



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELÉCTRICA
TESIS DE GRADO

TÍTULO:

ESTUDIO DE CARGA ELÉCTRICA PARA DIMENSIONAR EL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTACIÓN DE LA CORPORACIÓN KALLARY, UBICADA EN LA PROVINCIA DE NAPO SECTOR TENA, EN EL AÑO 2015.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas de Potencias

Autor: Edison Nicolay Achote Andy

Tutor: Ing. Xavier Proaño

LATACUNGA – ECUADOR

AGOSTO - 2015



FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulantes:

- Achote Andy Edison Nicolay

Con la tesis, cuyo título es:

“ESTUDIO DE CARGA ELÉCTRICA PARA DIMENSIONAR EL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTACIÓN DE LA CORPORACIÓN KALLARY, UBICADA EN LA PROVINCIA DE NAPO SECTOR TENA, EN EL AÑO 2015.”

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 29 de julio del 2016

Para constancia firman:

Ing. Vicente Quispe
PRESIDENTE

MBA. Diego Estupiñan
MIEMBRO

Ing. Franklin Vásquez
OPOSITOR

Ing. Xavier Proaño
TUTOR (DIRECTOR)



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AUTORÍA

Yo, Edison Nicolay Achote Andy, portador del número de cédula N^o: 1500161408, declaro que la presente Tesis de Grado, es fruto de mi esfuerzo, responsabilidad y disciplina, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

Atentamente

.....
Edison Nicolay Achote Andy
C. I. 1500161408



AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Directo de trabajo de investigación sobre el tema:

“ESTUDIO DE CARGA ELÉCTRICA PARA DIMENSIONAR EL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTACIÓN DE LA CORPORACIÓN KALLARY, UBICADA EN LA PROVINCIA DE NAPO SECTOR TENA, EN EL AÑO 2015.”

Del señor estudiante; EDISON NICOLAY ACHOTE ANDY, postulante de la Carrera de Ingeniería en ELECTRICA EN SISTEMAS DE POTENCIA,

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 15 de julio del 2016

.....

ING. XAVIER PROAÑO

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACION DE LA CORPORACION KALLARY

En calidad del presidente de la corporación Kallary., autorizo al señor estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi EDISON NICOLAY ACHOTE ANDY con C.I. # 1500816408 para el uso de información que pertenece a nuestra Empresa, para el desarrollo de su tesis de grado:

“ESTUDIO DE CARGA ELÉCTRICA PARA DIMENSIONAR EL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTACIÓN DE LA CORPORACIÓN KALLARY, UBICADA EN LA PROVINCIA DE NAPO SECTOR TENA, EN EL AÑO 2015.”

Tena 12 de julio del 2016

Atentamente

.....

Presidente

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

A Dios en primer lugar por haberme guiado y dado la fortaleza necesaria toda mi vida hasta este momento, y culminar mi carrera de Ingeniería Eléctrica, de igual manera a la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi que me permitió ingresar a su aulas.

Un agradecimiento infinito y eterno a mi madre Rosalina Andy, por incentivar me con sus sabios consejos en los momentos más difíciles de mi vida estudiantil y por su esfuerzo diario para sustentar mis estudios, gracias a ello está por terminar una etapa de mi vida. Y de igual manera a mis hermanos y familiares que con su apoyo incondicional han demostrado su interés por que culmine mi carrera.

EDISON

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación lo dedico a mis seres queridos, familia al a mi esposa Mayra la mujer que me dio la expectativa y el horizonte para seguir a pesar de los advenimientos y dificultades con el fin de lograr las metas trazadas, y a quienes siempre me han estado apoyando y guiando para ser una persona de bien, y a Dios quien me ha dado salud y vida para poder seguir adelante todos estos años y poder llegar a cumplir todas mis metas y anhelos propuestos

EDISON

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
FORMULARIO DE APROBACION DE TRIBUNAL DE GRADO.....	ii
AUTORÍA.....	iii
AVAL DE DIRECTOR DE TESIS	iv
CERTIFICACION DE LA CORPORACION KALLARY.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CERTIFICADO ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I.....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos, Características de la provincia Napo, producción agrícola y de cacao	1
1.1.2 Necesidad de la Implementación de la planta de chocolate	1
1.2. Categorías Fundamentales	2
1.2.1 Aspectos generales de un sistema de distribución	2
1.2.1.1. Definiciones	3
1.2.2. Líneas de Transporte de la Energía Eléctrica.....	4
1.2.3. Función de las Líneas Eléctricas	5

1.2.4. Clasificación de las redes	6
1.2.5. Clasificación atendiendo a la tension	6
1.2.6. Conductores	7
1.2.7. Selección del transformador.....	9
1.2.8. Cálculo de Regulación en Circuitos de Media Tensión.....	17
1.2.8.1. Cálculo de regulación de un Sistema trifásico	17
1.2.9. Cálculo de Pérdidas.....	18
1.2.10. Alumbrado	20
1.2.11. Tableros de distribución.....	21
1.2.12. Puestas a tierra de servicio	22
1.2.13. Aspectos de Protecciones en Redes de Distribución.....	22
1.2.14. Descripción de los paquetes computacionales (Software) Neplan V553..	25
1.2.15 Software SISDE	26
CAPÍTULO II	28
2. MARCO METODOLÓGICO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
2.1. Corporación Kallary.....	28
2.1.1 Misión	29
2.1.2 Visión.....	29
2.2. Modalidad de la Investigación.	30
2.3. Tipo de Investigación.....	30
2.4. Hipótesis.....	32
2.5. Variable de investigación.....	32
2.6. Operacionalización de variables	33
2.7. Instrumentación y Aplicaciones Informáticas.....	39
2.7.1. Descripción de los paquetes computacionales (Software) NEPLAN V553	39

2.7.2 Software SISDE	40
2.8. Criterios de Selección	41
2.8.1. Criterio de Selección de fusibles de Medio y Bajo Voltaje	41
2.8.2. Criterio de Selección para Descargador o pararrayo.....	42
2.8.3 Cálculo de una puesta a tierra	46
2.8.4. Criterios para diseño de redes de distribución	48
CAPÍTULO III.....	53
3. PROPUESTA DE LA RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA PARA LA CORPORACIÓN KALLARY	53
3.1. Alcance y justificación.....	53
3.2. Objetivo.....	54
3.2.1. Objetivo General de la propuesta.....	54
3.2.2 Objetivos específicos	54
3.3. Desarrollo de la propuesta de la red.....	55
3.3.1. Configuración de la red.....	56
3.3.2. Selección de los elementos de la red.....	57
3.3.3. Selección del transformador.....	63
3.3.4. Materiales.....	70
3.3.5. Montaje del transformador.....	72
3.3.6. Selección de las protecciones.....	72
3.4. Verificación de hipótesis.....	83
4. Conclusiones	85
5. Recomendaciones.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	7
TABLA 2	8
TABLA 3	12
TABLA 4	13
TABLA 5	33
TABLA 6	34
TABLA 7	36
TABLA 8	41
TABLA 9	44
TABLA 10	45
TABLA 11	48
TABLA 12	51
TABLA 13	51
TABLA 14	52
TABLA 15	57
TABLA 16	63
TABLA 17	65
TABLA 18	65
TABLA 19	66
TABLA 20	67
TABLA 21	69
TABLA 22	70
TABLA 23	73

TABLA 24	76
TABLA 25	81
TABLA 26	84

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	2
FIGURA 2	21
FIGURA 3	25
FIGURA 4	26
FIGURA 5	35
FIGURA 6	38
FIGURA 7	39
FIGURA 8	40
FIGURA 9	50
FIGURA 10	55
FIGURA 11	58
FIGURA 12	59
FIGURA 13	60
FIGURA 14	61
FIGURA 15	62
FIGURA 16	75

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 (1.2.2)	5
ECUACIÓN 2 (1.2.2)	5
ECUACIÓN 3(1.2.2)	5
ECUACIÓN 4 (1.2.2)	5
ECUACIÓN 5(1.2.7.3.3)	13
ECUACIÓN 6(1.2.7.3.3)	13
ECUACIÓN 7(1.2.7.3.3)	14
ECUACIÓN 8 (1.2.7.3.5.)	15
ECUACIÓN 9 (1.2.7.3.8.)	17
ECUACIÓN 10 (1.2.8.1)	17
ECUACIÓN 11 (1.2.8.1.)	17
ECUACIÓN 12 (1.2.8.1.)	18
ECUACIÓN 13 (1.2.8.1.)	18
ECUACIÓN 14 (1.2.9)	18
ECUACIÓN 15(1.2.9)	19
ECUACIÓN 16 (1.2.9)	19
ECUACIÓN 17 (2.8. 1)	42
ECUACIÓN 18 (2.8. 2)	43
ECUACIÓN 19 (2.8.2)	43
ECUACIÓN 20 (2.8.3.1)	49
ECUACIÓN 21 (2.8.3.1)	49
ECUACIÓN 22 (3.3.5)	74



RESUMEN

El presente trabajo investigativo describe el estudio de carga eléctrica para dimensionar el sistema eléctrico en la plantación de la Corporación Kallary, ubicada en la provincia de Napo sector Tena, en el año 2015.

Se define el lugar de conexión más apropiado del sistema interconectado que pasa por Tena para proyectar la línea de alimentación de la empresa con la ayuda del simulador SISDE y la aplicación informática de localización geográfica “Global Mapper”. Además se realizó el análisis de la red de medio voltaje (con los datos obtenidos de la corrida de flujos de potencia) para determinar si la potencia del transformador seleccionado, puede dar respuesta a la demanda de potencia de la planta. En este estudio fue utilizado el simulador Neplan.

Una vez que se determinan los diferentes elementos de la red se procedió a seleccionar las protecciones y los demás accesorios, como los postes, transformador, tensores, seccionadores, conductores y estructura en general. También se realiza la valoración económica de la inversión requerida.



ABSTRACT

This research work describes the study of electrical charge to size the electrical system in the plantation Kallary Corporation, located in the province of Napo Tena industry in 2015.

The most appropriate place of the interconnected system passing through Tena to project power Line Company with the help of the simulator and the computer application SISDE geographic location "Global Mapper" connection is defined. Besides the analysis of the medium voltage network (with the data obtained from the run power flow) it was conducted to determine if the selected power transformer can respond to the power demand of the plant. In this study we used the simulator Neplan.

Once the different elements of the network are determined proceeded to select the protection and other accessories such as poles, transformer, tensioners, switches, cables and structure in general. The economic valuation of the investment required is also performed.



CERTIFICADO ABSTRACT

Yo, Lic. José Ignacio Andrade, portador de la C.I. # 0503101040, docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el área de inglés CERTIFICO haber revisado la traducción de resumen de la tesis:

“ESTUDIO DE CARGA ELÉCTRICA PARA DIMENSIONAR EL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA PLANTACIÓN DE LA CORPORACIÓN KALLARY, UBICADA EN LA PROVINCIA DE NAPO SECTOR TENA, EN EL AÑO 2015.”

Del señor postulante expresan gramática y estructuralmente similar significado al RESUMEN del mencionado documento.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los señores antes mencionados hacer uso del presente documento, en la forma que estime conveniente.

Latacunga 12 de julio del 2016

.....
Lic. Jose Ignacio Andrade
C.I: 0503101040

INTRODUCCIÓN

Para un mejor entendimiento de la estructura de este proyecto investigativo la información reunida se ordenó y detalló de forma específica y con claridad; esta se detallará a continuación de forma resumida en cada uno de los 3 capítulos desarrollados en este proyecto.

El **CAPÍTULO I:** Se compone por el Marco Teórico del proyecto, esquematización del plan de investigación, apoyándonos en la revisión de artículos científicos, libros y trabajos precedentes, para evaluar los elementos teóricos del tema, mostrar su actualidad y visualizar el manejo del tema por otros profesionales y especialistas; cada punto ha sido desarrollado en conformidad con el método científico.

El **CAPÍTULO II:** Especifica la metodología, variables de investigación, técnicas, métodos y tipos de investigación a utilizar; así como los instrumentos y aplicaciones informáticas que serán utilizadas para el cálculo, modelación y simulación del sistema a proyectar.

El **CAPÍTULO III:** Estructurado por el análisis e interpretación de los resultados en relación con el cumplimiento de los objetivos propuestos; también hace referencia al estudio técnico; análisis económico financiero del proyecto, la viabilidad de la propuesta y los requerimientos de la inversión para la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Antecedentes Investigativos, Características de la provincia Napo, producción agrícola y de cacao

Históricamente la región de Napo se ha caracterizado por poseer una vocación eminentemente agrícola, con una cultura extractivista en el uso de los recursos naturales. En concordancia, el cacao ha sido un producto tradicional que principalmente se ha obtenido con el fin de comercializarlo en grano, por tanto, con ningún nivel de transformación industrial.

Esta condición tiene raíces que se fundamentan en la idiosincrasia de sus habitantes; en este marco, han existido factores económicos y culturales que generalizaron la costumbre de vender la producción en grano, influenciado por otra parte la ausencia de opciones diferentes de comercialización.

1.1.2 Necesidad de la Implementación de la planta de chocolate

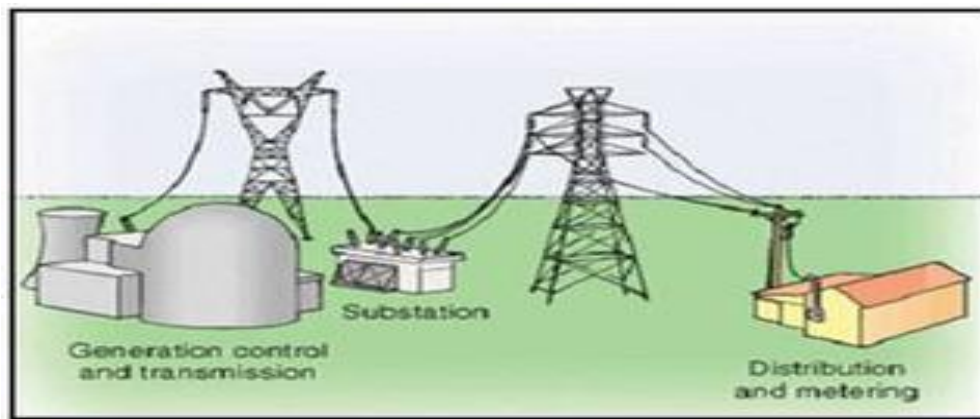
La corporación trabajó en la implementación de una planta procesadora de chocolate, con el apoyo mayoritario de sus socios quienes lo vieron como una alternativa sostenible y sustentable. Uno de los requerimientos de operación de la planta es el tema de dotación de energía eléctrica permanente y segura, por tal razón, el interés marcado que existió en que se realizara el estudio de carga eléctrica.

1.2. Categorías Fundamentales

1.2.1 Aspectos generales de un sistema de distribución

Se conoce que un sistema de distribución de energía eléctrica, no es más que el conjunto de equipos y dispositivos que llevan la energía al usuario, el cual consta de varias etapas comenzando desde la generación, transmisión, subtransmisión, etc., como se muestra en la figura 1 a continuación:

FIGURA 1
ESQUEMA DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN



Fuente: libro sistemas eléctricos de distribución, pag 2

Yebra Morón Juan Antonio (2009) argumenta en su libro, Sistemas Eléctricos de Distribución: “Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de elementos encargados de conducir la energía desde una subestación de potencia hasta el usuario.” Pág. 2.

La distribución de energía eléctrica se debe realizar de tal forma que el usuario reciba un servicio ininterrumpido con un valor de voltaje adecuado y que este le permita energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas en distintos niveles de voltajes, ubicados en diferentes lugares sin repercusiones en la calidad de energía.

1.2.1.1. Definiciones

1.2.2.1.1. Red de Distribución En Media Tensión

Según el artículo de redes de distribución “Media tensión eléctrica es el término que se usa para referirse a instalaciones con tensiones entre 1 y 36 kilovoltios (kV).”

Las instalaciones son frecuentes en líneas de distribución eléctrica que finalizan en centros de transformación, en dónde normalmente se reduce la tensión hasta los 400 voltios.

Se le denominan a las redes que, con una característica muy mallada, cubren la superficie del gran centro de consumo donde se incluyen (población, gran industria, etc.) conectando las estaciones transformadoras de distribución con los posibles centros de transformación. Donde se emplean tensiones igual a: 3 - 6 - 10 - 11 - 15 - 20 - 25 - 30 kV, etc.

1.2.2.1.2. Centros de Transformación (C.T.)

Según el artículo de Transformadores nos dice que “la correcta selección del transformador de distribución, se basa en las Normas ANCI C.57.12.00 y C.57.12.90, y deberá corresponder a uno de los valores estandarizados”.

Estos tienen como misión la reducción de la tensión de la red de distribución de media tensión al nivel de la red de distribución de baja tensión. Los cuales se emplazan en los centros de gravedad de todas las áreas de consumo.

Son aquellas instalaciones provistas de uno o varios transformadores reductores de Alta a Baja tensión, con los parámetros y obra complementaria precisos.

1.2.2.1.3. Red de Distribución de Baja Tensión

Estas redes parten de los centros de transformación mencionados anteriormente, alimentando directamente los distintos receptores, constituyendo, el último escalón en la distribución de la energía eléctrica.

Las tensiones que se utilizan en este escalón son: 220/127 V. y 380/220 V.

1.2.2. Líneas de Transporte de la Energía Eléctrica

Según ESTRADA M, artículo de líneas de distribución (2007 pag; 7) "Las líneas eléctricas, es uno de los principales elementos que intervienen en la composición de una red eléctrica. A través de las líneas aéreas o cables aislados, se realizan las interconexiones de sistemas y el transporte, reparto y distribución de la energía.

En redes de distribución de baja tensión, se pueden hacer las mismas consideraciones que en el caso de media tensión, si bien por tratarse de forma general de distancias cortas y distribuciones muy directas a los elementos de consumo, donde claramente predominan los ya mencionados conductores aislados.

Cuando se deben transmitir grandes potencias desde la generación hasta los centros de consumo, se vuelve necesario el uso de tensiones elevadas. La corriente se conduce a través de conductores metálicos. Por lo que se producen pérdidas, siendo una de ellas la pérdida por efecto Joule que es la más importante.

Cuando la resistencia óhmica de una fase es igual a R, La pérdida Joule, Pj en un sistema de transmisión trifásico, es igual a:

ECUACIÓN 1 (1.2.2)

$$P_j = 3I^2R$$

Introduciendo la potencia a transmitir:

ECUACIÓN 2 (1.2.2)

$$P = \sqrt{3}UI\cos\alpha$$

Sustituyendo:

ECUACIÓN 3 (1.2.2)

$$P_j = P^2 \frac{R}{U^2(\cos\phi^2)}$$

Donde:

P_j: Pérdida Joule de una línea

P: Potencia a ser transmitida

R: Resistencia óhmica de la línea

U: Tensión

cos φ: Factor de potencia

1.2.3. Función de las Líneas Eléctricas

Las líneas eléctricas tienen como función, transmitir energía entre dos puntos en forma técnica y económicamente conveniente, para lo cual se vuelve necesario optimizar las características siguientes:

- ✓ **La Resistencia eléctrica**, la cual está ligada a las pérdidas

- ✓ **La Resistencia mecánica**, está ligada a la seguridad

- ✓ **El Costo limitado**, ligado a la economía

1.2.4. Clasificación de las redes

Las redes eléctricas se pueden clasificar según su disposición y modo de alimentación en los tres tipos siguientes:

1. **Red radial o en antena:** En este caso, la alimentación es por uno de sus extremos transmitiendo la energía de forma radial a los receptores. Estos son simples y se equipan de protecciones selectivas de forma sencilla, pero les falta la garantía de servicio
2. **Red en bucle o en anillo:** Se alimenta por dos de sus extremos, quedando estos puntos intercalados en el anillo o bucle. Proporcionan gran seguridad de servicio y facilidad de mantenimiento, aunque es de mayor complejidad y sus sistemas de protección son más complicados
3. **Red mallada:** Esta es el resultado de entrelazar anillos y líneas radiales formando mallas. Entre sus ventajas figuran la seguridad de servicio, flexibilidad de alimentación y facilidad de conservación y manutención. Como desventajas, mayor complejidad, extensiva a las protecciones y el rápido aumento de las potencias de cortocircuito.

1.2.5. Clasificación atendiendo a la tensión

Las redes también se pueden se clasificar en alta y baja tensión.

La baja tensión comprende hasta los 1.000 voltios y Para la alta tensión, el Reglamento de Líneas Eléctricas en el artículo segundo, enmarca tres categorías de líneas considerando la tensión nominal y la tensión más elevada, en la tabla (1) aparecen las tensiones normalizadas.

TABLA 1
TENSIONES NORMALIZADAS

Categoría de la línea	TERCERA					SEGUNDA			PRIMERA		
Tensión Nominal (kV)	3	6	10	15	20	30	45	66	132	220	380
Tensión más elevada (kV)	4	7	12	17,5	24	36	52	73	145	245	420

Fuente:<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/10963/fichero/Archivos%252F01+Red+de+Distribucion+de+Energia+Electrica>

1.2.6. Conductores

Según el artículo de unicrom en su pag 2no dice “Uno de los procedimientos para el diseño mecánico de conductores consiste en determinar las características de los conductores a seleccionar, condiciones ambientales, y vanos de prediseño de la red.”

1.2.6.1 Conductores para líneas aéreas

Los conductores, según las características eléctricas propias del material, pueden ser de cobre, aluminio y aluminio-acero y por lo general se presentan normalmente desnudos. Los conductores se mantienen distanciados del suelo, a través de los herrajes que portan los aisladores que sujetan al conductor, colocados en las crucetas, que a su vez, se colocan sobre el poste.

1.2.6.2. Conductor de aluminio-acero

Este tipo de conductores tiene como desventaja el peso con respecto a los que son exclusivamente de aluminio. No obstante, son mayores las ventajas, debido a que tienen una mayor resistencia mecánica, lo que disminuye el número de apoyos y de

aisladores y el incremento de la longitud de los vanos. Estos conductores son los más utilizados en líneas aéreas de media y alta tensión, pues, tienen menor peso y precio, desplazando en el mercado a los conductores de cobre.

1.2.6.3. Selección del calibre de un conductor eléctrico baja tensión

La transmisión de energía eléctrica en forma segura y eficiente depende de una correcta selección del calibre del conductor.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores eléctricos depende de muchos factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: tipo de instalación (Conduit, charola, ducto subterráneo, etc.), del arreglo de los conductores (plano, trébol, etc.),

A continuación se indica como calcular la capacidad de conducción de corriente para conductores eléctricos en tubería conduit de acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE- 2005, la cual no intenta ser una guía de diseño.

TABLA 2
SELECCIONES DEL CALIBRE DE CONDUCTOR

Conociendo	c.c.	c.a. 1Φ	c.a. 3Φ
CP (HP)	$\frac{HP \times 746}{V \times \eta}$	$\frac{HP \times 746}{V \times \eta \times fp}$	$\frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \eta \times fp}$
kW	$\frac{kW \times 1000}{V}$	$\frac{kW \times 1000}{V \times fp}$	$\frac{kW \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times fp}$

FUENTE: Latincasa, pdf, pag 1

Donde:

CP (HP) = Caballos de fuerza o potencia del motor

kW = Potencia en kilowatt

V = Tensión nominal del sistema en Volts

n = Eficiencia del motor (Valor típico 0,8)

fp = Factor de potencia (Valor típico 0,9)

1.2.7. Selección del transformador

Según, IRVING L. Kosow. Máquinas eléctricas y transformadores “Otra definición sería que, el transformador trabaja de acuerdo con el principio de la inductancia mutua entre dos o más bobinas o circuitos acoplados inductivamente”.pág. 545

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por dos bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. El núcleo, generalmente, es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético. Las bobinas o devanados se denominan primarios y secundarios según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente. También existen transformadores con más devanados; en este caso, puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario.

1.2.7.1. Condiciones normales de servicio

Según las normas se tienen como condiciones normales de servicio:

Altitud de la instalación: El transformador debe estar (hasta 1000 metros sobre el nivel del mar).

Temperatura del refrigerante: Para aparatos refrigerados por aire por poner un ejemplo, la temperatura del aire ambiente no debe exceder los 40 °C

Recordar que las normas fijan temperaturas mínimas del aire y valores promedios diarios y anuales que, si se previese excederlos, es indispensable indicarlos claramente a nivel de especificación.

1.2.7.1.1. Tensión nominal

(En valor eficaz) de un arrollamiento es la tensión que se aplica u obtiene en vacío entre bornes de línea de un arrollamiento de un transformador polifásico o también entre bornes de un arrollamiento monofásico

1.2.7.1.2. Relación de transformación nominal

No es más que lo que existe entre las tensiones nominales de los distintos arrollamientos para la toma principal

1.2.7.1.3 Frecuencia nominal

Es la frecuencia a la cual el transformador está destinado a funcionar (normalmente es 50 o 60 Hz)

1.2.7.1.4 Potencia nominal

No es más que el valor convencional de la potencia aparente (kVA o MVA), las cuales establecen las bases para el diseño, la construcción, las garantías del fabricante y los ensayos, determinando así el valor de la corriente nominal que puede circular con la tensión nominal aplicada, de acuerdo con las condiciones que se especifiquen.

1.2.7.1.5 La corriente nominal

Valor que se obtiene al dividir la potencia nominal de un arrollamiento por la tensión nominal de dicho arrollamiento y por supuesto, por el factor de fase apropiado ($\sqrt{3}$ en los transformadores trifásicos)

1.2.7.1.6 Nivel de aislamiento

Conjunto de valores que caracterizan la aptitud de los arrollamientos a soportar las sollicitaciones dieléctricas que se presentan en servicio.

1.2.7.2 Procedimiento para la selección del transformador

Por lo general, los transformadores de distribución deben ser ubicados en el sitio más cercano al centro de carga del grupo de usuarios, en este caso del usuario, que se desea servir, considerando dentro de lo posible que el usuario no se encuentre a más de 500 m del transformador que lo alimente, y sobre todo que su regulación no supere los valores que están normalizados y exigidos por la empresa eléctrica según sea el caso (rural o urbano). En el caso de los diseños de electrificación rural los cálculos se realizaran como si fuese para el estrato bajo en el área urbana.

1.2.7.3 Procedimiento de cálculo para transformador en redes de distribución

Para un proyecto de redes de distribución, el cálculo del transformador es realizado convencionalmente utilizando las curvas de factores de diversidad o de demanda máxima diversificada, donde también se consideran la incidencia de otras cargas como la de alumbrado público y servicios comunes.

1.2.7.3.1 Transformadores de distribución

La correcta selección del transformador de distribución, se basa en las Normas ANCI C.57.12.00 y C.57.12.90, y deberá corresponder a uno de los valores estandarizados que se muestran en la tabla:3.

