguientes aspectos:

Flexibilidad

Es la capacidad que tiene la instalación de admitir cambios en la ubicación de máquinas y equipos, sin comprometer seriamente las instalaciones existentes.

Accesibilidad

Es la facilidad de acceso a todas las máquinas y equipos de maniobra.

Confiabilidad

Representa el desempeño del sistema con relación a las interrupciones, también asegura la protección e integridad de los equipos y de aquellos que los operan.

Características de las cargas

Esta información se puede obtener de las especificaciones de cada equipo, como principales son:

- Voltaje
- Corriente
- Potencia
- Factor de potencia
- Frecuencia
- Tipo de conexión

División de la carga en bloques

De acuerdo a (Fernandez Dardo, 2002, pág. 9), “En base a los planos que contienen la disposición física de las máquinas se debe dividir la carga en bloques. Cada bloque debe corresponder a un tablero de distribución con alimentación y protección individual”.

Para escoger los bloques se debe considerar los sectores individuales de producción como también la cantidad de carga tomando en cuenta la caída de tensión que se da para cada bloque.

Se debe considerar que se puede agrupar sectores de producción en un solo bloque de carga, siempre y cuando la caída de tensión en los terminales de las mismas sea la adecuada.

Ubicación del tablero general de distribución

Se ubica de preferencia en el centro de transformación o en un área contiguo a esta. Se denomina también Tablero General de Fuerza (TGF).

Cálculos eléctricos

El cálculo eléctrico permitirá al proyectista determinar los valores de capacidad de los diversos componentes del sistema con el fin de que sean cuantificados y especificados.

Curva de carga

Según (Universidad Nacional de Tucuman, 2016, pág. 1), "Es la representación gráfica de como varia la demanda o carga eléctrica en el transcurso del tiempo. El intervalo de tiempo elegido para realizar el análisis, puede ser diario, semanal, mensual, anual. La carga no es constante en el periodo analizado".

Factor de demanda

De acuerdo a (Villaroel Eva, 2008, pág. 136), "Es la relación existente entre la demanda máxima de la instalación y la carga total conectada al sistema, este valor es menor o igual a uno (1) debido a que la carga conectada es el resultado de los valores nominales de todos los equipos conectados a la instalación".

$$Fd = \frac{Dmax}{Pinst} \qquad \text{Ecuación 1}$$

Dmáx = Demanda máxima de instalación en [kW o KVA]

P inst. = Potencia de carga conectada en [kW o KVA]

Factor de carga

De acuerdo a (Fernandez Dardo, 2002, pág. 26), "Es la razón entre la demanda media durante un determinado intervalo de tiempo, y la demanda máxima registrada en el mismo periodo".

El factor de carga es siempre mayor a cero y menor o igual a uno. El factor de carga mide el grado en el que la demanda máxima fue mantenida durante el intervalo de tiempo considerado,

como también muestra que energía está siendo utilizada en forma racional por parte de una determinada instalación.

$$Fc = \frac{Dmed}{Dmax}$$ Ecuación 2

Dmed = Demanda media o promedio en [kW o KVA]

Dmáx = Demanda máxima en [kW o KVA]

Factor de pérdida

Es la relación entre la perdida de potencia en la demanda media y la pérdida de potencia en la demanda máxima, considerando un intervalo de tiempo especificado.

$$Fpe = (0{,}30 * Fc) + (0{,}70 * Fc^2)$$ Ecuación 3

Factor de simultaneidad

De acuerdo a (Robles Fiorella, 2007, pág 34), "Normalmente, la operación simultanea de todas las cargas de un sistema, nunca ocurre, apareciendo siempre determinado grado de diversidad, que se expresa para cada grupo de cargas, mediante el factor de simultaneidad. El mismo se define como el cociente entre la Demanda Máxima del grupo j, y la suma de las demandas máximas de cada carga (i) del grupo j".

$$Fsim = \frac{Dmáx}{\sum_{i=1}^{n} Dmáx}$$ Ecuación 4

Dmáx = Demanda máxima del grupo en [kW o KVA]

$\sum_{i=1}^{n}$ Dmáx = Sumatoria de demanda máxima de cada carga en [kW o KVA]

La determinación de estos factores es responsabilidad del proyectista, requiere un conocimiento detallado de la instalación, y las condiciones en las cuales cada carga y cada grupo de cargas son explotados.

Factor de utilización

De acuerdo a (Villaroel Eva, 2008, pág. 138), "Está definido como la relación que existe entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema o del equipo individual. Muestra el porcentaje de la capacidad del sistema o del equipo que se utiliza en el momento de demanda máxima".

$$\mathrm{Fu} = \frac{\mathrm{Dmáx}}{\mathrm{Cs}} \qquad \text{Ecuación 5}$$

Dmáx = Demanda máxima del sistema o equipo en [kW o KVA]

Cs = Capacidad nominal del sistema o del equipo en [kW o KVA]

Determinación de demanda

La determinación de la demanda dependerá del proyectista, la misma que depende de las características de la carga y del tipo de operación de la industria.

La demanda se obtiene sumando las demandas individuales de los aparatos, y se multiplica el resultado por el respectivo factor de simultaneidad entre los aparatos considerados.

$$\mathrm{Demanda} = (\mathrm{Numero\ de\ Equipos} * \mathrm{Demanda\ individual} * \mathrm{FSim} * \mathrm{Fu}) \qquad \text{Ecuación 6}$$

Dimensionamiento de conductores eléctricos

De acuerdo a (Ventura Isaías, 2007, pág. 119), "En las instalaciones eléctricas residenciales y en las instalaciones eléctricas industriales los elementos que proveen las trayectorias de la circulación de la corriente eléctrica son los CONDUCTORES forrados o cubiertos con un material aislante, desde luego que el material aislante no es no es conductor de la electricidad, con esto se garantiza que el flujo de corriente sea únicamente a través del conductor. El material que normalmente se utiliza en los conductores para instalaciones eléctricas es el cobre y se aplica en el caso específico de las instalaciones eléctricas industriales y en las instalaciones eléctricas residenciales dentro de la categoría de las instalaciones de "Baja tensión" que son aquellas cuyos voltajes de operación no exceden a los 1000 voltios entre líneas o hasta 600 voltios entre línea y tierra".

De acuerdo a (Fernandez Dardo, 2002, pág. 44), “Los conductores 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”.

La sección mínima de los conductores debe satisfacer en forma simultánea a 3 criterios:

- Capacidad de conducción de corriente.
- Límite de caída de voltaje.
- Capacidad de conducción de la corriente de corto - circuito por un tiempo limitado.

Corriente de carga en circuitos monofásicos

Con el valor de la demanda calculada se obtiene la corriente de carga a partir de la ecuación.

$$Ic = \frac{Dc}{Vfn * Cos\varphi} \qquad \text{Ecuación 7}$$

Dc = Demanda de carga [W]

Vfn = Voltaje fase neutro [V]

Cos φ = factor de potencia [Adimensional]

Corriente de carga en circuitos trifásicos

Puedan ser circuitos de 3 conductores o 4 conductores. Considerando que los aparatos o equipos están conectados equilibradamente entre fases o entre fase y neutro, la corriente se determina a través de la siguiente ecuación:

$$Ic = \frac{Pc}{\sqrt{3} * Vff * Cos\varphi} \qquad \text{Ecuación 8}$$

Vff = Voltaje fase-fase [V]

Pc = Potencia activa que demanda la carga [W]

Cálculo de los conductores por caída de voltaje

De acuerdo a (Enriquez Harper, 1996, pág. 95), "El voltaje en las terminales de la carga es por lo general menor que el voltaje de alimentación, la diferencia de voltaje entre estos dos puntos se conoce como "La caída de voltaje", las norma técnicas para instalaciones eléctricas recomiendan que la máxima caída de voltaje (desde la alimentación hasta la carga), no debe exceder al 5%, de los cuales 3% se permite a los circuitos derivados (del tablero o interruptor a la salida para utilización) y el otro 2% se permite al alimentador (de la alimentación al tablero principal)".

Sistemas monofásicos

El estudio de la caída de voltaje se puede efectuar para casos específicos similares a los que se tienen en las instalaciones eléctricas.

$$E\% = 4 * \frac{L*I}{Vfn*S}$$ Ecuación 9

E% = Caída de voltaje en porciento

L = Longitud del conductor en [metros]

I = Corriente en amperios por conductor en [A]

Vfn = Voltaje fase-neutro en [V]

S = Sección del conductor en [mm^2]

Sistema trifásico a cuatro hilos

Este es el caso típico de los sistemas conectados en estrella.

$$E\% = 2 * \frac{L*I}{Vfn*S}$$ Ecuación 10

Sistema trifásico a tres hilos

Este sistema está conectado en delta.

$$E\% = 2 * \sqrt{3} * \frac{L*I}{Vff*S}$$ Ecuación 11

E% = Caída de voltaje en porciento

L = Longitud del conductor en [metros]

I = Corriente en amperios por conductor en [A]

Vff = Voltaje fase-fase en [V]

S = Sección del conductor en [mm^2]

Cargos por bajo factor de potencia

Según (ARCONEL, Codificación del Reglamento de Tarifas Eléctricas, 2002, pág. 13-14), "Para aquellos consumidores a los cuales el Sistema de Medición fijado por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, ARCONEL, considere la medición de energía reactiva, el distribuidor registrará mensualmente el factor de potencia".

Aquellos clientes que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0,92, la facturación total mensual será recargada en un factor igual a la relación por cociente entre 0,92 y el factor de potencia registrado.

Cualquiera sea el tipo de consumidor, cuando el valor medido del factor de potencia fuese inferior a 0,60 el distribuidor, previa notificación, podrá suspender el servicio eléctrico hasta tanto el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

Diagrama unifilar

De acuerdo a (Grainger & Stevenson, 1996, pág 43), "El diagrama unifilar indica, por una sola línea y por símbolos estándar, como se conectan las líneas de transmisión con los aparatos asociados de un sistema eléctrico. El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa información significativa acerca del sistema".

Un diagrama unifilar muestra los elementos o equipos importantes que se encuentran conectados en un sistema eléctrico, con el fin de suministrar información de forma clara y concisa.

Aspectos generales del software ETAP

Según (ETAP Operation Technology, 2012), “ETAP es la herramienta más completa de análisis y control para el diseño, simulación, automatización de generación y operación de sistemas de potencia eléctricos de distribución e industrias. ETAP ha sido desarrollado bajo un programa de calidad exigente y es utilizado como software de alto impacto en todo el mundo”.

Modular estándar ETAP 12.6.0

- Simulación y análisis
- Cortocircuito ANSI / IEE
- Cortocircuito IEC
- Flujo de carga
- Arranque de motores
- Arco voltaico
- Arco eléctrico CA
- Arco eléctrico CC
- Cuadros
- Cuadros ANSI / IEC
- Dispositivos de protección
- Coordinación y Selectividad
- Secuencias de operación
- Interfaz para calibración de relés
- Modelos dinámicos definidos por el usuario

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Para la realización del presente proyecto de investigación se planteó la siguiente hipótesis.

“El análisis de la demanda eléctrica en la planta procesadora de alimentos GENIM S.A., permitirá rediseñar el suministro eléctrico con vista a suplir la demanda actual y satisfacer la demanda proyectada.”

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:

En el presente proyecto de investigación, se utilizará los diferentes tipos de metodologías como son: Hipotético – Deductivo, Analítico – Sintético así también los diferentes tipos de Investigación, técnicas de Investigación e Instrumentos de Investigación todo esto con el fin de obtener información necesaria para el desarrollo del proyecto de investigación y así plantear una propuesta de solución para el tema planteado.

Tabla 2. Metodología de investigación

No.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTOS
1	Método Hipotético Deductivo	Recopilación de Información
2	Método Analítico-Sintético	Análisis de los Elementos del Sistema Eléctrico

Realizado por: Los postulantes

Tabla 3. Tipos de investigación

No.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTOS
1	Investigación Bibliográfica	Computadora, Libros, Internet
2	Investigación de Campo	Visita al Área de Trabajo
3	Investigación Exploratoria	Reconocimiento del Lugar de Trabajo

Realizado por: Los postulantes

Tabla 4. Técnicas de investigación

No.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTOS
1	Medición	Analizador Fluke 435
2	Simulación y Modelación	Software Etap 12.6.0 Software AutoCad 2017

Realizado por: Los postulantes

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable Independiente

Análisis de la potencia de suministro eléctrico.

Variable Dependiente

Mejorar y proyectar el incremento de carga.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Generalidades de la empresa GENIM S.A. – producción agrícola

La Empresa Genim S.A. está dedicada al procesamiento de cereales andinos, principalmente quinua, chía, amaranto, bajo la marca Inca's Treasure para exportación y mercado local. Ofreciendo al cliente los productos más nutritivos que se cultivan de la forma más sostenible y que fomentan los ideales de un estilo de vida saludable.

El Consejo Sectorial de la Producción de Ecuador aprobó nuevos contratos de inversión por 1.205 millones de dólares en los sectores de minería, alimentos, metalmecánica, agroforestal, entre otros. Entre los principales contratos se encuentran el procesamiento de cereales andinos a cargo de Genim S.A. Producción Agrícola por lo que construirá una planta de procesamiento de cereales andinos. La inversión asciende a 4,5 millones y se establecerá en Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

La planta se divide en áreas administrativa, producción y bodega, la jornada laboral es de lunes a viernes con horario de 24:00 diarias.

Red de medio voltaje

La red de medio voltaje que suministra a la planta de alimentos Genim S.A. es proporcionada por la Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A. (ELEPCOSA), con una red trifásica desde la Subestación San Rafael – 02SR, con alimentador primario 02SR13B1S1 – Brigada Patria - La Calera hasta pasar por la planta industrial a un nivel de voltaje de 13,8 [KV] entre fases.

