



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE DE UN MODELO  
GEORREFERENCIADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA  
ELÉCTRICA COTOPAXI**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en  
Sistemas Eléctricos de Potencia.

**Autores:**

Pallo Oña Cristian David

Rumipamba Rumipamba Luis Efraín

**Tutor:**

Ing. Guamán Cuenca Wilian Patricio M.Sc.

**LATAACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, **PALLO OÑA CRISTIAN DAVID** y **RUMIPAMBA RUMIPAMBA LUIS EFRAÍN** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **EVALUACIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE DE UN MODELO GEORREFERENCIADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI**, siendo el **Ing. GUAMÁN CUENCA WILIAN PATRICIO** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

.....  
**Pallo Oña Cristian David**  
C.C. 050353239-2

.....  
**Rumipamba Rumipamba Luis Efraín**  
C.C. 060481196-8



## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE DE UN MODELO GEORREFERENCIADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI”**, de los estudiantes: **PALLO OÑA CRISTIAN DAVID Y RUMIPAMBA RUMIPAMBA LUIS EFRAÍN** de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, septiembre, 2022

**El Tutor**

**Ing. Guamán Cuenca Wilian Patricio M.Sc.**

**C.C: 060357895-6**




## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes: **PALLO OÑA CRISTIAN DAVID** y **RUMIPAMBA RUMIPAMBA LUIS EFRAÍN** con el título de Proyecto de titulación: **“EVALUACIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE DE UN MODELO GEORREFERENCIADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, septiembre, 2022

Para constancia firman:

  
.....  
**Ing. Pesantez Palacios Gabriel Napoleón**  
CC: 030189388-9

  
.....  
**Ing. Proaño Maldonado Xavier Alfonso**  
CC: 050265642-4

  
.....  
**Ing. Quinatoa Caiza Carlos Iván**  
CC: 050328786-4



## ÍNDICE GENERAL

1.	INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2.	INTRODUCCIÓN .....	2
2.1	EL PROBLEMA:.....	2
2.1.1	Situación Problemática:.....	2
2.1.2	Formulación del problema: .....	3
2.2	OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	3
2.3	BENEFICIARIOS: .....	3
2.4	JUSTIFICACIÓN: .....	4
2.5	HIPÓTESIS: .....	5
2.6	OBJETIVOS: .....	5
2.6.1	General: .....	5
2.6.2	Específicos:.....	5
2.7.	SISTEMA DE TAREAS .....	6
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	8
3.1	ANTECEDENTES .....	8
3.2	SISTEMAS DE GEORREFERENCIACIÓN .....	11
3.2.1	Sistema de coordenadas .....	12
3.2.2	Coordenadas Geográficas.....	12
3.2.3	Coordenadas Cartesianas.....	13
3.2.4	Naturaleza de los datos geográficos.....	13
3.2.5	Datos geográficos .....	13
3.3	SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	16
3.3.1	Consideraciones de los sistemas de distribución.....	17
3.3.2	Características deseadas en los sistemas de distribución .....	17
3.3.3	Topología de sistemas de suministro .....	18
3.3.4	Tensiones de operación en redes de distribución .....	22
3.4	ESTUDIOS EN RÉGIMEN PERMANENTE.....	23
3.4.1	Solución de flujos de potencia para sistemas eléctricos de potencia. ....	23

3.4.2	Solución de flujos de potencia para sistemas eléctricos de distribución.....	24
3.4.3	Estudio de cortocircuitos .....	29
3.4.4	Análisis de contingencias .....	32
4.	METODOLOGÍA.....	35
4.1	GESTIÓN DE TAREAS .....	35
4.2	NORMATIVAS Y REGULACIONES .....	36
4.3	ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI “ELEPCO S.A.” .....	38
4.4	MODELADO DEL SISTEMA EN ARCGIS Y DIGSILENT POWERFACTORY	40
4.5	SOFTWARE PARA GEORREFERENCIACIÓN .....	45
4.5.1	ArcGIS .....	46
4.5.2	DigSILENT PowerFactory.....	48
4.5.3	Flujo de Potencia en PowerFactory.....	49
4.5.4	Cortocircuito en PowerFactory .....	51
4.5.5	Análisis de Contingencias .....	53
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	56
5.1.	TRATAMIENTO DE LOS DATOS .....	56
5.2.	CONSTRUCCIÓN DEL MODELO GEORREFERENCIADO .....	57
5.3.	ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA.....	59
5.4.	ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO.....	63
5.5.	ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS: N-1 .....	78
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	82
6.1.	CONCLUSIONES .....	82
6.2.	RECOMENDACIONES.....	83
7.	REFERENCIAS .....	85
8.	ANEXOS .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Componentes de las Coordenadas Geográficas [4].....	12
<b>Figura 3.2.</b> Componentes de las Coordenadas Cartesianas [3]. .....	13
<b>Figura 3.3.</b> Disposición de los tres tipos de formas en un modelo de datos vectorial: punto, línea y polígono [2]. .....	14
<b>Figura 3.4.</b> Formato de almacenamiento de datos: raster y vectorial [5]. .....	15
<b>Figura 3.5.</b> Configuración básica de un sistema de distribución.....	17
<b>Figura 3.6.</b> Diagrama unifilar de un sistema radial de distribución. ....	19
<b>Figura 3.7.</b> Diagrama unifilar de una configuración circuito abierto de un sistema de distribución.....	20
<b>Figura 3.8.</b> Diagrama unifilar de una configuración circuito cerrado de un sistema de distribución.....	21
<b>Figura 3.9.</b> Diagrama unifilar para la aplicación del Método Escalonado [10]. .....	25
<b>Figura 3.10.</b> Sistema radial separados por segmentos y buses [12]. .....	25
<b>Figura 3.11.</b> Diagrama unifilar para aplicar el Método de Suma de Potencias [13]. .....	27
<b>Figura 3.12.</b> Cortocircuito trifásico. ....	30
<b>Figura 3.13.</b> Cortocircuito bifásico.....	31
<b>Figura 3.14.</b> Cortocircuito bifásico a tierra. ....	31
<b>Figura 3.15.</b> Cortocircuito monofásico.....	32
<b>Figura 4.1.</b> Diagrama de flujo para realizar georreferenciación.....	41
<b>Figura 4.2.</b> Formato DGS del SD.....	44
<b>Figura 4.3.</b> Diagrama del SD georreferenciado en DigSILENT. ....	45
<b>Figura 4.4.</b> Espacio de trabajo de ArcMap en ArcGIS.....	46
<b>Figura 4.5.</b> Interfaz del software ArcFM – ELEPCO S.A. [25].....	48
<b>Figura 4.6.</b> Módulo para el cálculo de flujos de potencia en DigSILENT PowerFactory [28]. .....	50
<b>Figura 4.7.</b> Módulo para el cálculo de cortocircuitos en DigSILENT PowerFactory [28]. ....	51

<b>Figura 4.8.</b> Módulo para realizar análisis de contingencias en DigSILENT PowerFactory [28]. .....	53
<b>Figura 5.1.</b> Alimentadores identificados y georreferenciados en ArcGIS.....	57
<b>Figura 5.2.</b> Perfil de voltajes de los tres alimentadores en su demanda máxima .....	60
<b>Figura 5.3.</b> Diagrama unifilar del SD – San Rafael.....	61
<b>Figura 5.4.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.....	64
<b>Figura 5.5</b> Resultados de simulación del cortocircuito para corrientes en DigSILENT PowerFactory.....	64
<b>Figura 5.6.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.....	65
<b>Figura 5.7.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.....	66
<b>Figura 5.8.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.....	67
<b>Figura 5.9.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.....	67
<b>Figura 5.10.</b> Resultados de simulación para voltajes del Tramo A1377 del AMT0602SRT02. .....	68
<b>Figura 5.11.</b> Resultados de simulación para corrientes del Tramo A1377 del AMT0602SRT02. .....	69
<b>Figura 5.12.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T02.....	70
<b>Figura 5.13.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T02.....	70
<b>Figura 5.14.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T02.....	71
<b>Figura 5.15.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T02.....	72

<b>Figura 5.16.</b> Resultados de simulación para voltajes del Tramo B1382 del AMT0602SRT04. .....	73
<b>Figura 5.17.</b> Resultados de simulación para corrientes del Tramo B1382 del AMT0602SRT04. .....	73
<b>Figura 5.18.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T04.....	74
<b>Figura 5.19.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T04.....	75
<b>Figura 5.20.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T04.....	75
<b>Figura 5.21.</b> Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T04.....	76
<b>Figura 5.22.</b> Curva de operación del fusible antes de que se produzca la falla.....	77
<b>Figura 5.23.</b> Curva de operación del fusible cuando se produce la falla.....	77
<b>Figura 5.24.</b> Definición de las características para realizar el análisis de contingencia.....	78



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1.</b> Topología de un sistema de distribución secundaria [6]. .....	22
<b>Tabla 4.1.</b> Datos técnicos del sistema de distribución de "ELEPCO S.A." [23]. .....	39
<b>Tabla 4.2.</b> Cantidad de transformadores por alimentadores de la Subestación San Rafael. ....	40
<b>Tabla 4.3.</b> Modelo de formato con coordenadas del SD. ....	42
<b>Tabla 4.4.</b> a) Formato línea del SD. ....	43
<b>Tabla 4.5.</b> b) Formato línea del SD (continuación). ....	43
<b>Tabla 4.6.</b> Formato SED del SD. ....	43
<b>Tabla 4.7.</b> Clasificación de demandas según los intervalos de tiempo. ....	50
<b>Tabla 4.8.</b> Límites para índices de variación de voltaje [32]. ....	51
<b>Tabla 4.9.</b> Características para el análisis de cortocircuito para el Alimentador 0602SR0T01. .....	52
<b>Tabla 4.10.</b> Características para el análisis de cortocircuito para el Alimentador 0602SR0T02. .....	52
<b>Tabla 4.11.</b> Características para el análisis de cortocircuito para el Alimentador 0602SR0T04. .....	53
<b>Tabla 4.12.</b> Ubicación de las contingencias dentro del SD. ....	54
<b>Tabla 4.13.</b> Límites de cargabilidad de transformadores para M.T. [33]. ....	55
<b>Tabla 4.14.</b> Límites de cargabilidad de transformadores para B.T. [33]. ....	55
<b>Tabla 5.1.</b> Coordenadas de Transformadores dentro de ArcGIS. ....	58
<b>Tabla 5.2.</b> Coordenadas de Líneas de Subtransmisión dentro de ArcGIS. ....	58
<b>Tabla 5.3.</b> Datos técnicos de la Subestación San Rafael - ELEPCO S.A [23]. ....	59
<b>Tabla 5.4.</b> Potencias de consumo de los alimentadores en demanda máxima de la S/E San Rafael. ....	60
<b>Tabla 5.5.</b> Pérdidas totales de potencias P y Q del SD. ....	62
<b>Tabla 5.6.</b> Variación de módulo y ángulo de voltajes del SD. ....	62

<b>Tabla 5.7.</b> Potencias de consumo de los alimentadores en demanda media de la S/E San Rafael. .....	62
<b>Tabla 5.8.</b> Potencias de consumo de los alimentadores en demanda mínima de la S/E San Rafael.....	63
<b>Tabla 5.9.</b> Valores de tensión Tramo 1455 para cortocircuito monofásico.....	64
<b>Tabla 5.10.</b> Valores de corriente del Tramo 1458 para cortocircuito monofásico. ....	65
<b>Tabla 5.11.</b> Niveles de tensión Tramo 1455 para cortocircuito monofásico. ....	65
<b>Tabla 5.12.</b> Niveles de corriente Tramo 1455 para cortocircuito monofásico. ....	66
<b>Tabla 5.13.</b> Niveles de tensión Tramo 1455 para cortocircuito monofásico. ....	67
<b>Tabla 5.14.</b> Niveles de corriente Tramo B1382 para cortocircuito monofásico.....	68
<b>Tabla 5.15.</b> Valores de tensión del Tramo A1377 para cortocircuito monofásico. ....	68
<b>Tabla 5.16.</b> Valores de corriente del Tramo A1377 para cortocircuito monofásico. ....	69
<b>Tabla 5.17.</b> Niveles de tensión Tramo A1377 cortocircuito monofásico. ....	70
<b>Tabla 5.18.</b> Niveles de corriente Tramo A1377 cortocircuito monofásico. ....	71
<b>Tabla 5.19.</b> Niveles de tensión Tramo A1377 cortocircuito monofásico. ....	71
<b>Tabla 5.20.</b> Niveles de corriente Tramo A1377 para cortocircuito monofásico. ....	72
<b>Tabla 5.21.</b> Valores de tensión del Tramo B1382 cortocircuito monofásico. ....	73
<b>Tabla 5.22.</b> Valores de corriente del Tramo B1382 para cortocircuito monofásico.....	74
<b>Tabla 5.23.</b> Niveles de tensión Tramo B1382 para cortocircuito monofásico. ....	74
<b>Tabla 5.24.</b> Niveles de corriente Tramo B1382 cortocircuito monofásico.....	75
<b>Tabla 5.25.</b> Niveles de sobretensión Tramo B1382 para cortocircuito monofásico.....	76
<b>Tabla 5.26.</b> Niveles de corriente Tramo B1382 cortocircuito monofásico.....	76
<b>Tabla 5.27.</b> Resultados de la simulación de la variación de cargabilidad en demanda máxima de los transformadores en operación AMT 0602SR0T01.....	79
<b>Tabla 5.28.</b> Resultados de la simulación de perfil de tensión en los nodos de los transformadores en demanda máxima AMT 0602SR0T01.....	79
<b>Tabla 5.29.</b> Resultados de la variación de cargabilidad cuando el transformador TRT0022(13) queda fuera de servicio. ....	80

**Tabla 5.30.** Resultados de perfil de tensión en los nodos de los transformadores después de la ejecución de la contingencia del AMT 0602SR0T01..... 80

**Tabla 5.32.** Niveles de tensión en los nodos conectados al AMT 0602SR0T01 después de ejecutada la contingencia..... 81

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme las fuerzas y la sabiduría para enfrentar cada reto que se me presentaron durante toda mi vida académica.

A mi madre y hermanos, que gracias a su infinita paciencia, consejos y amor supieron guiarme por el camino correcto y fueron fuente de inspiración para el cumplimiento de tan anhelado sueño.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme las puertas y poder culminar con mis estudios de educación superior. Y de manera muy especial al Ing. Wilian Guamán quien fue el tutor de este proyecto, quien con su gran conocimiento, paciencia y comprensión me ha enseñado el valor del compromiso en la vida estudiantil y personal.

**Cristian David**

En primer lugar, agradezco a Dios que sin él no tendría la fuerza, el valor y el conocimiento necesario para poder cumplir este sueño, a mis padres que a pesar de que ya no están conmigo, por enseñarme que la educación es el camino donde da el inicio de grandes sueños. A mi hermano José y su esposa por apoyarme moral y económicamente y a toda mi familia por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi quien me dio la oportunidad de poder seguir formándome como profesional y enriquecerme en conocimiento en la carrera de Ingeniería Eléctrica.

De manera especial a mi tutor de tesis Ing. Wilian Guamán, por corroborar con su gran conocimiento por guiarme con paciencia, dedicación y apoyo incondicional hasta la finalización de este trabajo de investigación.

**Luis Efraín**

## **DEDICATORIAS**

Dedico este proyecto a mi madre que con su infinito amor y paciencia estuvo conmigo en los buenos y malos momentos. Y en especial a mi padre que desde el cielo supo cuidarme y guiarme por el camino correcto.

**Cristian David**

Este trabajo va dedicado para todo quienes creyeron y me dieron la confianza desde un inicio, a ustedes mis queridos padres José y Juana que desde el cielo me supieron cuidarme sobre todo por ese gran amor que hasta hoy en día los conservo, a mi hermano José a su esposa y a sus hijos que fueron ellos mi impulso para culminar con éxito.

**Luis Efraín**



## RESUMEN

**TÍTULO: EVALUACIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE DE UN MODELO GEORREFERENCIADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI.**

**Autores:**

Pallo Oña Cristian David

Rumipamba Rumipamba Luis Efraín

En este proyecto de investigación se realizó el modelo georreferenciado del sistema de distribución de la Subestación San Rafael, con el propósito de analizar el comportamiento del sistema en estado estable y se incluyeron eventos de cortocircuitos y contingencias, que podrían producirse por sucesos internos y/o externos. Para modelar el sistema georreferenciado se utilizaron los *software*: ArcGIS y DigSILENT PowerFactory, considerando la información proporcionada por la empresa eléctrica “ELEPCO S.A.”. en donde se identificaron los elementos principales de los que está compuesto el sistema. Para la creación del sistema de distribución se partió de la delimitación del área que cubre la subestación San Rafael dentro de ArcGIS. Una vez obtenida toda la información relevante se procede a la creación de los formatos “SED” y “Línea” usando Excel. Luego, se generó el formato DGS, el cual es la unión de los dos formatos mencionados anteriormente mediante la ocupación de una macro, de donde se obtienen las características geográficas y eléctricas de los elementos que serán creados dentro de PowerFactory. Finalmente, se realizaron estudios en régimen permanente considerando variaciones de demanda dentro de la red, en donde se analizaron flujos de potencia desbalanceados, análisis de cortocircuitos y análisis de contingencias obteniendo como resultado que, el sistema se mantiene operando dentro de los límites establecidos por la regulación ARCONEL 005/18 para los niveles de tensión, en condiciones de contingencia N-1.

**Palabras Clave:** Sistema Georreferenciado, Sistema de Distribución, Estudios en Régimen Permanente.

## **ABSTRACT**

**TITLE: EVALUATION IN PERMANENT REGIME OF A GEOREFERENCED MODEL OF DISTRIBUTION SYSTEM OF COTOPAXI ELECTRIC COMPANY.**

**Authors:**

Pallo Oña Cristian David

Rumipamba Rumipamba Luis Efraín

At this research project, a georeferenced model of distribution system of San Rafael substation was made, with the purpose to analyze the behavior system on steady state including short circuit events and contingencies, which could be produced by internal or external events. To model georeferenced system, following software was used: ArcGIS and DigSILENT PowerFactory, considering provided information by electric company "ELEPCO S.A.", where the main elements of the system were identified. For the creation of distribution system, the starting point was area delimitation covered by San Rafael substation within ArcGIS. Once all relevant information was obtained, "SED" and "Line" formats were created using Excel. Then, DGS format was generated, which is the union of two aforementioned formats through the use of a macro, from which the geographical and electrical characteristics of the elements to be created within PowerFactory are obtained. Finally, studies were carried out on permanent regime considering demand variations at network, where unbalanced power flows, short circuit analysis and contingency analysis were analyzed, obtaining as a result from system keeps operating at established limits by the ARCONEL 005/18 regulation for voltage levels, under N-1 contingency conditions.

**Key words:** Georeferenced System, Distribution System, Permanent Regime Studies.

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

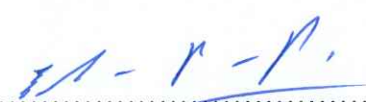

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés cuyo título versa: **“EVALUACIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE DE UN MODELO GEORREFERENCIADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI”**, presentado por **Pallo Oña Cristian David** y **Rumipamba Rumipamba Luis Efraín**, estudiantes de la carrera de **Ingeniería Eléctrica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura **gramatical** del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, 01 de septiembre del 2022.

Atentamente,

  
 **CENTRO  
DE IDIOMAS**  
**Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna Mg.**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 050261735-0**

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título:** EVALUACIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE DE UN MODELO GEORREFERENCIADO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI.

**Fecha de inicio:** abril 2022

**Fecha de finalización:** agosto 2022

**Lugar de ejecución:** No Aplica

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

**Carrera que auspicia:** Carrera de Electricidad

**Proyecto Macro Asociado:** Desarrollo de sistemas eficientes para el abastecimiento y uso de energía eléctrica a nivel local, regional o nacional.

**Equipo de Trabajo:**

**Grupo de Investigación:** Sistemas Eléctricos de Potencia

**Tutor de Titulación:** Ing. M.Sc. Wilian Guamán

**Estudiantes:**

Cristian David Pallo Oña

Luis Efraín Rumipamba Rumipamba

**Área de Conocimiento:** 07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesionales Afines / 0713 Electricidad y Energía.

**Línea de investigación:** Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

**Sublíneas de investigación de la Carrera:**

Sublínea 1: Explotación y diseño de Sistemas eléctricos de potencia

Grupos Temáticos:

1. Planificación y operación de Sistemas Eléctricos de Potencia.
2. Sistema de Transmisión y Distribución de Energía

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1 EL PROBLEMA:**

#### **2.1.1 Situación Problemática:**

La proyección de demanda eléctrica es muy importante pues permite identificar los requerimientos futuros y detectar las posibles falencias al momento de satisfacer la provisión de este suministro [1]. A medida que incrementa los consumidores finales aumenta la demanda eléctrica, lo que implica construir nueva infraestructura de generación, transmisión y distribución, con el fin de ofrecer una mejora en la calidad del servicio de provisión de electricidad a los sectores industriales, comerciales y residenciales.

El estudio de los sistemas de distribución, como parte fundamental de un sistema eléctrico de potencia, resulta de suma importancia debido a que mediante estos se pueden realizar estudios que contribuyan a determinar la proyección de la demanda, análisis de contingencia ante posibles fallas que ocurran en el sistema [2].

A nivel general, en los sistemas de distribución la proyección de la demanda es aleatoria, pues no es un proceso estacionario debido a que se encuentra conformado por una gran cantidad de elementos, el comportamiento de ella depende de varios factores como son: económicos, sociales, climáticos, etc. Con esta afirmación cabe recalcar que, en el Ecuador, de enero hasta julio de 2021, la demanda de electricidad aumentó un 8,13% en relación al mismo periodo de 2020. La paulatina dinamización de las actividades comerciales e industriales desarrolladas en el país, incidieron para registrar este incremento [3].

El uso de los sistemas de información geográfica por parte de las empresas distribuidoras, son de suma importancia debido a que es posible realizar reestructuraciones de la red. Tomando en consideración que las redes eléctricas se distribuyen de manera física y geográfica, es práctico presentar los resultados que se realizan mediante un despliegue de mapas. En la actualidad, las empresas eléctricas hacen uso de SIG para resguardar sus necesidades pudiendo tener estudios direccionadas al área de la ingeniería [4]. Con base a lo descrito, el uso de los sistemas de información geográfica resulta relevante dentro del ámbito académico y de manera esencial dentro del



área de ingeniería eléctrica, ya que, con el uso de los SIG, se puede modelar los sistemas de distribución haciendo uso de software especializado para evaluar el comportamiento eléctrico, tomando como referencia la base de datos que poseen las empresas distribuidoras.

Existe una gran variedad de herramientas computacionales para realizar modelos georreferenciados y verificar el comportamiento eléctrico de los sistemas de distribución. DigSILENT PowerFactory, es uno de los *software* más completos para realizar dichos modelos, ya que dispone de módulos para estudios de confiabilidad, estabilidad, optimización, entre otros, etc. Pese a que la Universidad dispone del Software, no ha sido posible realizar estudios en sistemas georreferenciados, ya que la información de las empresas eléctricas no está disponible para uso general.

### **2.1.2 Formulación del problema:**

Para la formación del estudiante de ingeniería eléctrica se requieren modelos georreferenciados de sistemas de distribución que permitan evaluar el comportamiento de la red durante su operación.

## **2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN**

Objeto: Sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A: Alimentadores conectados a la Subestación San Rafael.

El campo de acción para el proyecto:

330000 Ciencias Tecnológicas / 3306 Ingeniería y Tecnología Eléctricas / 330602 Aplicaciones Eléctricas.

330000 Ciencias Tecnológicas / 3306 Ingeniería y Tecnología Eléctricas / 330609 Transmisión y Distribución.

## **2.3 BENEFICIARIOS:**

- Los beneficiarios directos son los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que mediante este trabajo de investigación podrán aplicar los conocimientos adquiridos durante la materia sistemas eléctricos de potencia y de distribución eléctrica.

- Los beneficiarios indirectos serán todas aquellas personas que estén interesadas en aprender sobre el modelamiento de sistemas de distribución, ya que mediante este proyecto podrán tener una introducción breve a lo que es el modelado de un sistema eléctrico.

## 2.4 JUSTIFICACIÓN:

Este proyecto forma parte del proyecto macro formativo titulado: “Desarrollo de sistemas eficientes para el abastecimiento y uso de energía eléctrica a nivel local, regional o nacional” de la carrera de Electricidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en dicha investigación se menciona el estudio de SEP enfocándose en sistemas de abastecimiento y el uso de energía eléctrica desde su concepción en las centrales de generación hasta el usuario final, puesto que se modelará el sistema de distribución de la subestación San Rafael perteneciente a ELEPCO S.A., este proyecto tiene como objetivo contar con una base de datos con lo cual se podrá realizar estudios en los sistemas eléctricos de distribución.

En vista que la situación actual del sector eléctrico ecuatoriano, en donde las principales autoridades del país buscan el mejoramiento integral de las empresas distribuidoras de electricidad, se requiere del establecimiento de estrategia de trabajo y procesos que sirvan de base para la adquisición de los objetivos y propósitos planteados. Es en este punto es en donde participan los *Geographic Information System* (GIS), mismos que con su capacidad pueden contribuir enormemente para alcanzar los resultados esperados.

Desde el punto de vista académico, poder contar con un modelo georreferenciado de la red de distribución de los tres alimentadores S/E San Rafael perteneciente a ELEPCO S.A. permitirá a los estudiantes comprender con casos base reales el comportamiento de los sistemas eléctricos, concediendo énfasis en estudios de Flujos de Potencia, Cortocircuito, Estabilidad, Planificación y Confiabilidad en sistemas de distribución eléctrica, entre otros. Para los casos de estudio de sistemas eléctricos en régimen permanente, la Universidad Técnica de Cotopaxi, cuenta con la licencia educativa del software PowerFactory 2021, por lo que resulta importante la utilización de esta poderosa herramienta computacional que permite modelar de los casos base tomando como referencia del sistema de distribución ELEPCO S.A.

En el ámbito profesional la falta de una buena planificación en las empresas distribuidoras provoca la toma de decisiones apresuradas que genera condiciones de operación con poca eficiencia para cada uno de los sistemas eléctricos, lo que ha generado un sistema de altas pérdidas de potencia y de energía, voltaje fuera de los límites de regulación permitidos, sobredimensionamiento y en otros casos sobrecarga en conductores y transformadores lo que representa pérdidas económicas.

La operación y expansión de los sistemas de distribución generará impacto en el crecimiento productivo y económico en el país, así como en el bienestar de la sociedad, afianzando el compromiso de las empresas eléctricas de distribución tanto en lo técnico, económico, social y ambiental. Con este proyecto lo que se pretende es desarrollar un modelo georreferenciado del sistema distribución, el cual, permitirá evaluar el comportamiento del sistema en caso de se requiera tomar decisiones respecto a la repotenciación de la infraestructura existente.

## **2.5 HIPÓTESIS:**

¿Los alimentadores de la subestación San Rafael operan dentro de los límites de voltaje establecidos por la regulación ARCONEL 005/18 inclusive bajo contingencias N-1?

## **2.6 OBJETIVOS:**

### **2.6.1 General:**

Desarrollar el modelo georreferenciado de los alimentadores de la Subestación San Rafael perteneciente a ELEPCO S.A. para estudios en estado estable del sistema de distribución mediante las herramientas de simulación ArcGIS y DigSILENT PowerFactory.

### **2.6.2 Específicos:**

- Estudiar las técnicas y herramientas de georreferenciación de sistemas eléctricos de distribución mediante una revisión sistemática de la literatura.
- Modelar los alimentadores del sistema de distribución de la Subestación San Rafael en ArcGIS y DigSILENT PowerFactory.

- Realizar estudios de estado estable para sistemas de distribución desbalanceados, considerando escenarios de mínima, media y máxima demanda.

## 2.7. SISTEMA DE TAREAS

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Estudiar las técnicas y herramientas de georreferenciación de sistemas eléctricos de distribución mediante una revisión sistemática de la literatura.	-Revisión bibliográfica sobre los sistemas de coordenadas, herramientas computacionales para georreferenciación (ArcGIS-DigSILENT PowerFactory) y sistemas de distribución.	-Lista de características de Software para georreferenciación  -Informe con las características de los SIG y sistemas de distribución.	-Tesis -Libros -Artículos -Manuales
Modelar los alimentadores del sistema de distribución de la Subestación San Rafael en ArcGIS y DigSILENT PowerFactory.	-Revisión sobre las características de los sistemas de distribución.  -Recopilación de información sobre la ubicación geográfica de las redes primarias de la Subestación San Rafael.  -Modelado de los alimentadores que están conectados a	-Informe recopilatorio de los elementos conectados al sistema.  -Listado de características y elementos que componen al sistema de distribución.  -Archivo en Excel. -Archivo DGS con el sistema de	-Geoportal de la empresa ELEPCO S.A. -Microsoft Excel -ArcGIS  -Microsoft Excel: base de datos de los conductores asociados,

	<p>la Subestación San Rafael en ArcGIS.</p> <p>-Elaboración de los formatos LÍNEAS y SEDS ArcGIS - Excel, y generación de formatos DGS del sistema de Distribución de redes primarias.</p> <p>-Importación de formato DGS y revisión de la convergencia del sistema eléctrico en DigSILENT</p>	<p>distribución georreferenciado.</p> <p>-Archivo PFD del sistema modelado con sus alimentadores.</p>	<p>-Software ArcGIS y DigSILENT PowerFactory</p>
<p>Realizar estudios de estado estable para sistemas de distribución desbalanceados, considerando escenarios de mínima, media y máxima demanda.</p>	<p>- Determinación de carga del sistema de distribución estudiado.</p> <p>- Simulación de caso de estudio en régimen permanente dentro del sistema de distribución.</p>	<p>-Tablas de demanda en los alimentadores estudiados.</p> <p>- Informe detallado de los resultados obtenidos durante la evaluación de flujos de potencia desbalanceados, cortocircuito y contingencias.</p> <p>- Archivo PFD con los estudios realizados dentro del SD.</p>	<p>- Microsoft Word - Microsoft Excel</p> <p>-Software DigSILENT PowerFactory</p>



### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

En el presente capítulo se presenta la fundamentación teórica en la cual se basa este proyecto para la evaluación en régimen permanente de los sistemas de distribución. En primer lugar, en la sección 3.1 se presentan los lineamientos hacia dónde va dirigida la investigación haciendo énfasis en la importancia de los modelos georreferenciados. En la sección 3.2 se presenta una introducción a los sistemas de georreferenciación destacando los principales elementos que se consideran al momento de realizar georreferenciación en proyectos de ingeniería. Luego, en la sección 3.3 se detallan las características de los sistemas de distribución, haciendo énfasis en la topología de los mismos y también se hace referencia a los niveles de tensión que los sistemas de distribución operan tanto en sus redes primarias y secundarias. Después, en la sección 3.4 se exponen los métodos tradicionales que se aplican a la resolución de sistemas eléctricos de potencia y también se detallan las técnicas convencionales para la resolución de flujos de carga en los sistemas de distribución.

#### **3.1 ANTECEDENTES**

El trabajo desarrollado por [4] menciona que el desarrollo de las de nuevas redes de distribución y la aplicación de nuevas normativas ante el crecimiento de la demanda requiere realizar un análisis Técnico-Económico con la finalidad de poder definir los tipos de redes de distribución que se va a implementar o si bien a repotenciar, esto corresponde a las empresas distribuidoras a través de los departamentos de distribución comercialización o profesionales independientes quienes se encargan del diseño de nuevas redes de distribución para suministrar energía.

Por otra parte, en el trabajo de [5] se menciona que alrededor del 66.66% s de la inversión total del sistema de potencia, están dedicados a la parte de distribución, lo que implica necesariamente un trabajo cuidadoso en el planeamiento, diseño, construcción y en la operación del sistema de distribución, lo que conlleva a numerosas tomas de decisiones sobre grandes cantidades de información, que deja ver lo compleja que es esta tarea, pero de gran trascendencia. Para garantizar que este servicio cumpla con las mejores condiciones establecidas, es necesario fortalecer el sistema distribución por medio de software de categoría, de modo que se pueda supervisar las distintas magnitudes físicas y controlar los equipos de campo de manera remota con el objetivo de garantizar una mayor

continuidad en el servicio a los consumidores finales, previniendo daños de equipos que por lo general sucede cuando si se va a ingresar una nueva carga al sistema [6].

En [7] cita que, dentro de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, requieren de técnicas de desarrollos computacionales con software modernos en la que los ingenieros de las empresas distribuidoras, tienen como desafío estudiar, conocer y entender de forma que puedan disponerse correctamente en el diseño de futuros sistemas de potencia y se logre suministrar cantidades crecientes de energía eléctrica de manera segura, limpia y sin pérdidas económicas. Además, el autor menciona que el estudio del sistema de distribución eléctrica ha sido habitualmente observado como el estudio de una pequeña conexión radial mediante métodos de flujo de potencia sencillos. Esta observación ha cambiado drásticamente durante la última década debido a que los sistemas de distribución reales son muy complejos, aún más complejos que los sistemas de transmisión debido a que en distribución no se puede hacer la simplificación es decir tomar la longitud total de la línea y modelar, esto se debe a que las cargas pueden ingresar en cualquier punto determinado de la red, y actualmente hay varios paquetes de software diseñados para modelar es sistema y hacer el análisis aún más real, por ejemplo: ETAP, Power World y PowerFactory.

En el año 2017 [8] desarrolló un modelo del alimentador del sistema de distribución eléctrica 0723 ubicado en el sector rural de la ciudad de Cuenca que se modela a partir del Geographic Information System (GIS) al programa DigSILENT PowerFactory mediante una interfaz bidireccional asociada al formato DGS. El alimentador es de tipo radial, con una tensión nominal de 22 kV, y en el cual se conectan a los tres sistemas fotovoltaicos, situados a una distancia de 2.60, 9.83 y 15.58 km, cada sistema respectivamente, de la subestación 07 (Ricaurte, CENTROSUR - Cuenca Ecuador). Esto se realizó con el fin de evaluar el perfil de tensión, carga de líneas y pérdidas técnicas ante posibles fluctuaciones que se ocasionan al tener diferentes condiciones de carga en el alimentador.

En 2018 [2] desarrolló un trabajo enfocado a las redes eléctricas de distribución que menciona que el sistema de distribución es la parte más dispersa y extendida que, debido a su complejidad y exposición a desastres naturales u ocasionados, es también la más vulnerable y que mayor incidencia presenta en la prestación de la energía eléctrica.

Por otra parte, el trabajo investigativo desarrollado por [9] menciona que el sistema de distribución de energía moderno necesita de una solución a los problemas que se presentan ante las fluctuaciones ocasionadas por la variación de carga que dificulta la correcta operación y que garantice que los procesos y los servicios no se vean interrumpidos, esto debido al flujo continuo de la potencia que circula por el sistema.

Además [9] menciona que el estudio de flujo de potencia permite indagar los componentes o las cargas del sistema eléctrico y que es utilizado ampliamente en la planificación y operación de sistemas de energía eléctrica tanto en transmisión como en distribución. El cálculo de flujo de potencia en las redes de energía eléctrica su principal objetivo es determinar las condiciones de operación en régimen permanente de la red. Mediante un flujo de potencia se pueden verificar problemas de tensión, sobrecargas, pérdidas en el sistema de potencia, etc., utilizando distintos escenarios, el cual permite asegurar que el sistema de potencia está adecuadamente diseñado para satisfacer los criterios de desempeño. Además, los estudios de flujo de potencia son utilizados tanto en sistemas ya existentes que buscan resolver problemas de operación económica, reducción de pérdidas, etc.

En el año 2017 [10] menciona que, para analizar flujos de potencia en redes de distribución, la red de estudio deberá ser modelada a partir de un conjunto de nodos conectados entre sí mediante líneas o transformadores, el cual es conectado a una fuente de alimentación que representa la subestación. Para este análisis también es necesario conocer las cargas que están conectadas en los nodos del sistema, estas cargas generalmente consumen o inyectan potencia aparente. Con la finalidad de este estudio se obtienen las potencias reales y las potencias reactivas actuales en cada elemento del sistema que será estudiado, magnitud y ángulo de fase de cada nodo, así como las pérdidas tanto de cada elemento como pérdidas totales de sistema. El método de análisis de estos flujos dependerá de dos escenarios diferentes de si son considerados flujos de potencia balanceados o desbalanceados, por lo general es común encontrarse con casos de estudios balanceados por representar el menor porcentaje de complejidad, cabe recalcar que en sistemas de distribución la potencia real de las fases no están balanceadas ya que la demanda de potencia no es igual en cada una de ellas, surgiendo así la necesidad del estudio de flujos de potencia desbalanceados.

En los últimos años se han desarrollado software de algoritmos computacionales eficientes para el cálculo de flujos de potencia y se ha aprovechado la gran disponibilidad de recursos para perfeccionar la simulación de los sistemas de energía eléctrica mediante técnicas numéricas. Los principales métodos empleados en el cálculo de flujo de potencia son el método de Gauss-Seidel (en sus versiones de matriz de impedancia y matriz de admitancia) que encuentra una solución al conjunto de ecuaciones, hasta que la solución se encuentre dentro de un límite de error aceptable, por otra el método de Newton-Raphson (en sus versiones completa y desacopladas), ampliamente conocido por sus excelentes características de convergencia, donde la cantidad de iteraciones son suficientes para llegué a una solución. Sin embargo, ambos métodos fueron desarrollados considerando exclusivamente en las redes de transmisión y por lo tanto consideran de manera implícita que los desbalances en las fases son despreciables, que las susceptancias capacitivas de las líneas son apreciables y que la reactancia de las líneas es mucho mayor que la resistencia [11].

En la actualidad la proyección de demanda eléctrica está basada en un modelo metodológico que considera solo un análisis histórico (Información estadística), la cual es procesada mediante modelos matemáticos regresivos y de correlación siendo un factor clave para la toma de decisiones [12]. Para el proceso de proyección de demanda las empresas distribuidoras de electricidad participan con la información histórica de cada una de ellas y así entonces se convierten en consultores [3].

### **3.2 SISTEMAS DE GEORREFERENCIACIÓN**

El entorno geográfico que nace de la relación hombre-medio, puede identificarse con un producto social. Porque, tanto en su forma externa, así como en su estructura interna con cambios, así como en sus medio de símbolos y sus contrastes, es un símbolo de eficiencia y producción tecnológica, los valores culturales e ideológicos, así como de otros aspectos del derecho legal, es decir, las características y la lógica interna de una sociedad particular en su etapa de desarrollo histórico [1]. Los SIG utiliza información geoespacial almacenada en sistemas de información (una base de datos de información georreferenciada) para demostrar su eficacia, especialmente para resolver problemas espaciales, sirve de ayuda a la decisión y funciona como apoyo a la planificación [2].

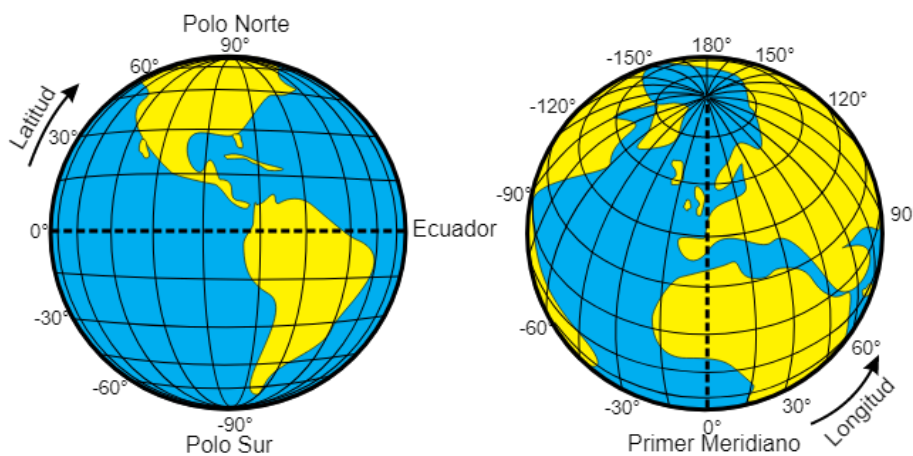
### 3.2.1 Sistema de coordenadas

Es un elemento lineal o angular que permite determinar o especificar matemáticamente la posición de cualquier punto del plano o de la tierra en forma absoluta o relativa a través de una línea de referencia reconocida internacionalmente y un conjunto de elementos geométricos fijos. Existen diferentes sistemas de coordenadas [5]:

- Coordenadas geodésicas
- Coordenadas astronómicas
- Coordenadas cartesianas
- Coordenadas geográficas

### 3.2.2 Coordenadas Geográficas

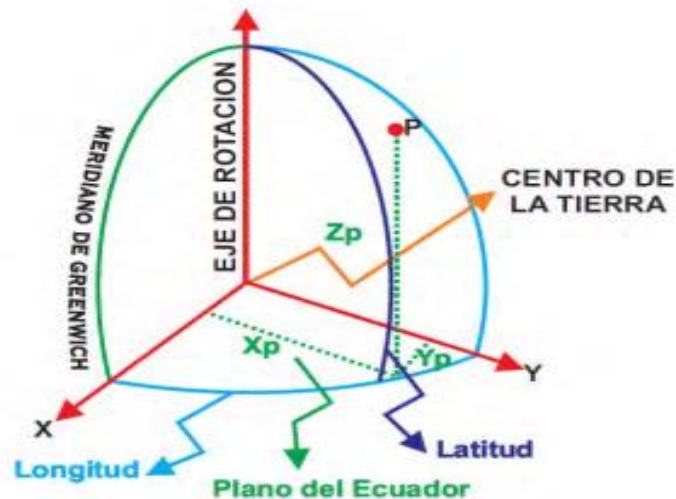
Este método permite determinar la posición absoluta de un punto en la Tierra en grados, minutos y segundos. O en el suelo o en una carta, mapa o plano por paralelos y meridianos. Estas coordenadas se pueden considerar como coordenadas esféricas porque indican la ubicación de puntos en una esfera (elipsoide). Los meridianos y los paralelos no son líneas rectas y no están espaciados uniformemente, por lo que no pueden reproducirse perfectamente en la proyección utilizada, tal como se observa en la **Figura 3.1** [5][6].



**Figura 3.1.** Componentes de las Coordenadas Geográficas [6].

### 3.2.3 Coordenadas Cartesianas

En la **Figura 3.2** se visualiza la componente de coordenadas cartesianas que indica que el origen del sistema es el centro de la Tierra (el centro de la elipse que forma el elipsoide) y los ejes X e Y en el plano ecuatorial. El eje X pasa por el meridiano de Greenwich y el eje Z coincide con el eje de rotación de la Tierra. Los tres ejes son ortogonales entre sí [5].



**Figura 3.2.** Componentes de las Coordenadas Cartesianas [5].

### 3.2.4 Naturaleza de los datos geográficos.

Aborda componentes más específicos que se están desarrollando para administrar el entorno GIS. De estos componentes, se discuten los datos geográficos y los tres componentes que lo conforman [2]:

- Componente espacial
- Componente temático
- Componente temporal

### 3.2.5 Datos geográficos

Los datos son representaciones concretas de hechos y forman el trasfondo necesario para el conocimiento de los fenómenos. La información almacenada en la base de datos se recopila con un propósito específico y es el resultado del proceso de interpretación del usuario. Por lo tanto, los datos geográficos se pueden considerar como valores, cadenas

o símbolos que brindan a los usuarios información sobre la ubicación geográfica de las entidades en el mundo real [2].

Los datos geográficos tienen tres tipos de componentes:

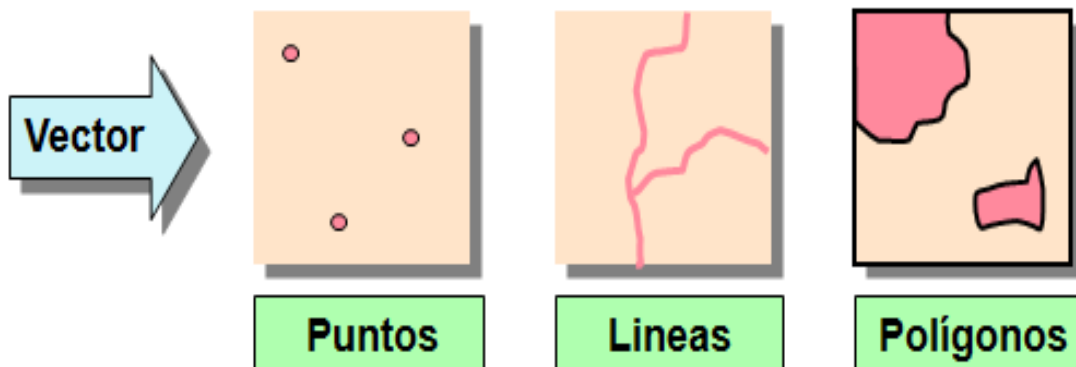
- un componente espacial que contiene información relevante sobre la ubicación.
- un componente de atributo que contiene información de materia relacionada.
- un componente de tiempo asociado con información de tiempo.

### Componente espacial

Esto se relaciona con la ubicación geográfica, las propiedades espaciales de los objetos y las relaciones espaciales entre los objetos.

### Localización geográfica

Tal como se puede apreciar en la **Figura 3.3**, una ubicación geográfica representa la posición de un objeto en la superficie de la tierra, por ejemplo, utilizando coordenadas geográficas o una dirección. Además, un objeto puede tener un tamaño específico dependiendo de su extensión espacial, como la longitud de un camino, el área de un bosque o el volumen de un cuerpo de agua.



**Figura 3.3.** Disposición de los tres tipos de formas en un modelo de datos vectorial: punto, línea y polígono [2].

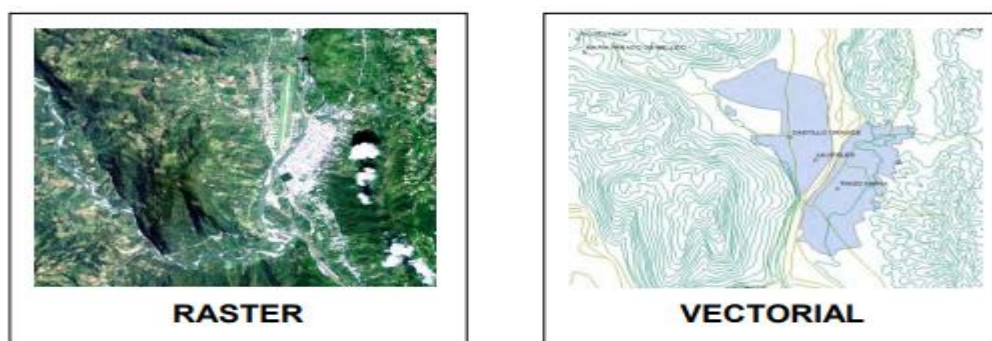
Como se aprecia en la **Figura 3.4**, la posición de un objeto en el espacio viene dada por un sistema de coordenadas y depende del tipo de datos presentados. Hay dos tipos de datos [7]:

### **Modelo vectorial**

El modelo de datos vectoriales se basa en la suposición de que la superficie de la Tierra está formada por objetos discretos, como árboles, ríos y estanques. En este modelo no existe una unidad fundamental que divida el área cubierta, pero su variabilidad y propiedades son capturadas por unidades geométricas. Las propiedades son constantes para cualquier entidad geométrica. Las formas de estas entidades están explícitamente codificadas, ya que modelan el espacio geoespacial a través de un conjunto de primitivas geométricas que contienen los elementos más destacados del espacio. Estas primitivas son de tres tipos: puntos, líneas y polígonos [7].

### **Modelo *raster***

La estructura de un *raster* se basa en una matriz de celdas representadas por filas y columnas, cada celda almacena información sobre una variable (precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, longitudes de onda en el espectro electromagnético, etc.) Además, el modelo de cuadrícula o *raster* no recopila explícitamente las coordenadas de las celdas individuales, sino sus valores. Estos valores se refieren a elementos específicos de la red que representan una estructura fija y regular y no necesitan estar asociados con ubicaciones espaciales específicas. Sin embargo, para poder calcular las coordenadas de cada celda más tarde, necesitamos colocar esta malla en el espacio [7].



**Figura 3.4.** Formato de almacenamiento de datos: raster y vectorial [7].

### **Propiedades espaciales**

Son variables cuantitativas que representan la realidad y tienen magnitudes espaciales específicas como longitud, forma, pendiente, orientación, superficie y perímetro. Al



mismo tiempo, estas propiedades también son diferentes dependiendo de si está utilizando un modelo vectorial o un modelo *raster* [8].

#### **Modelo vectorial.**

- i. Líneas: Para las líneas, las propiedades espaciales de la línea son: longitud, forma, pendiente y dirección.
- ii. Polígonos: Identifica el área, el perímetro, la forma, la pendiente y la dirección de los polígonos.
- iii. Puntos: Los puntos no tienen propiedades espaciales.

#### **Modelo *raster***

- iv. Malla de celdas: Los modelos de cuadrícula forman grupos de celdas (llamadas zonas) que se pueden tratar como polígonos y cuyas propiedades espaciales se pueden analizar de la misma manera. superficie, perímetro, forma, pendiente y dirección.

#### **Relaciones espaciales**

Esto se define como proximidad, adyacencia, conectividad, inclusión, etc. También ocurren en diferentes objetos espaciales, pero no necesariamente deben almacenarse directamente en el SIG. Algunos están definidos explícitamente en GIS, otros se calculan bajo demanda o simplemente no están disponibles y se almacenan dentro de una base de datos que se asocia a los objetos y dentro de la ubicación espacial [8].

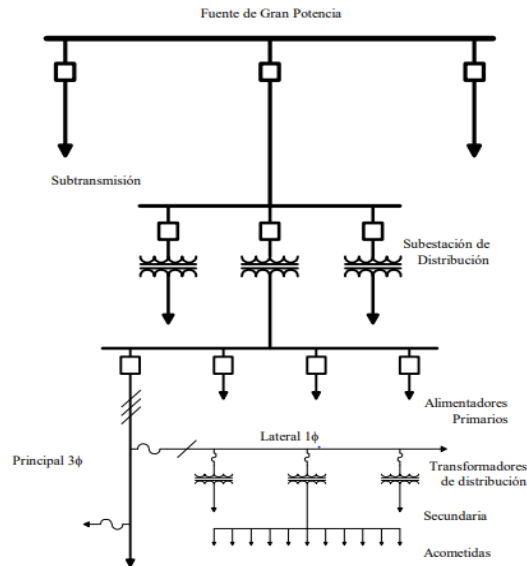
#### **Importancia de los SIG en la sociedad actual.**

Los Sistemas de Información Geográfica se están convirtiendo en una herramienta común en el mundo actual. Su eficiencia se puede ver en numerosas aplicaciones de gestión de recursos, análisis de alternativas, herramientas de apoyo a la toma de decisiones y planes de acción en diversas situaciones [9].

### **3.3 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**

Un sistema de distribución de potencia es el medio para distribuir la energía eléctrica desde los bloques de generación, transmisión y subtransmisión hasta los puntos de utilización, como se puede apreciar en la **Figura 3.5**. Pueden variar desde una simple

línea que conecte un generador con un solo consumidor, hasta una red automática que alimente la zona más importante de la ciudad [10].



**Figura 3.5.** Configuración básica de un sistema de distribución.

### 3.3.1 Consideraciones de los sistemas de distribución

A la hora de determinar el diseño de los sistemas eléctricos de distribución, hay que tomar en cuenta tres clasificaciones, las cuales son:

1. El tipo de sistema eléctrico: puede ser corriente continua o alterna, y si es alterna, se debe especificar el tipo de circuito: monofásica o polifásica.
2. El tipo de sistema de distribución: radial, en bucle o en red. Hay que especificar que los sistemas radiales incluyen tanto a los sistemas de duplicación y de lanzamiento.
3. El tipo de construcción: pueden ser aéreas o subterráneas.

### 3.3.2 Características deseadas en los sistemas de distribución

La energía eléctrica puede distribuirse en dos o más cables. Las principales características deseadas son la seguridad, el flujo suave y uniforme de la energía que resulte práctico, y lo económico que resulta al sistema de distribución.

### **Seguridad del sistema**

Los factores de seguridad generalmente requieren voltajes que sean lo suficientemente bajos para ser seguros cuando los consumidores utilizan la energía. Los sistemas de CA entregan energía de manera fluctuante en respuesta a fluctuaciones periódicas en el voltaje producido. Estas fluctuaciones de energía están bien para la calefacción, la iluminación y los motores pequeños, pero no para el funcionamiento de algunos dispositivos, como los grandes motores que requieren un suministro constante de energía eléctrica, ya que siempre deben ser accionados mecánicamente [10].

Los sistemas de distribución de energía deben minimizar el uso de conductores para transportar energía. Esto a menudo requiere el uso de voltajes más altos cuando las condiciones lo permitan, proporcionando una ruta de retorno común para dos o más circuitos y eliminando algunos conductores.

#### **3.3.3 Topología de sistemas de suministro**

El suministro de energía eléctrica desde la central de producción hasta el consumidor puede constar de varias partes más o menos distintas, pero relacionadas entre sí. La parte considerada "distribución", que va desde la subestación de suministro de energía hasta los medidores de consumo se pueden dividir convenientemente en dos subdivisiones [11]:

- a. Distribución primaria que transporta cargas a tensiones superiores a la tensión útil desde la subestación hasta el punto en que la tensión desciende hasta un nivel en el que los consumidores consumen energía.
- b. Distribución secundaria incluyendo parte del sistema operando a tensión de servicio hasta los medidores de consumo.