TABLA 3
POTENCIA NOMINAL DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

VOLTAJE NOMINAL (KVA)		NUMERO DE FASE	POTENCIA NOMINAL (KVA)
MT	BT		
13.8	220/127	3	30, 45, 60, 75, 100, 112.5, 125
7.9	240/120	1	5, 10, 15, 25, 37.5, 50

Elaborado por: el investigador

Previo a lo anterior se debe considerar:

1. Ubicar el transformador bajo diseño en el centro de carga del usuario a servir.
2. Aplicar las Tablas de Factor de diversidad normalizadas por la Empresa Eléctrica de la zona para el estrato socio-económico en que se encuentre el proyecto.
3. Adicionar las cargas de servicios comunes
4. No considerar como carga eléctrica las marmitas del proceso de atemperado y moldeado que han sido reemplazadas y ahora son consumidoras de gas.
5. La tasa de crecimiento de la demanda debe ser suministrada por la empresa eléctrica de la zona.
6. Se evaluará el cálculo de la carga correspondiente a los servicios comunes, teniendo en cuenta los siguientes factores de demanda:

TABLA 4
FACTORES DE DEMANDA PARA CARGAS EN SERVICIOS COMUNES

Factor de Demanda	Cargas bajo consideración
1	Molinos, extractores, clasificadoras, oreadoras, alumbrado general que no tenga control individual
0,85	Otros alumbrados como oficinas, y luz exterior

Realizado por: el investigador

Partiendo de que la Ecuación de la demanda de diseño (DD):

Ecuación 4 (1.2.1.73.1)

$$DD = (DMp + AP + Ce)$$

Siendo:

DD: Demanda de diseño

DMp: Demanda Diversificada

AP: Carga de Alumbrado

Ce: Cargas Especiales

Y considerando que se habla de un solo usuario el cual es industrial, utilizamos con otros términos para calcular la capacidad de un transformador la siguiente ecuación:

Ecuación 5 (1.2.7.3.1)

$$S_{\text{transf}} = S_{C.Demand\ usu} + S_{\text{Áreas comunes}} + S_{\text{Alumb ext}}$$

Donde:

$S_{\text{transf.}}$:	Carga de diseño del transformador (VA)
$S_{\text{C-Deman. usu.}}$:	Carga demandada por el usuario (Líneas de producción) (VA)
$S_{\text{Áreas comunes}}$:	Carga áreas comunes (Bodegas y administrativa) (VA)
$S_{\text{Alumb ext.}}$:	Carga demanda alumbrado exteriores (VA)

1.2.7.3.2. Demanda

Se deben tener en cuenta los siguientes conceptos para el dimensionamiento o cálculo de los conductores en las redes de distribución de media y baja tensión, así como para el cálculo y selección del transformador.

1.2.7.3.3 Factor de demanda

Relación que existe entre la demanda máxima del sistema y la carga total instalada al sistema, es un factor que indica el grado de simultaneidad de la carga conectada, se demuestra en la siguiente expresión:

Ecuación 6(1.2.7.3.3)

$$FD = \frac{kW \text{ max}}{kW \text{ instalada}}$$

1.2.7.3.4 Factor de potencia

Según La resolución CREG 047/04 en su (Artículo 3), “Se define como la relación existente entre la potencia activa (KW) y el producto de tensión y corriente (kVA) o potencia aparente”.

Si existen cargas de tipo inductivo (motores, soldadores) y/o capacitivo (Condensadores), se tomarán en cuenta los factores de potencia de la carga para el cálculo de la corriente pico y a su vez, se debe calcular el respectivo banco de condensadores para corregir dicho factor ya que es responsabilidad del cliente mantener el factor de potencia por encima de 0.9.

1.2.7.3.5 Factor de diversidad

El factor de diversidad no es más que la relación existente entre la suma de las demandas máximas individuales de un grupo de cargas y la demanda máxima coincidente; a continuación se muestra la siguiente ecuación:

Ecuación 7 (1.2.7.3.5.)

$$f_{\text{diversidad}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{\text{Demanda max coincidente } D_g}$$

Según el artículo, Estudio de la Demanda Eléctrica, “El factor de diversidad para la determinación de demandas máximas diversificadas de usuarios comerciales e industriales es igual uno (1)”, (ver anexo. 1).

(Si el caso fuese para realizar el cálculo de la carga de varios clientes residenciales se tomará el factor de diversidad del estrato socioeconómico según corresponda).

1.2.7.3.6 Tasa de crecimiento

Salvo la existencia de estudios que establezcan las tasas de crecimiento, se deben determinar los siguientes factores de crecimiento para el sistema eléctrico:

Para realizar la correcta selección del transformador se asume un aumento del 3% anual en los circuitos secundarios, derivándose que los transformadores solo se pueden cargar al 80% de su capacidad nominal.

1.2.7.3.7. Carga de diseño para diferentes aparatos eléctricos

Para determinar la carga de diseño para cargas que no sean de alumbrado, se tomará como referencia lo que se establece por la norma NTC 2050, en la sección que se cita de forma resumida a continuación y su complemento.

- 220-14 Motores

1.2.7.3.8 Demanda máxima diversificada

No es más que la demanda de un grupo de cargas no relacionadas, en un período de tiempo específico. La demanda máxima diversificada es la suma total de las contribuciones de las demandas individuales a la demanda diversificada sobre un período de tiempo determinado. Se puede expresar por unidad del número de cargas para obtener la demanda máxima diversificada promedio por carga o por usuario en el caso de que las cargas fuesen usuarios.

La demanda diversificada máxima se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

Demanda máxima diversificada para un (1) usuario, en K VA:

Ecuación 5 (1.2.7.3.8.)

$$DMD_n = \frac{\text{Demanda } max_{1 \text{ usuario}} X(n_{\text{usuario}})}{f \text{ diversidad}_{n \text{ usuarios}}}$$

1.2.8. Cálculo de Regulación en Circuitos de Media Tensión

Según el artículo, Criterios de diseño y normas para construcción de instalaciones de distribución y uso final de la energía “Las redes de media tensión MT son consideradas redes cortas debido a su longitud, por lo tanto en su cálculo no se incorpora la reactancia capacitiva”.

1.2.8.1. Cálculo de regulación de un Sistema trifásico

La caída de tensión en un circuito trifásico equilibrado, está dada por la siguiente ecuación:

Ecuación 6 (1.2.8.1)

$$V = (\sqrt{3} x I x (R \cos\phi + X \sin\phi))$$

V: Caída de tensión, en voltios

I: Corriente de fase, en amperios

La regulación, asumiendo que la diferencia angular entre la tensión del emisor y receptor es despreciable, está determina por la siguiente expresión:

Ecuación 7 (1.2.8.1.)

$$\Delta V\% = \frac{\sqrt{3} x I x (R \cos\phi + X \sin\phi)}{V}$$

Donde:

$\Delta V\%$: Regulación en porcentaje

V: Tensión línea-línea, en (V)

Transformando esta fórmula, se tiene que:

Ecuación 8 (1.2.8.1.)

$$\Delta V\% = \frac{kVA \times L \times (r \cos\phi + X \sin\phi)}{10(kV)^2}$$

La expresión puede ser escrita como: $\Delta V \% = K \times M$.

En donde:

M: Momento eléctrico = kVA x L

kVA : Carga trifásica

L: Longitud de la red considerada, en Km.

K: Constante que depende de la tensión, la configuración del sistema, las características del conductor y del factor de potencia.

r: Resistencia unitaria del conductor (Ohms/km), a 50° C

X: Reactancia inductiva (Ohms/km)

Ecuación 9 (1.2.8.1.)

$$K = \frac{(r \cos\phi + X \sin\phi)}{10(kV)^2}$$

1.2.9. Cálculo de Pérdidas

Para el cálculo de las pérdidas, el porcentaje de la potencia perdida en la red, se determina por el cociente entre la potencia perdida y la potencia transportada y esta se calcula utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 10 (1.2.9)

$$\Delta P(\%) = \frac{100 \times P \times L \times \gamma}{U^2 \times 10 \cos^2\phi}$$

Donde:

$R = R_f$ en redes trifásicas

$R = R_f + R_n$ en redes monofásicas

$U =$ Voltaje de línea a línea en V

$R_f =$ Resistencia del conductor de fase por kilómetro (Ohms/km)

$R_n =$ Resistencia del conductor neutro por kilómetro (Ohms/km)

$L =$ Longitud de la red (km)

$\cos \varphi =$ Factor de potencia

$P =$ Potencia consumida por las cargas (kW)

$\gamma =$ Resistencia de la línea (Ohms/km)

$R:$ características del conductor

La expresión anterior se puede plantear como sigue:

Ecuación 11(1.2.9)

$$\begin{aligned}\Delta P(\%) &= K_{3f} \times M \\ &= K_{1f} \times M\end{aligned}$$

Donde:

$M =$ Momento Eléctrico = $P \times L$

Ecuación 12 (1.2.9)

$$K_{3f,1f} = \frac{100 \times \gamma}{U^2 \times \cos^2 \varphi}$$

Donde:

$K_{3f}, 1f:$ Es la constante que depende de la resistencia del conductor de fase y del neutro, la tensión de la línea y el factor de potencia.

1.2.10. Alumbrado

Según lo que establece la norma RETIE6: “una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida”. Por lo que deben existir los mínimos requisitos indispensables para la realización de proyectos de iluminación en instalaciones interiores.

1.2.10.1. Requisitos de Diseño

La cantidad y calidad de luz necesaria, siempre es importante tenerla en cuenta, en función del espacio que se va a iluminar y de la actividad que en ella se realizará.

De forma general se pueden tener tres tipos de alumbrado:

1. Un alumbrado que garantice una iluminación sensiblemente uniforme, que sería el denominado Alumbrado General
2. Una iluminación particular, que sería el Localizado
3. Una iluminación de refuerzo en ciertas zonas que posean mayores exigencias visuales, el cual sería el suplementario.

Alumbrado Suplementario: significa que no se utilizará de forma única, sino cualquiera de los dos sistemas anteriores.

Alumbrado General: será aplicado, con ventaja, en casos de áreas interiores que se hallen densamente ocupadas o de lugares donde frecuentemente se hagan modificaciones.

Alumbrado Localizado: este quedará restringido a lugares de trabajo que exijan niveles de alumbrado muy elevado y variable.

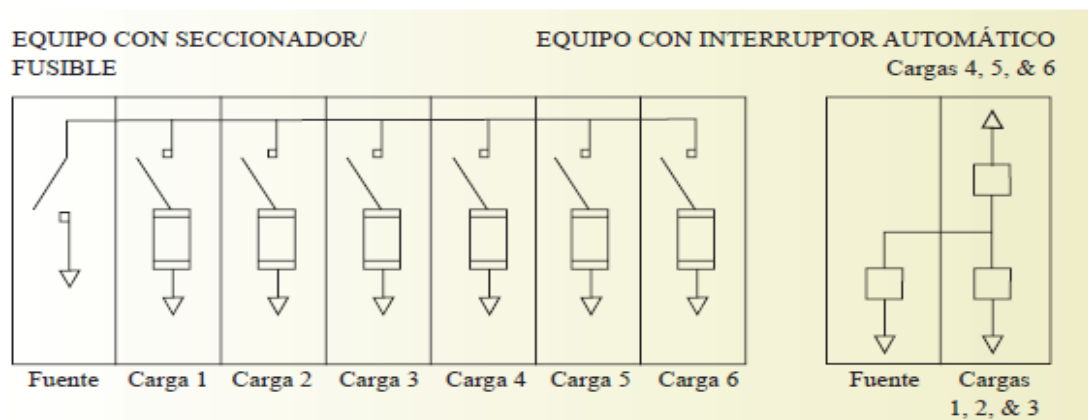
En fin, nunca deben emplearse solos ni el alumbrado suplementario ni el local, sino que deben combinarse con el general. Para de esta forma evitar una relación de contrastes excesivos y violentos entre el punto de estudio y sus alrededores.

1.2.11. Tableros de distribución

“Los tableros de distribución en las instalaciones industriales, comerciales e institucionales de hoy día. Se da por hecho que las instalaciones usan cables aislados, así que hemos limitado nuestras explicaciones a tableros de distribución con cable”

El diseño que se usa más comúnmente en el sistema de distribución de las plantas industriales es el sistema radial. Es sencillo y económico.

**FIGURA 2
DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS**



Fuente: S&C electric company, pag; 4

1.2.12. Puestas a tierra de servicio

Se deberá conectar a tierra todos los elementos de una instalación que sean necesarios, estos pueden ser:

- ✓ Los neutros de los transformadores, que lo precisan en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas
- ✓ El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen
- ✓ Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida
- ✓ Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas
- ✓ Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra

1.2.13. Aspectos de Protecciones en Redes de Distribución

1.2.13.1. Sobretensiones

Es denominado sobretensión a toda onda que viaje por un conductor que supere en magnitud y duración los niveles máximos permitidos, lo que implica la necesidad de reducir su magnitud y duración, protegiendo contra daños y efectos indeseables al sistema y los equipos conectados a él.

Se pueden presentar de forma general dos tipos de sobretensiones en relación a su origen en un sistema de potencia, una puede ser por fenómenos externos al sistema (es decir por descargas atmosféricas), y la otra puede ser por fenómenos internos al sistema, entre ellas: (operaciones de maniobra de interruptores, fallas, reconexión de cargas, y operaciones temporales).

1.2.13.2. Cualidades de un sistema de protección

Cuando se habla de un sistema de distribución, se deben asegurar los siguientes puntos:

- Correcta alimentación a las cargas, en cuanto a parámetros como tensión, frecuencia.
- Calidad y confiabilidad del servicio.
- Garantizar seguridad del personal, y del equipo.
- Sostenibilidad de estas variables a lo largo de la vida útil del sistema.

1.2.13.3. Protección contra sobrecorrientes

Todos los equipos de protección contra sobrecorriente deben ser coordinados para asegurar la adecuada operación del sistema. La coordinación de estos es un compromiso entre la máxima protección y la máxima continuidad del servicio; esta coordinación solo se puede lograr cumpliendo las siguientes reglas básicas:

- a. Evitando que las fallas temporales se conviertan en fallas permanentes.
- b. Aislando las fallas permanentes mediante la remoción de la mínima parte del sistema que contenga las líneas o dispositivos fallados.
- c. Previniendo el peligro al público mediante el despeje de las líneas en falla. Se debe aclarar que la presencia de un dispositivo de protección no necesariamente protege al trabajador, es por tal motivo se deben seguir las normas de seguridad en el trabajo, puesto que mientras opera el dispositivo protector pueden ocurrir lesiones graves.

1.2.13.4. Fusibles

Dispositivo no ajustable que sirve para una aplicación específica. Es diseñado para despejar sobrecorrientes, proteger equipo y seccionar; suministra protección contra sobrecarga o contra cortocircuito.

1.2.13.5 Breakers

Es un dispositivo de protección que es capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente que circula excede de un determinado valor o en el que se ha producido un corto circuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos.

1.2.13.6. Seccionalizadores

Es un dispositivo protector de apertura de circuito que automáticamente aísla secciones en falla de los sistemas de distribución; estos no pueden interrumpir la corriente de falla y por lo que no pueden ser utilizados solos como un sistema de protección;

Sin embargo, los seccionalizadores se pueden utilizar en conjunto con los reconectores o con interruptores de circuito que tengan dispositivo de recierre. Los seccionalizadores censan y cuentan las operaciones del dispositivo de respaldo durante condiciones de falla.

1.2.14. Descripción de los paquetes computacionales (Software) Neplan V553

En las figuras 3 Y 4 se muestran la pantalla principal del software Neplan V553 que será utilizado para la simulación y el análisis de flujos de carga, considerando la demanda del sistema a diseñar. En particular la figura 3 muestra cómo será construido el diagrama unifilar atendiendo a la demanda del sistema para obtener los niveles de tensión, factor de potencia en el nodo principal, nivel de carga del transformador y líneas, así como las pérdidas del sistema en los diferentes escenarios de carga.

FIGURA 3
PANTALLA PRINCIPAL DE INICIO DEL NEPLAN V553



Fuente: Software neplan v553

Esta aplicación informática es una herramienta de análisis para el diseño, simulación y operación del sistema de suministro en redes industriales, que simula la fuente de energía, distribución y el comportamiento de las cargas.

Algunos de los módulos del software son listados a continuación:

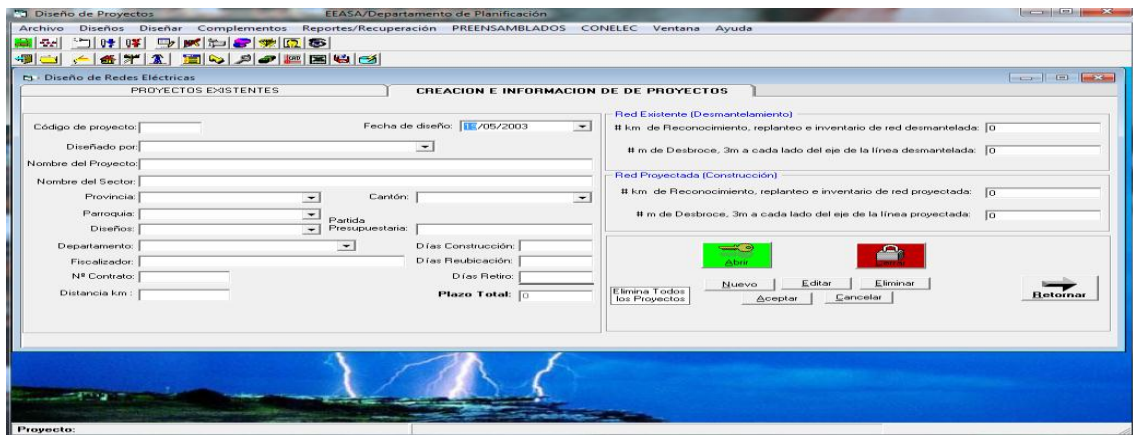
- ✓ Modelado de la red para Análisis Dinámico (modelo HVDC y CIM-ENTSO-E más precisos).
- ✓ Alto rendimiento de Flujo de Carga para su integración en los sistemas SCADA y DMS.
- ✓ Nuevas funciones NPL para integración en sistemas SCADA/DMS.
- ✓ Alto rendimiento para análisis de contingencias.
- ✓ Nuevos modelos para generación dispersa y almacenamiento de energía (convertidor AC/DC).

- ✓ Flujo de Carga Óptimo: Optimización de flujo potencia activa y reactiva a través de transformadores.

1.2.15 Software SISDE

Es un software que es utilizado en algunas empresas eléctricas del país, principalmente por el departamento de planificación, por lo que se empleó en este proyecto para el diseño de la red de medio voltaje en particular. A continuación se muestran la pantalla principal y otra pantalla dónde se puede apreciar la introducción del archivo para el diseño del proyecto en las figuras N° 4.

FIGURA 4
PANTALLA PRINCIPAL DE INICIO DEL SISDE



Fuente: Software sisde

Este software utiliza como herramienta complementaria el AUTOCAD. Al introducir todos los datos necesarios como coordenadas, estructuras que van a ser montadas, postes, transformadores etc. Se puede modelar el circuito y a la vez simular utilizando el AUTOCAD. Entre las aplicaciones más destacadas de este software, se pueden mencionar la extracción de datos del mismo como: regulación de voltaje, hoja de estacamiento, cantidad de mano de obra, entre otros. Datos que luego son muy importantes a la hora de realizar el presupuesto correspondiente al proyecto actual en cuestión.

Características y capacidades del SISDE:

- ✓ Análisis de flujo y de caída de tensión
- ✓ Optimización de la configuración del sistema eléctrico (puntos de conexión)
- ✓ Planificador de redes
- ✓ Simulación de la caída de tensión

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se define la metodología de la investigación, su enfoque metodológico, la modalidad, tipo de investigación, el nivel y las técnicas e instrumentos que se utilizan.

2.1. Corporación Kallary

“La población de las riberas junto a la Corporación Kallary se ha dedicado a fomentar la producción y cosecha del cacao fino de aroma, con el fin de mejorar el ingreso de sus asociados a través del aprovechamiento de las materias primas y la generación de valor agregado, en el área donde está situada la plantación de la Corporación.

La Corporación Kallary junto a la población ha dado un impulso a la producción y venta del cacao, motivando un alto interés en algunos sectores comerciales en que el cacao sea procesado en la misma provincia, ya sea con la intervención directa o indirecta de la Corporación o de otros sectores.

La Corporación Kallary con el paso de los años, se ha convertido en un ente referente para cada una de las familias, socios y comunidades, como modelo de gestión comunitaria, para la provincia, por este motivo sus representantes, han decidido que el producto (cacao) de la zona no solo se comercialice como materia prima sino que genere un valor agregado por cuanto esto permitiría mejorar los niveles de ingreso de sus asociados y de sus familias, y en general la elevación de las condiciones de vida de la población.

La asociación Agro Artesanal de Producción de Bienes Agrícolas, Pecuarios y Piscícolas de Napo Kallary, es una organización social sin fines de lucro y que está

encaminada a buscar nuevos desafíos para aportar al Sumak Kawsay de todos y sus socios, comunidades y población en general, socias, valorando permanentemente sus prácticas ancestrales de conservación de la naturaleza, defensa de la cultura y mejora de economía según su cosmovisión.

Kallary es una palabra que consta en la filosofía y cosmovisión de la cultura kichwa de la amazonia, que quiere decir empezar, iniciar. Sinónimo de principio.

También se utiliza para referirse a situaciones relacionadas con acontecimientos históricos que han sucedido; así como también, al tiempo actual.

Se derivan tres principios:

El pasado, relacionado a la defensa del territorio, identidad cultural, saberes ancestrales y reconocer el sacrificio y esfuerzo de sus padres

El presente comprender y defender la naturaleza, la pacha mama, para hacerla producir en armonía y así buscar una economía sostenible en el tiempo.

El futuro, vinculado a mercados especiales para beneficio de las nuevas generaciones y dejar un legado digno para las familias.”

2.1.1 Misión

“Somos una Asociación comunitaria de la amazonia ecuatoriana que realiza prácticas agras productivas sustentables, para producir, procesar y comercializar a nivel nacional e internacional, productos orgánicos y artesanías con identidad cultural; basados en el respeto, equidad, participación, y beneficio de sus comunidades socias.”

2.1.2 Visión

“Abrir nuevos mercados otras cadenas productivas, con calidad competitiva e identidad cultural en mercados especiales locales, nacionales e internacionales; gerencia eficientemente una fábrica y tienda de chocolates y artesanías; sus socios

son emprendedores con alta autoestima y compromiso; lidera, asesora, coordina e incide en las políticas productivas del cacao fino de aroma en la región amazónica.”

2.2. Modalidad de la Investigación.

El presente trabajo corresponde a un proyecto factible, el cual contempla una investigación bibliográfica y de campo. Y se toma como lugar base del estudio una planta de producción de cacao.

Se realizó la investigación del dimensionamiento de la red de suministro eléctrico para los equipos de procesos de la planta de procesamiento de cacao y en particular para la corporación KALLARI, esta información se obtuvo del proyecto de diseño para la nueva planta.

El proceso consta de un conjunto de máquinas que dentro del flujo tecnológico realizan las funciones tratamiento de la materia prima inicial, de la fruta de cacao, secado, tostado de las semillas y su elaboración hasta obtener en los productos finales de Polvo de cacao, pasta y confituras.

Todos los procesos mencionados anteriormente no funcionan simultáneamente, por ello será necesario tener en cuenta, la demanda máxima, factor de demanda y factor de crecimiento. Para determinar estos valores se utilizará la metodología enunciada en el capítulo I referente al procedimiento para selección del transformador y conductores de la red de suministro.

El presente trabajo también considera el estudio bibliográfico y documental del tema, lo que se relaciona con la recopilación de datos, a través de libros, artículos de revistas, resultados de otras investigaciones, informativos técnicos y manuales de fabricantes de componentes eléctricos.

2.3. Tipo de Investigación

De acuerdo a la descripción de los elementos que son parte del proceso productivo, se identifican los equipos y accionamientos utilizados y se definen sus consumos de

energía eléctrica, acorde al régimen de funcionamiento y estableciendo los niveles de demanda máxima.

Se aplicó las investigaciones de tipo: bibliográfica, debido a que ayudó a establecer y conocer los criterios de la comunidad científica sobre el problema objeto de este estudio, permitiendo relacionar con otras experiencias relacionadas con el diseño de sistemas de suministro, los problemas enfrentados, fenómenos ocurridos y buscar sus causas en situaciones de estudio real; y de campo, pues se empleó en el análisis de plantas similares con vista a obtener información exacta del funcionamiento del equipamiento acorde al proceso productivo para tener los datos, con el grado de confiabilidad requerido.

La investigación de campo se refiere al análisis del problema planteado en el lugar natural de los hechos; es decir en donde se dan los sucesos o fenómenos para recabar información con el afán de descubrir, detallar sus causas y efectos, comprender su naturaleza e incidencias, determinar los factores que lo motivan y permiten pronosticar su ocurrencia.

La investigación experimental se tuvo en cuenta para la variable independiente referida a la demanda de energía, se realizaron experimentos con la simulación del comportamiento de las cargas buscando su vínculo con la variable dependiente que es la demanda de potencia.

Según LEGRA LOBAINA, Arístides Alejandro y SILVA DIÉGUEZ, Ramón. Metodología de la investigación Científica. Conceptos y reflexiones “En el proceso se manipulan deliberadamente una o más variables como son: Demanda de potencia, demanda máxima, con lo que se analiza las consecuencias de esa manipulación sobre la variable dependiente, dentro de la situación de control de la investigación. Manipular las variables independientes es sinónimo de hacer variar o dar distintos valores a la variable independiente”.

Según SAMPIERI H. R, Fernández C.C, Baptista L. P. Metodología de la investigación “En el campo de las ciencias técnicas y naturales los experimentos juegan un papel fundamental, y por ello dentro del diseño de la investigación, se usará la experimentación por las ventajas que esta proporciona”.

También en este proyecto fue muy útil la investigación descriptiva, que permitió detallar las relaciones que existen las variables operacionales del sistema de suministro.

2.4. Hipótesis

Con el levantamiento de la información de la carga eléctrica se podrá dimensionar el sistema eléctrico en la plantación de la Corporación Kallary; lo que permitirá abastecer de energía eléctrica a la corporación en forma permanente garantizando los procesos de la plantación.

2.5. Variable de investigación

Variable Independiente: Demanda de las cargas Eléctricas

Variable Dependiente: Dimensionamiento de la Red de Suministro Eléctrico

2.5.1. Indicadores

Variables Independientes: Análisis de las cargas atendiendo: (Factor de demanda Demanda máxima., kW; Consumo de energía, kWh; Demanda de potencia, kW)

Variable Dependiente: Cantidad de elementos y componentes del Diagrama Unifilar. Selección de conductores y potencia del transformador, Kva.