La derivación en medio voltaje se encuentra instalado en dos postes de H.C. con una carga de rotura horizontal de 500kg, con los siguientes números de poste P178918 y P178919 con coordenadas 730483 - 9905096, en una estructura 3CPT, la conexión de la línea de medio voltaje se encuentra con un conector wejtap con una bajante en medio voltaje hasta el seccionador fusible 3S100T con pararrayos SPT-3P10 hasta llegar a los bushing de medio voltaje del transformador trifásico marca Inatra tipo convencional.

Red de bajo voltaje

La red de bajo voltaje está conectada con conductor TTU para 600 [V] de calibre 3x1/0 + 1/0 para las tres fases y el neutro que van desde el transformador con una bajante al sistema de medición posteriormente con una acometida subterránea instalada en tubo PVC de diámetro de 110mm, hasta el tablero general a un nivel de voltaje de 220 [V] entre fases, a 4 hilos.

Desarrollo del análisis del sistema actual mediante mediciones

Figura 1. Instalación del analizador de carga fluke 435 en el tablero general de distribución.

Fuente: Planta Procesadora de Alimentos GENIM S.A.

El tablero general de distribución está compuesto de un breaker general de 600 [A], además de 3 breaker secundarios para los circuitos ramales con capacidad de 250 [A], 200 [A], y 100 [A], los cuales distribuyen la carga en las tres áreas de producción las mismas que protegen al sistema de cualquier contingencia.

Para la obtención de los datos sobre el comportamiento de la carga en función de la producción se instaló el analizador de carga marca Fluke 435 después del breaker principal de 600 [A] el mismo que recolecto datos en intervalos de 5 minutos durante 7 días, reflejando datos de corriente, voltaje, frecuencia, potencia activa, potencia aparente, potencia reactiva, factor de potencia.

El analizador se instaló con pinzas conectadas directamente a las barras principales de las tres fases A, B, C, más neutro N, y puesta a tierra, para datos de corriente se instaló sondas flexibles alrededor de cada una de las barras anteriormente mencionadas, en la figura 1 se muestra la instalación del analizador en el tablero general.

Descarga, recolección y clasificación de datos

Una vez transcurrido el periodo de adquisición de datos se procedió a la descarga desde la tarjeta sim SD para clasificarlos en software Excel y aplicación de histogramas de frecuencia, con ello determinar la curva de demanda diaria, encontrando como observación que la planta no estaba operativa el fin de semana puesto que reflejo una carga sumamente pequeña, es por esto que se analizó los datos correspondientes a los 5 días laborables.

Tabla 5. Potencias totales de la planta Genim s.a.

Hora	P – [kW]	S – [KVA]	Q – [KVAR]
0	6,02	14,25	2,51
1	7,91	10,45	2,36
2	8,03	9,21	3,74
3	7,60	9,80	3,01
4	6,56	8,67	2,72
5	6,56	7,81	1,90
6	4,04	10,03	2,90
7	4,81	5,60	2,99

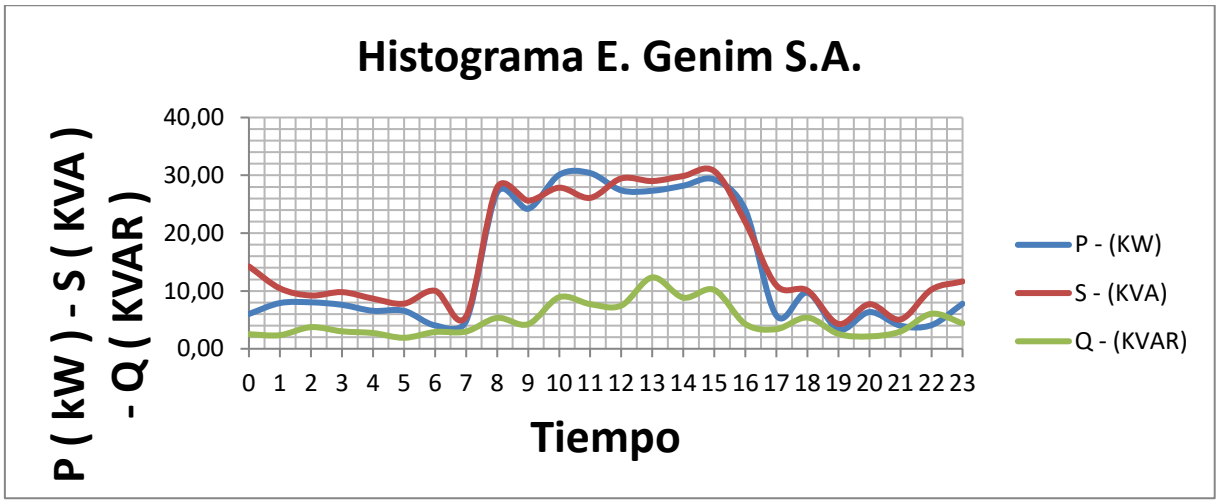
8	27,03	27,90	5,34
9	24,22	25,61	4,25
10	30,09	27,86	8,92
11	30,38	26,10	7,72
12	27,40	29,47	7,47
13	27,33	29,01	12,34
14	28,20	29,88	8,84
15	29,28	30,72	10,18
16	23,98	21,91	4,28
17	5,74	10,96	3,40
18	9,71	10,07	5,40
19	3,30	4,29	2,57
20	6,35	7,71	2,15
21	3,99	5,07	2,99
22	4,09	10,24	6,05
23	7,79	11,65	4,40

Realizado por: Los postulantes

En el gráfico 1 mostrado a continuación se aprecia el comportamiento de las potencias activa, aparente, reactiva y su variación en el tiempo lo cual se manifiesta con valores relativamente superiores de potencia activa y aparente con respecto a la potencia reactiva, durante el periodo de máxima demanda que va desde las 8:00 a 16:00 horas y durante el periodo restante la variación entre estas potencias es menos notorio.

Se puede pernoctar que la potencia activa máxima es 30,38 [kW], potencia aparente máxima es 30,72 [KVA] y potencia reactiva máxima es 12,34 [KVAR], se puede apreciar que la potencia reactiva es sumamente menor con respecto a las otras dos potencias debido a que la planta cuenta con bancos de niquelinas las cuales no consumen potencia reactiva evitando que se genere un bajo factor de potencia.

Gráfico 1. Curva de carga diaria de la planta Genim s.a.

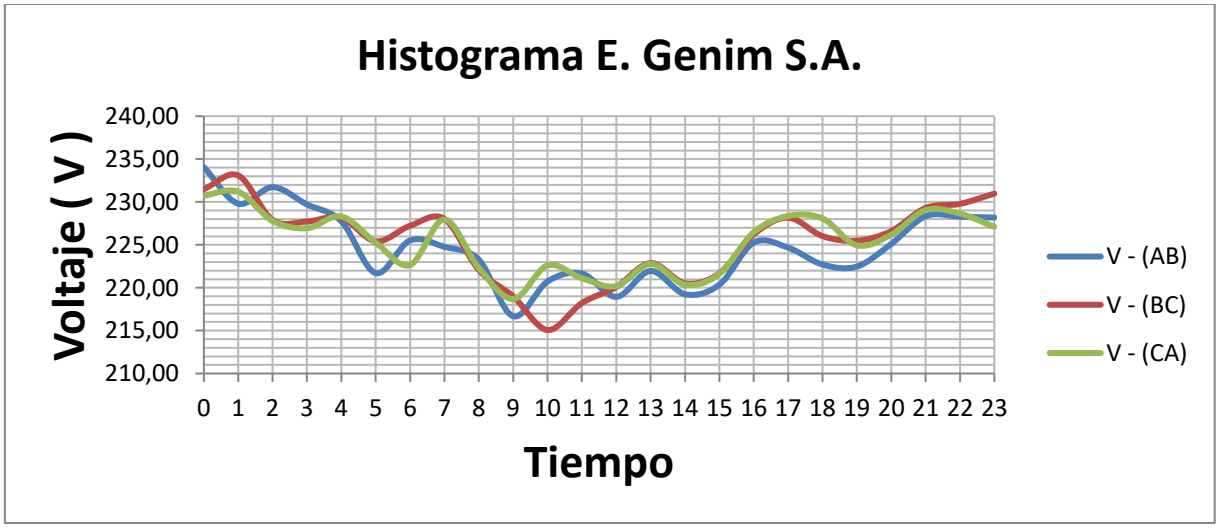


Realizado por: Los postulantes

Perfiles de voltaje

En el gráfico 2 se aprecia que los perfiles de voltaje en el estado de máxima demanda se encuentran fuera del rango permitido con un valor de 2,24% que de acuerdo a (Enriquez Harper, 1996, pág. 95), manifiesta que los rangos permitidos que para este caso que va desde el transformador al tablero general debe ser el 2 % de máxima caída de voltaje. Teniendo en cuenta que el Tap del transformador se encuentra en la última posición, por lo cual no se puede tomar como una alternativa de corrección del nivel de voltaje y optar por otras opciones.

Gráfico 2. Voltaje en las tres fases de la planta Genim s.a.

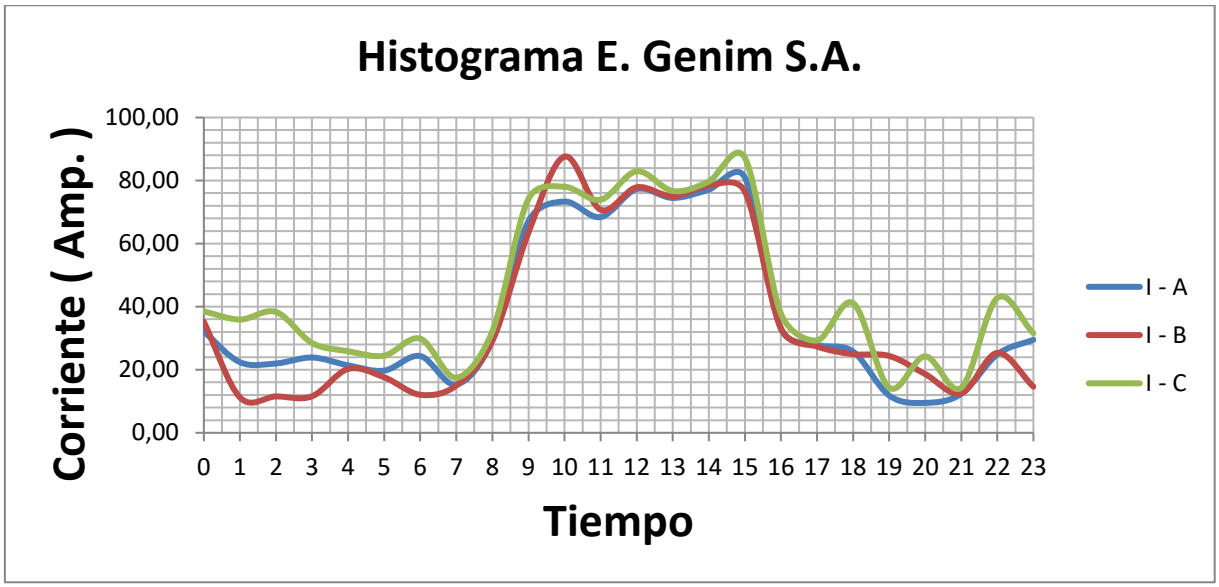


Realizado por: Los postulantes

Perfiles de corriente

En el gráfico 3 se puede observar que hay un leve desbalance entre líneas ocasionado por el uso de luminarias y en ocasiones el de máquinas y herramientas monofásicas las cuales se utilizan para el mantenimiento de la maquinaria usada en la producción. De forma general se puede decir que el sistema se encuentra balanceado en la mayor parte del tiempo. Teniendo como valores máximos en la línea A 81[A], en la línea B 87,60[A] y la línea C 87,20[A].

Gráfico 3. Corriente en las tres líneas de la planta Genim s.a.



Realizado por: Los postulantes

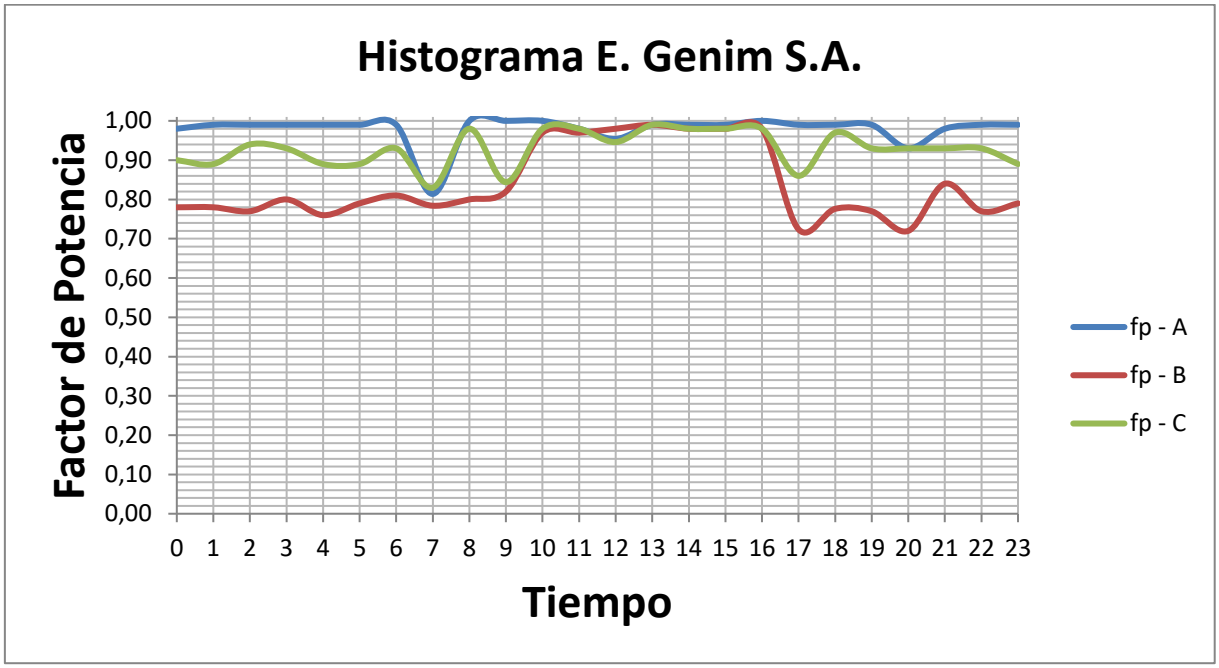
Factor de potencia

Según la codificación del reglamento de tarifas eléctricas Art. 27 del ARCONEL, es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente lo cual no debe ser menor a 0,92 para evitar posibles penalizaciones por parte de la empresa distribuidora de suministro eléctrico.