#### **Distribución primaria**

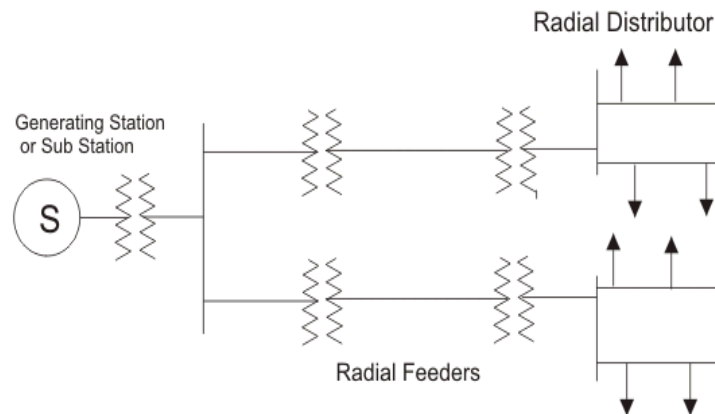
Los sistemas de distribución primaria incluyen tres tipos básicos:

- i. Los sistemas radiales
- ii. Sistemas de bucle (Incluyen los bucles abiertos y cerrados)
- iii. Sistemas de red primaria

### Sistemas Radiales

El sistema radial es el sistema más simple y común. Consiste en alimentadores o circuitos separados que salen de una subestación o fuente de energía, y cada alimentador suele servir a un área específica. Se puede considerar que un alimentador consiste en una sección principal o troncal desde la cual se conecta un ramal o ramal al que se conecta un transformador de distribución.

Un ramal suele estar conectado a la red eléctrica a través de un fusible, de modo que un fallo en el ramal no interrumpa toda la línea de alimentación. Si el fusible no funde la línea, o si el alimentador principal falla, la subestación o el disyuntor de la fuente se abrirán para cortar la energía a todo el alimentador.



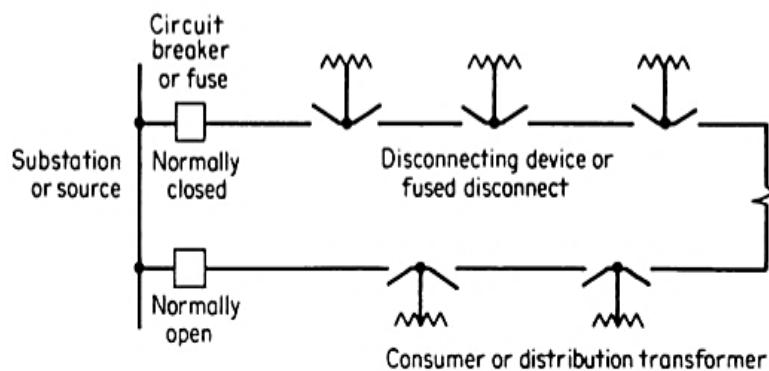
**Figura 3.6.** Diagrama unifilar de un sistema radial de distribución.

### Sistemas en Anillo

Otra forma de limitar la duración de las perturbaciones es utilizar alimentadores que están diseñados básicamente como un suministro bidireccional de corriente primaria a los consumidores críticos. En este caso, si la alimentación falla en una dirección, la carga completa del alimentador se puede soportar en el otro extremo, pero el alimentador debe tener suficiente capacidad de reserva. Este tipo de sistema puede operar normalmente en anillo abierto o normalmente en anillo cerrado.

### Anillo abierto

En un sistema de circuito abierto, las diferentes secciones del alimentador están conectadas por dispositivos de aislamiento, las cargas están conectadas a las diferentes secciones y ambos extremos del alimentador están conectados a fuentes de energía. En un punto dado de la línea de suministro, el dispositivo de corte se deja abierto intencionalmente. Esencialmente, esto representa dos cables separados en cada extremo por un dispositivo de desconexión como un fusible, un interruptor o un disyuntor, como se visualiza en la **Figura 3.7**. En caso de falla, la sección del primario defectuoso puede cortarse en ambos extremos, y el comportamiento normal de la parte es cerrar el bucle en el punto donde normalmente permanece abierto y tirar del interruptor automático del bucle. En la subestación (o fuente), el alimentador está cerrado en otras partes no defectuosas. Estos bucles normalmente no están cerrados. Esto se debe a que una falla abriría un interruptor (o fusible) en cualquiera de los extremos, apagando toda la línea de alimentación y no sabría dónde ocurrió la falla. Los separadores entre secciones se operan manualmente y pueden ser fusibles, disyuntores o interruptores relativamente económicos [10].



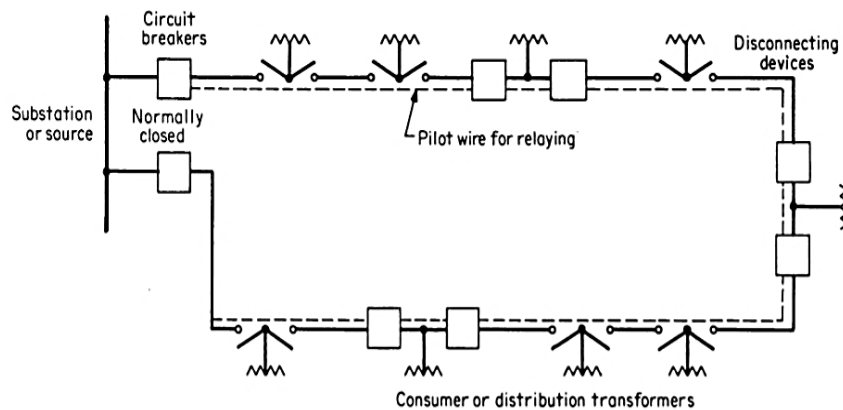
**Figura 3.7.** Diagrama unifilar de una configuración de circuito abierto de un sistema de distribución.

### Anillo cerrado

Si se requiere un mayor nivel de confiabilidad, el alimentador se puede operar como un circuito cerrado. En este caso, el dispositivo de desconexión suele ser el disyuntor más caro. Los interruptores automáticos son operados por relés que abren solo los interruptores automáticos en cualquiera de los extremos de la sección que falla, dejando

activo el resto de todo el alimentador. En muchos casos, la operación adecuada del relé solo se puede lograr con un cable piloto de interruptor a interruptor. Esto es costoso de instalar y mantener. En algunos casos, estos cables piloto son líneas telefónicas dedicadas [10].

Para reducir los costos, los interruptores automáticos solo se pueden instalar entre secciones específicas del circuito de suministro y los dispositivos de desconexión económicos ordinarios se pueden instalar entre secciones intermedias, como se observa en la **Figura 3.8**. Una vez que se identifica la falla, se pueden abrir los dispositivos de desconexión en ambos extremos de la sección defectuosa y restaurar la energía a la sección sin fallas cerrando el disyuntor apropiado.



**Figura 3.8.** Diagrama unifilar de una configuración circuito cerrado de un sistema de distribución.

### Sistemas de redes primarias

La investigación económica muestra que las redes primarias son más baratas y más confiables que algunas variaciones de los sistemas *hub-and-spoke* bajo ciertas condiciones, pero se han puesto en servicio relativamente pocos sistemas de redes primarias y muy pocos sistemas funcionan.

Este sistema se forma conectando las redes primarias que normalmente se encuentran en los sistemas radiales en una malla o red. La red se alimenta con energía de múltiples transformadores de potencia. Estos transformadores de potencia se alimentan de líneas de subtransmisión y líneas de transmisión de mayor tensión. Los interruptores automáticos entre los transformadores y la red, controlados por relés de corriente inversa y reconexión automática, están diseñados para eliminar las corrientes de falla suministradas por los

transformadores de la red primaria en caso de falla en una línea o sublínea de transmisión. Las fallas en las secciones de devanados primarios que componen la red se aíslan mediante seccionadores y fusibles [10].

### Distribución secundaria

Los sistemas de distribución secundarios operan a niveles de voltajes relativamente bajos y están sujetos a las mismas consideraciones de confiabilidad operativa y regulación de voltaje que los sistemas primarios. Tal como se muestra en la **Tabla 3.1** el sistema secundario puede ser de cuatro tipos generales:

**Tabla 3.1.** Topología de un sistema de distribución secundaria [10].

Tipo	Descripción
<b>Transformador individual para cada consumidor</b>	Un único servicio desde cada transformador.
<b>Red secundaria común asociada a un transformador</b>	Se abastece a un grupo de consumidores.
<b>Red secundaria continua, está asociada a dos o más transformadores, conectados al mismo alimentador primario</b>	Suministra a un grupo de consumidores. Esto se conoce a veces como banco de secundarios de los transformadores.
<b>Red secundaria continúa alimentada por varios transformadores, conectados a dos o más alimentadores primarios</b>	Suministra a un gran grupo de consumidores. Esto se conoce como red de baja tensión o secundaria.

### 3.3.4 Tensiones de operación en redes de distribución

Los niveles de tensión en varios puntos de la red de distribución indican su idoneidad para alimentar las cargas requeridas y son especialmente importantes para el correcto funcionamiento de los equipos consumidores conectados a cada nivel de tensión.

#### Tensiones aplicadas a redes primarias

Los voltajes de suministro primario originales de aproximadamente 1.000V, ahora son nominalmente de 2.400, 4.160, 7.620, 13.800, 23.000 y 46.000V. Además, los alimentadores primarios que originalmente operaban como circuitos monofásicos y bifásicos ahora son esencialmente circuitos trifásicos. Incluso lo que originalmente funcionaba como una conexión delta sin conexión a tierra se convirtió en un sistema Y con un neutro común al neutro secundario y conectado a tierra [11].

### **Tensiones aplicadas a redes secundarias**

El voltaje secundario cambia de 110/220 V monofásico nominal a 120/240 V monofásicos y 120/208 o 120/240 V en circuitos trifásicos, 120V se usa para las cargas pequeñas, mientras que los valores trifásicos de 208 y 240 V se aplican a cargas más grandes. Actualmente, los sistemas secundarios utilizan niveles de tensión de servicio de 277 y 480V, que dependiendo de la carga instalada funcionará a niveles de tensión monofásica de 277V y tensión trifásica de 480V [11]. 5

## **3.4 ESTUDIOS EN RÉGIMEN PERMANENTE**

Los estudios de flujos de potencia son de suma importancia en la planificación y diseño de futuras expansiones de los sistemas de potencia y sistemas de distribución, así como también en la determinación de las condiciones operativas óptimas para los sistemas existentes. La principal información que se obtiene de un estudio de flujo de potencia es la magnitud del voltaje y el ángulo de fase en cada nodo, y la potencia activa y reactiva que fluye a través de cada segmento de la línea [12].

### **3.4.1 Solución de flujos de potencia para sistemas eléctricos de potencia.**

#### **Método de Newton-Raphson**

El método de Newton-Raphson para resolver flujos de carga se basa en un algoritmo iterativo que resuelve un conjunto de ecuaciones no lineales simultáneas con el mismo número de variables desconocidas, basado en ecuaciones de la serie de Taylor como funciones de dos o más variables [13].

$$P_{\text{esp}} = P_{\text{generada}} - P_{\text{demandada}} = \Delta P \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{esp}} = Q_{\text{generada}} - Q_{\text{demandada}} = \Delta Q \quad (3.2)$$

Dada la ventaja del tiempo de convergencia del segundo, dentro de la academia como en la industria se han propuesto varios desarrollos para reducir el tiempo de ejecución. La formulación de este método se basa en la expansión de una función no lineal



en serie de Taylor y se trunca en la primera derivada, lo que lo convierte en un proceso iterativo [13].

Los elementos de la matriz jacobiana se obtienen a partir de las derivadas parciales de los coeficientes de tensión y ángulos de fase desconocidos con respecto a P y Q, se tiene la siguiente expresión:

$$J = \begin{bmatrix} H' & M' \\ N' & L' \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

Dada la matriz de los elementos: H, M, N y L corresponden a las derivadas parciales de las potencias activa y reactiva con respecto al voltaje y al ángulo de fase. Los elementos H y M son las derivadas parciales con respecto a la tensión y posición de fase correspondientes a la potencia activa. Los elementos N y L son derivadas parciales con respecto a la potencia reactiva en función del voltaje y el ángulo de fase. Usando la matriz jacobiana, podemos calcular la variación de las potencias P y Q del sistema [14].

Teniendo así la expresión (3.4) para realizar el cálculo de las variaciones de voltaje y ángulo:

$$\begin{bmatrix} \Delta\delta \\ \Delta V \end{bmatrix} = |J|^{-1} * \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

### **3.4.2 Solución de flujos de potencia para sistemas eléctricos de distribución.**

#### **Método Escalonado**

El método Escalonado resuelve la red aguas arriba asumiendo el perfil de voltaje por adelantado y aplicando directamente las leyes de corriente y voltaje de Kirchhoff hasta que se alcanza el nodo fuente. De esta manera podemos calcular el voltaje en el nodo fuente. El error resultante entre este valor y el valor especificado se suma al perfil de tensión previamente asumido para obtener un nuevo perfil de tensión para la siguiente iteración. La convergencia se logra cuando el voltaje resultante del nodo fuente está dentro de las especificaciones. Los procesos posteriores obtienen nuevos valores de estrés

a partir de cálculos anteriores. Estos valores de tensión se utilizarán en la siguiente iteración. Finalmente, se comprueba la convergencia en voltaje [15].

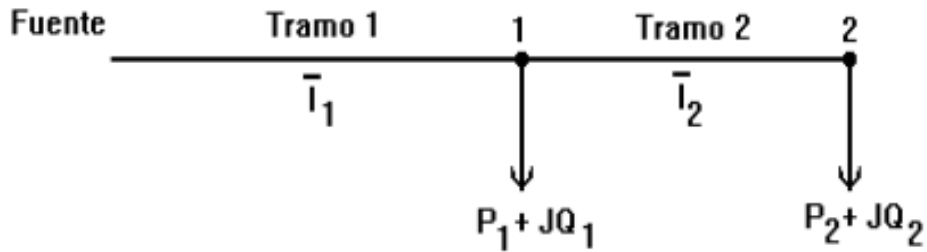


Figura 3.9. Diagrama unifilar para la aplicación del Método Escalonado [15].

### Método de Suma de Corrientes

El método de suma de corrientes resuelve el problema del flujo de potencia en redes radiales aplicando directamente las leyes de Kirchoff a corrientes y voltajes. A diferencia de los métodos tradicionales de nodos utilizados en redes de cuadrículas distribuidas radialmente, este algoritmo se basa en ramas divididas en capas [16].

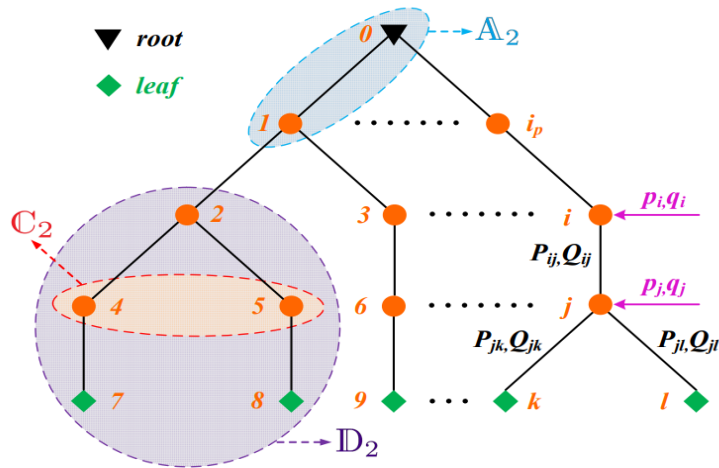


Figura 3.10. Sistema radial separados por segmentos y buses [17].

El algoritmo de suma de corrientes se ejecuta en dos etapas de la siguiente forma:

Al realizar un barrido desde los nodos terminales (fin de rama) hasta el nodo Slack (fuente) se aplica la primera ley de Kirchoff, tal como se observa en la Ecuación (3.5).

$$\sum I_{ij} = I_i \quad (3.5)$$

Luego cuando se realiza el barrido desde el nodo Slack hacia los nodos terminales se hace uso de la segunda ley de Kirchhoff y la relación  $v/i$  teniendo la Ecuación (3.6).

$$V_i - V_j = Z_{ij}I_{ij} \quad (3.6)$$

Donde:

i: corresponde al número asignado al nodo de la subestación.

j: toma los valores de los números asignados a los nodos que se conectan a i.

1. Conformación de la base de datos. Datos nodales (P, Q). Datos de ramas. Ordenamiento nodal.
2. Asignación de condiciones iniciales (voltajes planos).
3. Aplicar la primera ley de Kirchhoff en todos los nodos de la red, iniciando en los nodos terminales hasta llegar al nodo Slack. En cada uno de ellos se tendrá un flujo de corriente.

$$I_m = \frac{P_m - jQ_m}{V_m} \quad (3.7)$$

4. Calcular el flujo de corriente por las líneas del sistema.

$$I_{km} = I_m + \sum I_{ramas} \quad (3.8)$$

5. Partiendo del nodo de referencia, actualizar el voltaje en todas las barras.

$$V_m = V_k - I_{km}Z_{km} \quad (3.9)$$

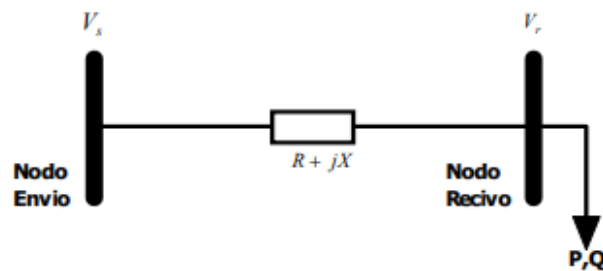
6. Convergencia: La convergencia ocurre cuando la diferencia en las pérdidas de potencia activa en dos iteraciones consecutivas está bajo una tolerancia determinada.

$$\Delta P_L = P_L^{k+1} - P_L^k \quad (3.10)$$

Es posible usar como criterio de convergencia la relación entre potencia calculada y especificada tal y como lo hace el método de Newton-Raphson, sin embargo, es mucho más eficiente computacionalmente usar la relación propuesta.

### Método de Suma de Potencias

El Método Suma de Potencias es una técnica de flujo de carga radial que puede integrar todas las características de la red de distribución dentro de la misma, por ejemplo: radialidad, desbalances, etc. [15].



**Figura 3.11.** Diagrama unifilar para aplicar el Método de Suma de Potencias [18].

Esta técnica consta de dos procesos. El primero aguas arriba determina la potencia equivalente y la pérdida de potencia en el nodo simultáneamente. Debido a que el problema del flujo de potencia no es lineal, la solución que se presenta aquí es iterativa. En segundo lugar, aguas abajo, la tensión nodal está determinada por la ecuación de cuarto orden del módulo de elasticidad y la ecuación explícita del ángulo [18][15].

Basado en la Figura 3.11, aplicando \$V\_r\$ y \$V\_s\$ como cantidades fasoriales, se cumple que:

$$V_s - V_r = (R + jX)I \quad (3.11)$$

$$V_s - V_r = \frac{(P - jQ)(R + jX)}{V_r} \quad (3.12)$$

Pasando a multiplicar  $V_r$  al lado izquierdo en la Ecuación (3.13), se tiene:

$$V_s V_r [\cos(\theta_s - \theta_r) + j\sin(\theta_s - \theta_r)] - V_r^2 = (P - jQ)(R + jX) \quad (3.13)$$

Separando la parte real e imaginaria se llega a las siguientes Ecuaciones (3.14) y (3.15):

$$V_s V_r \cos(\theta_s - \theta_r) - V_r^2 = PR + QX \quad (3.14)$$

$$V_s V_r \sin(\theta_s - \theta_r) = PR - QX \quad (3.15)$$

La solución propuesta para el Flujo de Carga por este método consiste en resolver para cada rama la siguiente Ecuación (3.16):

$$V_r^4 + A_i V_r^2 + B_i = 0 \quad (3.16)$$

Donde los elementos  $A_i$  y  $B_i$  queda expresado como se aprecia en las Ecuaciones (3.17) y (3.18):

$$A_i = 2(P_i R_i + Q_i X_i) - V_{i-1}^2 \quad (3.17)$$

$$B_i = (P_i^2 + Q_i^2)(R_i^2 + X_i^2) \quad (3.18)$$

Donde:

$V_s$ : Magnitud de la tensión en el nodo fuente o de envío.

$V_r$ : Magnitud de la tensión en el nodo de recibo.

P: Potencia activa.

Q: Potencia reactiva.

R: Resistencia de la rama.

X: Reactancia de la rama.

Para resolver el flujo de carga, el resto de la red en el lado de la carga se representa mediante un equivalente cuya potencia total (incluidas las pérdidas de derivación) es tanto activa como reactiva. Para lograr esto, se debe calcular la carga acumulada que cada nodo tiene que suministrar además de su propia carga. El proceso de cálculo es iterativo porque no se conocen las pérdidas de la red eléctrica.

### **Algoritmo de Suma de Potencias**

El algoritmo para desarrollar el método de Suma de Potencias es el siguiente:

1. Leer los datos de la red de distribución, voltajes en la barra de compensación, cargas en cada uno de los nodos que operan a voltaje nominal, modelamiento de las cargas según varia la magnitud de tensión.
2. Suponer la magnitud de voltaje en cada barra, para poder encontrar una estimación inicial de las pérdidas por los ramales.
3. Encontrar la carga usada por cada nodo, sumando las cargas de todos los nodos localizados aguas abajo y las pérdidas de los ramales que conectan estos nodos. Para esto se debe realizar un barrido hacia arriba, acumulando las cargas respectivas en todas las barras.
4. Partiendo del nodo slack, se debe realizar un barrido aguas abajo, utilizando la ecuación (3.16), se halla  $V_r$  en todos los nodos del sistema.
5. Usando las tensiones halladas, se recalculan las pérdidas del sistema. Si la diferencia de pérdidas con respecto a la iteración anterior es mayor que la tolerancia especificada, se debe regresar al paso 3, de lo contrario con los voltajes calculados se hallan las variables de interés.

### **3.4.3 Estudio de cortocircuitos**

Un cortocircuito se produce en un sistema de alimentación bien diseñado y, por lo general, provoca grandes transitorios amortiguados mucho más allá de la corriente de carga del sistema. Esto crea tensiones electromecánicas y térmicas potencialmente dañinas. Los riesgos de incendio y explosión son inherentes. Se hacen intentos para limitar los cortocircuitos a las partes defectuosas de los sistemas eléctricos por medio de

dispositivos de conmutación adecuados que puedan operar en condiciones de cortocircuito sin daño y aislar solo la parte defectuosa para no exacerbar la falla. Cuanto más rápido funcionen los dispositivos de detección y conmutación, menos dañino es un error y más probable es que el sistema permanezca desincronizado.

### Cortocircuito Trifásico

Las tres fases se encuentran en el mismo punto del sistema. En la mayoría de los casos, este es el cortocircuito más grave. El voltaje en el punto de cortocircuito, cerrado a tierra o aislado, es cero y la corriente tiene el mismo factor, pero los argumentos están separados por 120°.

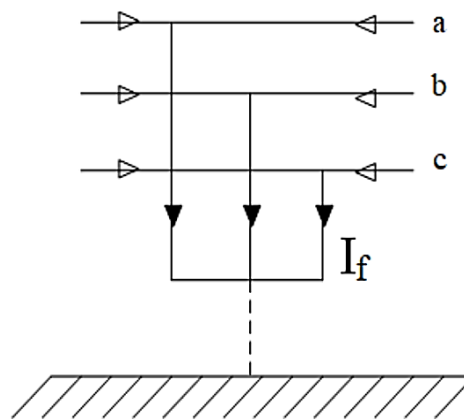


Figura 3.12. Cortocircuito trifásico.

Para el cálculo de cortocircuito trifásico se hace uso de la Ecuación (3.19):

$$I_f = \frac{V_F}{Z^1} \quad (3.19)$$

### Cortocircuito Bifásico

En general, las corrientes iniciales de falta simétrica serán menores que las corrientes de falta trifásicas, pero si se produce un cortocircuito cerca de un motor síncrono o asíncrono de determinada potencia, las corrientes de falla pueden llegar a alcanzar corrientes más altas que las de un cortocircuito trifásico. Para calcular, es necesario usar redes de secuencia positiva y negativa. El circuito se representa en la **Figura 3.13**.

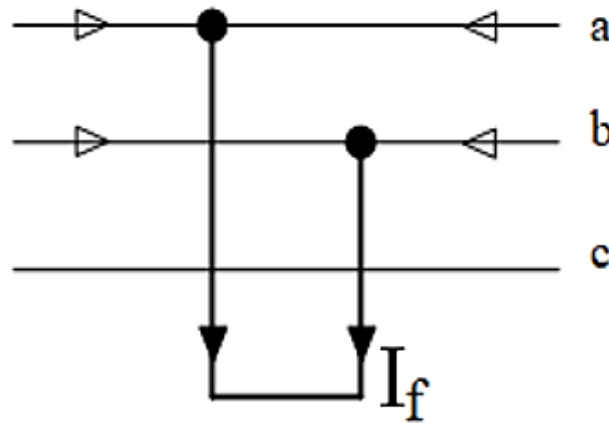


Figura 3.13. Cortocircuito bifásico.

Para el cálculo de cortocircuito bifásico se hace uso de la Ecuación (3.20):

$$I_{falla} = \frac{V_F}{Z^1 + Z^2 + Z_f} \quad (3.20)$$

### Cortocircuito Bifásico a Tierra

Tiene las mismas características que un cortocircuito bifásico que no está conectado a tierra, pero en este caso la corriente se conduce a través de la conexión física a tierra. Además de considerar redes de secuencia positiva y negativa y redes de secuencia cero por presencia de tierra para este tipo de falla [19].

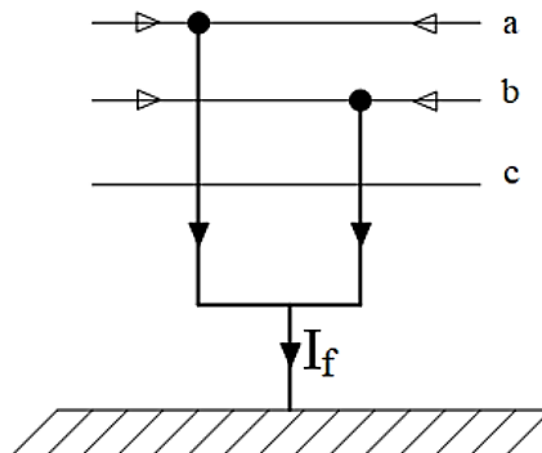
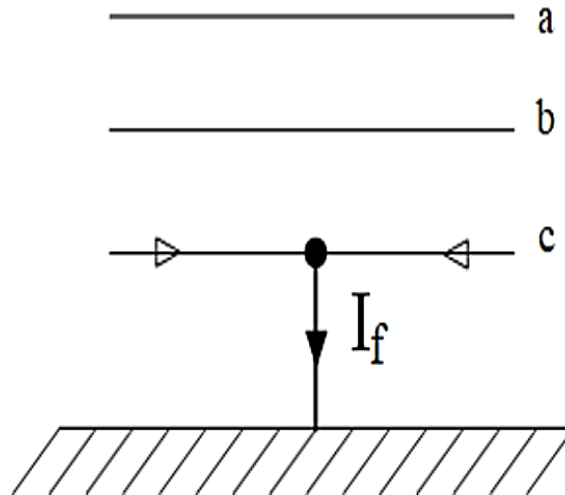


Figura 3.14. Cortocircuito bifásico a tierra.



### Cortocircuito Monofásico

Este es el cortocircuito más común en los SEP. Ese cálculo es muy importante porque te permite calcular la corriente que fluye a tierra, ya sea una corriente grande o una conexión a tierra. El cálculo requiere una red continua de secuencia positiva, negativa y cero [19].



**Figura 3.15.** Cortocircuito monofásico.

Para el cálculo de cortocircuito monofásico se hace uso de la Ecuación (3.21):

$$I_{\text{falla}} = 3 * \frac{V_F}{Z^0 + Z^1 + Z^2} \quad (3.21)$$

#### 3.4.4 Análisis de contingencias

Se realiza para conocer el estado del sistema antes y después de una falla, conocer el estado del sistema y reconocer qué elementos funcionan en condiciones anormales. Además, es un parámetro fundamental a la hora de realizar investigaciones sobre sistemas eléctricos.

Las encuestas normalmente se realizan en análisis N-1. La contingencia N-1 está relacionada con la capacidad del SEP para reaccionar ante un elemento defectuoso, pero principalmente con la capacidad del generador para estabilizar el sistema contra esa falla.

El análisis de emergencia tiene parámetros operativos básicos, como la tasa de fallas y la tasa de reparación. Dos parámetros forman la base del cálculo del índice de confiabilidad [20].

### **Métodos para evaluar frente a contingencias durante la operación del sistema**

Para evaluar el desempeño del sistema ante la eventualidad de una falla de ciertos elementos, los métodos determinísticos se han apoyado durante varios años con considerable éxito, sin embargo, se han desarrollado los llamados métodos probabilísticos de computación para poder simular el sistema y considerar defectos de carácter aleatorios.

#### **Análisis Determinístico**

El análisis determinístico radica en el uso de criterios derivados de probar ciertos escenarios donde el sistema se solicita con cantidades eléctricas en los límites de las condiciones normales de operación para probar la confiabilidad del sistema [21].

Bajo estas condiciones se identifican los casos a analizar debido a que el sistema se encuentra en un estado de riesgo activo, se establecen las siguientes ventajas para la pericia en la aplicación de este análisis: facilidad de uso, comprensión, gama de herramientas para el cálculo de corrientes de carga y algunas investigaciones limitaciones de costos; pero también tiene la desventaja de que no tiene en cuenta la probabilidad de ocurrencia en algunos casos, al depender demasiado la creación de la lista de la experiencia laboral de los moderadores, por lo que existe un nivel de riesgo que puede afectar el sistema de análisis [22].

Para aplicar los criterios de determinación, se establecen los siguientes pasos:

- i. Primero, se selecciona el caso o las instancias para verificar las capacidades del sistema. Depende de las condiciones de funcionamiento experimentadas por los operadores.
- ii. Cada caso se estudia en base a un rango de perturbaciones generadas y/o transmitidas y cómo se comporta el sistema en cada caso evaluado, tales como: caudal adecuado a través de los elementos del sistema; y evaluar el perfil de voltaje en las barras dentro de los límites permitidos.

- iii. Para el análisis determinístico de los sistemas de transmisión en diferentes países se utilizan diferentes operaciones y criterios dependiendo de su robustez, por lo que este análisis no es universal, pero existe un factor comúnmente utilizado como criterio de determinación que depende de la cantidad de elementos que constituyen el defecto, denominados N-1 y N-2.

## **4. METODOLOGÍA**

En este capítulo se describe la metodología que se va a utilizar para realizar el modelo georreferenciado del sistema de distribución de la empresa “ELEPCO S.A.”. En la sección 4.1, se especifican las etapas a seguir para realizar el modelo georreferenciado del sistema, desde la obtención de los datos hasta la realización y validación del mismo. En la sección 4.2 se presenta un resumen de las normativas que se utilizan para el diseño de sistemas de distribución y para el cálculo tanto de: flujos de potencia como de corrientes de cortocircuito en sistemas eléctricos. En la sección 4.3 se detalla de manera resumida el estado actual del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A., conjuntamente con los detalles de la Subestación San Rafael y sus alimentadores. Seguido, en la sección 4.4 se indica el proceso a realizar para la obtención de datos y modelado del sistema eléctrico tanto en ArcGIS como DigSILENT PowerFactory. Después, en la sección 4.5 se presenta un breve resumen de los programas que se utilizan para simular sistemas eléctricos, incluyendo georreferenciación, además se describen los casos de estudio que se van a realizar en los alimentadores de la subestación San Rafael.

### **4.1 GESTIÓN DE TAREAS**

El proyecto de titulación denominado “Evaluación en régimen permanente de un modelo georreferenciado del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Cotopaxi.” consta de cinco etapas fundamentales con las cuales se desarrolla el mismo. A continuación, se detallan cada una de ellas.

#### **ETAPA 1: ADQUISICIÓN DE DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS ACTUALES DEL SISTEMA**

En esta fase se realiza el levantamiento de información del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A., se detallan las principales características constructivas y de ubicación georreferenciada de los tres alimentadores principales de la Subestación San Rafael, esto se puede apreciar a mayor detalle en el **Anexo B**.

#### **ETAPA 2. TRATAMIENTO DE LOS DATOS**

En esta esta etapa se realiza el análisis y tratamiento de los datos del sistema de distribución de la Subestación San Rafael, con los mismos se hace el descarte o adición

de información que resulte de relevancia para realizar una base de datos y por ende realizar el modelo georreferenciado del sistema, en el **Anexo C** se especifican los detalles que se consideraron para el modelo.

### **ETAPA 3. MODELADO DE LA RED**

En relación al tratamiento de los datos se obtiene una base con la información más relevante que se utilizará para la elaboración de los formatos SED, Línea y DGS en Microsoft Excel. La importación de la red hacia DigSILENT PowerFactory se la realiza mediante la utilización del formato DGS, en el cual constan los elementos que componen la red, tales como: transformadores, líneas de subtransmisión, fusibles, entre otros., adicionalmente se especifican las características eléctricas de cada uno de los componentes del sistema, tal como se aprecia en el **Anexo D**.

### **ETAPA 4. ESTUDIOS EN RÉGIMEN PERMANENTE**

En esta etapa se determinan los estudios que se realizaran al modelo georreferenciado dentro de PowerFactory. Para el caso de sistemas de distribución el estudio en régimen permanente se enfoca principalmente a: flujos de potencia desbalanceados, estudio de cortocircuitos y análisis de contingencias.

### **ETAPA 5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

En esta última parte se hace un análisis de los resultados obtenidos una vez que se realizan los estudios en régimen permanente y mediante esto evaluar el comportamiento del sistema de distribución ante posibles escenarios de fallas.

## **4.2 NORMATIVAS Y REGULACIONES**

**IEC 60909.0-2016. Corrientes de cortocircuito en redes trifásicas de corriente alterna - Parte 0: Cálculo de corriente** [23]: aplicable al cálculo de las corrientes de cortocircuito en las redes trifásicas de baja tensión y en las redes trifásicas de alta tensión que funcionan a una frecuencia nominal de 50 Hz o 60 Hz. Establece un procedimiento general, practicable y conciso que conduce a resultados que son generalmente de

precisión aceptable y trata del cálculo de las corrientes de cortocircuito en el caso de cortocircuitos equilibrados o desequilibrados.

**IEC 60909.1. Corrientes de cortocircuito en redes trifásicas de corriente alterna - Parte 1: Factores para el cálculo de las corrientes de cortocircuito según la norma IEC 60909-0 [24]:** es un informe técnico aplicable a las corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos y tiene por objetivo mostrar el origen y la aplicación, en la medida en que sea necesario, de los factores utilizados para satisfacer las exigencias de precisión y simplicidad técnica en el momento de la evaluación del cálculo de las corrientes de cortocircuito según la norma IEC 60909-0. Así pues, este informe es un complemento de la norma IEC 60909-0 para el cálculo de las corrientes de CC.

**IEC 60909.4. Corrientes de cortocircuito en redes trifásicas de corriente alterna - Parte 4: Ejemplos para el cálculo de las corrientes de cortocircuito:** tiene por objetivo proporcionar ayuda para la aplicación de primer parte la norma IEC 60909-0 para el cálculo de las corrientes de cortocircuito en sistemas de CA trifásicos de 50 Hz o 60 Hz. Este escrito ofrece ayuda para la modelización de los equipos eléctricos en el sistema de secuencia positiva, de secuencia negativa y de secuencia cero, la ejecución práctica de los cálculos en un sistema de baja tensión, un sistema de media tensión con motores asíncronos y una central eléctrica con su red auxiliar que alimenta un gran número de motores asíncronos de media tensión y grupos de motores de baja tensión.

**IEEE Std 3002.2-2018: Práctica recomendada para la realización de estudios de flujo de carga y análisis de sistemas eléctricos industriales y comerciales [25]:** Se abordan las actividades relacionadas con el análisis del flujo de carga, incluidas las consideraciones de diseño para los nuevos sistemas, los estudios analíticos para los sistemas existentes, así como las consideraciones operativas y de validación de modelos para los sistemas de energía industrial y comercial. El análisis del flujo de carga incluye el flujo de potencia en estado estacionario y el análisis de la tensión, junto con consideraciones para el cálculo del flujo de potencia óptimo.

**IEEE Std 3002.3-2018: Práctica recomendada para la realización de estudios de cortocircuito y análisis de sistemas de energía industrial y comercial [26]:** abordan las actividades relacionadas con el análisis de cortocircuitos, incluidas las consideraciones de diseño para los nuevos sistemas, los estudios analíticos para los sistemas existentes, así como las consideraciones de operación y validación de modelos para los sistemas de energía tanto industriales como comerciales. En el análisis de cortocircuitos se incluye el cálculo de la corriente de prefalla y la evaluación del funcionamiento de los dispositivos.

**Normas para Sistemas de Distribución – Parte A. Guía para diseño de redes de distribución [27]:** es un informe técnico que contiene un conjunto de criterios y recomendaciones, que fueron establecidas con el propósito de orientar al personal técnico independiente e ingenieros eléctricos, para el diseño y ejecución de redes de distribución dentro del área de concesión de la empresa distribuidora. Además, en esta norma se especifican el tipo de red de distribución a diseñar: rural o urbana, así como, el tipo de cliente al que se le va adecuar.

### **4.3 ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI “ELEPCO S.A.”**

ELEPCO S.A., tiene como objetivo empresarial la distribución y comercialización de servicios públicos de energía eléctrica en un área de franquicia de 6.100 km<sup>2</sup> en la región central del país, comprende la provincia de Cotopaxi en sus siete cantones: Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí, Sigchos, Pangua y La Maná. A continuación, se describen las principales características técnicas de los elementos de la subestación San Rafael y el estado de la red [28].

#### **Subestaciones**

La Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A. existen 10 subestaciones de 69/13.8 kV con una capacidad total instalada de 112.5 MVA, en la tabla 3 se detallan 10 subestaciones que reducen el nivel de tensión de entrada de 69 kV al nivel de tensión de salida 13, 8 kV; Además, ELEPCO S.A. Dispone de un ramal de 69 kV situado en la zona de Laigua.

Cabe señalar que la subestación Yambo no está funcionando [29], tal como se muestra en la **Tabla 4.1**.

### Sistema de Distribución “ELEPCO S.A”

Cuenta con 38 circuitos primarios conocidos como alimentadores de media tensión, de los cuales se distribuyen 10.069 transformadores de distribución con una capacidad instalada total de 288,63 MVA, abasteciendo las necesidades de 150.977 clientes, vía red de baja tensión (trifásica y monofásica) con una longitud total de unos 5.845,04 km [29].

**Tabla 4.1.** Datos técnicos del sistema de distribución de "ELEPCO S.A." [29].

NOMBRE	COORDENADAS		VOLT AJE kV	POT. INST. MVA	GRUPO DE CON.	Z %	DEM. MAX. MW
	X	Y					
MULALÓ	766182.64	9911998.45	69/13.8	10	Dyn1	7.57	8.48
LASSO	766115.61	9917646.58	69/13.8	16	Dyn1	7.13	11.04
SALCEDO	767189.08	9885736.42	69/13.8	10	Dyn1	6.87	9.51
PUJILÍ	758884.01	9895022.63	69/13.8	15	Dyn1	6.87	2.87
EL CALVARIO	765764.04	9896936.11	69/13.8	4	Dyn1	5.81	8.19
SIGCHOS	735407.47	9922426.4	69/13.8	5	Dyn1	6.87	1.22
LA MANÁ	695223	9894730	69/13.8	10	Dyn1	7.5	8.13
SAN RAFAEL	764518.24	9896368.63	69/13.8	16	Dyn1		13.76
LA COCHA	766489.13	9898874.61	69/13.8	16	Dyn1		11.27
YAMBO	767714.44	9878617.88	69/13.8	2.5	Dyn1	6.76	

La mayoría de las redes eléctricas aéreas, con niveles de tensión de 13,8 kV y 220V. Los circuitos primarios transportan la energía eléctrica a los centros de conversión de media y baja tensión, de ahí a través de los circuitos secundarios hasta el cliente final mediante empalmes y medidores. Sistemas especiales de distribución subterránea que atienden centros urbanos integrados con alta densidad de población, como los centros históricos de las ciudades de Latacunga, Pujilí, Salcedo y La Maná; de los cuales se atienden cerca de 20.405 clientes y el sistema de subterráneos ha mejorado las condiciones de servicio técnico, seguridad, confiabilidad y belleza ambiental urbana [18] [19].



### **Datos Técnicos de la Subestación San Rafael**

La subestación San Rafael está ubicada en la provincia de Cotopaxi, Latacunga, en la zona urbanizada de Las Fuentes, al sureste de Latacunga, sus límites geográficos son: al norte de la calle Río Pumacunchi, al sur con los conjuntos habitacionales, al oeste de la avenida Río Cutuchi y la calle Río Tigre. La llegada de la subestación Mulaló a 69kV es por el oeste, y las salidas de las tres salidas son por el este.

### **Número de Transformadores conectados a los tres alimentadores principales de la Subestación San Rafael**

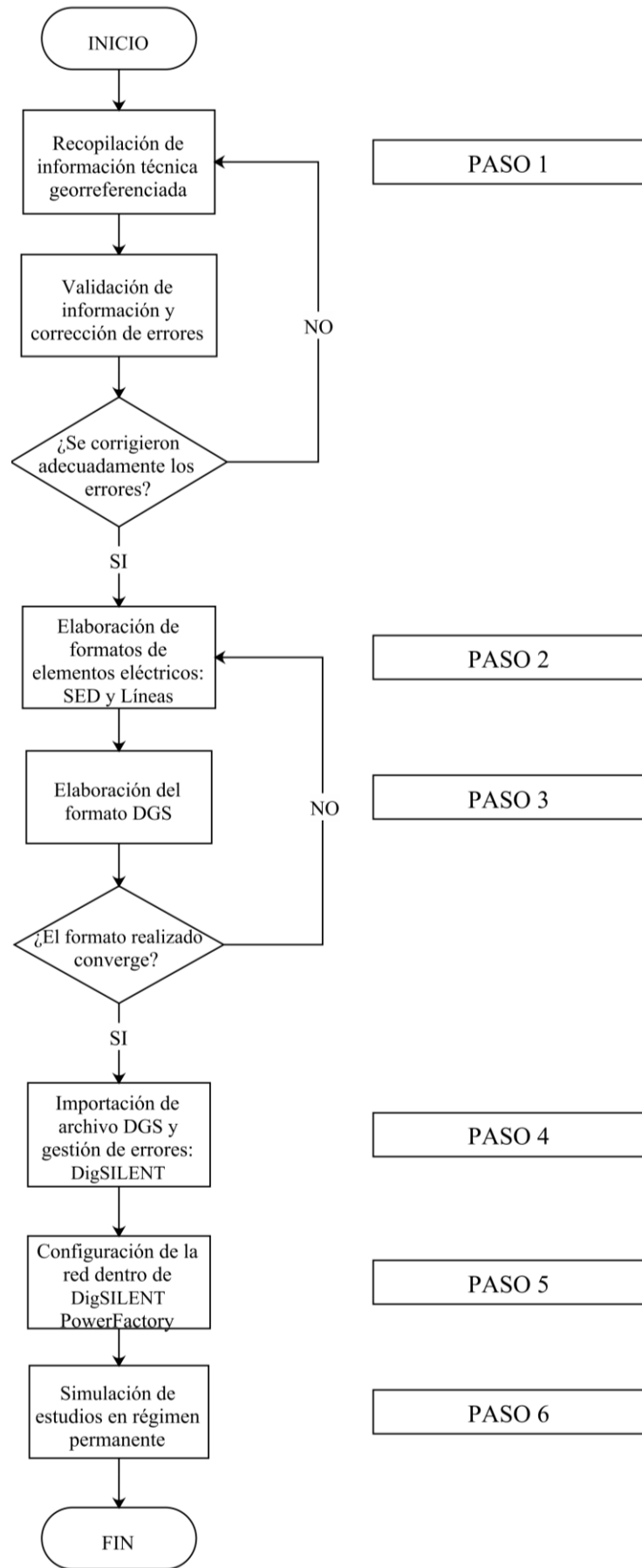
En la **Tabla 4.2** se adjunta la cantidad de transformadores trifásicos que se mantienen conectados a la subestación e identificados con cada uno de sus respectivos alimentadores y en el **Anexo A** se detallan los sectores que cubren los mismos.

**Tabla 4.2.** Cantidad de transformadores por alimentadores de la Subestación San Rafael.

<b>CÓDIGO ALIMENTADOR</b>	<b># DE TRANSFORMADORES</b>
<b>0602SR0T01</b>	405
<b>0602SR0T02</b>	275
<b>0602SR0T03</b>	469

## **4.4 MODELADO DEL SISTEMA EN ARCGIS Y DIGSILENT POWERFACTORY**

En este proceso se destina a la identificación y ubicación de las redes que componen a la subestación San Rafael perteneciente al sistema de distribución de la empresa “ELEPCO S.A.”. El proceso para la georreferenciación en los programas ArcGIS Y DigSILENT PowerFactory, obedece al siguiente procedimiento, tal como se observa en la **Figura 4.1**:



**Figura 4.1.** Diagrama de flujo para realizar georreferenciación.

**PASO 1: Recolección de información técnica y geográfica de sistemas eléctricos**

Para realizar el levantamiento de información geográfica se hace uso de los *software* ArcGIS – Google Earth y adicional a eso también se utilizará Microsoft Excel. La información geográfica corresponde básicamente a la identificación de las coordenadas para poder modelar geográficamente los sistemas eléctricos, tal como se muestra en la **Tabla 4.3**. Cabe recalcar que si no se tiene la suficiente información sobre las coordenadas no se podrá modelar geográficamente. Lo que se realizará en este paso son los siguientes:

- Sistemas de coordenadas.
- Importación y exportación de datos de un sistema eléctrico.
- Validación de la información Técnica-Georreferenciada.

**Tabla 4.3.** Modelo de formato con coordenadas del SD.

Object ID	Alimentador	Voltaje	Potencia kW	Coord_X	Coord_Y
11538	0602SR0T01	13.800	50.00	764334,1777	9897376,34812
11540	0602SR0T01	7.967	15.00	764087,08675	9897809,26475
11541	0602SR0T01	13.800	30.00	764041,76663	9897903,95875
11542	0602SR0T01	7.967	10.00	764050,97888	9897845,02000

**PASO 2: Elaboración de los formatos SED y Líneas**

Para poder elaborar los formatos SED y Líneas se requiere de una base de datos con información sobre las coordenadas exportadas desde ArcGIS en un formato de archivo Excel, correspondiente a los elementos principales de la red primaria, adicional se hará los formatos antes mencionados. El formato importable a DigSILENT PowerFactory es el formato DGS, ya que el mismo, es un formato predeterminado y aceptado por el software DigSILENT PowerFactory, lo que corresponde hacer es adecuar la información técnica georreferenciada porque es el único formato importable para hacer este modelamiento. En las **Tabla 4.4**, **Tabla 4.5** y

**Tabla 4.6** se observa de manera ejemplificada la constitución de los formatos SED y Línea con sus respectivas características.

**Tabla 4.4.** a) Formato línea del SD.

vancodigo	vancodigoant	Vanvano0	posteinicio	postefin	vanx1	vany1
1	0	25,9624	Nodo0	1_p	764524,14660	9896347,54200
2	1	7,5259	1_p	2_p	764505,78850	9896365,89975
3	2	41,0113	2_p	3_p	764503,59450	9896358,70075
4	3	134,0942	3_p	4_p	764463,61588	9896349,55538
5	4	0,9999	4_p	5_p	764403,01713	9896469,17575
6	4	69,0247	4_p	6_p	764403,01713	9896469,17575

**Tabla 4.5.** b) Formato línea del SD (continuación).

vancodigo	vancodigoant	vanx2	vany2	conmaterial	Tension	PHTEC
1	0	764505,78850	9896365,9000	AL_120	13,8_3	3
2	1	764503,59450	9896358,70075	AL_120	13,8_3	3
3	2	764463,61588	9896349,55538	AL_120	13,8_3	3
4	3	764403,01713	9896469,17575	AL_120	13,8_3	3
5	4	764403,94388	9896469,55125	AL_120	13,8_3	3
6	4	764371,93638	9896530,80688	AL_120	13,8_3	3

**Tabla 4.6.** Formato SED del SD.

Codigo_Tecnico	vancodigo	PotIns	xx	yy	nodcodigo	TypTrafo
TRT0019	3847	45	764411,54000	9896493,11063	3847_p	45_13,8_3
TRT0022	3848	75	764483,54425	9896583,99800	3848_p	75_13,8_3
TRT0019	3849	45	764656,64588	9896434,29400	3849_p	45_13,8_3
TRT0022	3850	75	764459,48375	9896473,32275	3850_p	75_13,8_3
TRT0020	3851	50	764498,46738	9896535,94287	3851_p	50_13,8_3
TRT0020	3852	50	764539,13838	9896467,06150	3852_p	50_13,8_3

### PASO 3: Elaboración del formato DGS del sistema eléctrico

Para realizar el formato DGS se requiere haber elaborado previamente los formatos SED y Línea en Excel, en estos formatos se detallan las características geográficas y eléctricas de la red primaria de distribución, adicionalmente, en los mismos se deben de corregir cualquier error que se haya presentado al momento de cargar los detalles eléctricos de la red, en la **Figura 4.2** se observa los apartados que componen el formato. Para realizar el formato DGS se hace uso de una macro creada en Excel, en donde se realiza la carga de los archivos Sed y Línea, mediante esta macro se hace la unificación de estos dos archivos generando así el archivo importable en formato DGS a DigSILENT PowerFactory.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ID(a:40)	Descr(a:40)	Val(a:40)								
2	1	Version	5.0								
3											
4											
5											

**Figura 4.2.** Formato DGS del SD.

#### **PASO 4: Importación en formato DGS y gestión de errores**

Para validar la información añadida al formato DGS se hace uso del software DigSILENT PowerFactory. Mediante este software se realiza la importación del archivo DGS hacia el mismo y mediante la activación del proyecto se puede verificar la convergencia del sistema eléctrico de distribución. En el caso de existir errores de convergencia en el sistema eléctrico de distribución se realiza un nuevo formato DGS dentro de Excel en donde se realiza la configuración de la red y modificación de los elementos eléctricos que componen al sistema de distribución mediante la utilización de los formatos SED y Líneas.

#### **PASO 5: Configuración del sistema eléctrico dentro de PowerFactory**

Para la configuración del sistema eléctrico de distribución dentro de PowerFactory se realiza en la pestaña *Edit Relevant Objects for Calculation*, donde se realiza la configuración de la red, lo que involucra las fases de conexión, niveles de tensión, etc., y la modificación de los elementos eléctricos que componen al sistema de distribución.

#### **PASO 6: Simulación de estudio en régimen permanente.**

Al realizar las correcciones necesarias se verifica de nuevo la convergencia del sistema eléctrico de distribución en DigSILENT, tal como se observa en la **Figura 4.3**, y con ello se procede a realizar estudios correspondientes a la red que se va a modelar y entre ellos se puede mencionar:

- Análisis de Resultados de Flujo de Potencia y Corto Circuito.

PowerFactory contiene una opción de cálculo de flujos de carga balanceados y desbalanceados, los cuales contribuyen a evaluar el estado del sistema de distribución.

- Manejo de Casos Base, Escenarios de Operación, Variaciones.

Para evaluar el sistema de distribución, se analizará el comportamiento del sistema cuando exista cambios en la demanda de consumo, para ello se crearán escenarios de operación dentro de PowerFactory.

- Reporte de resultados.

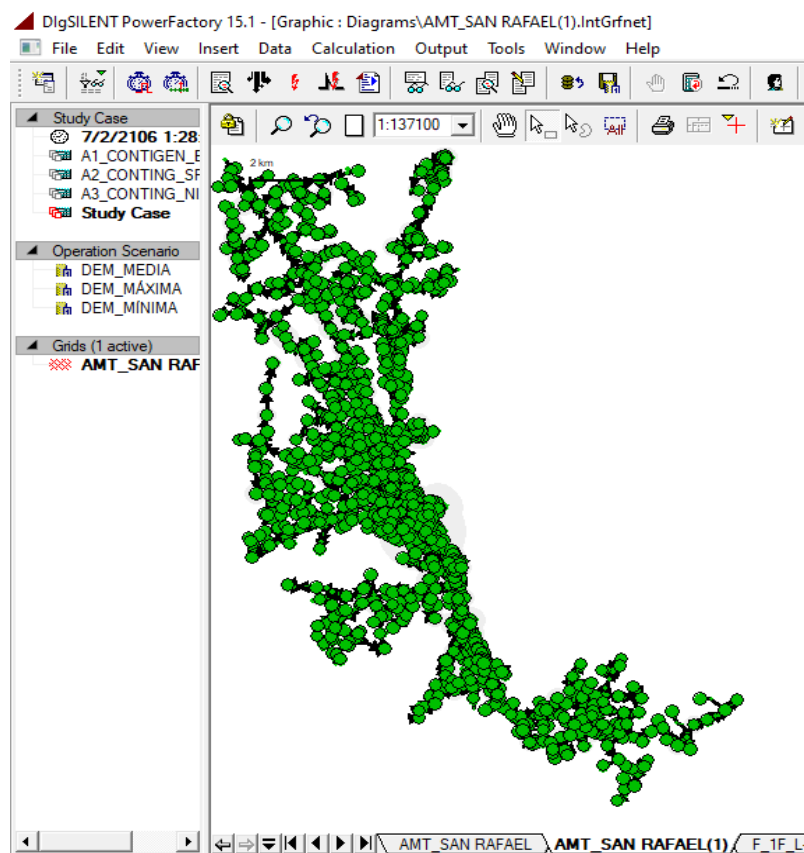


Figura 4.3. Diagrama del SD georreferenciado en DigSILENT.