2.6. Operacionalización de variables

TABLA 5

VARIABLE INDEPENDIENTE DEMANDA DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS

Variable independiente: Demanda de las cargas Eléctricas				
Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
"Potencia requerida para la operación de las cargas en el proceso productivo"	Consumo de energía eléctrica	Análisis de las cargas a atendiendo:	Levantamiento de carga	Fichas técnicas
		Factor de demanda		
		Demanda máxima., kW	Cálculo	Ecuaciones
		Consumo de energía, kWh		
		Demanda de potencia, kW	Modelación, Simulación	Software: SISDE Neplan

Realizado por: El investigador

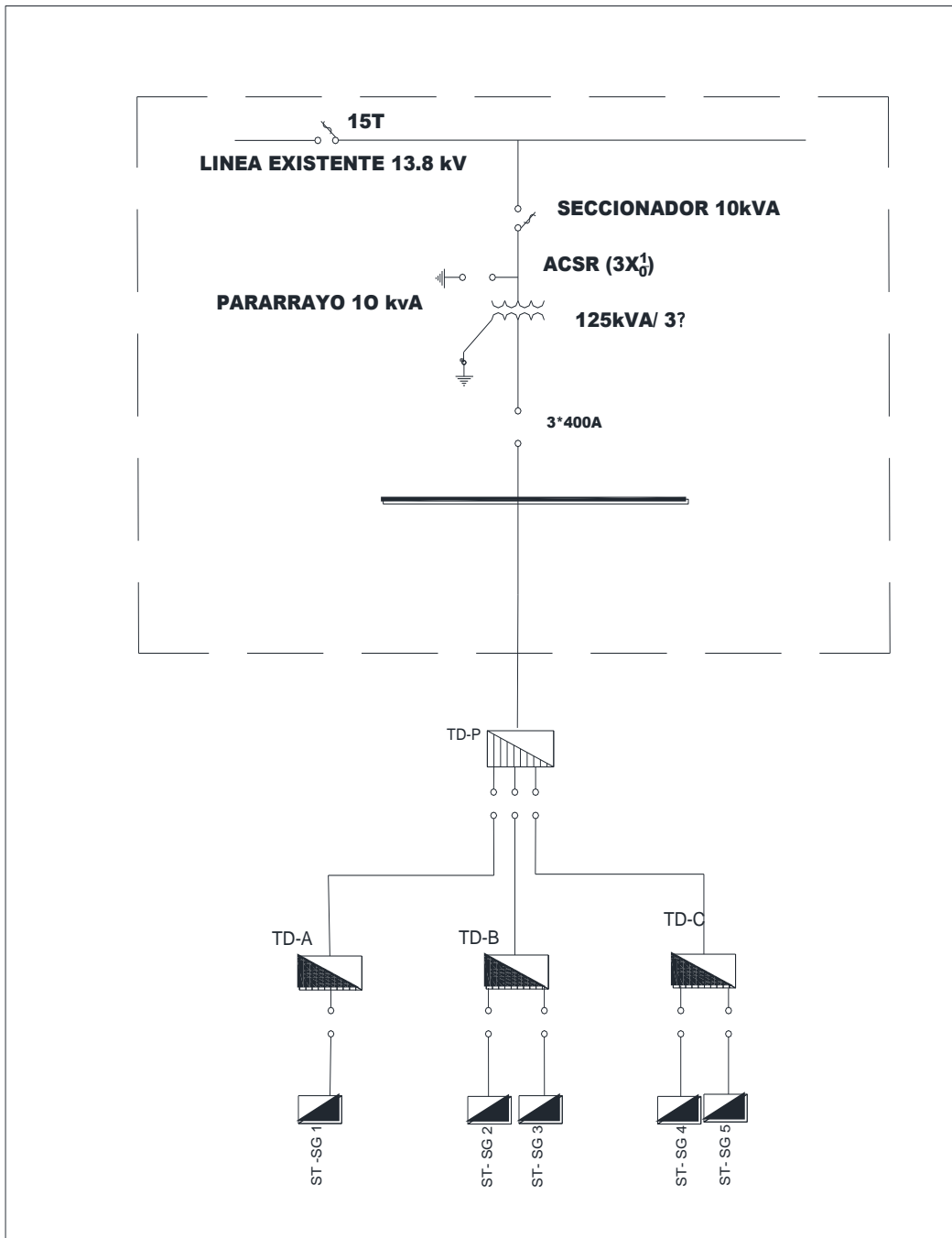
TABLA 6
VARIABLE DEPENDIENTE DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE
SUMINISTRO ELÉCTRICO

Variable dependiente: Dimensionamiento de la Red de Suministro Eléctrico				
Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
"Determinar estructuras y componentes de la red de suministro de energía eléctrica"	Arquitectura del Diagrama Unifilar	Cantidad de elementos y componentes del Diagrama Unifilar.	Cálculo	Ecuaciones
		Selección de conductores y potencia del transformador, Kva	Modelación y Simulación	Software: SISDE Global Mapper Neplan
	Consumo de Energía Eléctrica de las áreas	kW/h $\cos \phi$ pérdidas, kWh	Cálculo Modelación y Simulación	Ecuaciones Software: Neplan
	Prefactibilidad	USD	Cálculo	Ecuaciones

Realizado por: El investigador

En la figura 5 aparece un diagrama unifilar de la planta con todas las protecciones, el transformador y las cargas que se va implementar.

FIGURA 5
DIAGRAMA UNIFILAR DE DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



Elaborado por: el investigador

TABLA 7
DATOS NOMINALES DE TODOS LOS EQUIPOS A MONTAR EN LA
PLANTA

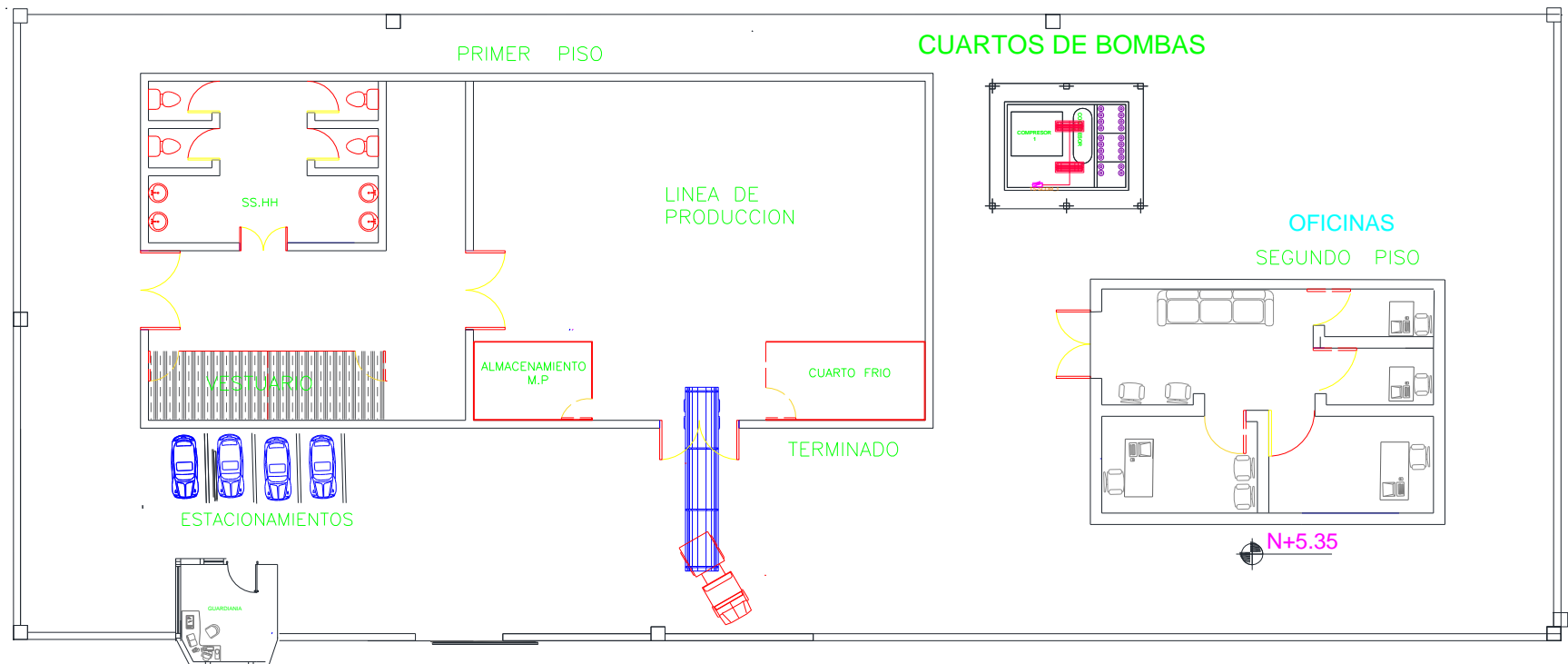
ITEM	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO			FFUn (%)	PT(W)
	DESCRIPCION	CANT.	Pn (W)		
CARGAS					
1	SELECCIONADOR GAVIMETRICA	1	3,730	80%	3730
2	DESPEDREGADORA	1	3,730	80%	3730
3	SEPARADORA	1	2,611	80%	2611
4	OREADORA SECADORA	1	3,730	80%	3730
5	DESCASCARRILLADORA	3	6,154	80%	18462
6	PELADORA DE CACAO	3	4,476	80%	13428
7	CLASIFICADORA	1	1,492	80%	1492
8	SELECCIONADORA	1	3,730	80%	3730
9	MOLINO DE GRANOS	1	3,730	80%	3730
10	MOLINOS DE MARTILLOS	1	5,595	80%	5595
11	MOLINO TRITURADOR	1	3,730	80%	3730
12	EXTRACTORES	3	1,500	80%	4500
13	TOSTADORA	1	373	80%	373
14	MOLINO PARA REFINADO	1	3,730	80%	3730
15	CUARTO FRIO	2	7,460	80%	14920
16	AIRE ACONDICIONADO	2	1,900	70%	3800
17	PC	4	115	80%	460
18	IMPRESORA	1	100	80%	100

19	LUMINARIAS CAMPANAS	27	150	80%	4050
20	CLIMA	2	1,020	80%	2040
21	REFRIGERADORA	1	300	80%	300
22	LUMINARIAS FLUORECENTES	19	84	80%	1596
23	LUMINARIAS AHORRADORES	13	20	80%	260
24	MEZCLADORA	1	7,000	80%	7000
25	EMPACADORA	1	3,500	80%	3500
26	PLASMA	1	9000	80%	9000
27	SELLADO Y EMPACADO	1	1,492	80%	1492
28	CENTRIFUGADO	2	373	80%	746
29	FILTRO DE PRENSA	1	1,865	80%	1865
30	ENVASADORA DE MANTECA DE CACAO	2	373	80%	746
31	BANDA TRANSPORTADORA CON TUNEL	1	559	80%	559
32					
33	BOMBA DE AGUA	1	2,000	80%	2000
34	BOMBA HIDRAULICA	1	1,119	80%	1119
35	BOMBA DE ACEITE	1	2,238	80%	2238
36	TEMPERADORA	1	2,795	80%	2795
37	MOLDEADORA	2	1000	80%	2000
38	Radio grabadora	1	40	80%	40
	TOTALES		92,814	80%	135197

Realizado por: El investigador

A continuación se muestra en la figura 6 el esquema de la distribución de las líneas de producción, oficinas y otras áreas de la planta.

FIGURA 6
ESQUEMA DE LA PLANTA KALLARY



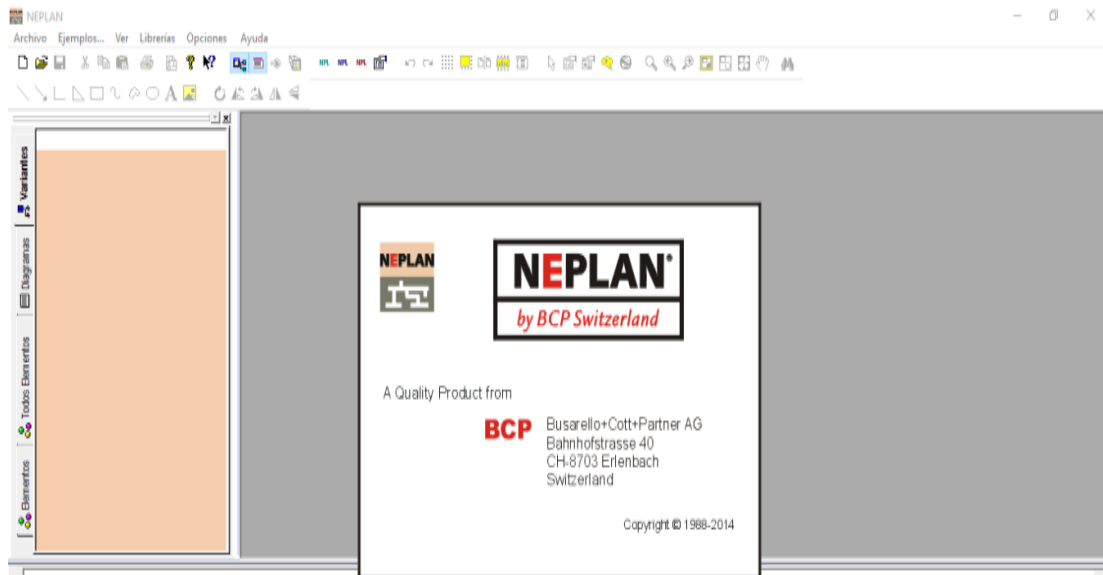
Fuente: Corporación Kallary

2.7. Instrumentación y Aplicaciones Informáticas.

2.7.1. Descripción de los paquetes computacionales (Software) NEPLAN V553

En las figuras 7 se muestran el software Neplan v553 que será utilizado para la simulación y el análisis de flujos de carga, considerando la demanda del sistema a diseñar. En particular la figura 7 muestra cómo será construido el diagrama unifilar atendiendo a la demanda del sistema para obtener los niveles de tensión, factor de potencia en el nodo principal, nivel de carga del transformador y líneas, así como las pérdidas del sistema en los diferentes escenarios de carga.

FIGURA 7
PANTALLA PRINCIPAL DE INICIO DEL NEPLAN



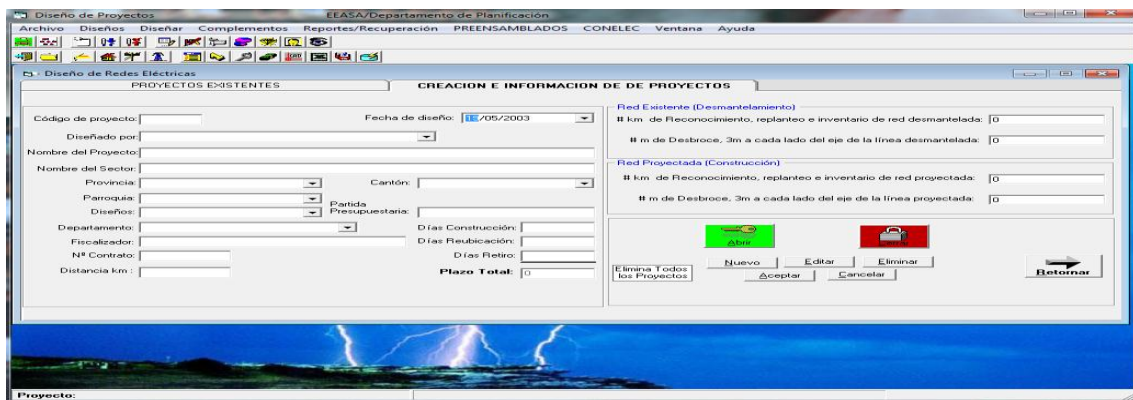
Fuente: NEPLAN

Esta aplicación informática es una herramienta de análisis para el diseño, simulación y operación del sistema de suministro en redes industriales, que simula la fuente de energía, distribución y el comportamiento de las cargas. También permite el cálculo de cortocircuito y realizar hasta estudios avanzados de estabilidad transitorios

2.7.2 Software SISDE

Es un software que es utilizado en algunas empresas eléctricas del país, principalmente por el departamento de planificación, por lo que se empleó en este proyecto para el diseño de la red de medio voltaje en particular. A continuación se muestran la pantalla principal y otra pantalla dónde se puede apreciar la introducción del archivo para el diseño del proyecto en las figuras 8

FIGURA 8
PANTALLA PRINCIPAL DE INICIO DEL SISDE



Fuente: Software sisde

Este software utiliza como herramienta complementaria el AUTOCAD. Al introducir todos los datos necesarios como coordenadas, estructuras que van a ser montadas, postes, transformadores etc. Se puede modelar el circuito y a la vez simular utilizando el AUTOCAD. Entre las aplicaciones más destacadas de este software, se pueden mencionar la extracción de datos del mismo como: regulación de voltaje, hoja de estacamiento, cantidad de mano de obra, entre otros. Datos que luego son muy importantes a la hora de realizar el presupuesto correspondiente al proyecto actual en cuestión.

2.8. Criterios de Selección

2.8.1. Criterio de Selección de fusibles de Medio y Bajo Voltaje

Existen fusibles para medio y bajo voltaje, con la diferencia entre ellos en que en medio voltaje operan con baja corriente y en bajo voltaje operan con corrientes elevadas como es el caso del NH y se utilizan en capacetas para la derivación de bajo voltaje.

Existen varios tipos de cartuchos de fusibles, como se muestran en la tabla N° 8

TABLA 8 TIPOS DE CARTUCHOS DE FUSIBLES

TIPO	SEGÚN NORMA	UNE
FUSIBLE RAPIDO	gF	gl, gl, F, FN, Instanfus
FUSIBLES LENTOS	gT	T, FT, Tardofus
FUSIBLE DE ACOMPAÑAMIENTO	aM	A, FA, Contanfus

Realizado por: El investigador

Denominando a I_f intensidad a la que un fusible debe fundirse, se puede decir entonces que para estos tres tipos mencionados:

- Para $I = 5 I_f$ los fusibles lentos funden en un segundo
- Para $I = 2,5 I_f$ los fusibles rápidos funden en un segundo
- Para $I = 8 I_f$ los fusibles de acompañamiento funden en un segundo

Utilizando la siguiente ecuación para determinar I_f :

Ecuación 53 (2.8. 1)

$$I_f = \frac{P}{V_f}$$

Dónde:

I_f : Ya se conoce como intensidad de un fusible (kA)

P: Potencia en (kVA)

V_f : Voltaje del sistema (V)

Sustituyendo:

$$I_f = \frac{125}{13,8}$$

$$I_f = 9,05 \text{ kA}$$

Ahora bien, por normas existen tablas que ofrecen los valores para determinar los fusibles adecuados para alta y baja tensión ya determinada la potencia del transformador con mayor precisión.

2.8.2. Criterio de Selección para Descargador o pararrayo

Para la selección del pararrayos, se compara los requerimientos eléctricos y mecánicos del sistema en cuestión y las características que ofrece el fabricante. En este caso, según Normas IEC corresponde a sistemas del Rango II, por lo que se usa pararrayos de óxido metálico (ZnO) sin explosores.

Características eléctricas.

Se define como el valor máximo permisible de voltaje sinusoidal rms de frecuencia industrial a (V_c). El cual se puede aplicar continuamente entre los terminales del pararrayos, y no presentar problemas térmicos. Para sistemas con neutro sólidamente conectado a tierra se tiene que:

Ecuación 64 (2.8. 2)

$$V_c \geq 1.05 \times \frac{V_s}{\sqrt{3}}$$

Donde:

V_c : Voltaje de operación continua del pararrayos

V_s : Se considera que su valor es igual al de la tensión más elevada de la red

Sustituyendo:

$$V_c = 1.05 \frac{13,8}{1,73}$$

$$V_c = 8,38 \text{ kV}$$

La relación con la capacidad que tiene el pararrayos de operar frente a sobretensiones temporales en un período definido de tiempo es V_r , y se puede calcular a partir de dos criterios seleccionando de entre ellos el mayor valor obtenido, de la siguiente forma:

Ecuación 75 (2.8.2)

$$V_{r \min} \geq 1.25 \times V_c$$

Donde:

Tensión asignada o nominal (V_r)

Sustituyendo:

$$V_r = 1.25 \times 8,38$$

$$V_r = 10,47 \text{ kV}$$

(I_n) Corriente nominal de descarga o corto circuito, se define como el valor pico de una corriente tipo rayo normalizada de 8/20 μ s, y esta sirve para hacer una clasificación de los pararrayos, según se muestra en la Tabla 9

TABLA 9
CLASIFICACIÓN DE PARARRAYOS DE ÓXIDO METÁLICO SIN EXPLOSORES SEGÚN
 I_n .

Valores de corriente nominal de descarga estandarizados (kA)					
	20	10	5	2,5	1,5
Tensión asignada V_r (kV _{r.m.s f-f})	$360 < V_r \leq$ 756	$3 < V_r \leq$ 360	$V_r \leq$ 132	$V_r \leq$ 36	-

Realizado por: El investigador

Una vez que se obtuvo la tensión asignada o nominal (V_r) con la tabla N°10 obtenemos el valor de la corriente nominal de descarga estandarizado (I_n)

Además, la norma IEC 60099 - 4 se aplica a los pararrayos, los cuales permiten limitar la amplitud de las sobretensiones originadas por descargas atmosféricas, y posibilitan también conducir estas corrientes de descarga a tierra, para el caso de estudio se tiene las siguientes características para 13.8 kV en la siguiente tabla 10

TABLA 10
CARACTERÍSTICAS DEL PARARRAYO

ITEM	DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES
		Media tensión
1	Voltaje asignado	12kV
2	Conexión	Fase - Tierra
3	Tipo	Oxido metálico
4	Voltaje máximo del sistema	15kV
5	Voltaje nominal del sistema	13.8kV
6	Máxima tensión de operación continua (MCOV)Uc	10kV
7	Frecuencia	60Hz
8	Máxima duración de la falla a tierra	1s
9	Corriente nominal de descarga	10KA
10	Tensión residual máxima con onda de corriente tipo rayo 8/20us, 10kA Upl	36kv
11	Tensión residual máxima con onda de corriente tipo maniobra 30/60us, 1kA Ups	30kV
12	Voltaje soportado a impulso atmosférico (BIL)	95kV pico
13	Voltaje soportado a frecuencia industrial	38kV
14	Mínima distancia de fuga	373mm

Fuente: Ceper.com.pe/pdf/102/cables-media-tensionn.PDF, pag 15

2.8.3 Cálculo de una puesta a tierra

Un sistema de puesta tierra en instalaciones eléctricas su finalidad principal es de una limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar, en un momento dado, las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Este cálculo se puede realizar con el mejoramiento de suelo, para así llegar a obtener la siguiente resistencia de la malla a tierra con los siguientes aspectos:

- ✓ Aumento del número de conductores en paralelo.
- ✓ Aumento del diámetro del electrodo o del conductor
- ✓ Aumento de la longitud de profundidad del electrodo
- ✓ El uso de bentonita, una arcilla natural que se formó por acción volcánica hace mucho tiempo, y es un elemento no corrosivo, estable y tiene una resistividad de $2.5 \Omega\text{-m}$ al 300% de humedad.
- ✓ El uso de sales como cloruro de sodio, magnesio y sulfatos de cobre, o cloruro de calcio, para incrementar la conductividad del suelo alrededor del electrodo. Pero estas sales emigran a otras áreas.
- ✓ El uso de electrodos de tipo químico que constan de un tubo de cobre relleno de una sal. Los agujeros en el tubo permiten la entrada de humedad, disolver las sales y permitir que la solución de sal se filtre en la tierra

1-) Resistencia de la malla de tierra

$$R = \rho / 4r + \rho / L$$

R= Resistencia de la malla en Ohmios= 2.87

ρ =resistividad del terreno en Ohm-m= 10 L1=2

r= radio circular equivalente en m = 1.13

Lados de la malla: l1= 2

l2= 2

LE= longitud de electrodos l3= 1.8

NE= número de electrodos 4

L= longitud de la malla: 15.2

X1= 2

X2= 2



2-) Calibre del conductor

S= potencia de consumo en VA = 125,000

U = voltaje secundario = 220

I = intensidad nominal = 568.18

Cálculo de corriente de corto circuito

$$I_{cc} = V_{fn} / (Z_L + Z_f)$$

$$Z_f = 0$$

$$I_{cc} = V_{fn} / Z_L$$

$$I_{cc} = I_L \times 100 / Z_{pu}$$

I_{cc} = intensidad de c.c. = 28,409.09

A_c = sección del conductor CM= 304,680.73

Temperatura con conectores atornillados -----> T_{mx} = 250

Temperatura ambiente -----> T_a = 16

Tiempo de despeje de la falla-----> t = 1

A₁=seccion conductor en mm² 152.340

Nota: Como resultado se escoje Instalar el # 1/0 AWG;
que tiene una area aproximada de 53,5 mm²

Realizado por: El investigador

TABLA 11
RESISTIVIDAD PARA DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES

RESISTIVIDAD TIPICA PARA CAPA SUPERFICIAL		
MATERIAL	RESISTIVIDAD (Ωm)	
	SECO	HUMEDO
Granito triturado de 10 com aprox.	2,6x10 ⁶ a 3 x 10 ⁶	10000 a 100
Granito de 4cm aprox.	4000	1200 a 100
Granito triturado de 2cm aprox	1,5x10 ⁶ a 4,5 x 10 ⁶	5000 a 100
Caliza triturada	7x10 ⁶	3000 a 200
Asfalto	2x10 ⁶ a 30x 10 ⁶	6000000 a 10000
Concreto	1x10 ⁶ a 1 x 10 ⁹	21 a 100
Ripio	2 x 10 ⁶	10000

FUENTE: Normas IEEE 80-200. "Typical Surface materiales resistivities"

2.8.4. Criterios para diseño de redes de distribución

2.8.3.1. Regulación de voltaje

Se conoce que se relaciona a la regulación con la caída de tensión en los conductores de una red determinada, lo mismo pueden ser en generadores y transformadores eléctricos. Por supuesto que no es conveniente que haya una caída de tensión muy excesiva en el conductor por que el usuario final o transformador de MT a BT tensión estaría alimentado por un valor reducido de tensión muy distinto al valor asignado.

Se utilizan básicamente dos definiciones de regulación, dependiendo del país donde se haga la instalación:

La normativa estadounidense: define la regulación de la siguiente manera:

Ecuación 16 (2.8.3.1)

$$\Delta V\% = \frac{V_{1n} - V_{2n}}{V_{1n}}$$

Donde:

V_{2n} : es la tensión en los bornes de la carga o transformador

La normativa europea (IEC): define la regulación de la siguiente manera:

Ecuación 8 (2.8.3.1)

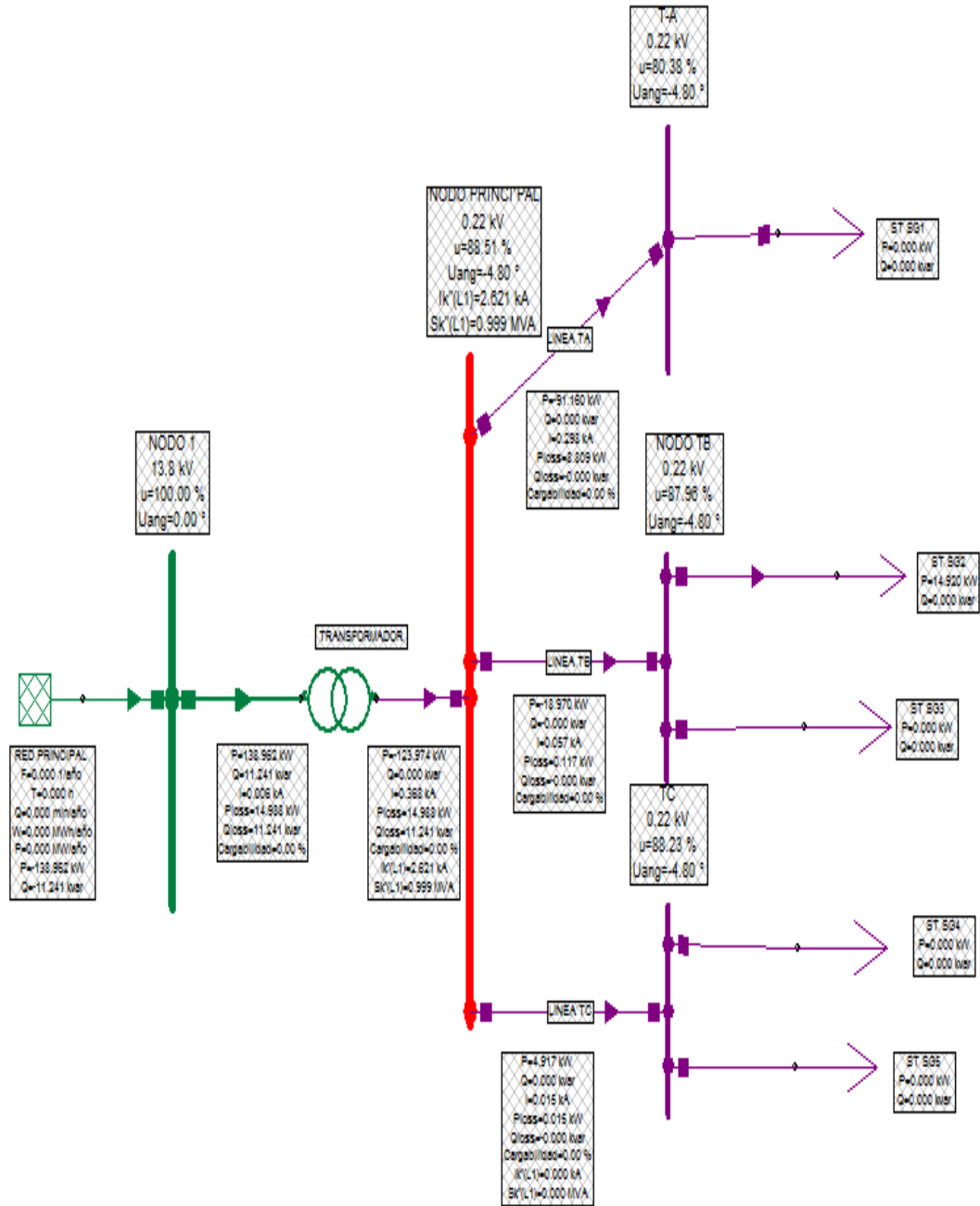
$$\Delta V\% = \frac{V_{1n} - V_{2n}}{V_{1n}}$$

Donde:

V_{1n} : No es más que la tensión aguas arriba (parte más cercana a la central de producción) de la carga o transformador, es decir en el alimentador

La regulación dada por IEC es mayor que la normativa americana y es la que aplica en el Ecuador.