Los resultados obtenidos en nuestro caso arrojan valores fuera de los límites permitidos por el artículo mencionado, aclarando que este valor debe ser el valor medio del mes a facturar. La curva expuesta a continuación muestra valores de las tres fases dando como resultado la fase A y fase C dentro de los valores permitidos, la fase B se encuentra fuera del rango establecido por cuestiones de cargas inductivas monofásicas que se usan ocasionalmente.

Aclarando que el resultado final de este análisis es en un periodo de 5 días por lo que no refleja el valor medio mensual de factor de potencia, la empresa cuenta con la planilla del mes de marzo donde se tomó los datos con el analizador y la media de este mes en mención es de 0,96 de factor de potencia, a causa de esto no es necesario implementar un banco de capacitores para corregir este valor.

Gráfico 4. Factor de potencia de la planta Genim



Realizado por: Los postulantes

Levantamiento de carga

A continuación, se muestra la tabla 6, la misma indica las máquinas que se encuentran instaladas en la planta de producción con sus respectivas potencias nominales y la aplicación de cada una de estas en los sectores correspondientes. Tomando en cuenta que estas máquinas no operan con un factor de simultaneidad de uno, esto depende de la secuencia que se maneja en el proceso productivo.

Esto se realizó aplicando la técnica de observación de campo, la cual permite obtener datos reales de cada una de las máquinas y tomando lecturas con instrumentos de medición eléctrica para aquellos que no cuentan con su respectiva placa de características.

Se pudo también observar que de la potencia instalada aproximadamente la mitad de la carga es inductiva y la otra parte corresponde a carga resistiva.

Tabla 6. Detalle de cargas instaladas en la planta de alimentos.

NUMERO	TIPO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA [kW]	TOTAL [kW]
1	Motor de Inducción	- Compresor	11	11
1	Motor de Inducción	- Extractor de humedad	7.5	7.5
1	Motor de Inducción	- Escarificadora	5.5	5.5
2	Motor de Inducción	-Vibrador zaranda - Bomba pozo profundo de agua	3.75	7.5
2	Motor de Inducción	- Limpiador de residuos medios - Bomba de superficie	2.2	4.4
4	Motor de Inducción	- Elevadores	1.5	6
1	Motor de Inducción	- Banda transportadora	0.75	0.75
12	Tecnología Led	- Luminarias	0.5	6
1	Varios	- Toma Corrientes - Sistemas de seguridad - Oficinas	2.2	2.2
2	Resistivos	- Niquelinas	24	48
			Potencia instalada total	98.85

Realizado por: Los postulantes

Cálculo del factor de demanda

Para determinar el factor de demanda se utilizó la ecuación 1 y se tomó el valor máximo demandado a las 11:00 que fue de 30,38 [kW] divido para la potencia total instalada, el detalle de demanda máxima se encuentra en el anexo 1 y el de potencia instalada en la tabla 6.

$$\mathrm{Fd} = \frac{\mathrm{Dmax}}{\mathrm{Pinst}}$$

$$\mathrm{Fd} = \frac{30{,}38\ \mathrm{kW}}{98{,}85\ \mathrm{kW}} = 0{,}31$$

Cálculo del factor de carga

Para determinar el grado de demanda máxima que mantuvo la instalación se aplicó la ecuación 2, en este caso se tomó la demanda media de las 24 horas y la demanda máxima a las 11:00 horas de esta forma saber si está siendo utilizada de forma adecuada la energía durante el periodo de demanda máxima, estos valores se registran en el anexo 1.

$$\mathrm{Fc} = \frac{\mathrm{Dmed}}{\mathrm{Dmax}}$$

$$\mathrm{Fc} = \frac{14{,}18}{30{,}38} = 0.47$$

Esto demuestra que aproximadamente la mitad del tiempo opera a demanda máxima.

Cálculo del factor de perdida

Para determinar qué porcentaje de perdida se tiene en un intervalo de tiempo a demanda máxima se aplica la ecuación 3 con los valores obtenidos de la ecuación 2.

$$\mathrm{Fpe} = (0{,}30 * \mathrm{Fc}) + (0{,}70 * \mathrm{Fc}^2)$$

$$\mathrm{Fpe} = (0{,}30 * 0.47) + (0{,}70 * 0.47^2) = 0.29$$

Se concluye que este valor de perdida es elevado, porque la empresa cuenta con dos bancos de resistencias los cuales se reflejan dentro de la carga como perdidas por efecto Joule el cual indica que $\mathrm{Pp} = \mathrm{I}^2 * \mathrm{R}$.

Diagrama unifilar

Con el levantamiento de datos se obtuvo la distribución de las cargas con su respectiva acometida general que parte del transformador hasta el tablero general y subtableros los mismos que protegen y controlan a cada una de las cargas.

Además, se identificó los calibres, longitud y tipos de conductores instalados en cada uno de los tramos, de igual forma partiendo del transformador hasta cada una de las respectivas cargas, dando lugar a la elaboración del diagrama unifilar el cual permitirá entender el orden de las conexiones para a futuro planificar, diseñar y expandir las instalaciones de ser necesarios, en el anexo 2 se muestra el diagrama unifilar de la instalación actual.

Simulación en Etap

Este software para casos de simulación de sistemas eléctricos industriales resulta ser amigable y cómodo con el usuario debido a que el simulador viene con librerías cargadas, los cuales son: cables, elementos de protección, transformadores, generadores, motores, cargas, equivalente de red, además de otros que se usan de acuerdo a la necesidad de simulación.

Todos estos parámetros se pueden establecer bajo norma ANSI o IEC además de que son configurables a una gran variedad de fabricantes o marcas existentes y acorde a la regulación vigente de cada país.

Elementos de simulación en Etap

Equivalente de red

Para este caso de simulación el elemento más relevante es el equivalente de red el mismo que representa la red de medio voltaje a 13,8 [KV] de la Empresa Eléctrica Cotopaxi (ELEPCO S.A.) el cual proporcionará toda la potencia requerida por la industria o cualquier usuario a conectarse en este, el resto de elementos utilizados en la simulación son de uso habitual en todo tipo de instalación industrial.

Barras

Para la simulación se utilizó barras configuradas en dos niveles de voltaje:

Barra de medio voltaje a 13,8 [KV]

Barra de bajo voltaje a 0,22 [KV]

Transformador

En el caso del transformador de 50 [KVA] se utilizó para la simulación uno de dos bobinados con una configuración Dy5 sólidamente aterrizado, con voltaje en el lado primario de 13,8 [KV] y en el lado secundario con 0,22 [KV].

Cable

Los cables y longitudes que se utilizaron para la simulación son los que se obtuvieron en el levantamiento de datos los cuales se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Detalles de los cables utilizados en el software Etap.

Calibre AWG	Tipo	Material	Frecuencia [Hz]	Voltaje [KV]	Longitud [m]
1/0	Rubber	Cobre	60	0,6	60
6	THHN	Cobre	60	0,6	25
10	THHN	Cobre	60	0,6	25
12	THHN	Cobre	60	0,6	25
14	THHN	Cobre	60	0,6	25

Realizado por: Los postulantes

Carga

Para el caso de las cargas se utilizó:

Elemento de carga para: Iluminación, Varios, Niquelinas se configuro acorde a datos del levantamiento de carga en la tabla 6.

Elemento motor de inducción para: Motores, se configuro con los datos de la tabla 6.

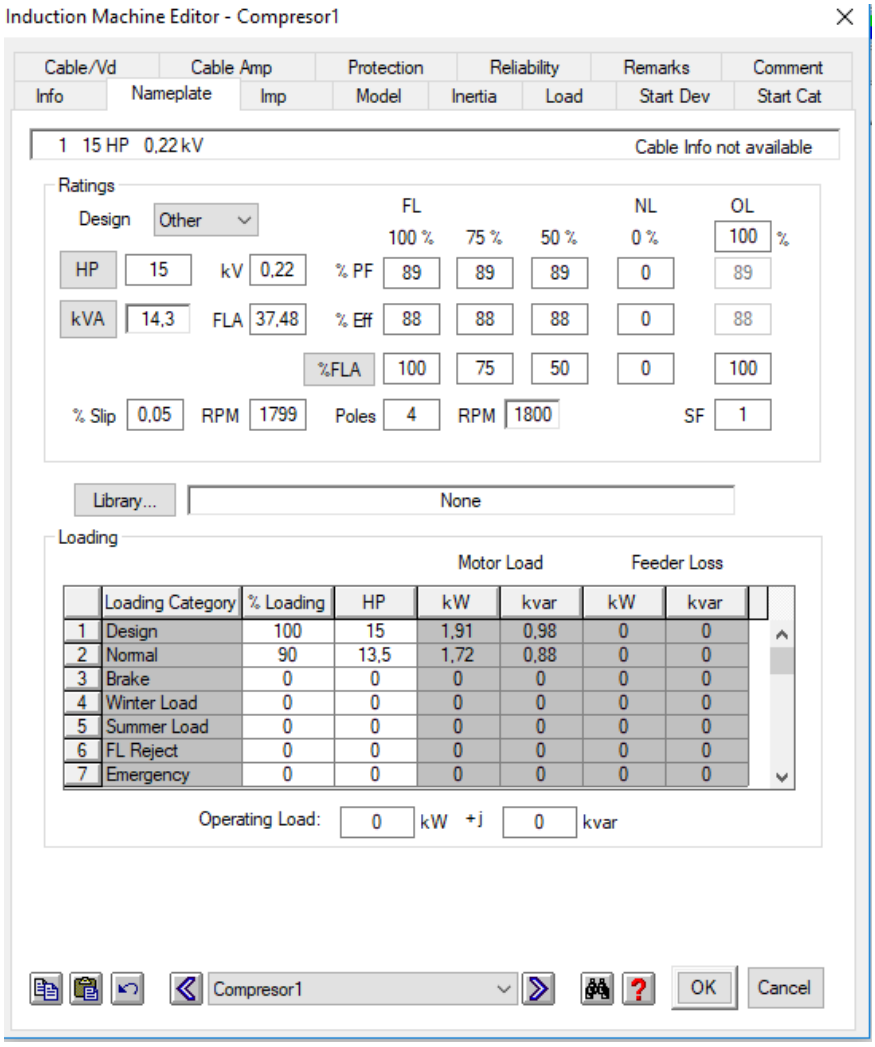
Protección

Breaker de bajo voltaje: en referencia a los parámetros de protección se aplicó los elementos existentes en las librerías de ETAP y similares a los instalados en la planta de alimentos.

Simulación del flujo de carga en ETAP

En la figura 2 se muestra la simulación del sistema actual a demanda máxima generada en un intervalo de tiempo por la planta de alimentos, trasladando el diagrama unifilar actual al software de simulación ETAP, todo esto con los datos obtenidos del análisis descrito en la descarga, recolección y clasificación de datos, anexo 1 y 2.

Figura 2. Configuración de datos de la carga del sistema actual en el Software ETAP a demanda máxima.



Realizado por: Los postulantes

Después de haber realizado la simulación se observó que los valores arrojados por el software ETAP concuerdan con los valores tabulados mediante la aplicación de histogramas de frecuencia en el software Excel extraídos del analizador de carga, los resultados de simulación actual se muestran en el anexo 5.

Tomando en cuenta que se trabajó con el horario de demanda máxima siendo la hora punta 11:00 horas la misma que se toma como referencia para el análisis en todos los casos explicados anteriormente durante el desarrollo.

Tabla 8. Análisis de los perfiles de voltaje entre el analizador 435 y el simulador Etap.

Parámetro	Resultados aplicando histogramas	Resultados en %	Resultados de simulación en Etap	Resultados en %	Límite permitido %
Voltaje - AB	216,67 V	2,41 %	214,14 V	2,67 %	2 %
Voltaje – BC	215,07 V	3,13 %	214,14 V	2,67 %	2 %
Voltaje - CA	218,69 V	1,5 %	214,14 V	2,67 %	2 %

Realizado por: Los postulantes

Observando los resultados en la tabla 8 coinciden entre los del analizador con los simulados en el software ETAP, recalcando que estos valores se encontraron fuera de los límites preestablecidos en el punto de análisis, el cual indica que debe ser el 2% de caída de voltaje desde el transformador hasta el tablero general de distribución.

Al estar estos niveles por debajo de los permitidos y estando las protecciones configuradas con estos límites de 2% es evidente que el sistema de protección colapse, dando lugar a un corte de energía inesperado en todo el sistema, causando posibles daños en la maquinaria paralizando el proceso productivo ocasionando pérdidas económicas.

Teniendo estos resultados de referencia evidentemente no se puede incrementar carga, pues en la actualidad el problema no radica por falta de potencia más bien es por bajos niveles de voltaje los mismos que ocasionan perdidas en el sistema por incremento de corriente.