#### 4.5 SOFTWARE PARA GEORREFERENCIACIÓN

En la actualidad los softwares resultan ser herramientas de gran ayuda en diferentes áreas de la ingeniería, cada una de ellas con un fin distinto, pero con un mismo objetivo de solventar problemas con resultados más rápidos y eficientes, por ejemplo: ArcGIS, es un sistema georreferenciado completo, ya que posee la suficiente recopilación de

información geográfica que permite crear sistemas georreferenciados, además permite publicar la información a la página Web. De la misma manera DigSILENT PowerFactory, es una herramienta poderosa en el modelado y simulación de sistemas eléctricos que está diseñada para el análisis de sistemas de potencia de manera confiable y flexible.

#### 4.5.1 ArcGIS

ArcGIS, *geographic information system* (GIS) permite compilar, organizar, estudiar y distribuir información geográfica siendo una plataforma poderosa y líder mundial para crear y trabajar con datos espaciales [6].

##### Espacio de trabajo ArcMap

ArcMap es el lugar donde visualiza y explora los *dataset* SIG de su área de estudio, donde asigna símbolos y donde crea los diseños de mapa para imprimir o publicar. Es también la aplicación que utiliza para crear y editar los *dataset* [30].

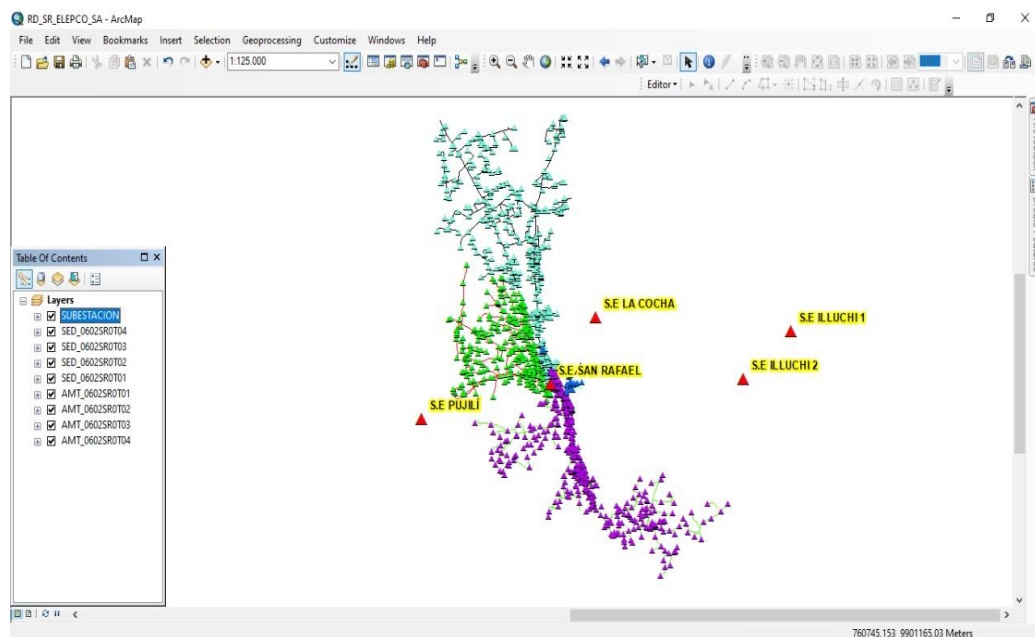


Figura 4.4. Espacio de trabajo de ArcMap en ArcGIS.

##### Estructura de datos en ArcMap

El documento de ArcMap o mapa es el más alto nivel de organización en el mismo. Un documento puede contener uno o varios de los siguientes elementos:

- **Marco de Datos:** recogen la información gráfica. Los marcos de datos constan de una o varias capas de información, y se comportan como auténticos mapas interactivos, pudiendo ver, consultar y analizar los datos geográficos.
- **Presentación:** para crear la presentación, se utiliza la vista de composición de mapa. Los resultados de cualquier tipo de análisis, consultas, o simplemente mapas temáticos, pueden ser expuestos de una manera interactiva mediante la descomposición de mapas.

### **Soluciones GIS para el sector eléctrico**

Las empresas del sector eléctrico abarcan a grandes cantidades de usuarios, varios sistemas de redes de distribución, y de todos los elementos que componen el sistema eléctrico, que por lo general se invierte tiempo y de grandes cantidades de dinero.

No obstante, una de las dificultades más comunes que se enfrenta como empresa es que, al momento de la recopilación de toda la información, ésta queda suelta, y al querer tener actualizado y accesible, resulta ser un trabajo complejo, tanto técnica como económicamente, ya sea para la parte de generación, transmisión, distribución o para la comercialización de la energía eléctrica para esto es necesario considerar escenarios de la energía, saber de dónde se genera, hacia dónde se dirige y qué lugar va a tomar. Al adjuntar suficiente información como base de datos la capacidad de la georreferenciación es poder visualizar y recibir información en tiempo real de sus redes de trabajo e infraestructuras, perfeccionar sus operaciones, gestionar y predecir cortes o daños en el sistema. En su totalidad es posible desarrollar en la plataforma que resulta ser útil, seguro y eficiente, que nos proporciona una solución segura para el sector eléctrico [3].

En la **Figura 4.5** se muestra cómo es la solución en GIS, donde la empresa encargada puede modelar, editar y analizar todo lo que sucede en las redes eléctricas, logrando que toda esa información esté disponible en cualquier momento, en cualquier lugar y desde cualquier dispositivo.



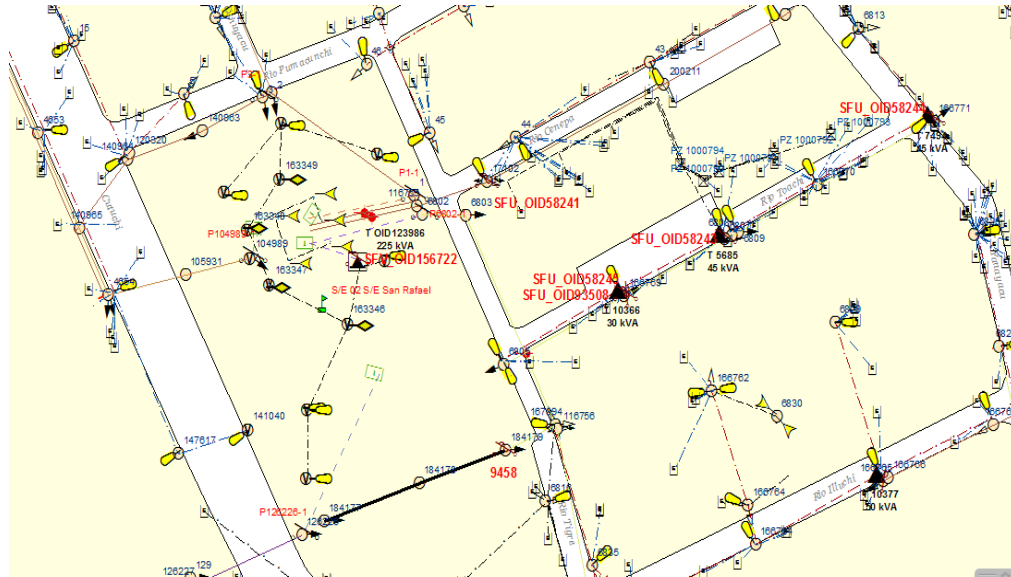


Figura 4.5. Interfaz del software ArcFM – ELEPCO S.A. [31].

Los beneficios que proporciona el GIS en el sector eléctrico resultan de suma importancia, como se destaca, en la parte de operación y mantenimiento del sistema el personal pueda buscar y ubicar los diferentes elementos que necesitan ser inspeccionados o en caso de que requiere ser cambiado; por otro parte en el área de ingeniería podría revisar o validar el estado operativo del sistema; en el área de planificación se puede analizar la ampliación de nuevos proyectos tomando importancia el estado actual del sistema eléctrico; etc. [32].

En Ecuador a inicios del año 2013 dado por disposición del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), empezó a funcionar el sistema informático georreferenciado ArcGIS para el ingreso, procesamiento y utilización de la información georreferenciada de las redes eléctricas del país.

Para en el entorno eléctrico se emplea la combinación de ArcGIS junto con el ArcFM, ambos sistemas manejan conectividad eléctrica, visualización, reportes, consultas, análisis espacial, secuencia y coherencia en parámetros topológicos.

#### 4.5.2 DigSILENT PowerFactory

DigSILENT PowerFactory es un software de simulación, una herramienta computacional muy avanzada para el diseño en la ingeniería que permite realizar distintos

tipos de análisis eléctricos, para los estudios de sistemas eléctricos de potencia, sistemas de transmisión, sistemas de distribución, comerciales, industriales y a gran escala. En la actualidad esta herramienta es utilizada por entidades del sector eléctrico ecuatoriano como CENACE y TRANSELECTRIC. Estas empresas utilizan este software para realizar diferentes estudios eléctricos para lograr los objetivos principales de planificación y operación para obtener la información técnica necesaria para llevar a cabo sus funciones [33].

DigSILENT PowerFactory en su versión más reciente incluye más desarrollos en la interfaz de usuario, así como nuevas funciones de análisis y muchos modelos de red nuevos y mejorados que incorpora una gran variedad de funciones de simulación como son: Análisis de Flujo de Potencia Balanceados y Desbalanceados, Análisis de Estabilidad de Tensión, Análisis de Contingencia, Análisis de Confiabilidad, Optimización de redes de Distribución, Análisis Protecciones, Análisis de Nodal, Análisis de Armónicos, Compatibilidad con otros softwares de simulación como PSS/E, PSS/U, NEPLAN y Flujo de Potencia Óptimo (OPF) [33]. Una vez se construye el modelo de la red, se realizarán estudios en régimen permanente para determinar las variables de estado del sistema, dichos estudios se exponen a continuación:

#### **4.5.3 Flujo de Potencia en PowerFactory**

Para el estudio de flujos de potencia PowerFactory considera el método de flujos en corriente alterna mediante el método de Newton-Raphson modificado para el caso de análisis de flujos de carga desbalanceados, ya que este método es el más factible debido a su rápida convergencia en el sistema [34]. El flujo de potencia muestra el estado de la red en estado estable y es de gran utilidad al momento de realizar el análisis del módulo y ángulo de voltaje en las barras del sistema eléctrico. En la **Figura 4.6** se muestra el módulo para el cálculo de flujos de potencia en PowerFactory.

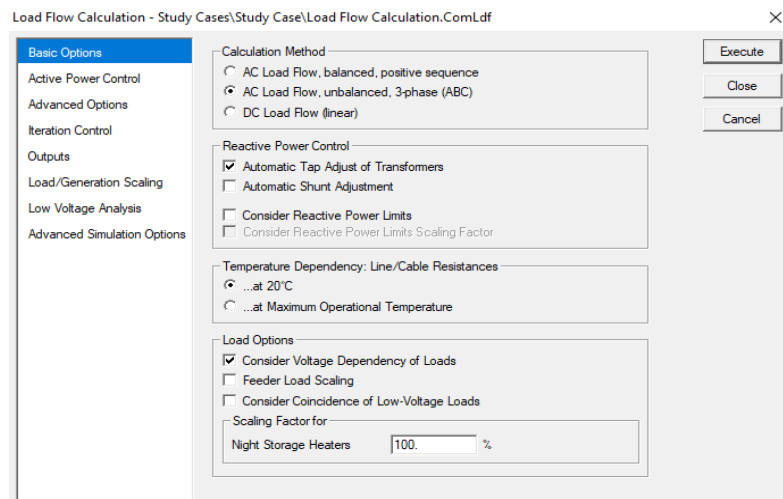


Figura 4.6. Módulo para el cálculo de flujos de potencia en DigSILENT PowerFactory [35].

En este trabajo se considerarán tres escenarios descritos a continuación:

- **Escenario de Demanda Máxima**

Según [36], menciona que el periodo donde existe un mayor consumo de energía eléctrica y comprende un intervalo de tiempo no mayor a cinco horas diarias.

- **Escenario de Demanda Media**

Para determinar este tipo de demanda en [36], se detalla que el intervalo de tiempo no debe superar las 10 horas diarias de consumo.

- **Escenario de Demanda Mínima**

En [36] menciona que el intervalo de tiempo para este tipo de demanda no debe superar las 10 horas diarias durante el día, ya que se supone que durante este tiempo el consumo energético es mínimo.

En la **Tabla 4.7**, se detalla de manera más específica los periodos de consumo con sus respectivos tipos de demanda.

**Tabla 4.7.** Clasificación de demandas según los intervalos de tiempo.

Tipo de Demanda	Período de Consumo
<b>Demanda Máxima</b>	18h00 – 22h00
<b>Demanda Media</b>	08h00 – 18h00
<b>Demanda Mínima</b>	22h00 – 08h00

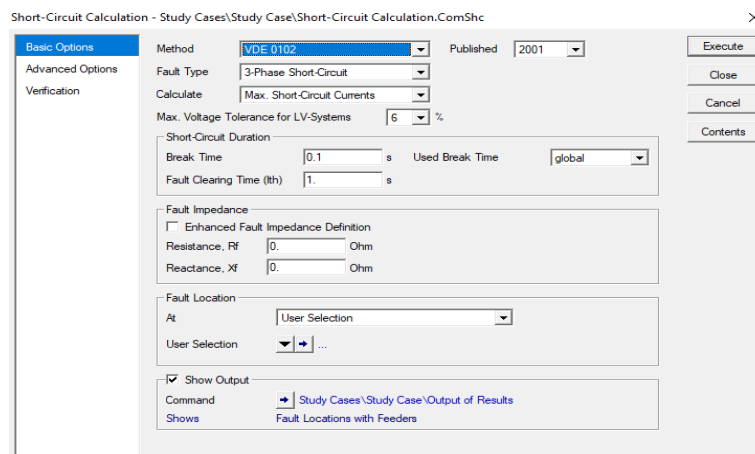
Según ARCONEL, los límites de variación del nivel de voltaje dentro de los sistemas eléctricos de potencia y distribución se encuentran detallados en la **Tabla 4.8**.

**Tabla 4.8.** Límites para índices de variación de voltaje [37].

Nivel de Voltaje	Rango Admisible	Nivel de Tensión
<b>Alto Voltaje (Grupos 1 y 2)</b>	±5%	mayor a 40 y menor igual a 138 kV; y mayor a 138 kV
<b>Medio Voltaje</b>	±6%	mayor a 0,6 y menor igual a 40 kV
<b>Bajo Voltaje</b>	±8%	menor igual a 0,6 kV

#### 4.5.4 Cortocircuito en PowerFactory

Para el cálculo de cortocircuito se utiliza el módulo “*short circuit calculation*”, el cual permite elegir entre distintas metodologías que se basan en normativas IEC y VDE, para cálculos de cortocircuito en cualquier lugar del SEP (barras, líneas, transformadores, generadores), como se muestra en la **Figura 4.7**.



**Figura 4.7.** Módulo para el cálculo de cortocircuitos en DigSILENT PowerFactory [35].

Para realizar la simulación de los eventos de cortocircuito dentro del sistema de distribución, se tomarán en cuenta el criterio de selección aleatoria con el cual se hará una evaluación y selección de los puntos con mayor cargabilidad dentro de la red.

Dentro de los tres alimentadores se tomarán en consideración los puntos donde exista una cantidad considerable de clientes conectados a los mismos y con esto se realizará la

evaluación del sistema ante la aparición de cualquier anomalía. A continuación, se detalla los escenarios, el tipo y los puntos donde se realizarán cada uno de los cortocircuitos.

#### **Alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera**

Para este caso se establecieron tres escenarios de operación del sistema de distribución, como se detalla en la Sección 4.5.3, además se consideró el tramo de línea al cual se encuentran conectados una cantidad considerable de clientes y por ende posee una cargabilidad alta. En la **Tabla 4.9** se especifica lo antes descrito.

**Tabla 4.9.** Características para el análisis de cortocircuito para el Alimentador 0602SR0T01.

<b>Tipo de Demanda</b>	<b>Código de Línea</b>	<b>Tipo de Corto Circuito</b>	<b>Ubicación del Corto Circuito (%)</b>	<b>Fases de aplicación de Corto Circuito</b>
<b>Máxima</b>	1455	Monofásico	25	A
<b>Media</b>	1455	Monofásico	25	A
<b>Mínima</b>	1455	Monofásico	25	A

#### **Alimentador 0602SR0T02 Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre**

En la **Tabla 4.10**, se describen las características de los tres escenarios de operación y el tramo de línea que fueron considerados para el análisis de cortocircuito dentro de este alimentador.

**Tabla 4.10.** Características para el análisis de cortocircuito para el Alimentador 0602SR0T02.

<b>Tipo de Demanda</b>	<b>Código de Línea</b>	<b>Tipo de Cortocircuito</b>	<b>Ubicación del Cortocircuito (%)</b>	<b>Fases de aplicación de Cortocircuito</b>
<b>Máxima</b>	A1377	Monofásico	50	A
<b>Media</b>	A1377	Monofásico	50	A
<b>Mínima</b>	A1377	Monofásico	50	A

#### **Alimentador 0602SR0T04 El Niágara**

En la **Tabla 4.11**, se describen las características de los tres escenarios de operación y el tramo de línea que fueron considerados para el análisis de cortocircuito dentro de este alimentador.

**Tabla 4.11.** Características para el análisis de cortocircuito para el Alimentador 0602SR0T04.

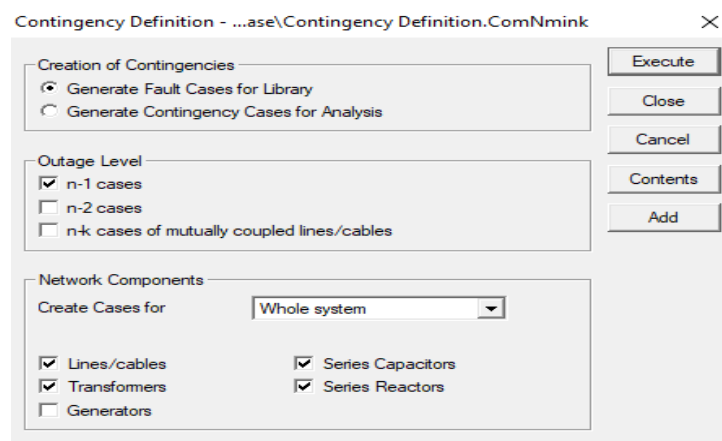
Tipo de Demanda	Código de Línea	Tipo de Corto Circuito	Ubicación del Corto Circuito (%)	Fases de aplicación de Corto Circuito
Máxima	B1382	Monofásico	25	A
Media	B1382	Monofásico	25	A
Mínima	B1382	Monofásico	25	A

En el caso de protecciones eléctricas para los sistemas de distribución, los elementos más utilizados para transformadores son los fusibles. En el mercado se pueden encontrar una variedad de fusibles, pero para este caso se considerarán los fusibles Tipo K, cuya aplicación se destina esencialmente a las redes de media tensión, su tiempo de respuesta es muy rápido y en conjunto con otro tipo de protecciones eléctricas como pueden ser los relés de sobre corriente 51, el mismo se lo puede encontrar en todos los alimentadores de la subestación.

Para la selección de fusibles Tipo K se utiliza la Norma IEC 60909, y dentro de PowerFactory se simulará un cortocircuito de tipo monofásico para evaluar el comportamiento del fusible ante la presencia de fallas en el sistema de distribución.

#### 4.5.5 Análisis de Contingencias

PowerFactory es capaz de realizar análisis de contingencias, es decir desconectar uno o dos elementos simultáneamente de la red para evaluar el comportamiento del SEP y verificar cargabilidad de transformadores y líneas de transmisión y voltajes dentro de los límites permitidos para operación normal y en emergencia. En la **Figura 4.8** se muestra el módulo de análisis de contingencias.



**Figura 4.8.** Módulo para realizar análisis de contingencias en DigSILENT PowerFactory [35].

### Criterios de selección de contingencias

Para determinar y evaluar el comportamiento del sistema de distribución ante la salida o pérdida de servicio por parte de cualquier elemento que componen la red, el método utilizado para la determinación de contingencias dentro del sistema es el método determinístico.

El método determinístico radica en analizar el comportamiento del sistema cuando el mismo es sometido a un número de escenarios donde existe la pérdida y/o desconexión de un elemento de la red. Con esto se evalúa la capacidad del sistema cuando funciona al límite de las condiciones normales de operación comprobando así la confiabilidad del sistema eléctrico. Para este caso se analizarán los puntos con mayor número de clientes (cargas) conectados a un sector en específico para los tres alimentadores cuando los mismos se encuentran operando a su demanda máxima.

#### Criterio N-1 aplicado al sistema de distribución

Para la aplicación del criterio N-1 se analizará la salida de un elemento dentro del sistema eléctrico que corresponde a transformadores que contienen a un mayor número de clientes conectados. Las salidas de los elementos pueden ser planificadas que están asociadas a servicios de mantenimiento y por otro parte se dan las no planificadas a fallas o cortocircuitos.

En la selección de contingencias se tomarán en consideración los puntos que contemplen un mayor consumo dentro de la red de distribución y dentro del mismo se ubicarán los transformadores que cuenten con una demanda elevada y los tramos de líneas a los que se encuentran operando a un elevado nivel de tensión. Además, se considera la ubicación de las mismas, tal como se detalla en la **Tabla 4.12**.

**Tabla 4.12.** Ubicación de las contingencias dentro del SD.

Alimentador	Tipo de Demanda	Elemento sometido a contingencia	Código del elemento
0602SR0T01	Máxima	Transformador	TRT0022(13)
0602SR0T02	Máxima	Transformador	TRT0018(83)
0602SR0T04	Máxima	Línea	B76
0602SR0T01	Máxima	Línea	125
0602SR0T02	Máxima	Línea	A75

**Límites de cargabilidad para transformadores de distribución según IEEE Std. C57.96 [38] e IEC 60076-11 [39].**

En la **Tabla 4.13**, se observa los límites de cargabilidad que admiten los transformadores de distribución cuando son sometidos a sobrecargas durante ciertos periodos de tiempo.

**Tabla 4.13.** Límites de cargabilidad de transformadores para M.T. [38].

<b>Valores de sobrecarga admitidos por transformadores de distribución de M.T.</b>	
<b>Tiempo de carga pico (horas)</b>	<b>Carga soportada respecto al valor nominal (%)</b>
<b>0.5</b>	149%
<b>1</b>	132%
<b>2</b>	123%
<b>4</b>	116%
<b>8</b>	111%

Para el caso de transformadores de baja tensión se tiene los límites de cargabilidad durante ciertos periodos de tiempo, tal como se aprecia en la **Tabla 4.14**.

**Tabla 4.14.** Límites de cargabilidad de transformadores para B.T. [38].

<b>Valores de sobrecarga admitidos por transformadores de distribución de B.T.</b>	
<b>Tiempo de carga pico (horas)</b>	<b>Carga soportada respecto al valor nominal (%)</b>
<b>0.5</b>	200%
<b>1</b>	150%
<b>4</b>	125%
<b>Todo el tiempo</b>	100%



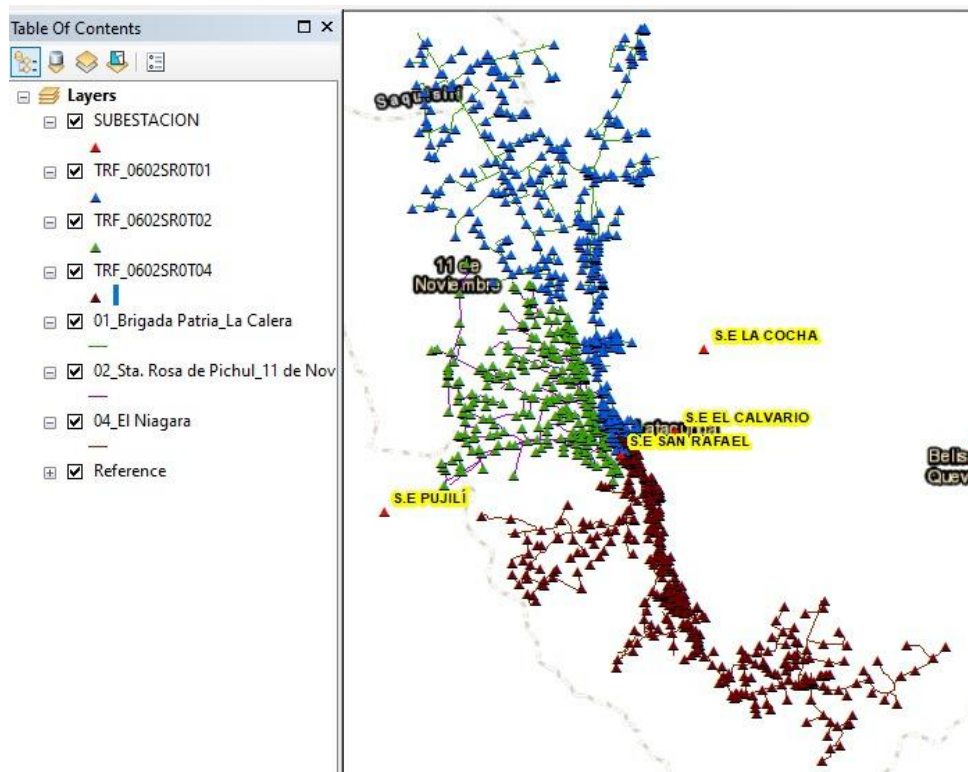
## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados obtenidos al finalizar el modelo georreferenciado de los tres alimentadores del sistema de distribución de la Subestación San Rafael perteneciente a ELEPCO S.A. con los *software* ArcGIS y DigSILENT PowerFactory. En la sección 5.1, se describen los rasgos principales que se utilizaron para empezar con el modelamiento de la red. Seguido, en la sección 5.2, se detallan cada uno de los elementos que fueron modelados dentro de ArcGIS y PowerFactory, considerando las características geográficas, técnicas y eléctricas. Luego en la sección 5.3, se indican los resultados obtenidos al aplicar flujos de potencia desbalanceados, en diferentes escenarios de operación (demandas máxima, media y mínima), a los tres alimentadores de la Subestación San Rafael. Después en la sección 5.4, se presentan los resultados obtenidos cuando el sistema fue sometido a posibles fallas que puedan afectar el correcto funcionamiento del mismo. Finalmente, en la sección 5.5, se detallan los análisis de contingencias N-1 que se simularon y con ello los resultados obtenidos durante la ejecución de las mismas, para este caso se utiliza únicamente el escenario de demanda máxima.

### 5.1. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

El paso primordial para empezar a georreferenciar los alimentadores pertenecientes a la Subestación San Rafael del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Cotopaxi, es realizar un tratamiento adecuado de toda la información geográfica y técnica que fue obtenida. La base de datos que fue adquirida, describe a detalle cada uno de los alimentadores por los que está compuesto el sistema de distribución, para ello se realizó una investigación para delimitar y clasificar por códigos cada uno de los alimentadores que se encuentran conectados en la Subestación San Rafael, tal como se aprecia en la **Figura 5.1.**

Después de haber realizado el filtro de los datos tanto técnicos como geográficos, se procede a cargar la base de datos en ArcGIS, creando formatos *shape*, en donde se hace una nueva revisión dentro del *software* para corroborar que los datos que van a ser almacenados son correctos y contienen la suficiente información técnica y geográfica.



**Figura 5.1.** Alimentadores identificados y georreferenciados en ArcGIS

## 5.2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO GEORREFERENCIADO

Las consideraciones para realizar el modelo georreferenciado del sistema de distribución dentro de ArcGIS y DigSILENT PowerFactory se detallan a continuación:

### **Coordenadas de la ubicación de los elementos del sistema de distribución**

Para realizar el modelo georreferenciado se parte principalmente de la obtención y tratamiento de la información geográfica y técnica del sistema, estos datos se validan dentro del software ArcGIS, en el mismo se crean diferentes archivos en formato *shape* los cuales almacenan toda la información referente al sistema.

### **Transformadores de distribución**

Uno de los elementos más importantes a considerar para la realización del modelo son los transformadores tanto trifásicos como monofásicos. Estos transformadores están distribuidos entre los tres alimentadores, cuya cantidad se describe en la sección 4.3, conectados a la Subestación San Rafael que componen el sistema de distribución de la empresa “ELEPCO S.A.”. En la **Tabla 5.1**, se pueden apreciar los códigos de los transformadores, así como las coordenadas de cada uno, entre otras características que fueron consideradas y que están cargadas dentro de ArcGIS.

**Tabla 5.1.** Coordenadas de Transformadores dentro de ArcGIS.

Codigo_Tecnico	vancodigo	PotIns	xx	yy	nodcodigo	TypTrafo	PH
TRT0019	3847	45	764411.54000	9896493.11063	3847_p	45_13,8_3	3
TRT0022	3848	75	764483.54425	9896583.99800	3848_p	75_13,8_3	3
TRT0019	3849	45	764656.64588	9896434.29400	3849_p	45_13,8_3	3
TRT0022	3850	75	764459.48375	9896473.32275	3850_p	75_13,8_3	3

### Líneas de Subtransmisión

Las líneas de subtransmisión, al igual que los transformadores, componen otro de los elementos indispensables para modelar geográficamente. Para poder ubicar las mismas dentro de ArcGIS se toma en cuenta las coordenadas iniciales y finales, tal como se observa en la **Tabla 5.2**, y con ello para realizar el modelo dentro de DigSILENT PowerFactory se toman en cuenta las características técnicas eléctricas.

**Tabla 5.2.** Coordenadas de Líneas de Subtransmisión dentro de ArcGIS.

vancodigo	vancodigoant	vanvano	vanx1	vany1	vanx2	vany2	conmaterial
1	0	25.962	764524.1	9896347.5	764505.7	9896365.9	AL_120
2	1	7.525	764505.7	9896365.8	764503.5	9896358.7	AL_120
3	2	41.011	764503.5	9896358.7	764463.6	9896349.5	AL_120
4	3	134.094	764463.6	9896349.5	764403.0	9896469.1	AL_120
5	4	0.999	764403.0	9896469.1	764403.9	9896469.5	AL_120

### Cargas del sistema

Al igual que los elementos antes descritos, las cargas del sistema necesitan de una ubicación geográfica dentro de ArcGIS y de las demandas eléctricas del sistema dentro de DigSILENT PowerFactory. Para el cálculo de las demandas eléctricas del sistema de distribución, se tomó en cuenta la “Normativa de Construcción de Sistemas Eléctricos de Distribución. Parte A”, como se aprecia en el **Anexo E**, en donde se detalla la forma técnica para el cálculo de las demandas diversificadas y con las cuales se pueden determinar un aproximado a las demandas de consumo real del sistema y para ello se presenta el **Anexo G**, en el cual se encuentra calculadas las demandas máxima, media y mínima de la red.

**Equivalente de Red (Subestación San Rafael)**

El equivalente de red es uno de los elementos indispensables dentro del modelo georreferenciado dentro de PowerFactory, debido a que el mismo será el que energice a todo el sistema de distribución. Este equivalente de red hace referencia a la subestación San Rafael, el cual fue modelado en base a los datos técnicos que se presentan en el Plan de Negocios 2021 de la empresa ELEPCO la misma que se detalla en la **Tabla 5.3**.

**Tabla 5.3.** Datos técnicos de la Subestación San Rafael - ELEPCO S.A [29].

Subestación	Potencia Instalada (MVA)	Voltaje (kV)	Demanda Máxima (MW)	Coordenadas		$I_{CCmax}$ kA	$I_{CCmin}$ kA
				X	Y		
San Rafael	16	69/13.8	13.8	764518.24	9896368.63	8,28037	8,261899

**5.3. ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA**

En esta sección se presentan los resultados de estudios de flujos de potencia en el sistema de distribución de la Subestación San Rafael, tomando como referencia la información proporcionada por ELEPCO S.A y según la metodología descrita en la sección 4.5.3.

A continuación, se detallan los consumos promedios y totales de cada uno de los alimentadores que están conectados a la Subestación San Rafael, en cada uno de los escenarios de demanda máxima, media y mínima en los que se ha planteado para el cálculo de los flujos de potencia desbalanceados.

Para la creación de los casos de estudio para las tres demandas, expuestos en la sección 4.5.3, dentro de PowerFactory se tomaron en consideración los porcentajes de cargabilidad que se le asignaron a cada carga dentro del sistema, para ello se analizaron los escenarios para variaciones de cargabilidad del 100% para la demanda máxima, 75% para la demanda media y 50% para la demanda mínima.

**Caso de Estudio: Demanda Máxima (18h00 – 22h00)**

En la **Tabla 5.4**, se puede observar los valores de potencias activa, reactiva y aparente que en el sistema de distribución consume cada uno de los alimentadores cuando la red está operando con una demanda máxima en sus transformadores, con esto se puede

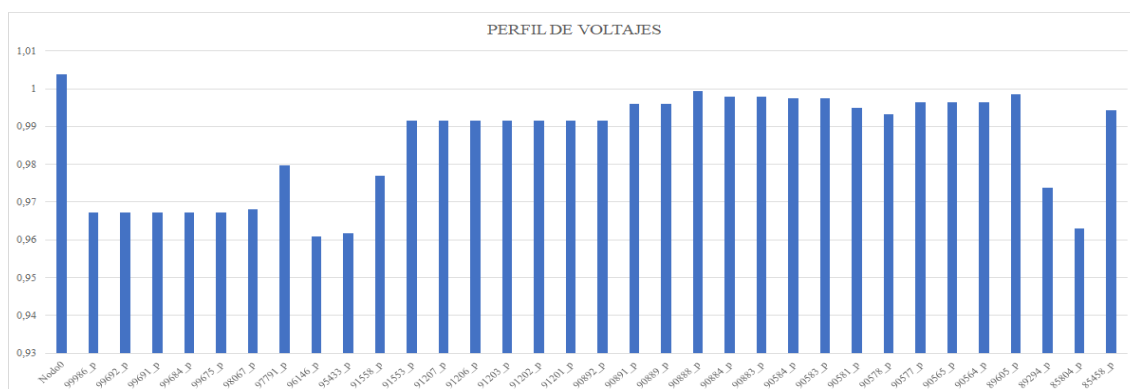
predecir que la potencia activa total consumida por los tres alimentadores se asemeja a la potencia instalada en la subestación.

**Tabla 5.4.** Potencias de consumo de los alimentadores en demanda máxima de la S/E San Rafael.

Código Alimentador	Potencia Aparente (MVA)	Potencia Activa (MW)	Potencia Reactiva (MVar)
0602SR0T01	4.0897	3.8772	1.3012
0602SR0T02	2.9498	2.7891	0.9417
0602SR0T04	3.8640	3.6528	1.1599
<b>Total</b>	10.8975	10.3192	3.5028

### Perfil de voltajes de los Alimentadores

En la **Figura 5.2**, se observa el perfil de tensiones para máxima demanda que se obtuvieron en los puntos más alejados de los tres alimentadores pertenecientes a la Subestación San Rafael, donde se puede ver las variaciones de los niveles de voltaje en por unidad, dentro del sistema de alimentación primaria de 13.8 kV. Además, se evidencia caídas de tensión en ciertos puntos, debido a que se encuentran a distancias muy largas con respecto a la ubicación de la subestación. Nótese que los voltajes se encuentran dentro del umbral de variación para redes de media tensión, aceptado por la Regulación No. ARCONEL 005/18 [37]. Obteniendo así valores de operación que no superan el  $\pm 6\%$ , es decir, los niveles de tensión van desde 0.96 a 1.004 p.u., manteniéndose dentro de sus límites de operación.



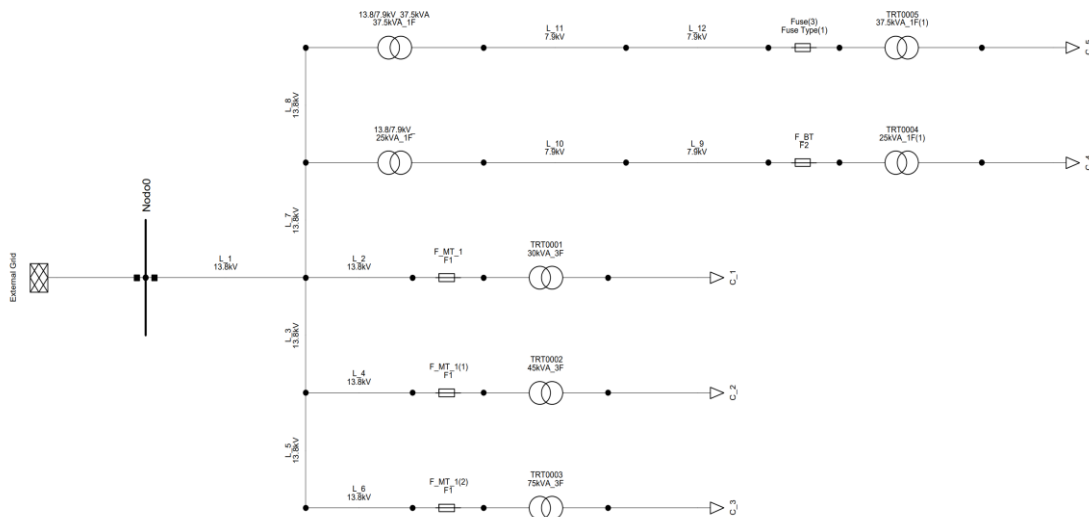
**Figura 5.2.** Perfil de voltajes de los tres alimentadores en su demanda máxima

En el **Anexo H**, se detallan las gráficas de perfil de tensión por fases (A, B, C) para cada uno de los tres alimentadores, las mismas cuando el sistema se encuentra operando a una demanda máxima y en el **Anexo I**, se muestra los perfiles de tensión en p.u para

cada uno de los tres alimentadores, cuando operan a niveles de tensión tanto mayor como inferiores a su valor nominal.

### Diagrama de una parte de la red

En la **Figura 5.3** se aprecia el esquema unifilar de cómo está compuesto internamente el sistema de distribución como un modelo georreferenciado, en la misma se aprecian elementos como: transformadores, líneas de subtransmisión, fusibles, cargas y un equivalente de red. Además, cabe recalcar que la red cuenta con dos niveles de tensión a los que opera, estos son: 13.8/0.22 kV como sistema trifásico y 7.9/0.24 kV como sistema monofásico.



**Figura 5.3.** Diagrama unifilar del SD – San Rafael.

### Pérdidas de potencia del sistema

Para el cálculo de las pérdidas de potencia activa y reactiva totales del sistema, se tomó en consideración el valor total de potencias que entrega la subestación San Rafael, así como, las potencias consumidas por los tres alimentadores cuando el sistema se encuentra operando a su demanda máxima, como queda evidenciada en la **Tabla 5.5**.

**Tabla 5.5.** Pérdidas totales de potencias P y Q del SD.

Nombre	Total Potencia Activa (MW)	Total Potencia Reactiva (MVar)
Subestación San Rafael	10.44306	3.54628
Cargas Totales del sistema	10.13256	2.99333
Pérdidas Totales	0.31049	0.55294

### Máxima variación angular con respecto a la referencia

A continuación, se muestran los resultados de voltajes y ángulos de los tres alimentadores respecto a la barra de referencia que es la Subestación San Rafael, tal como se aprecia en la **Tabla 5.6**. Con estas variaciones permiten estimar que el sistema se encuentra operando en estado estable cuando se realiza el análisis de flujos de potencia desbalanceados.

**Tabla 5.6.** Variación de módulo y ángulo de voltajes del SD.

NOMBRE	FASE A (kV)	FASE B (kV)	FASE C (kV)	FASE A (p.u)	FASE B (p.u)	FASE C (p.u)	Ángulo Fase A	Ángulo Fase B	Ángulo Fase C
S/E SAN RAFAEL	7,9938	7,9689	8,0353	1,0033	1,0002	1,0085	26,6960	-92,9878	146,8201
0602SR0T01	7,9922	7,9668	8,0338	1,0031	0,9999	1,0083	26,6895	-92,9993	146,8106
0602SR0T02	7,9911	7,9661	8,0327	1,0030	0,9998	1,0082	26,6783	-92,9933	146,7998
0602SR0T04	7,9930	7,9676	8,0345	1,0032	1,0000	1,0084	26,6921	-92,9917	146,8127

### Caso de Estudio: Demanda Media (08h00 – 18h00)

En la **Tabla 5.7**, se puede observar los valores de potencias activa, reactiva y aparente que el sistema de distribución consume cada uno de los alimentadores cuando la red está operando con una demanda media en sus transformadores, en referencia a la tabla anterior se puede ver como existe una disminución considerable de consumo de potencia activa por parte de la red.

**Tabla 5.7.** Potencias de consumo de los alimentadores en demanda media de la S/E San Rafael.

Código Alimentador	Potencia Aparente (MVA)	Potencia Activa (MW)	Potencia Reactiva (MVar)
0602SR0T01	3.0363	2.8997	0.9163
0602SR0T02	2.1933	2.0883	0.6703
0602SR0T04	2.8593	2.7186	0.8859
Total	8.0888	7.7017	2.4725

**Caso de Estudio: Demanda Mínima (22h00 – 08h00)**

En la **Tabla 5.8**, se puede observar los valores de potencias activa, reactiva y aparente que el sistema de distribución consume cada uno de los alimentadores cuando la red está operando con una demanda mínima en sus transformadores, en este caso el consumo de potencia por parte de los tres alimentadores es mínimo a diferencia de los consumos en demanda máxima y mínima, y con ello el sistema opera de manera normal.

**Tabla 5.8.** Potencias de consumo de los alimentadores en demanda mínima de la S/E San Rafael.

<b>Código Alimentador</b>	<b>Potencia Aparente (MVA)</b>	<b>Potencia Activa (MW)</b>	<b>Potencia Reactiva (MVAr)</b>
<b>0602SR0T01</b>	2.0020	1.9213	0.5627
<b>0602SR0T02</b>	1.4514	1.3899	0.4178
<b>0602SR0T04</b>	1.8805	1.7992	0.5470
<b>Total</b>	5.3338	5.1104	1.5275

**5.4. ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO**

Para el caso de estudio de cortocircuito realizado en los alimentadores del sistema de distribución, se realizó la creación de eventos dentro de DigSILENT PowerFactory, tomando en cuenta los aspectos antes descritos en la Sección 4.5.4, todo esto para la determinación del comportamiento del sistema ante la aparición de posibles incidentes que puedan provocar daños en la red.

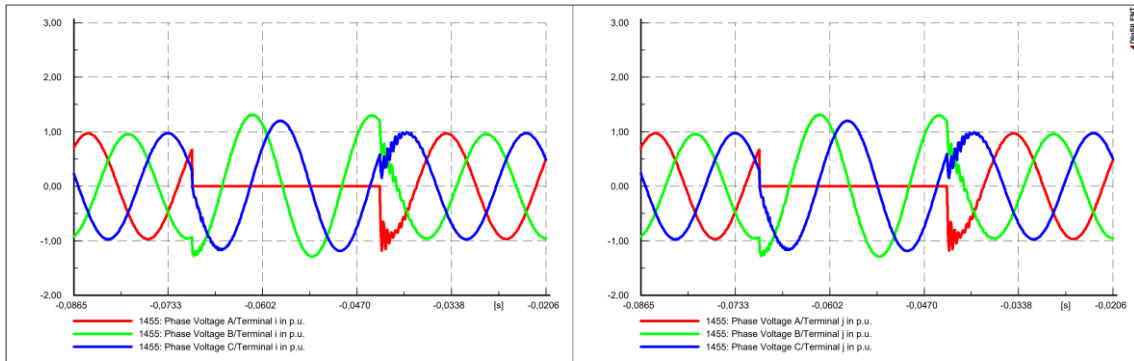
**Alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera****Caso Demanda Máxima**

En la **Figura 5.4** y **Figura 5.5** se muestra las gráficas de variación de tensión y corriente cuando se produce un cortocircuito monofásico dentro del tramo de línea ubicado en la Panamericana E35 y Ruta a Patután, cuyo código de identificación es 1455, perteneciente al alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera.

En este tramo se realizó la simulación de la falla a un 25% de la longitud total de la línea 1455 en la fase A, con un tiempo de despeje de la falla igual a  $t = 0.05$  s, donde se puede apreciar que tanto la corriente como la tensión sufren elevaciones en sus magnitudes que superan a su valor de 1 por unidad.



Para el caso de las tensiones en la **Figura 5.4**, se evidencia que al momento de que ocurre el cortocircuito la fase A queda fuera de servicio, en cambio las fases B y C presentan sobretensiones que superan el valor de operación normal, tal como se identifica en la **Tabla 5.9**.

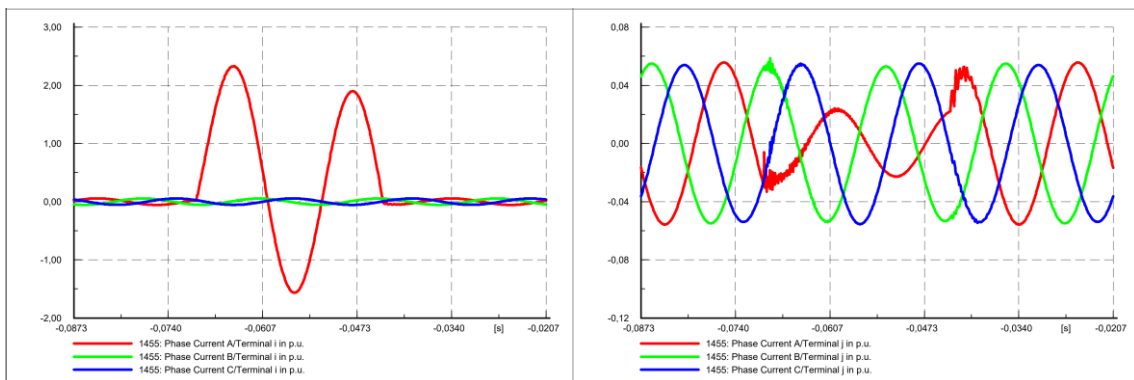


**Figura 5.4.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.

**Tabla 5.9.** Valores de tensión Tramo 1455 para cortocircuito monofásico.

Variaciones de tensión en el Tramo 1458			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.970	0.000	0.970
Fase B	0.959	1.168	0.959
Fase C	0.977	1.117	0.977

Para el caso de las corrientes se evidencia que tanto para las fases B y C no existe una variación de intensidad, a diferencia de la fase A donde claramente se aprecia un incremento del valor de la corriente respecto a su valor nominal, todo esto mientras dura el cortocircuito, estas variaciones quedan evidenciadas en la **Tabla 5.10**.



**Figura 5.5** Resultados de simulación del cortocircuito para corrientes en DigSILENT PowerFactory.

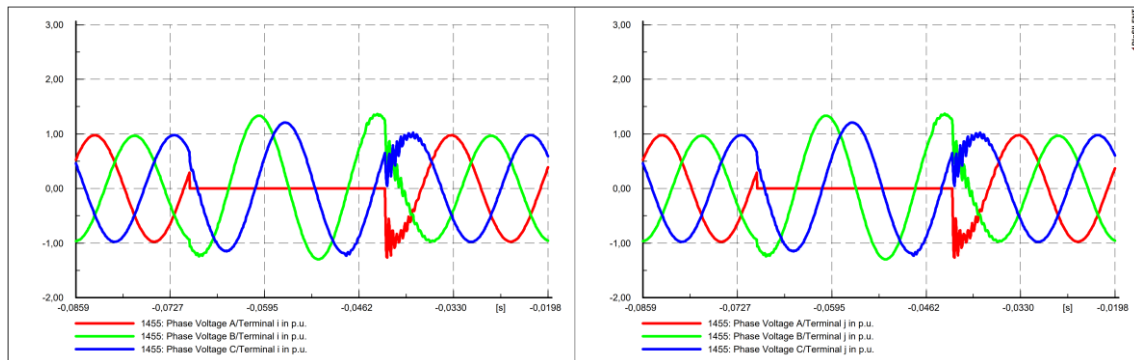
**Tabla 5.10.** Valores de corriente del Tramo 1458 para cortocircuito monofásico.

<b>Variación de corriente en el Tramo 1458</b>			
<b>Fases</b>	<b>Corrientes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.056	2.326	0.056
<b>Fase B</b>	0.055	0.053	0.055
<b>Fase C</b>	0.054	0.055	0.054

### Caso Demanda Media

En el caso de la demanda media el lugar de la falla se da en la línea con código 1455, dentro de DigSILENT PowerFactory, Panamericana E35 y Ruta a Patután, falla monofásica en la fase A con un tiempo de despeje de falla de  $t = 0.05$  s, ubicado al 25% de la longitud total de la línea.

En la **Figura 5.6**, se puede apreciar la gráfica de las ondas de tensión y el comportamiento que estas adoptan cuando el sistema se ve afectado por la aparición del cortocircuito. Además, en la **Tabla 5.11** se detallan los valores de tensión y sobretensión que se obtienen en cada una de las fases antes, durante y después de la aparición del cortocircuito, todas en por unidad.

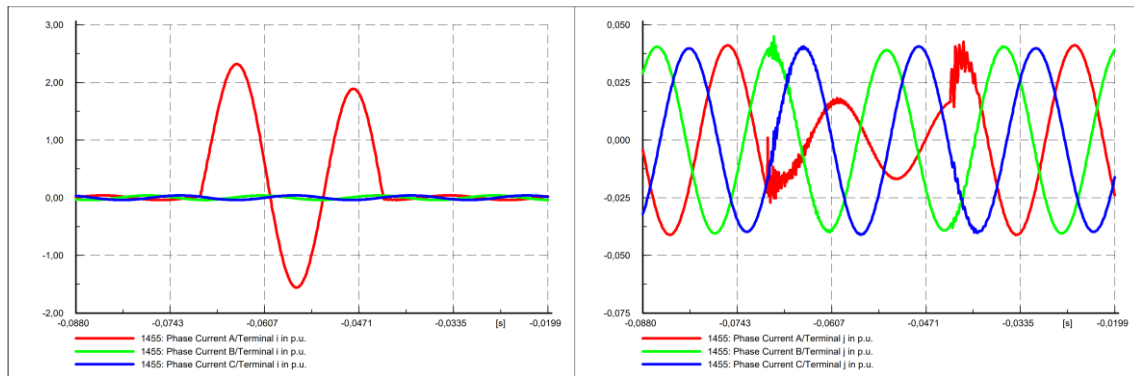


**Figura 5.6.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.

**Tabla 5.11.** Niveles de tensión Tramo 1455 para cortocircuito monofásico.

<b>Variaciones de tensión en el Tramo 1458</b>			
<b>Fases</b>	<b>Voltajes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Voltajes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Voltajes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.975	0.000	0.975
<b>Fase B</b>	0.967	1.331	0.967
<b>Fase C</b>	0.977	1.207	0.977

Para el caso de las corrientes se evidencia que tanto para las fases B y C no existe una variación de intensidad, a diferencia de la fase A donde claramente se aprecia un incremento del valor de la corriente respecto a su valor nominal, todo esto mientras dura el cortocircuito, estas variaciones quedan evidenciada en la **Tabla 5.12**.



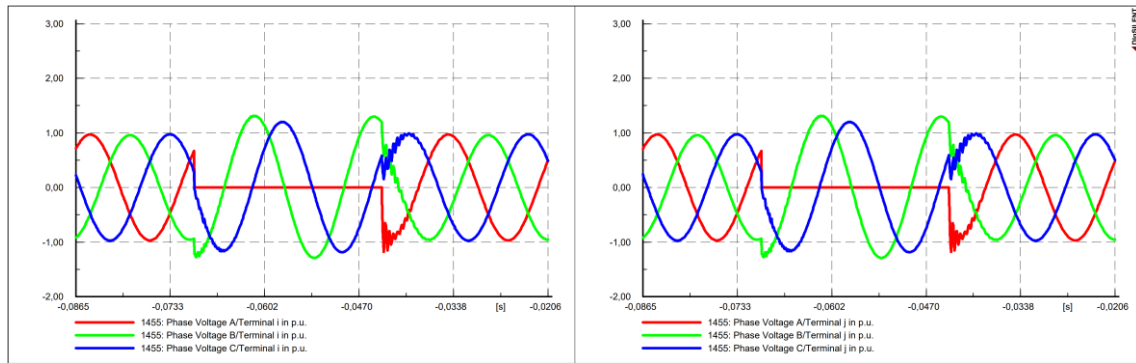
**Figura 5.7.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.

**Tabla 5.12.** Niveles de corriente Tramo 1455 para cortocircuito monofásico.

<b>Variación de corriente en el Tramo 1458</b>			
<b>Fases</b>	<b>Corrientes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.041	2.317	0.041
<b>Fase B</b>	0.041	0.039	0.041
<b>Fase C</b>	0.040	0.040	0.040

### Caso Demanda Mínima

El lugar de la falla dentro de DigSILENT PowerFactory está identificado con el código de línea 1455, Panamericana E35 y Ruta a Patután, falla monofásica en la fase A, tiempo de despeje de falla  $t = 0.05$  s, con una ubicación de la falla al 25% del tramo total. En la **Figura 5.8** y en la **Tabla 5.13** se visualizan las gráficas del comportamiento de las ondas y los valores que se obtuvieron mientras el sistema se expuso al cortocircuito, respectivamente.