FIGURA 9
DIAGRAMA UNIFILAR INCORPORADAS LAS CARGAS



Fuente: NEPLAN

TABLA 12
REPORTE DE RED EQUIVALENTE

	P Pérdidas		Q Pérdidas	P Imp	Q Imp	P Gen	Q Gen	P Carga
	MW		MVar	MW	MVar	MW	MVar	MW
Red		0.024	0.011	0.139	0.011	0.139	0.011	0.115
Zona 1		0.024	0.011	0	0	0.139	0.011	0.115
Área 1		0.024	0.011	0	0	0.139	0.011	0.115

Fuente: Neplan v553

TABLA 13
REPORTE DE CARGAS

Nodo	Elemento	Tipo	P	Q	I	Ángulo l	P Pérdidas	Q Pérdidas
Nombre	Nombre		MW	MVar	kA	°	MW	MVar
NODO 1	TRANSFORMADOR	Transformador 2 Dev.	0.139	0.011	0.006	-4.6	0.015	0.0112
NODO 1	RED PRINCIPAL	Equivalente de Red	-0.139	-0.011	0.006	175.4		
NODO TB	ST SG3	Carga	0	0	0	0		
NODO TB	ST SG2	Carga	0.015	0	0.045	-4.8		
NODO PRINCIPAL	LINEA TC	Línea	0.005	0	0.015	-4.8	0	0
NODO TB	LINEA TB	Línea	-0.019	0	0.057	175.2	0.0001	0
T-A	LINEA TA	Línea	-0.091	0	0.298	175.2	0.0088	0
TC	ST SG4	Carga	0	0	0	0		
T-A	ST SG1	Carga	0	0	0	0		
TC	ST SG5	Carga	0	0	0	0		

Fuente: Neplan v553

TABLA 14
REPORTE TOTAL DEL SISTEMA

Nodo	U	u	Ángulo V	P Carga	Q Carga	P Gen	dPL/dQG
Nombre	kV	%	°	MW	MVar	MW	
NODO 1	13.8	100	0	0	0	0.139	0
NODO PRINCÍPAL	0.195	88.51	-4.8	0	0	0	-0.02573
T-A	0.177	80.38	-4.8	0.091	0	0	-0.02573
NODO TB	0.194	87.96	-4.8	0.019	0	0	-0.02573
TC	0.194	88.23	-4.8	0.005	0	0	-0.02573

Fuente : Neplan v553

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DE LA RED DE SUMINISTRO DE ENERGÍA PARA LA CORPORACIÓN KALLARY

3.1. Alcance y justificación

En la provincia de Napo, la población de las riberas junto a la Corporación Kallary se han dedicado a fomentar la producción y cosecha del cacao fino de aroma, con el fin de mejorar el ingreso de sus asociados a través del aprovechamiento de las materias primas y la generación de valor agregado en el área donde está situada la plantación de la Corporación.

La Corporación Kallary junto a la población ha dado un impulso a la producción y venta del cacao, motivando un alto interés en algunos sectores comerciales en que el cacao sea procesado en la misma provincia, ya sea con la intervención directa o indirecta de la Corporación Kallary o de otros sectores.

Para ello viene implementando su planta procesadora de cacao, la misma permitirá satisfacer la demanda de este producto tanto en el mercado nacional como internacional por un lado y por otro permitirá mejorar los ingresos económicos de manera integral.

Este proceso de industrialización demandará el montaje de equipos, maquinaria, tecnología y servicios que garanticen la operación y funcionamiento de la planta las 24 horas del día, los 365 días del año, para asegurar los estándares de calidad que requiere el consumidor final de chocolate. En función de lo señalado, la nueva infraestructura industrial de la planta, necesitará de una serie de mejoras ingenieriles tanto estructural, arquitectónica, eléctrica, hidráulica, comercial, entre otras.

Frente a ello la ingeniería eléctrica juega un papel primordial determinando la operatividad de la planta y la provisión de energía eléctrica que permita su funcionamiento, los 365 días del año, bajo estándares de continuidad, calidad, seguridad y bajo parámetros de ahorro y uso eficiente de la energía, y de alguna manera contribuir en la disminución de la contaminación ambiental.

El estudio que se realizó reviste vital importancia, puesto que permitirá garantizar el servicio continuo, confiable y eficaz a la planta procesadora, conservar los niveles de refrigeración y almacenamiento del producto procesado considerando sus niveles de estándares de calidad y lo más importante que se va a apoyar el fortalecimiento de sus asociados que en su mayoría son de bajos ingresos ubicados en el área rural de la provincia Napo.

El propósito principal de este estudio, es entonces el de asegurar el suministro de energía eléctrica permanente, confiable y segura para el funcionamiento de la planta.

3.2. Objetivo

3.2.1. Objetivo General de la propuesta

Dimensionar una red de suministro eléctrico que dé respuesta a la demanda de energía eléctrica de las cargas requeridas por la plantación de la Corporación Kallary, ubicada en la provincia de Napo sector Tena.

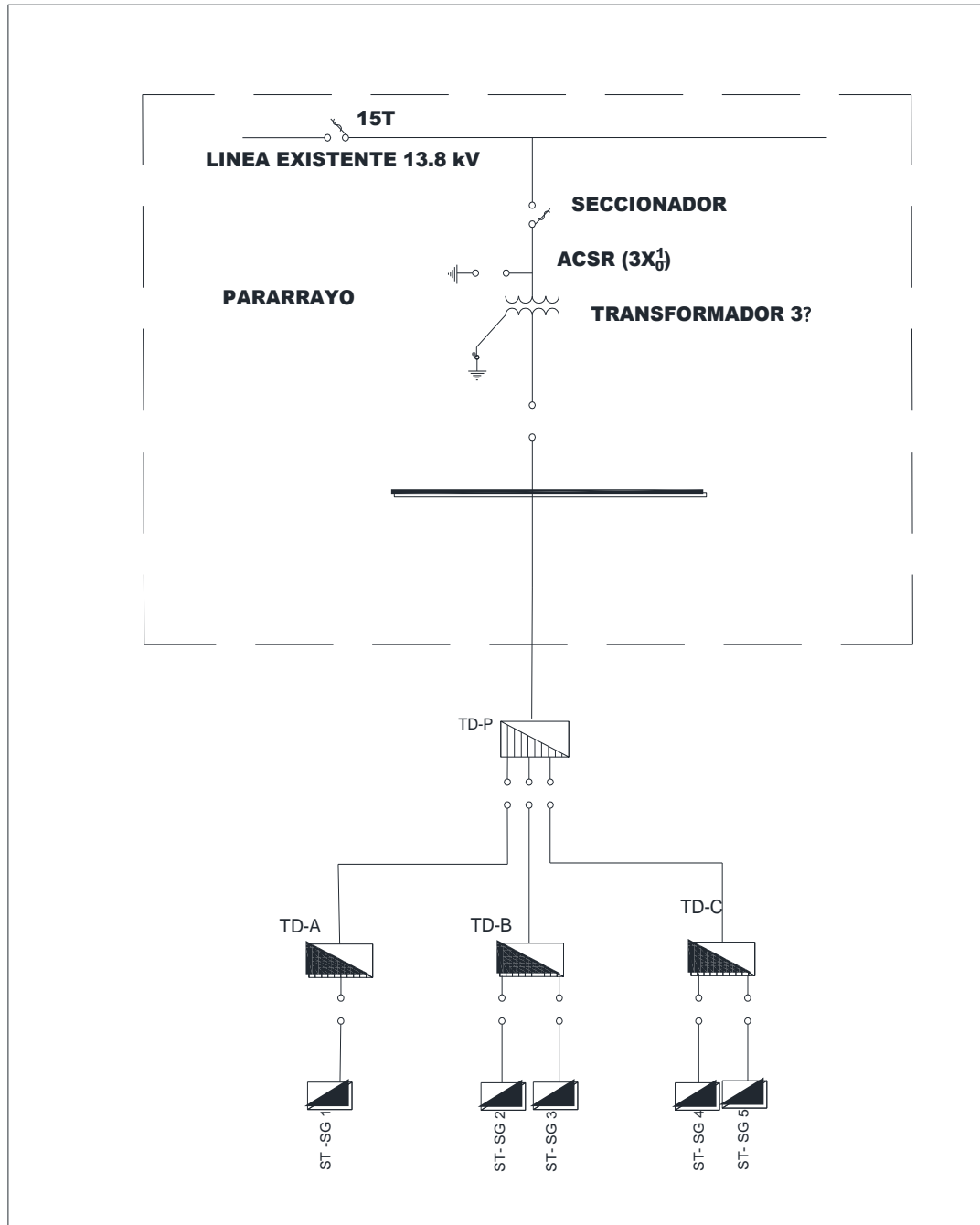
3.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar el estudio de las cargas requeridas del sistema de suministro mediante la simulación para asegurar la dotación de energía eléctrica requerida hasta la planta procesadora de chocolate;
- Evaluar la posibilidad de dar respuesta a la demanda futura de energía eléctrica atendiendo al plan de expansión de la empresa;
- Realizar la evaluación técnica económica de la red propuesta.

3.3. Desarrollo de la propuesta de la red

FIGURA 10

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR



Fuente: El investigador

Las redes de medio voltaje generalmente operan de forma radial, con vista a la alimentación de tramos a lo largo de diferentes tramos alimentadores, para ello se combina el uso de líneas, elementos de protección y maniobra. Entre los aspectos de mayor interés están el índice de confiabilidad de la red y la frecuencia media de interrupción por kVA instalado, con vista a establecer nuevos tramos del alimentador que tendrá que considerar también la factibilidad en términos de los costos de inversión y los equipos y medios requeridos para modificar la red frente a los cambios necesarios en la topología de la red para así minimizar los costos de la energía no suministrada.

Para construir el nuevo tramo se ha considerado:

- Elementos de protección
- Colocación de un seccionador en la derivación
- Considerar los equipos seccionadores y de protección para lograr el 100 % de confiabilidad
- Los circuitos a ser construido (MT y BT) considera el punto de menor distancia a la red del alimentador con vista a reducir los costos de inversión.

3.3.1. Configuración de la red

Para incorporar el tramo de alimentación a la planta Kallary se debe considerar la topología que tienen el alimentador y los parámetros eléctricos de la red hasta ese punto de conexión con vista a garantizar que la confiabilidad sea alta y se logre una calidad de sistema de suministro.

Para la configuración fue utilizado el software SISDE, el cual según los datos mostrados en la tabla 15, que se introdujeron de la red como: ubicación del emplazamiento, coordenadas del poste más cercano con suministro eléctrico trifásico y del lugar en específico donde se colocará el transformador, determinó y dio como resultado: una hoja de estacamiento con la ubicación exacta donde se pondrá cada poste y los materiales necesarios para construir la red eléctrica, como se muestra en el anexo. 3

TABLA 15
DATOS A INTRODUCIR EN EL SISDE

**START SISDE POSTES GPS
PROYECTADOS.**

# POSTE	COORD_X	COORD_Y	TIPO	RED MEDIA	RED BAJA	OBJETO
1	198024	9884270	PHC12_50 0			P
2	198055	9884309	PHC12_50 0			P
3	198057	9884309	PHC12_50 0			P

Fuente: SISDE

Donde:

POSTE: Es el número que va a tener cada poste

COORD_X y COORD_Y: Son las coordenadas exactas del lugar del estacamiento

TIPO: Significa el tipo de poste a utilizar, en este caso es un poste de hormigón de 12 metros

RED MEDIA: Combinación de números de postes para media

RED BAJA: Combinación de números de postes para baja

OBJETO: Es la referencia que va a utilizar el programa

3.3.2. Selección de los elementos de la red

Para la selección de los materiales, utilizamos el mismo software Neplan, debido a que ayuda a dar cual es la mejor opción, incluyendo en sus resultados la regulación de voltaje bajo criterios normalizados por el MERR, estos resultados se pueden apreciar en el anexo.3 y en la figura: 10.

En el anexo.4 aparece la cantidad de conductor necesaria para cubrir la distancia desde el poste energizado con medio voltaje más cercano, hasta el emplazamiento, cantidad de postes, de estructuras, de transformadores, etc. necesarios para acometer el proyecto.

En la figura: 10 se puede ver los resultados de la regulación de voltaje que arroja el NEPLAN, para Medio Voltaje (M.V.) del tramo en cuestión; también se observa en la figura: 10 de cuanto es el valor de la caída de voltaje para la red en diseño y además la configuración de la misma.

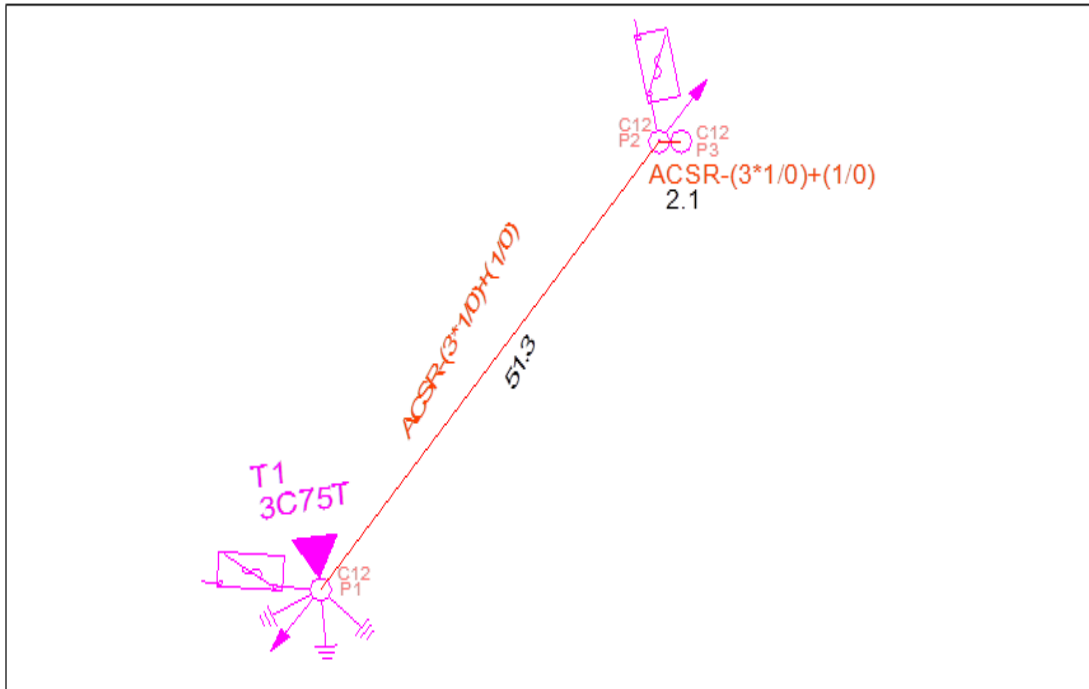
También se puede ver cómo debe quedar la red luego de la proyección de la misma, y se muestra la figura: 11.

FIGURA 11
REGULACIÓN DE VOLTAJE REALIZADA CON EI SISDE

DATOS				CARGA	LINEA	CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO		TRANSFORMADOR		DD KVA	Nº FASES	TAMAÑO	FCV	KVA * KM	Av %	
REF.	LONG(KM)	REF.	KVA			(AWG)	KVA * Km		PARCIAL	ACUMULADO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3-2	0,0021	-	-	100	3	1/0	2469	0,21	0,0001	0,0001
								Máxima Caída de	0,0001	

Fuente: SISDE

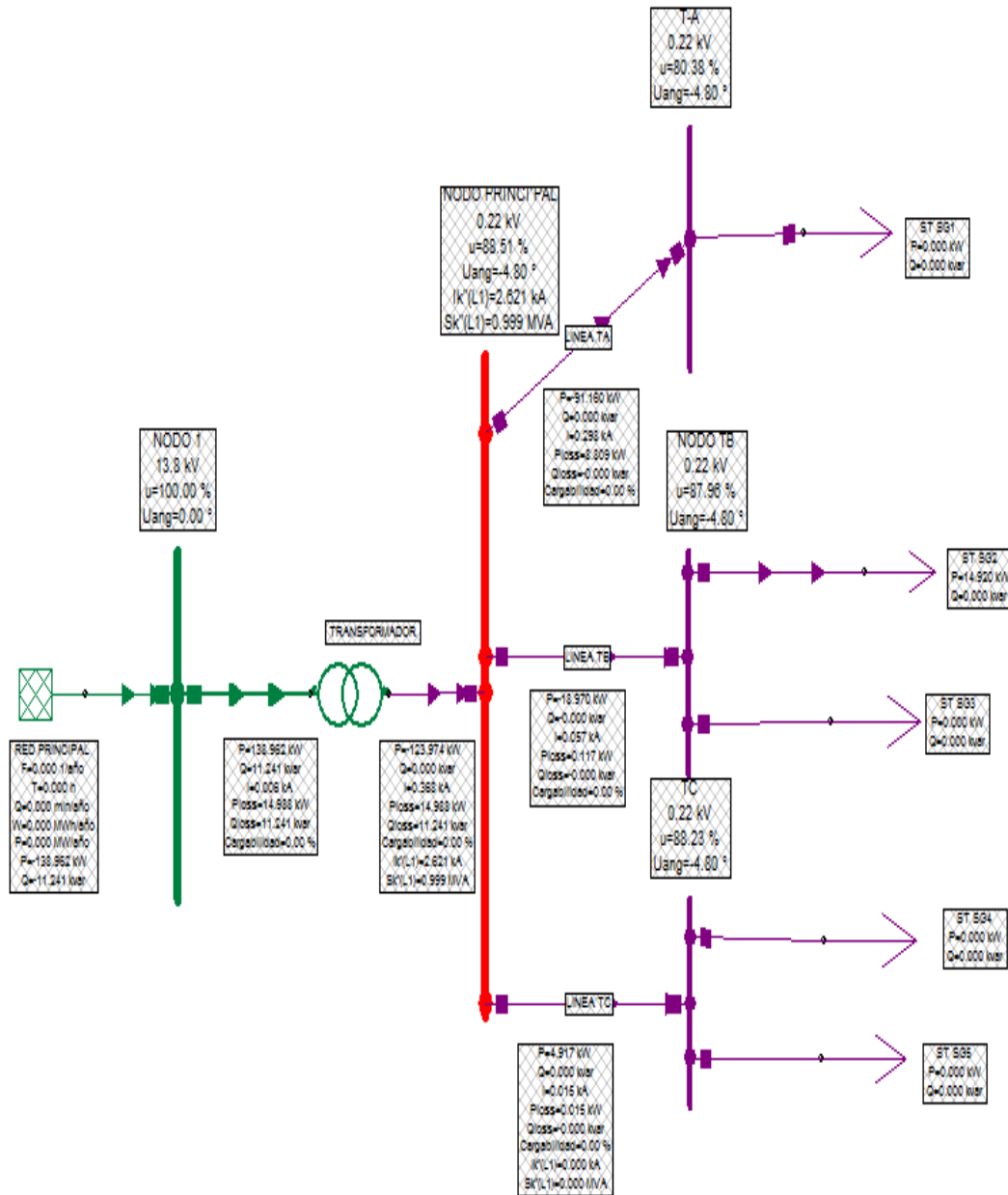
FIGURA 12
VISTA DE LOS RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN Y EL DISEÑO
REALIZADO.



Fuente: SISDE

Para el conocimiento general, se anexó (ver anexos) la composición de cada estructura que será utilizada en el diseño, para esto fueron revisadas las normas del MERR convenientes en el proyecto

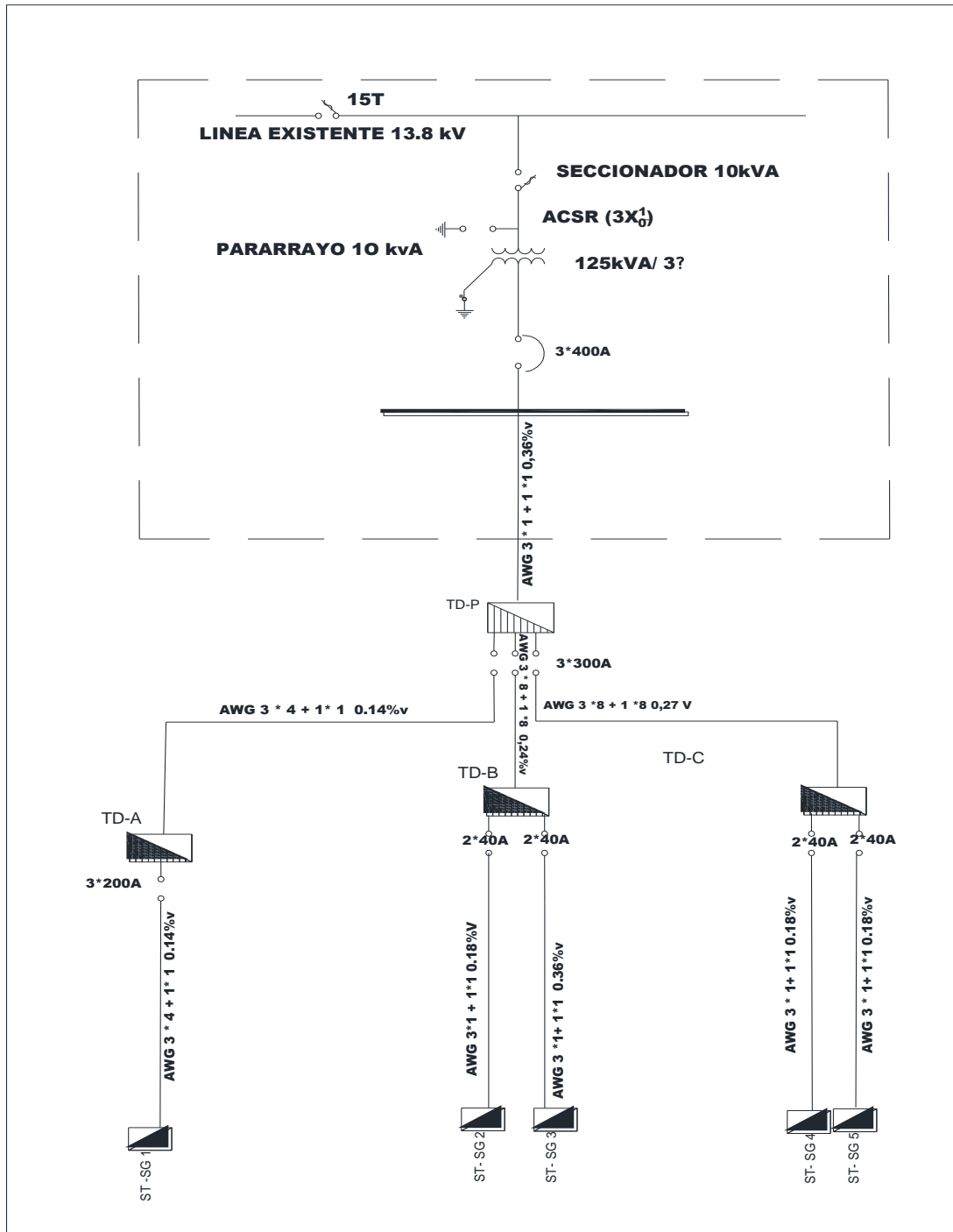
FIGURA 13
FLUJO DE CARGA DE SISTEMA A IMPLEMENTAR



Fuente: Neplan v553

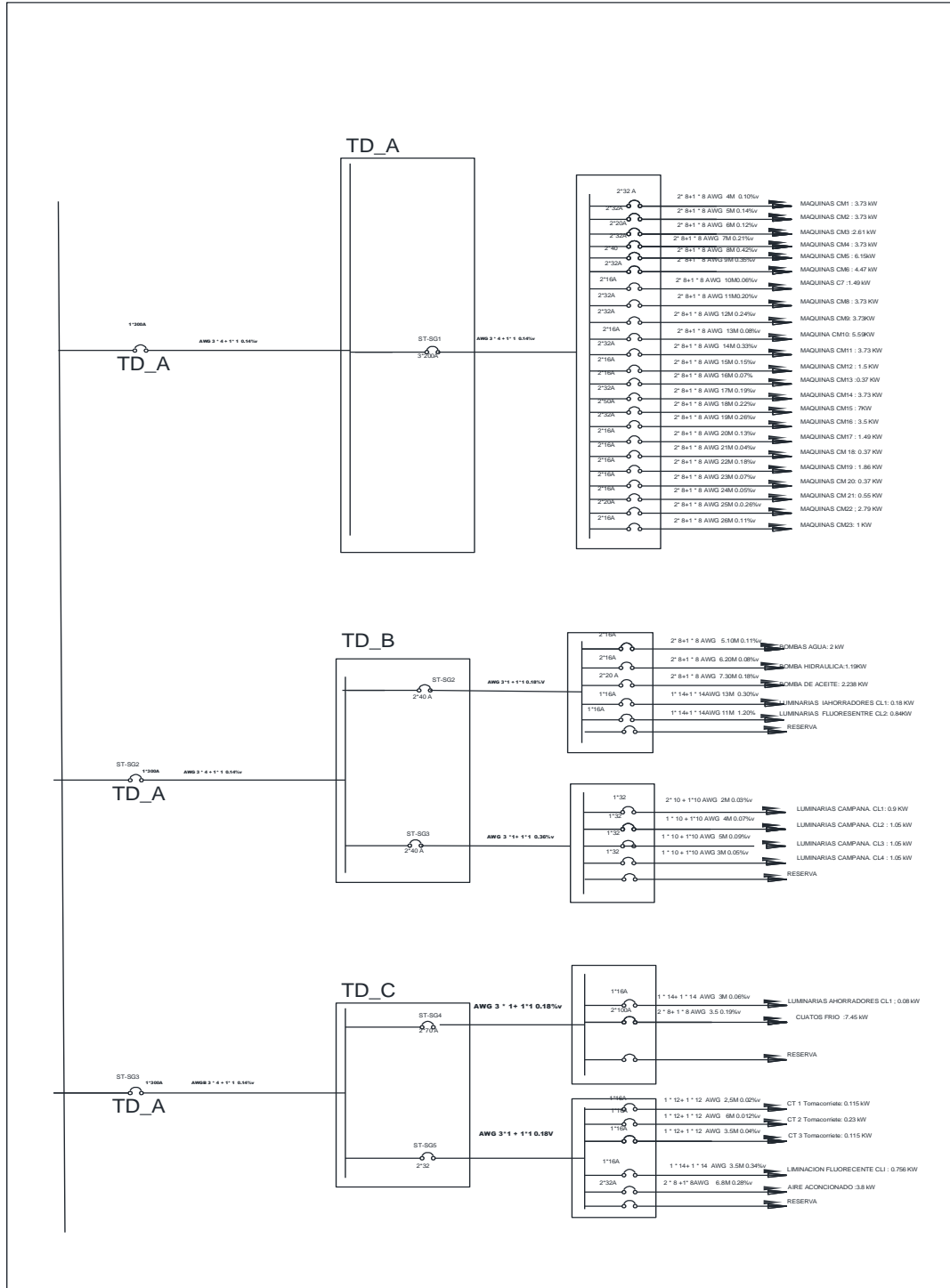
Para el conocimiento general este diagrama unifilar, se anexó la composición de cada estructura que será utilizada en el diseño.