Se pretendió como alternativa de solución cambiar la posición del Tap a un nivel superior, pero este se encontraba en su último punto, generando la búsqueda de otras posibles soluciones.

Proyección de la nueva demanda a implementarse

Dentro de la planta procesadora de alimentos GENIM S.A. tienen planificado la expansión de sus instalaciones a corto plazo lo cual hace urgente la planificación del crecimiento de la demanda para satisfacer la nueva línea de producción, además de cumplir con estándares internacionales dado que la empresa pretende exportar sus productos al mercado internacional.

Es por esto que resulta necesario proyectar la demanda en función a los nuevos equipos que constan de nueva tecnología, mismos que ayudaran a una producción rápida, eficaz dando como resultado un producto de mejor calidad.

Como punto de partida se utilizó los resultados del análisis actual, debido a que la nueva línea de producción constara de un comportamiento similar, además de aliviar el uso continuo de ciertas máquinas de la línea de producción actual, haciendo que estas máquinas cumplan su vida útil bajo condiciones normales.

Con esto también se logrará corregir los perfiles de voltaje, valores que se encuentran fuera de los límites permitidos por la regulación vigente, esto se lo realizara con el traspaso de carga al nuevo transformador a instalar.

Determinación de la demanda proyectada

En la tabla 9 se detallan las características de las maquinas a instalarse en la planta procesadora de alimentos los mismos que servirán para el cálculo de la demanda.

Tabla 9. Detalle de potencia a instalarse en la planta de alimentos.

NUMERO	TIPO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA [kW]	TOTAL [kW]
1	Motor de Inducción	- Extractor de polvo de toda la planta	55,950	55,950
1	Motor de Inducción	- Empacadora automática	7,460	7,460
7	Motor de Inducción	- Dosificador y pesadores	5,595	39,165

		- Escarificadoras de presión con agua - Extractores de humedad		
1	Motor de Inducción	- Detector de metales	3,73	3,73
1	Motor de Inducción	- Compresor (Conmutación)	11,19	11,19
			Potencia instalada total	117,495

Realizado por: Los postulantes

Parea determinar la demanda proyectada se utilizó la ecuación 6 para lo cual se solicitó las características de los equipos que tienen planificado instalar, se adjunta el cálculo en el anexo 3.

$$\text{Demanda} = \text{Numero de Equipos} * \text{Demanda individual} * \text{FUn} * \text{FSn}$$

$$\text{Demanda 75 HP} = 1 * 55{,}950 * 80\% * 80\% = 35{,}808$$

$$\text{Demanda 10 HP} = 1 * 7{,}460 * 80\% * 80\% = 4{,}774$$

$$\text{Demanda 7,5 HP} = 7 * 5{,}595 * 80\% * 80\% = 25{,}066$$

$$\text{Demanda 5 HP} = 1 * 3{,}730 * 80\% * 80\% = 2{,}387$$

$$\text{Demanda de conmutación 15 HP} = 1 * 11{,}5 * 80\% * 80\% = 7{,}36$$

$$\text{Demanda Total} = 92{,}49\ [\text{KVA}]$$

El detalle de proyección a corto plazo se muestra en el anexo 3 en el mismo que esta con una tasa de crecimiento del 2% anual a 5 años tomando en cuenta que la planta de alimentos ya no crecerá más en sus instalaciones debido a las limitaciones de su espacio físico.

En definitiva, se propone la implementación de un transformador trifásico de tipo convencional a 220 [V] de 100 [KVA] para satisfacer la demanda calculada en el inciso anterior.

Dimensionamiento de conductores por corriente aparente

Acorde a los resultados de cálculo y al anexo 9 se eligió el conductor # 4/0 de cobre tipo TTU-0.6 [KV]. Estos son especialmente aptos para instalaciones a la intemperie o directamente enterrados, estos son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales y comerciales. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es 75 ºC y su voltaje de servicio para todas las aplicaciones es 600 [V], el valor de potencia instalada se encuentra en la tabla 9 y se toma en cuenta un valor de 0,9 de factor de potencia.

$$\mathrm{Ic} = \frac{\mathrm{Pc}}{\sqrt{3} * \mathrm{Vff} * \mathrm{Cos}\varphi}$$

$$\mathrm{Ic} = \frac{117{,}495}{\sqrt{3} * 220 * 0{,}9} = 342.60\ \mathrm{A}$$

Los cálculos de los conductores que van desde el tablero general a cada una de las cargas se lo realizo en base al mismo procedimiento.

Cálculo de los conductores por caída de voltaje

Por caída de voltaje de acuerdo al cálculo y al anexo 9 se eligió el conductor # 350 MCM de cobre tipo TTU-0.6 [KV] para mantener los perfiles de voltaje dentro de los parámetros establecidos que es el 2% desde el transformador hasta el tablero general con una distancia de 60 metros. Este conductor es especialmente apto para instalaciones a la intemperie o directamente enterrados, estos son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales y comerciales.

Este es el caso típico de los sistemas conectados en estrella de la ecuación 10.

$$\mathrm{E\%} = 2 * \frac{\mathrm{L} * \mathrm{I}}{\mathrm{Vfn} * \mathrm{S}}$$

$$\mathrm{E\%} = 2 * \frac{60\ \mathrm{m} * 342{,}60\ \mathrm{A}}{127 * 177\ \mathrm{mm}^2} = 1{,}82$$

Para el caso de caídas de voltaje en cada uno de los tramos que van desde el tablero general hasta las cargas, de igual forma para este caso se lo realiza con el mismo procedimiento.

Diagrama unifilar propuesto

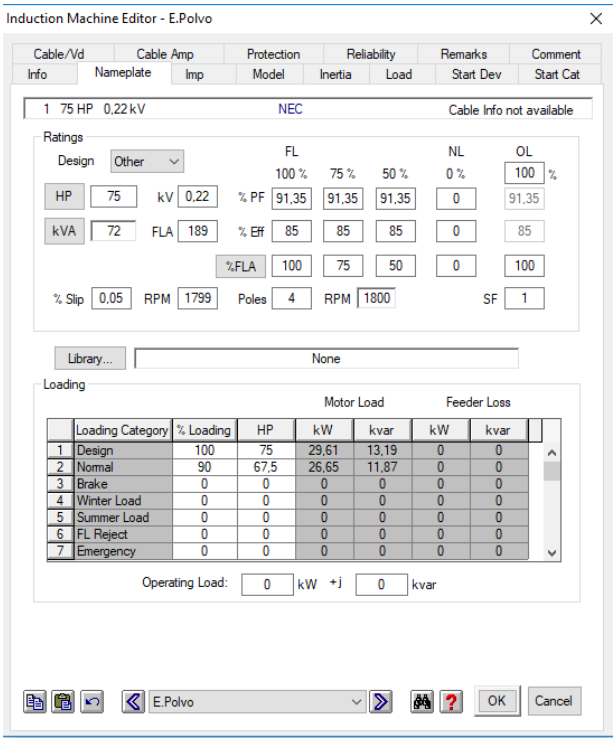
En base a los datos proporcionados por el gerente de planta Ing. David López y a los cálculos realizados se procedió a diseñar el diagrama unifilar con su respectiva distribución de cargas, protecciones, calibres de conductores además de la acometida general que parte del transformador hasta el tablero general, el plano se muestra en el anexo 4.

Simulación en ETAP del flujo de carga proyectado

Una vez obtenido el diagrama unifilar el siguiente paso es realizar la simulación con los datos del anexo 3, determinando el comportamiento de las nuevas instalaciones y verificar que no muestren problemas, además de no incumplir los límites máximos permitidos por la normativa, logrando como resultado el uso eficiente de la energía.

Al simular el sistema proyectado se muestra el comportamiento de las instalaciones, antes de ser implementados para en un futuro no tener que realizar cambios físicos como por ejemplo cambio de conductores, protecciones etc. Por lo que generaría gastos innecesarios por fallas de operación y por ende perdidas en la producción.

Figura 3. Configuración de datos en ETAP del flujo de carga proyectado



Realizado por: Los postulantes

Una vez concluido la simulación se observa que los valores calculados se encuentran dentro de los límites para poder trabajar bajo condiciones normales de voltaje, corriente y potencia, sin verse afectado el sistema durante un periodo de 5 años tomando en cuenta que llego al límite de su capacidad de expansión en su infraestructura física al culminar este periodo.

Como solución al sistema eléctrico se captó una parte de carga de la instalación actual ubicándola dentro de la planificación de expansión haciendo que se alivie la carga del transformador instalado y mejorando los perfiles de voltaje los cuales ocasionan problemas en la actualidad, los resultados de simulación proyectada se muestran en el anexo 6.

Se deja como opciones de libre disposición a la administración de la empresa la implementación de un solo transformador de 100 KVA el cual compensara la demanda proyectada más una porción de carga del sistema actual y como segunda opción la instalación de un solo centro de transformación para cubrir la demanda total de la planta.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Como impacto técnico se colaboró con la empresa GENIM S.A. al buen uso y manejo eficiente de la energía eléctrica dentro de sus instalaciones mediante el estudio del comportamiento del sistema eléctrico.

Técnicamente las dos propuestas son viables más no económicamente, cada una de estas alternativas conllevan sus propios requerimientos eléctricos los cuales representan valores económicos indistintos, además de detalles constructivos que podrían afectar la infraestructura.

La opción económica más factible se torna en la instalación de un transformador de 100 KVA, junto al transformador existente, de tomar la otra opción acarrea varias consecuencias como por ejemplo el dejar en desuso el transformador actual, la construcción de una red de medio voltaje subterránea y una cámara de transformación dentro de lo más relevante.

Con la ayuda y aplicación del presente proyecto de la planta procesadora de alimentos se puede generar menos gastos por uso irracional de la energía generando mayor utilidad para la misma.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Como todo sistema eléctrico para ser eficiente requiere de una gran inversión inicial la cual se recuperará en el tiempo, por lo que no se puede tomar aleatoriamente la instalación de los sistemas eléctricos de ninguna naturaleza, los datos de inversión se muestran en el anexo 7 y 8.

El dato por pérdida de producción hora fue facilitado por el gerente de planta, dicho valor es de $200 por hora, el promedio de cortes es de 4 interrupciones por mes dando como valor de $9600 al año.

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión Realizada}}{\text{Ahorro Total}}$$

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{10694{,}35}{9600} = 1{,}11$$

El tiempo en que se tardaría en recuperar la inversión es aproximadamente más de un año, por lo que sería una inversión factible por el corto tiempo de recuperación, evitando problemas en el funcionamiento continuo de la planta.

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{16255{,}25}{9600} = 1{,}69$$

En este caso de igual forma es factible realizar el proyecto, tomando en cuenta que el tiempo de recuperación es más extenso, además de que afecta a la infraestructura por perdida de espacio físico esto como limitante y como ventaja que toda la carga se encontraría en un solo punto manteniendo todo el sistema bajo las mismas características de calidad y continuidad del servicio eléctrico.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De acuerdo a los resultados del análisis se determina que los problemas actuales de la empresa Genim S.A. son causados por que el transformador a pesar de estar el Tap en su última posición, los valores de voltaje no logran mantenerse dentro de los rangos permitidos por norma.

Luego de la simulación en el software ETAP se concluyó que el sistema tiene algunas deficiencias en lo que respecta a mantener un nivel de voltaje constante, cuestión por la cual se acudió al lugar para verificar en qué posición se encontraba el TAP para descarta esta propuesta de mejora.

Al realizar la proyección de la demanda era evidente que no sería posible la implementación de más carga a este transformador, porque con la demanda actual presenta problemas en los niveles de voltaje más aun con un incremento de carga.

Además de verificar que los elementos instalados en la empresa se encuentran en óptimas condiciones y el problema no radica en ninguno de ellos, la necesidad de incrementar la potencia del transformador, hace que se tome en cuenta adicionar un transformador más para la carga proyectada y la otra opción reemplazarlo por uno que cubra la demanda requerida.

Se encontró que el factor de potencia está dentro de los valores reglamentarios, por lo que se descartó la implementación de un banco de compensación reactiva para mejorar los perfiles de voltaje.

Después de la recolección y tabulación de datos se determinó que el sistema se encuentra en óptimas condiciones a demanda media, al estar a demanda máxima los perfiles de voltaje se encuentran fuera de los límites permitidos por la normativa vigente.

Se observó que la curva de demanda diaria refleja un comportamiento no muy habitual de una empresa industrial debido a que no tiene un proceso definido de producción.

Dentro de las opciones técnicas-económicas para mejorar el sistema de la planta de procesamiento de alimentos la mejor propuesta es la instalación de otro centro de transformación que se conecte al existente, debido a que si desechamos el transformador que actualmente se encuentra en funcionamiento generaría gastos innecesarios para la empresa.

Con el modelamiento de carga se logró dimensionar en forma adecuada los equipos eléctricos necesarios para el crecimiento que esta empresa pretende realizar en un futuro cercano en vista de que la planta se encuentra en un crecimiento continuo en su producción.

De acuerdo a lo observado y escuchado al gerente de la planta, se estableció una tasa de crecimiento del 2% para la proyección de la demanda, porque el espacio físico no permite instalar más potencia de carga.

También se verificó que los cálculos realizados coinciden con los resultados de la simulación, por lo que se tiene plena seguridad al momento de modelar la proyección requerida por dicha empresa, sin que esta tenga los inconvenientes encontrados en la instalación actual.

También se encontró que los elementos instalados en el tablero general de fuerza están sobredimensionados por lo que para la implementación de la nueva carga únicamente se requiere el centro de transformación.

Recomendaciones

Para el caso de la recolección de datos tomar muy en cuenta la forma en la que se instala el analizador de carga, de no hacerlo en la forma correcta los datos pueden ser erróneos causando cálculos inadecuados.