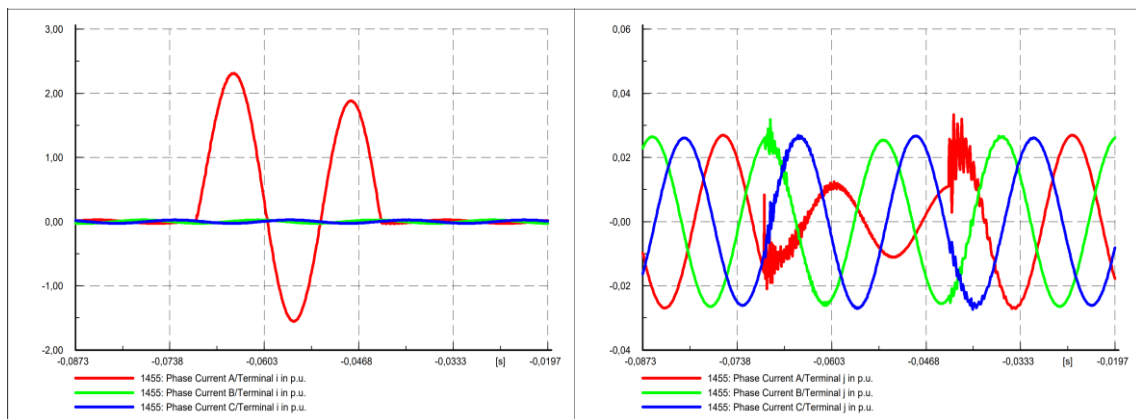


**Figura 5.8.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.

**Tabla 5.13.** Niveles de tensión Tramo 1455 para cortocircuito monofásico.

Variaciones de tensión en el Tramo 1458			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.989	0.000	0.989
Fase B	0.984	1.359	0.984
Fase C	0.988	1.227	0.988

Para el caso de las corrientes se evidencia que tanto para las fases B y C no sufren una elevada variación de intensidad, a diferencia de la fase A donde claramente se aprecia un incremento del valor de la corriente respecto a su valor nominal, todo esto mientras dura el cortocircuito, estas variaciones quedan evidenciada en la **Figura 5.9** y en la **Tabla 5.14**.



**Figura 5.9.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T01.

**Tabla 5.14.** Niveles de corriente Tramo B1382 para cortocircuito monofásico.

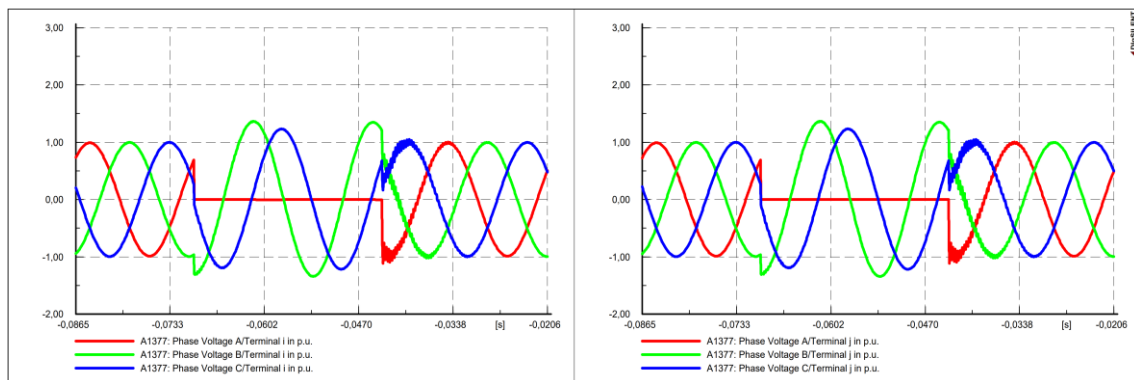
<b>Variación de corriente en el Tramo B1382</b>			
<b>Fases</b>	<b>Corrientes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.027	2.308	0.027
<b>Fase B</b>	0.026	0.026	0.026
<b>Fase C</b>	0.026	0.027	0.026

**Alimentador 0602SR0T02 Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre**

**Caso Demanda Máxima**

Para el caso del alimentador dos, se tomó en cuenta el tramo de línea ubicado en las calles 10 de Agosto con las siguientes coordenadas iniciales y finales son: X\_inicial=763776, Y\_inicial=9896398; X\_final=763764.1565, Y\_final=9896381.05338, y cuyo código de identificación es A1377 dentro de DigSILENT PowerFactory.

Para el caso de las tensiones en la **Figura 5.10**, se evidencia que al momento de que ocurre el cortocircuito la fase A queda fuera de servicio, en cambio las fases B y C presentan sobretensiones que superan el valor de operación normal, tal como se identifica en la **Tabla 5.15**.

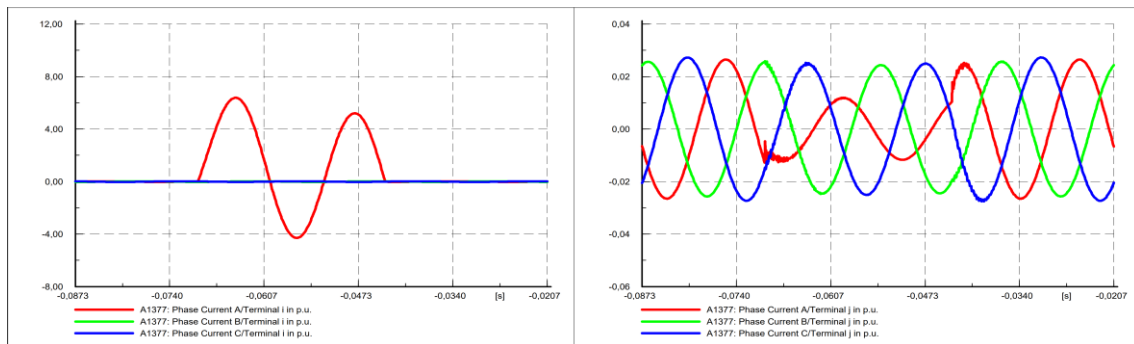


**Figura 5.10.** Resultados de simulación para voltajes del Tramo A1377 del AMT0602SRT02.

**Tabla 5.15.** Valores de tensión del Tramo A1377 para cortocircuito monofásico.

<b>Variaciones de tensión en el A1377</b>			
<b>Fases</b>	<b>Voltajes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Voltajes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Voltajes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.990	0.000	0.990
<b>Fase B</b>	0.995	1.310	0.995
<b>Fase C</b>	0.996	1.247	0.996

Para el caso de las corrientes se evidencia que, al momento de ocurrir la falla fase A sufre una elevación de corriente superior a 6 p.u., debido al gran número de clientes conectados a ese tramo. Después del despeje del cortocircuito se puede apreciar que al final del tramo de la línea las tres fases se estabilizan y entran a operar de manera normal, estas variaciones quedan evidenciadas en la **Tabla 5.16**.



**Figura 5.11.** Resultados de simulación para corrientes del Tramo A1377 del AMT0602SRT02.

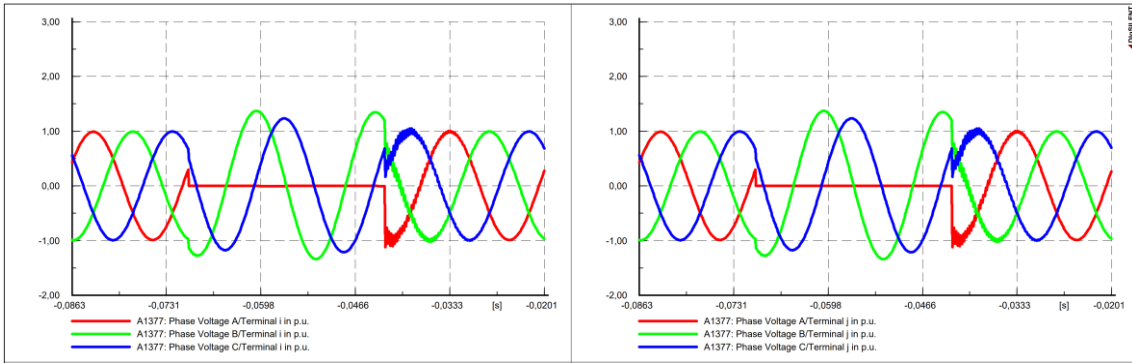
**Tabla 5.16.** Valores de corriente del Tramo A1377 para cortocircuito monofásico.

Variación de corriente en el Tramo A1377			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.026	6.386	0.026
Fase B	0.026	0.022	0.026
Fase C	0.027	0.025	0.027

### Caso Demanda Media

Para el caso de la demanda media se consideró el lugar de la falla en la línea con código A1377, dentro de PowerFactory, Av. del Calvario y Colaisa, para ello se realizó una falla monofásica en la fase A con un tiempo de duración de despeje de falla  $t = 0.05 s$ , y con una ubicación del cortocircuito al 50% de la longitud total de la línea.

En la **Figura 5.12** y en la **Tabla 5.17** se puede observar el comportamiento de cada una de las fases del sistema, mientras la línea se ve afectada por el cortocircuito y los valores de tensión en por unidad de la línea respectivamente.

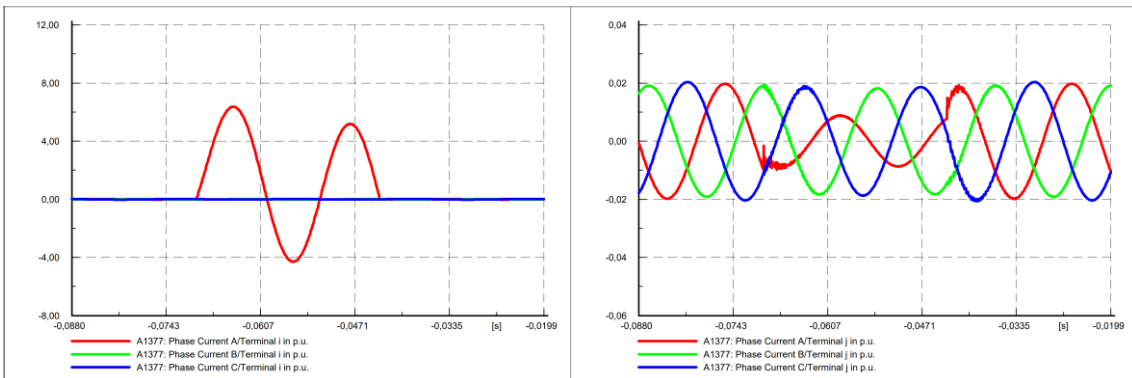


**Figura 5.12.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T02.

**Tabla 5.17.** Niveles de tensión Tramo A1377 cortocircuito monofásico.

Variaciones de tensión en el Tramo A1377			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.989	0.000	0.989
Fase B	0.994	1.370	0.994
Fase C	0.994	1.232	0.994

Para el caso de las corrientes se evidencia que, al momento de ocurrir la falla en la fase A sufre una elevación de corriente superior a 6 p.u., debido al gran número de clientes conectados a ese tramo. Después del despeje del cortocircuito se puede apreciar que al final del tramo de la línea las tres fases se estabilizan y entran a operar de manera normal, estas variaciones quedan evidenciadas en la **Tabla 5.18**.



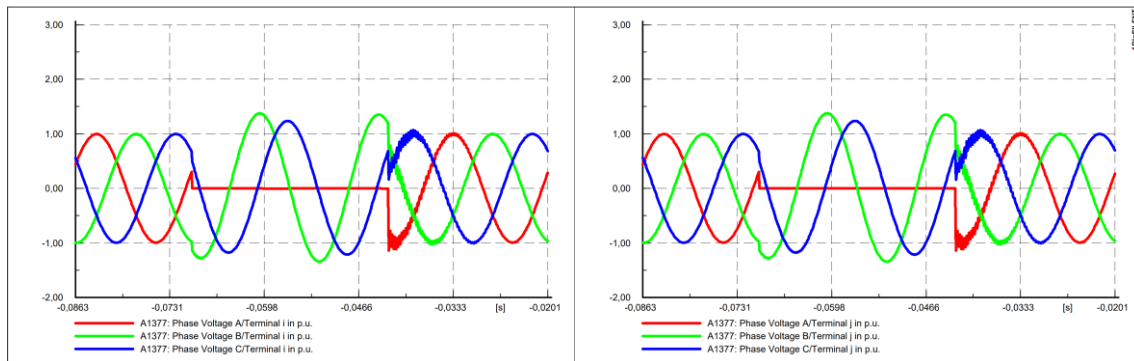
**Figura 5.13.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T02.

**Tabla 5.18.** Niveles de corriente Tramo A1377 cortocircuito monofásico.

Variación de corriente en el Tramo A1377			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.020	6.371	0.020
Fase B	0.019	0.017	0.019
Fase C	0.020	0.019	0.020

### Caso Demanda Mínima

El lugar de la falla se da en el tramo de la línea A1377, Av. El Calvario y Colaisa, para este caso se consideró una falla monofásica en la fase A, para el mismo se consideró un tiempo de despeje de falla  $t = 0.05$  s, y con una ubicación del cortocircuito al 50% de la longitud total de la línea.



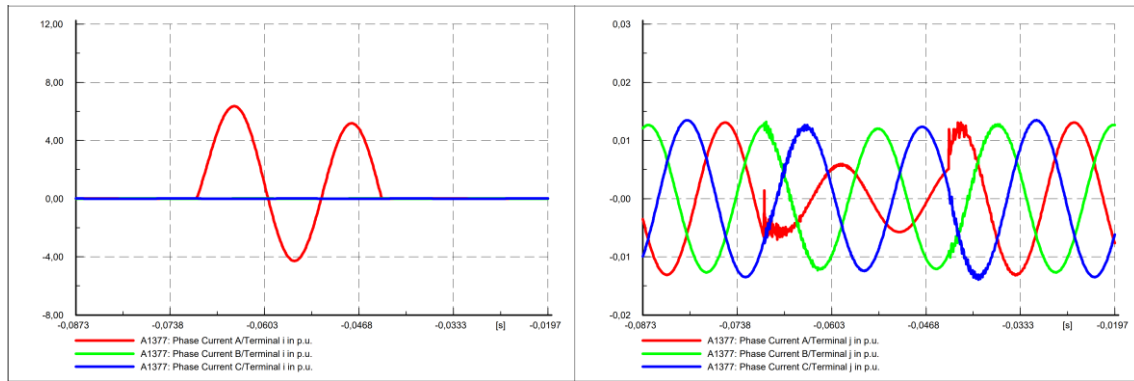
**Figura 5.14.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T02.

**Tabla 5.19.** Niveles de tensión Tramo A1377 cortocircuito monofásico.

Variaciones de tensión en el Tramo A1377			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.995	0.000	0.995
Fase B	0.997	1.375	0.997
Fase C	0.997	1.236	0.997

Para el caso de las corrientes se evidencia que en la fase A existe un incremento en la corriente del sistema, como se observa en la **Figura 5.15**. Después del despeje del cortocircuito se puede apreciar que al final del tramo de la línea las tres fases se estabilizan y entran a operar de manera normal, estas variaciones quedan evidenciadas en la **Tabla 5.20**.





**Figura 5.15.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T02.

**Tabla 5.20.** Niveles de corriente Tramo A1377 para cortocircuito monofásico.

Variación de corriente en el Tramo A1377			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.013	6.359	0.013
Fase B	0.013	0.013	0.013
Fase C	0.013	0.012	0.013

### Alimentador 0602SR0T04 El Niágara

#### Caso Demanda Máxima

En el alimentador tres se tomó en cuenta el tramo de línea ubicado en la Panamericana Sur E35 y ruta a Belisario Quevedo, cuyo código de identificación es B1382, para este caso se realizó una falla monofásica en la fase A, la misma está ubicada al 25% de la longitud total de la línea, con un tiempo de falla igual a  $t = 0.05 \text{ s}$ .

Para el análisis de tensiones en este caso se puede apreciar en la **Figura 5.16** que las tres fases del sistema quedan fuera de servicio hasta que se despeja la falla y vuelven a operar en su estado normal, las variaciones de tensión se detallan en la **Tabla 5.21**.

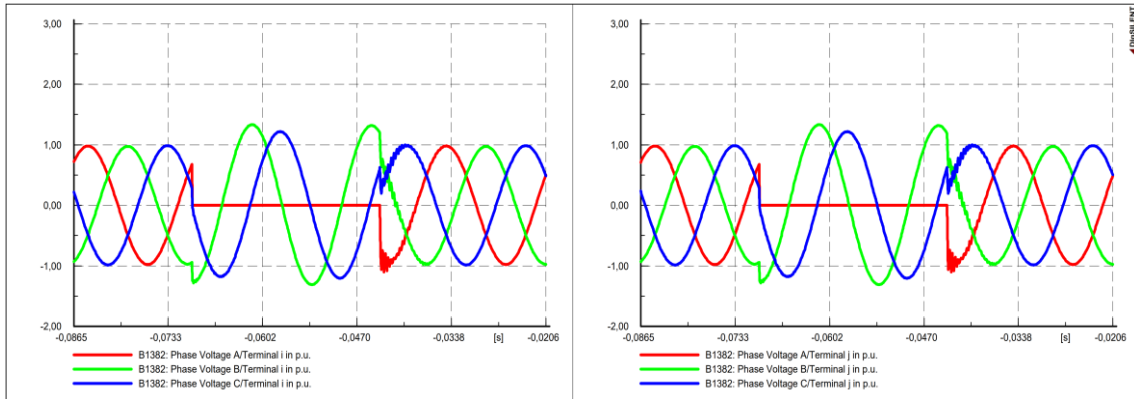


Figura 5.16. Resultados de simulación para voltajes del Tramo B1382 del AMT0602SRT04.

Tabla 5.21. Valores de tensión del Tramo B1382 cortocircuito monofásico.

Variaciones de tensión en el Tramo B1382			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.980	0.000	0.980
Fase B	0.974	1.333	0.974
Fase C	0.987	1.219	0.987

Para el caso de las corrientes se evidencia en la **Figura 5.17**, que la fase A donde claramente se aprecia una elevación del valor de la corriente que llega a un valor aproximado de 3.065 p.u., a diferencia de las fases A y B no existe una variación de intensidad considerable, todo esto mientras dura el cortocircuito, estas variaciones quedan especificadas en la **Tabla 5.22**.

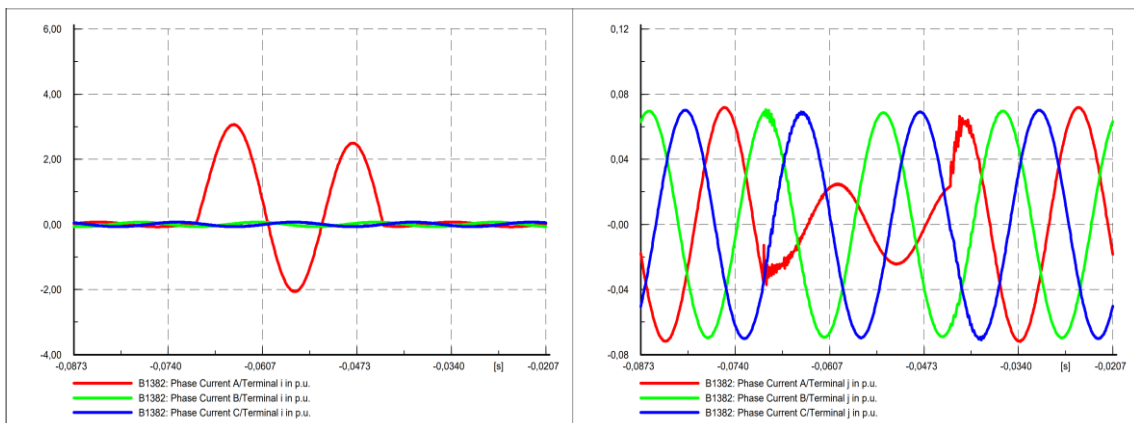


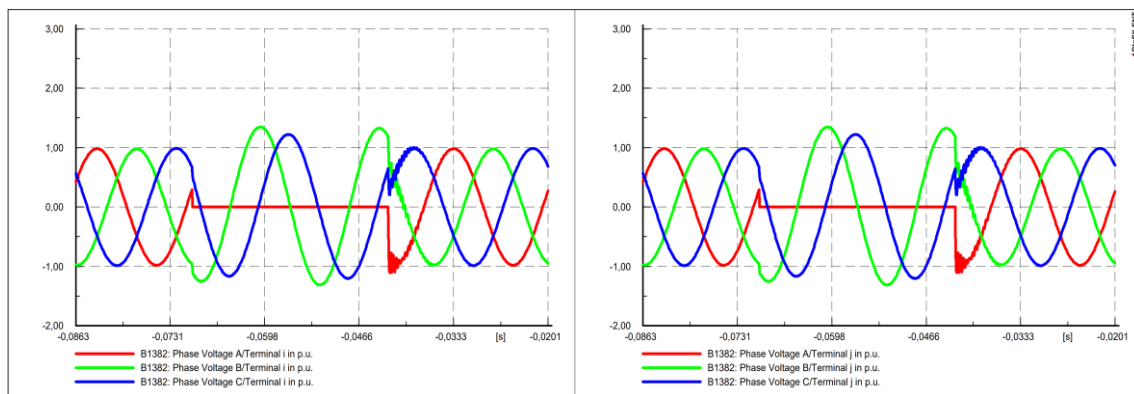
Figura 5.17. Resultados de simulación para corrientes del Tramo B1382 del AMT0602SRT04.

**Tabla 5.22.** Valores de corriente del Tramo B1382 para cortocircuito monofásico.

<b>Variación de corriente en el Tramo B1382</b>			
<b>Fases</b>	<b>Corrientes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.072	3.065	0.072
<b>Fase B</b>	0.070	0.069	0.070
<b>Fase C</b>	0.070	0.069	0.070

### Caso Demanda Media

La ubicación de la falla para este escenario se da en la línea con código B1382, dentro de DigSILENT PowerFactory, Sur E35 y ruta a Belisario Quevedo, se consideró una falla monofásica en la fase A con un periodo de tiempo de despeje  $t = 0.05$  s.

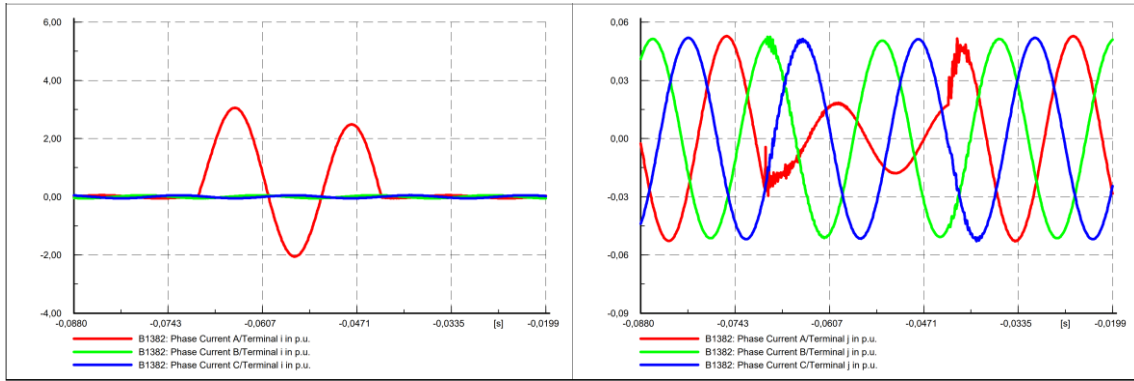


**Figura 5.18.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T04.

**Tabla 5.23.** Niveles de tensión Tramo B1382 para cortocircuito monofásico.

<b>Variaciones de tensión en el Tramo B1382</b>			
<b>Fases</b>	<b>Voltajes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Voltajes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Voltajes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.983	0.000	0.983
<b>Fase B</b>	0.978	1.346	0.978
<b>Fase C</b>	0.988	1.223	0.988

Para el caso de las corrientes se evidencia que, al momento de ocurrir la falla en la fase A sufre una elevación de corriente superior a 3.053 p.u., debido al gran número de clientes conectados a ese tramo. Después del despeje del cortocircuito se puede apreciar que al final del tramo de la línea las tres fases se estabilizan y entran a operar de manera normal, estas variaciones quedan evidenciadas en la **Figura 5.19** y la **Tabla 5.24**.



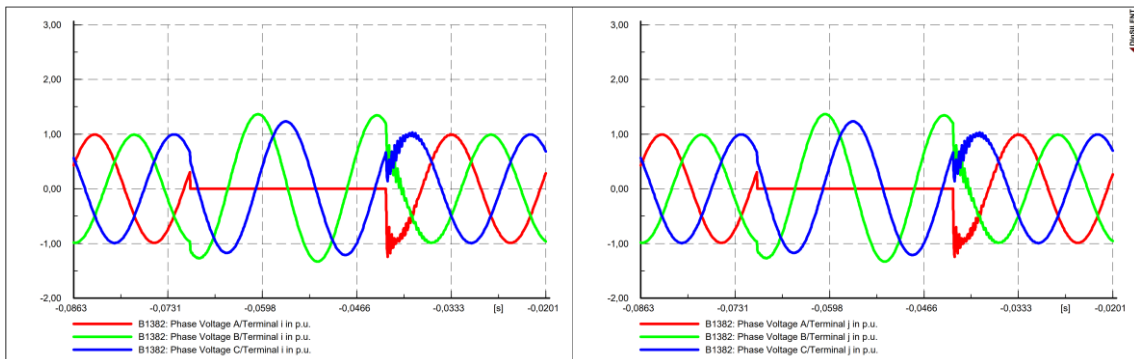
**Figura 5.19.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T04.

**Tabla 5.24.** Niveles de corriente Tramo B1382 cortocircuito monofásico.

Variación de corriente en el Tramo B1382			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.053	3.053	0.053
Fase B	0.052	0.050	0.052
Fase C	0.052	0.051	0.052

### Caso Demanda Mínima

Al igual que en los escenarios anteriores, el lugar de la falla se consideró el mismo tramo de línea B1382, Sur E35 y ruta a Belisario Quevedo, en este caso se ubicó una falla monofásica en la fase A, con un tiempo de despeje de falla  $t = 0.05 \text{ s}$ . En la **Figura 5.20**, se evidencia las variaciones de tensión en forma de ondas, y en la **Tabla 5.25**, se detallan los valores obtenidos en p.u.

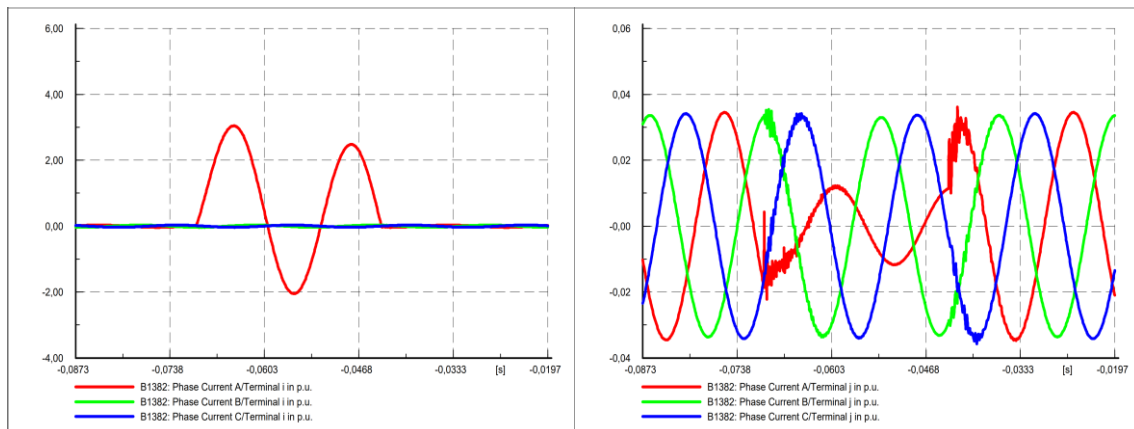


**Figura 5.20.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T04.

**Tabla 5.25.** Niveles de sobretensión Tramo B1382 para cortocircuito monofásico.

<b>Variaciones de tensión en el Tramo B1382</b>			
<b>Fases</b>	<b>Voltajes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Voltajes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Voltajes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.991	0.000	0.991
<b>Fase B</b>	0.989	1.364	0.989
<b>Fase C</b>	0.994	1.230	0.994

Para el caso de las corrientes se evidencia que, al momento de ocurrir la falla en la fase A, donde sufre una elevación de corriente, debido al impacto del cortocircuito en ese tramo. Después del despeje del cortocircuito se puede apreciar que al final del tramo de la línea las tres fases se estabilizan y entran a operar de manera normal, estas variaciones quedan evidenciadas en la **Figura 5.21** y en la **Tabla 5.26**.



**Figura 5.21.** Resultados de la simulación del cortocircuito para voltajes en el Alimentador 0602SR0T04.

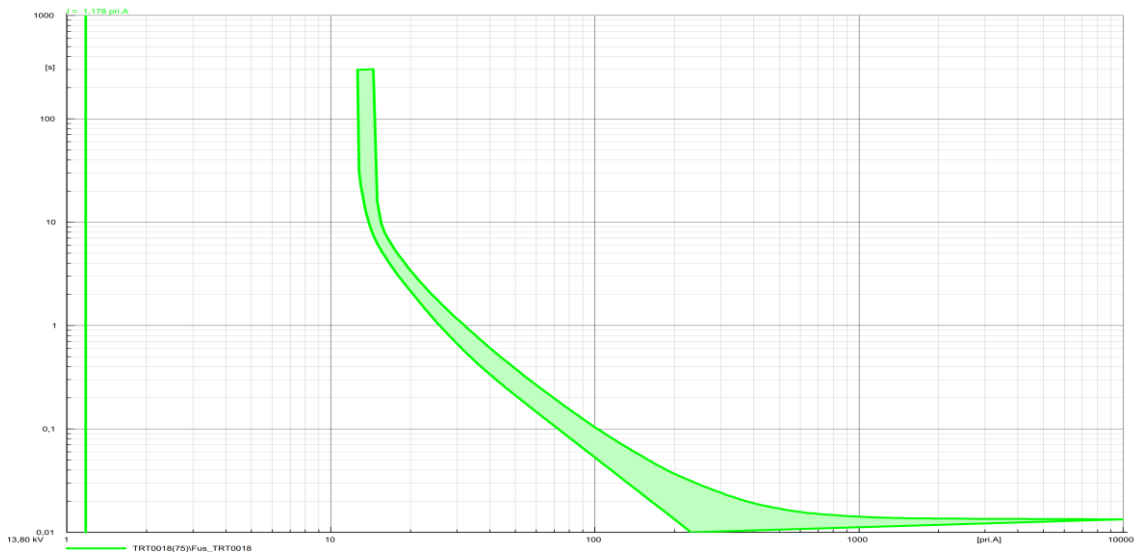
**Tabla 5.26.** Niveles de corriente Tramo B1382 cortocircuito monofásico.

<b>Variación de corriente en el Tramo B1382</b>			
<b>Fases</b>	<b>Corrientes antes de la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes pico durante la falla (p.u.)</b>	<b>Corrientes después de la falla (p.u.)</b>
<b>Fase A</b>	0.034	3.042	0.034
<b>Fase B</b>	0.034	0.033	0.034
<b>Fase C</b>	0.034	0.033	0.034

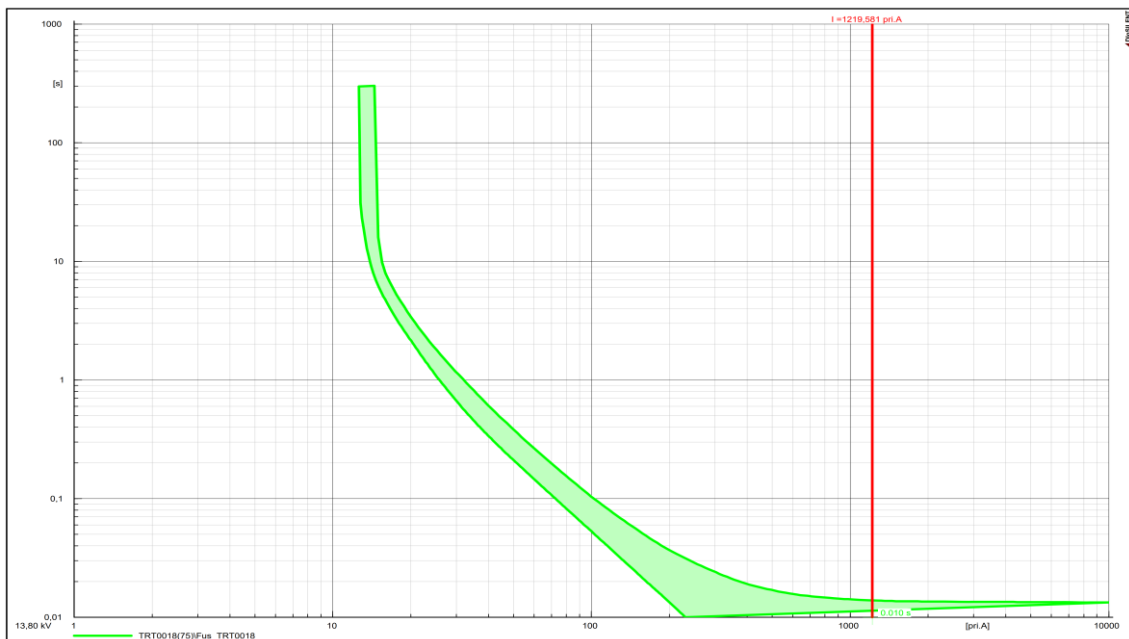
En el **Anexo J**, se muestran los resultados obtenidos cuando se simularon fallas bifásicas y trifásicas, en escenarios de demanda máxima, media y mínima, para los tres alimentadores que están conectados a la Subestación San Rafael.

**Falla Monofásica en el Fusible del Transformador TRT0018 (75)**

En la **Figura 5.22**, se puede visualizar la curva de operación del fusible de Tipo K, con una corriente de operación de la red de 1.178 A, cabe recalcar que dentro de este tiempo el fusible opera de manera normal y no incide en la operación regular del transformador. Después de que se generó un cortocircuito de tipo monofásico, el fusible entra en operación y su tiempo de respuesta ante la falla es de 0.01 segundos, tal como se aprecia en la **Figura 5.23**.



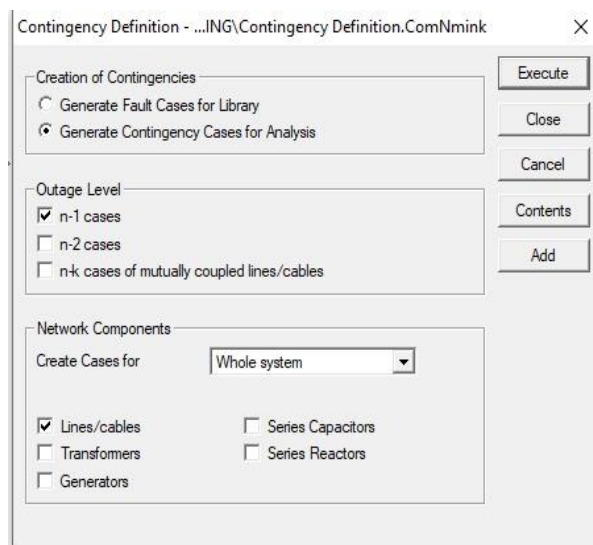
**Figura 5.22.** Curva de operación del fusible antes de que se produzca la falla.



**Figura 5.23.** Curva de operación del fusible cuando se produce la falla.

## 5.5. ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS: N-1

En esta sección se presentan los resultados del análisis de contingencias obtenidos durante la simulación del sistema de distribución de la Subestación San Rafael, tomando como referencia el Análisis Determinístico mencionado en la metodología la cual se encuentra descrita en la Sección 4.5.5. Para determinar los niveles de cargabilidad de los transformadores dentro del sistema de distribución, se tomará en consideración el escenario de operación de demanda máxima para cada uno de los alimentadores. Seguido se hace el retiro del transformador que supere el 116% de cargabilidad admitida por las normativas IEEE Std. C57.96 e IEC 60076-11 y con ello evidenciar las variaciones de tensión de los nodos de conexión de los transformadores aledaños. Para este caso se utilizó el módulo de *Contingency Definition*, donde se detallaron las características y elementos a considerar para la evaluación del sistema y visualizar lo que ocurre en el mismo.



**Figura 5.24.** Definición de las características para realizar el análisis de contingencia.

### **Alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera**

#### **Contingencia N-1: Transformador TRT0022(13)**

Para evidenciar las variaciones de cargabilidad de los transformadores en la **Tabla 5.27** se aprecian los porcentajes en un periodo de tiempo de demanda máxima que se obtienen con esta contingencia, tomando en consideración que se evalúo a un 80% de máxima operabilidad para los transformadores que se mantienen en operación. En la

**Tabla 5.28.** se observa el perfil de tensión cuando el sistema se encuentra operando con todos los elementos conectados a red.

**Tabla 5.27.** Resultados de la simulación de la variación de cargabilidad en demanda máxima de los transformadores en operación AMT 0602SR0T01.

Component	Branch, Substation or Site	Loading Continuous [%]	Contingency Name	Base Case and Continuous Loading [0 % - 138 %]
TR_TRT0022	TRT0022(13)	138,21	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(28)	112,37	1239	
TR_TRT0022	TRT0022(3)	108,99	1239	
TR_TRT0046	TRT0046	104,81	1239	
TR_TRT0020	TRT0020(2)	93,04	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(42)	89,57	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(40)	83,12	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(47)	81,61	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(41)	81,46	1239	

**Tabla 5.28.** Resultados de la simulación de perfil de tensión en los nodos de los transformadores en demanda máxima AMT 0602SR0T01.

Cod. Transf	Vnom L-L (kV)	Tensión (kV)	Tensión (p.u)
<b>TRT0022(13)</b>	13,8	13,78043	0,9985816
<b>TRT0018(28)</b>	13,8	13,78179	0,9986802
<b>TRT0022(3)</b>	13,8	13,82642	1,001914
<b>TRT0046</b>	13,8	13,78079	0,9986076
<b>TRT0020(2)</b>	13,8	13,78405	0,9988445
<b>TRT0018(42)</b>	13,8	13,76712	0,9976174
<b>TRT0018(40)</b>	13,8	13,76717	0,9976209
<b>TRT0018(47)</b>	13,8	13,81872	1,001356
<b>TRT0018(41)</b>	13,8	13,76720	0,9976233

Para demostrar la variación de perfil de tensión se dejó fuera de servicio al transformador TRT0022(13), debido a que este elemento supera el 116% de cargabilidad que establece las normas IEEE Std. C57-96 e IEC 60076-11 para periodos de tiempo de cuatro horas, que corresponde a la demanda máxima según el Pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución y como se explica en la Sección 4.5.3, con ello se tiene la **Tabla 5.29**, en la cual se evidencia de manera gráfica la cargabilidad de los transformadores que se mantienen en el rango de operabilidad después de la contingencia.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

**Tabla 5.29.** Resultados de la variación de cargabilidad cuando el transformador TRT0022(13) queda fuera de servicio.

Component	Branch, Substation or Site	Loading Continuous [%]	Contingency Name	Base Case and Continuous Loading [0 % - 138 %]
TR_TRT0018	TRT0018(28)	112,37	1239	
TR_TRT0022	TRT0022(3)	108,99	1239	
TR_TRT0046	TRT0046	104,81	1239	
TR_TRT0020	TRT0020(2)	93,04	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(42)	89,57	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(40)	83,12	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(47)	81,61	1239	
TR_TRT0018	TRT0018(41)	81,46	1239	

En la **Tabla 5.30** se aprecia las variaciones de tensión en los nodos de conexión de los transformadores cuando en la red se hace la desconexión del transformador TRT0022(13). En la misma se observa que existe una elevación en el nivel de tensión en modulo y ángulo que se encuentran en los límites establecidos en la Regulación No. ARCONEL 005/18.

**Tabla 5.30.** Resultados de perfil de tensión en los nodos de los transformadores después de la ejecución de la contingencia del AMT 0602SR0T01

Cod. Transf	Vnom L-L (kV)	Tensión (kV)	Tensión (p.u)
<b>TRT0022(13)</b>	13,8	13,78796	0,99912
<b>TRT0018(28)</b>	13,8	13,78868	0,99917
<b>TRT0022(3)</b>	13,8	13,82795	1,00202
<b>TRT0046</b>	13,8	13,78785	0,99911
<b>TRT0020(2)</b>	13,8	13,79033	0,99929
<b>TRT0018(42)</b>	13,8	13,77079	0,99788
<b>TRT0018(40)</b>	13,8	13,77084	0,99788
<b>TRT0018(47)</b>	13,8	13,8206	1,00149
<b>TRT0018(41)</b>	13,8	13,77087	0,99788

**Contingencia N-1: Línea 125**

Para este caso se realizó la contingencia dentro de la Línea 125 del Alimentador 0602SR0T01, cuando esta queda fuera de servicio. Para ello se puede observar en la **Tabla 5.31**, los niveles de tensión en módulo y ángulo cuando el sistema aun opera en su estado normal.

**Tabla 5.31.** Niveles de tensión en los nodos conectados al AMT 0602SR0T01.

Nombre	En la Carpeta	Vnom L-L (kV)	Tensión (kV)	Tensión (p.u)
107185_p	TRT0018(40)	13,8	13,70844	0,99336
107186_p	TRT0018(41)	13,8	13,70849	0,99336
107187_p	TRT0018(42)	13,8	13,70836	0,99335
108496_p	TRT0018(47)	13,8	13,79525	0,99965
11526_p	TRT0022(3)	13,8	13,80801	1,00058
11528_p	TRT0020(2)	13,8	13,74155	0,99576
43980_p	TRT0018(28)	13,8	13,73847	0,99554
43981_p	TRT0022(13)	13,8	13,73638	0,99538
70737_p	TRT0046	13,8	13,7372	0,99544

En la **Tabla 5.32**, se evidencia los cambios que se producen en los niveles de tensión, en módulo y ángulo, en los nodos cercanos a la subestación, debido a que las tensiones son cercanas al valor nominal de operación a comparación de las líneas que se encuentran en los tramos finales del alimentador. En el caso de los valores que constan con un valor de cero, en módulo y ángulo, se da debido a que esos nodos están conectados a la Línea 125.

**Tabla 5.32.** Niveles de tensión en los nodos conectados al AMT 0602SR0T01 después de ejecutada la contingencia.

Nombre	En la Carpeta	Vnom L-L (kV)	Tensión (kV)	Tensión (p.u)
107185_p	TRT0018(40)	13,8	13,74485	0,99600
107186_p	TRT0018(41)	13,8	13,74490	0,99600
107187_p	TRT0018(42)	13,8	13,74477	0,99599
108496_p	TRT0018(47)	13,8	13,81391	1,00100
11526_p	TRT0022(3)	13,8	13,82318	1,00168
11528_p	TRT0020(2)	13,8	0	0
43980_p	TRT0018(28)	13,8	0	0
43981_p	TRT0022(13)	13,8	0	0
70737_p	TRT0046	13,8	0	0

En el **Anexo K**, se describen los resultados obtenidos una vez ejecutadas las contingencias a cada uno de los alimentadores del sistema de distribución de la Subestación San Rafael de la Empresa Eléctrica “ELEPCO S.A.”.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones una vez culminado con el trabajo de investigación.

### 6.1. CONCLUSIONES

Se modelaron los tres alimentadores del sistema de distribución de la Subestación San Rafael, pertenecientes a la empresa eléctrica “ELEPCO S.A”, donde realizaron estudios en régimen permanente: flujos de potencia desbalanceados, análisis de cortocircuitos y análisis de contingencias dentro tres escenarios de demanda eléctrica. Comprobando así, que la red no presentó problemas de operación en cuanto a sus niveles de tensión, ya que los mismos se encuentran entre 0.95 y 1.02 p.u.

Al analizar el sistema de distribución como un sistema desbalanceado se logró evidenciar que, durante los periodos de consumo máximo (06h00 a 22h00), dentro de los tres alimentadores del sistema de distribución, existe una mayor cargabilidad en los transformadores y con ello se presentaron caídas de tensión en los nodos de conexión en las tres redes de distribución, dichas caídas de tensión no superan el 6% de variación para sistemas de media tensión, según lo que expresa la regulación de la ARCONEL 005/18.

Para el caso de análisis de cortocircuito se identificaron a aquellos ramales que cuentan con una mayor demanda dentro de los tres escenarios de operación, aplicado a cada uno de los alimentadores de la S/E. Determinando así que, para la falla monofásica los niveles de tensión en las fases que no se ven involucradas sufren una elevación de 0.97 a 1.4 p.u. aproximadamente. Mientras que, en la fase afectada el valor de la corriente sufre elevaciones drásticas que superan el 3.00 p.u., estableciendo así que, a mayor demanda conectada a la red, los valores pico de las corrientes de cortocircuito son mayores en al menos tres veces respecto a su valor nominal.

En cuanto al análisis de contingencias N-1 en los alimentadores de la Subestación San Rafael, se realizó la selección de los puntos con mayor cargabilidad correspondientes a los transformadores y las líneas. Se evidencia que, al retirar un elemento de la red de distribución (transformadores y/o líneas), los perfiles de tensión en los nodos en operación varían ligeramente, entre 0.007 y 0.03 p.u.

Al evaluar los límites de cargabilidad de los transformadores del sistema, se obtuvieron valores de sobrecarga que superan el 116%, lo cual se considera admisible para transformadores de distribución según IEEE Std. C57-96 e IEC 60076-11 en horas pico, lo que permite afirmar que, para contingencias N-1 los transformadores se sobrecargar y dependerá del tiempo de restauración la continuidad del servicio eléctrico a los usuarios que se encuentran conectados a ese elemento.

En base a los resultados obtenidos durante la simulación de operación del sistema, se puede concluir que el sistema de distribución se mantiene operando bajo los límites de variación de tensión regidos en la regulación ARCONEL 005/18 para sistemas de media tensión, inclusive bajo contingencias N-1, respondiendo de manera positiva a la hipótesis que se planteó para el presente trabajo de investigación.

## 6.2. RECOMENDACIONES

Para futuros trabajos de investigación este proyecto puede ser el punto de partida para realizar nuevos modelos georreferenciados de sistemas eléctricos de distribución ya sea de la Empresa Eléctrica Cotopaxi o de cualquier empresa distribuidora dentro del territorio nacional.

En este trabajo se consideraron estudios en régimen permanente que abarcaron los: análisis de flujos de potencia, análisis de cortocircuitos y análisis de contingencia. Para futuras líneas de investigación el modelo georreferenciado de la Subestación San Rafael puede ser ocupado para realizar estudios de: Planificación y Confiabilidad de Sistemas de Eléctricos, Flujo Óptimo de Potencia (OPF), Análisis de Sensibilidad y Coordinación de Protecciones dentro de los sistemas de distribución.

Para los formatos Línea, dentro de ArcGIS ese sugiere que para los *shapefile's* de línea los valores de ID (código de vano) dentro de la *Attribute Table* contenga una denominación con datos numéricos y sean sucesivos entre los vanos, con la finalidad de que las coordenadas iniciales y finales no generen erros en la gráfica al momento de la importación dentro de PowerFactory.

Posibles soluciones de ante contingencias en transformadores que sobrepasan los límites de cargabilidad en demanda máxima se deberían en trabajos futuros, por ejemplo, considerar redistribuir el número de usuarios hacia los transformadores aledaños o

reemplazar la colocación de un nuevo transformador para que exista un consumo homogéneo.

## 7. REFERENCIAS

- [1] E. Arancibia, “El uso de los sistemas de información geográfica – SIG- en la planificación estratégica de los recursos energéticos,” 2008.
- [2] J. L. Rodríguez and R. Olivella, *Introducción a los sistemas de información geográfica : conceptos y operaciones fundamentales*. 2010. [Online]. Available: [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/53645/1/Introducción a los sistemas de información geográfica.pdf%0Ahttp://ccuc.cbuc.cat/record=b5170112~S23\\*spl](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/53645/1/Introducción%20a%20los%20sistemas%20de%20información%20geográfica.pdf%0Ahttp://ccuc.cbuc.cat/record=b5170112~S23*spl)
- [3] C. A. Solís Intriago and H. Arcos, “Planificación De Redes Eléctricas De Distribución En Zonas Urbanas Consolidadas Considerando Criterios De Confiabilidad,” *Repos. Digit. Esc. Politécnica Nac.*, no. December, pp. 1–6, 2018, [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19398>
- [4] R. Sanhueza Hormazábal and M. Estrada Ramírez, “Integración de un sistema de información geográfica en la planificación y gestión de los sistemas de distribución eléctrica,” *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.*, vol. 22, no. 1, pp. 6–13, 2014, doi: 10.4067/s0718-33052014000100002.
- [5] R. Puerta, J. Rengifo, and N. Bravo, *ARCGIS BÁSICO 10*. Tingo María-Perú, 2011.
- [6] M. Kennedy, *Introducing Geographic Information Systems with ArcGIS*, Tercera Ed. 2013. doi: 10.1016/s0076-5392(08)60673-6.
- [7] F. Pucha, A. Fries, F. Cánovas, and F. Oñate, *Fundamentos de SIG. Aplicaciones con ArcGIS.*, no. July. Edilojs Cia Ltda, 2017.
- [8] F. Alonso Sarría, *Sistemas de Información Geográfica. Universidad de Murcia, departamento de Geografía*. 2006. [Online]. Available: <https://bit.ly/3sPPZ11>
- [9] J. Sitjar, “Los Sistemas de Información Geográfica al servicio de la sociedad,” *Cuad. Int. Tecnol. para el Desarro. Hum.*, no. 8, p. 13, 2009.
- [10] A. Pancini, *Electrical Distribution Engineering*, Tercera Ed. Estados Unidos de Norteamérica: Fairmont Press, Inc.
- [11] J. D. Juárez Cervantes, *Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica*, vol. 52,

no. 1. 2002.

- [12] C. Vásquez Ubilla and G. Reyes Vaca, “Análisis del Flujo de Potencia en Líneas de Transmisión largas, usando el banco de pruebas para Líneas de Transmisión de la UPS-Sede Guayaquil,” 2017. [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8840/3/CD-5914.pdf>
- [13] J. Jativa, G. Constante, and G. Cabrera, “Flujo de Potencia por Newton-Raphson con el Jacobiano Calculado en las Ecuaciones de Errores de Potencia,” *Rev. EPN*, vol. 33, no. 3, p. 7, 2014, [Online]. Available: [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/157/pdf](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/157/pdf)
- [14] J. J. Grainger and W. D. Stevenson, *ANALISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA*. México: McGraw-Hill.
- [15] G. Á. Gutierrez, “Estudio comparativo sobre metodologías de flujo de potencia en sistemas de distribución.,” Universidad Tecnológica de Pereira, 2008.
- [16] M. E. De Lima Tostes, U. H. Bezerra, R. D. S. Silva, C. C. M. Carvalho, and E. Muller, “Analysis of the impact caused by low voltage customers harmonic generation in the distribution grid by a harmonic three-phase load flow based on the current summation,” *2004 IEEE/PES Transm. Distrib. Conf. Expo. Lat. Am.*, pp. 803–808, 2004, doi: 10.1109/tdc.2004.1432485.
- [17] X. Hu, Z. W. Liu, G. Wen, X. Yu, and C. Li, “Branch-wise parallel successive algorithm for online voltage regulation in distribution networks,” *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 10, no. 6, pp. 6678–6689, 2019, doi: 10.1109/TSG.2019.2910169.
- [18] G. Gutiérrez Mata, M. Villaroel M., and S. Carter F., “Método suma de potencias en Sistemas de Distribución,” *Tecnol. en Marcha*, vol. 13, no. 4, pp. 75–80, 2001.
- [19] O. Álvarez, “Simulación de cortocircuitos en sistemas eléctricos de potencia usando métodos tradicionales y normativas,” Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2020.
- [20] M. Almeida, P. Andrés, and D. Francisco, “Estado del Arte de conmutación de líneas de transmisión con análisis de contingencias.,” *I+D Tecnológico*, Panamá,

- p. 13, 2019. [Online]. Available: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/339/3391595010/index.html%0AEsta>
- [21] J. Bueno and A. Cardona, “Análisis de contingencias simples (n-1),” *Univ. Tecnológica Pereira*, p. 1, 2018.
- [22] D. Santiana and D. Carrión, “Simulación de contingencias basados en flujos dinámicos de potencia para sistemas eléctricos de transmisión.,” 2019.
- [23] International Electrotechnical Commission, “International Standard IEC 60909-0: Short-circuit currents in three-phase alternating current systems - Part 0: Current calculation,” 2001. doi: 10.18356/2c64ca08-en.
- [24] International Electrotechnical Commission, “Technical Report IEC TR 60909-1: Short-circuit currents in three-phase alternating current systems - Part 1: Factors for the calculation of short-circuit currents according to IEC 60909-0.,” 2002.
- [25] IEEE, *IEEE Std 3002.2-2018: Recommended Practice for conducting Load-Flow Studies and Analysis of Industrial and Commercial Power Systems*. 2018.
- [26] IEEE, *IEEE 3002.3-2018 Std: Recommended Practice for Conducting Short-Circuit Studies and Analysis of Industrial and Commercial Power Systems*. New York, 2018. [Online]. Available: <http://www.dis.anl.gov/projects/PowerSystems.html>
- [27] Empresa Eléctrica Quito S.A., “Normas para Sistema de Distribución Parte A: Guía para diseño de Redes de Distribución.,” Quito, 2014.
- [28] Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A., “Plan General De Negocios , Expansión E Inversión,” Latacunga, 2019.
- [29] Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A., “Plan General De Negocios, Expansión E Inversión 2022,” Latacunga, 2019.
- [30] J. Carlos, C. Latorre, J. Manuel, and N. Jover, “ArcGIS 10 Prácticas paso a paso.” [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/70699>
- [31] ELEPCO S.A., “GeoPortal Web,” 2020. <https://elepcosa.com.ec/>
- [32] N. Sánchez Fleitas, R. Comas Rodríguez, and M. M. García Lorenzo, “Sistema Inteligente de Información Geográfica para las empresas eléctricas cubanas,”



*Ingeniare. Rev. Chil. Ing.*, vol. 27, no. 2, pp. 197–209, 2019, doi: 10.4067/s0718-33052019000200197.