FIGURA 14
DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR CON SUS
PROTECCIONES



Realizado por: El investigador

FIGURA 15
DIAGRAMAS DE CIRCUITOS DE LA PLANTACION



Realizado por: El investigador

Para el conocimiento general este diagrama unifilar, se anexó con sus respectivas instalaciones.

3.3.3. Selección del transformador

Se conoce la potencia instalada incluyendo la línea de confituras, la misma se muestra en la tabla: 12 y su valor es de: 126 kW. En la tabla: 16 se muestran los datos del sistema.

TABLA 16
DATOS DEL SISTEMA

DATOS DEL SISTEMA	
DATOS DEL TRANSF.	DYG-125KVA- 13,8/220V-3F
POT. INST. LÌNEA DE COCOA Y CHOCOLATE EN POLVO, Kw	99,91KW
POT. INST. LÌNEA DE CONFITERÍA, Kw	26,06KW
POT. TOTAL INST. Kw	125,97KW

Realizado por: El investigador

Se conoce que el factor de diversidad es dependiente del número de abonados comerciales o industriales que inciden sobre el punto considerado en la red (N), si N es igual a uno (1), que es el caso, entonces, el factor de diversidad es igual a uno (1), por tanto; la Demanda de Diseño (DD) va a ser igual a la Demanda Máxima Unitaria (DMU).

AL utilizar este dato y determinar la potencia aparente considerando un factor de potencia de 0,9, se obtienen un valor de 46 kVA considerando un nivel de carga de 80%. Como es necesario tener en cuenta la posibilidad de continuar ampliando la planta para nuevas producciones, se selecciona un transformador de 125 kVA.

3.3.3.1. Evaluación de la capacidad del transformador en función de las cargas a conectar.

A partir de la potencia aparente seleccionada para el transformador de 125 kVA, se procede a realizar la simulación con el software Neplan para validar la correcta selección en función del comportamiento de las cargas y potencia instalada que se muestran en la tabla: 12.

Para la simulación se consideran dos escenarios:

- 1- Incorporar la demanda inicial del proyecto que considera solo la línea de producción de polvo de cacao y tabletas con un $\cos \phi = 0.9$.
- 2- De tal manera o incorpora las cargas referentes a una nueva línea de producción de dulces que será incorporada a corto plazo con una potencia de 125kw y $\cos \phi = 0.9$.

Para evaluar el primer escenario se conformó el diagrama unifilar mostrado en el anexo 2, donde aparecen las dos cargas a instalar, la carga correspondiente al segundo escenario se desconecta con un interruptor para evaluar el comportamiento del transformador en el primer escenario y después poder conectarla en el segundo análisis.

Una vez corrido los flujos de potencia se puede observar en las tablas 17 - 21 que el $\cos \phi$ en la barra 3 es de 0.9, mientras que en la entrada del sistema tiene el valor de 0.89, aspecto este negativo, que podría generar penalización de la empresa en esta primera etapa, sin embargo la variaciones de voltaje son aceptables debido a que no exceden el 5 % y el nivel de carga del transformadores es de 62,1 % superando el 40 % mínimo requerido. Esto nos dice que tenemos reserva para incorporar a corto plazo las nuevas cargas que serán analizadas en el segundo escenario, ya que es conocido que el transformador debe estar al 80 % de carga de su capacidad nominal para mantener controlada sus pérdidas y hacer uso eficiente de su capacidad.

Las pérdidas activas totales del sistema, están en el orden de 2 kW, lo que exige un nuevo análisis, una vez que se conecta la carga adicional proyectada para ser incorporada a corto plazo.

TABLA 17
REPORTE DE RED EQUIVALENTE

	P Pérdidas		Q Pérdidas	P Imp	Q Imp	P Gen	Q Gen	P Carga
	MW		MVar	MW	MVar	MW	MVar	MW
	Red		0.024	0.011	0.139	0.011	0.139	0.011
Zona 1		0.024	0.011	0	0	0.139	0.011	0.115
Área 1		0.024	0.011	0	0	0.139	0.011	0.115

Fuente: Neplan v553

TABLA 18
REPORTE DE CARGAS

Nodo	Elemento	Tipo	P	Q	I	Ángulo l	P Pérdidas	Q Pérdidas
Nombre	Nombre		MW	MVar	kA	°	MW	MVar
NODO 1	TRANSFORMADOR	Transformador 2 Dev.	0.139	0.011	0.006	-4.6	0.015	0.0112
NODO 1	RED PRINCIPAL	Equivalente de Red	0.139	0.011	0.006	175.4		
NODO TB	ST SG3	Carga	0	0	0	0		
NODO TB	ST SG2	Carga	0.015	0	0.045	-4.8		
NODO PRINCIPAL	LINEA TC	Línea	0.005	0	0.015	-4.8	0	0
NODO TB	LINEA TB	Línea	0.019	0	0.057	175.2	0.0001	0
T-A	LINEA TA	Línea	0.091	0	0.298	175.2	0.0088	0
TC	ST SG4	Carga	0	0	0	0		
T-A	ST SG1	Carga	0	0	0	0		
TC	ST SG5	Carga	0	0	0	0		

Fuente: Neplan v553

TABLA 19
REPORTE TOTAL DEL SISTEMA

Nodo	U	u	Ángulo V	P Carga	Q Carga	P Gen	dPL/dQG
Nombre	kV	%	°	MW	MVar	MW	
NODO 1	13.8	100	0	0	0	0.139	0
NODO PRINCIPAL	0.195	88.51	-4.8	0	0	0	-0.02573
T-A	0.177	80.38	-4.8	0.091	0	0	-0.02573
NODO TB	0.194	87.96	-4.8	0.019	0	0	-0.02573
TC	0.194	88.23	-4.8	0.005	0	0	-0.02573

Fuente : Neplan v553

TABLA 20
CALCULO PARA EL NUMERO DE CONDUCTOR EN BAJO VOLTAJE

1	3	4	7	8	11	12	13	14	16	19	20	21	24	25	35	36	55	71		
ROUTING			LOAD DATA	CALCULUS															CABLE	
TAG CABLE	FROM	TO	Voltaje [kV]	Potencia	P.F. [%]	EFF. [%]	kW	kVA	LENGT H [ft]	I nom. [A]	Factor Diseño	I nom. Diseño [A]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]	S I Z E	Num ber	CABLE TIPO	TAG		
	ST SG1	M1	0.22	3.73	95%	98%	3.73	4.01	7.87	18.21	1.25	22.76	0.22	0.10%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M2	0.22	3.73	95%	98%	3.73	4.01	10.89	18.21	1.25	22.76	0.30	0.14%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M3	0.22	2.61	95%	98%	2.61	2.80	13.28	12.74	1.25	15.93	0.26	0.12%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M4	0.22	3.73	95%	98%	3.73	4.01	16.73	18.21	1.25	22.76	0.46	0.21%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M5	0.22	6.15	95%	98%	6.15	6.61	20.17	30.03	1.25	37.53	0.92	0.42%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M6	0.22	4.47	95%	98%	4.47	4.80	23.62	21.82	1.25	27.28	0.78	0.35%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M7	0.22	1.49	95%	98%	1.49	1.60	12.46	7.27	1.25	9.09	0.14	0.06%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M8	0.22	3.73	95%	98%	3.73	4.01	15.91	18.21	1.25	22.76	0.44	0.20%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M9	0.22	3.73	95%	98%	3.73	4.01	19.35	18.21	1.25	22.76	0.53	0.24%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M10	0.22	5.56	95%	98%	5.56	5.97	22.80	27.15	1.25	6.10	0.17	0.08%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M11	0.22	3.73	95%	98%	3.73	4.01	26.08	18.21	1.25	22.76	0.72	0.33%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M12	0.22	1.50	95%	98%	1.50	1.61	29.36	7.32	1.25	9.15	0.33	0.15%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M13	0.22	0.37	95%	98%	0.37	0.40	52.48	1.82	1.25	2.28	0.14	0.07%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M14	0.22	3.73	95%	98%	3.73	4.01	15.09	18.21	1.25	22.76	0.42	0.19%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M15	0.22	7.00	95%	98%	7.00	7.52	18.53	34.18	1.25	42.72	0.48	0.22%	8	2	MC	2-2/C # 8 MC +		
	ST SG1	M16	0.22	3.50	95%	98%	3.50	3.76	21.98	17.09	1.25	21.36	0.57	0.26%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M17	0.22	1.49	95%	98%	1.49	1.60	25.42	7.28	1.25	9.11	0.28	0.13%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M18	0.22	0.37	95%	98%	0.37	0.40	28.70	1.82	1.25	2.28	0.08	0.04%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M19	0.22	1.87	95%	98%	1.87	2.00	29.03	9.11	1.25	11.38	0.40	0.18%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M20	0.22	0.37	95%	98%	0.37	0.40	20.66	1.82	1.25	6.41	0.16	0.07%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M21	0.22	0.56	95%	98%	0.56	0.60	24.11	2.73	1.25	3.42	0.10	0.05%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG1	M22	0.22	2.79	95%	98%	2.79	3.00	27.55	13.62	1.25	17.03	0.57	0.26%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
TD-A	ST SG1	M23	0.22	1.00	95%	98%	1.00	1.07	32.64	4.88	1.25	6.10	0.24	0.11%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
	ST SG2	B1	0.22	2.00	95%	98%	2.00	2.15	16.73	9.76	1.25	12.21	0.25	0.11%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		
TD-B	ST SG2	B2	0.22	1.12	95%	98%	1.12	1.20	20.34	5.46	1.25	6.83	0.17	0.08%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND		

	ST SG2	B3	0.22	2.24	95%	98%	2.24	2.40	23.94	10.93	1.25	13.66	0.40	0.18%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND
	ST SG2	CL1	0.127	0.18	95%	98%	0.18	0.19	42.64	1.52	1.25	1.90	0.38	0.30%	14	1	MC	1-2/C # 14 MC + GND
	ST SG2	CL2	0.127	0.84	95%	98%	0.84	0.90	36.08	7.10	1.25	8.88	1.52	1.20%	14	1	MC	1-2/C # 14 MC + GND
	ST SG3	CL1	0.22	0.90	95%	98%	0.90	0.97	6.56	4.39	1.25	5.49	0.07	0.03%	10	1	MC	1-2/C # 10 MC + GND
	ST SG3	CL2	0.22	1.05	95%	98%	1.05	1.13	13.12	5.13	1.25	6.41	0.16	0.07%	10	1	MC	1-2/C # 10 MC + GND
	ST SG3	CL3	0.22	1.05	95%	98%	1.05	1.13	16.40	5.13	1.25	6.41	0.19	0.09%	10	1	MC	1-2/C # 10 MC + GND
	ST SG3	CL4	0.22	1.05	95%	98%	1.05	1.13	9.84	5.13	1.25	6.41	0.12	0.05%	10	1	MC	1-2/C # 10 MC + GND
	ST SG4	CL1	0.127	0.16	95%	98%	0.16	0.17	9.84	1.35	1.25	1.69	0.08	0.06%	14	1	MC	1-2/C # 14 MC + GND
TD-C	ST SG4	C. FRIO	0.22	14.92	95%	98%	14.92	16.03	11.48	72.84	1.25	91.06	0.42	0.19%	8	3	MC	3-2/C # 8 MC + GND
	ST SG6	CT2	0.127	0.23	95%	98%	0.23	0.25	19.68	1.95	1.25	2.43	0.15	0.12%	12	1	MC	1-2/C # 12 MC + GND
	ST SG7	CT3	0.127	0.12	95%	98%	0.12	0.13	11.48	1.01	1.25	1.27	0.04	0.04%	12	1	MC	1-2/C # 12 MC + GND
	ST SG8	CLI	0.127	0.76	95%	98%	0.76	0.81	11.48	6.39	1.25	7.99	0.43	0.34%	14	1	MC	1-2/C # 14 MC + GND
	ST SG5	AIRE	0.22	3.80	95%	98%	3.80	4.08	22.30	18.55	1.25	23.19	0.63	0.28%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND

Relizado por : el investigador

TABLA 21

CALCULO PARA EL NUMERO DE CONDUCTOR PARA TABLEROS PRINCIPAL Y SUBTABLEROS

TD-A	0.22	67.22	95%	98%	67.22	72.20	9.84	149.40	1.25	186.75	0.30	0.14%	4	3	MC	3-3/C # 4 MC + GND
TD-B	0.22	10.43	95%	98%	10.43	11.20	11.48	29.90	1.25	37.38	0.52	0.24%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND
TD-C	0.22	20.11	95%	98%	20.11	21.60	13.12	29.90	1.25	37.38	0.59	0.27%	8	1	MC	1-2/C # 8 MC + GND
TD P	0.22	97.76	95%	98%	97.76	105.00	32.80	228.63	1.25	285.78	0.78	0.36%	1	3	MC	3-3/C # 1 MC + GND
STG SG2	0.22	6.38	95%	98%	6.38	6.85	11.48	228.63	1.25	285.78	0.27	0.12%	1	3	MC	3-3/C # 1 MC + GND
STG G3	0.22	4.05	95%	98%	4.05	4.35	14.76	228.63	1.25	285.78	0.35	0.16%	1	3	MC	3-3/C # 1 MC + GND
ST SG4	0.22	15.08	95%	98%	15.08	16.20	16.40	228.63	1.25	285.78	0.39	0.18%	1	3	MC	3-3/C # 1 MC + GND
ST SG5	0.22	4.91	95%	98%	4.91	5.27	16.40	228.63	1.25	285.78	0.39	0.18%	1	3	MC	3-3/C # 1 MC + GND

Relizado por : el investigador

3.3.4. Materiales

Los materiales a utilizar aparecen en la tabla que se presenta a continuación, donde se puede apreciar el costo de los mismos, incluyendo la mano de obra de la instalación y el transporte para ejecutar dicho proyecto.

TABLA 22
LISTA DE MATERIALES DEL TRANSFORMADOR

PROYECTO DE LA PLANTACION KALLARY DE CACAO

ITEM	DESCRIPCION	UNI	CANTIDAD	PREC. UNIT	PREC. TOTAL
POSTES, TORRES Y ACCESORIOS					
1	CABLE COBRE DESNUDON°2	MTS	30	3.85	\$ 115.50
2	CABLE DE ASERO TENSOR3/8	MTS	28	1.13	\$ 31.64
3	ABRAZ SIMPLE DE 6 1/2 RACK	UNI	4	4.6	\$ 18.40
4	ABRAZ PERNO CENT. SIMPLE 5 ½	UNI	10	4.43	\$ 44.30
5	ABRAZ PERNO CENT. DODLE 5 ½	UNI	2	5.84	\$ 11.68
6	AISLADOR PIN ANSI 55-4	UNI	3	6.55	\$ 19.65
7	AISLADOR ROLLO ANSI 53-2	UNI	8	1.22	\$ 9.76
8	AISLADOR DE SUSPENSION POLIMER	UNI	6	16.22	\$ 97.32
9	AISLADOR DE RETENIDA ASI 54.2	UNI	2	3.7	\$ 7.40
10	BASTIDORES DE DOS VIAS	UNI	4	7.09	\$ 28.36
11	BLOQUEO DE ANCLAJE DE 40*30*20	UNI	2	8.73	\$ 17.46
12	CONEC. WEJTAP 2 CU 2 CON DALA	UNI	20	3.63	\$ 72.60
13	CINTA DE ARMAR 5MM	MTS	3	0.6	\$ 1.80
14	CRUCETA HIERRO "L" 2MTS	UNI	5	41.06	\$ 205.30
15	CRUSETA HIERRO 1MTS	UNI	3	26.43	\$ 79.29
16	ESLABON EN "U" CON PASADORES 5/8	UNI	6	1.58	\$ 9.48
17	GUARDACABOS 3/8"	UNI	4	0.65	\$ 2.60
18	HORQUILLA ANCLA5(X GUARD 1/2"	UNI	6	4.41	\$ 26.46
19	PERNO "U" 5/8X70 CRUCETA HIERRO	UNI	4	2.88	\$ 11.52
20	PERNO DE OJO 5/8X 14"	UNI	6	5.55	\$ 33.30
21	PERNO ESPARRAGO DE 5/8X14"	UNI	2	45	\$ 90.00
22	PERNO MAQUINA 1/2 X 1 ½	UNI	13	0.62	\$ 8.06
23	PERNO PIN ESPEGA ¾	UNI	2	5.76	\$ 11.52
24	PERNO PUNTO POSTE SIMPLE ¾	UNI	1	9.95	\$ 9.95
25	PIE AMIGO ANG. IZQUI Y DER 0,70	UNI	10	8.27	\$ 82.70
26	PIE AMIGO ANGULO I/D 4*4*0,60	UNI	3	5.54	\$ 16.62

27	PREFORM TERMINAL N. 2 DG4542	UNI	14	2.38	\$	33.32
28	PREFORM TERMINO N. 1/0 DG 4544	UNI	14	2.55	\$	35.70
29	PREFORMADO CABLE TENSOR N. 3/8	UNI	6	4.42	\$	26.52
30	POSTE HORMIGON 12 MTD X500KG	UNI	2	264	\$	528.00
31	SECC. PORTAFUSIB. 15 KV 100 AM	UNI	3	107.35	\$	322.05
32	VARRILLA COPERWELD	UNI	3	8.4	\$	25.20
33	VARRILLA ANCLAJE 5/8X2.0 ARANDE	UNI	2	11.32	\$	22.64
34	PARRAYO DE 10 KV	UNI	6	82.82	\$	496.92
35	TIRAFUSIBLE DE 1 AMP	UNI	3	2.5	\$	7.50
36	SUELDA EXOTERMICA N. 65	UNI	3	4.02	\$	12.06
	CONDUCTORES AEREOS					
37	CONDUCTORES ALUMINIO ACSR # 1/0	MT S	214	0.85	\$	181.90
	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION					
38	CABLE COBRE AISLADO 1/0	MT S	10	9.42	\$	94.20
39	BASE POETA FUSIBLES 250 AM CON T	UNI	3	13.98	\$	41.94
40	CAPACETA GALVANIZADO TRIFASICA	UNI	1	26.7	\$	26.70
41	CONECTOR DP7 DOBLE DENTADP HER	UNI	4	3.88	\$	15.52
42	CONEC. WEJTAP 1/0 CU2/0-2 92001	UNI	1	4.87	\$	4.87
43	CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO	UNI	3	8.85	\$	26.55
44	CRUCETA HIERRO L 75X75XX6MX2:4M	UNI	3	34.22	\$	102.66
45	GRAPA DERIVACION EN CALIENTE	UNI	3	11.44	\$	34.32
46	PERNO "U" 5/8X70 CRUCETA HIERRO	UNI	2	2.88	\$	5.76
47	PERNO ESPARRAGO DE 5/8X14"	UNI	4	4.5	\$	18.00
48	PERNO CADMIADO DE 3/8X1 ½	UNI	6	0.46	\$	2.76
49	TERMINAL TIPO SLU -225	UNI	6	4.68	\$	28.08
50	TRAN TRIASICO 125KV A 13800V	UNI	1	15,657	\$	15,657.00

MATERIALES		\$	18,812.84
SUBTOTAL		\$	18,812.84
12% IVA		\$	2,257.54
COSTO TOTAL		\$	21,070.38

Relizado por : el investigador

3.3.5. Montaje del transformador

Para el montaje del transformador se concibió un solo poste, debido a que aún por la capacidad del mismo y basados en las normas del MERR, es seguro, económico y de fácil mantenimiento este tipo de montaje. Este montaje según las normas del MERR se puede observar en el anexo. 13 junto a las especificaciones técnicas de cada elemento de la estructura en cuestión.

En el caso del conductor y su selección se puede argumentar que la empresa eléctrica de Cotopaxi ELEPCO S.A. tiene como norma en redes de M.V. utilizar el conductor ACSR (1/0), el mismo soporta una corriente mínima de 242(A), por lo que se escogió este tipo de conductor para el diseño.

3.3.6. Selección de las protecciones

Se colocaran 3 seccionadores en la derivación para en caso de cualquier interrupción o mantenimiento del circuito de la planta esta se pueda desconectar de la red principal.

Se tomaron en consideración la puesta a tierra con 3 varillas y seccionadores con fusibles para el transformador.

A continuación se muestra en la tabla: 23 como efectuar la selección de fusibles para el transformador en cuestión.

TABLA 23

SELECCIÓN DE FUSIBLE PARA TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

TRANSFORMADO R (KVA)	TENSION DEL PRIMARIO				TENSION DEL SECUNDARIO	
	13.8 KV		6,3 KV		210 Y / 121V	
	In	FUSIBL E	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE
30	1.25	2H	104.17	63
45	1.88	3H	4,12	10K	125	100
50	2.09	3H	4,58	10K	138.3	125
75	3.14	5K	6,87	15K	208.3	160
100	4.16	6K	9,16	25K	277.7	224
125	5.23	8K	11,45	25K	347.2	250
160	6.69	10K	14,66	25K	444.4	400
250	10.46	12K	22,9	40K	694.44	500

Fuente: (1) Referencia Según EEI –NEMA; (2) Referencia según Norma VDE

Una vez concluida la primera etapa de proyección realizada en el CAPITULO II, entonces se puede pasar al segundo escenario incorporando la carga de la línea de confitería. El diagrama unifilar utilizado y los resultados de la simulación aparecen en el anexo. 14, se pueden observar los resultados en las tablas: 17 – 21; donde se puede observar que al incorporar la carga mencionada existe una variación de tensión en la barra 3 de 4.5 %, esto a pesar de cumplir la norma de baja tensión que admite hasta 8 % (según regulación CONELEC 004/01), debemos tener en cuenta que la tensión llega al valor de 220 V. Por otro lado el factor de potencia aún se mantiene en 0.89, mientras que la carga del transformador y las líneas llegan hasta el 84.7 % y 71,8 % respectivamente; pero las pérdidas totales se incrementan hasta 3 kW.

Atendiendo al resultado de la simulación mostrado en el anexo.15, se procedió a realizar cambios en la simulación del segundo escenario al incorporar un banco de compensación y evaluar nuevamente las pérdidas y el $\cos \phi$ en el nodo principal de entrada para evitar una futura penalización. Entonces se analizó la colocación del banco de compensación considerando la necesidad de subir el factor de potencia en el

punto de conexión común hasta 0.96 y el nivel de tensión en la barra 3. La potencia reactiva del banco fue determinada con la expresión.

Ecuación 9 (3.3.5)

$$Q_c = P \times (tg \phi_1 - tg \phi_2)$$

$$= 45 * (0.62 - 0.32)$$

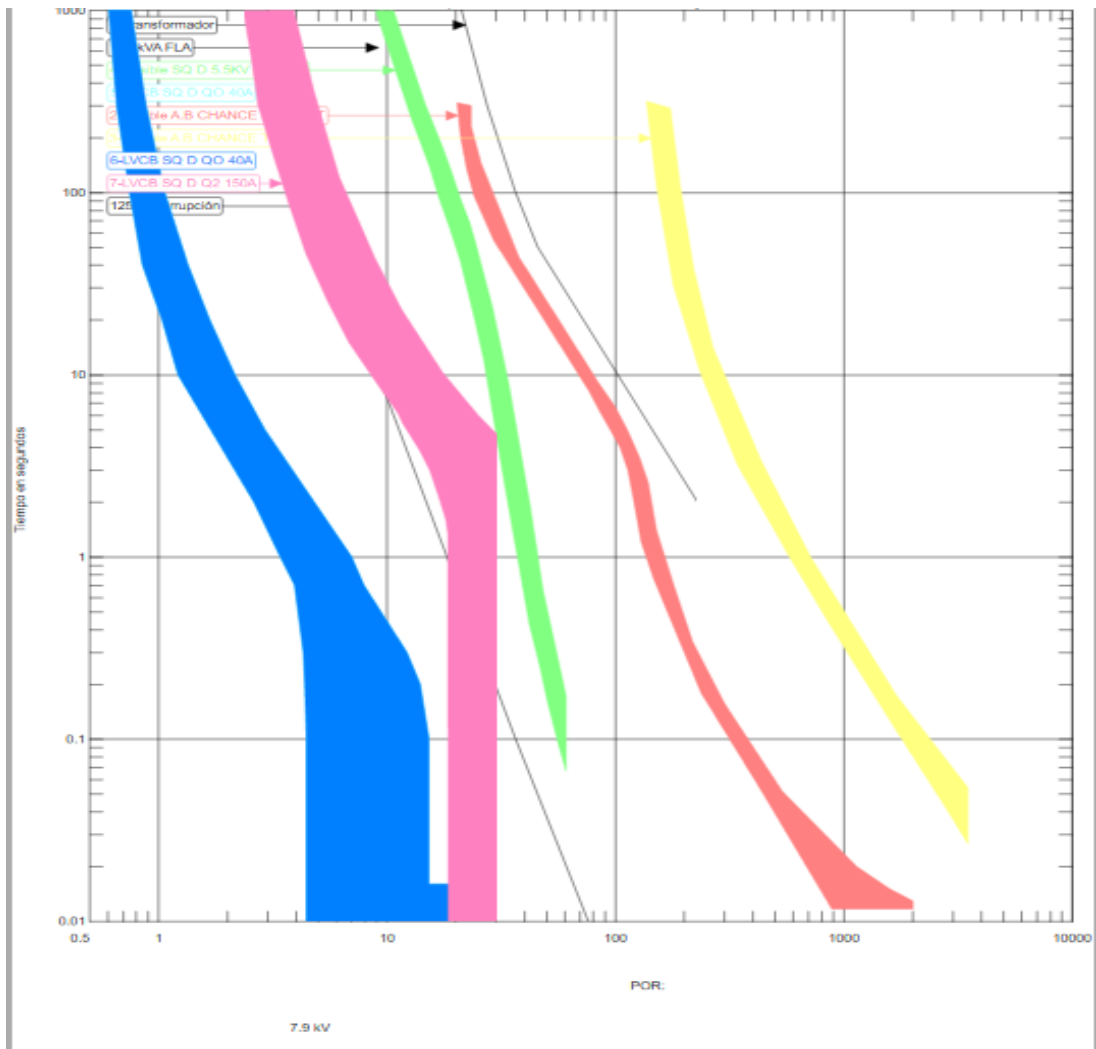
$$Q_c = 45 * 0.3 = 13.5 \text{ kVar}$$

Seleccionamos un valor estándar del banco de 15 kVar, colocamos el condensador y realizamos nuevamente la simulación con el diagrama unifilar mostrado en el anexo. 15, aquí se pueden observar los resultados mostrados en las tablas: 21– 22. Esto permite elevar el $\cos \phi$ hasta 0.96, se reducen las pérdidas totales activas pasando a 2 kW, la variación de voltaje en la barra 3 cumple la norma al tener el valor de 209 V para una variación máxima de 3.4 % y el nivel de carga de la línea y el transformador es de 100 % y 92,87. % respectivamente.