Para tomar una decisión sobre la mejor oferta técnica-económica no se debe tomar en cuenta solo la parte económica sino también la mejor oferta técnica para mantener un servicio eficiente y de calidad.

En el caso de proyección se debe tener la mayor cantidad de datos posibles de la maquinaria y sus características, para un mejor resultado, el cual satisfaga toda la demanda planificada sin que se genere fallos por mal dimensionamiento.

De ser posible para la instalación del nuevo centro de transformación se lo realice a un nivel de voltaje mayor en el lado secundario esto permitirá que las pérdidas se reduzcan en mayor porcentaje por la disminución de la corriente que circulara por los conductores.

Se recomienda la utilización correcta de materiales caso contrario estos serán causantes de fallas intempestivas, provocando retrasos en la producción además de daños en los equipos eléctricos instalados y por lo tanto perdidas económicas.

Dentro de la modelación elegir las características más cercanas a lo requerido físicamente, no tomar valores aleatorios porque los resultados serán erróneos los cuales no garantizan el correcto funcionamiento de los equipos.

La recolección de los datos debe realizarse en lo posible cuando el área productiva este en su máximo nivel de requerimiento, esto reflejara las peores condiciones del sistema dando lugar a un mejor análisis con más detalle.

Para el modelamiento dentro del software ETAP se debe tener argumentos teóricos que permitan fundamentar la simulación y así no generar errores que perjudiquen el buen desarrollo de la producción al momento de entrar en operación.

15. BIBLIOGRAFÍA

Enriquez Harper. (1996). Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.

ETAP Operation Technology. (2012). Detalles del producto, 8.

Fernandez Dardo. (2002). Universidad Mayor De San Simón Facultad De Ciencias Y Tecnología Carrera De Ingeniería Eléctrica, 1–225.

Gonzalez Longatt, F. M. (2008). Introducción a los Sistemas de Potencia, 57.

Grainger, J., & Stevenson, W. (1996). Analisis-de-Sistemas-de-Potencia-Sep-Grainger-stevenson-Completo.pdf.

ARCONEL. (2002). Codificación del Reglamento de Tarifas Eléctricas, (2713), 1–15.

Robles Fiorella. (2007). Metodologia para el cálculo de factores de simultaneidad y demanda, 131.

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2007). *Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas*.

Universidad Nacional de Tucuman. (2016). Curva de Carga o de Demanda, 4. Retrieved from http://catedras.facet.unt.edu.ar/centraleselectricas/wp-content/uploads/sites/19/2014/10/Curvas-de-Carga-y-Generación.pdf

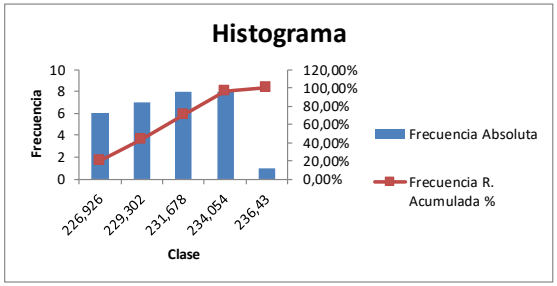
Ventura Isaías. (2007). Instalaciones eléctricas industriales, 1–174.

Villaroel Eva. (2008). Manual para el diseño de instalaciones eléctricas industriales livianas.

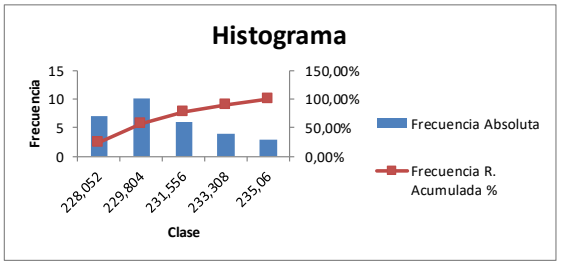
ANEXOS

Anexo 1. Histogramas de frecuencia

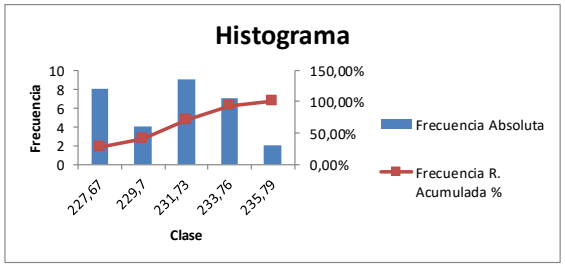
HORA	0		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	236,43		224,55	226,926	226,926	6	6	20,00%	20,00%
valor min	224,55		226,926	229,302	229,302	7	13	23,33%	43,33%
rango	11,88		229,302	231,678	231,678	8	21	26,67%	70,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	231,678	234,054	234,054	8	29	26,67%	96,67%
amplitud de clase	2,376	2,376	234,054	236,43	236,43	1	30	3,33%	100,00%



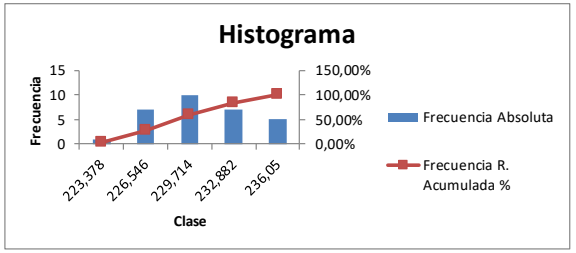
HORA	1		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	235,06		226,3	228,052	228,052	7	7	23,33%	23,33%
valor min	226,3		228,052	229,804	229,804	10	17	33,33%	56,67%
rango	8,76		229,804	231,556	231,556	6	23	20,00%	76,67%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	231,556	233,308	233,308	4	27	13,33%	90,00%
amplitud de clase	1,752	1,752	233,308	235,06	235,06	3	30	10,00%	100,00%



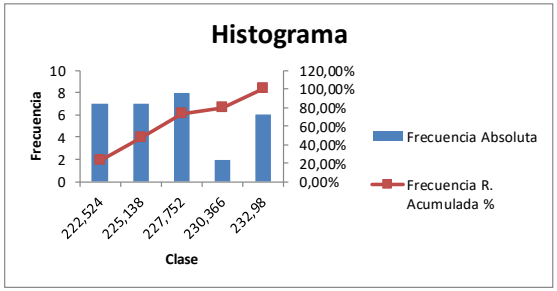
HORA	2		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	235,79		225,64	227,67	227,67	8	8	26,67%	26,67%
valor min	225,64		227,67	229,7	229,7	4	12	13,33%	40,00%
rango	10,15		229,7	231,73	231,73	9	21	30,00%	70,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	231,73	233,76	233,76	7	28	23,33%	93,33%
amplitud de clase	2,03	2,03	233,76	235,79	235,79	2	30	6,67%	100,00%



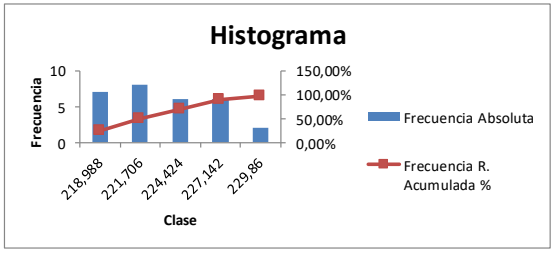
HORA	3		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	236,05		220,21	223,378	223,378	1	1	3,33%	3,33%
valor min	220,21		223,378	226,546	226,546	7	8	23,33%	26,67%
rango	15,84		226,546	229,714	229,714	10	18	33,33%	60,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	229,714	232,882	232,882	7	25	23,33%	83,33%
amplitud de clase	3,168	3,168	232,882	236,05	236,05	5	30	16,67%	100,00%



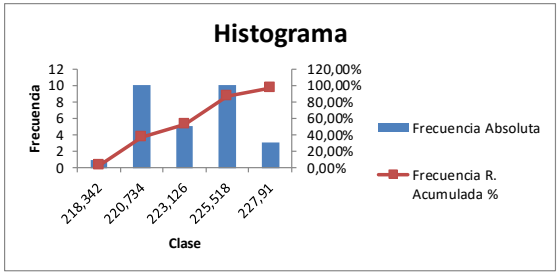
HORA	4		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	232,98		219,91	222,524	222,524	7	7	23,33%	23,33%
valor min	219,91		222,524	225,138	225,138	7	14	23,33%	46,67%
rango	13,07		225,138	227,752	227,752	8	22	26,67%	73,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	227,752	230,366	230,366	2	24	6,67%	80,00%
amplitud de clase	2,61	2,61	230,366	232,98	232,98	6	30	20,00%	100,00%



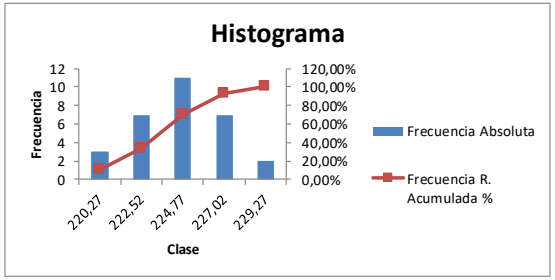
HORA	5		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	229,86		216,27	218,988	218,988	7	7	23,33%	23,33%
valor min	216,27		218,988	221,706	221,706	8	15	26,67%	50,00%
rango	13,59		221,706	224,424	224,424	6	21	20,00%	70,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	224,424	227,142	227,142	6	27	20,00%	90,00%
amplitud de clase	2,718	2,718	227,142	229,86	229,86	2	29	6,67%	96,67%



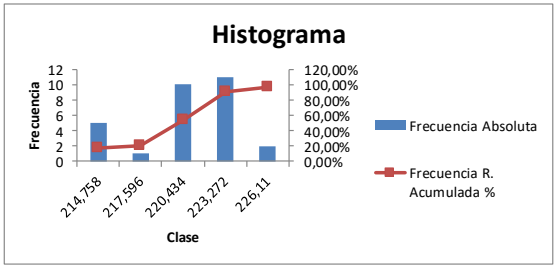
HORA	6		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	227,91		215,95	218,342	218,342	1	1	3,33%	3,33%
valor min	215,95		218,342	220,734	220,734	10	11	33,33%	36,67%
rango	11,96		220,734	223,126	223,126	5	16	16,67%	53,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	223,126	225,518	225,518	10	26	33,33%	86,67%
amplitud de clase	2,392	2,392	225,518	227,91	227,91	3	29	10,00%	96,67%



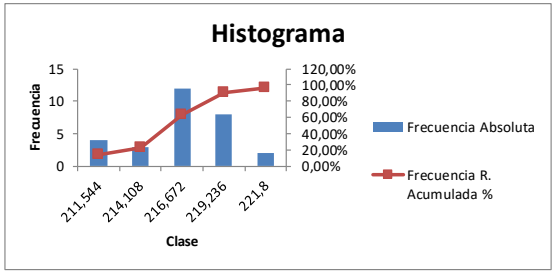
HORA	7		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	229,27		218,02	220,27	220,27	3	3	10,00%	10,00%
valor min	218,02		220,27	222,52	222,52	7	10	23,33%	33,33%
rango	11,25		222,52	224,77	224,77	11	21	36,67%	70,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	224,77	227,02	227,02	7	28	23,33%	93,33%
amplitud de clase	2,25	2,25	227,02	229,27	229,27	2	30	6,67%	100,00%



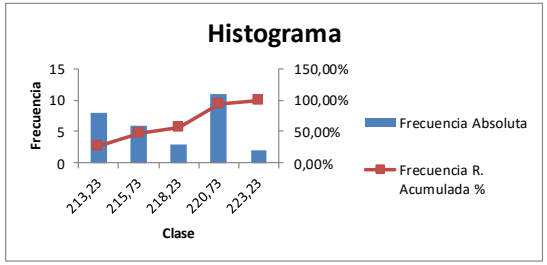
HORA	8		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	226,11		211,92	214,758	214,758	5	5	16,67%	16,67%
valor min	211,92		214,758	217,596	217,596	1	6	3,33%	20,00%
rango	14,19		217,596	220,434	220,434	10	16	33,33%	53,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	220,434	223,272	223,272	11	27	36,67%	90,00%
amplitud de clase	2,838	2,838	223,272	226,11	226,11	2	29	6,67%	96,67%



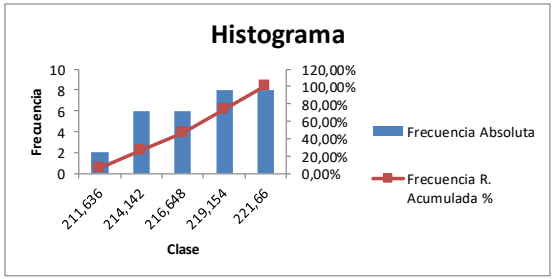
HORA	9		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	221,8		208,98	211,544	211,544	4	4	13,33%	13,33%
valor min	208,98		211,544	214,108	214,108	3	7	10,00%	23,33%
rango	12,82		214,108	216,672	216,672	12	19	40,00%	63,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	216,672	219,236	219,236	8	27	26,67%	90,00%
amplitud de clase	2,564	2,564	219,236	221,8	221,8	2	29	6,67%	96,67%



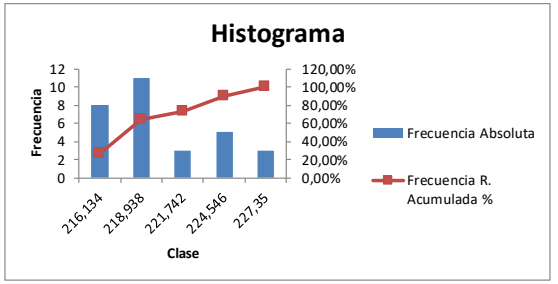
HORA	10		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	223,23		210,73	213,23	213,23	8	8	26,67%	26,67%
valor min	210,73		213,23	215,73	215,73	6	14	20,00%	46,67%
rango	12,5		215,73	218,23	218,23	3	17	10,00%	56,67%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	218,23	220,73	220,73	11	28	36,67%	93,33%
amplitud de clase	2,5	2,5	220,73	223,23	223,23	2	30	6,67%	100,00%