- [33] J. Núñez, J. Cepeda, and G. Salazar, “Comparación Técnica entre los Programas de Simulación de Sistemas de Potencia DIgSILENT PowerFactory y PSS/E,” *Rev. Técnica “Energía,”* vol. 11, no. 1, pp. 22–30, 2015, doi: 10.37116/revistaenergia.v11.n1.2015.68.
- [34] B. Sereeter, C. Vuik, and C. Witteveen, “On a comparison of Newton–Raphson solvers for power flow problems,” *J. Comput. Appl. Math.*, vol. 360, pp. 157–169, 2019, doi: 10.1016/j.cam.2019.04.007.
- [35] DigSILENT GmbH, “DigSILENT PowerFactory 15: Tutorial,” Gomaringen, Alemania, 2014.
- [36] Dirección de Regulación Económica y Tarifas del Sector Eléctrico, “Pliego Tarifario Del Servicio Público De Energía Eléctrica Periodo: Enero-Diciembre 2021 Informe Institucional,” Quito, 2021.
- [37] Agencia de Regulación y control de electricidad, “RESOLUCIÓN Nro. ARCONEL-053/18,” Quito, 2018. [Online]. Available: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/053-18-Proyect-Regulac-Sustitutiva-a-Reg-N-CONELEC-004-01-Calidad-del-servicio-de-dist-y-comercializaci\u00f3n-de-EE.pdf>
- [38] S. Committee of the IEEE Power and E. Society, *IEEE Guide for Switchgear—Unit Substation—Requirements IEEE Power and Energy Society*, vol. 2013, 2013.
- [39] I. 60076-11, “International Standard International Standard,” *61010-1* © Iec2001, vol. 2003, p. 13, 2003.

## 8. ANEXOS

### Anexo A

#### Alimentadores conectados a la Subestación San Rafael

La Subestación San Rafael cuenta con 3 alimentadores primarios que están conectados a la misma. Los mismos cubren gran parte de la ciudad de Latacunga, abasteciendo de energía especialmente al sur de la ciudad [28].

#### Alimentador 0602SR0T01: Brigada Patria – La Calera.

Alimentador 0602SR0T01: Brigada Patria – La Calera	
<b>Urbanizaciones</b>	Los Nevados Maldonado Toledo Nueva Vida Vertientes del Cotopaxi.
<b>Barrios y/o Sectores</b>	Patután Santo Domingo Tennis Club Brigada Patria Coliseo Villa de Oficiales La Calera Zumbalica Escalera Loma Chantilín Chico San Vicente de Poalo Direl 10 Motel El Castillo Las Fuentes, La Estación Hotel Llactacunga Av. Iberoamericana Mercado Cerrado Latacunga Av. Eloy Alfaro Ciudadela Nilo Clínica Santa Cecilia Radio Nuevos Horizontes Hcda. San Sebastián Puente TV Cable Sr. Salguero. Televisión por cable - Sr. Agama. Instituto Simón Rodríguez Colegio Camilo Gallegos Mercado Mayorista Latacunga
<b>Gasolineras</b>	Sindicato de Chóferes Virgen de Las Mercedes Albán.
<b>Fábricas</b>	Granja de Don Diego Molidesa S.A La Pampa
<b>Plantaciones</b>	Tiliflor Stokman Rozentplant.
<b>Bombas de agua</b>	El Calvario (Eloy Alfaro), Tilipulito - Hcda. San Antonio Jorge Tapia Hacienda de la Brigada Patria Agencia ELEPCO, Sr. Amaya

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

## Alimentador 0602SR0T02: Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre.

<b>Alimentador 0602SR0T02: Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre</b>	
<b>Parroquias</b>	11 de Noviembre Poaló Santa Rosa de Pichul Transmisores de Radio Nuevos Horizontes Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
<b>Barrios y/o Sectores</b>	Calle Bolivia hasta la Av. 5 de junio (San Felipe) Loma Grande Cdla. UNE. Tanialo Tilipulo Santa Rosa de Pichul Los Hornos San José de Pichul Inchapo Chugchilan Cristo Rey. Aves Cotopaxí Bomba de Agua Colegio Simón Rodríguez Inchapo San Felipe desde Av 5 de Junio hacia el norte Urb. Los Arupos Urb. Federación de Barrios, Brazales, Santo Samana,
<b>Fábricas</b>	ILREPSA EXPLOCEM
<b>Plantaciones</b>	Enchantess Rosses
<b>Bombas de agua</b>	Tilipulo- El Chan-Zumbalica Hacienda La Rioja

## Alimentador 0602SR0T03: El Niágara.

<b>Alimentador 0602SR0T03: El Niágara</b>																							
<b>Urbanizaciones</b>	Las Fuentes Bedoya Mecánicos Ciudadela del Chofer Ciudadelas: Estupiñan, José Peralta.																						
<b>Barrios y/o Sectores</b>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">San Rafael</td> <td>Los Molinos</td> </tr> <tr> <td>San Juan</td> <td>Cdla Félix Valencia</td> </tr> <tr> <td>Sarapamba</td> <td>MOP</td> </tr> <tr> <td>San Juan Chan</td> <td>Los Pinos</td> </tr> <tr> <td>Chan de Lagla</td> <td>Bodegas del Municipio</td> </tr> <tr> <td>Chan Chico</td> <td>Automotores de la Sierra</td> </tr> <tr> <td>Chan Grande</td> <td>Andinamotors</td> </tr> <tr> <td>Guambalo</td> <td>Agencia Andinatel en la</td> </tr> <tr> <td>Chugchilan</td> <td>Estación. Terminal Terrestre</td> </tr> <tr> <td>Rumipamba</td> <td>Clínica Continental</td> </tr> <tr> <td>Vásconez Cuvi</td> <td></td> </tr> </table>	San Rafael	Los Molinos	San Juan	Cdla Félix Valencia	Sarapamba	MOP	San Juan Chan	Los Pinos	Chan de Lagla	Bodegas del Municipio	Chan Chico	Automotores de la Sierra	Chan Grande	Andinamotors	Guambalo	Agencia Andinatel en la	Chugchilan	Estación. Terminal Terrestre	Rumipamba	Clínica Continental	Vásconez Cuvi	
San Rafael	Los Molinos																						
San Juan	Cdla Félix Valencia																						
Sarapamba	MOP																						
San Juan Chan	Los Pinos																						
Chan de Lagla	Bodegas del Municipio																						
Chan Chico	Automotores de la Sierra																						
Chan Grande	Andinamotors																						
Guambalo	Agencia Andinatel en la																						
Chugchilan	Estación. Terminal Terrestre																						
Rumipamba	Clínica Continental																						
Vásconez Cuvi																							
<b>Gasolineras</b>	Silva Terán																						
<b>Fábricas</b>	Avícola INCUVANDINA-099700032 Rectificadora SAME 2813757 DON DIEGO Cultivos PREMIUM 812845 INDUACERO LADELCO-812-450 Fábrica de PIEDRA POMEZ Dr. Juan Francisco Proaño Talleres de la Mamut																						
<b>Bombas de agua</b>	San Juan																						

## Anexo B

Para la elaboración del modelo georreferenciado del sistema de distribución se describen a detalle las etapas mencionadas en la sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

### Adquisición de datos de las características actuales del sistema

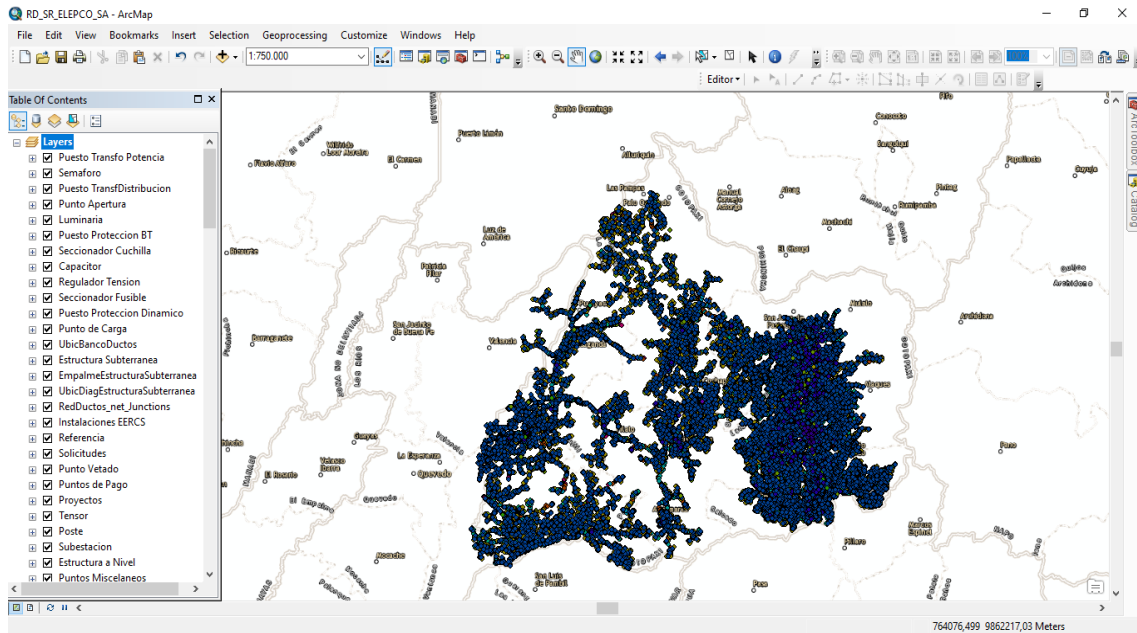


Figura 8.1. Formato punto de Sistema de Distribución ELEPCO S.A. en ArcGIS 10.5.

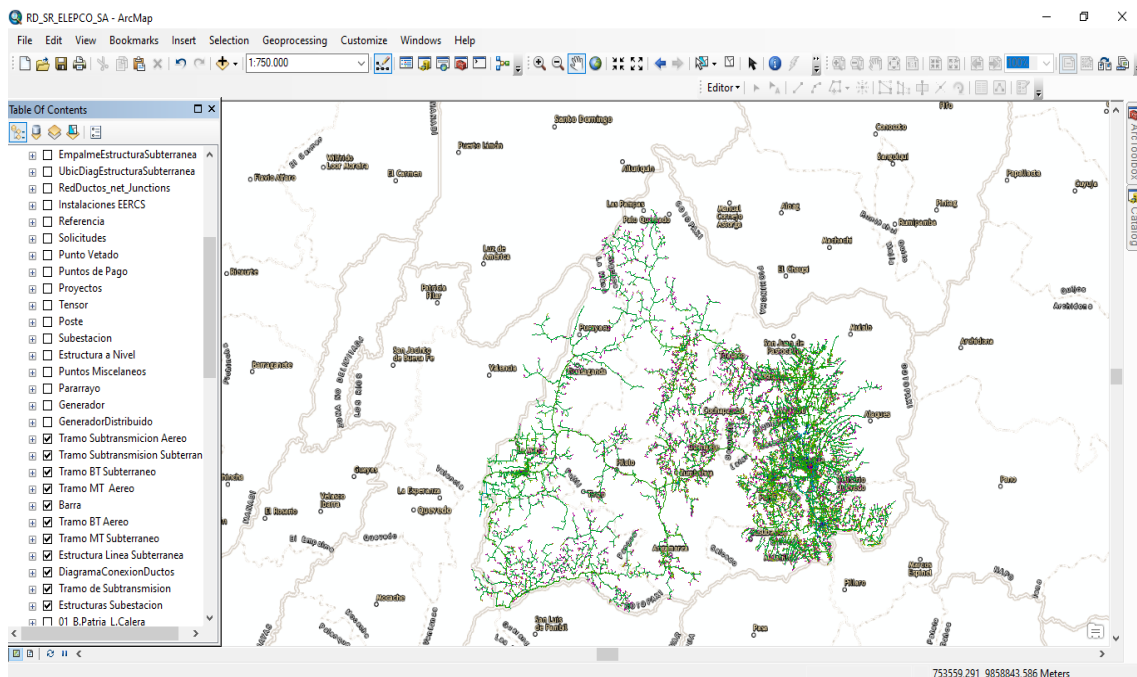
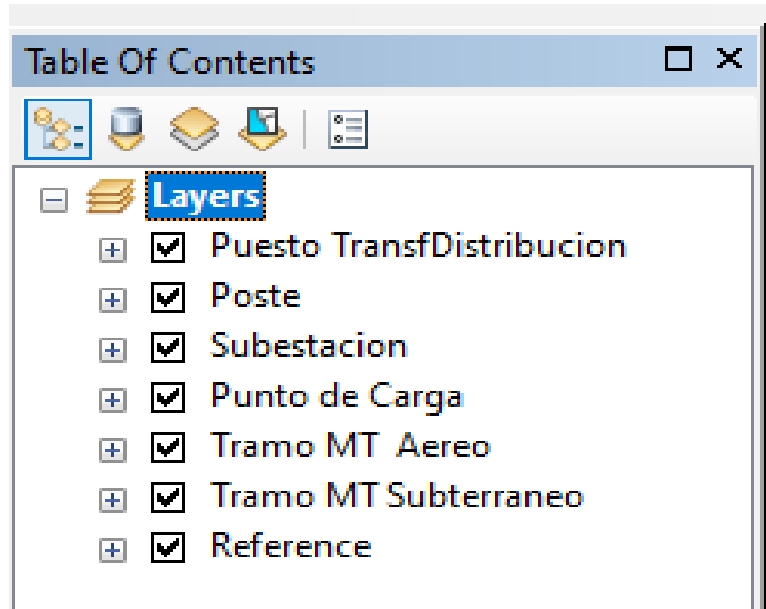


Figura 8.2. Formato línea de Sistema de Distribución ELEPCO S.A. en ArcGIS 10.5.

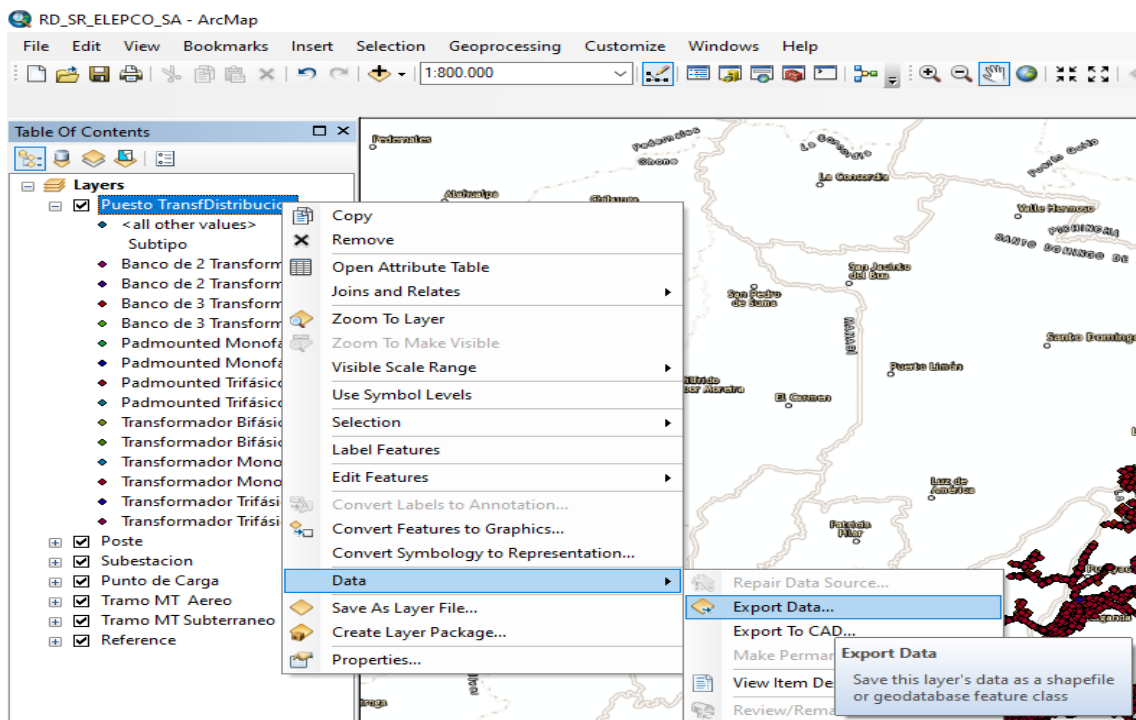
Anexo C

Tratamiento de los datos

Información de mayor relevancia ArcGIS

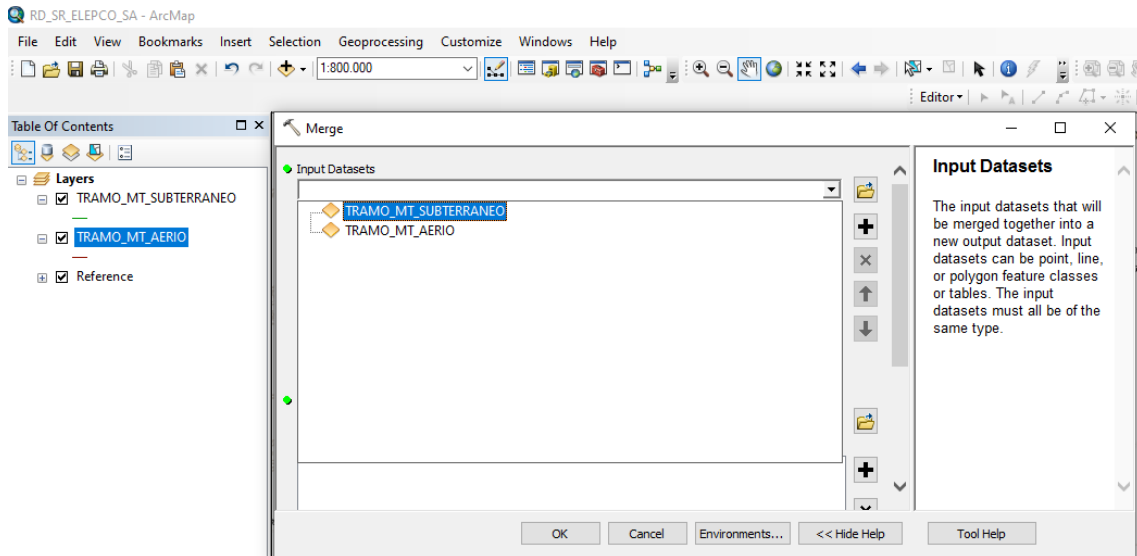


Exportar datos de *Table Of Contents* en formato Shape.



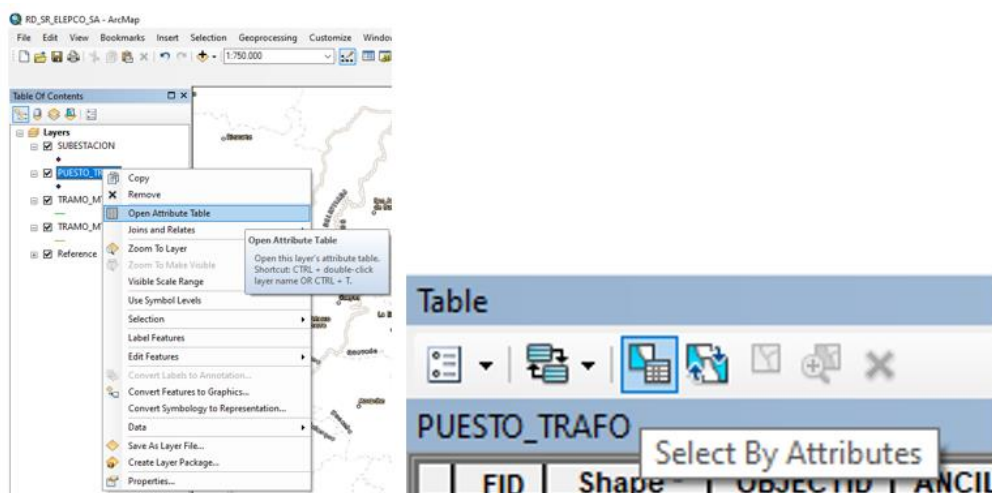
### Unión de dos formatos *Shape* con *Merge*

*Merge* es una herramienta para combinar conjuntos de datos de entrada con un conjunto de datos existente, este paso se realiza debido a que DigSILENT no reconoce las líneas aéreas y subterráneas para el software es solo una línea cualquiera.



Se deberá tener en cuenta la codificación de cada uno de los alimentadores y transformadores salientes de la subestación para luego generar un formato *shape* como se muestran continuación:

### Separación de alimentadores correspondiente a la subestación San Rafael - ELEPCO S.A



Select by Attributes - Seleccionar por atributos

The screenshot shows the 'Table' window in ArcMap displaying the 'PUESTO\_TRAFO' table. The 'Select by Attributes' dialog box is open, allowing the user to select records based on specific attribute values. The dialog box shows the following configuration:

- Method: Create a new selection
- Attributes: "ALIMENTADO", "ALIMENTA\_1", "ALIMENTA\_2", "PROYECTO", "FECHACONST"
- Operator: =
- Value: '0602SR0T01'
- SQL Statement: SELECT \* FROM PUESTO\_TRAFO WHERE: "ALIMENTADO" = '0602SR0T01'

FID	Shape	OBJECTID	ANCILLARYR	ENABLED	USUARIOREG	FECHAREGIS	FECHAMODIF	USUARIOMOD	ELECTRICTR	ALIMENTADO	ALIMENTA_1	ALIMENTA_2
0	Point	1	0	1	smedina	31/1/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0601CV0T02		
1	Point	2	0	1	smedina	31/1/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0601CV0T02		
2	Point	3	0	1	smedina					0601CV0T02		
3	Point	4	0	1	smedina					0601CV0T02		
4	Point	5	0	1	smedina					0601CV0T02		
5	Point	6	0	1	smedina					0601CV0T02		
6	Point	7	0	1	smedina					0601CV0T02		
7	Point	8	0	1	smedina					0601CV0T02		
8	Point	9	0	1	smedina					0601CV0T02		
9	Point	10	0	1	smedina					0601CV0T02		
10	Point	11	0	1	smedina					0601CV0T02		
11	Point	12	0	1	smedina					0601CV0T02		
12	Point	13	0	1	smedina					0601CV0T02		
13	Point	14	0	1	smedina					0601CV0T02		
14	Point	15	0	1	smedina					0601CV0T02		
15	Point	16	0	1	smedina					0601CV0T02		
16	Point	17	0	1	smedina					0601CV0T02		
17	Point	18	0	1	smedina					0601CV0T02		
18	Point	19	0	1	smedina					0601CV0T02		
19	Point	20	0	1	smedina					0601CV0T02		
20	Point	21	0	1	smedina					0601CV0T02		
21	Point	22	0	1	smedina					0601CV0T02		
22	Point	30	0	1	smedina					0601CV0T01		
23	Point	31	0	1	smedina					0601CV0T01		
24	Point	32	0	1	smedina					0601CV0T01		
25	Point	321	0	1	smedina					0601CV0T01		
26	Point	322	0	1	smedina					0601CV0T01		
27	Point	323	0	1	smedina					0601CV0T01		
28	Point	324	0	1	smedina					0601CV0T01		
29	Point	325	0	1	smedina					0601CV0T01		
30	Point	326	0	1	smedina					0601CV0T01		
31	Point	327	0	1	smedina					0601CV0T01		
32	Point	328	0	1	smedina					0601CV0T01		
33	Point	329	0	1	smedina					0601CV0T01		
34	Point	330	0	1	smedina					0601CV0T01		
35	Point	331	0	1	smedina					0601CV0T01		
36	Point	332	0	1	smedina					0601CV0T01		
37	Point	333	0	1	smedina					0601CV0T01		
38	Point	334	0	1	smedina	10/2/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0601CV0T01		
39	Point	335	0	1	smedina	10/2/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0601CV0T01		
40	Point	336	0	1	smedina	10/2/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0601CV0T01		
41	Point	337	0	1	smedina	10/2/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0601CV0T01		
42	Point	338	0	1	smedina	10/2/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0601CV0T01		
43	Point	339	0	1	smedina	10/2/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0601CV0T01		

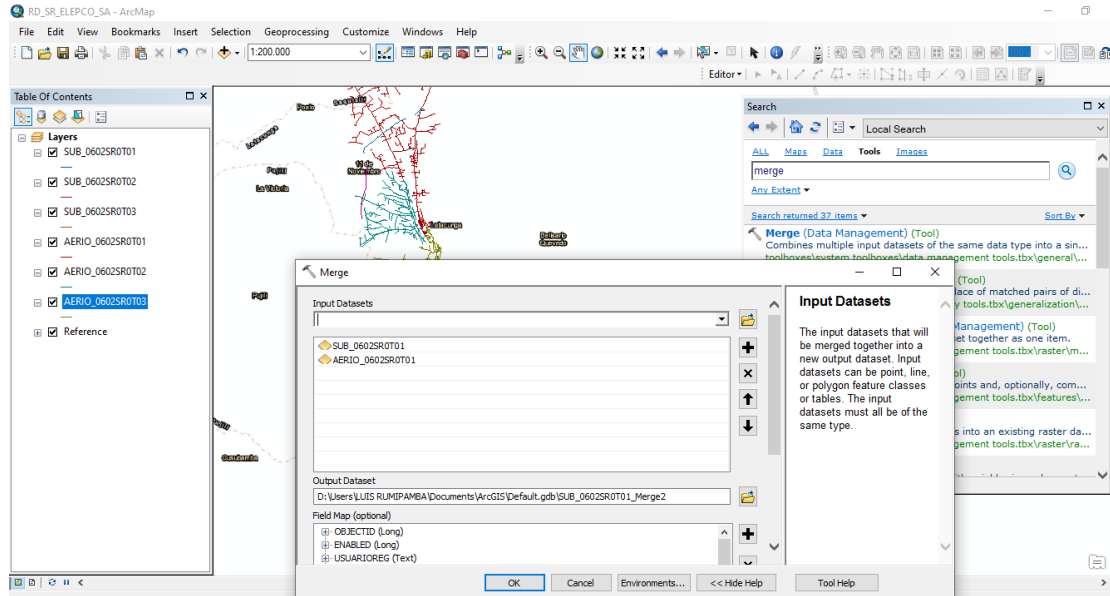
Elaboración de un nuevo formato Shapefile

The screenshot shows the 'Table' window in ArcMap with the 'Data' menu open. The 'Export Data' option is highlighted, and the 'Export Data' dialog box is open. The dialog box shows the following configuration:

- Export To: Shapefile
- Export To: Save this layer's data as a shapefile or geodatabase feature class

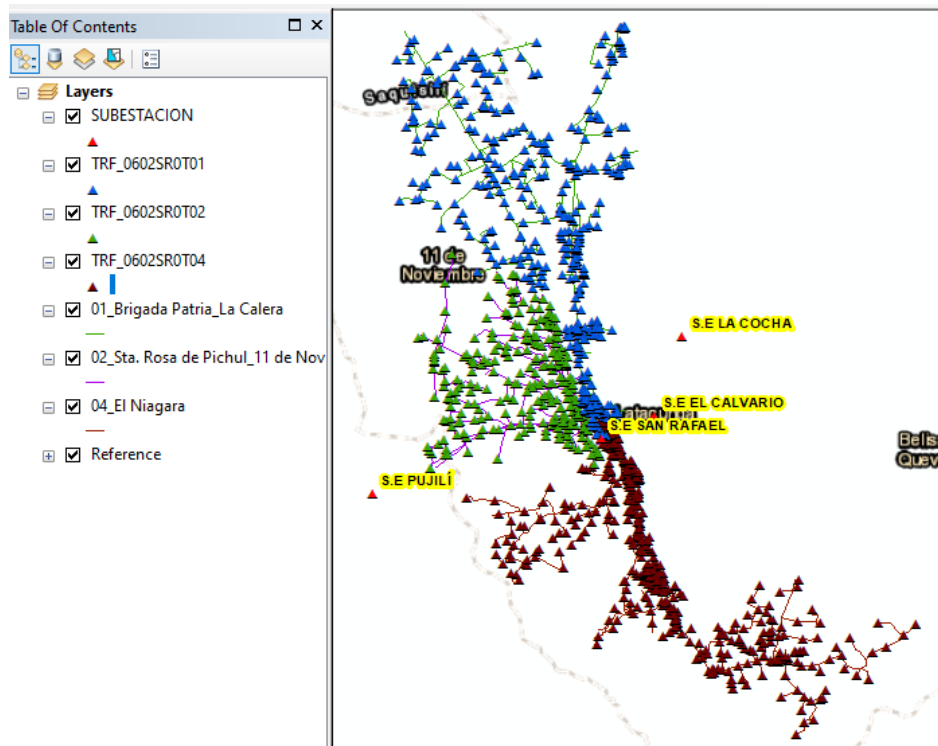
FID	Shape	OBJECTID	ANCILLARYR	ENABLED	USUARIOREG	FECHAREGIS	FECHAMODIF	USUARIOMOD	ELECTRICTR	ALIMENTADO	ALIMENTA_1	ALIMENTA_2
438	Point	3847	0	1	smedina	10/5/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
439	Point	3848	0	1	smedina	10/5/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
440	Point	3849	0	1	smedina	10/5/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
441	Point	3850	0	1	smedina	10/5/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	3851	0	1	smedina	10/5/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	3852	0	1	smedina	10/5/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	3856	0	1	smedina	10/5/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11248	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11521	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11526	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11527	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		7
	Point	11528	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11529	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11530	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11531	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11532	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11533	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11535	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11537	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11538	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11540	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0602SR0T01		4
	Point	11541	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11542	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11543	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0602SR0T01		2
	Point	11544	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11545	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0602SR0T01		2
	Point	11546	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11547	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11548	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0602SR0T01		4
	Point	11549	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11550	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0602SR0T01		2
	Point	11551	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11552	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11553	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11554	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11555	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11556	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11557	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11558	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0602SR0T01		4
	Point	11559	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11560	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0602SR0T01		2
	Point	11561	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11562	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11563	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11564	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11565	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11566	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11567	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0602SR0T01		4
	Point	11568	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11569	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0602SR0T01		2
	Point	11570	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11571	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11572	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0602SR0T01		4
	Point	11573	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11574	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0602SR0T01		2
	Point	11575	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11576	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11577	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0602SR0T01		4
	Point	11578	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11579	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0602SR0T01		2
	Point	11580	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11581	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1610694704	0602SR0T01		1
	Point	11582	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	805388312	0602SR0T01		4
	Point	11583	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		7
	Point	11584	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	1342259240	0602SR0T01		2
	Point	11585	0	1	smedina	7/8/2012	28/12/2020	smedina	81920	0602SR0T01		

## Unión de dos formatos *shape* de los alimentadores subterráneo y aéreo con la opción *Merge*



Se obtiene como resultado final la red ubicada en ArcGIS con sus elementos: la subestación, transformadores de distribución y los tres alimentadores de media tensión.

### Alimentadores de la subestación San Rafael



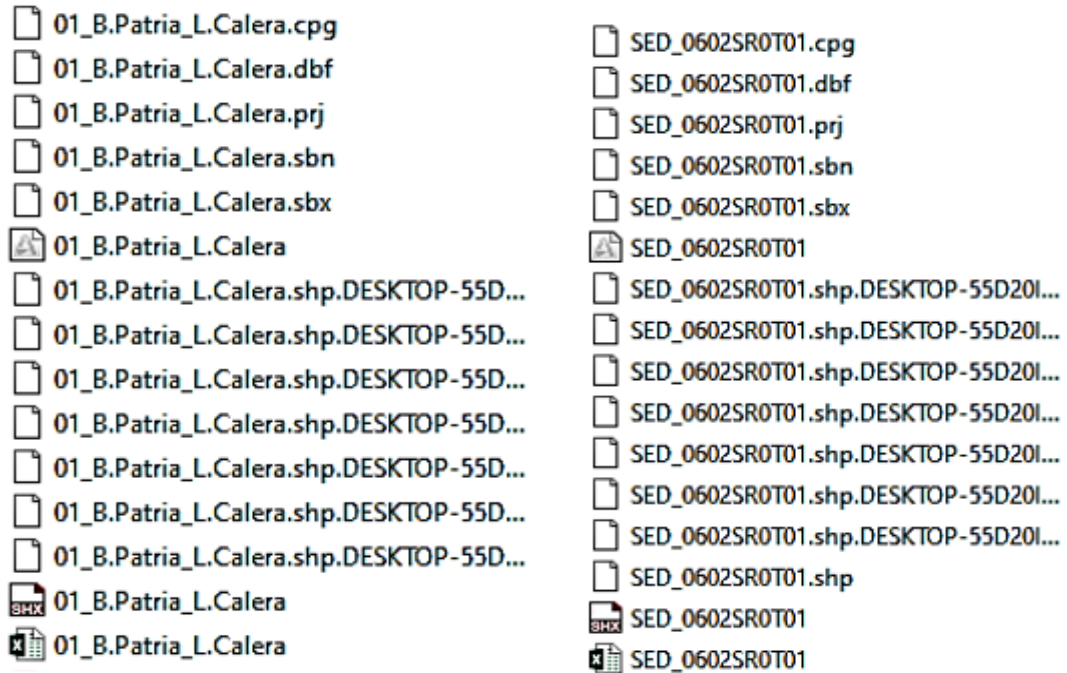


**Anexo D**

Para la elaboración de los formatos Sed y Línea, ArcGIS genera varios archivos en formato *shape*. El archivo (.dbf) es el tipo de formato que permitirá abrir en Microsoft Excel.

**Modelado de la red**

**Formatos generados por ArcGIS**



**Plantilla para generar formato línea**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	vancodij	vancodigoar	vanvano	posteinici	postef	X_START	Y_START	X_END	Y_END	cond	tensio	fas		vancodigo	
2	1		25.96			764524.1466250	9896347.5415000	764505.7885000	9896365.8997500	AL_120	13.8_3	3		1	
3	2		7.53			764505.7885000	9896365.8997500	764503.5945000	9896358.7007500	AL_120	13.8_3	3		2	
4	3		41.01			764503.5945000	9896358.7007500	764463.6158750	9896349.5553800	AL_120	13.8_3	3		3	
5	4		134.09			764463.6158750	9896349.5553800	764403.0171250	9896469.1757500	AL_120	13.8_3	3		4	
6	5		1.00			764403.0171250	9896469.1757500	764403.9438750	9896469.5512500	AL_120	13.8_3	3		5	
7	6		69.02			764403.0171250	9896469.1757500	764371.9363750	9896530.8068800	AL_120	13.8_3	3		6	
8	7		9.87			764371.9363750	9896530.8068800	764380.8926250	9896534.9532500	AL_120	13.8_3	3		7	
9	8		9.34			764380.8926250	9896534.9532500	764389.6443750	9896538.2276300	AL_120	13.8_3	3		8	
10	9		7.69			764389.6443750	9896538.2276300	764386.1696250	9896545.0855000	AL_120	13.8_3	3		9	
11	10		12.09			764389.6443750	9896538.2276300	764394.5432500	9896527.1791200	AL_120	13.8_3	3		10	
12	11		38.08			764394.5432500	9896527.1791200	764412.0798750	9896493.3718700	AL_120	13.8_3	3		11	
13	12		0.60			764412.0798750	9896493.3718700	764411.5400000	9896493.1106300	AL_120	13.8_3	3		12	
14	13		35.02			764412.0798750	9896493.3718700	764428.1533750	9896462.2567500	AL_120	13.8_3	3		13	
15	14		5.16			764428.1533750	9896462.2567500	764432.9635000	9896460.3881300	AL_120	13.8_3	3		14	
16	15		29.42			764432.9635000	9896460.3881300	764459.1402500	9896473.8147500	AL_120	13.8_3	3		15	
17	16		0.60			764459.1402500	9896473.8147500	764459.4837500	9896473.3227500	AL_120	13.8_3	3		16	
18	17		45.40			764459.4837500	9896473.8147500	764430.7547500	9896557.4901300	AL_120	13.8_3	3		17	
19	18		176.77			764430.7547500	9896557.4901300	764509.4493750	9896399.2047500	AL_120	13.8_3	3		18	
20	19		63.99			764430.7547500	9896557.4901300	764401.7387500	9896614.5203800	AL_120	13.8_3	3		19	
21	20		13.11			764401.7387500	9896614.5203800	764390.5162500	9896621.2966300	AL_120	13.8_3	3		20	
22	21		31.98			764390.5162500	9896621.2966300	764420.2466250	9896633.0671300	AL_120	13.8_3	3		21	
23	22		0.60			764420.2466250	9896633.0671300	764420.4661250	9896632.5087500	AL_120	13.8_3	3		22	

### Formato línea

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	vancodigo	ancodigo	vanvan	posteinic	postefir	vanx1	vany1	vanx2	vany2	conmater	Tension	PHTEC	seccionad
2	1	0	25.96	Nodo0	1_p	764524.147	9896347.5	764505.79	9896365.9	AL_120	13.8_3	3	0
3	2	1	7.53	1_p	2_p	764505.789	9896365.9	764503.59	9896358.7	AL_120	13.8_3	3	0
4	3	2	41.01	2_p	3_p	764503.595	9896358.7	764463.62	9896349.6	AL_120	13.8_3	3	0
5	4	3	134.09	3_p	4_p	764463.616	9896349.6	764403.02	9896469.2	AL_120	13.8_3	3	0
6	5	4	1.00	4_p	5_p	764403.017	9896469.2	764403.94	9896469.6	AL_120	13.8_3	3	0
7	6	4	69.02	5_p	6_p	764403.017	9896469.2	764371.94	9896530.8	AL_120	13.8_3	3	0
8	7	6	9.87	6_p	7_p	764371.936	9896530.8	764380.89	9896535	AL_120	13.8_3	3	0
9	8	7	9.34	7_p	8_p	764380.893	9896535	764389.64	9896538.2	AL_120	13.8_3	3	0
10	9	8	7.69	8_p	9_p	764389.644	9896538.2	764386.17	9896545.1	AL_120	13.8_3	3	0
11	10	8	12.09	9_p	10_p	764389.644	9896538.2	764394.54	9896527.2	AL_120	13.8_3	3	0
12	11	10	38.08	10_p	11_p	764394.543	9896527.2	764412.08	9896493.4	AL_120	13.8_3	3	0
13	12	11	0.60	11_p	12_p	764412.08	9896493.4	764411.54	9896493.1	AL_120	13.8_3	3	0
14	13	11	35.02	12_p	13_p	764412.08	9896493.4	764428.15	9896462.3	AL_120	13.8_3	3	0
15	14	13	5.16	13_p	14_p	764428.153	9896462.3	764432.96	9896460.4	AL_120	13.8_3	3	0
16	15	14	29.42	14_p	15_p	764432.964	9896460.4	764459.14	9896473.8	AL_120	13.8_3	3	0
17	16	15	0.60	15_p	16_p	764459.14	9896473.8	764459.48	9896473.3	AL_120	13.8_3	3	0
18	17	8	45.40	8_p	17_p	764389.644	9896538.2	764430.75	9896557.5	AL_120	13.8_3	3	0
19	18	17	176.77	17_p	18_p	764430.755	9896557.5	764509.45	9896399.2	AL_120	13.8_3	3	0

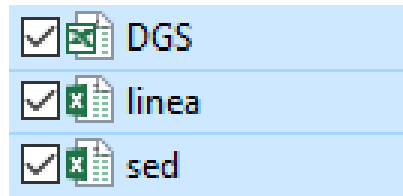
### Plantilla para generar formato sed

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Codigo_T	vancodigo	PotIns	xx	yy	nodcodig	nclientes	TypTrafo	PH
2	TRT0019	3847	45	764411.54	9896493.11	3847_p	61	45_13.8_3	3
3	TRT0022	3848	75	764483.544	9896584	3848_p	77	75_13.8_3	3
4	TRT0019	3849	45	764656.646	9896434.29	3849_p	50	45_13.8_3	3
5	TRT0022	3850	75	764459.484	9896473.32	3850_p	63	75_13.8_3	3
6	TRT0020	3851	50	764498.467	9896535.94	3851_p	49	50_13.8_3	3
7	TRT0020	3852	50	764539.138	9896467.06	3852_p	49	50_13.8_3	3
8	TRT0022	3856	75	764420.466	9896632.51	3856_p	48	75_13.8_3	3
9	TRT0021	11248	60	764306.917	9897268.95	11248_p	45	60_13.8_3	3
10	TRT0023	11521	100	764161.806	9897078.37	11521_p	25	100_13.8_3	3
11	TRT0022	11526	75	764392.805	9896768.51	11526_p	150	75_13.8_3	3
12	TRT0012	11527	15	764287.263	9896750.07	11527_p	13	15_13.8_3	3
13	TRT0020	11528	50	764577.892	9896902.19	11528_p	84	50_13.8_3	3
14	TRT0022	11529	75	764523.95	9896978.35	11529_p	1	75_13.8_3	3
15	TRT0018	11530	30	764561.503	9897077.73	11530_p	1	30_13.8_3	3
16	TRT0025	11531	125	764570.939	9897066.2	11531_p	111	125_13.8_3	3
17	TRT0002	11532	5	764676.759	9896971.72	11532_p	0	5_13.8_3	3
18	TRT0017	11533	15	764626.251	9897011.87	11533_p	6	15_13.8_3	3
19	TRT0018	11535	30	764125.618	9897268.7	11535_p	2	30_13.8_3	3
20	TRT0023	11537	100	764390.579	9897321.43	11537_p	35	100_13.8_3	3
21	TRT0020	11538	50	764334.178	9897376.35	11538_p	2	50_13.8_3	3
22	TRT0004	11540	15	764087.087	9897809.26	11540_p	2	15_13.8_3	3
23	TRT0018	11541	30	764041.767	9897903.96	11541_p	1	30_13.8_3	3

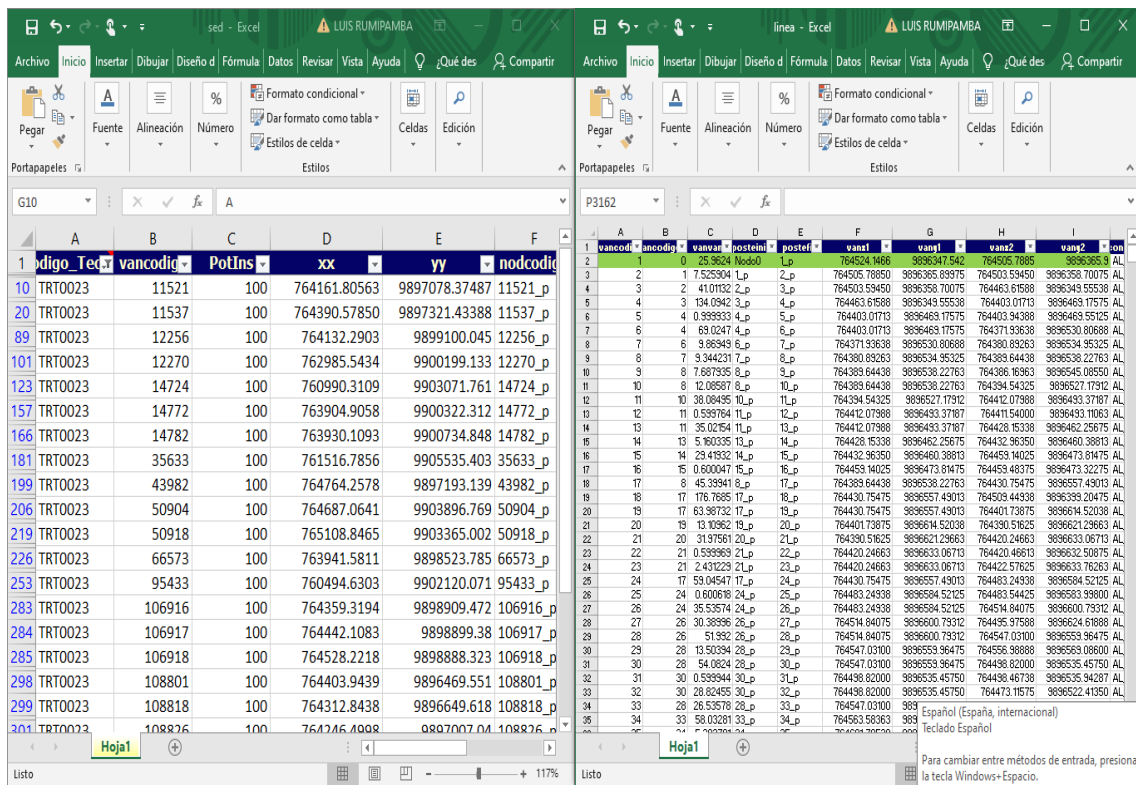
# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

Para generar el formato DGS se debe tener dos archivos en Microsoft Excel, el archivo tipo Sed, correspondiente a las características de los transformadores y el archivo tipo Línea, correspondientes a las características de las líneas de los alimentadores.

## Elaboración de formato DGS

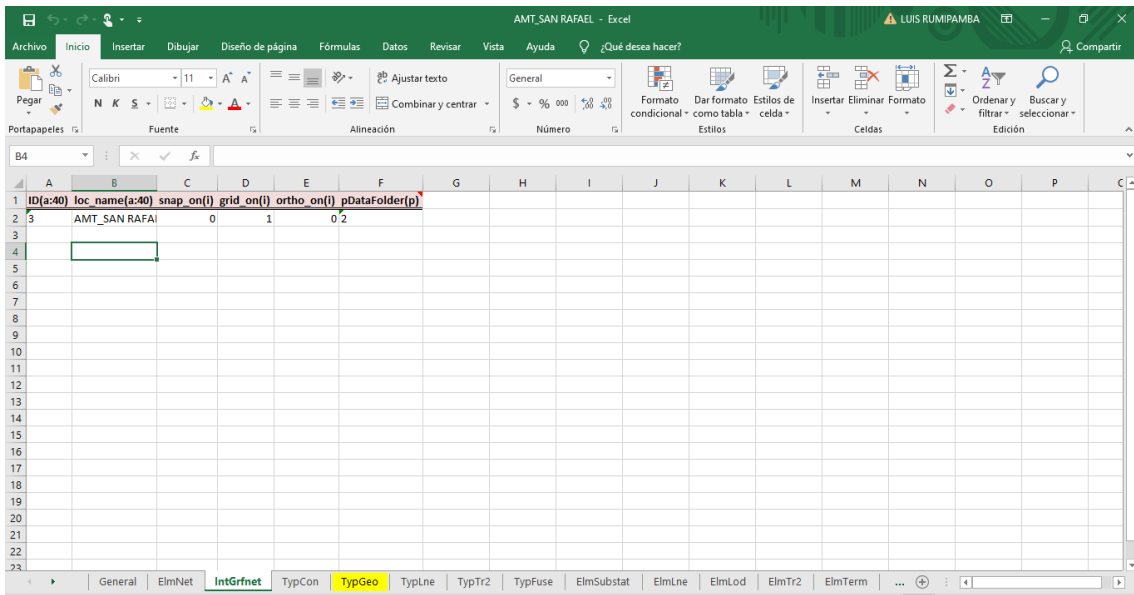


## Formato sed y línea en Microsoft Excel

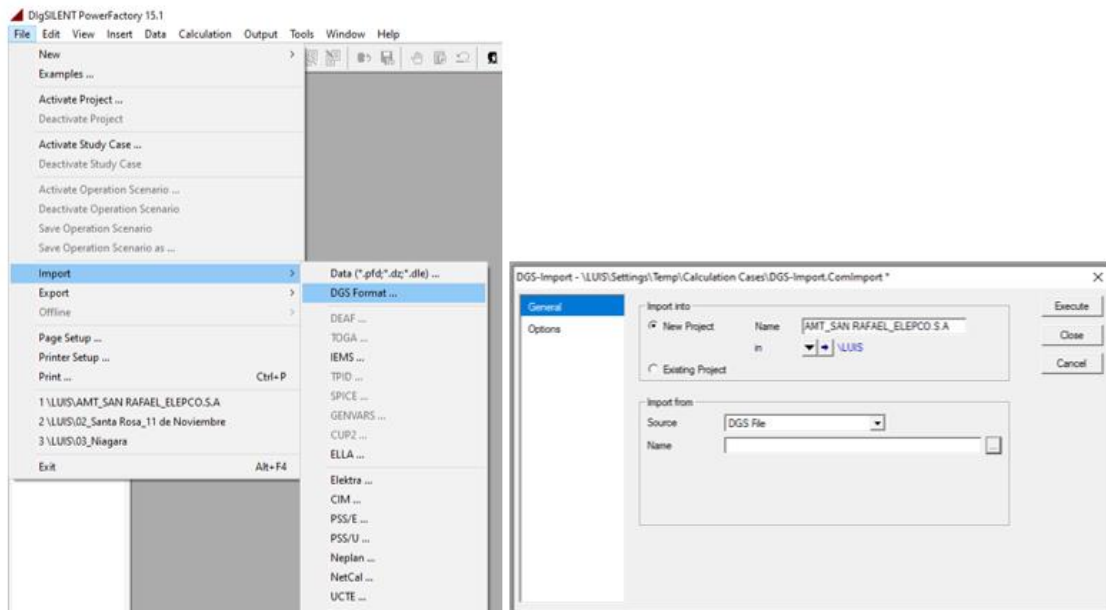


The image displays two side-by-side screenshots of Microsoft Excel spreadsheets. The left spreadsheet, titled 'sed - Excel', shows a table with columns labeled 'Codigo', 'Tecn', 'vancodig', 'PotIns', 'xx', 'yy', and 'nodcodig'. The right spreadsheet, titled 'linea - Excel', shows a table with columns labeled 'vancodig', 'nancodig', 'vanvar', 'nstein', 'postef', 'van1', 'van2', 'van3', and 'van4'. Both spreadsheets show data for various nodes and lines, with values and units specified in the cells.