3.3.7. Curva de las protecciones

En la siguiente figura N° 4 se mostrara las curvas de las protecciones a utilizar en la red propuesta:

FIGURA 16
CURVAS DE PROTECCIÓN



Relizado por : el investigador

TABLA 24
DEMANDAS POR HORAS

SECCION	BOMBAS									
	MAQUINAS	CANTIDAD	HORAS USO	FACTOR DE	FACTOR DE	FACTOR DE	POTENCIA	Pa = N * P	fp	Pr = Pa *tg(arcs(fp))
		U	HORAS	UTILIZACION	SIMULTANEIDAD	RENDIMIENTO	KW (c/u)	KW		Kva
CUARTO BOMBAS	BOMBA DE AGUA	1	4	50.00%	100.00%	82.00%	2	0.82	0.85	0.508
	BOMBA HIDRAÚLICA	1	4	50.00%	100.00%	82.00%	1.119	0.5595	0.85	0.347
	BOMBA DE ACEITE	1	5	62.50%	100.00%	91.00%	2.238	1.39875	0.87	0.79
	TOTAL						5.357	2.77825		1.65

SECCION	MAQUINAS									
	MAQUINAS	CANTIDAD	HORAS USO	FACTOR DE	FACTOR DE	FACTOR DE	POTENCIA	Pa = N * P	fp	Pr = Pa *tg(arcos(fp))
		U	HORAS	UTILIZACION	SIMULTANEIDAD	RENDIMIENTO	KW (c/u)	KW		Kva
	SELECCIONADOR GAVIMETRICA	1	6	75.00%	100.00%	80.00%	3.73	2.24	0.93	0.88
LINEA	DESPEDREGADORA	1	6	75.00%	100.00%	80.00%	3.73	2.24	0.93	0.88
	SEPARADORA	1	6	75.00%	100.00%	91.00%	2.611	1.78	0.95	0.59
	OREADORA SECADORA	1	6	75.00%	100.00%	85.00%	3.73	2.38	0.90	1.15
	DESCASCARRILLADORA	3	6	75.00%	100.00%	80.00%	18.4635	33.23	0.90	16.10
	PELADORA DE CACAO	3	6	75.00%	100.00%	85.00%	13.428	25.68	0.90	12.44
	CLASIFICADORA	1	8	100.00%	100.00%	85.00%	1.492	1.27	0.85	0.79
	SELECCIONADORA	1	7	87.50%	100.00%	85.00%	3.73	2.77	0.90	1.34
	MOLINO DE GRANOS	1	8	100.00%	100.00%	85.00%	3.73	3.17	0.90	1.54
	MOLINOS DE MARTILLOS	1	8	100.00%	100.00%	85.00%	5.595	4.76	0.90	2.30

EXTRACTORES	3	5	62.50%	100.00%	85.00%	4.5	7.17	0.9 0	3.47
TOSTADORA	1	5	62.50%	100.00%	85.00%	0.073	0.04	0.9 3	0.02
CUARTO FRIO	2	6	75.00%	100.00%	85.00%	14.92	19.02	0.9 0	9.21
MOLINO PARA REFINADO	1	5	62.50%	100.00%	85.00%	3.73	1.98	0.9 3	0.78
MEZCLADOR	1	6	75.00%	100.00%	85.00%	7	4.46	0.9 3	1.76
EMPACADOR	1	6	75.00%	100.00%	85.00%	3.5	2.23	0.9 3	0.88
SELLADO Y CODIFICADO	1	6	75.00%	100.00%	85.00%	1.49	0.95	0.9 3	0.38
CENTRIFUGADO	1	6	75.00%	100.00%	85.00%	0.373	0.24	0.9 3	0.09
FILTRO DE PRENSA	1	8	100.00%	100.00%	85.00%	1.86	1.58	0.9 3	0.62
ENVASADOR DE MANTENA DE CACAO	2	6	75.00%	100.00%	85.00%	0.746	0.95	0.9 3	0.38
BANDA TRANSPORTADOR CON TUNEL ENFRIAMIENTO	1	6	75.00%	100.00%	85.00%	0.559	0.36	0.9 3	0.14
MOLDEADOR	2	8	100.00%	100.00%	85.00%	2	3.40	0.9 3	1.34
TEMPERADOR	1	8	100.00%	100.00%	85.00%	2.797	2.38	0.9 3	0.94
TOTAL						103.79	124.28		58.03

SECCION	OFICINAS									
	MAQUINAS	CANTIDAD	HORAS USO	FACTOR DE	FACTOR DE	FACTOR DE	POTENCIA	Pa = N * P	fp	Pr = Pa * tg(arcsos(fp))
		U	HORAS	UTILIZACION	SIMULTANEIDAD	RENDIMIENTO	KW (c/u)	KW		Kva
OFICINAS	PC	3	8	100.00%	100.00%	82.00%	0.355	0.8733	0.85	0.5412227
	AIRE ACONDICIONADO	2	6	4.00%	100.00%	82.00%	3.8	0.24928		
	IMPRESORA	3	4	50.00%	100.00%	82.00%	0.6	0.9	0.85	0.5577699
	TOTAL						4.755	2.02258		1.0989926

SECCION	ILUMINACION									
	LAMPARAS	CANTIDAD	HORAS USO	FACTOR DE	FACTOR DE	FACTOR DE	POTENCIA	Pa = N * P	fp	Pr = Pa *tg(arcos(fp))
		U	HORAS	UTILIZACION	SIMULTANEIDAD	RENDIMIENTO	KW (c/u)	KW		Kva
	ALUMBRADO EXTERIOR	14	13	162.50%	100.00%	100.00%	2.1	47.775	0.92	20.352065
	ILUMINACION DE OFICINAS	10	11	137.50%	100.00%	100.00%	0.84	11.55	0.92	4.9202794
	LUMINARIAS DE CUARTOS	4	8	100.00%	100.00%	100.00%	0.08	0.32	0.92	0.1363194
	ILUMINACION DE L.P	13	11	137.50%	100.00%	100.00%	1.95	34.85625	0.92	14.8487
	ILUMINACION BOMBAS	2	10	125.00%	100.00%	100.00%	0.168	0.42		
	ILUMINACION BAÑOS	5	5	62.50%	100.00%	100.00%	0.1			
	ILUMINACION PASILO	7	5	62.50%	100.00%	100.00%	0.588	2.5725	0.92	1.0958804
	TOTAL						5.826	97.49375		41.353244

Realizado por: El investigador

TABLA 25
DEMANDA UNITARIA DE DISEÑO

				DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO				FECHA: JULIO-2016 ANEXO 4.1 HOJA 1/1	
NOMBRE DEL PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO TRASFORMADORES									
LOCALIZACION : "NAPO - TENA" CORPORACION KALLARY						No. : 1			
USUARIO : CORPORACION KALLARY									
ITEM	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO			FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)		
	DESCRIPCION	CANT.	Pn (W)						
CARGAS									
1	SELECCIONADOR GAVIMETRICA	1	3,730	80%	2,984	80%	2,387		
2	DESPEGADORA	1	3,730	80%	2,984	80%	2,387		
3	SEPARADORA	1	2,611	80%	2,089	80%	1,671		
4	OREADORA SECADORA	1	3,730	80%	2,984	80%	2,387		
5	DESCASCARRILLADORA	3	6,154	80%	14,770	80%	11,816		
6	PELADORA DE CACAO	3	4,476	80%	10,742	80%	8,594		
7	CLASIFICADORA	1	1,492	80%	1,194	80%	955		
8	SELECCIONADORA	1	3,730	80%	2,984	80%	2,387		
9	MOLINO DE GRANOS	1	3,730	80%	2,984	80%	2,387		
10	MOLINOS DE MARTILLOS	1	5,595	80%	4,476	80%	3,581		
11	MOLINO TRITURADOR	1	3,730	80%	2,984	80%	2,387		
12	EXTRACTORES	3	1,500	80%	3,600	80%	2,880		
13	TOSTADORA	1	373	80%	298	80%	239		
14	MOLINO PARA REFINADO	1	3,730	80%	2,984	80%	2,387		
15	CUARTO FRIO	2	7,460	80%	11,936	80%	9,549		
16	AIRE ACONDICIONADO	2	1,900	70%	2,660	80%	2,128		
17	PC	4	115	80%	368	80%	294		
18	IMPRESORA	1	100	80%	80	80%	64		
19	LUMINARIAS CAMPANAS	27	150	80%	3,240	80%	2,592		
20	CLIMA	2	1,020	80%	1,632	80%	1,306		
21	REFRIGERADORA	1	300	80%	240	80%	192		
22	LUMINARIAS FLUORECENTES	19	84	80%	1,277	80%	1,021		

23	LUMINARIAS AHORRADORES	13	20	80%	208	80%	166
24	MEZCLADORA	1	7,000	80%	5,600	80%	4,480
25	EMPACADORA	1	3,500	80%	2,800	80%	2,240
26	PLASMA	1	9000	80%	7,200	80%	5,760
27	SELLADO Y EMPACADO	1	1,492	80%	1,194	80%	955
28	CENTRIFUGADO	2	373	80%	597	80%	477
29	FILTRO DE PRENSA	1	1,865	80%	1,492	80%	1,194
30	ENVASADORA DE MANTECA DE CACAO	2	373	80%	597	80%	477
31	BANDA TRANSPORTADORA CON TUNEL	1	559	80%	447	80%	358
32	DE ENFRIADOR				0		0
33	BOMBA DE AGUA	1	1,492	80%	1,194	80%	955
34	BOMBA HIDRAULICA	1	1,119	80%	895	80%	716
35	BOMBA DE ACEITE	1	2,238	80%	1,790	80%	1,432
36	TEMPERADORA	1	2,795	80%	2,236	80%	1,789
37	MOLDEADORA	2	1000	80%	1,600	80%	1,280
38	Radio grabadora	1	40	80%	32	80%	26
			92,306	30	107,371	30	85,897
T O T A L E S							
			0.800	DM U (KVA)			90.42
			DE LA CARGA FP = 0.95	=	DM U _P (KVA)		99.88
				=	No. USUARIOS		1
	Ti (%) =	1.0%		=			
	(1 + Ti(%))10 =	1.105			CAP. TRANSF. 1φ =		125 KVA

Realizado por: El investigador

Los resultados obtenidos en esta última simulación, permiten afirmar la correcta selección del transformador y mostrar que aún quedan reservas del mismo, pero estas no generan pérdidas considerables al sistema y permitirán ampliar consumidores en la empresa. Evidentemente estos resultados son preliminares y deberán ser confirmados una vez que se proceda a la instalación de las carga en la planta, donde también puede ser considera la regulación de tensión en los tap del transformador, según sea la necesidad de incrementar los niveles de voltaje a pesar de haber alcanzado resultados admisibles dentro de la norma del CONELEC.

3.4. Verificación de hipótesis

Para su verificación se realizó las pruebas de voltaje, resistencia, corriente y seguridad del sistema en el programa (NEPLAN) en el que permita identificar los problemas del sistema antes de su implementación.

3.4.1. Análisis de factibilidad técnico económico

Los elementos y equipos seleccionados para la red permiten el suministro de energía requerido según los requerimientos planteados para abastecer de energía a las cargas de los diferentes procesos en la planta Kallary. Esto se pudo poner de manifiesto en el epígrafe 3.3.4. Donde se muestran los costos de los accesorios, materiales, del transformador y en la tabla N° 26 se muestra el costo de materiales e instalación de los elemento de la planta procesadora.

El proyecto además de tener una factibilidad económica, contiene un impacto social al generar una fuente más de empleo en la zona y permitir que los pequeños productores puedan contar con una planta procesadora de cacao que contribuirá de forma significativa al desarrollo de la economía de la pequeña empresa familiar en la localidad.

TABLA 26
PRESUPUESTO PRELIMINAR DE LAS LUMINARIAS Y TOMA
CORRIENTES

ELABORADO POR: El investigador					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
	INSTALACIONE ELECTRICAS				
1	PUNTO DE ILUMINACION	PTO	7.00	37.76	264.32
2	LUMINARIA AHORRADORA	U	13.00	15.04	195.52
3	LUMINARIA CAMPANA	U	27.00	131.90	3,561.30
4	LUMINARIA FLUORECENTE 3x 28 W (60 X60 CM)	U	17	140.02	2,380.34
5	PANEL DE CONTROL 6 ESPACIOS	U	4	128.94	515.76
6	TOMACORRIENTE 120 V, TIERRA	U	15.00	48.23	723.45
7	Alambre (normal) TW 600 volts 60 grados No.10	U	10.00	73.93	739.30
8	Alambre (normal) TW 600 volts 60 grados No.8	U	15.00	137.56	2,063.40
9	Alambre (normal) TW 600 volts 60 grados No.14	U	7.00	60.76	425.32
10	Alambre (normal) TW 600 volts 60 grados No.12	U	10.00	71.32	713.20
11	ACOMETIDA 2No 3/0+1No 2+ 1No 6 THHN, DUCTO EMT 2 1/2"	M	10.00	52.58	525.80
12	ALARMA CON 4 SENSORES DE MOVIMIENTO Y SIRENA	U	1.00	975.65	975.65
13	ACOMETIDA 2No 8 + 2No 10 THHN., DUCTO EMT 3/4 "	M	14	15.76	220.64
14	BASE SOCKET CLASE 200 CON DISYUNTOR 2P- 200 ^a	U	1	424.41	424.41
15	ACOMETIDA 2No 10+1No 12 THHN, DUCTO EMT3/4"(A.A)	M	40.00	9.66	386.40
16	PUNTO PARA SENSOR	U	2.00	282.40	564.79
17	BREAKER SQ-D 75A, 1 POLO	U	20.00	104.09	2,081.80
18	BREAKER SQ-D 50A, 1 POLO	U	23.00	84.47	1,942.81
19	BREAKER SQ-D 100A, 2 POLO	U	20.00	106.47	2,129.40
20	BREAKER SQ-D 150A, 2 POLO	U	20.00	106.47	2,129.40
21	BREAKER SQ-D 200A, 2 POLO	U	3.00	112.42	337.26
22	INTERUPTOR SIMPLE	U	8.00	144.10	1,152.80
17	TOTAL				14,679.60

Fuente: El investigador

4. Conclusiones

- ✓ Fue dimensionado el sistema, el mismo se compone de un tramo de línea de 52 m que lleva la alimentación de 13.8 kV al lugar de la microlocalización de la empresa, se seleccionaron los conductores para las líneas, postes requeridos, protecciones y el transformador de distribución de 125 kVA para el suministro de energía en la planta.
- ✓ El estudio de las cargas requeridas del sistema mostró que la potencia a instalar del transformador es de 125 kVA, este en una primera etapa se carga al 66.1 % y en la ampliación futura prevista se logra el 78 % en las dos etapas analizadas del proyecto. Esto fue evaluado mediante la simulación en los software Neplan y SISDE, pudiéndose comprobar el cumplimiento de los parámetros requeridos de calidad, disponibilidad de potencia y la factibilidad técnica del sistema de suministro, donde la simulación permite asegurar la dotación de energía eléctrica requerida en la planta procesadora de chocolate y la posibilidad de incrementar el factor de potencia con la colocación del banco de compensación de 15 kVAr para evitar la penalización y mejorar los niveles de voltaje en la barra 3.
- ✓ Es análisis técnico económico muestra que los costos del proyecto están en el orden de 35.749,98 USD. Además esta inversión asegura los niveles de calidad requeridos de la energía, según fue comprobado durante las simulaciones realizadas al sistema propuesto. Por otro lado la incorporación de esta nueva empresa en la zona, genera un impacto en la economía y social en los productores de cacao

5. Recomendaciones

- ✓ Se sugiere a la empresa Kallary utilizar los datos aportados por este proyecto para el dimensionamiento de la red de suministro de la empresa y la selección de los diferentes accesorios del sistema.
- ✓ Una vez que se realice la instalación de las cargas es necesario evaluar si resulta necesario realizar la compensación individual o colectiva de las cargas del sistema en función de las mediciones del factor de potencia. También la regulación de los tap para los niveles de tensión es otra oportunidad para conseguir los niveles de voltaje requerido en el sistema.
- ✓ Continuar el estudio de las posibles ampliaciones de la empresa a largo plazo, con vista a considerar la potencia requerida del transformador y su ampliación, ya que el transformador actual puede llegar en regímenes de sobrecarga hasta 84 % en determinados periodos no prolongados. De requerirse un incremento considerable de la carga entonces sería necesario considerar la creación de un banco de capacitores o un emplazamiento para cubrir el incremento de potencia.
- ✓ Una vez instaladas las protecciones en bajo voltaje recomiendo en vez de las protecciones Nh se reemplazen por los brakers squared D.


Referencias Bibliográficas

- Análisis de confiabilidad de Sistemas Industriales. Disponible en Web: <http://www.ewh.ieee.org>
- AVELINO PÉREZ Pedro. Transformadores de distribución, Teoría, cálculo, construcción y pruebas. 3ra edición. México: Editorial Reverté, S.A. 2012. Pág. 21.
- Concepto de Transformador. Disponible en Web: <https://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>
- Criterios de diseño y normas para construcción de instalaciones de distribución y uso final de la energía. Disponible en Web: <http://www.enertolima.com>
- Definición del Manual de Funciones. Disponible en Web: <https://gilbertogonzalezsanchez.files.wordpress.com>
- El Organigrama y su clasificación. Disponible en Web: <http://www.elprisma.com>
- ESTRADA, M Lineas de distribución 2007 http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6625/03MER_Capitol1.pdf?sequence=3
- Estudio de la Demanda Eléctrica. Disponible en Web: <http://dspace.ups.edu.ec>
- Exportación de Cacao en Ecuador. Disponible en Web: http://ecuadorexporta.org/archivos/documentos/circuito_organico_de_la_cadena_de_cacao.pdf

- IRVING L. Kosow. Máquinas eléctricas y transformadores. 3ra edición. México: Editorial Hall Hispanoamérica S.A. Pág.545
- La resolución CREG 047/04 (Artículo 3) establece los valores mínimos permisibles.
- LEGRA LOBAINA, Arístides Alejandro y SILVA DIÉGUEZ, Ramón. Metodología de la investigación Científica. Conceptos y reflexiones. Editorial Universitaria. 2001
- Manual para el diseño de instalaciones electricas. Disponible en Web: <https://www.google.com/search?q=google&ie=utf-8&oe=utf-8#q=normas+RETIE6>
- MANZANO ORREGO Juan José. Máquinas eléctricas. 2da edición actualizada. España: 2014 ediciones Parainfo S.A. pág. 67
- Regulación No. CONELEC – 004/01. Calidad del servicio eléctrico de distribución
- Reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados. Disponible en Web: <http://www.epmrq.gob.ec>
- SAMPIERI H. R, Fernández C.C, Baptista L. P. Metodología de la investigación. 4ta Edición. Mc Graw-Hill. 2006.
- Selección y Especificaciones de Transformadores de Potencial. Disponible en Web: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080>
- Tesis de Grado “Cacao Fino de Aroma del Sur”. Disponible en Web: <http://www.dspace.espol.edu.ec>

ANEXOS

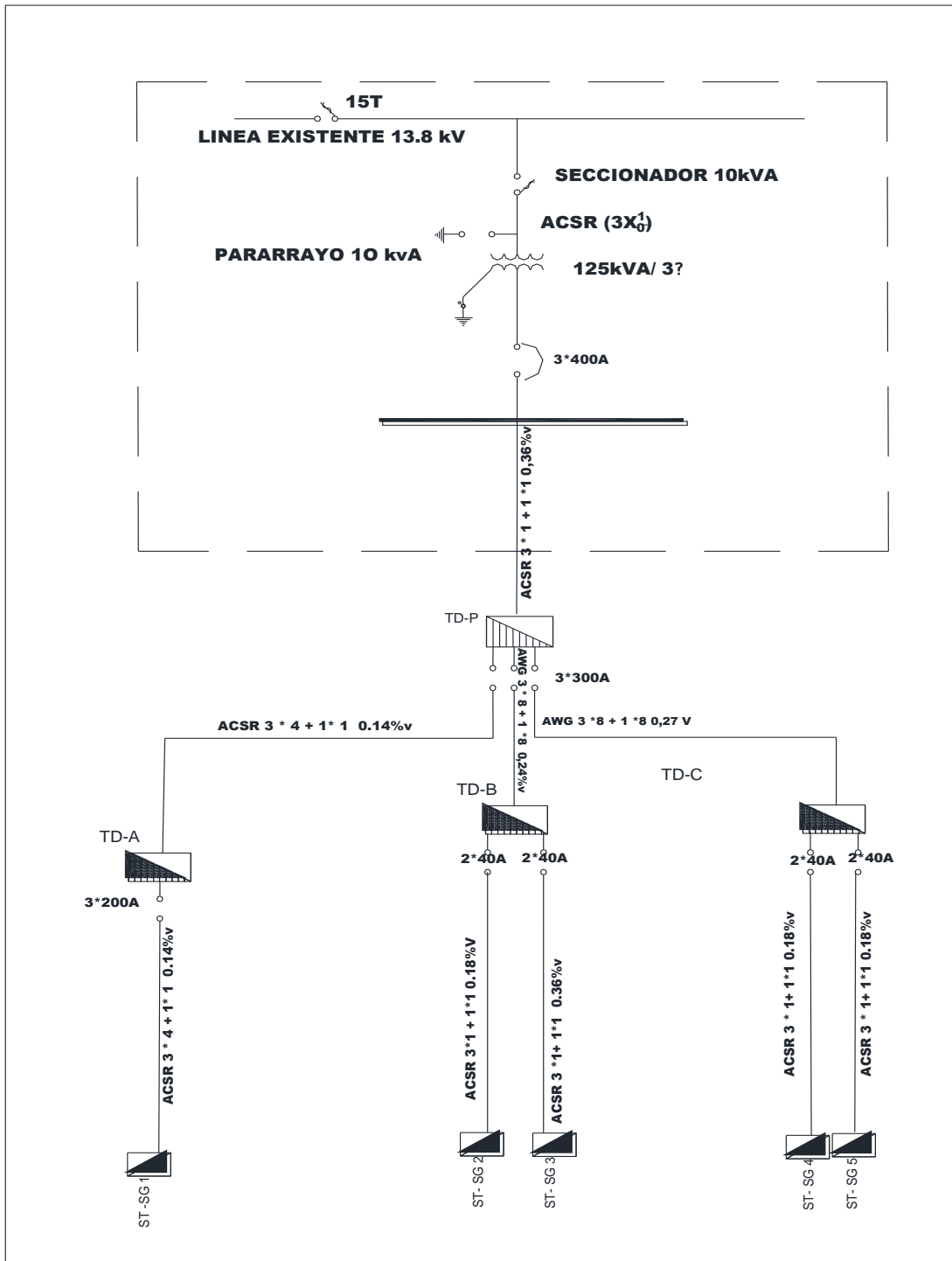
Anexo 1. Factor de diversidad para usuarios industriales y comerciales

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN		REVISIÓN: 04																																																																																																								
	PARTE A																																																																																																										
	GUÍA PARA DISEÑO																																																																																																										
ISO 9001-2000	CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03		FECHA: 2009-03-31																																																																																																								
APENDICE A-11-D	PARAMETROS DE DISEÑO																																																																																																										
HOJA 1 DE 1	FACTORES DE DIVERSIDAD PARA DETERMINACION DE DEMANDAS MÁXIMAS DIVERSIFICADAS DE USUARIOS COMERCIALES																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">NUMERO DE USUARIO</th> <th style="width: 25%;">FACTOR DE DIVERSIDAD</th> <th style="width: 25%;">NUMERO DE USUARIO</th> <th style="width: 25%;">FACTOR DE DIVERSIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1,00</td><td>26</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>2</td><td>1,50</td><td>27</td><td>3,01</td></tr> <tr><td>3</td><td>1,78</td><td>28</td><td>3,02</td></tr> <tr><td>4</td><td>2,01</td><td>29</td><td>3,03</td></tr> <tr><td>5</td><td>2,19</td><td>30</td><td>3,04</td></tr> <tr><td>6</td><td>2,32</td><td>31</td><td>3,04</td></tr> <tr><td>7</td><td>2,44</td><td>32</td><td>3,05</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,54</td><td>33</td><td>3,05</td></tr> <tr><td>9</td><td>2,61</td><td>34</td><td>3,06</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,66</td><td>35</td><td>3,06</td></tr> <tr><td>11</td><td>2,71</td><td>36</td><td>3,07</td></tr> <tr><td>12</td><td>2,75</td><td>37</td><td>3,07</td></tr> <tr><td>13</td><td>2,79</td><td>38</td><td>3,08</td></tr> <tr><td>14</td><td>2,83</td><td>39</td><td>3,08</td></tr> <tr><td>15</td><td>2,86</td><td>40</td><td>3,09</td></tr> <tr><td>16</td><td>2,88</td><td>41</td><td>3,09</td></tr> <tr><td>17</td><td>2,90</td><td>42</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>18</td><td>2,92</td><td>43</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>19</td><td>2,93</td><td>44</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>20</td><td>2,94</td><td>45</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>21</td><td>2,95</td><td>46</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>22</td><td>2,96</td><td>47</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>23</td><td>2,97</td><td>48</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>24</td><td>2,98</td><td>49</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>25</td><td>2,99</td><td>50</td><td>3,10</td></tr> </tbody> </table>				NUMERO DE USUARIO	FACTOR DE DIVERSIDAD	NUMERO DE USUARIO	FACTOR DE DIVERSIDAD	1	1,00	26	3,00	2	1,50	27	3,01	3	1,78	28	3,02	4	2,01	29	3,03	5	2,19	30	3,04	6	2,32	31	3,04	7	2,44	32	3,05	8	2,54	33	3,05	9	2,61	34	3,06	10	2,66	35	3,06	11	2,71	36	3,07	12	2,75	37	3,07	13	2,79	38	3,08	14	2,83	39	3,08	15	2,86	40	3,09	16	2,88	41	3,09	17	2,90	42	3,10	18	2,92	43	3,10	19	2,93	44	3,10	20	2,94	45	3,10	21	2,95	46	3,10	22	2,96	47	3,10	23	2,97	48	3,10	24	2,98	49	3,10	25	2,99	50	3,10
NUMERO DE USUARIO	FACTOR DE DIVERSIDAD	NUMERO DE USUARIO	FACTOR DE DIVERSIDAD																																																																																																								
1	1,00	26	3,00																																																																																																								
2	1,50	27	3,01																																																																																																								
3	1,78	28	3,02																																																																																																								
4	2,01	29	3,03																																																																																																								
5	2,19	30	3,04																																																																																																								
6	2,32	31	3,04																																																																																																								
7	2,44	32	3,05																																																																																																								
8	2,54	33	3,05																																																																																																								
9	2,61	34	3,06																																																																																																								
10	2,66	35	3,06																																																																																																								
11	2,71	36	3,07																																																																																																								
12	2,75	37	3,07																																																																																																								
13	2,79	38	3,08																																																																																																								
14	2,83	39	3,08																																																																																																								
15	2,86	40	3,09																																																																																																								
16	2,88	41	3,09																																																																																																								
17	2,90	42	3,10																																																																																																								
18	2,92	43	3,10																																																																																																								
19	2,93	44	3,10																																																																																																								
20	2,94	45	3,10																																																																																																								
21	2,95	46	3,10																																																																																																								
22	2,96	47	3,10																																																																																																								
23	2,97	48	3,10																																																																																																								
24	2,98	49	3,10																																																																																																								
25	2,99	50	3,10																																																																																																								

Factores de Diversidad para Determinación de Demandas Máximas Diversificadas de Usuarios Comerciales

Fuente: Normas para Sistemas de Distribución de la E.E.Q. – Parte A – Guía para Diseño, 2009, Sección A – 11 Pág. 63.