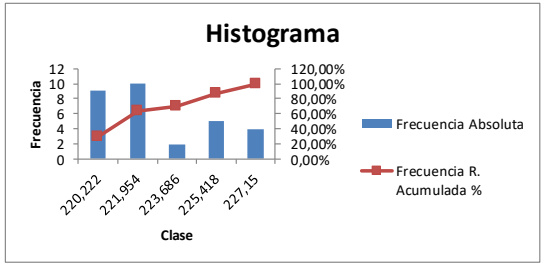
HORA	11		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	221,66		209,13	211,636	211,636	2	2	6,67%	6,67%
valor min	209,13		211,636	214,142	214,142	6	8	20,00%	26,67%
rango	12,53		214,142	216,648	216,648	6	14	20,00%	46,67%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	216,648	219,154	219,154	8	22	26,67%	73,33%
amplitud de clase	2,506	2,506	219,154	221,66	221,66	8	30	26,67%	100,00%



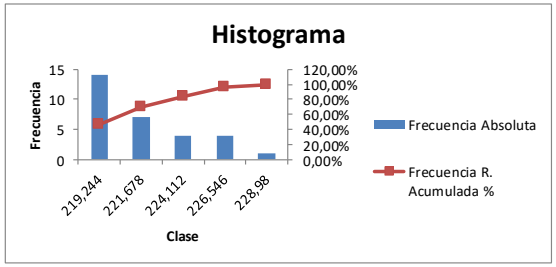
HORA	12		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	227,35		213,33	216,134	216,134	8	8	26,67%	26,67%
valor min	213,33		216,134	218,938	218,938	11	19	36,67%	63,33%
rango	14,02		218,938	221,742	221,742	3	22	10,00%	73,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	221,742	224,546	224,546	5	27	16,67%	90,00%
amplitud de clase	2,804	2,804	224,546	227,35	227,35	3	30	10,00%	100,00%



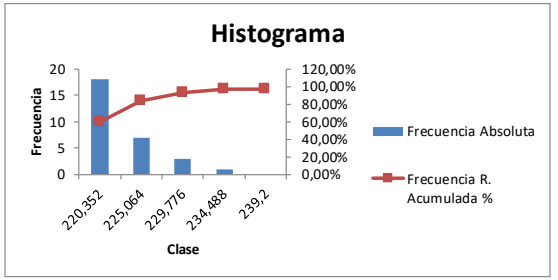
HORA	13		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	227,15		218,49	220,222	220,222	9	9	30,00%	30,00%
valor min	218,49		220,222	221,954	221,954	10	19	33,33%	63,33%
rango	8,66		221,954	223,686	223,686	2	21	6,67%	70,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	223,686	225,418	225,418	5	26	16,67%	86,67%
amplitud de clase	1,732	1,732	225,418	227,15	227,15	4	30	13,33%	100,00%



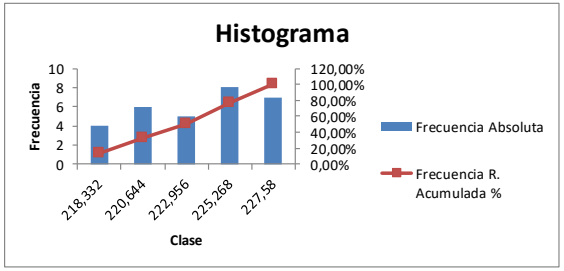
HORA	14		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	228,98		216,81	219,244	219,244	14	14	46,67%	46,67%
valor min	216,81		219,244	221,678	221,678	7	21	23,33%	70,00%
rango	12,17		221,678	224,112	224,112	4	25	13,33%	83,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	224,112	226,546	226,546	4	29	13,33%	96,67%
amplitud de clase	2,434	2,434	226,546	228,98	228,98	1	30	3,33%	100,00%



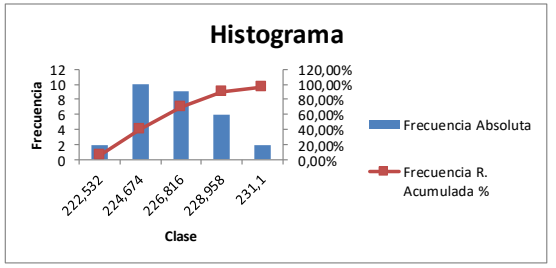
HORA	15		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	239,2		215,64	220,352	220,352	18	18	60,00%	60,00%
valor min	215,64		220,352	225,064	225,064	7	25	23,33%	83,33%
rango	23,56		225,064	229,776	229,776	3	28	10,00%	93,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	229,776	234,488	234,488	1	29	3,33%	96,67%
amplitud de clase	4,712	4,712	234,488	239,2	239,2	0	29	0,00%	96,67%



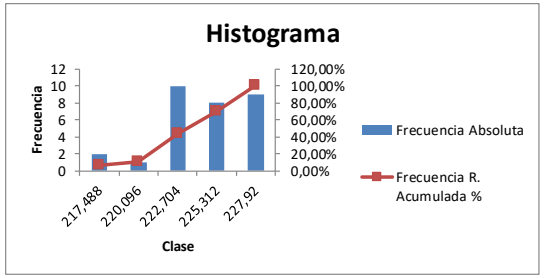
HORA	16		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	227,58		216,02	218,332	218,332	4	4	13,33%	13,33%
valor min	216,02		218,332	220,644	220,644	6	10	20,00%	33,33%
rango	11,56		220,644	222,956	222,956	5	15	16,67%	50,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	222,956	225,268	225,268	8	23	26,67%	76,67%
amplitud de clase	2,312	2,312	225,268	227,58	227,58	7	30	23,33%	100,00%



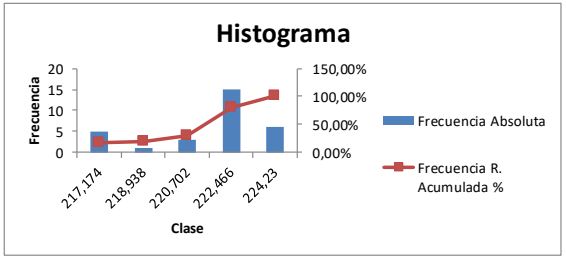
HORA	17		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	231,1		220,39	222,532	222,532	2	2	6,67%	6,67%
valor min	220,39		222,532	224,674	224,674	10	12	33,33%	40,00%
rango	10,71		224,674	226,816	226,816	9	21	30,00%	70,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	226,816	228,958	228,958	6	27	20,00%	90,00%
amplitud de clase	2,142	2,142	228,958	231,1	231,1	2	29	6,67%	96,67%



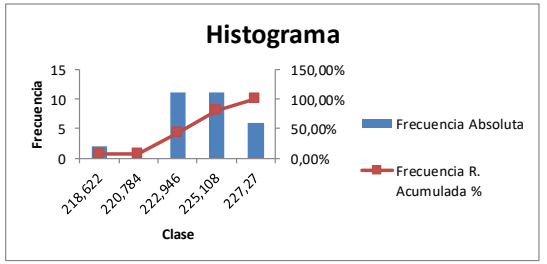
HORA	18		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	227,92		214,88	217,488	217,488	2	2	6,67%	6,67%
valor min	214,88		217,488	220,096	220,096	1	3	3,33%	10,00%
rango	13,04		220,096	222,704	222,704	10	13	33,33%	43,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	222,704	225,312	225,312	8	21	26,67%	70,00%
amplitud de clase	2,608	2,608	225,312	227,92	227,92	9	30	30,00%	100,00%



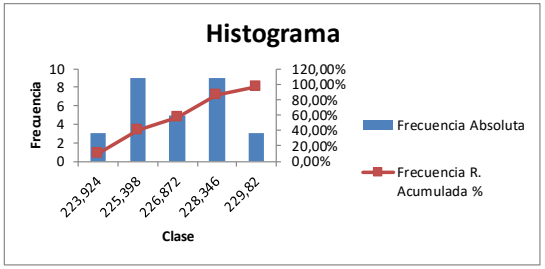
HORA	19		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	224,23		215,41	217,174	217,174	5	5	16,67%	16,67%
valor min	215,41		217,174	218,938	218,938	1	6	3,33%	20,00%
rango	8,82		218,938	220,702	220,702	3	9	10,00%	30,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	220,702	222,466	222,466	15	24	50,00%	80,00%
amplitud de clase	1,764	1,764	222,466	224,23	224,23	6	30	20,00%	100,00%



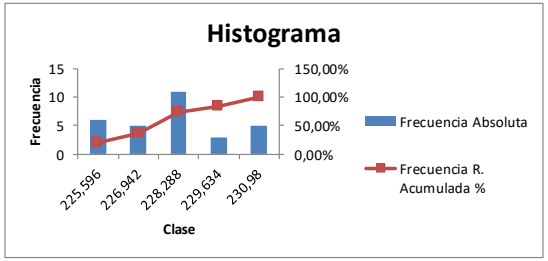
HORA	20		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	227,27		216,46	218,622	218,622	2	2	6,67%	6,67%
valor min	216,46		218,622	220,784	220,784	0	2	0,00%	6,67%
rango	10,81		220,784	222,946	222,946	11	13	36,67%	43,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	222,946	225,108	225,108	11	24	36,67%	80,00%
amplitud de clase	2,162	2,162	225,108	227,27	227,27	6	30	20,00%	100,00%



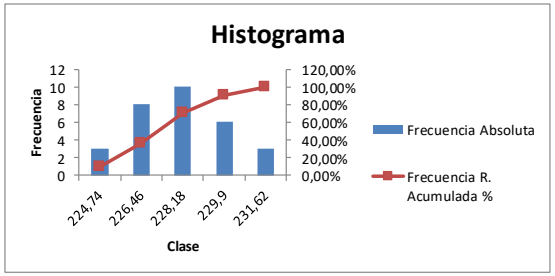
HORA	21		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	229,82		222,45	223,924	223,924	3	3	10,00%	10,00%
valor min	222,45		223,924	225,398	225,398	9	12	30,00%	40,00%
rango	7,37		225,398	226,872	226,872	5	17	16,67%	56,67%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	226,872	228,346	228,346	9	26	30,00%	86,67%
amplitud de clase	1,474	1,474	228,346	229,82	229,82	3	29	10,00%	96,67%



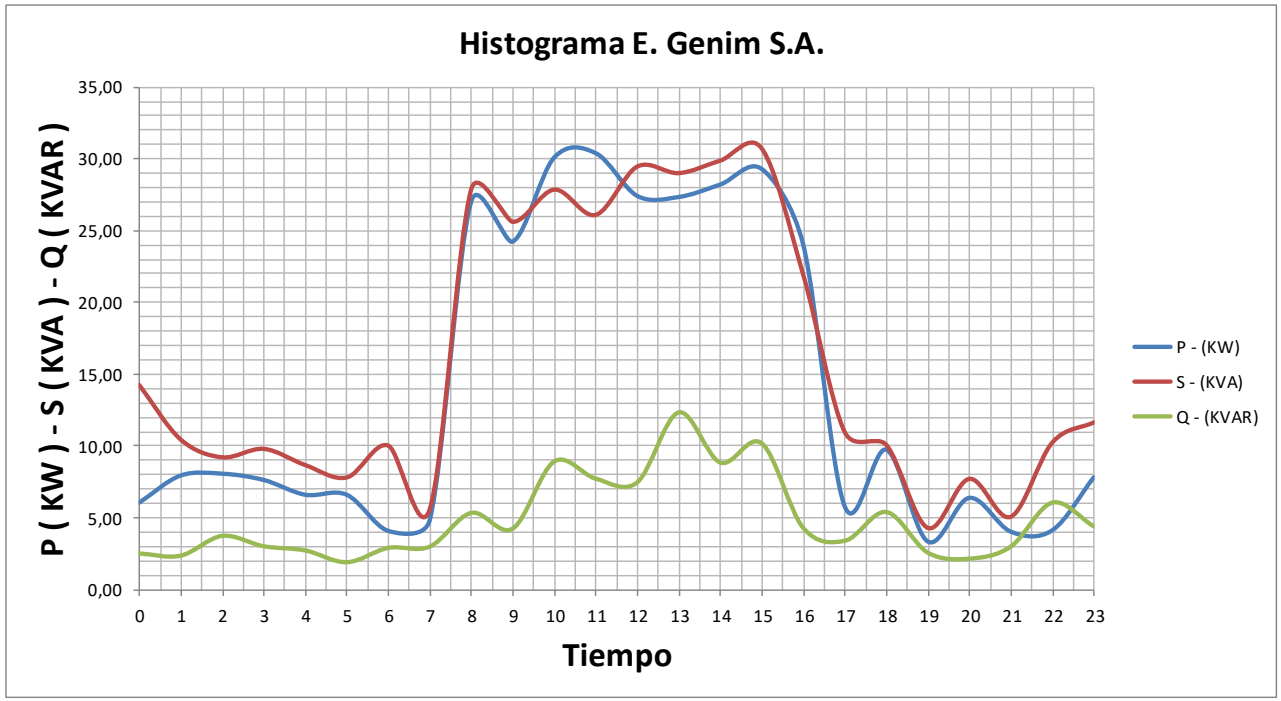
HORA	22		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	230,98		224,25	225,596	225,596	6	6	20,00%	20,00%
valor min	224,25		225,596	226,942	226,942	5	11	16,67%	36,67%
rango	6,73		226,942	228,288	228,288	11	22	36,67%	73,33%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	228,288	229,634	229,634	3	25	10,00%	83,33%
amplitud de clase	1,346	1,346	229,634	230,98	230,98	5	30	16,67%	100,00%