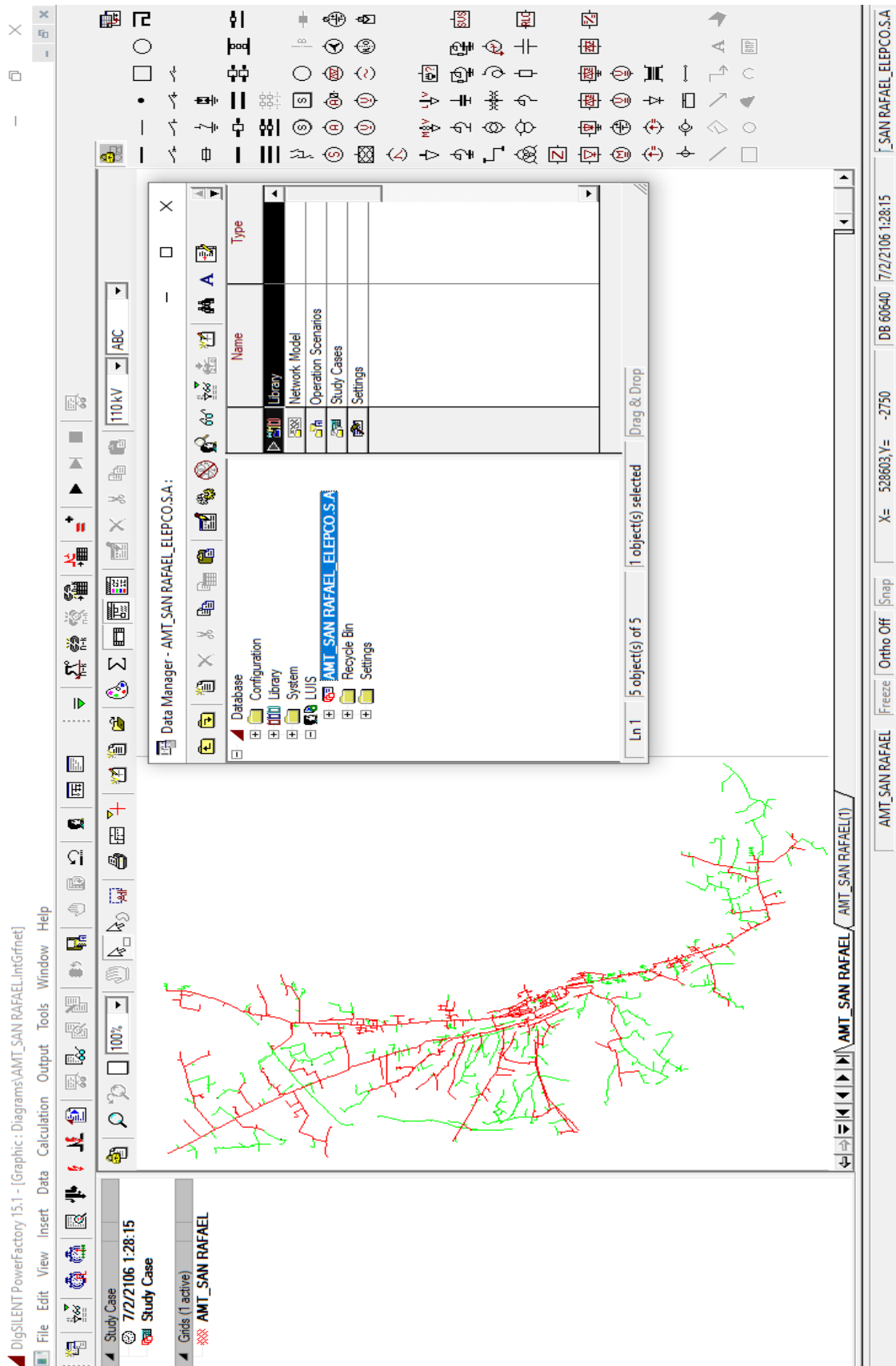
## Formato DGS

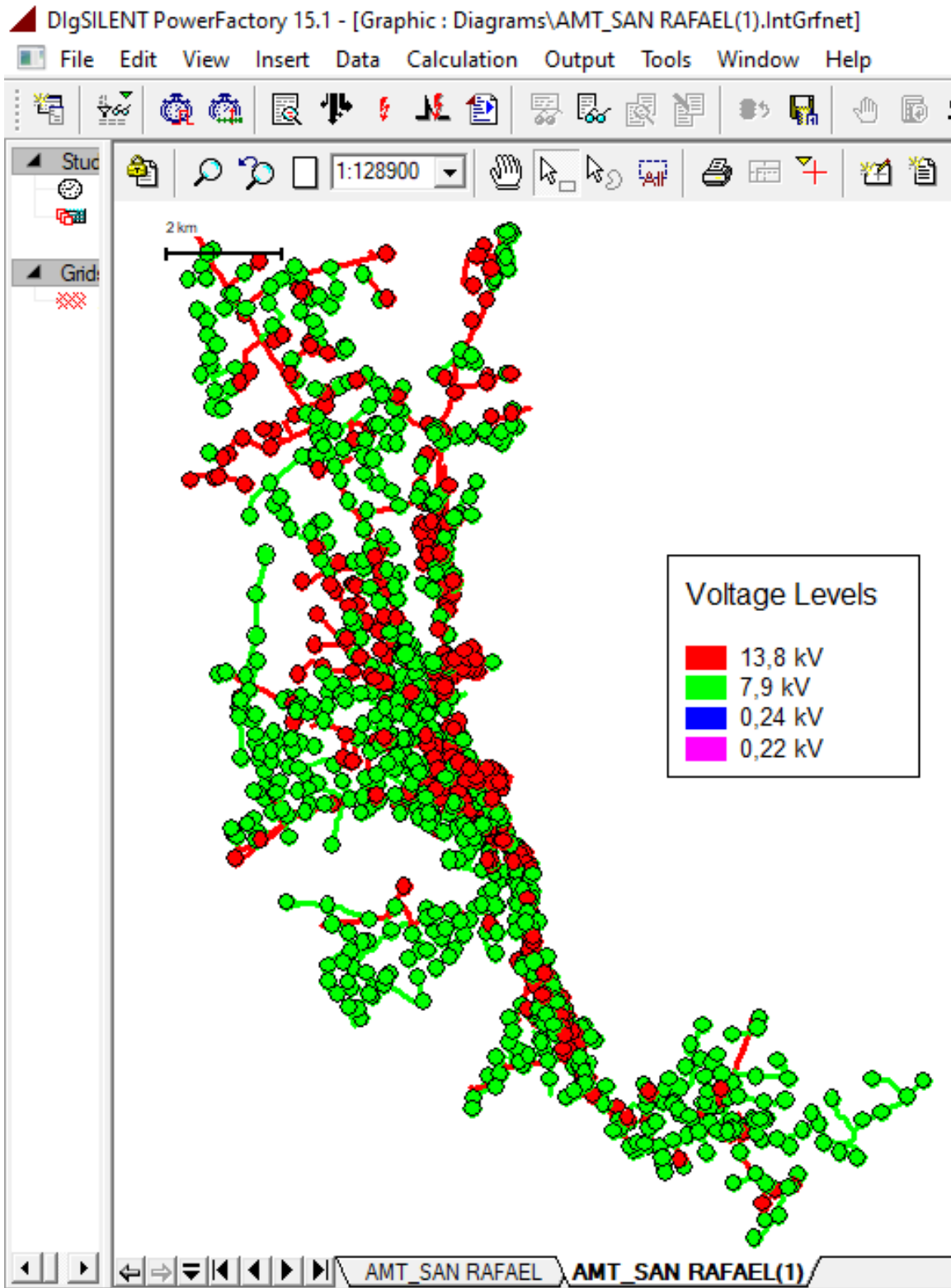


## Importación de formato DGS a DigSILENT PowerFactory



Elementos importados DigSILENT PowerFactory





**Anexo E****Tabla utilizada para el cálculo de demandas de diseño con Normativa EEQ.**

<b># DE CLIENTES</b>	<b>ESTRATO A</b>	<b>ESTRATO B</b>	<b>ESTRATO C</b>	<b>ESTRATO D</b>	<b>ESTRATO E</b>
1	4.7	3.4	2.5	1.6	1.1
2	8.3	6.1	4.5	2.8	2
3	10.2	7.4	5.5	3.5	2.5
4	12.1	8.8	6.6	4.2	2.9
5	13.8	10	7.4	4.7	3.3
6	15.7	11.4	8.5	5.4	3.8
7	17.5	12.8	9.5	6	4.2
8	19.6	14.3	10.6	6.7	4.7
9	21.5	15.6	11.6	7.4	5.2
10	23.3	17	12.6	8	5.6
11	25.2	18.4	13.6	8.6	6.1
12	27.1	19.8	14.7	9.3	6.5
13	29.1	21.2	15.8	10	7
14	31	22.6	16.8	10.6	7.4
15	32.9	24	17.8	11.3	7.9
16	34.8	25.4	18.8	11.9	8.4
17	36.7	26.7	19.8	12.6	8.8
18	38.6	28.1	20.9	13.2	9.3
19	40.3	29.4	21.8	13.8	9.7
20	42.3	30.9	22.9	14.5	10.2
21	44.1	32.1	23.8	15.1	10.6
22	46	33.5	24.9	15.8	11
23	47.6	34.7	25.7	16.3	11.4
24	49.2	35.8	26.6	16.8	11.8
25	50.6	36.9	27.4	17.3	12.1
26	52.2	38.1	28.2	17.9	12.5
27	53.9	39.3	29.2	18.5	12.9
28	56.4	41.1	30.5	19.3	13.5
29	57.3	41.8	31	19.6	13.7
30	59	43	31.9	20.2	14.2
31	60.8	44.3	32.8	20.8	14.6
32	62.5	45.6	33.8	21.4	15
33	64.2	46.8	34.7	22	15.4
34	65.8	48	35.6	22.6	15.8
35	67.6	49.3	36.5	23.2	16.2
36	69.2	50.4	37.4	23.7	16.6
37	70.9	51.7	38.3	24.3	17
38	72.5	52.9	39.2	24.9	17.4
39	74.3	54.2	40.2	25.5	17.8
40	75.8	55.3	41	26	18.2

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>41</b>	77.4	56.4	41.9	26.5	18.6
<b>42</b>	79	57.6	42.7	27.1	19
<b>43</b>	80.3	58.6	43.4	27.5	19.3
<b>44</b>	82.2	59.9	44.5	28.2	19.7
<b>45</b>	84	61.2	45.4	28.8	20.1
<b>46</b>	85.6	62.4	46.3	29.3	20.5
<b>47</b>	87.3	63.6	47.2	29.9	20.9
<b>48</b>	89	64.9	48.1	30.5	21.4
<b>49</b>	90.5	66	48.9	31	21.7
<b>50</b>	92.1	67.1	49.8	31.6	22.1
<b>51</b>	93.8	68.4	50.7	32.2	22.5
<b>52</b>	95.3	69.4	51.5	32.7	22.9
<b>53</b>	96.7	70.5	52.3	33.1	23.2
<b>54</b>	98.6	71.9	53.3	33.8	23.7
<b>55</b>	100.1	72.9	54.1	34.3	24
<b>56</b>	101.8	74.2	55	34.9	24.4
<b>57</b>	103.2	75.3	55.8	35.4	24.8
<b>58</b>	104.8	76.4	56.7	35.9	25.2
<b>59</b>	106.7	77.8	55.7	36.6	25.6
<b>60</b>	108	78.7	58.4	37	25.9
<b>61</b>	109.6	79.9	59.3	37.6	26.3
<b>62</b>	111.2	81.1	60.1	38.1	26.7
<b>63</b>	112.8	82.2	61	38.7	27.1
<b>64</b>	114.4	83.4	61.9	39.2	27.5
<b>65</b>	116	84.6	62.7	39.8	27.8
<b>66</b>	117.6	85.7	63.6	40.3	28.2
<b>67</b>	119.1	86.8	64.4	40.8	28.6
<b>68</b>	120.6	87.9	65.2	41.4	29
<b>69</b>	122.2	89.1	66.1	41.9	29.3
<b>70</b>	123.8	90.3	67	42.4	29.7
<b>71</b>	125.4	91.4	67.8	43	30.1
<b>72</b>	127	92.6	68.7	43.5	30.5
<b>73</b>	128.5	93.7	69.5	44.1	30.9
<b>74</b>	130.1	94.8	70.3	44.6	31.2
<b>75</b>	131.6	95.9	71.1	45.1	31.6
<b>76</b>	133.1	97	72	45.6	31.9
<b>77</b>	134.6	98.1	72.8	46.1	32.3
<b>78</b>	136.2	99.3	73.6	46.7	32.7
<b>79</b>	137.7	100.4	74.4	47.2	33
<b>80</b>	139.2	101.5	75.3	47.7	33.4
<b>81</b>	140.9	102.7	76.2	48.3	33.8
<b>82</b>	142.5	103.9	77.1	48.9	34.2
<b>83</b>	143.8	104.8	77.7	49.3	34.5
<b>84</b>	145	105.7	78.4	49.7	34.8
<b>85</b>	146.5	106.8	79.2	50.2	35.1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>86</b>	147.9	107.8	80	50.7	35.5
<b>87</b>	149.4	108.9	80.8	51.2	35.8
<b>88</b>	150.8	109.9	81.5	51.7	36.2
<b>89</b>	153	111.5	82.7	52.4	36.7
<b>90</b>	155.2	113.1	83.9	53.2	37.2
<b>91</b>	156.6	114.2	84.7	53.7	37.6
<b>92</b>	158.1	115.2	85.5	54.2	37.9
<b>93</b>	80.5	58.7	43.5	27.6	19.3
<b>94</b>	161	117.3	87	55.2	38.6
<b>95</b>	162.4	118.4	87.8	55.7	39
<b>96</b>	163.9	119.4	88.6	56.2	39.3
<b>97</b>	165.3	120.5	89.4	56.7	39.7
<b>98</b>	166.8	121.6	90.2	57.2	40
<b>99</b>	168.2	122.6	90.9	57.7	40.4
<b>100</b>	169.7	123.7	91.7	58.1	40.7

**Anexo F**

**Cálculo de las demandas eléctricas usadas en la simulación eléctrica.**

**Tipo de cliente:** E

**Factor de potencia:** 0.95

**Número de clientes:** va a depender de la capacidad instalada del transformador

**Potencia de Alumbrado Público:** se considera el número de lámparas asignadas al transformador y la suma total de las potencias individuales de cada lámpara en *kW*.

**Demanda Máxima Diversificada:** depende del tipo y número de usuarios asignados al transformador.

- Para el caso de un transformador de 25 kVA, 45 usuarios de “Tipo E” y una potencia de alumbrado público de 2.45 kW, se tiene:

$$DD = \frac{DMD + D_{AP} + D_{loss}}{fp}$$

$$DD = \frac{20.1 + 2.45 + (20.1 * 0.036)}{0.95}$$

$$DD = 24.4985 \text{ kVA}$$

- Para el caso de los transformadores que no cuentan con un número de usuarios asignados, pero cuentan con alumbrado público instalado, se los consideró como transformadores que están proyectados dentro del plan de expansión del sistema de distribución de ELEPCO. Si se considerará la adición de nuevos clientes en la red, el sistema de distribución entra en desbalance y por ende existe una sobrecarga en las líneas de subtransmisión y la potencia instalada en la subestación es insuficiente para abastecer a las nuevas cargas. Esto se puede apreciar de mejor manera en la simulación en PowerFactory, tomando en cuenta la potencia nominal de los transformadores como si estuviesen operando al 75% de su capacidad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

Anexo G

<b>Codigo_Tecnico</b>	<b>PotIns</b>	<b>Tipo_Cliente</b>	<b>DD_máx</b>	<b>DD_med</b>	<b>DD_mín</b>
TRT0002	5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0002	5	E	7,81263	5,85947	3,90632
TRT0002	5	E	2,88421	2,16316	1,44211
TRT0002	5	E	13,29516	9,97137	6,64758
TRT0002	5	E	5,12547	3,84411	2,56274
TRT0002	5	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0002	5	E	2,31263	1,73447	1,15632
TRT0002	5	E	1,46274	1,09705	0,73137
TRT0002	5	E	7,72000	5,79000	3,86000
TRT0002	5	E	2,72632	2,04474	1,36316
TRT0002	5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0002	5	E	3,47832	2,60874	1,73916
TRT0002	5	E	7,75747	5,81811	3,87874
TRT0002	5	E	6,65221	4,98916	3,32611
TRT0002	5	E	2,21053	1,65789	1,10526
TRT0002	5	E	8,68632	6,51474	4,34316
TRT0002	5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0002	5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0002	5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0002	5	E	5,23074	3,92305	2,61537
TRT0002	5	E	5,03874	3,77905	2,51937
TRT0002	5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0003	10	E	1,27326	0,95495	0,63663
TRT0003	10	E	6,02316	4,51737	3,01158
TRT0003	10	E	3,58358	2,68768	1,79179
TRT0003	10	E	1,27326	0,95495	0,63663
TRT0003	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0003	10	E	2,41263	1,80947	1,20632
TRT0003	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0003	10	E	3,59874	2,69905	1,79937
TRT0003	10	E	4,41516	3,31137	2,20758
TRT0003	10	E	2,72632	2,04474	1,36316
TRT0003	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0003	10	E	15,82568	11,86926	7,91284
TRT0003	10	E	5,63284	4,22463	2,81642
TRT0003	10	E	8,04632	6,03474	4,02316
TRT0003	10	E	6,73853	5,05389	3,36926
TRT0003	10	E	19,13895	14,35421	9,56947
TRT0003	10	E	17,38484	13,03863	8,69242
TRT0003	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0003	10	E	9,38863	7,04147	4,69432
TRT0003	10	E	7,37853	5,53389	3,68926

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0003	10	E	8,42316	6,31737	4,21158
TRT0003	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0003	10	E	13,19579	9,89684	6,59789
TRT0003	10	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0003	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0003	10	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0003	10	E	12,86821	9,65116	6,43411
TRT0003	10	E	12,50695	9,38021	6,25347
TRT0003	10	E	15,25895	11,44421	7,62947
TRT0003	10	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0003	10	E	14,78947	11,09211	7,39474
TRT0003	10	E	5,73811	4,30358	2,86905
TRT0003	10	E	3,04211	2,28158	1,52105
TRT0003	10	E	0,42105	0,31579	0,21053
TRT0003	10	E	23,59074	17,69305	11,79537
TRT0003	10	E	6,31579	4,73684	3,15789
TRT0003	10	E	7,16211	5,37158	3,58105
TRT0003	10	E	2,44421	1,83316	1,22211
TRT0003	10	E	6,04126	4,53095	3,02063
TRT0003	10	E	15,36126	11,52095	7,68063
TRT0003	10	E	9,16042	6,87032	4,58021
TRT0003	10	E	12,21221	9,15916	6,10611
TRT0003	10	E	19,85937	14,89453	9,92968
TRT0003	10	E	11,99579	8,99684	5,99789
TRT0003	10	E	3,53095	2,64821	1,76547
TRT0003	10	E	20,63705	15,47779	10,31853
TRT0003	10	E	16,07579	12,05684	8,03789
TRT0003	10	E	22,63074	16,97305	11,31537
TRT0003	10	E	34,30968	25,73226	17,15484
TRT0003	10	E	5,27284	3,95463	2,63642
TRT0003	10	E	12,61095	9,45821	6,30547
TRT0003	10	E	13,36295	10,02221	6,68147
TRT0003	10	E	17,17895	12,88421	8,58947
TRT0003	10	E	8,82568	6,61926	4,41284
TRT0003	10	E	5,65179	4,23884	2,82589
TRT0003	10	E	6,42863	4,82147	3,21432
TRT0004	15	E	2,44421	1,83316	1,22211
TRT0004	15	E	10,38905	7,79179	5,19453
TRT0004	15	E	6,75705	5,06779	3,37853
TRT0004	15	E	27,26779	20,45084	13,63389
TRT0004	15	E	22,83537	17,12653	11,41768
TRT0004	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0004	15	E	27,10863	20,33147	13,55432
TRT0004	15	E	18,25011	13,68758	9,12505
TRT0004	15	E	15,48547	11,61411	7,74274

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0004	15	E	20,34358	15,25768	10,17179
TRT0004	15	E	21,83663	16,37747	10,91832
TRT0004	15	E	13,91579	10,43684	6,95789
TRT0004	15	E	23,56042	17,67032	11,78021
TRT0004	15	E	3,67368	2,75526	1,83684
TRT0004	15	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0004	15	E	18,43158	13,82368	9,21579
TRT0004	15	E	24,68421	18,51316	12,34211
TRT0004	15	E	13,42737	10,07053	6,71368
TRT0004	15	E	2,14695	1,61021	1,07347
TRT0004	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0004	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0004	15	E	34,84526	26,13395	17,42263
TRT0004	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0004	15	E	2,68632	2,01474	1,34316
TRT0004	15	E	25,69937	19,27453	12,84968
TRT0004	15	E	14,23158	10,67368	7,11579
TRT0004	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0004	15	E	5,12547	3,84411	2,56274
TRT0004	15	E	25,88211	19,41158	12,94105
TRT0004	15	E	11,31495	8,48621	5,65747
TRT0004	15	E	6,73853	5,05389	3,36926
TRT0004	15	E	6,43642	4,82732	3,21821
TRT0004	15		0,00000	0,00000	0,00000
TRT0004	15	E	8,72042	6,54032	4,36021
TRT0004	15	E	27,34021	20,50516	13,67011
TRT0004	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0004	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0004	15	E	6,26021	4,69516	3,13011
TRT0004	15	E	11,86021	8,89516	5,93011
TRT0004	15	E	9,01726	6,76295	4,50863
TRT0004	15	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0004	15	E	16,72168	12,54126	8,36084
TRT0004	15	E	19,85389	14,89042	9,92695
TRT0004	15	E	13,08589	9,81442	6,54295
TRT0004	15	E	9,87621	7,40716	4,93811
TRT0004	15	E	7,53053	5,64789	3,76526
TRT0004	15	E	25,89011	19,41758	12,94505
TRT0004	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0004	15	E	19,33558	14,50168	9,66779
TRT0004	15	E	14,30063	10,72547	7,15032
TRT0004	15	E	16,56842	12,42632	8,28421
TRT0004	15	E	3,16253	2,37189	1,58126
TRT0004	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0004	15	E	3,75663	2,81747	1,87832

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>TRT0004</b>	15	E	20,26463	15,19847	10,13232
<b>TRT0004</b>	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0004</b>	15	E	11,70189	8,77642	5,85095
<b>TRT0004</b>	15	E	7,44168	5,58126	3,72084
<b>TRT0004</b>	15	E	11,96463	8,97347	5,98232
<b>TRT0004</b>	15	E	2,25474	1,69105	1,12737
<b>TRT0004</b>	15	E	2,18105	1,63579	1,09053
<b>TRT0004</b>	15	E	3,59874	2,69905	1,79937
<b>TRT0004</b>	15	E	11,84463	8,88347	5,92232
<b>TRT0005</b>	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0005</b>	25	E	2,18105	1,63579	1,09053
<b>TRT0005</b>	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0005</b>	25	E	39,36716	29,52537	19,68358
<b>TRT0005</b>	25	E	49,16884	36,87663	24,58442
<b>TRT0005</b>	25	E	2,72632	2,04474	1,36316
<b>TRT0005</b>	25	E	6,73853	5,05389	3,36926
<b>TRT0005</b>	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0005</b>	25	E	27,14568	20,35926	13,57284
<b>TRT0005</b>	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0005</b>	25	E	14,47368	10,85526	7,23684
<b>TRT0005</b>	25	E	15,48884	11,61663	7,74442
<b>TRT0005</b>	25	E	17,96716	13,47537	8,98358
<b>TRT0005</b>	25	E	17,56716	13,17537	8,78358
<b>TRT0005</b>	25	E	21,29432	15,97074	10,64716
<b>TRT0005</b>	25	E	20,59958	15,44968	10,29979
<b>TRT0005</b>	25	E	4,58021	3,43516	2,29011
<b>TRT0005</b>	25	E	12,62737	9,47053	6,31368
<b>TRT0005</b>	25	E	8,54358	6,40768	4,27179
<b>TRT0005</b>	25	E	1,35747	1,01811	0,67874
<b>TRT0005</b>	25	E	12,24716	9,18537	6,12358
<b>TRT0005</b>	25	E	13,12800	9,84600	6,56400
<b>TRT0005</b>	25	E	7,37853	5,53389	3,68926
<b>TRT0005</b>	25	E	4,58358	3,43768	2,29179
<b>TRT0005</b>	25	E	14,55242	10,91432	7,27621
<b>TRT0005</b>	25	E	7,98316	5,98737	3,99158
<b>TRT0005</b>	25	E	9,67621	7,25716	4,83811
<b>TRT0005</b>	25	E	8,98358	6,73768	4,49179
<b>TRT0005</b>	25	E	9,11516	6,83637	4,55758
<b>TRT0005</b>	25	E	7,17853	5,38389	3,58926
<b>TRT0005</b>	25	E	23,16632	17,37474	11,58316
<b>TRT0005</b>	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0005</b>	25	E	26,64800	19,98600	13,32400
<b>TRT0005</b>	25	E	6,04968	4,53726	3,02484
<b>TRT0005</b>	25	E	22,14105	16,60579	11,07053
<b>TRT0005</b>	25	E	19,86989	14,90242	9,93495

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0005	25	E	2,70737	2,03053	1,35368
TRT0005	25	E	17,65726	13,24295	8,82863
TRT0005	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0005	25	E	9,45726	7,09295	4,72863
TRT0005	25	E	20,12505	15,09379	10,06253
TRT0005	25	E	20,29095	15,21821	10,14547
TRT0005	25	E	7,17853	5,38389	3,58926
TRT0005	25	E	3,04211	2,28158	1,52105
TRT0005	25	E	16,17495	12,13121	8,08747
TRT0005	25	E	15,47368	11,60526	7,73684
TRT0005	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0005	25	E	6,14442	4,60832	3,07221
TRT0005	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0005	25	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0005	25	E	8,93095	6,69821	4,46547
TRT0005	25	E	24,32126	18,24095	12,16063
TRT0005	25	E	10,00253	7,50189	5,00126
TRT0005	25	E	6,77600	5,08200	3,38800
TRT0005	25	E	16,83158	12,62368	8,41579
TRT0005	25	E	10,66821	8,00116	5,33411
TRT0005	25	E	9,24674	6,93505	4,62337
TRT0005	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0005	25	E	26,40463	19,80347	13,20232
TRT0005	25	E	25,42758	19,07068	12,71379
TRT0005	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0006	37,5	E	1,72589	1,29442	0,86295
TRT0006	37,5	E	28,41474	21,31105	14,20737
TRT0006	37,5	E	16,50063	12,37547	8,25032
TRT0006	37,5	E	9,47621	7,10716	4,73811
TRT0006	37,5	E	13,78484	10,33863	6,89242
TRT0006	37,5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0006	37,5	E	22,74653	17,05989	11,37326
TRT0006	37,5	E	1,35747	1,01811	0,67874
TRT0006	37,5	E	14,34737	10,76053	7,17368
TRT0006	37,5	E	4,99158	3,74368	2,49579
TRT0006	37,5	E	21,18568	15,88926	10,59284
TRT0006	37,5	E	16,41389	12,31042	8,20695
TRT0006	37,5	E	13,48463	10,11347	6,74232
TRT0006	37,5	E	17,86189	13,39642	8,93095
TRT0006	37,5	E	26,48337	19,86253	13,24168
TRT0006	37,5	E	20,76000	15,57000	10,38000
TRT0006	37,5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0006	37,5	E	16,08000	12,06000	8,04000
TRT0006	37,5	E	23,47621	17,60716	11,73811
TRT0006	37,5	E	9,25411	6,94058	4,62705

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>TRT0006</b>	37,5	E	12,60105	9,45079	6,30053
<b>TRT0006</b>	37,5	E	9,72821	7,29616	4,86411
<b>TRT0006</b>	37,5	E	18,99747	14,24811	9,49874
<b>TRT0006</b>	37,5	E	43,48547	32,61411	21,74274
<b>TRT0006</b>	37,5	E	23,33137	17,49853	11,66568
<b>TRT0006</b>	37,5	E	3,72589	2,79442	1,86295
<b>TRT0006</b>	37,5	E	6,99116	5,24337	3,49558
<b>TRT0006</b>	37,5	E	16,48000	12,36000	8,24000
<b>TRT0006</b>	37,5	E	8,28042	6,21032	4,14021
<b>TRT0006</b>	37,5	E	11,33389	8,50042	5,66695
<b>TRT0006</b>	37,5	E	35,15032	26,36274	17,57516
<b>TRT0006</b>	37,5	E	26,49937	19,87453	13,24968
<b>TRT0006</b>	37,5	E	24,99453	18,74589	12,49726
<b>TRT0006</b>	37,5	E	12,75368	9,56526	6,37684
<b>TRT0006</b>	37,5	E	20,46400	15,34800	10,23200
<b>TRT0006</b>	37,5	E	28,99937	21,74953	14,49968
<b>TRT0006</b>	37,5	E	20,59558	15,44668	10,29779
<b>TRT0006</b>	37,5	E	15,43621	11,57716	7,71811
<b>TRT0006</b>	37,5	E	6,10695	4,58021	3,05347
<b>TRT0006</b>	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0006</b>	37,5	E	15,13263	11,34947	7,56632
<b>TRT0006</b>	37,5	E	18,29811	13,72358	9,14905
<b>TRT0007</b>	50	E	21,42526	16,06895	10,71263
<b>TRT0007</b>	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0007</b>	50	E	12,38863	9,29147	6,19432
<b>TRT0007</b>	50	E	40,01432	30,01074	20,00716
<b>TRT0007</b>	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0007</b>	50	E	21,78400	16,33800	10,89200
<b>TRT0007</b>	50	E	34,30947	25,73211	17,15474
<b>TRT0007</b>	50	E	16,38758	12,29068	8,19379
<b>TRT0007</b>	50	E	18,95537	14,21653	9,47768
<b>TRT0007</b>	50	E	47,65263	35,73947	23,82632
<b>TRT0007</b>	50	E	30,56442	22,92332	15,28221
<b>TRT0007</b>	50	E	26,37179	19,77884	13,18589
<b>TRT0007</b>	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0010</b>	5	E	4,14400	3,10800	2,07200
<b>TRT0010</b>	5	E	1,51537	1,13653	0,75768
<b>TRT0010</b>	5	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0010</b>	5	E	1,30484	0,97863	0,65242
<b>TRT0010</b>	5	E	2,63158	1,97368	1,31579
<b>TRT0010</b>	5	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0010</b>	5	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0010</b>	5	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0010</b>	5	E	2,28632	1,71474	1,14316
<b>TRT0010</b>	5	E	2,72632	2,04474	1,36316



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0010	5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0010	5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0010	5	E	4,07768	3,05826	2,03884
TRT0010	5	E	8,33116	6,24837	4,16558
TRT0010	5	E	0,33684	0,25263	0,16842
TRT0011	10	E	9,23074	6,92305	4,61537
TRT0011	10	E	11,39453	8,54589	5,69726
TRT0011	10	E	3,60463	2,70347	1,80232
TRT0011	10	E	14,64253	10,98189	7,32126
TRT0011	10	E	1,66800	1,25100	0,83400
TRT0011	10	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0011	10	E	1,37853	1,03389	0,68926
TRT0011	10	E	16,45200	12,33900	8,22600
TRT0011	10	E	1,56800	1,17600	0,78400
TRT0011	10	E	7,14611	5,35958	3,57305
TRT0011	10	E	2,25474	1,69105	1,12737
TRT0011	10	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	3,89937	2,92453	1,94968
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	1,84211	1,38158	0,92105
TRT0011	10	E	7,70484	5,77863	3,85242
TRT0011	10	E	6,51284	4,88463	3,25642
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	5,78947	4,34211	2,89474
TRT0011	10	E	2,63158	1,97368	1,31579
TRT0011	10	E	7,36842	5,52632	3,68421
TRT0011	10	E	3,68421	2,76316	1,84211
TRT0011	10	E	6,31579	4,73684	3,15789
TRT0011	10	E	7,89474	5,92105	3,94737
TRT0011	10	E	7,36842	5,52632	3,68421
TRT0011	10	E	4,47368	3,35526	2,23684
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	4,67032	3,50274	2,33516
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	18,30863	13,73147	9,15432
TRT0011	10	E	13,40568	10,05426	6,70284
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	27,52989	20,64742	13,76495

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0011	10	E	17,43200	13,07400	8,71600
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	4,62063	3,46547	2,31032
TRT0011	10	E	1,46274	1,09705	0,73137
TRT0011	10	E	5,98653	4,48989	2,99326
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	5,23074	3,92305	2,61537
TRT0011	10	E	2,93684	2,20263	1,46842
TRT0011	10	E	4,00463	3,00347	2,00232
TRT0011	10	E	3,35789	2,51842	1,67895
TRT0011	10	E	5,63284	4,22463	2,81642
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	3,95663	2,96747	1,97832
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0011	10	E	3,70000	2,77500	1,85000
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	5,09137	3,81853	2,54568
TRT0011	10	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0011	10	E	1,35747	1,01811	0,67874
TRT0011	10	E	6,36842	4,77632	3,18421
TRT0011	10	E	1,33116	0,99837	0,66558
TRT0011	10	E	7,70737	5,78053	3,85368
TRT0011	10	E	8,83368	6,62526	4,41684
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0011	10	E	10,84716	8,13537	5,42358
TRT0011	10	E	10,49937	7,87453	5,24968
TRT0011	10	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0011	10	E	4,94337	3,70753	2,47168
TRT0011	10	E	1,85747	1,39311	0,92874
TRT0011	10	E	13,82611	10,36958	6,91305
TRT0011	10	E	4,14400	3,10800	2,07200
TRT0011	10	E	19,32842	14,49632	9,66421
TRT0011	10	E	18,93895	14,20421	9,46947
TRT0011	10	E	10,31832	7,73874	5,15916
TRT0011	10	E	10,12295	7,59221	5,06147
TRT0011	10	E	5,67074	4,25305	2,83537
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	0,10526	0,07895	0,05263
TRT0011	10	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0011	10	E	0,00000	0,00000	0,00000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	3,67368	2,75526	1,83684
TRT0012	15	E	8,58105	6,43579	4,29053
TRT0012	15	E	3,59874	2,69905	1,79937
TRT0012	15	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	2,88421	2,16316	1,44211
TRT0012	15	E	11,20968	8,40726	5,60484
TRT0012	15	E	15,46653	11,59989	7,73326
TRT0012	15	E	8,24421	6,18316	4,12211
TRT0012	15	E	7,12800	5,34600	3,56400
TRT0012	15	E	4,45979	3,34484	2,22989
TRT0012	15	E	6,63326	4,97495	3,31663
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	3,00000	2,25000	1,50000
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	13,34189	10,00642	6,67095
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	2,67579	2,00684	1,33789
TRT0012	15	E	11,26526	8,44895	5,63263
TRT0012	15	E	14,47579	10,85684	7,23789
TRT0012	15	E	9,30526	6,97895	4,65263
TRT0012	15	E	12,18105	9,13579	6,09053
TRT0012	15	E	16,63326	12,47495	8,31663
TRT0012	15	E	10,42611	7,81958	5,21305
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	12,08589	9,06442	6,04295
TRT0012	15	E	7,02063	5,26547	3,51032
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	13,62737	10,22053	6,81368
TRT0012	15	E	8,33642	6,25232	4,16821
TRT0012	15	E	6,42274	4,81705	3,21137
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	8,23368	6,17526	4,11684
TRT0012	15	E	8,24884	6,18663	4,12442
TRT0012	15	E	3,88295	2,91221	1,94147
TRT0012	15	E	2,68632	2,01474	1,34316
TRT0012	15	E	9,35200	7,01400	4,67600
TRT0012	15	E	11,31495	8,48621	5,65747

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0012	15	E	9,33305	6,99979	4,66653
TRT0012	15	E	9,56253	7,17189	4,78126
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	0,15789	0,11842	0,07895
TRT0012	15	E	7,08842	5,31632	3,54421
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	13,26021	9,94516	6,63011
TRT0012	15	E	21,91726	16,43795	10,95863
TRT0012	15	E	20,51263	15,38447	10,25632
TRT0012	15	E	8,42105	6,31579	4,21053
TRT0012	15	E	12,86821	9,65116	6,43411
TRT0012	15	E	40,93389	30,70042	20,46695
TRT0012	15	E	13,74779	10,31084	6,87389
TRT0012	15	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0012	15	E	7,50947	5,63211	3,75474
TRT0012	15	E	3,68884	2,76663	1,84442
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	21,10105	15,82579	10,55053
TRT0012	15	E	14,72042	11,04032	7,36021
TRT0012	15	E	21,41558	16,06168	10,70779
TRT0012	15	E	18,54484	13,90863	9,27242
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0012	15	E	17,74863	13,31147	8,87432
TRT0012	15	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0012	15	E	0,10526	0,07895	0,05263
TRT0012	15	E	2,14695	1,61021	1,07347
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	13,48463	10,11347	6,74232
TRT0012	15	E	6,52800	4,89600	3,26400
TRT0012	15	E	6,73853	5,05389	3,36926
TRT0012	15	E	16,11705	12,08779	8,05853
TRT0012	15	E	6,19705	4,64779	3,09853
TRT0012	15	E	10,00253	7,50189	5,00126
TRT0012	15	E	11,35242	8,51432	5,67621
TRT0012	15	E	7,15958	5,36968	3,57979
TRT0012	15	E	6,63326	4,97495	3,31663
TRT0012	15	E	6,42274	4,81705	3,21137
TRT0012	15	E	6,84379	5,13284	3,42189
TRT0012	15	E	6,21221	4,65916	3,10611

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	8,21263	6,15947	4,10632
TRT0012	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0012	15	E	14,45853	10,84389	7,22926
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	12,07326	9,05495	6,03663
TRT0012	15	E	9,66779	7,25084	4,83389
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	1,30484	0,97863	0,65242
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0012	15	E	16,44379	12,33284	8,22189
TRT0012	15	E	8,94737	6,71053	4,47368
TRT0012	15	E	9,35747	7,01811	4,67874
TRT0012	25	E	7,63368	5,72526	3,81684
TRT0012	15	E	5,67326	4,25495	2,83663
TRT0012	15	E	5,00000	3,75000	2,50000
TRT0012	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	27,91747	20,93811	13,95874
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	31,36337	23,52253	15,68168
TRT0013	25	E	30,58547	22,93911	15,29274
TRT0013	25	E	30,98189	23,23642	15,49095
TRT0013	25	E	35,36042	26,52032	17,68021
TRT0013	25	E	12,86021	9,64516	6,43011
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0013	25	E	6,15916	4,61937	3,07958
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	11,93642	8,95232	5,96821
TRT0013	25	E	15,52632	11,64474	7,76316
TRT0013	25	E	7,10526	5,32895	3,55263
TRT0013	25	E	11,19958	8,39968	5,59979
TRT0013	25	E	12,41684	9,31263	6,20842
TRT0013	25	E	24,40126	18,30095	12,20063
TRT0013	25	E	8,56463	6,42347	4,28232
TRT0013	25	E	10,77347	8,08011	5,38674
TRT0013	25	E	1,46274	1,09705	0,73137
TRT0013	25	E	10,42232	7,81674	5,21116
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	9,63621	7,22716	4,81811
TRT0013	25	E	23,38211	17,53658	11,69105
TRT0013	25	E	12,14316	9,10737	6,07158
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0013	25	E	7,01811	5,26358	3,50905
TRT0013	25	E	14,36253	10,77189	7,18126
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	16,97432	12,73074	8,48716
TRT0013	25	E	13,28926	9,96695	6,64463
TRT0013	25	E	4,88084	3,66063	2,44042
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	3,16253	2,37189	1,58126
TRT0013	25	E	14,48884	10,86663	7,24442
TRT0013	25	E	12,31158	9,23368	6,15579
TRT0013	25	E	12,04442	9,03332	6,02221
TRT0013	25	E	10,85979	8,14484	5,42989
TRT0013	25	E	12,38526	9,28895	6,19263
TRT0013	25	E	11,42021	8,56516	5,71011
TRT0013	25	E	2,69432	2,02074	1,34716
TRT0013	25	E	13,59453	10,19589	6,79726
TRT0013	25	E	5,93389	4,45042	2,96695
TRT0013	25	E	12,13389	9,10042	6,06695
TRT0013	25	E	5,01179	3,75884	2,50589
TRT0013	25	E	9,63411	7,22558	4,81705
TRT0013	25	E	6,52800	4,89600	3,26400
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	6,00758	4,50568	3,00379
TRT0013	25	E	1,05263	0,78947	0,52632
TRT0013	25	E	3,59874	2,69905	1,79937
TRT0013	25	E	7,19368	5,39526	3,59684
TRT0013	25	E	5,00463	3,75347	2,50232
TRT0013	25	E	10,91242	8,18432	5,45621
TRT0013	25	E	22,90442	17,17832	11,45221
TRT0013	25	E	13,41642	10,06232	6,70821
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	11,58147	8,68611	5,79074
TRT0013	25	E	21,12589	15,84442	10,56295
TRT0013	25	E	20,03495	15,02621	10,01747
TRT0013	25	E	22,25768	16,69326	11,12884
TRT0013	25	E	24,49853	18,37389	12,24926
TRT0013	25	E	2,72632	2,04474	1,36316
TRT0013	25	E	4,01979	3,01484	2,00989
TRT0013	25	E	3,16253	2,37189	1,58126
TRT0013	25	E	14,56379	10,92284	7,28189
TRT0013	25	E	13,13137	9,84853	6,56568
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	14,48884	10,86663	7,24442
TRT0013	25	E	18,34737	13,76053	9,17368
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	7,93053	5,94789	3,96526
TRT0013	25	E	8,79074	6,59305	4,39537
TRT0013	25	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0013	25	E	2,93642	2,20232	1,46821
TRT0013	25	E	12,86758	9,65068	6,43379
TRT0013	25	E	7,28379	5,46284	3,64189
TRT0013	25	E	8,54695	6,41021	4,27347
TRT0013	25	E	17,04547	12,78411	8,52274
TRT0013	25	E	19,61789	14,71342	9,80895
TRT0013	25	E	16,10989	12,08242	8,05495
TRT0013	25	E	27,18358	20,38768	13,59179
TRT0013	25	E	22,27979	16,70984	11,13989
TRT0013	25	E	14,57895	10,93421	7,28947
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	0,63158	0,47368	0,31579
TRT0013	25	E	0,84211	0,63158	0,42105
TRT0013	25	E	0,73684	0,55263	0,36842
TRT0013	25	E	0,94737	0,71053	0,47368
TRT0013	25	E	0,94737	0,71053	0,47368
TRT0013	25	E	1,15789	0,86842	0,57895
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	13,22147	9,91611	6,61074
TRT0013	25	E	15,96253	11,97189	7,98126



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0013	25	E	16,76379	12,57284	8,38189
TRT0013	25	E	8,05474	6,04105	4,02737
TRT0013	25	E	7,31747	5,48811	3,65874
TRT0013	25	E	8,91200	6,68400	4,45600
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	11,42021	8,56516	5,71011
TRT0013	25	E	4,14400	3,10800	2,07200
TRT0013	25	E	12,40716	9,30537	6,20358
TRT0013	25	E	11,96547	8,97411	5,98274
TRT0013	25	E	6,19705	4,64779	3,09853
TRT0013	25	E	4,23032	3,17274	2,11516
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0013	25	E	8,07242	6,05432	4,03621
TRT0013	25	E	25,11663	18,83747	12,55832
TRT0013	25	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	32,52063	24,39047	16,26032
TRT0014	37,5	E	27,34147	20,50611	13,67074
TRT0014	37,5	E	21,74232	16,30674	10,87116
TRT0014	37,5	E	18,09474	13,57105	9,04737
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	2,12063	1,59047	1,06032
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	4,55663	3,41747	2,27832
TRT0014	37,5	E	5,40442	4,05332	2,70221
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	13,51095	10,13321	6,75547
TRT0014	37,5	E	2,72632	2,04474	1,36316
TRT0014	37,5	E	24,50653	18,37989	12,25326
TRT0014	37,5	E	2,72632	2,04474	1,36316
TRT0014	37,5	E	3,16253	2,37189	1,58126
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0014	37,5	E	2,33895	1,75421	1,16947
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	22,69326	17,01995	11,34663
TRT0014	37,5	E	3,26779	2,45084	1,63389
TRT0014	37,5	E	16,27495	12,20621	8,13747
TRT0014	37,5	E	13,60505	10,20379	6,80253
TRT0014	37,5	E	21,46400	16,09800	10,73200
TRT0014	37,5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0014	37,5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0014	37,5	E	17,07958	12,80968	8,53979
TRT0014	37,5	E	15,62695	11,72021	7,81347
TRT0014	37,5	E	12,08589	9,06442	6,04295
TRT0014	37,5	E	11,94905	8,96179	5,97453

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	24,48337	18,36253	12,24168
TRT0014	37,5	E	24,94253	18,70689	12,47126
TRT0014	37,5	E	13,15368	9,86526	6,57684
TRT0014	37,5	E	24,46105	18,34579	12,23053
TRT0014	37,5	E	3,77895	2,83421	1,88947
TRT0014	37,5	E	21,16337	15,87253	10,58168
TRT0014	37,5	E	22,18926	16,64195	11,09463
TRT0014	37,5	E	16,65853	12,49389	8,32926
TRT0014	37,5	E	21,43368	16,07526	10,71684
TRT0014	37,5	E	24,59263	18,44447	12,29632
TRT0014	37,5	E	15,75200	11,81400	7,87600
TRT0014	37,5	E	10,08147	7,56111	5,04074
TRT0014	37,5	E	32,00000	24,00000	16,00000
TRT0014	37,5	E	19,39621	14,54716	9,69811
TRT0014	37,5	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0014	37,5	E	15,72968	11,79726	7,86484
TRT0014	37,5	E	15,77474	11,83105	7,88737
TRT0014	37,5	E	15,63137	11,72353	7,81568
TRT0014	37,5	E	12,91621	9,68716	6,45811
TRT0014	37,5	E	0,84211	0,63158	0,42105
TRT0014	37,5	E	3,44421	2,58316	1,72211
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0014	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0015	50	E	7,89600	5,92200	3,94800
TRT0015	50	E	5,96716	4,47537	2,98358
TRT0015	50	E	6,23074	4,67305	3,11537
TRT0015	50	E	7,68379	5,76284	3,84189
TRT0015	50	E	6,62863	4,97147	3,31432
TRT0015	50	E	27,34063	20,50547	13,67032
TRT0015	50	E	1,35747	1,01811	0,67874
TRT0015	50	E	15,94021	11,95516	7,97011
TRT0015	25	E	2,70737	2,03053	1,35368
TRT0015	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0015	50	E	16,72632	12,54474	8,36316
TRT0015	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0015	50	E	22,22611	16,66958	11,11305
TRT0015	50	E	2,21053	1,65789	1,10526
TRT0015	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0015	50	E	6,46021	4,84516	3,23011
TRT0017	15	E	4,14400	3,10800	2,07200

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0017	15	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0017	15	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0017	15	E	3,16253	2,37189	1,58126
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	14,22821	10,67116	7,11411
TRT0018	30	E	2,44421	1,83316	1,22211
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	2,97053	2,22789	1,48526
TRT0018	30	E	3,91789	2,93842	1,95895
TRT0018	30	E	3,44421	2,58316	1,72211
TRT0018	30	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0018	30	E	0,94737	0,71053	0,47368
TRT0018	30	E	1,35747	1,01811	0,67874
TRT0018	30	E	0,15789	0,11842	0,07895
TRT0018	30	E	0,13158	0,09868	0,06579
TRT0018	30	E	7,70484	5,77863	3,85242
TRT0018	30	E	2,33895	1,75421	1,16947
TRT0018	30	E	1,64695	1,23521	0,82347
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	2,38632	1,78974	1,19316
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0018	30	E	31,63011	23,72258	15,81505
TRT0018	30	E	1,46274	1,09705	0,73137
TRT0018	30	E	1,46274	1,09705	0,73137
TRT0018	30	E	4,33116	3,24837	2,16558
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	11,12295	8,34221	5,56147
TRT0018	30	E	4,10989	3,08242	2,05495
TRT0018	30	E	9,17516	6,88137	4,58758
TRT0018	30	E	23,44168	17,58126	11,72084
TRT0018	30	E	22,97811	17,23358	11,48905

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0018	30	E	25,24337	18,93253	12,62168
TRT0018	30	E	21,95811	16,46858	10,97905
TRT0018	30	E	11,33347	8,50011	5,66674
TRT0018	30	E	5,19663	3,89747	2,59832
TRT0018	30	E	8,40421	6,30316	4,20211
TRT0018	30	E	24,50947	18,38211	12,25474
TRT0018	30	E	6,18063	4,63547	3,09032
TRT0018	30	E	18,47116	13,85337	9,23558
TRT0018	30	E	21,92253	16,44189	10,96126
TRT0018	30	E	10,85979	8,14484	5,42989
TRT0018	30	E	18,89937	14,17453	9,44968
TRT0018	30	E	19,40926	14,55695	9,70463
TRT0018	30	E	22,54653	16,90989	11,27326
TRT0018	30	E	14,36421	10,77316	7,18211
TRT0018	30	E	18,72632	14,04474	9,36316
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	1,27326	0,95495	0,63663
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	1,38379	1,03784	0,69189
TRT0018	30	E	9,31832	6,98874	4,65916
TRT0018	30	E	3,25263	2,43947	1,62632
TRT0018	30	E	1,46274	1,09705	0,73137
TRT0018	30	E	2,46274	1,84705	1,23137
TRT0018	30	E	2,72632	2,04474	1,36316
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	19,49347	14,62011	9,74674
TRT0018	30	E	1,35747	1,01811	0,67874
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0018	30	E	26,33705	19,75279	13,16853
TRT0018	30	E	16,63221	12,47416	8,31611
TRT0018	30	E	23,82421	17,86816	11,91211
TRT0018	30	E	18,41642	13,81232	9,20821
TRT0018	30	E	17,18358	12,88768	8,59179
TRT0018	30	E	13,39453	10,04589	6,69726
TRT0018	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0018	30	E	33,20421	24,90316	16,60211
TRT0018	30	E	59,19158	44,39368	29,59579
TRT0018	30	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0018	30	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0018	30	E	1,19958	0,89968	0,59979

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>TRT0018</b>	30	E	7,08842	5,31632	3,54421
<b>TRT0018</b>	30	E	0,26316	0,19737	0,13158
<b>TRT0018</b>	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0018</b>	30	E	25,35874	19,01905	12,67937
<b>TRT0018</b>	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0018</b>	30	E	3,49684	2,62263	1,74842
<b>TRT0018</b>	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0018</b>	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0018</b>	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0018</b>	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0018</b>	30	E	2,72632	2,04474	1,36316
<b>TRT0018</b>	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0018</b>	30	E	4,14400	3,10800	2,07200
<b>TRT0018</b>	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0018</b>	30	E	2,28632	1,71474	1,14316
<b>TRT0018</b>	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0018</b>	30	E	18,06442	13,54832	9,03221
<b>TRT0018</b>	30	E	20,95284	15,71463	10,47642
<b>TRT0018</b>	30	E	11,24716	8,43537	5,62358
<b>TRT0018</b>	30	E	13,04842	9,78632	6,52421
<b>TRT0018</b>	30	E	13,24716	9,93537	6,62358
<b>TRT0018</b>	30	E	5,42232	4,06674	2,71116
<b>TRT0018</b>	30	E	40,10821	30,08116	20,05411
<b>TRT0018</b>	30	E	14,97347	11,23011	7,48674
<b>TRT0018</b>	30	E	15,35326	11,51495	7,67663
<b>TRT0018</b>	30	E	14,57895	10,93421	7,28947
<b>TRT0018</b>	30	E	5,10653	3,82989	2,55326
<b>TRT0018</b>	30	E	9,28042	6,96032	4,64021
<b>TRT0018</b>	30	E	18,91453	14,18589	9,45726
<b>TRT0018</b>	30	E	18,83495	14,12621	9,41747
<b>TRT0018</b>	30	E	19,19284	14,39463	9,59642
<b>TRT0018</b>	30	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0019</b>	45	E	28,83874	21,62905	14,41937
<b>TRT0019</b>	45	E	24,25853	18,19389	12,12926
<b>TRT0019</b>	45	E	6,17368	4,63026	3,08684
<b>TRT0019</b>	45	E	3,91789	2,93842	1,95895
<b>TRT0019</b>	45	E	5,88421	4,41316	2,94211
<b>TRT0019</b>	45	E	2,05263	1,53947	1,02632
<b>TRT0019</b>	45	E	0,78947	0,59211	0,39474
<b>TRT0019</b>	45	E	0,78947	0,59211	0,39474
<b>TRT0019</b>	45	E	2,72632	2,04474	1,36316
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0019</b>	45	E	4,43642	3,32732	2,21821
<b>TRT0019</b>	45	E	13,21053	9,90789	6,60526
<b>TRT0019</b>	45	E	14,73684	11,05263	7,36842

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>TRT0019</b>	45	E	2,18105	1,63579	1,09053
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0019</b>	45	E	61,14568	45,85926	30,57284
<b>TRT0019</b>	45	E	64,16968	48,12726	32,08484
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0019</b>	45	E	20,55284	15,41463	10,27642
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0019</b>	45	E	27,82989	20,87242	13,91495
<b>TRT0019</b>	45	E	10,01768	7,51326	5,00884
<b>TRT0019</b>	45	E	12,46947	9,35211	6,23474
<b>TRT0019</b>	45	E	12,71747	9,53811	6,35874
<b>TRT0019</b>	45	E	13,75832	10,31874	6,87916
<b>TRT0019</b>	45	E	9,75453	7,31589	4,87726
<b>TRT0019</b>	45	E	9,93095	7,44821	4,96547
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0019</b>	45	E	0,13158	0,09868	0,06579
<b>TRT0019</b>	45	E	1,33116	0,99837	0,66558
<b>TRT0019</b>	45	E	36,85979	27,64484	18,42989
<b>TRT0019</b>	45	E	16,98947	12,74211	8,49474
<b>TRT0019</b>	45	E	29,97432	22,48074	14,98716
<b>TRT0019</b>	45	E	17,07179	12,80384	8,53589
<b>TRT0019</b>	45	E	2,72632	2,04474	1,36316
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0019</b>	45	E	3,55200	2,66400	1,77600
<b>TRT0019</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0020</b>	50	E	23,82232	17,86674	11,91116
<b>TRT0020</b>	50	E	23,82232	17,86674	11,91116
<b>TRT0020</b>	50	E	38,10821	28,58116	19,05411
<b>TRT0020</b>	50	E	2,33895	1,75421	1,16947
<b>TRT0020</b>	50	E	2,36842	1,77632	1,18421
<b>TRT0020</b>	50	E	6,58063	4,93547	3,29032
<b>TRT0020</b>	50	E	1,35747	1,01811	0,67874
<b>TRT0020</b>	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0020</b>	50	E	2,25474	1,69105	1,12737
<b>TRT0020</b>	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0020</b>	50	E	0,15789	0,11842	0,07895
<b>TRT0020</b>	50	E	0,15789	0,11842	0,07895
<b>TRT0020</b>	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0020</b>	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0020</b>	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0020</b>	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0020</b>	50	E	3,67368	2,75526	1,83684
<b>TRT0020</b>	50	E	2,18105	1,63579	1,09053

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0020	50	E	0,42105	0,31579	0,21053
TRT0020	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0020	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0020	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0020	50	E	25,57895	19,18421	12,78947
TRT0020	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0020	50	E	1,62063	1,21547	0,81032
TRT0020	50	E	23,01432	17,26074	11,50716
TRT0020	50	E	25,64674	19,23505	12,82337
TRT0020	50	E	29,13158	21,84868	14,56579
TRT0020	50	E	29,54105	22,15579	14,77053
TRT0020	50	E	31,98947	23,99211	15,99474
TRT0020	50	E	33,76168	25,32126	16,88084
TRT0020	50	E	22,44126	16,83095	11,22063
TRT0020	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0020	50	E	34,40379	25,80284	17,20189
TRT0020	50	E	11,46232	8,59674	5,73116
TRT0020	50	E	1,72589	1,29442	0,86295
TRT0020	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0020	50	E	46,88379	35,16284	23,44189
TRT0020	50	E	9,12253	6,84189	4,56126
TRT0020	50	E	6,23032	4,67274	3,11516
TRT0020	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0020	50	E	1,33116	0,99837	0,66558
TRT0020	50	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0020	50	E	20,32842	15,24632	10,16421
TRT0020	50	E	31,14274	23,35705	15,57137
TRT0020	50	E	18,01979	13,51484	9,00989
TRT0020	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0020	50	E	1,38379	1,03784	0,69189
TRT0020	50	E	13,41684	10,06263	6,70842
TRT0020	50	E	10,59621	7,94716	5,29811
TRT0020	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0020	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0020	50	E	1,35747	1,01811	0,67874
TRT0020	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0020	50	E	1,46274	1,09705	0,73137
TRT0020	50	E	26,06316	19,54737	13,03158
TRT0020	50	E	1,72589	1,29442	0,86295
TRT0020	50	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0020	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0020	50	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0020	50	E	2,72632	2,04474	1,36316
TRT0020	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0020	50	E	43,46189	32,59642	21,73095