Anexo. 2 Diagrama Unifilar Para La Simulación De Sistema Con La Carga Base De La Línea Principal De Producción Que Inicialá La Planta.



Realizado por: El investigador

Anexo. 3 HOJA DE ESTACAMIENTO SISDE

EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI																		
ELEPCO S.A.																		
HOJA DE ESTACAMIENTO DE REDES DE DISTRIBUCION PROYECTADAS																		
DEPARTAMENTO:		Planificación					CANTON:		NAPO			PARTIDA PRESUPUESTARIA:		XXX				
PROYECTO:		TESIS CHOCOLATE_IMPORTADO					PARROQUIA:		TEÑA			CONTRATO #:		XXX				
DISEÑO:		ANDY EDISON					UBICACIÓN:		TEÑA									
FISCALIZACION:		XXX																
POSTES		RED PRIMARIA				TRANSF. Y/O DISPOSIT.		RED SECUNDARIA				A.P.	PUESTA A TIERRA	TENSORES	NUMERO CLIENTES	OBSERVACIONES	COOR_X	COOR_Y
NUM.	COD.EMP.	TIPO Y LONG.	VANO	TIPO ESTR.	NUM-CALIB	MAT	NUM	POTENCIA/TIPO	TIPO ESTR.	NUM-CALIB	VANO	MAT.	POT./TIPO					
1		PHC12_500	50	3CRT	(3*1/0)+(1/0)	ACSR	S001P013/1/2	3S100_95R/3C75T/1A25T	1ER					3PTPC2_1/3P10T	TTST		198024	9884270
2		PHC12_500	2	3CRT/3CPT	(3*1/0)+(1/0)	ACSR			1ER						TTST		198055	9884309
3		PHC12_500														Poste existente	198057	9884309

Fuente: Sisde

Anexo. 4 CANTIDAD DE MATERIALES SISDE

EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI																	
ELEPCO S.A.																	
REPORTE DE CANTIDADES DE OBRAS PROYECTADAS																	
DEPARTAMENTO: Planificación						CANTON: NAPO				PARTIDA PRESUPUESTARIA: XXX							
PROYECTO: TESIS CHOCOLATE_IMPORTADO						PARROQUIA: TENA				CONTRATO #: XXX							
DISEÑO: ANDY EDISON						UBICACIÓN: TENA											
FISCALIZACION: XXX																	
ESTRUCTURAS		TRANSFORMADORES		LUMINARIAS		CONDUCTORES		POSTES		EQUIP. SECCIONAMIENTO		TENSORES		CRUCETAS		NUM. ACOMETIDAS	
Código	Cant.	Código	Cant.	Código	Cant.	PRIMARIOS AEREOS		Código	Cant.	Código	Cant.	Código	Cant.	Código	Cant.	Nuevas	Antiguas
3CPT	1	1A25T	1			Composición	Longitud	PHC12_500	2	3S100_95R	2	TTST	2			0	0
3CRT	2	3C75T	1			(3*1/0)+(1/0)	53,4										
						TOTAL COND. PRIM=53,4				PUESTA A TIERRA							
1ER	2					Calibre	Longitud(m)			Código	Cant.						
						ACSR1/0	234,96			PTPC2_1	3						
						TOTAL COND. PRIM=234,96											
						SECUNDARIOS AEREOS											
						Composición	Longitud										
						TOTAL COND. SEC=0											
						Calibre	Longitud(m)										
						TOTAL COND. PRIM=0											

Fuente: Sisde

Anexo. 5 Estructura Trifásica Centrada Pasante (3CPT), especificaciones técnicas

ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy/7,96 kV - 13,2 kV GRDy/7,62 kV	IDENTIFICADOR UP - UC EST-3CP																															
TRIFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE	IDENTIFICADOR UC 3CP																															
<p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA. 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE. 3.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR. 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">VANO MÁXIMO = 80 m</th> <th colspan="3">80 m < VANO ≤ 150m</th> </tr> <tr> <th colspan="2">CONDUCTORES</th> <th rowspan="2">ÁNGULOS</th> <th colspan="2">CONDUCTORES</th> <th rowspan="2">ÁNGULOS</th> </tr> <tr> <th>ALUMINIO</th> <th>ACSR</th> <th>ACSR</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>0° - 20°</td> <td>2</td> <td>0° - 20°</td> </tr> <tr> <td>1/0 - 3/0</td> <td>1/0 - 3/0</td> <td>0° - 10°</td> <td>1/0 - 3/0</td> <td>0° - 5°</td> </tr> <tr> <td>4/0 - 350</td> <td>4/0 - 336,4</td> <td>0° - 5°</td> <td>4/0 - 336,4</td> <td>0° - 2°</td> </tr> </tbody> </table>	VANO MÁXIMO = 80 m			80 m < VANO ≤ 150m			CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES		ÁNGULOS	ALUMINIO	ACSR	ACSR		2	2	0° - 20°	2	0° - 20°	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°	1/0 - 3/0	0° - 5°	4/0 - 350	4/0 - 336,4	0° - 5°	4/0 - 336,4	0° - 2°
VANO MÁXIMO = 80 m			80 m < VANO ≤ 150m																													
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES		ÁNGULOS																											
ALUMINIO	ACSR		ACSR																													
2	2	0° - 20°	2	0° - 20°																												
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°	1/0 - 3/0	0° - 5°																												
4/0 - 350	4/0 - 336,4	0° - 5°	4/0 - 336,4	0° - 2°																												

IDENTIFICADOR UP-UC EST - 3CP		ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy / 7,96 kV - 13,2 kV GRDy / 7,62 kV	
IDENTIFICADOR UC 3CP		TRIFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE	
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	2
3*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
6	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
10*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	1
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	1
3	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 450 mm (18") de long.	1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	6
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

Fuente: Normas MERR

Anexo. 6 Estructura Trifásica Centrada Retención (3CR), especificaciones técnicas

ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy/7,96 kV - 13,2 kV GRDy/7,62 kV	IDENTIFICADOR UP - UC EST-3CR
TRIFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL	IDENTIFICADOR UC 3CR
<p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG 2.- VANO MÁXIMO 150 m. 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR. 	

IDENTIFICADOR UP-UC EST - 3CR		ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy / 7,96 kV - 13,2 kV GRDy / 7,62 kV	
IDENTIFICADOR UC 3CR		TRIFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL	
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas. 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
5*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
6	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	3
10*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	3
11	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	3
12*	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	1
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
3/4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17 ")	2
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5/12	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
9	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	6
10	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
10	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

Fuente: Normas MERR

Anexo. 7 Seccionador de Cuchilla o Barra Unipolar, especificaciones técnicas

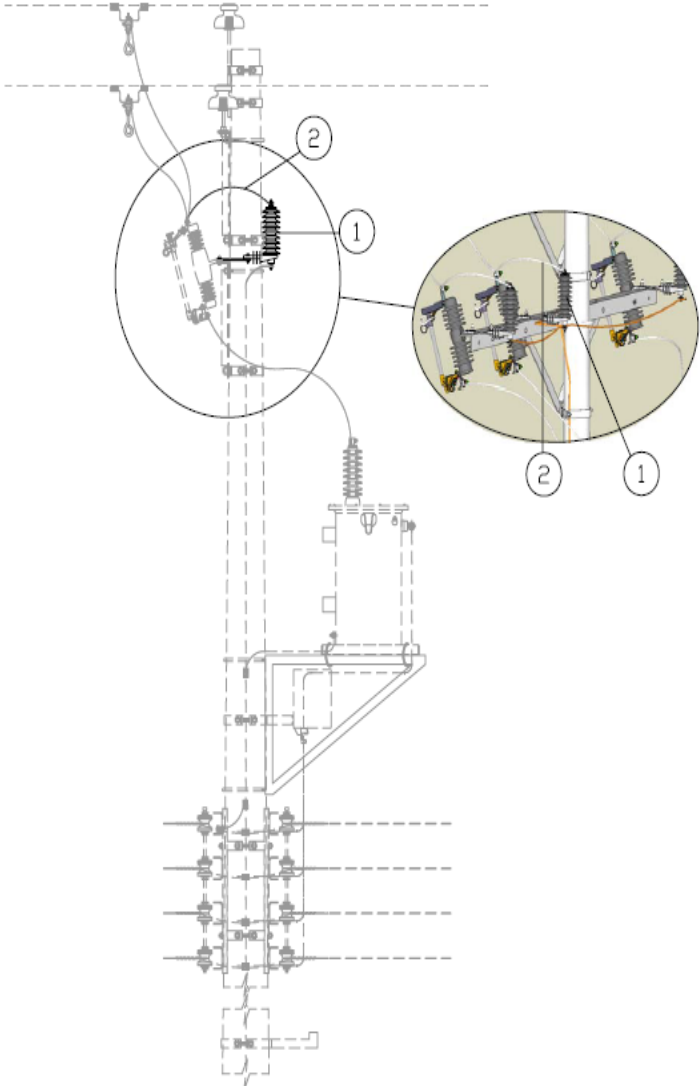
SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy/7,96 kV - 13,2 kV GRDy/7,62 kV	IDENTIFICADOR UP - UC SPT-3C(1)
PARA TRES FASES - CON SECCIONADOR DE CUCHILLA O BARRA UNIPOLAR - (NOTA 1)	IDENTIFICADOR UC 3C(1)
<p>NOTA:</p> <p>1.- EL QUINTO CAMPO ESTA CONFORMADO POR LA CAPACIDAD DEL SECCIONADOR (100 = 100 A, 200 = 200 A), CONEXIÓN DE ENTRADA Y SALIDA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN = R. LA CAPACIDAD DEL SECCIONADOR Y EL BIL VAN SEPARADOS POR UN GUIÓN BAJO.</p> <p>2.- PARA LA INTERCONEXIÓN, EL TIPO Y CALIBRE DEL CONDUCTOR SERIA IGUAL A LA RED DE MEDIO VOLTAGE.</p> <p>3.- ES OPCIONAL EL USO DE LAS ABRAZADERAS PARA ESCALONES DE REVISIÓN.</p>	

IDENTIFICADOR UP-UC SPV-3C(1)		SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN EN REDES DE DISTRIBUCIÓN 22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV	
IDENTIFICADOR UC 3C(1)		PARA TRES FASES - CON SECCIONADOR DE CUCHILLA O BARRA UNIPOLAR - (NOTA 1)	
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Estribo para derivación, aleación Cu Sn	6
2	c/u	Grapa de derivación para línea en caliente de aleación de Al	6
3	c/u	Seccionador de cuchilla o de barra unipolar, clase 27 kV	3
4*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2000 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4x 79")	1
5	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	2
7	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
8	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
9	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, para escalones de revisión, 30 x 6 x (260 a 200 mm de diám.) (1 3/16 x 1/4 x (10 1/4 a 7 7/8")	8
SUSTITUTIVOS			
4	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2000 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4x 79")	1
4	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2000 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 79")	1
<p>NOTAS:</p> <p>Tanto en la identificación como en la descripción de la unidad de construcción, la numeración entre paréntesis corresponde a la respectiva nota.</p> <p>1.- El quinto campo está conformado por: la capacidad del seccionador (100 = 100 A, 200 = 200 A), conexión de entrada y salida a la red de distribución = R.</p> <p>2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.</p> <p>3.- Es opcional su uso.</p> <p>4.- Para interconexión, el tipo y calibre del conductor será igual a la red de MV.</p>			

Fuente: Normas MERR

Anexo. 8 Descargador o Pararrayos, especificaciones técnicas

SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy7,96 kV - 13,2 kV GRDy7,62 kV	IDENTIFICADOR UP - UC SPT-3P(1)
PARA TRES FASES - CON DESCARGADOR O PARARRAYOS - (NOTA 1)	IDENTIFICADOR UC 3P(1)



NOTA:

1.- EL QUINTO CAMPO ESTA CONFORMADO POR: VOLTAJE MÁXIMO DE SERVICIO CONTINUO (10 = 10 kV) Y NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO BIL (75 = 75 kV, 95 = 95 kV, 125 = 125 kV, 150 = 150 kV), PARA PROTECCIÓN DE EQUIPO (TRANSFORMADOR, RECONECTOR, ETC)= E. EL VOLTAJE MÁXIMO Y EL BIL SON SEPARADOS POR UN GUÍÓN BAJO(_).

IDENTIFICADOR UP-UC SPV-3P(1)		SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN EN REDES DE DISTRIBUCIÓN 22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV	
IDENTIFICADOR UC 3P(1)		PARA TRES FASES - CON DESCARGADOR O PARARRAYOS - (NOTA 1)	
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Descargador o Pararrayos tipo polimérico de óxido de Zn, con módulo de desconexión	3
2*	m	Conductor desnudo sólido de Cu duro No. 4 AWG	9
SUSTITUTIVOS			
2	m	Conductor desnudo cableado ACSR 6/1, No. 2 AWG, 7 hilos	9
<p>NOTA:</p> <p>Tanto en la identificación como en la descripción de la unidad de construcción, la numeración entre paréntesis corresponde a la respectiva nota.</p> <p>1.- El quinto campo está conformado por: voltaje máximo de servicio continuo (10 = 10 kV) y nivel básico de aislamiento BIL (95 = 95 kV, 125 = 125 kV, 150 = 150 kV), para protección de equipo (transformador, rector, etc) = E. El voltaje máximo y el BIL van separados con un guión bajo.</p>			

Fuente: Normas MERR

Anexo. 9 Seccionamiento con Conector para Red Aislada, especificaciones técnicas

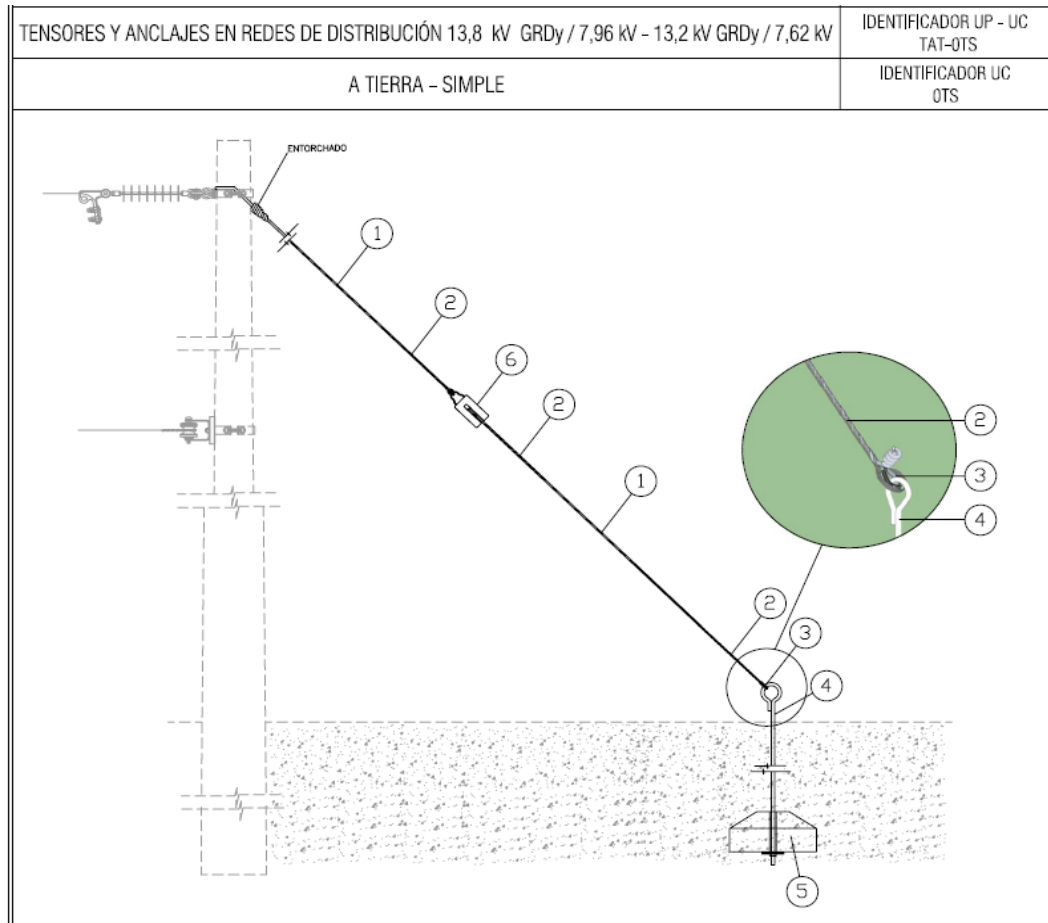
HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)	HOJA 2 DE 2
SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 240/120 V – 208/120 V – 210/121 V – 220/127 V	IDENTIFICADOR UP - UC SPD-3L(1)
PARA TRES FASES - SECCIONAMIENTO CON CONECTOR PARA RED AISLADA - (NOTA 1)	IDENTIFICADOR UC 3L(1)

NOTA:
1.- EL QUINTO CAMPO ESTA CONFORMADO POR EL RANGO DE CONEXIÓN DE ENTRADA Y SALIDA (VER LITERAL 3.3.3 g DE LA SECCIÓN 01), TIPO DE EQUIPO A SECCIONAR (C = TRANSFORMADOR CONVENCIONAL INSTALADO EN UN POSTE).

IDENTIFICADOR UP-UC SPD-3L(1)		SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 240/120 V – 208/120 V – 210/121 V – 220/127 V	
IDENTIFICADOR UC 3L(1)		PARA TRES FASES - SECCIONAMIENTO CON CONECTOR PARA RED AISLADA - (NOTA 1)	
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Seccionador fusible unipolar cerrado	3
2	c/u	Soporte de acero galvanizado en "L", pletina, 30 mm ancho x 8 mm de esp. x 217 mm de long. mayor x 80 mm de long. menor	1
3*	c/u	Conductor de Cu, aislamiento tipo THHN, 600 V, 19 hilos	8
4	c/u	Conector dentado estanco, doble cuerpo, de 35 a 150 mm ² (2 AWG - 300 MCM) conductor principal y derivado	4
5*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
SUSTITUTOS			
3	c/u	Conductor de Cu, aislamiento tipo TTU, 600 V, 19 hilos	8
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 2 pernos, 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
<p>NOTA:</p> <p>Tanto en la identificación como en la descripción de la unidad de construcción, la numeración entre paréntesis corresponde a la respectiva nota.</p> <p>1.- El quinto campo está conformado por: Rango de conexión de entrada y salida (ver literal 3.3.3 g de la sección 01), tipo de equipo a seccionar (C = transformador convencional en un poste).</p>			

Fuente: Normas MERR

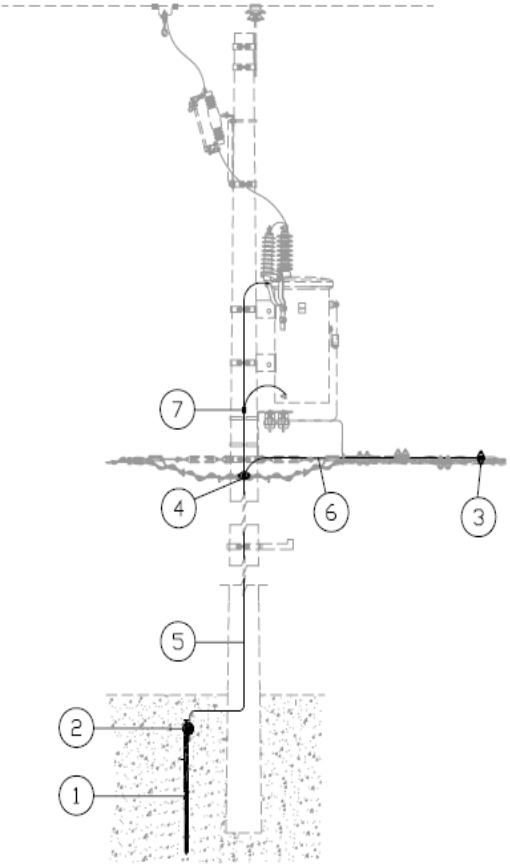
Anexo. 10 Tensor a Tierra- Simple



IDENTIFICADOR UP-UC TAT-OTS	TENSORES Y ANCLAJES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy / 7,96 kV - 13,2 kV GRDy / 7,62 kV		
IDENTIFICADOR UC OTS	A TIERRA - SIMPLE		
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	m	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,51 mm (3/8") de diám.	14
2	c/u	Retención preformada para cable de acero galvanizado de 9,51 mm (3/8") de diám.	3
3	c/u	Guardacabo para cable de acero de 9,51 mm (3/8") de diám.	1
4	c/u	Varilla de anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. y 1800 mm (71") de long., con tuerca y arandela	1
5	c/u	Bloque cónico de hormigón armado, base inferior 400 mm de diám., base superior 150 mm de diám., 200 mm de altura total, orificio 20 mm de diám.	1
6	c/u	Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-2	1

Fuente: Normas MERR

Anexo.11 Puesta a Tierra

PUESTA A TIERRA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN	IDENTIFICADOR UP - UC PTO-OPC(2)_ (1)
EN RED SECUNDARIA PREENSAMBLADA - CONDUCTOR DE COBRE - (NOTA 2)_ (NOTA 1)	IDENTIFICADOR UC OPC(2)_ (1)
 <p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- EL TERCER PARÁMETRO DEL QUINTO CAMPO ESTA CONFORMADO POR EL NÚMERO DE VARILLAS (1=1 VARILLA, 2=2 VARILLAS, 3=3 VARILLAS, 4=4 VARILLAS) 2.- EL SEGUNDO PARÁMETRO QUINTO CAMPO ESTA CONFORMADO POR: EL CALIBRE DEL CONDUCTOR (2=2 AWG, 1/0 AWG, 2/0=2/0 AWG, 4/0=4/0 AWG) 3.- LA CANTIDAD DE CONDUCTOR ESTA DADA POR $(13 + (n-1)2)$, EN DONDE (n) ES IGUAL AL NÚMERO DE VARILLAS, 	

IDENTIFICADOR UP-UC PT0-ODC(2)_ (1)		PUESTA A TIERRA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN	
IDENTIFICADOR UC ODC(2)_ (1)		EN RED SECUNDARIA DESNUDA - CONDUCTOR DE COBRE - (NOTA 2) - (NOTA 1)	
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Varilla para puesta a tierra tipo copperweld, 16 mm (5/8") de diám. x 1800 mm (71") de long.	NOTA 1
2	c/u	Suelda exotérmica	NOTA 1
3*	c/u	Conector de compresión, aleación de Al.	3
4	m	Conductor desnudo cableado de Cu suave	NOTA 3
SUSTITUTIVO			
3	c/u	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, No. 2 - 2/0 AWG y 6 - 2/0 AWG, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3
NOTAS Tanto en el identificador como en la descripción de la unidad de construcción, la numeración entre paréntesis corresponde a la respectiva nota. 1.- El tercer parámetro del quinto campo está conformado por la cantidad de varillas (1 = 1 varilla, 2 = 2 varillas, 3 = 3 varillas, 4 = 4 varillas) 2.- El segundo parámetro del quinto campo está conformado por el calibre del conductor (2 = 2 AWG, 1/0 = 1/0 AWG, 2/0 = 2/0 AWG, 4/0 = 4/0 AWG) 3.- La cantidad de conductor está dada por $13+(n-1) \times 2$, donde (n) es el número de varillas			

Fuente: Normas MERR

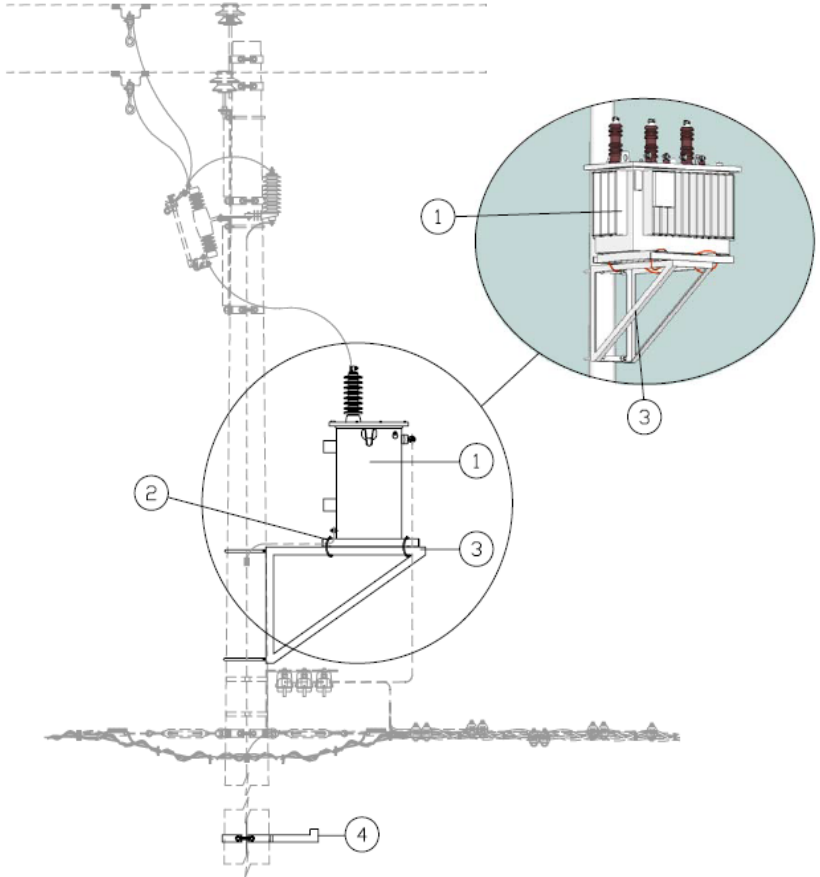
Anexo. 12 Varilla a Tierra

ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE VARILLA PARA PUESTA A TIERRA TIPO COPPERWELD		
ITEM	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)
1	VARILLA PARA PUESTA A TIERRA TIPO COPPERWELD	1,20
		1,80
		2,40

CABLE DE ACERO RECUBIERTO DE ALUMINIO TIPO ALUMOWELD		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	
1.1.	Cable:	
1.1.1	Alambre	Acero alta resistencia
1.1.2	Recubrimiento	Aluminio por compresión
1.2	Norma de fabricación y ensayos:	ASTM B 415, B 416 y B 117
1.3	Requisitos generales:	
1.3.1	Capa de recubrimiento de Aluminio	Al menos el 10% del radio del alambre no menor del 25% de su sección
1.4	Requisitos mecánicos:	
1.4.1	Esfuerzo a la rotura	5.729 Kg
1.5	Resistencia a la intemperie:	
1.5.1	Corrosión	ASTM B117
2	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	
2.1	Número de hilos & Calibre de cada hilo (AWG)	7 #9
2.2	Diámetro del alambre	2,90 mm
2.3	Diámetro del cable	8,71 mm
2.4	Sección del cable	46,44 mm ²
2.5	Dirección de cableado	Izquierdo
3	ACABADO	
3.1	Recubrimiento de aluminio	NOTA 1
4	EMBALAJE	
4.1	Empaque del lote	De acuerdo a requerimiento del solicitante
4.2	Unidades por lote	
4.3	Peso neto aproximado	
5	CERTIFICACIONES	
5.1	Fabricación y ensayos	NOTA 2
6	MUESTRAS	De acuerdo a requerimiento del solicitante
NOTAS:		
1	Recubrimiento mediante proceso de extrusión, adhesión del aluminio por presión y calor. Realizado el proceso de recubrimiento, el alambre se trefila hasta su diámetro final de utilización, sin que exista cambio en las proporciones de acero y de aluminio.	
2	<p>Los certificados de conformidad de producto o de cumplimiento de normas exigidos en el presente documento, deben ser emitidos por organismos de certificación acreditados o designados en el país, documentación que será avalada por el OAE.</p> <p>Para el caso de los reportes de ensayo, estos deben ser emitidos por los laboratorios acreditados o designados en el país, documentación que será avalada por el OAE.</p> <p>Los productos que cuenten con sello de calidad INEN, no están sujetos al requisito de certificado de conformidad para su comercialización.</p> <p>Estos certificados y reportes, serán un requisito que los oferentes presenten para los procesos de adquisición.</p>	