HORA	23		Intervalos de clase						
# datos	30		Límite Inferior	Límite Superior	Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia A. Acumulada	Frecuencia Relativa %	Frecuencia R. Acumulada %
valor max	231,62		223,02	224,74	224,74	3	3	10,00%	10,00%
valor min	223,02		224,74	226,46	226,46	8	11	26,67%	36,67%
rango	8,6		226,46	228,18	228,18	10	21	33,33%	70,00%
# intervalos (sturger)	5,906996808	5	228,18	229,9	229,9	6	27	20,00%	90,00%
amplitud de clase	1,72	1,72	229,9	231,62	231,62	3	30	10,00%	100,00%



Hora	P - (KW)	S - (KVA)	Q - (KVAR)
0	6,02	14,25	2,51
1	7,91	10,45	2,36
2	8,03	9,21	3,74
3	7,60	9,80	3,01
4	6,56	8,67	2,72
5	6,56	7,81	1,90
6	4,04	10,03	2,90
7	4,81	5,60	2,99
8	27,03	27,90	5,34
9	24,22	25,61	4,25
10	30,09	27,86	8,92
11	30,38	26,10	7,72
12	27,40	29,47	7,47
13	27,33	29,01	12,34
14	28,20	29,88	8,84
15	29,28	30,72	10,18
16	23,98	21,91	4,28
17	5,74	10,96	3,40
18	9,71	10,07	5,40
19	3,30	4,29	2,57
20	6,35	7,71	2,15
21	3,99	5,07	2,99
22	4,09	10,24	6,05
23	7,79	11,65	4,40

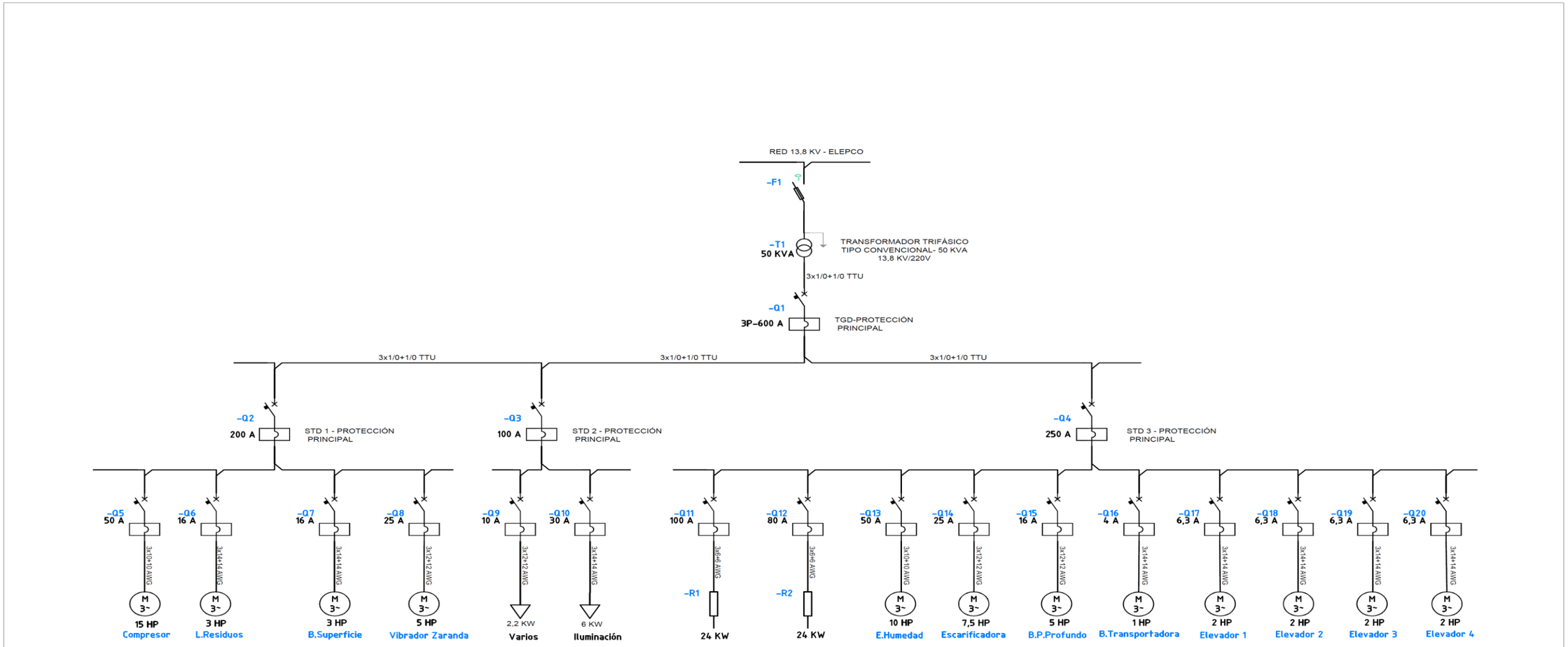


P - (KW)	
MAX	30,38
MIN	3,30
MEDIANA	7,85
PROMEDIO	14,18

S - (KVA)	
MAX	30,72
MIN	4,29
MEDIANA	10,70
PROMEDIO	16,01

Q - (KVAR)	
MAX	12,34
MIN	1,90
MEDIANA	3,99
PROMEDIO	4,94

Anexo 2. Diagrama unifilar del sistema actual



PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA"	UBICACIÓN: Latacunga - Vía Saquisilí PROVINCIA DE COTOPAXI
CONTIENE: DIAGRAMA UNIFILAR - CT1	ESCALA: ..... FECHA AGOSTO/2017 / DIBUJO
INGENIERÍA ELÉCTRICA	LÁMINA 1 / 1
Diego Palomo - Paul Quinatoa	
PROYECTO POR: LOS POSTULANTES	REVISADO POR: / PROPIETARIO: GENIM S.A.

Anexo 3. Cálculo de la demanda proyectada

	DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO	FECHA: AGO-2017 ANEXO 3 HOJA 1/1

NOMBRE DEL PROYECTO : PROYECCIÓN DE LA DEMANDA - TRANSFORMADOR 100 KVA TRIFÁSICO

LOCALIZACIÓN : BARRIO SAN VICENTE/PARROQUIA POALÓ/LATACUNGA **No.: CT-1**

USUARIO : PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A.

ITEM	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			FFUn	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn (W)	(%)	(W)	(%)	(W)
	CARGAS						
	CARGAS ESPECIALES						
1	Motor Trifásico 75 HP 220vca/380vca	1	55.950	80%	44.760	80%	35.808
2	Motor Trifásico 10 HP 220vca/380vca	1	7.460	80%	5.968	80%	4.774
3	Motor Trifásico 7,5 HP 220vca/380vca	7	5.595	80%	31.332	80%	25.066
4	Motor Trifásico 5 HP 220vca/380vca	1	3.730	80%	2.984	80%	2.387
5	M. 3φ 15 HP 220vca/380vca (conmutación)	1	11.190	80%	8.952	80%	7.162
T O T A L E S .				4	93.996	4	75.197