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0020	50	E	25,69474	19,27105	12,84737
TRT0020	50	E	20,56926	15,42695	10,28463
TRT0020	50	E	15,99284	11,99463	7,99642
TRT0021	60	E	22,07747	16,55811	11,03874
TRT0021	60	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0021	60	E	3,91453	2,93589	1,95726
TRT0021	60	E	3,16253	2,37189	1,58126
TRT0021	60	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0021	60	E	11,45768	8,59326	5,72884
TRT0022	75	E	35,38189	26,53642	17,69095
TRT0022	75	E	29,71116	22,28337	14,85558
TRT0022	75	E	23,49516	17,62137	11,74758
TRT0022	75	E	66,35284	49,76463	33,17642
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	2,31263	1,73447	1,15632
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	96,98316	72,73737	48,49158
TRT0022	75	E	5,41789	4,06342	2,70895
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	17,68421	13,26316	8,84211
TRT0022	75	E	26,12589	19,59442	13,06295
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	54,69347	41,02011	27,34674
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	8,65474	6,49105	4,32737
TRT0022	75	E	33,20421	24,90316	16,60211
TRT0022	75	E	1,35747	1,01811	0,67874
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	21,46274	16,09705	10,73137
TRT0022	75	E	35,43495	26,57621	17,71747
TRT0022	75	E	17,79411	13,34558	8,89705
TRT0022	75	E	21,32000	15,99000	10,66000
TRT0022	75	E	13,61642	10,21232	6,80821
TRT0022	75	E	19,97979	14,98484	9,98989
TRT0022	75	E	17,29937	12,97453	8,64968



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRT0022	75	E	26,74779	20,06084	13,37389
TRT0022	75	E	16,98947	12,74211	8,49474
TRT0022	75	E	8,65474	6,49105	4,32737
TRT0022	75	E	29,60168	22,20126	14,80084
TRT0022	75	E	28,40589	21,30442	14,20295
TRT0022	75	E	36,20084	27,15063	18,10042
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0022	75	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	21,08442	15,81332	10,54221
TRT0022	75	E	2,60211	1,95158	1,30105
TRT0022	75	E	0,15789	0,11842	0,07895
TRT0022	75	E	2,18105	1,63579	1,09053
TRT0022	75	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0022	75	E	16,67705	12,50779	8,33853
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0022	75	E	0,00000	0,00000	0,00000
TRT0023	100	E	13,35326	10,01495	6,67663
TRT0023	100	E	17,82442	13,36832	8,91221
TRT0023	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0023	100	E	46,42063	34,81547	23,21032
TRT0023	100	E	2,44421	1,83316	1,22211
TRT0023	100	E	9,96568	7,47426	4,98284
TRT0023	100	E	1,35747	1,01811	0,67874
TRT0023	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0023	100	E	36,53979	27,40484	18,26989
TRT0023	100	E	8,01537	6,01153	4,00768
TRT0023	100	E	2,48905	1,86679	1,24453
TRT0023	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0023	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
TRT0023	100	E	30,41221	22,80916	15,20611
TRT0023	100	E	34,26821	25,70116	17,13411
TRT0023	100	E	32,10611	24,07958	16,05305
TRT0023	100	E	24,94989	18,71242	12,47495
TRT0023	100	E	17,75200	13,31400	8,87600
TRT0023	100	E	48,02737	36,02053	24,01368
TRT0023	100	E	35,89305	26,91979	17,94653
TRT0023	100	E	35,04211	26,28158	17,52105
TRT0023	100	E	31,77389	23,83042	15,88695
TRT0023	100	E	55,97095	41,97821	27,98547
TRT0023	100	E	37,64000	28,23000	18,82000
TRT0023	100	E	54,86695	41,15021	27,43347

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>TRT0023</b>	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0023</b>	100	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0023</b>	100	E	27,03747	20,27811	13,51874
<b>TRT0023</b>	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0023</b>	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0023</b>	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0023</b>	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0023</b>	100	E	5,12547	3,84411	2,56274
<b>TRT0023</b>	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0023</b>	100	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0023</b>	100	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0024</b>	112,5	E	2,14695	1,61021	1,07347
<b>TRT0024</b>	112,5	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0025</b>	125	E	49,34063	37,00547	24,67032
<b>TRT0025</b>	125	E	1,51537	1,13653	0,75768
<b>TRT0025</b>	125	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0025</b>	125	E	2,49684	1,87263	1,24842
<b>TRT0025</b>	125	E	1,33116	0,99837	0,66558
<b>TRT0025</b>	125	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0025</b>	125	E	4,52632	3,39474	2,26316
<b>TRT0025</b>	125	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0025</b>	125	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0025</b>	125	E	59,19158	44,39368	29,59579
<b>TRT0025</b>	125	E	28,73221	21,54916	14,36611
<b>TRT0025</b>	125	E	3,42568	2,56926	1,71284
<b>TRT0025</b>	125	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0026</b>	10	E	0,52632	0,39474	0,26316
<b>TRT0027</b>	15	E	6,63158	4,97368	3,31579
<b>TRT0028</b>	25	E	21,15789	15,86842	10,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	21,26316	15,94737	10,63158
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	13,47368	10,10526	6,73684
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	24,94737	18,71053	12,47368
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	16,35747	12,26811	8,17874
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	15,15789	11,36842	7,57895
<b>TRT0028</b>	25	E	0,63158	0,47368	0,31579
<b>TRT0029</b>	37,5	E	1,78947	1,34211	0,89474
<b>TRT0029</b>	37,5	E	0,73684	0,55263	0,36842

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

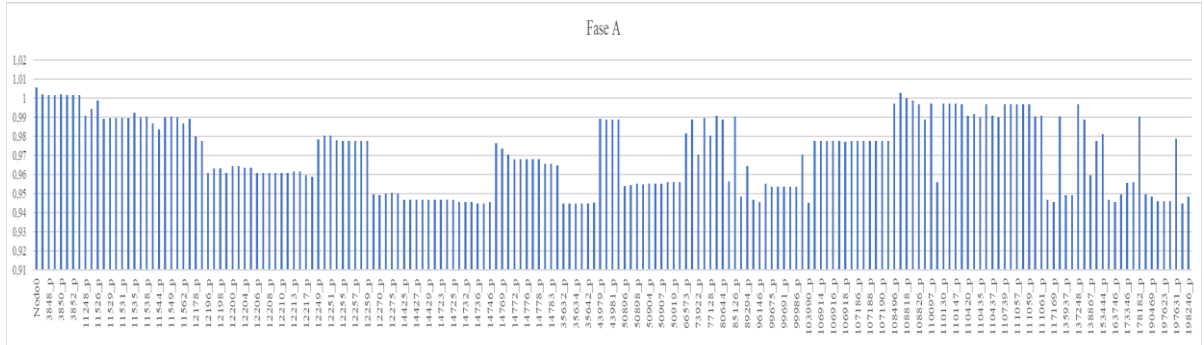
<b>TRT0029</b>	37,5	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0030</b>	50	E	2,42105	1,81579	1,21053
<b>TRT0030</b>	50	E	1,57895	1,18421	0,78947
<b>TRT0030</b>	50	E	11,17558	8,38168	5,58779
<b>TRT0031</b>	75	E	6,28337	4,71253	3,14168
<b>TRT0031</b>	75	E	1,57895	1,18421	0,78947
<b>TRT0041</b>	50	E	6,10695	4,58021	3,05347
<b>TRT0041</b>	50	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0042</b>	75	E	12,43200	9,32400	6,21600
<b>TRT0043</b>	100	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0046</b>	125	E	173,93895	130,45421	86,96947
<b>TRT0046</b>	125	E	21,04716	15,78537	10,52358
<b>TRT0047</b>	150	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0051</b>	225	E	5,00000	3,75000	2,50000
<b>TRT0052</b>	250	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0053</b>	300	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0073</b>	37,5	E	13,23663	9,92747	6,61832
<b>TRT0074</b>	50	E	13,97347	10,48011	6,98674
<b>TRT0074</b>	50	E	12,14905	9,11179	6,07453
<b>TRT0077</b>	30	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0077</b>	30	E	2,72632	2,04474	1,36316
<b>TRT0081</b>	75	E	17,71495	13,28621	8,85747
<b>TRT0082</b>	100	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0082</b>	100	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0082</b>	100	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0084</b>	125	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0200</b>	150	E	70,12084	52,59063	35,06042
<b>TRT0200</b>	150	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0201</b>	160	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0203</b>	500	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0203</b>	500	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0203</b>	500	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0226</b>	150	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0240</b>	200	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0240</b>	200	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0240</b>	200	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0240</b>	200	E	1,19958	0,89968	0,59979
<b>TRT0243</b>	300	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0243</b>	300	E	8,04168	6,03126	4,02084
<b>TRT0243</b>	300	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0250</b>	1000	E	0,00000	0,00000	0,00000
<b>TRT0305</b>	45	E	1,19958	0,89968	0,59979

Anexo H

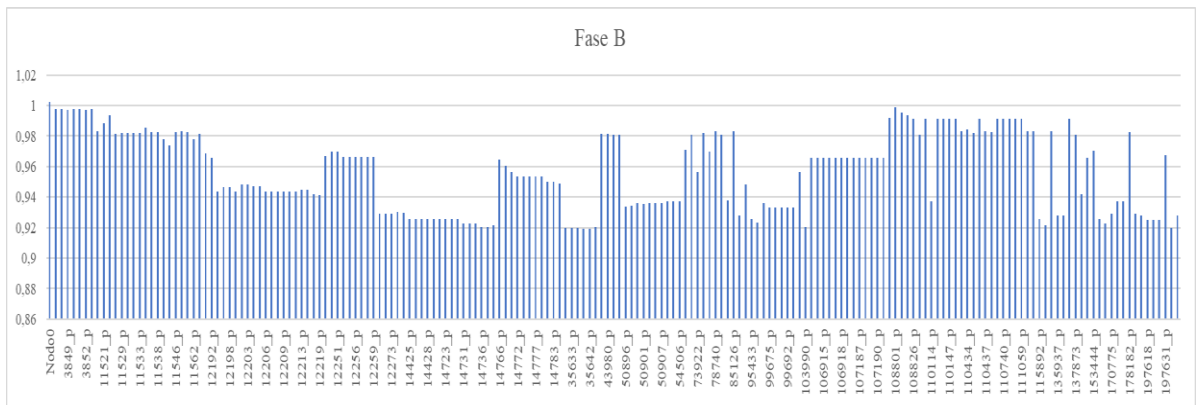
Perfiles de Tensión en sistema trifásicos considerando la demanda máxima

Alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera

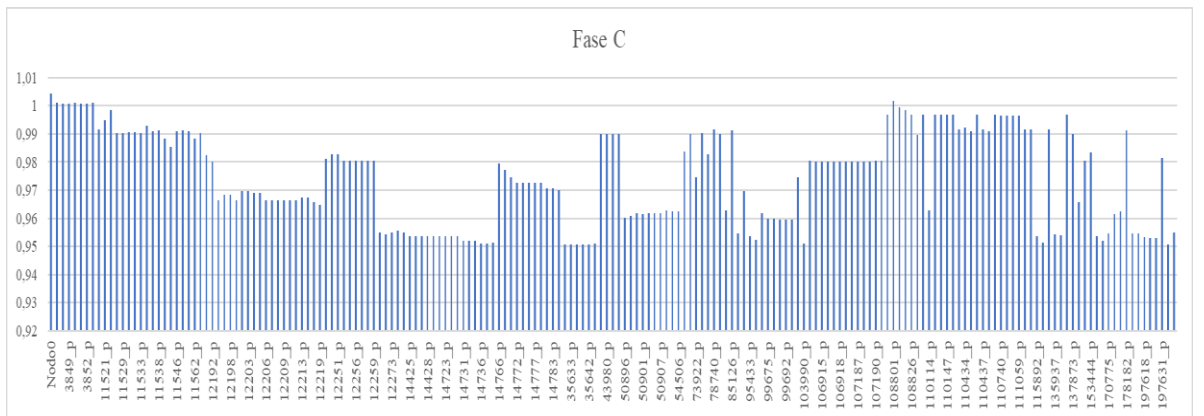
Fase A



Fase B

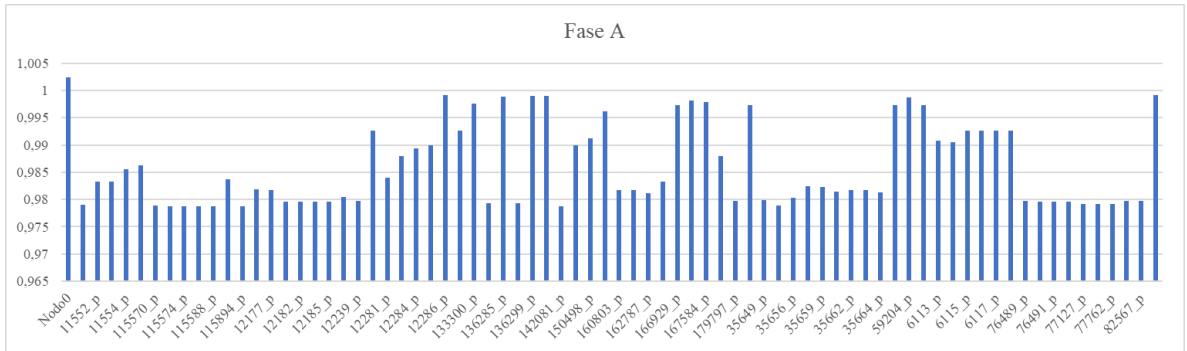


Fase C

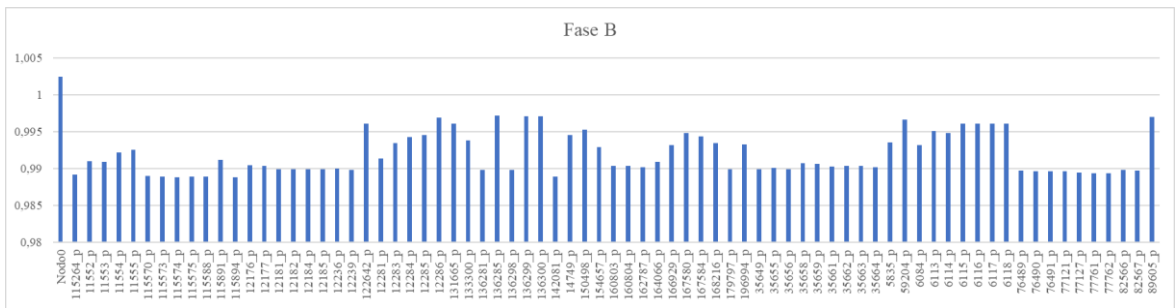


**Alimentador 0602SR0T02 Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre**

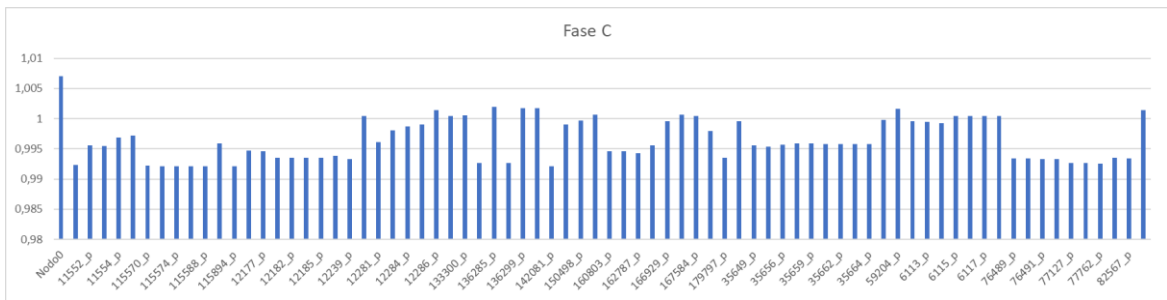
**Fase A**



**Fase B**

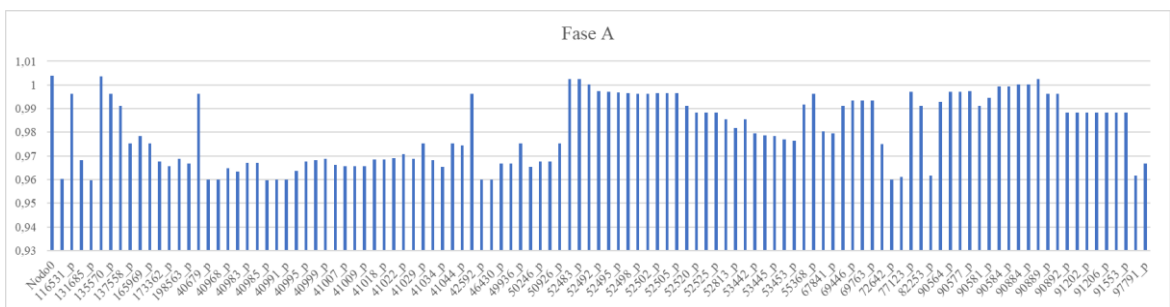


**Fase C**



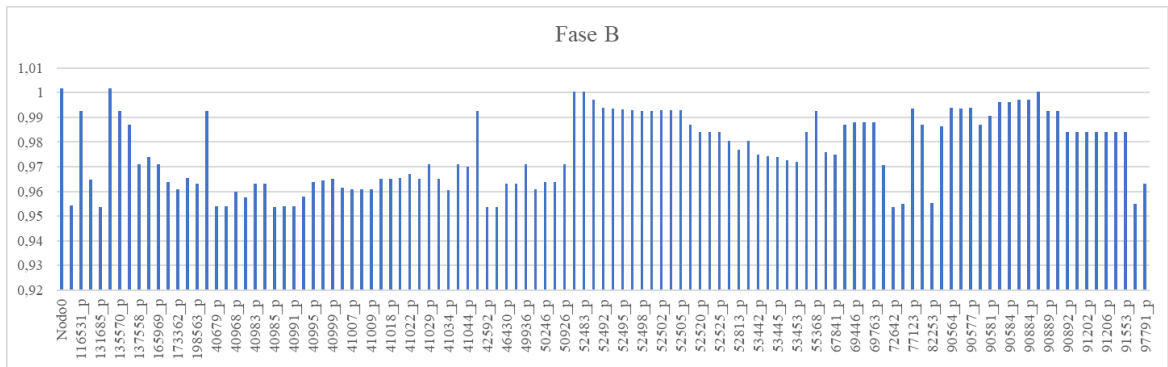
**Alimentador 0602SR0T04 El Niágara**

**Fase A**

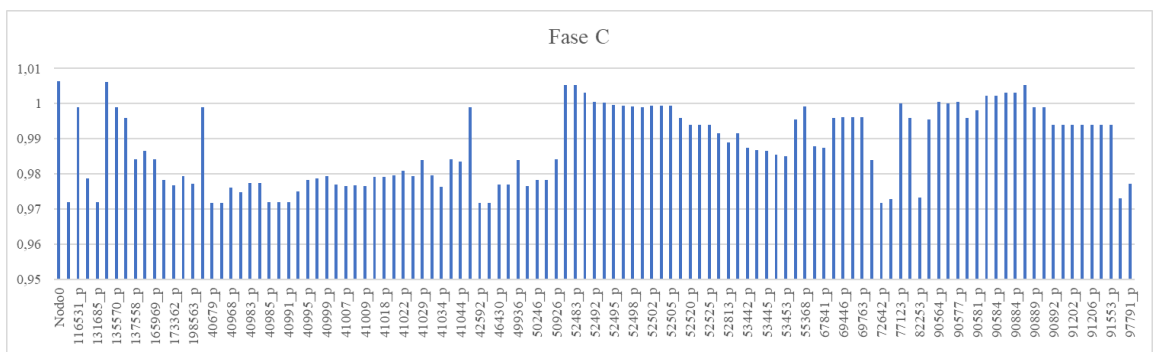


# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

## Fase B



## Fase C



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

**Anexo I**

Perfiles de tensión con variación de  $\pm 6\%$  para medio voltaje y  $\pm 8\%$  para bajo voltaje por alimentadores en valores p.u.

**Alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera**

**Niveles de tensión en Sistema trifásico superior a uno p.u**

Name	In Folder	Nom.L-L Volt. (kV)	u, Magnitude A (p.u)	u, Magnitude B (p.u)	u, Magnitude C (p.u)
108801_p	TRT0023(16)	13,8	1,002757	0,9986837	1,001758
3847_p	TRT0019	13,8	1,001805	0,997495	1,000929
3850_p	TRT0022(1)	13,8	1,001797	0,9974873	1,000921
3856_p	TRT0022(2)	13,8	1,001784	0,9974746	1,000908
3848_p	TRT0022	13,8	1,00177	0,9974601	1,000894
3851_p	TRT0020	13,8	1,001741	0,9974314	1,000865
3852_p	TRT0020(1)	13,8	1,001724	0,9974147	1,000848
3849_p	TRT0019(1)	13,8	1,001723	0,9974135	1,000847
108818_p	TRT0023(17)	13,8	1,000143	0,9953784	0,999504

**Niveles de tensión en Sistema trifásico inferior a uno p.u**

Name	In Folder	Nom.L-L Volt. (kV)	u, Magnitude A (p.u)	u, Magnitude B (p.u)	u, Magnitude C (p.u)
14746_p	TRT0020(11)	13,8	0,94541	0,92146	0,95135
103990_p	TRT0020(23)	13,8	0,94511	0,92059	0,95096
35648_p	TRT0018(26)	13,8	0,94504	0,92033	0,95085
35633_p	TRT0023(7)	13,8	0,94499	0,91951	0,95063
35634_p	TRT0024	13,8	0,94499	0,91951	0,95063
35632_p	TRT0025(5)	13,8	0,94499	0,91951	0,95063
198242_p	TRT0025(8)	13,8	0,94499	0,91951	0,95063
35642_p	TRT0082(1)	13,8	0,94498	0,91930	0,95053
35641_p	TRT0022(12)	13,8	0,94497	0,91930	0,95053

**Alimentador 0602SR0T02 Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre****Niveles de tensión en Sistema trifásico superior a uno p.u**

<b>Name</b>	<b>In Folder</b>	<b>Nom.L-L Volt. (kV)</b>	<b>u, Magnitude A (p.u)</b>	<b>u, Magnitude B (p.u)</b>	<b>u, Magnitude C (p.u)</b>
<b>12286_p</b>	TRT0020(39)	13,8	0,99914	0,99695	1,00139
<b>89605_p</b>	TRT0022(36)	13,8	0,99910	0,99697	1,00146
<b>136299_p</b>	TRT0020(45)	13,8	0,99898	0,99708	1,00174
<b>136300_p</b>	TRT0022(37)	13,8	0,99896	0,99708	1,00178
<b>136285_p</b>	TRT0020(44)	13,8	0,99893	0,99719	1,00192
<b>59204_p</b>	TRT0200(1)	13,8	0,99871	0,99659	1,00164
<b>167580_p</b>	TRT0019(25)	13,8	0,99809	0,99480	1,00064
<b>167584_p</b>	TRT0019(26)	13,8	0,99789	0,99436	1,00047
<b>133300_p</b>	TRT0020(43)	13,8	0,99757	0,99381	1,00054

**Niveles de tensión en Sistema trifásico inferior a uno p.u**

<b>Name</b>	<b>In Folder</b>	<b>Nom.L-L Volt. (kV)</b>	<b>u, Magnitude A (p.u)</b>	<b>u, Magnitude B (p.u)</b>	<b>u, Magnitude C (p.u)</b>
<b>115264_p</b>	TRT0018(75)	13,8	0,97897	0,98914	0,99236
<b>115570_p</b>	TRT0018(76)	13,8	0,97891	0,98902	0,99225
<b>35655_p</b>	TRT0019(20)	13,8	0,97885	0,99011	0,99536
<b>115575_p</b>	TRT0018(79)	13,8	0,97881	0,98889	0,99216
<b>115573_p</b>	TRT0018(77)	13,8	0,97880	0,98889	0,99216
<b>115588_p</b>	TRT0018(80)	13,8	0,97879	0,98887	0,99214
<b>142081_p</b>	TRT0020(46)	13,8	0,97879	0,98887	0,99214
<b>115574_p</b>	TRT0018(78)	13,8	0,97878	0,98886	0,99213
<b>115894_p</b>	TRT0023(25)	13,8	0,97878	0,98886	0,99213



**Alimentador 0602SR0T04 El Niágara****Niveles de tensión en Sistema trifásico superior a uno p.u**

Name	In Folder	Nom.L-L Volt. (kV)	u, Magnitude A (p.u)	u, Magnitude B (p.u)	u, Magnitude C (p.u)
134979_p	TRT0051	13,8	1,0036	1,0016	1,0063
90888_p	TRT0018(108)	13,8	1,0025	1,0003	1,0053
52482_p	TRT0019(31)	13,8	1,0025	1,0003	1,0053
52483_p	TRT0019(32)	13,8	1,0025	1,0003	1,0053
52489_p	TRT0021(5)	13,8	1,0001	0,9972	1,0031
90883_p	TRT0018(107)	13,8	1,0001	0,9972	1,0031
90884_p	TRT0020(63)	13,8	1,0001	0,9972	1,0030
90583_p	TRT0022(53)	13,8	0,9992	0,9962	1,0023
90584_p	TRT0018(106)	13,8	0,9992	0,9962	1,0023

**Niveles de tensión en Sistema trifásico inferior a uno p.u**

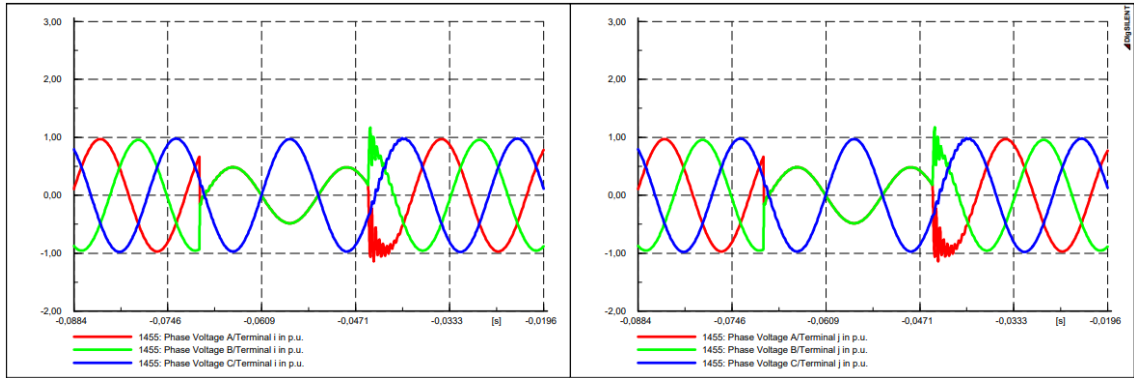
Name	In Folder	Nom.L-L Volt. (kV)	u, Magnitude A (p.u)	u, Magnitude B (p.u)	u, Magnitude C (p.u)
40679_p	TRT0020(50)	13,8	0,9601	0,9541	0,9718
40680_p	TRT0020(51)	13,8	0,9601	0,9541	0,9717
40991_p	TRT0023(29)	13,8	0,9599	0,9538	0,9720
40990_p	TRT0023(28)	13,8	0,9599	0,9538	0,9720
42881_p	TRT0017(3)	13,8	0,9599	0,9535	0,9717
42592_p	TRT0020(54)	13,8	0,9599	0,9535	0,9717
72642_p	TRT0020(61)	13,8	0,9599	0,9535	0,9717
131685_p	TRT0018(116)	13,8	0,9598	0,9537	0,9719
40985_p	TRT0022(41)	13,8	0,9598	0,9537	0,9718

Anexo J

FALLAS BIFÁSICAS

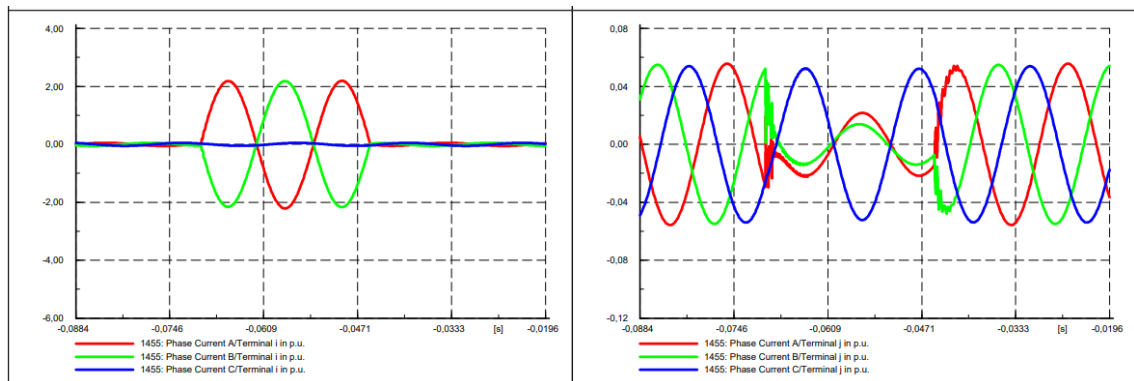
Alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera

Demanda máxima



Variaciones de tensión en el Tramo 1455

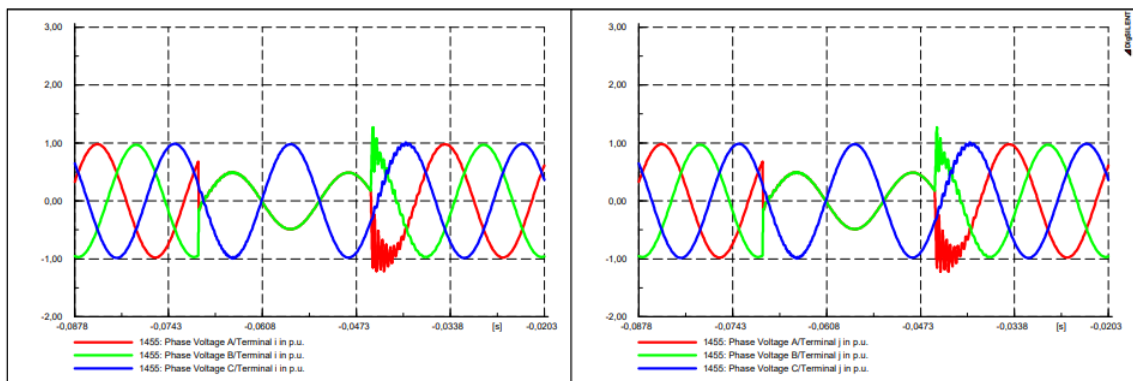
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.970	0.484	0.970
Fase B	0.959	0.484	0.959
Fase C	0.977	0.970	0.977



Variación de corriente en el Tramo 1455

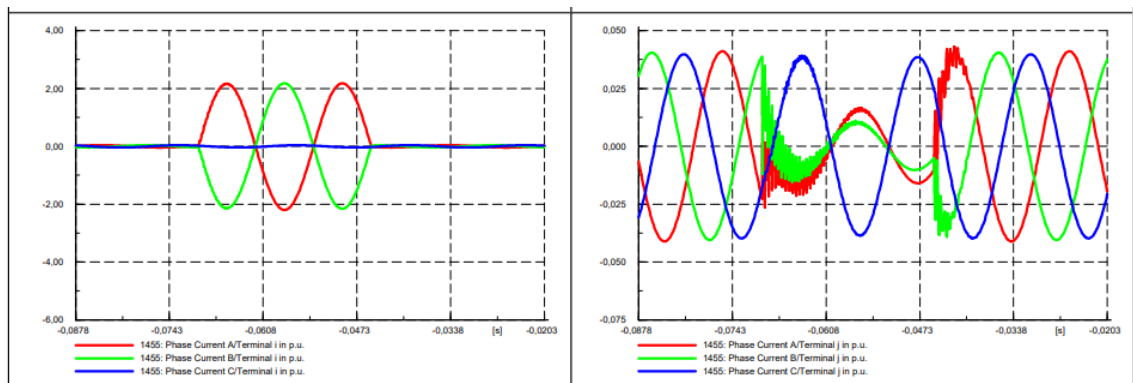
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.056	2.186	0.056
Fase B	0.055	2.183	0.055
Fase C	0.054	0.052	0.054

**Demanda media**



**Variaciones de tensión en el Tramo 1455**

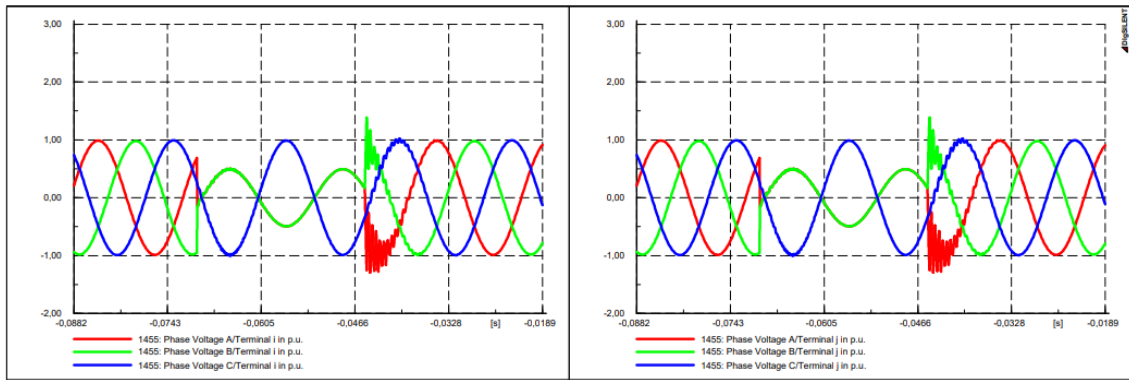
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.979	0.499	0.979
Fase B	0.969	0.499	0.969
Fase C	0.985	0.980	0.985



**Variación de corriente en el Tramo 1455**

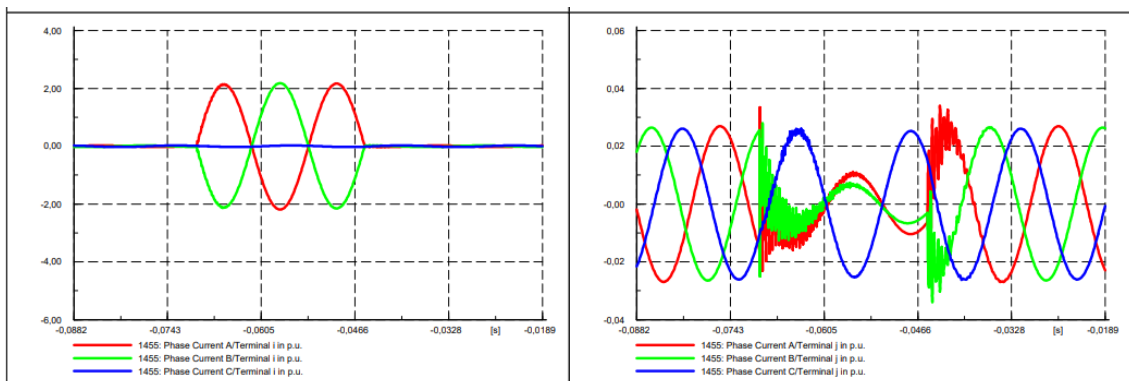
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.041	2.177	0.041
Fase B	0.040	2.176	0.040
Fase C	0.040	0.038	0.040

**Demanda mínima**



**Variaciones de tensión en el Tramo 1455**

Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
<b>Fase A</b>	0.988	0.502	0.988
<b>Fase B</b>	0.981	0.502	0.981
<b>Fase C</b>	0.992	0.987	0.992

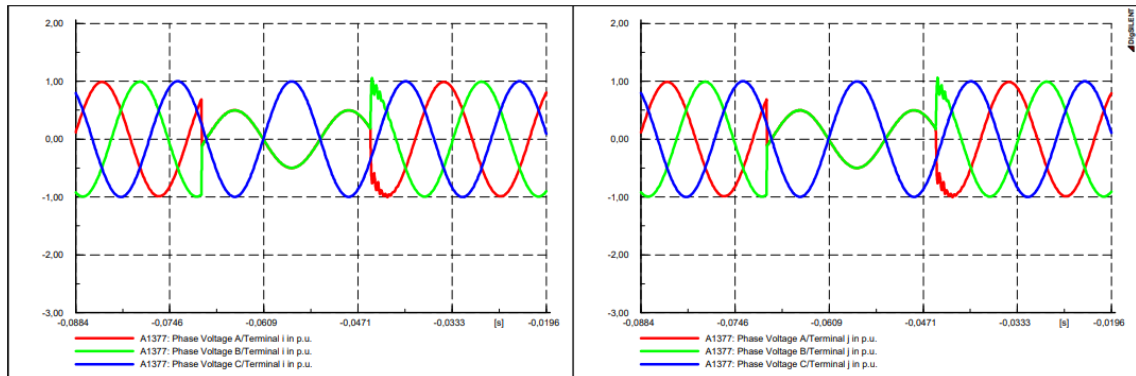


**Variación de corriente en el Tramo 1455**

Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
<b>Fase A</b>	0.027	2.146	0.027
<b>Fase B</b>	0.026	2.170	0.026
<b>Fase C</b>	0.026	0.025	0.026

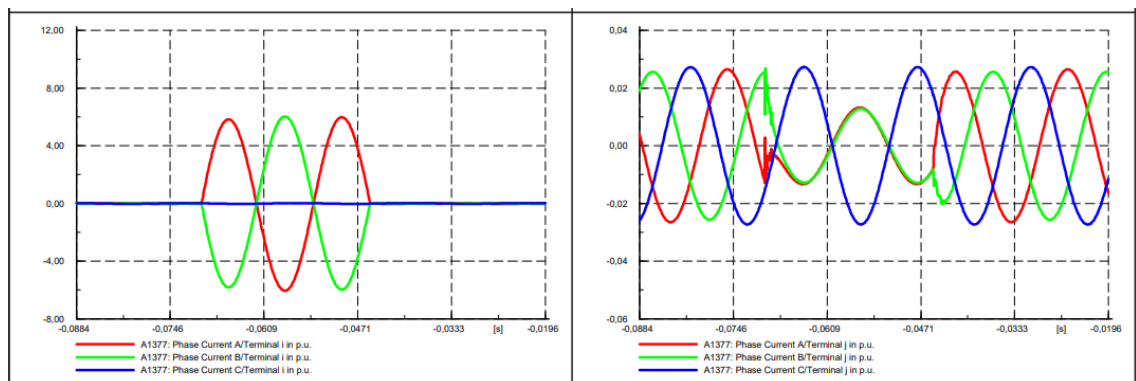
**Alimentador 0602SR0T02 Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre**

**Demanda máxima**



**Variaciones de tensión en el Tramo A1377**

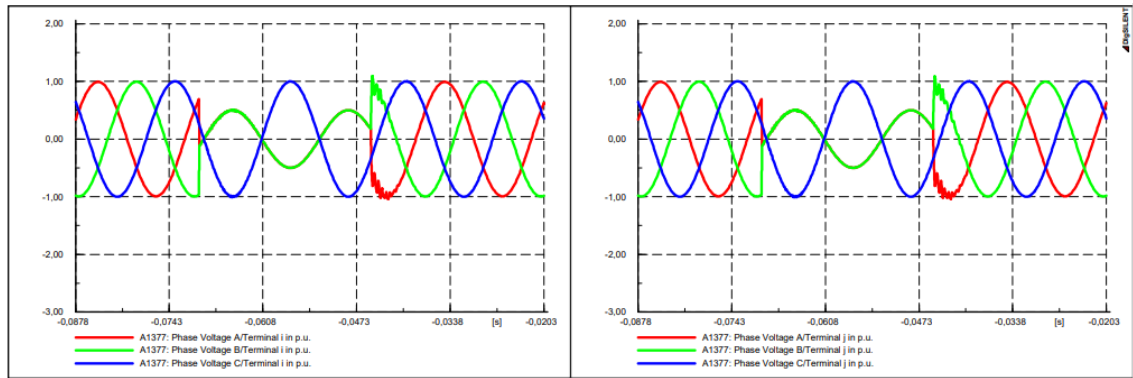
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.990	0.499	0.990
Fase B	0.992	0.499	0.992
Fase C	0.999	0.998	0.999



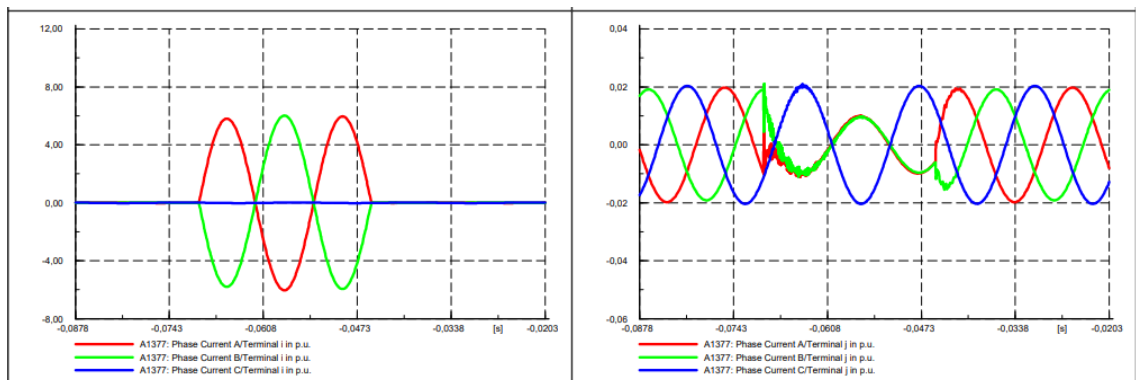
**Variación de corriente en el Tramo A1377**

Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.026	5.828	0.026
Fase B	0.026	6.032	0.026
Fase C	0.027	0.025	0.027

**Demanda media**

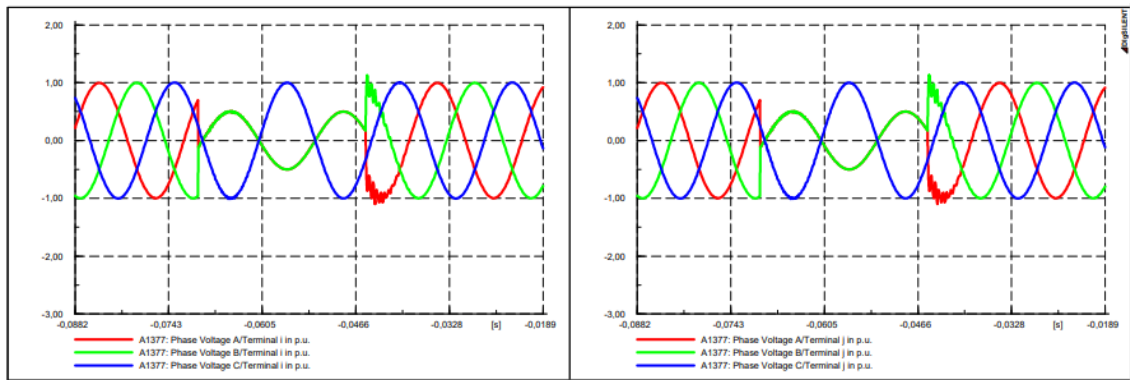


Variaciones de tensión en el Tramo A1377			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.993	0.508	0.993
Fase B	0.996	0.508	0.996
Fase C	1.001	1.001	1.001

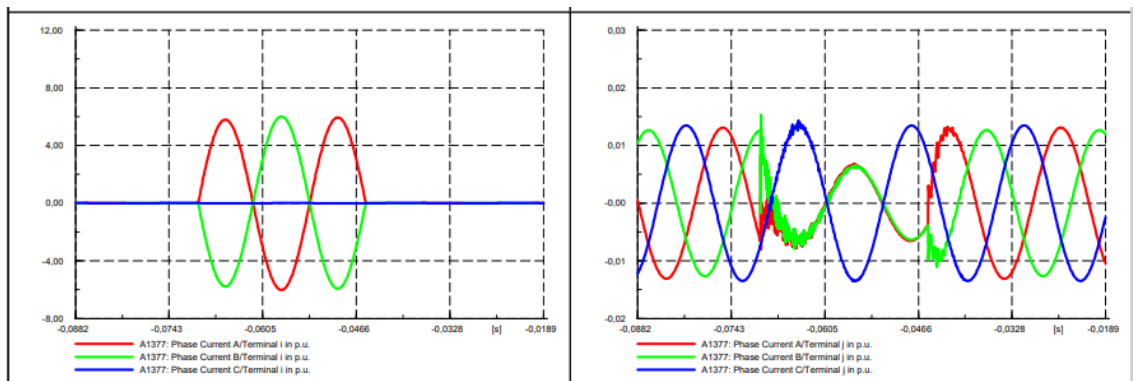


Variación de corriente en el Tramo A1377			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.020	5.811	0.020
Fase B	0.019	6.020	0.019
Fase C	0.020	0.020	0.020

**Demanda mínima**



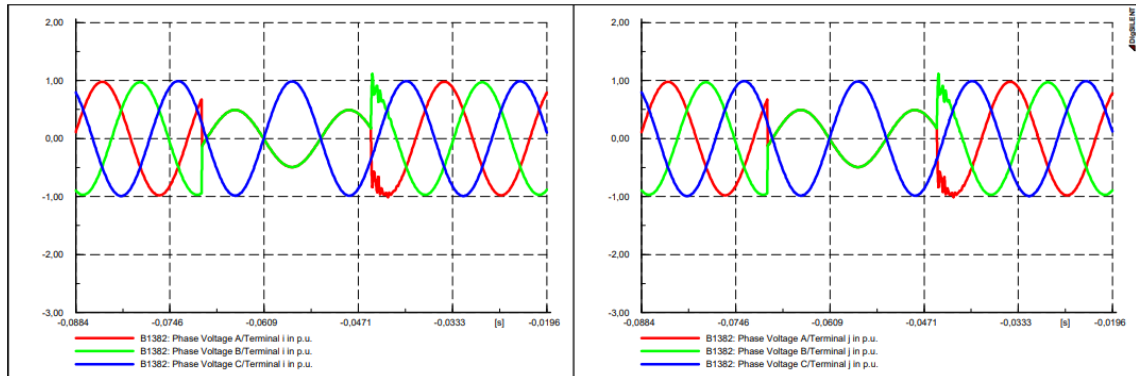
Variaciones de tensión en el Tramo A1377			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.997	0.510	0.997
Fase B	0.999	0.510	0.999
Fase C	1.002	1.003	1.002



Variación de corriente en el Tramo A1377			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.013	5.789	0.013
Fase B	0.013	6.005	0.013
Fase C	0.013	0.014	0.013

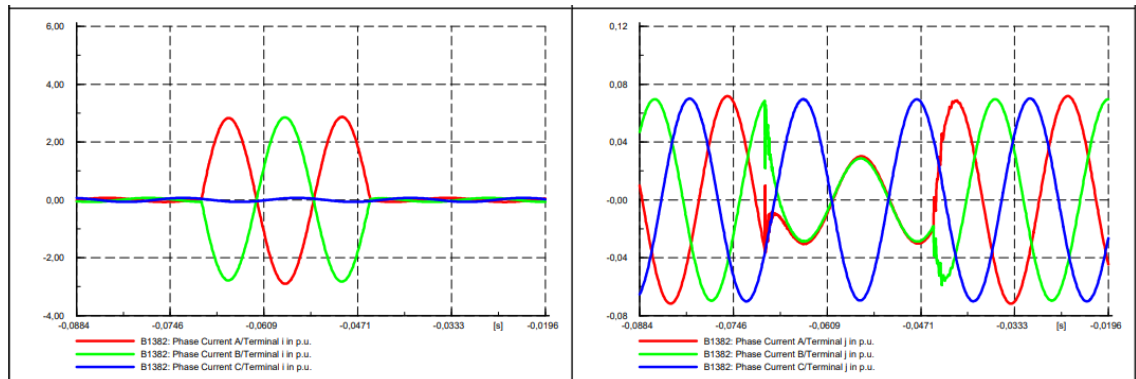
**Alimentador 0602R0T04 El Niagara**

**Demanda máxima**



**Variaciones de tensión en el Tramo B1382**

Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
<b>Fase A</b>	0.980	0.494	0.980
<b>Fase B</b>	0.971	0.494	0.971
<b>Fase C</b>	0.991	0.986	0.991

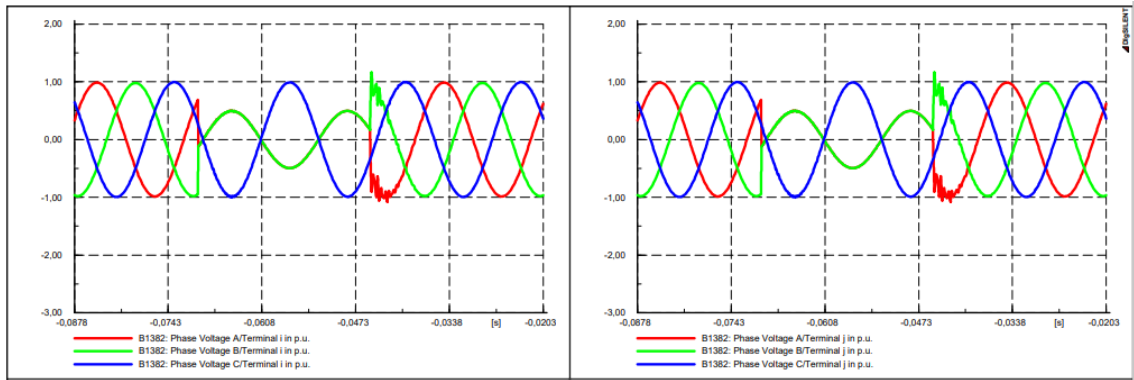


**Variación de corriente en el Tramo B1382**

Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
<b>Fase A</b>	0.072	2.830	0.072
<b>Fase B</b>	0.070	2.854	0.070
<b>Fase C</b>	0.070	0.070	0.070

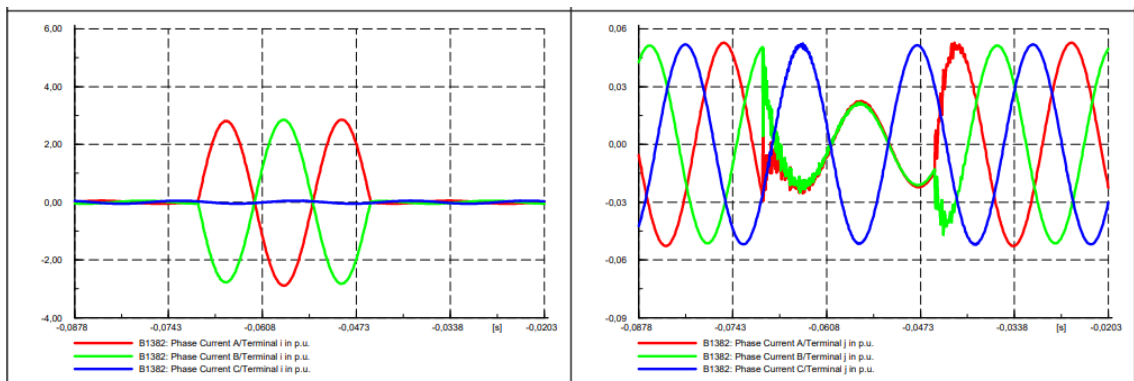


**Demanda media**



**Variaciones de tensión en el Tramo B1382**

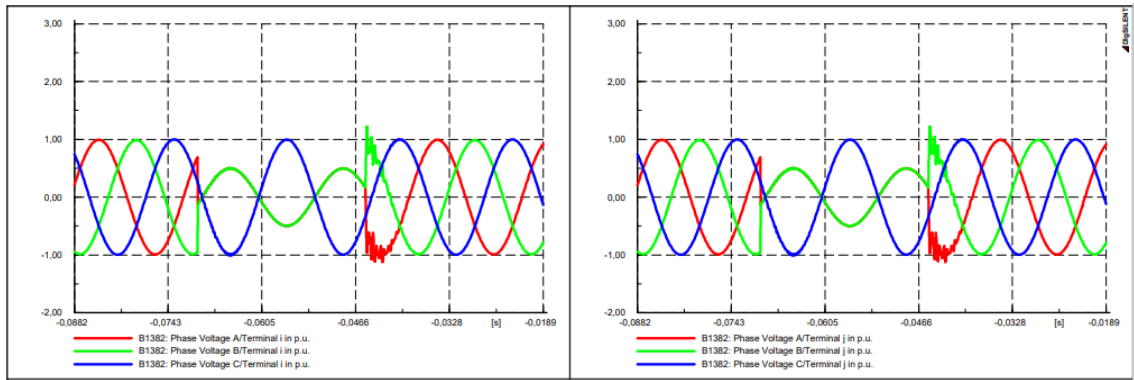
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.986	0.501	0.986
Fase B	0.980	0.501	0.980
Fase C	0.995	0.992	0.995



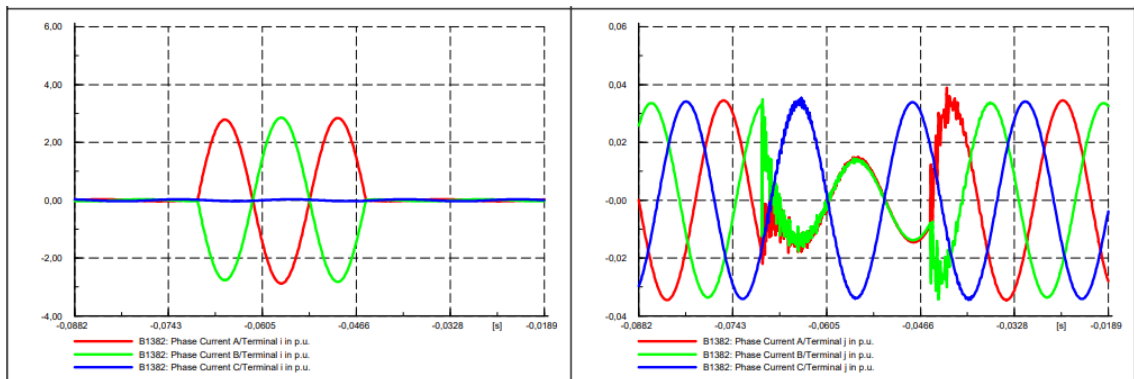
**Variación de corriente en el Tramo B1382**

Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.053	2.808	0.053
Fase B	0.051	2.850	0.051
Fase C	0.052	0.051	0.052