Fuente: Normas MERR

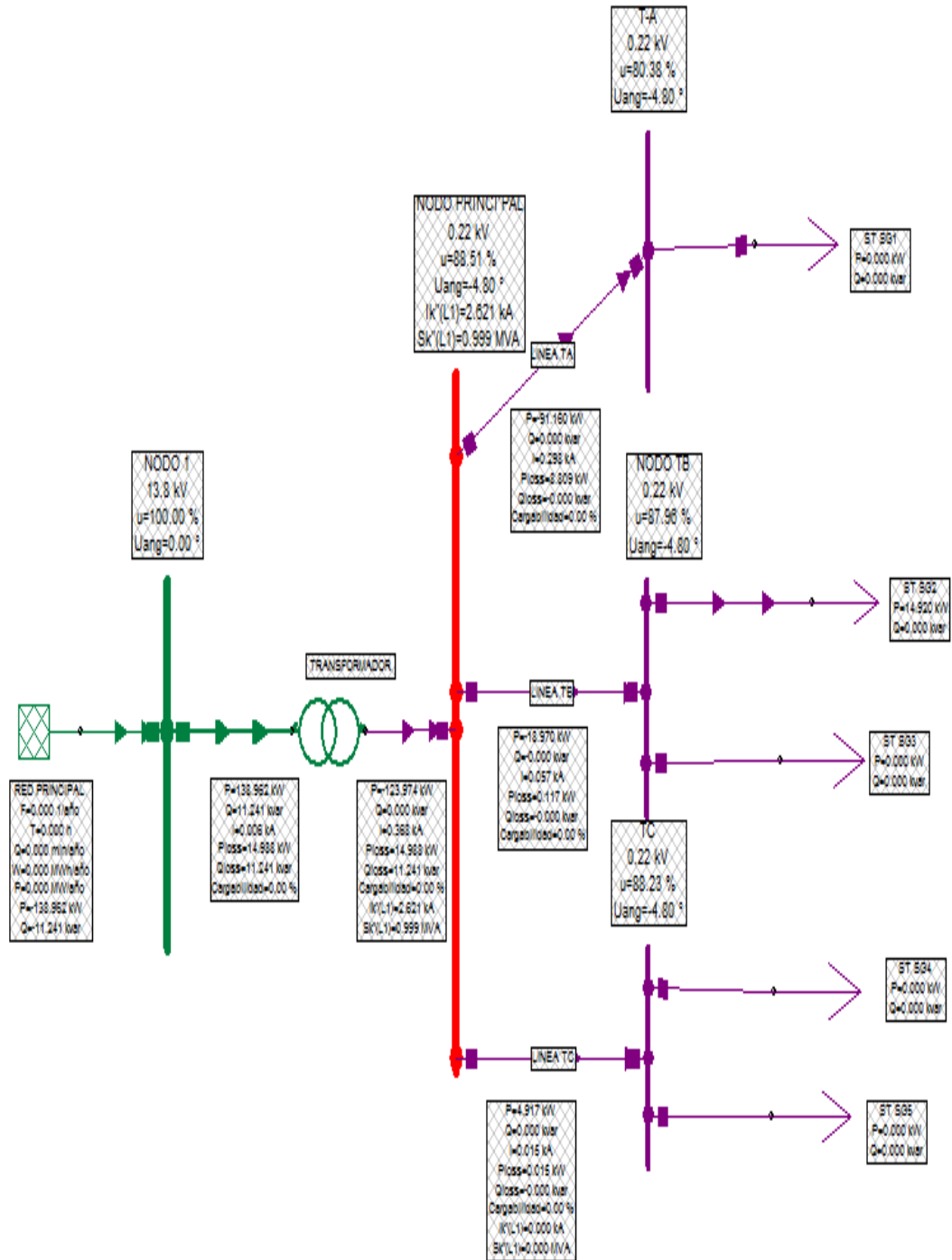
Anexo. 13 Transformadores, montaje

TRANSFORMADORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN 22 kV GRDy/12,7 kV - 22,8 kV GRDy/13,2 kV	IDENTIFICADOR UP - UC TRV-3C(1)
TRIFÁSICO - CONVENCIONAL PARA INSTALACIÓN EXTERIOR (EN POSTE) - (NOTA 1)	IDENTIFICADOR UC 3C(1)
 <p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- EL QUINTO CAMPO ESTA CONFORMADO POR LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR (15=15 kVA, 30=30 kVA, 50=50 kVA, 75=75 kVA) 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE DE H.C, CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 kg 3.- ES OPCIONAL EL USO DE LA ABRAZADERA PARA ESCALONES DE REVISIÓN 	

IDENTIFICADOR UP-UC TRV-3C(1)		TRANSFORMADORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN 22 KV GRDy / 12,7 kV - 22,8 KV GRDy / 13,2 kV	
IDENTIFICADOR UC 3C(1)		TRIFÁSICO - CONVENCIONAL PARA INSTALACIÓN EXTERIOR (EN POSTE) - (NOTA 1)	
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Transformador trifásico convencional, 22860 ó 22000 - 220 / 127 V	1
2	m	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,51 mm (3/8") de diám.	3
3	c/u	Soporte de acero galvanizado para montaje de transformador trifásico, tipo repisa	1
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, para escalones de revisión, 30 x 6 x (260 a 200 mm de diám.) (1 3/16 x 1/4 x (10 1/4 a 7 7/8"))	8
<p>NOTAS:</p> <p>Tanto en la identificación como en la descripción de la unidad de construcción, la numeración entre paréntesis corresponde a la respectiva nota.</p> <p>1.- El quinto campo está conformado por la capacidad del transformador (15 = 15 kVA, 30 = 30 kVA, 50 = 50 kVA, 75 = 75 kVA).</p> <p>2.- Es opcional su uso</p>			

Fuente: Normas MERR

Anexo. 14 Diagrama Unifilar para la simulación de sistema con la carga de la nueva línea que será la ampliación de la planta en la segunda etapa y tablas de reportes generales.



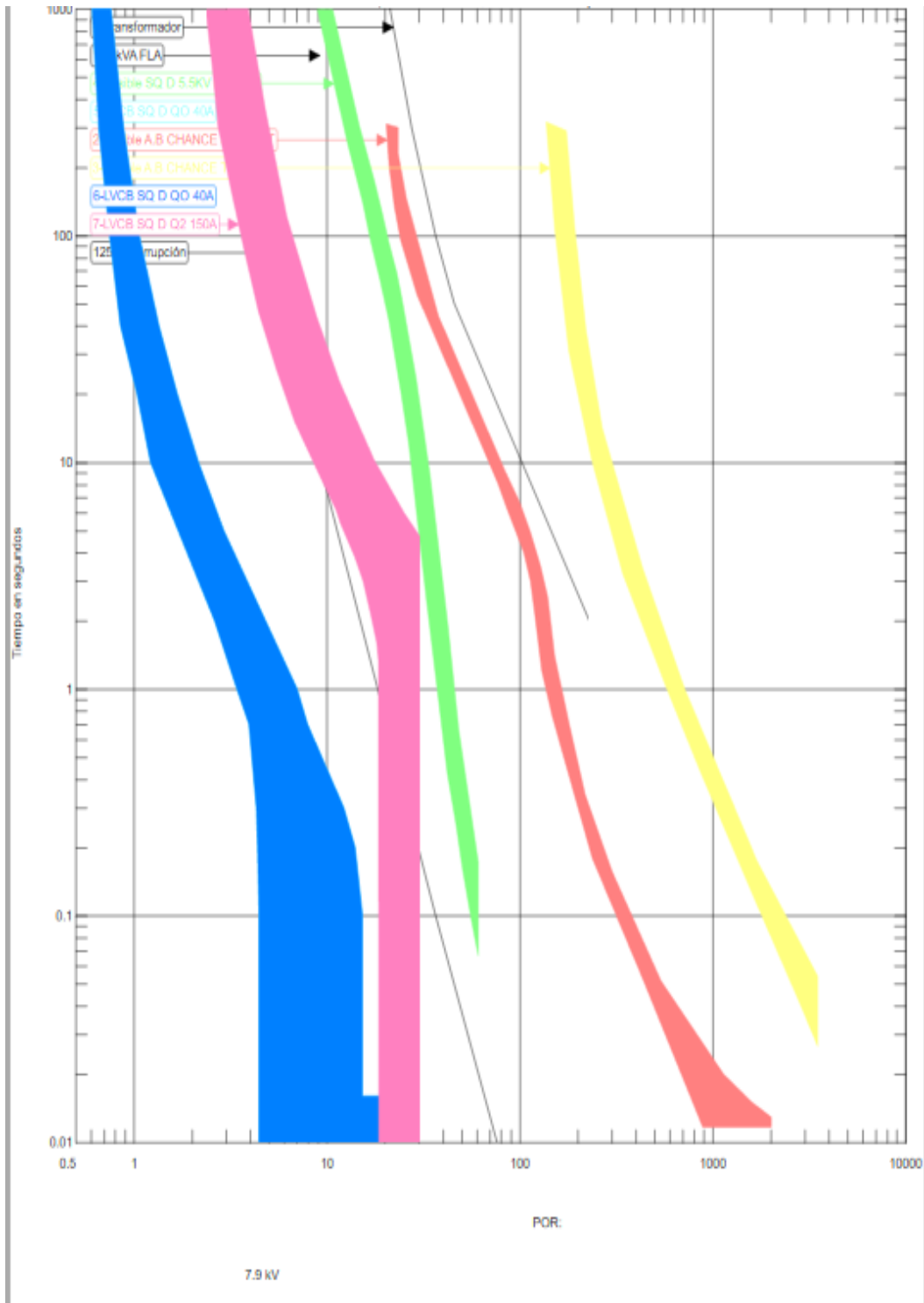
Fuente: Neplan V553

Anexo15 Reporte del software Neplan

		P Pérdidas	Q Pérdidas	P Imp	Q Imp	P Gen		
		MW	MVar	MW	MVar	MW		
Red		0.024	0.011	0.139	0.011	0.139		
Zona 1		0.024	0.011	0	0	0.139		
Área 1		0.024	0.011	0	0	0.139		
Nodo	Elemento	Tipo	P	Q	I	Ángulo I	P Pérdidas	Q Pérdidas
Nombre	Nombre		MW	MVar	kA	°	MW	MVar
NODO 1	TRANSFORMAD	Transformador	0.139	0.011	0.006	-4.6	0.015	0.0112
NODO 1	RED PRINCIPAL	Equivalente de	-0.139	-0.011	0.006	175.4		
NODO TB	ST SG3	Carga	0	0	0	0		
NODO TB	ST SG2	Carga	0.015	0	0.045	-4.8		
NODO PRINC	LINEA TC	Línea	0.005	0	0.015	-4.8	0	0
NODO TB	LINEA TB	Línea	-0.019	0	0.057	175.2	0.0001	0
T-A	LINEA TA	Línea	-0.091	0	0.298	175.2	0.0088	0
TC	ST SG4	Carga	0	0	0	0		
T-A	ST SG1	Carga	0	0	0	0		
TC	ST SG5	Carga	0	0	0	0		
Nodo	U	u	Ángulo V	P Carga	Q Carga	P Gen	dPL/dQG	
Nombre	kV	%	°	MW	MVar	MW		
NODO 1	13.8	100	0	0	0	0.139	0	
NODO PRINC	0.195	88.51	-4.8	0	0	0	-0.02573	
T-A	0.177	80.38	-4.8	0.091	0	0	-0.02573	
NODO TB	0.194	87.96	-4.8	0.019	0	0	-0.02573	
TC	0.194	88.23	-4.8	0.005	0	0	-0.02573	

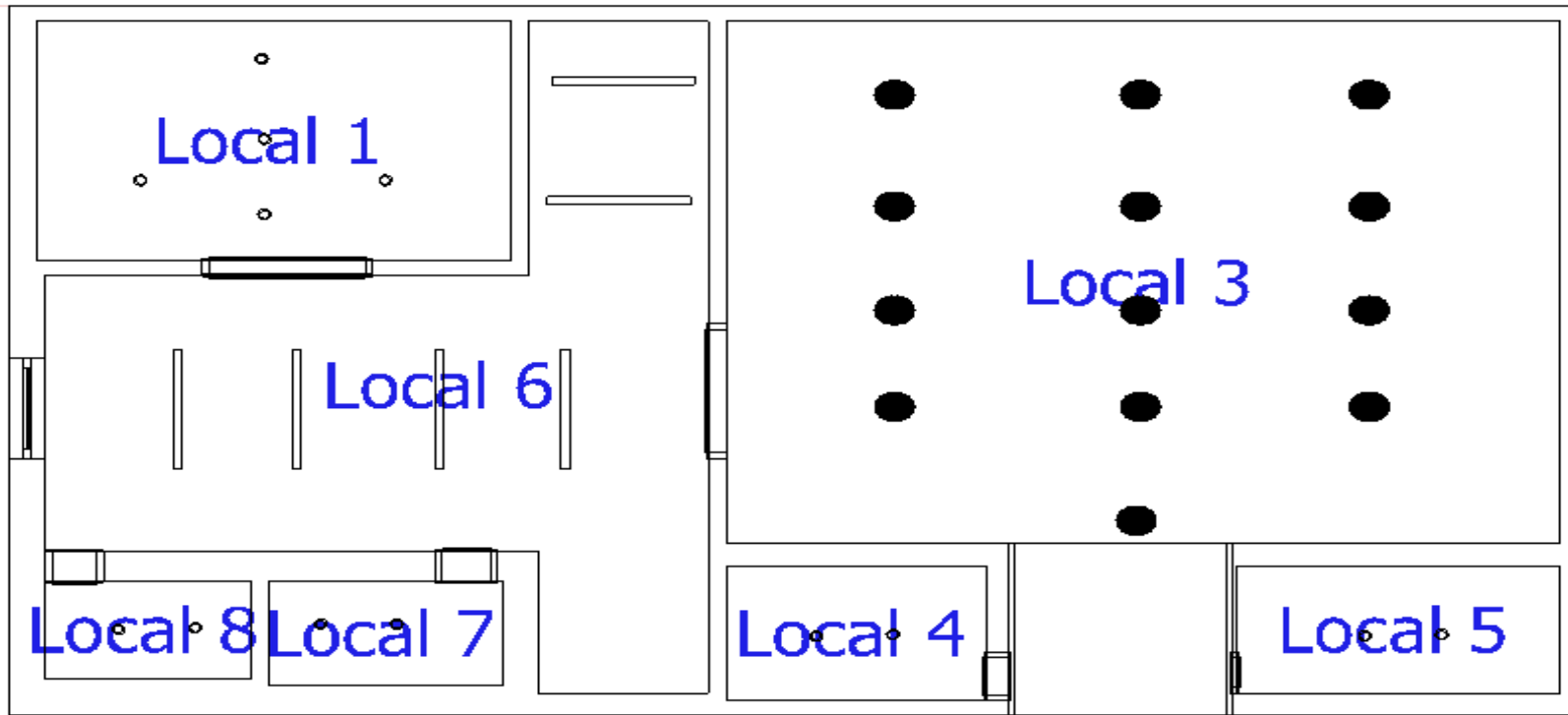
Fuente: Neplan v553

Anexo 17 Curvas de las protecciones a utilizar

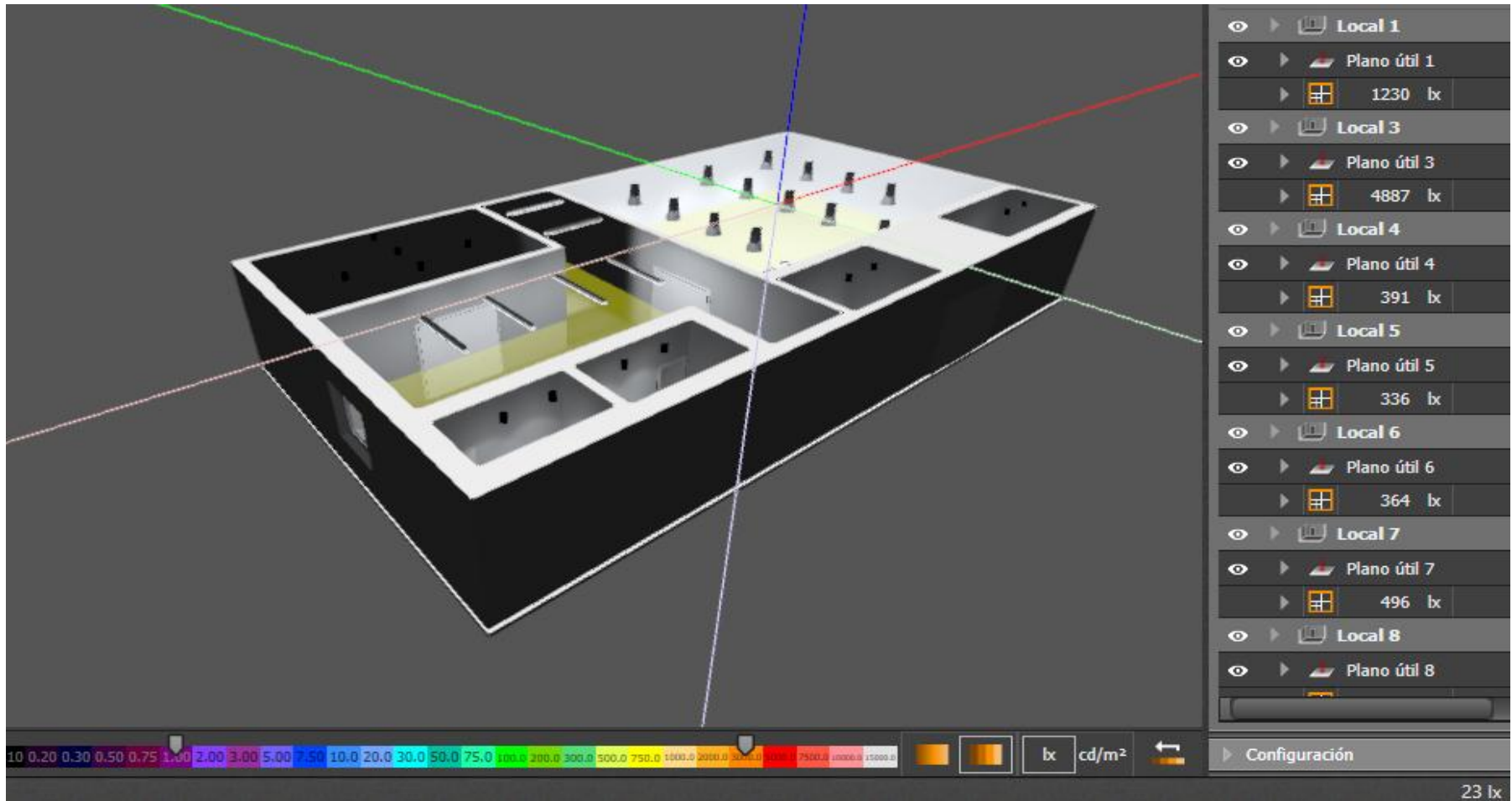


Realizado por: El investigador

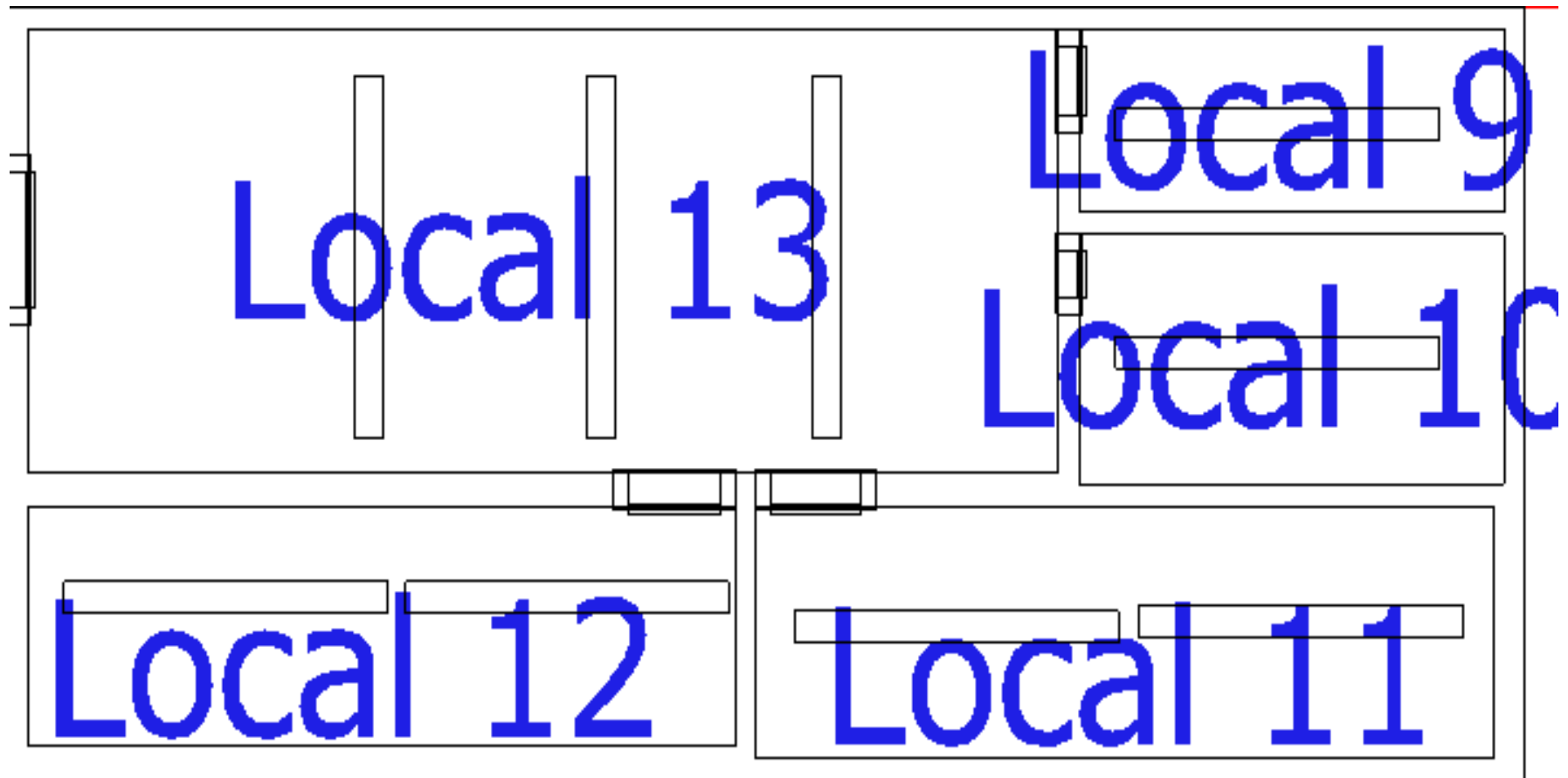
ANEXO 18 Planos de Instalaciones electricas dialux



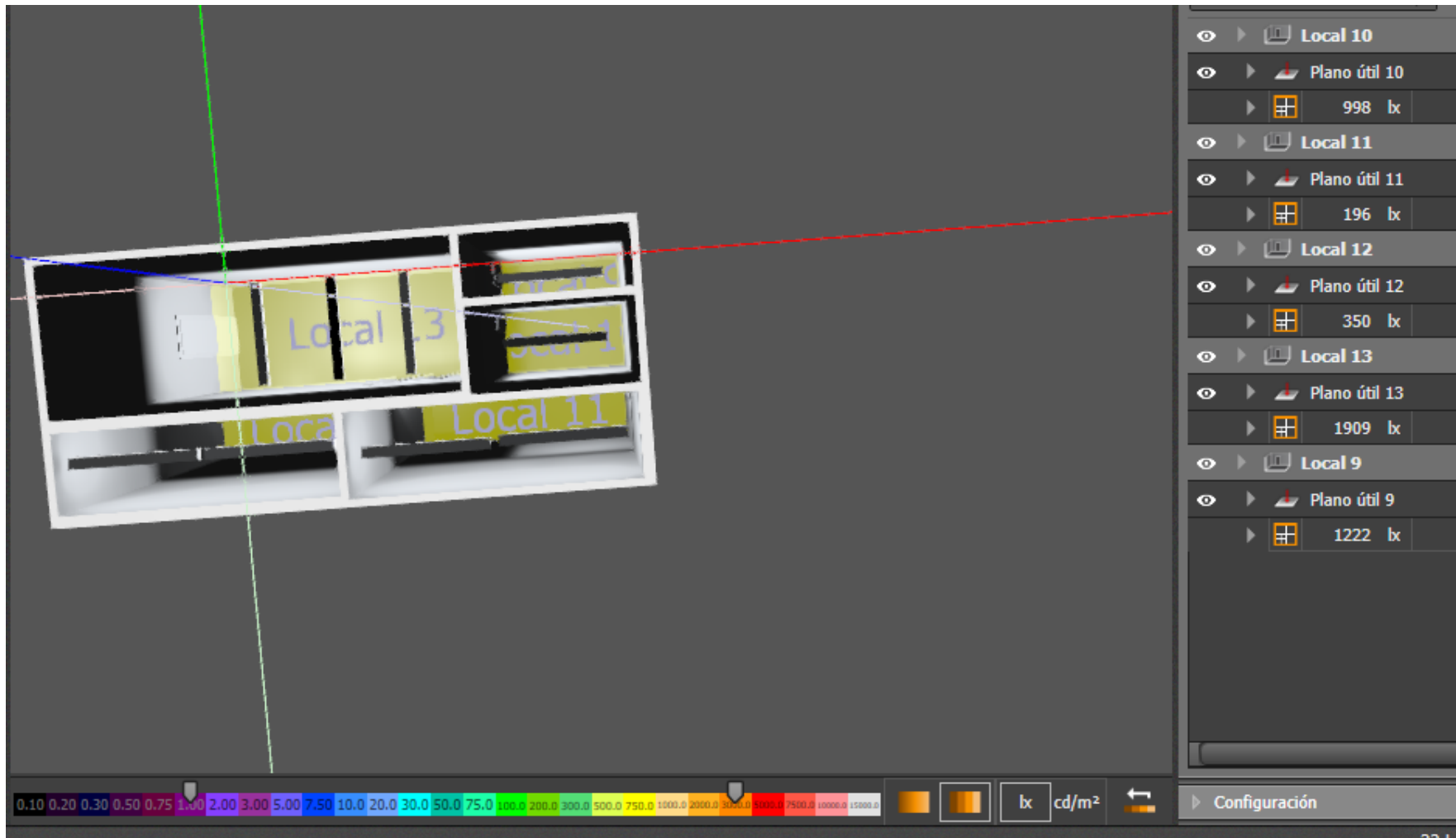
Realizado por:El investigado



Realizado por:El investigado



Realizado por:El investigado



Realizado por:El investigado