FACTOR DE DEMANDA FDM =(DMU/CIR) = 0,800

FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA FP = 0,9

Ti (%) = 2,0%

$(1 + Ti(\%))^5$ = 1,104

D M U (KVA) = 83,55

FD = 1,00

$D M U_P$ (KVA) = 92,25

A/P (KVA) = 0

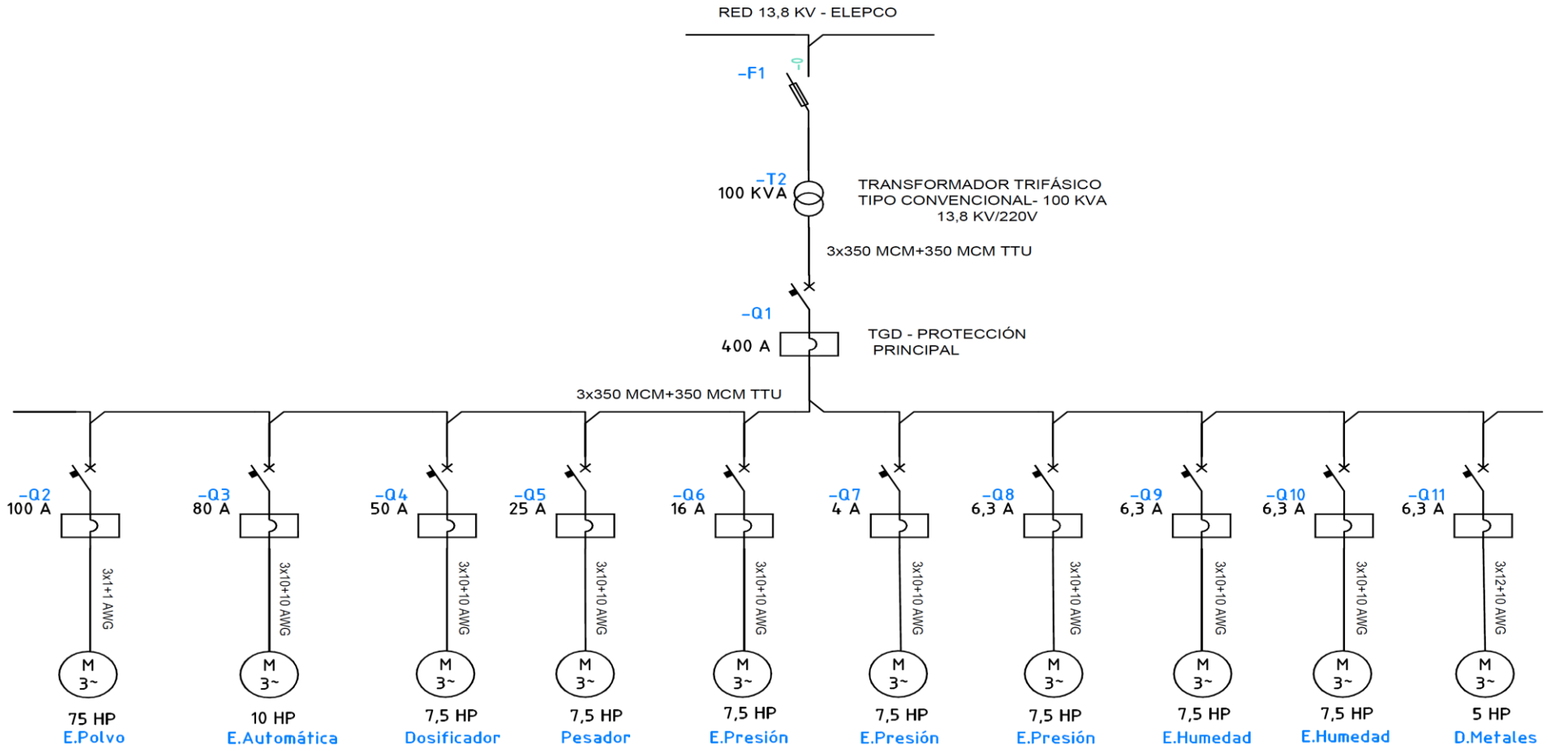
No. USUARIOS = 1

DD (KVA) = 92,25

CAP. TRANSF. 3φ = 100,0 KVA

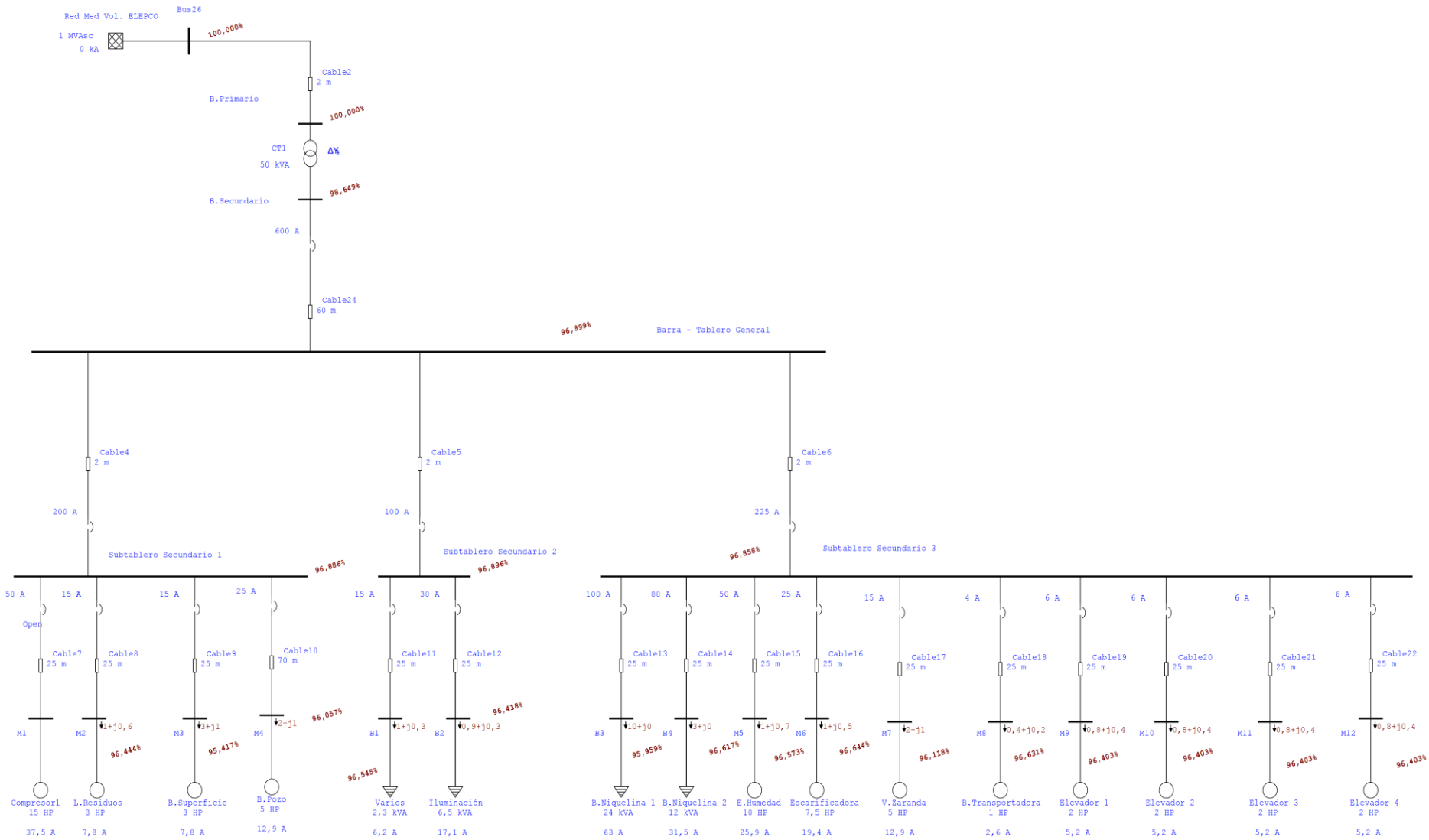
Realizado por: Los postulantes

Anexo 4. Diagrama unifilar del sistema proyectado

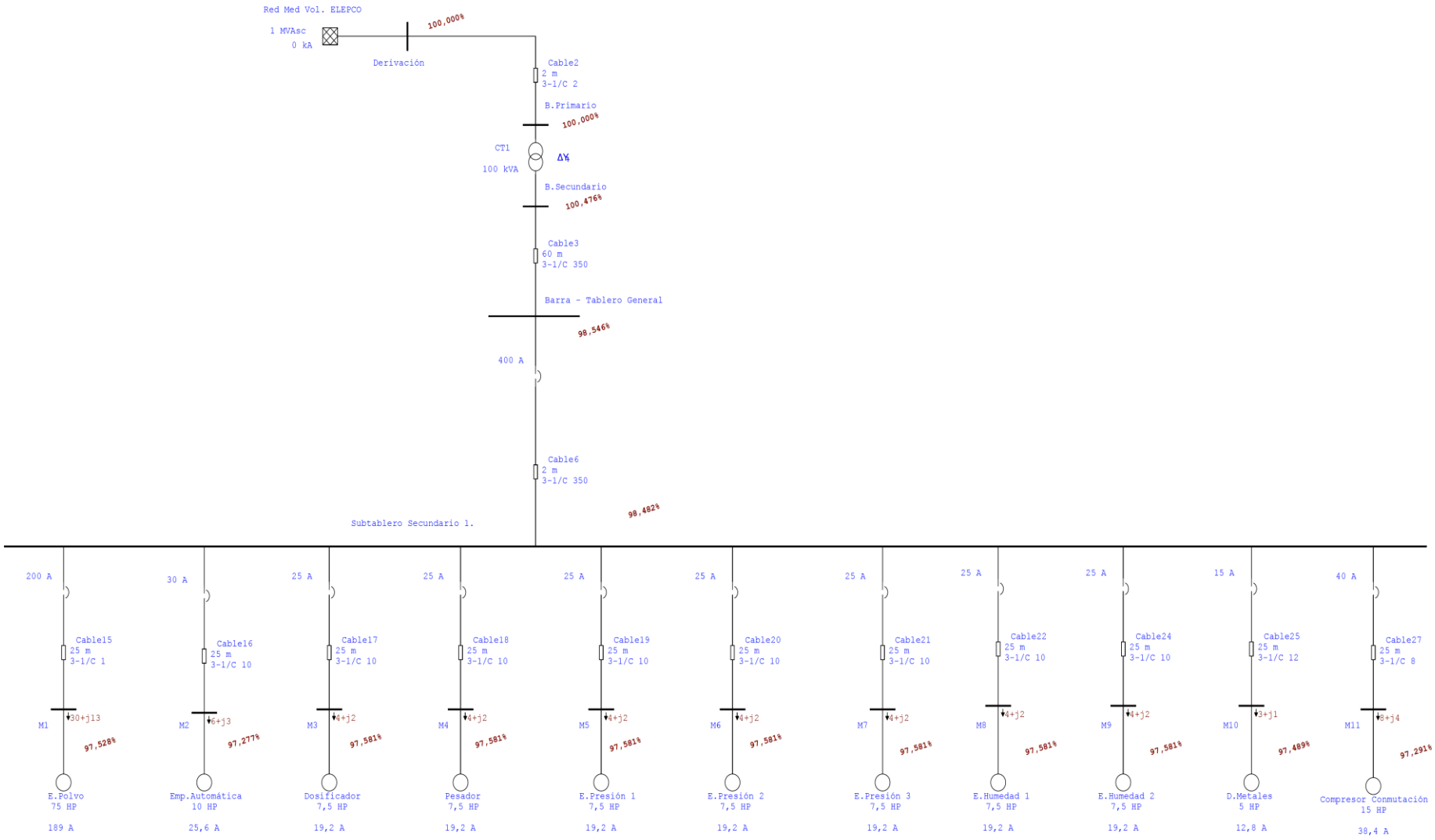


PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA ACTUAL PARA LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS GENIM S.A. DEL CANTÓN LATACUNGA"	UBICACIÓN: Latacunga - Vía Saquisilí PROVINCIA DE COTOPAXI
CONTIENE: DIAGRAMA UNIFILAR - CT2	ESCALA: .....
	FECHA AGOSTO/2017 / DIBUJO
INGENIERÍA ELÉCTRICA	LÁMINA 1 / 1
Diego Palomo - Paul Quinatoa	
PROYECTO POR: LOS POSTULANTES	REVISADO POR: / PROPIETARIO: GENIM S.A.

Anexo 5. Resultados de la simulación del sistema actual en el software Etap



Anexo 6. Resultados de la simulación del sistema proyectado en el software Etap



Anexo 7. Presupuesto 1 del proyecto a implementarse

PROYECTO MEDIA TENSIÓN TRIFÁSICA EN TORRE 100 KVA					
CLIENTE: GENIM SA					
FECHA: Julio-2017					
ITEM	**DESCRIPCION**	**UNIDAD**	**CANT.**	**PRECIO U.**	**PRECIO T.**
1	ESTRUCTURA EST-3CR	u	2	261,25	522,50
2	ESTRUCTURA ESE-1ER	u	2	32,00	64,00
3	PUESTA A TIERRA	u	1	99,75	99,75
4	CONDUCTOR ACSR Nº 2	m	20	0,85	17,00
5	TRANSFORMADOR 100 KVA 3F.	u	1	4693,00	4693,00
6	POSTE DE HORMIGON 12 m.	u	1	275,50	275,50
7	SECCIONADOR PORTAFUSIBLE 15 KV 100 A	u	6	115,30	691,80
8	PARARRAYOS TIPO POLIMERO 10 KV	u	3	71,25	213,75
9	CAPACETA PARA FUSIBLES DE BAJA	u	1	90,25	90,25
10	CONDUCTOR DE COBRE AISLADO Nº 2	m	10	10,50	105,00
11	MISCELANEOS	GLOBAL	1	266,26	266,26
		TOTAL MATERIALES			7038,81
		MANO DE OBRA Y GRUA			1006,48
		DISEÑO ELÉCTRICO			500,00
		DIRECCIÓN TÉCNICA			500,00
		DESMONTAJE			503,24
		SUBTOTAL			9548,53
		IVA			1145,82
		TOTAL			10694,35

Anexo 8. Presupuesto 2 del proyecto a implementarse

EQUIPOS Y MATERIALES
LISTA Y ESPECIFACION DE EQUIPOS Y MATERIALES

PROYECTO: INSTALACIONDE TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 150 KVA EN CAMARA

PROYECTO No :
TIPO DE INSTALACION: Instalaciones Eléctricas de Media Tensión

PARTIDA A: Transformadores

ITEM	UNID.	CANT	DESCRIPCIÓN	P.UNITARIO	P.TOTAL
A-01	c/u	1	Transformador trifásico, clase distribución, convencional a 3000 m.s.n.m. Potencia nominal: 150 kVA. Voltaje nominal primario: 13800/7960 V. Voltaje nominal secundario:220/127 V.	5.760,00	5.760,00
			TOTAL PARTIDA A		**5.760,00**

PARTIDA B: Equipos de Protección y Seccionamiento

ITEM	UNID.	CANT	DESCRIPCIÓN	P.UNITARIO	P.TOTAL
B-01	c/u	3	Tira Fusible, tipo slofast SR. 1.4	10,00	30,00
B-02	c/u	3	Pararrayos Tipo Polimero de Oxido de Zn,con modulo de desconexion, clase 10 Kv	65,00	195,00
B-03	c/u	3	Terminal para A.T. Tipo exterior, cable Nº 2 AWG	100,00	300,00
B-04	c/u	3	Seccionador Fusible Unipolar, tipo Abierto 15KV, 200 A	100,00	300,00
			TOTAL PARTIDA B		**825,00**

PARTIDA C: Conductores y accesorios

ITEM	UNID.	CANT	DESCRIPCIÓN	P.UNITARIO	P.TOTAL
C-01	c/u	6	Alambre rigido #8	1,50	9,00
C-02	m	180	Conductor de cobre Aislado PVC, 15 KV, XLPE 2 AWG,7 Hilos	15,50	2.790,00
C-03	m	60	Conductor de cobre Aislado PVC, 600V TTU 1/0 AWG, 19 Hilos	7,00	420,00
C-04	m	15	Cable de Cu, desnudo, cableado suave, 2 AWG, 7 hilos	5,50	82,50
			TOTAL PARTIDA C		**3.301,50**

PARTIDA D: Material para conexión a tierra

ITEM	UNID.	CANT	DESCRIPCIÓN	P.UNITARIO	P.TOTAL
D-01	c/u	5	Varilla de acero recubierta de cobre para puesta a tierra 1,8 m	6,50	32,50
D-02	m	50	Cable de Cu, desnudo, cableado suave, 1/0 AWG	7,00	350,00
D-03	c/u	5	Suelda exotermica, cobre, 1/0 AWG, 90	3,20	16,00
D-04	c/u	1	Conector ranura paralela Cu. Al. 2/0 a 8 AWG	7,00	7,00
			TOTAL PARTIDA D		**405,50**

PARTIDA E: Herrajes galvanizados y Cables de acero					
ITEM	**UNID.**	**CANT**	**DESCRIPCIÓN**	**P.UNITARIO**	**P.TOTAL**
E-01	c/u	3	Estribo aleacion de Cu y Sn, para derivacion	8,00	24,00
E-02	c/u	1	Perno "U" Acero Galvanizado, con 2 Tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presion, de 5/8", 6" de ancho dentro de la U	3,50	3,50
E-03	c/u	1	Cruceta de Acero Galvanizado, Perfil L, 75x75x6mm, 2000mm	45,00	45,00
E-04	c/u	1	Abrazadera Acero Galvanizado, pletina 38x4mm, 3 pernos de rosca corrida de 150 x13mm"	4,90	4,90
E-05	c/u	2	Pie Amigo Acero Galvanizado, platina, 1,50 m	5,00	10,00
E-06	c/u	3	Grapa Aleacion de Al, Derivacion para Linea en Caliente	11,20	33,60
E-07	c/u	1	Perno maquina acero galvanizado, tuerca, arandela plana y de presion, 1/2 * 1 1/2"	1,20	1,20
E-08	c/u	1	Tablero de distribucion principal	500,00	500,00
			TOTAL PARTIDA E		**622,20**

PARTIDA F: Obra Civil					
ITEM	**UNID.**	**CANT**	**DESCRIPCIÓN**	**P.UNITARIO**	**P.TOTAL**
F-01	c/u	1	Construccion de camara de transformacion	1.000,00	1.000,00
F-02	c/u	1	Reversible Ø4"	30,00	30,00
F-03	c/u	2	Codos EMT Ø4"	15,00	30,00
F-04	c/u	2	Tubo EMT Ø4"x3m	30,00	60,00
F-05	c/u	1	Unión EMT Ø4"	10,00	10,00
F-06	c/u	20	Tubo PVC 110 mm	8,00	160,00
			TOTAL PARTIDA F		**1.290,00**

ITEM	**UNID.**	**CANT**	**DESCRIPCIÓN**	**P.UNITARIO**	**P.TOTAL**
P-A	c/u	1	LISTA Y ESPECIFICACION DE MATERIALES Y EQUIPOS	5.760,00	5.760,00
P-B	c/u	1	LISTA Y ESPECIFICACION DE MATERIALES Y EQUIPOS	825,00	825,00
P-C	c/u	1	LISTA Y ESPECIFICACION DE MATERIALES Y EQUIPOS	3.301,50	3.301,50
P-D	c/u	1	LISTA Y ESPECIFICACION DE MATERIALES Y EQUIPOS	405,50	405,50
P-E	c/u	1	LISTA Y ESPECIFICACION DE MATERIALES Y EQUIPOS	622,20	622,20
P-F	c/u	1	LISTA Y ESPECIFICACION DE MATERIALES Y EQUIPOS	1.290,00	1.290,00
			TOTAL MATERIALES		12.204,20
			MANO DE OBRA Y TRANSPORTE DE MATERIALES		3.051,05
			PAGO POR SUSPENSION DE ENERGIA		500,00
			DISEÑO ELECTRICO		500,00
			SUBTOTAL (MATERIALES Y MANO DE OBRA)		15.255,25
			TOTAL PROYECTO		**16.255,25**

Anexo 9. Tabla de conductor de cobre tipo TTU 0,6 [KV] - Electrocable

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