**Demanda mínima**



Variaciones de tensión en el Tramo B1382			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.992	0.504	0.992
Fase B	0.989	0.504	0.989
Fase C	0.998	0.993	0.998

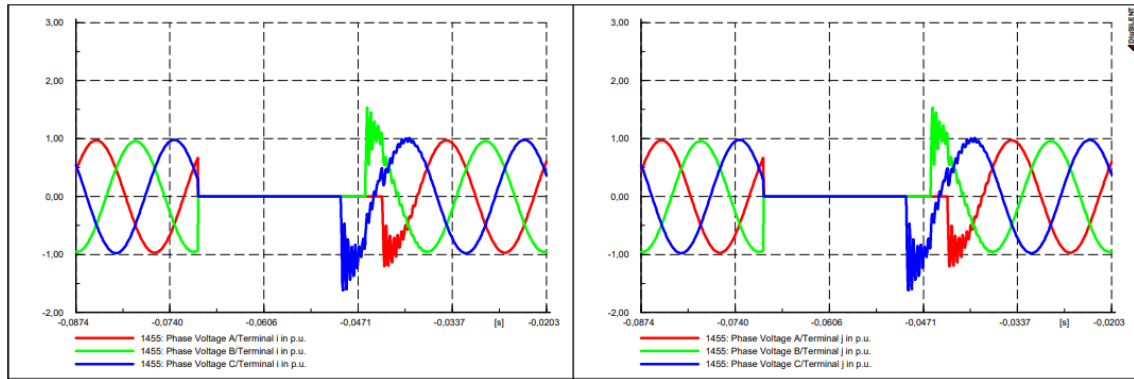


Variación de corriente en el Tramo B1382			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.035	2.793	0.035
Fase B	0.034	2.845	0.034
Fase C	0.034	0.034	0.034

## FALLAS TRIFÁSICAS

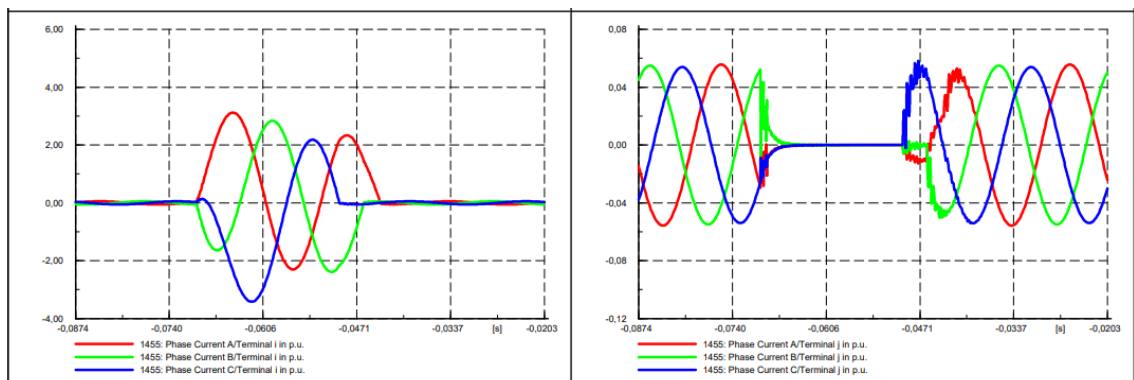
### Alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera

#### Demanda máxima



Variaciones de tensión en el Tramo 1455

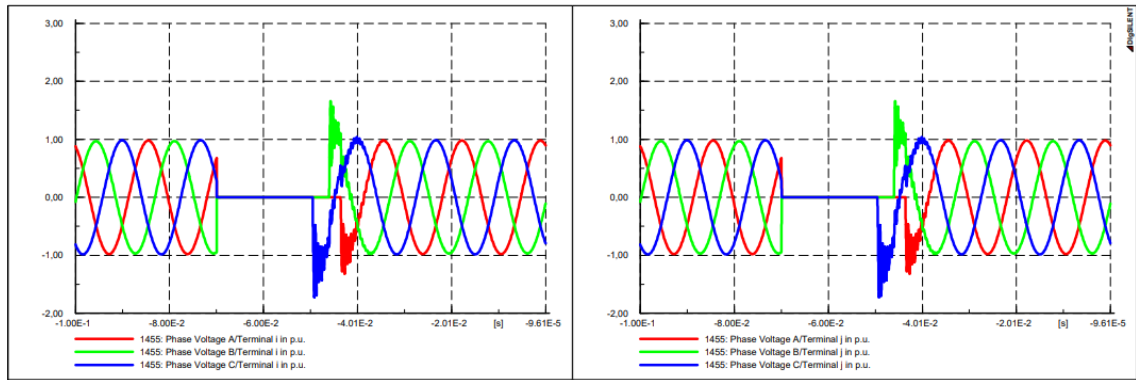
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.970	0.000	0.970
Fase B	0.959	0.000	0.959
Fase C	0.977	0.000	0.977



Variación de corriente en el Tramo 1455

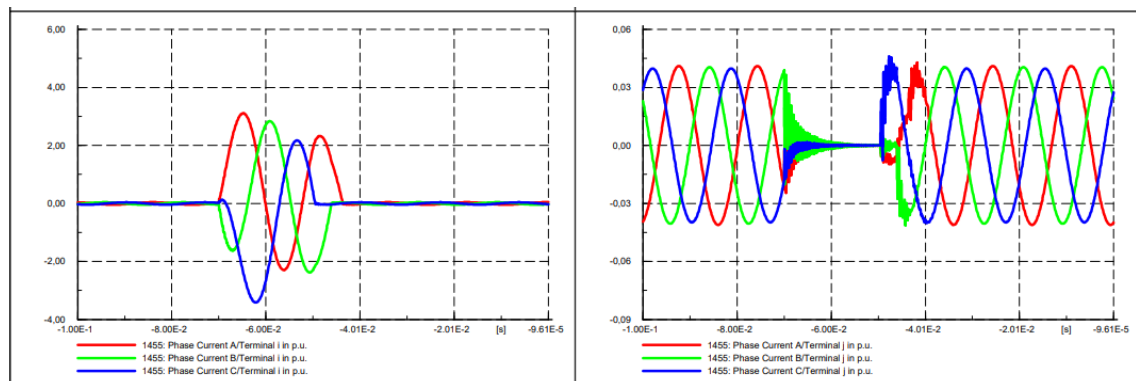
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.056	3.122	0.056
Fase B	0.055	2.848	0.055
Fase C	0.054	2.184	0.054

**Demanda media**



**Variaciones de tensión en el Tramo 1455**

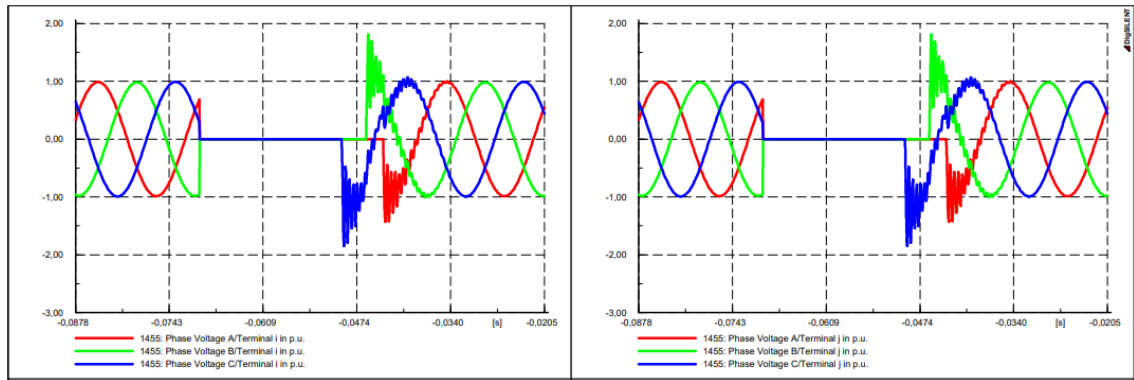
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.979	0.000	0.979
Fase B	0.969	0.000	0.969
Fase C	0.985	0.000	0.985



**Variación de corriente en el Tramo 1455**

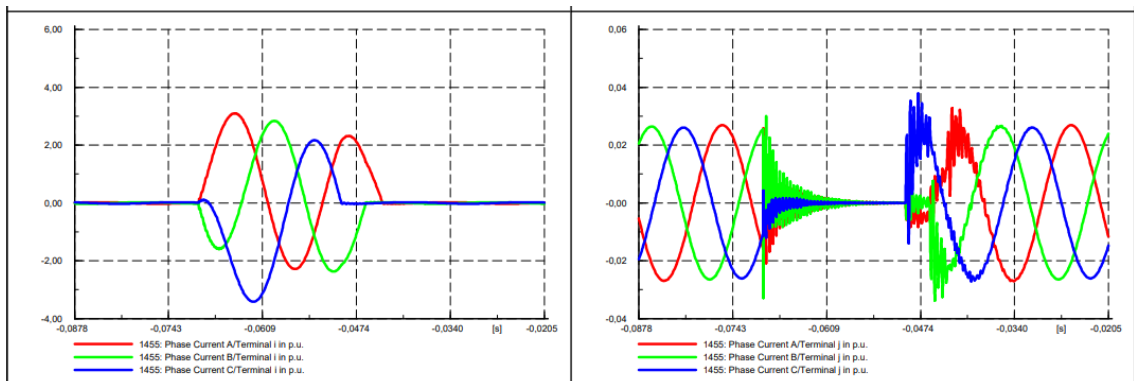
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.041	3.115	0.041
Fase B	0.040	2.842	0.040
Fase C	0.040	2.177	0.040

**Demanda mínima**



**Variaciones de tensión en el Tramo 1455**

Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
<b>Fase A</b>	0.988	0.000	0.988
<b>Fase B</b>	0.981	0.000	0.981
<b>Fase C</b>	0.992	0.000	0.992

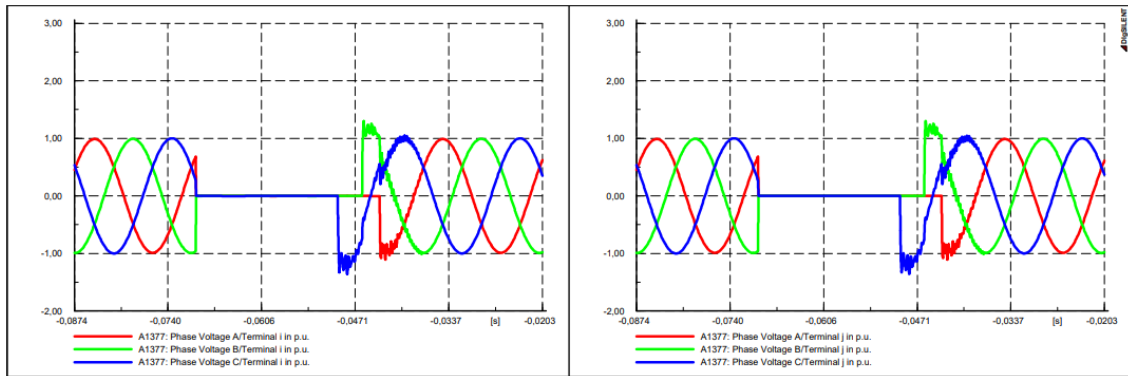


**Variación de corriente en el Tramo 1455**

Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
<b>Fase A</b>	0.027	3.090	0.027
<b>Fase B</b>	0.026	2.841	0.026
<b>Fase C</b>	0.026	2.171	0.026

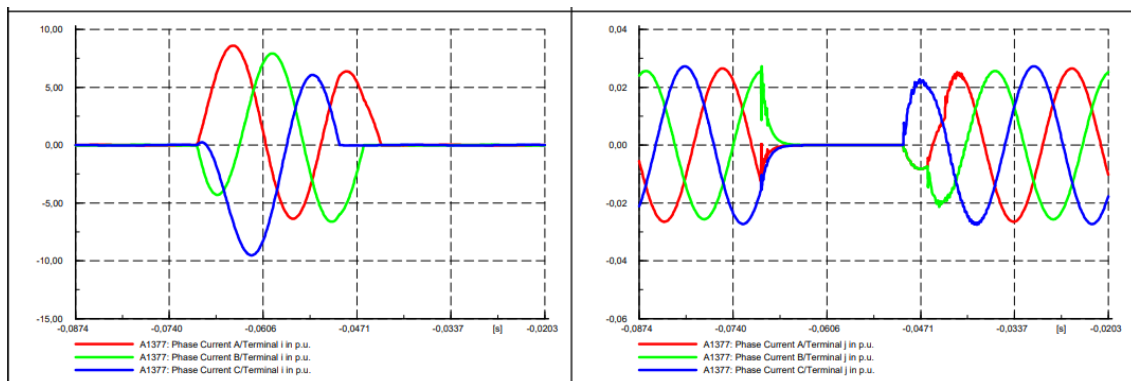
**Alimentador 0602SR0T02 Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre**

**Demanda máxima**



**Variaciones de tensión en el Tramo A1377**

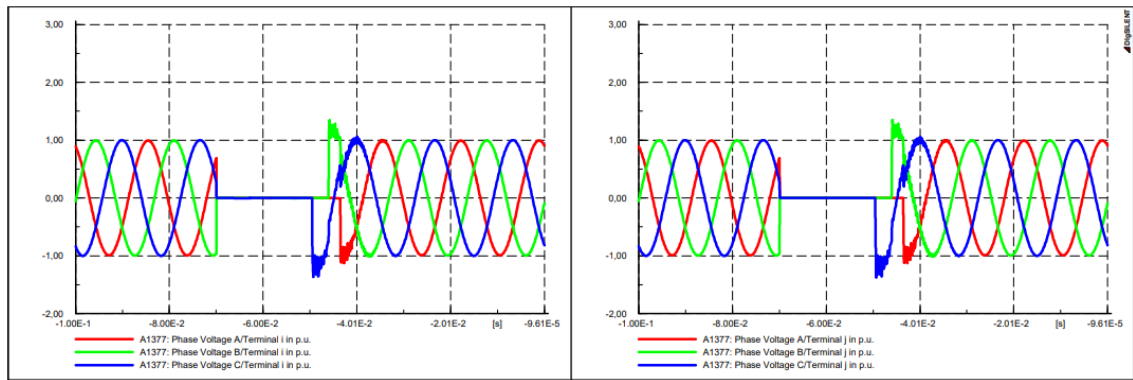
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.990	0.000	0.990
Fase B	0.992	0.000	0.992
Fase C	0.999	0.000	0.999



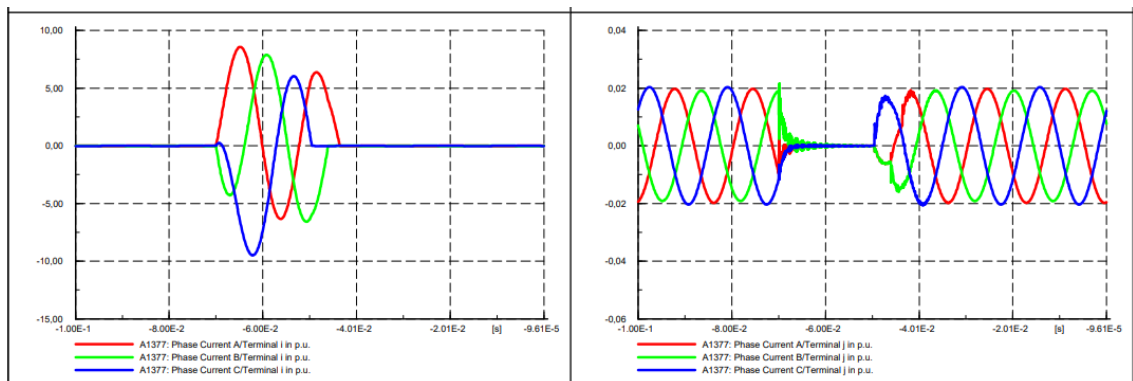
**Variación de corriente en el Tramo A1377**

Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.026	8.603	0.026
Fase B	0.026	7.924	0.026
Fase C	0.027	6.066	0.027

**Demanda media**

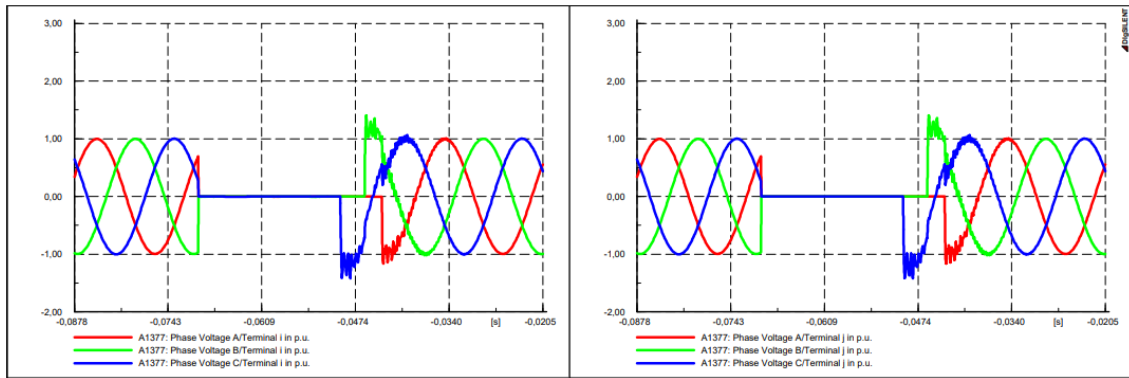


Variaciones de tensión en el Tramo A1377			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.993	0.000	0.993
Fase B	0.996	0.000	0.996
Fase C	1.001	0.000	1.001

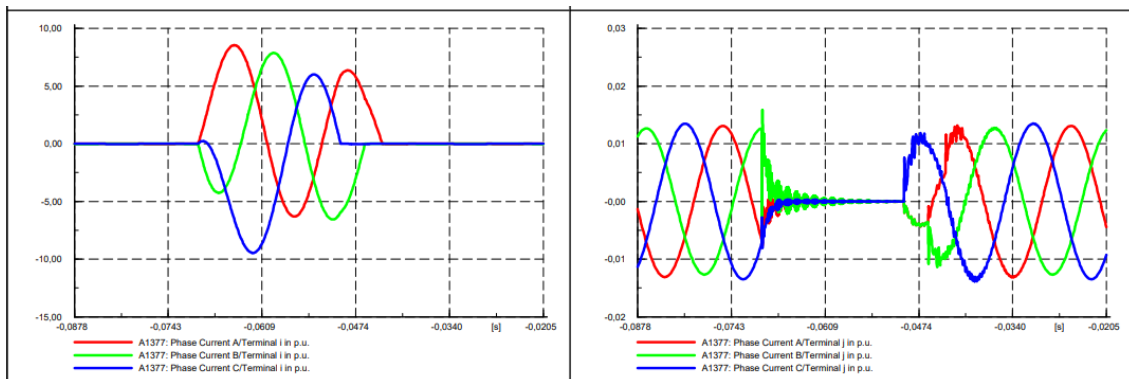


Variación de corriente en el Tramo A1377			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.020	8.574	0.020
Fase B	0.019	7.895	0.019
Fase C	0.020	6.038	0.020

**Demanda mínima**



Variaciones de tensión en el Tramo A1377			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.997	0.000	0.997
Fase B	0.999	0.000	0.999
Fase C	1.002	0.000	1.002

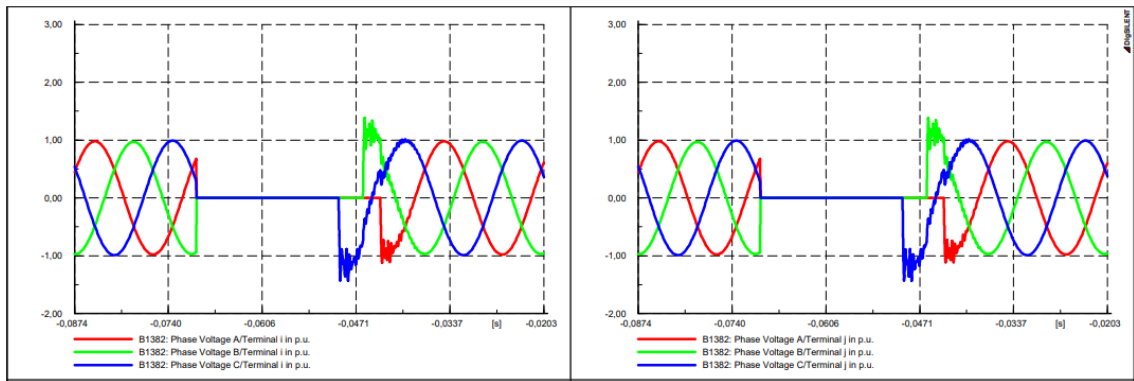


Variación de corriente en el Tramo A1377			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.013	8.545	0.013
Fase B	0.013	7.872	0.013
Fase C	0.013	6.008	0.013

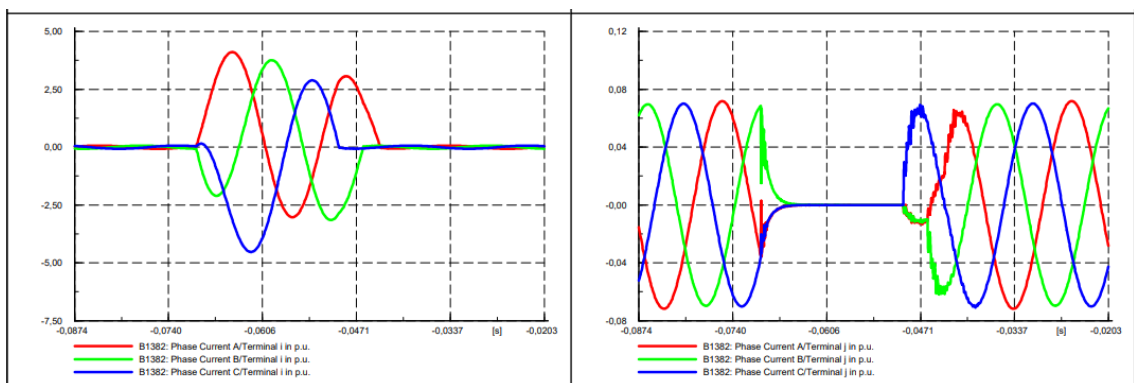


**Alimentador 0602R0T04 El Niagara**

**Demanda máxima**

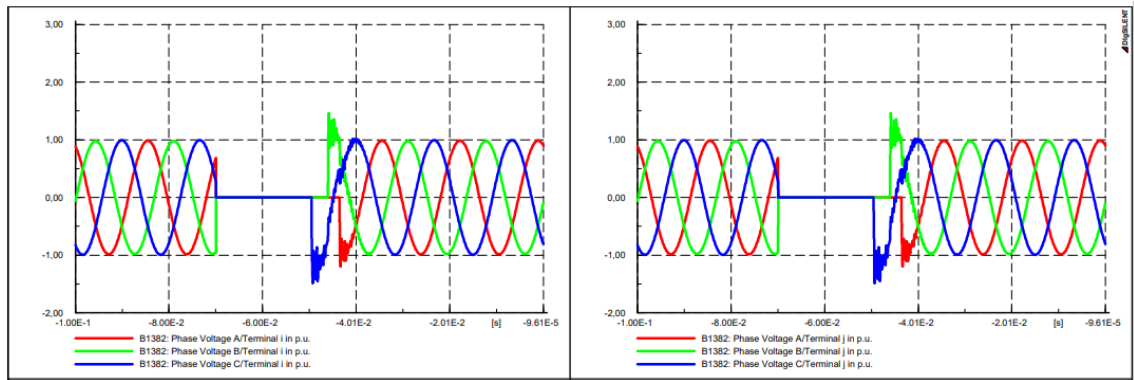


Variaciones de tensión en el Tramo B1382			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.980	0.000	0.980
Fase B	0.971	0.000	0.980
Fase C	0.991	0.000	0.991



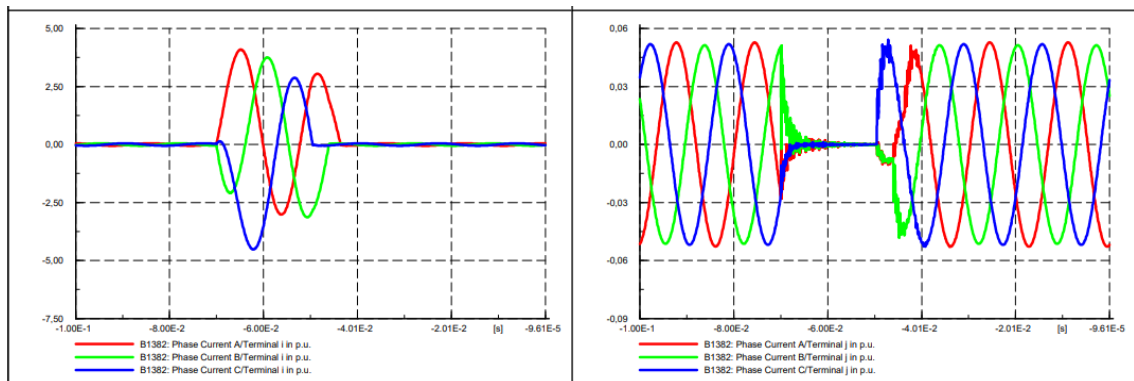
Variación de corriente en el Tramo B1382			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.072	4.106	0.072
Fase B	0.070	3.759	0.070
Fase C	0.070	2.890	0.070

**Demanda media**



**Variaciones de tensión en el Tramo B1382**

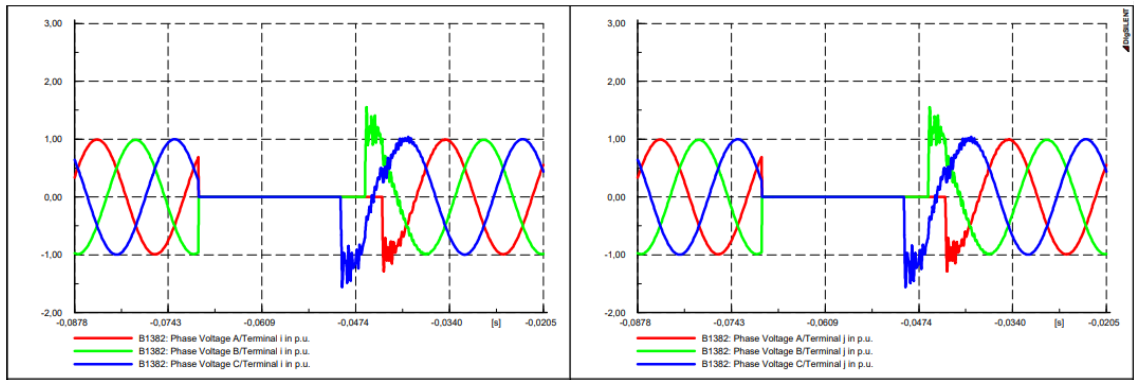
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
<b>Fase A</b>	0.986	0.000	0.986
<b>Fase B</b>	0.980	0.000	0.980
<b>Fase C</b>	0.995	0.000	0.995



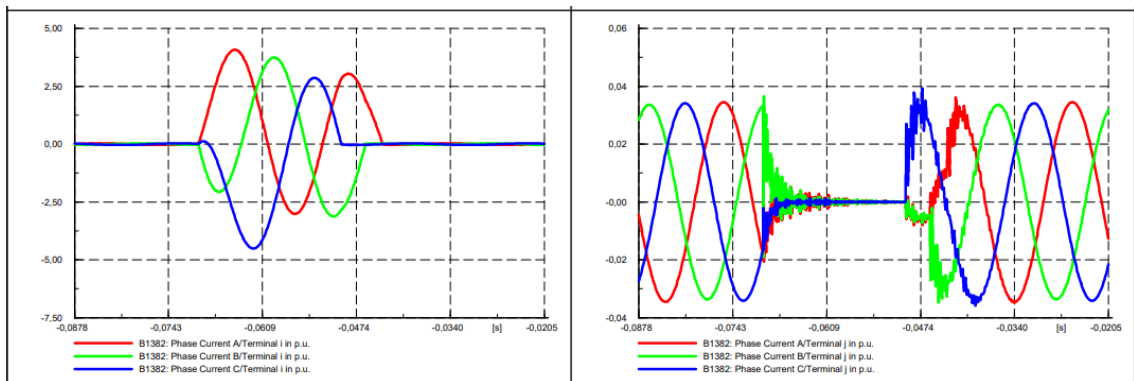
**Variación de corriente en el Tramo B1382**

Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
<b>Fase A</b>	0.053	4.094	0.053
<b>Fase B</b>	0.051	3.753	0.051
<b>Fase C</b>	0.052	2.876	0.052

**Demanda mínima**



Variaciones de tensión en el Tramo B1382			
Fases	Voltajes antes de la falla (p.u.)	Voltajes pico durante la falla (p.u.)	Voltajes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.992	0.000	0.992
Fase B	0.989	0.000	0.989
Fase C	0.998	0.000	0.998



Variación de corriente en el Tramo B1382			
Fases	Corrientes antes de la falla (p.u.)	Corrientes pico durante la falla (p.u.)	Corrientes después de la falla (p.u.)
Fase A	0.035	4.082	0.035
Fase B	0.034	3.749	0.034
Fase C	0.034	2.866	0.034

## Anexo K

**RESULTADOS DE CONTINGENCIAS EN TRANSFORMADORES Y LÍNEAS POR ALIMENTADORES****Alimentador 0602SR0T01 Brigada Patria – La Calera****Antes y Después de que el Transformador TRT0022(13) sale de servicio**

Nombre	En la Carpeta	Vnom L-L (kV)	Tensión Antes de la contingencia (p.u)	Tensión Después de la contingencia (p.u)
Nodo0	AMT_SAN RAFAEL	13,8	1,004000	1,004000
99986_p	TRT0020(22)	13,8	0,995361	0,995627
99692_p	TRT0019(12)	13,8	0,995405	0,995672
99691_p	TRT0019(11)	13,8	0,995411	0,995677
136289_p	TRT0020(33)	13,8	0,995414	0,995680
99684_p	TRT0022(17)	13,8	0,995425	0,995691
99675_p	TRT0022(16)	13,8	0,995425	0,995691
135937_p	TRT0019(13)	13,8	0,995444	0,995711
12270_p	TRT0023(3)	13,8	0,995463	0,995730
170775_p	TRT0022(22)	13,8	0,995491	0,995757
183410_p	TRT0022(23)	13,8	0,995508	0,995774
12263_p	TRT0018(18)	13,8	0,995566	0,995833
50896_p	TRT0022(14)	13,8	0,995571	0,995838
12273_p	TRT0018(19)	13,8	0,995572	0,995839
12288_p	TRT0022(7)	13,8	0,995616	0,995883
50897_p	TRT0018(29)	13,8	0,995645	0,995911
12275_p	TRT0020(7)	13,8	0,995702	0,995969
198242_p	TRT0025(8)	13,8	0,995710	0,995977
35632_p	TRT0025(5)	13,8	0,995710	0,995977
35634_p	TRT0024	13,8	0,995711	0,995977
35633_p	TRT0023(7)	13,8	0,995711	0,995977
14426_p	TRT0020(8)	13,8	0,995711	0,995978
35641_p	TRT0022(12)	13,8	0,995712	0,995979
95433_p	TRT0023(12)	13,8	0,995713	0,995979
115892_p	TRT0022(19)	13,8	0,995713	0,995980
14425_p	TRT0022(8)	13,8	0,995714	0,995980
35642_p	TRT0082(1)	13,8	0,995714	0,995981
14430_p	TRT0022(10)	13,8	0,995717	0,995983
14429_p	TRT0018(20)	13,8	0,995718	0,995984
35648_p	TRT0018(26)	13,8	0,995723	0,995989
14428_p	TRT0022(9)	13,8	0,995724	0,995990
103990_p	TRT0020(23)	13,8	0,995725	0,995991
14733_p	TRT0018(23)	13,8	0,995727	0,995994

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

14732_p	TRT0020(10)	13,8	0,995728	0,995995
163746_p	TRT0022(21)	13,8	0,995728	0,995995
14731_p	TRT0018(22)	13,8	0,995728	0,995995
14746_p	TRT0020(11)	13,8	0,995730	0,995997
14736_p	TRT0022(11)	13,8	0,995730	0,995997
14737_p	TRT0018(24)	13,8	0,995730	0,995997
117169_p	TRT0020(32)	13,8	0,995730	0,995997
14725_p	TRT0025(2)	13,8	0,995734	0,996000
157558_p	TRT0025(7)	13,8	0,995734	0,996000
14724_p	TRT0023(4)	13,8	0,995734	0,996001
96146_p	TRT0022(15)	13,8	0,995735	0,996001
14427_p	TRT0020(9)	13,8	0,995735	0,996002
14723_p	TRT0018(21)	13,8	0,995737	0,996004
197618_p	TRT0018(59)	13,8	0,995744	0,996010
197623_p	TRT0018(60)	13,8	0,995744	0,996011
197624_p	TRT0020(36)	13,8	0,995745	0,996011
198246_p	TRT0019(14)	13,8	0,995772	0,996038
85804_p	TRT0243	13,8	0,995774	0,996040
190469_p	TRT0022(24)	13,8	0,995774	0,996041
50901_p	TRT0018(30)	13,8	0,995788	0,996055
50907_p	TRT0019(10)	13,8	0,995816	0,996083
50898_p	TRT0020(17)	13,8	0,995818	0,996085
50905_p	TRT0018(31)	13,8	0,995820	0,996086
50904_p	TRT0023(9)	13,8	0,995821	0,996087
98067_p	TRT0020(21)	13,8	0,995837	0,996104
54506_p	TRT0020(19)	13,8	0,995974	0,996240
173368_p	TRT0250	13,8	0,995980	0,996246
50919_p	TRT0020(18)	13,8	0,995995	0,996262
110114_p	TRT0020(24)	13,8	0,996010	0,996276
50918_p	TRT0023(10)	13,8	0,996010	0,996277
85125_p	TRT0018(34)	13,8	0,996066	0,996332
173346_p	TRT0043	13,8	0,996123	0,996389
12219_p	TRT0018(13)	13,8	0,996327	0,996593
138867_p	TRT0020(35)	13,8	0,996388	0,996654
12217_p	TRT0018(12)	13,8	0,996390	0,996656
12196_p	TRT0019(3)	13,8	0,996468	0,996735
12199_p	TRT0019(4)	13,8	0,996471	0,996737
12206_p	TRT0018(10)	13,8	0,996472	0,996738
12208_p	TRT0019(6)	13,8	0,996472	0,996738
12207_p	TRT0019(5)	13,8	0,996472	0,996738
12210_p	TRT0019(7)	13,8	0,996473	0,996739
12209_p	TRT0020(4)	13,8	0,996473	0,996739
12212_p	TRT0025(1)	13,8	0,996477	0,996743
12216_p	TRT0018(11)	13,8	0,996541	0,996808
12213_p	TRT0019(8)	13,8	0,996542	0,996808

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

12197_p	TRT0018(6)	13,8	0,996648	0,996914
12198_p	TRT0018(7)	13,8	0,996649	0,996915
12205_p	TRT0017(1)	13,8	0,996689	0,996955
12204_p	TRT0021(1)	13,8	0,996689	0,996955
12203_p	TRT0018(9)	13,8	0,996750	0,997016
89294_p	TRT0020(20)	13,8	0,996752	0,997018
12200_p	TRT0018(8)	13,8	0,996752	0,997018
14785_p	TRT0018(25)	13,8	0,996797	0,997063
14783_p	TRT0020(16)	13,8	0,996864	0,997130
14782_p	TRT0023(6)	13,8	0,996864	0,997130
14775_p	TRT0025(3)	13,8	0,997052	0,997318
14778_p	TRT0020(15)	13,8	0,997052	0,997318
14777_p	TRT0020(14)	13,8	0,997052	0,997319
14776_p	TRT0025(4)	13,8	0,997053	0,997319
14772_p	TRT0023(5)	13,8	0,997054	0,997320
14770_p	TRT0019(9)	13,8	0,997249	0,997515
103985_p	TRT0018(36)	13,8	0,997249	0,997515
73922_p	TRT0018(32)	13,8	0,997249	0,997515
14769_p	TRT0020(13)	13,8	0,997515	0,997781
106918_p	TRT0023(15)	13,8	0,997603	0,997869
106917_p	TRT0023(14)	13,8	0,997609	0,997875
107189_p	TRT0018(44)	13,8	0,997611	0,997876
107188_p	TRT0018(43)	13,8	0,997614	0,997879
107187_p	TRT0018(42)	13,8	0,997617	0,997883
107185_p	TRT0018(40)	13,8	0,997620	0,997886
106916_p	TRT0023(13)	13,8	0,997621	0,997887
107186_p	TRT0018(41)	13,8	0,997623	0,997889
12192_p	TRT0082	13,8	0,997635	0,997900
106914_p	TRT0018(38)	13,8	0,997653	0,997919
106915_p	TRT0018(39)	13,8	0,997655	0,997921
107191_p	TRT0018(46)	13,8	0,997673	0,997939
107190_p	TRT0018(45)	13,8	0,997673	0,997939
106874_p	TRT0018(37)	13,8	0,997712	0,997978
14766_p	TRT0020(12)	13,8	0,997771	0,998036
12259_p	TRT0022(6)	13,8	0,997813	0,998079
12258_p	TRT0018(17)	13,8	0,997813	0,998079
12257_p	TRT0021(2)	13,8	0,997814	0,998079
12256_p	TRT0023(2)	13,8	0,997814	0,998080
12255_p	TRT0020(6)	13,8	0,997814	0,998080
12253_p	TRT0018(16)	13,8	0,997851	0,998117
147906_p	TRT0022(20)	13,8	0,997860	0,998126
12249_p	TRT0018(14)	13,8	0,997965	0,998230
197631_p	TRT0018(61)	13,8	0,998009	0,998274
12178_p	TRT0081	13,8	0,998175	0,998441
77128_p	TRT0025(6)	13,8	0,998253	0,998519

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

12250_p	TRT0020(5)	13,8	0,998255	0,998521
12251_p	TRT0018(15)	13,8	0,998255	0,998521
153444_p	TRT0018(58)	13,8	0,998360	0,998626
66573_p	TRT0023(11)	13,8	0,998408	0,998673
109137_p	TRT0023(19)	13,8	0,998556	0,999002
43982_p	TRT0023(8)	13,8	0,998564	0,999098
43981_p	TRT0022(13)	13,8	0,998581	0,999104
80644_p	TRT0042	13,8	0,998591	0,999106
137873_p	TRT0200	13,8	0,998597	0,999109
70737_p	TRT0046	13,8	0,998607	0,999119
43980_p	TRT0018(28)	13,8	0,998680	0,999127
43979_p	TRT0018(27)	13,8	0,998731	0,999179
11544_p	TRT0018(3)	13,8	0,998737	0,999218
11564_p	TRT0018(5)	13,8	0,998844	0,999299
11528_p	TRT0020(2)	13,8	0,998844	0,999302
11533_p	TRT0017	13,8	0,998964	0,999395
11529_p	TRT0022(4)	13,8	0,998980	0,999408
75201_p	TRT0018(33)	13,8	0,998980	0,999408
11531_p	TRT0025	13,8	0,999043	0,999457
11530_p	TRT0018	13,8	0,999060	0,999470
11562_p	TRT0022(5)	13,8	0,999232	0,999498
11541_p	TRT0018(2)	13,8	0,999232	0,999498
11561_p	TRT0077	13,8	0,999276	0,999644
11546_p	TRT0018(4)	13,8	0,999341	0,999697
110738_p	TRT0020(28)	13,8	0,999391	0,999737
11537_p	TRT0023(1)	13,8	0,999393	0,999739
11538_p	TRT0020(3)	13,8	0,999473	0,999804
178182_p	TRT0047	13,8	0,999473	0,999804
11549_p	TRT0019(2)	13,8	0,999570	0,999883
85126_p	TRT0018(35)	13,8	0,999575	0,999887
111060_p	TRT0018(55)	13,8	0,999668	0,999954
129073_p	TRT0018(57)	13,8	0,999672	0,999958
111061_p	TRT0018(56)	13,8	0,999677	0,999962
78740_p	TRT0077(1)	13,8	0,999683	0,999967
110435_p	TRT0022(18)	13,8	0,999702	0,999968
11248_p	TRT0021	13,8	0,999709	0,999995
110437_p	TRT0018(53)	13,8	0,999728	1,000014
110420_p	TRT0018(51)	13,8	0,999791	1,000068
110434_p	TRT0018(52)	13,8	1,000052	1,000302
11535_p	TRT0018(1)	13,8	1,000229	1,000466
11521_p	TRT0023	13,8	1,000772	1,000966
110740_p	TRT0018(54)	13,8	1,001165	1,001302
111059_p	TRT0020(31)	13,8	1,001165	1,001302
111057_p	TRT0023(21)	13,8	1,001178	1,001315
111058_p	TRT0020(30)	13,8	1,001192	1,001329

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

110739_p	TRT0020(29)	13,8	1,001201	1,001338
108826_p	TRT0023(18)	13,8	1,001217	1,001354
137248_p	TRT0020(34)	13,8	1,001222	1,001359
110436_p	TRT0020(27)	13,8	1,001227	1,001363
110419_p	TRT0023(20)	13,8	1,001227	1,001364
110147_p	TRT0020(26)	13,8	1,001245	1,001381
110130_p	TRT0020(25)	13,8	1,001250	1,001387
110133_p	TRT0018(50)	13,8	1,001254	1,001390
110097_p	TRT0018(49)	13,8	1,001256	1,001392
108496_p	TRT0018(47)	13,8	1,001356	1,001493
11526_p	TRT0022(3)	13,8	1,001914	1,002025
108819_p	TRT0018(48)	13,8	1,001932	1,002043
108818_p	TRT0023(17)	13,8	1,002307	1,002396
3849_p	TRT0019(1)	13,8	1,002748	1,002809
3852_p	TRT0020(1)	13,8	1,002749	1,002809
3851_p	TRT0020	13,8	1,002759	1,002819
3848_p	TRT0022	13,8	1,002776	1,002837
3856_p	TRT0022(2)	13,8	1,002785	1,002845
3850_p	TRT0022(1)	13,8	1,002792	1,002853
3847_p	TRT0019	13,8	1,002797	1,002857
108801_p	TRT0023(16)	13,8	1,003104	1,003150

**Antes y Después cuando la línea 125 sale de servicio**

Nombre	En la Carpeta	Vnom L-L (kV)	Tensión Antes de la contingencia (p.u)	Tensión Después de la contingencia (p.u)
Nodo0	AMT_SAN RAFAEL	13,8	1,004000	1,004000
11533_p	TRT0017	13,8	0,995937	0,000000
12205_p	TRT0017(1)	13,8	0,991639	0,994282
11530_p	TRT0018	13,8	0,996074	0,000000
11535_p	TRT0018(1)	13,8	0,997846	1,000190
12206_p	TRT0018(10)	13,8	0,991243	0,993889
12216_p	TRT0018(11)	13,8	0,991370	0,994015
12217_p	TRT0018(12)	13,8	0,991092	0,993738
12219_p	TRT0018(13)	13,8	0,990978	0,993624
12249_p	TRT0018(14)	13,8	0,993945	0,996582
12251_p	TRT0018(15)	13,8	0,994453	0,997089
12253_p	TRT0018(16)	13,8	0,993751	0,996388
12258_p	TRT0018(17)	13,8	0,993687	0,996324
12263_p	TRT0018(18)	13,8	0,989587	0,992237
12273_p	TRT0018(19)	13,8	0,989598	0,992248



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

11541_p	TRT0018(2)	13,8	0,996156	0,998786
14429_p	TRT0018(20)	13,8	0,989811	0,992461
14723_p	TRT0018(21)	13,8	0,989850	0,992500
14731_p	TRT0018(22)	13,8	0,989822	0,992472
14733_p	TRT0018(23)	13,8	0,989821	0,992471
14737_p	TRT0018(24)	13,8	0,989821	0,992471
14785_p	TRT0018(25)	13,8	0,991835	0,994478
35648_p	TRT0018(26)	13,8	0,989803	0,992453
43979_p	TRT0018(27)	13,8	0,995612	0,000000
43980_p	TRT0018(28)	13,8	0,995541	0,000000
50897_p	TRT0018(29)	13,8	0,989787	0,992437
11544_p	TRT0018(3)	13,8	0,995293	0,997926
50901_p	TRT0018(30)	13,8	0,990032	0,992680
50905_p	TRT0018(31)	13,8	0,990084	0,992732
73922_p	TRT0018(32)	13,8	0,992654	0,995295
75201_p	TRT0018(33)	13,8	0,995961	0,000000
85125_p	TRT0018(34)	13,8	0,990512	0,993159
85126_p	TRT0018(35)	13,8	0,996824	0,000000
103985_p	TRT0018(36)	13,8	0,992654	0,995295
106874_p	TRT0018(37)	13,8	0,993517	0,996155
106914_p	TRT0018(38)	13,8	0,993419	0,996057
106915_p	TRT0018(39)	13,8	0,993422	0,996060
11546_p	TRT0018(4)	13,8	0,996481	0,000000
107185_p	TRT0018(40)	13,8	0,993365	0,996003
107186_p	TRT0018(41)	13,8	0,993369	0,996007
107187_p	TRT0018(42)	13,8	0,993359	0,995997
107188_p	TRT0018(43)	13,8	0,993353	0,995991
107189_p	TRT0018(44)	13,8	0,993348	0,995986
107190_p	TRT0018(45)	13,8	0,993453	0,996091
107191_p	TRT0018(46)	13,8	0,993452	0,996090
108496_p	TRT0018(47)	13,8	0,999655	1,001008
108819_p	TRT0018(48)	13,8	1,000610	1,001710
110097_p	TRT0018(49)	13,8	0,999484	1,000837
11564_p	TRT0018(5)	13,8	0,995768	0,000000
110133_p	TRT0018(50)	13,8	0,999481	1,000834
110420_p	TRT0018(51)	13,8	0,997146	0,000000
110434_p	TRT0018(52)	13,8	0,997559	1,000041
110437_p	TRT0018(53)	13,8	0,997050	0,000000
110740_p	TRT0018(54)	13,8	0,999333	1,000686
111060_p	TRT0018(55)	13,8	0,996950	0,000000
111061_p	TRT0018(56)	13,8	0,996964	0,000000
129073_p	TRT0018(57)	13,8	0,996958	0,000000
153444_p	TRT0018(58)	13,8	0,994636	0,997271
197618_p	TRT0018(59)	13,8	0,989860	0,992510
12197_p	TRT0018(6)	13,8	0,991564	0,994208

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

197623_p	TRT0018(60)	13,8	0,989861	0,992511
197631_p	TRT0018(61)	13,8	0,994022	0,996659
12198_p	TRT0018(7)	13,8	0,991566	0,994210
12200_p	TRT0018(8)	13,8	0,991752	0,994396
12203_p	TRT0018(9)	13,8	0,991750	0,994393
3847_p	TRT0019	13,8	1,002026	1,002626
3849_p	TRT0019(1)	13,8	1,001944	1,002545
50907_p	TRT0019(10)	13,8	0,990078	0,992726
99691_p	TRT0019(11)	13,8	0,989391	0,992042
99692_p	TRT0019(12)	13,8	0,989382	0,992033
135937_p	TRT0019(13)	13,8	0,989377	0,992027
198246_p	TRT0019(14)	13,8	0,989930	0,992579
11549_p	TRT0019(2)	13,8	0,996817	0,000000
12196_p	TRT0019(3)	13,8	0,991238	0,993883
12199_p	TRT0019(4)	13,8	0,991242	0,993887
12207_p	TRT0019(5)	13,8	0,991244	0,993889
12208_p	TRT0019(6)	13,8	0,991243	0,993889
12210_p	TRT0019(7)	13,8	0,991245	0,993890
12213_p	TRT0019(8)	13,8	0,991371	0,994016
14770_p	TRT0019(9)	13,8	0,992654	0,995295
3851_p	TRT0020	13,8	1,001962	1,002563
3852_p	TRT0020(1)	13,8	1,001945	1,002546
14732_p	TRT0020(10)	13,8	0,989822	0,992472
14746_p	TRT0020(11)	13,8	0,989822	0,992472
14766_p	TRT0020(12)	13,8	0,993598	0,996236
14769_p	TRT0020(13)	13,8	0,993136	0,995775
14777_p	TRT0020(14)	13,8	0,992299	0,994940
14778_p	TRT0020(15)	13,8	0,992298	0,994940
14783_p	TRT0020(16)	13,8	0,991956	0,994599
50898_p	TRT0020(17)	13,8	0,990083	0,992731
50919_p	TRT0020(18)	13,8	0,990389	0,993037
54506_p	TRT0020(19)	13,8	0,990351	0,992999
11528_p	TRT0020(2)	13,8	0,995764	0,000000
89294_p	TRT0020(20)	13,8	0,991752	0,994395
98067_p	TRT0020(21)	13,8	0,990115	0,992763
99986_p	TRT0020(22)	13,8	0,989307	0,991958
103990_p	TRT0020(23)	13,8	0,989808	0,992458
110114_p	TRT0020(24)	13,8	0,990412	0,993059
110130_p	TRT0020(25)	13,8	0,999474	1,000827
110147_p	TRT0020(26)	13,8	0,999463	1,000817
110436_p	TRT0020(27)	13,8	0,999433	1,000787
110738_p	TRT0020(28)	13,8	0,996554	0,000000
110739_p	TRT0020(29)	13,8	0,999392	1,000746
11538_p	TRT0020(3)	13,8	0,996674	0,000000
111058_p	TRT0020(30)	13,8	0,999378	1,000731

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>111059_p</b>	TRT0020(31)	13,8	0,999333	1,000686
<b>117169_p</b>	TRT0020(32)	13,8	0,989822	0,992472
<b>136289_p</b>	TRT0020(33)	13,8	0,989326	0,991977
<b>137248_p</b>	TRT0020(34)	13,8	0,999427	1,000781
<b>138867_p</b>	TRT0020(35)	13,8	0,991089	0,993735
<b>197624_p</b>	TRT0020(36)	13,8	0,989862	0,992512
<b>12209_p</b>	TRT0020(4)	13,8	0,991245	0,993890
<b>12250_p</b>	TRT0020(5)	13,8	0,994453	0,997089
<b>12255_p</b>	TRT0020(6)	13,8	0,993689	0,996326
<b>12275_p</b>	TRT0020(7)	13,8	0,989828	0,992477
<b>14426_p</b>	TRT0020(8)	13,8	0,989799	0,992449
<b>14427_p</b>	TRT0020(9)	13,8	0,989847	0,992497
<b>11248_p</b>	TRT0021	13,8	0,997019	0,000000
<b>12204_p</b>	TRT0021(1)	13,8	0,991639	0,994282
<b>12257_p</b>	TRT0021(2)	13,8	0,993687	0,996325
<b>3848_p</b>	TRT0022	13,8	1,001991	1,002591
<b>3850_p</b>	TRT0022(1)	13,8	1,002018	1,002618
<b>14430_p</b>	TRT0022(10)	13,8	0,989809	0,992459
<b>14736_p</b>	TRT0022(11)	13,8	0,989821	0,992471
<b>35641_p</b>	TRT0022(12)	13,8	0,989778	0,992429
<b>43981_p</b>	TRT0022(13)	13,8	0,995389	0,000000
<b>50896_p</b>	TRT0022(14)	13,8	0,989663	0,992313
<b>96146_p</b>	TRT0022(15)	13,8	0,989837	0,992487
<b>99675_p</b>	TRT0022(16)	13,8	0,989415	0,992065
<b>99684_p</b>	TRT0022(17)	13,8	0,989415	0,992065
<b>110435_p</b>	TRT0022(18)	13,8	0,996974	0,999601
<b>115892_p</b>	TRT0022(19)	13,8	0,989802	0,992452
<b>3856_p</b>	TRT0022(2)	13,8	1,002005	1,002606
<b>147906_p</b>	TRT0022(20)	13,8	0,993761	0,996398
<b>163746_p</b>	TRT0022(21)	13,8	0,989822	0,992472
<b>170775_p</b>	TRT0022(22)	13,8	0,989455	0,992106
<b>183410_p</b>	TRT0022(23)	13,8	0,989483	0,992134
<b>190469_p</b>	TRT0022(24)	13,8	0,989933	0,992583
<b>11526_p</b>	TRT0022(3)	13,8	1,000580	1,001680
<b>11529_p</b>	TRT0022(4)	13,8	0,995961	0,000000
<b>11562_p</b>	TRT0022(5)	13,8	0,996156	0,998786
<b>12259_p</b>	TRT0022(6)	13,8	0,993686	0,996324
<b>12288_p</b>	TRT0022(7)	13,8	0,989676	0,992326
<b>14425_p</b>	TRT0022(8)	13,8	0,989803	0,992453
<b>14428_p</b>	TRT0022(9)	13,8	0,989823	0,992473
<b>11521_p</b>	TRT0023	13,8	0,998724	1,000647
<b>11537_p</b>	TRT0023(1)	13,8	0,996557	0,000000
<b>50918_p</b>	TRT0023(10)	13,8	0,990413	0,993061
<b>66573_p</b>	TRT0023(11)	13,8	0,994719	0,997354
<b>95433_p</b>	TRT0023(12)	13,8	0,989801	0,992451

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>106916_p</b>	TRT0023(13)	13,8	0,993366	0,996004
<b>106917_p</b>	TRT0023(14)	13,8	0,993346	0,995984
<b>106918_p</b>	TRT0023(15)	13,8	0,993336	0,995974
<b>108801_p</b>	TRT0023(16)	13,8	1,002531	1,002982
<b>108818_p</b>	TRT0023(17)	13,8	1,001223	1,002111
<b>108826_p</b>	TRT0023(18)	13,8	0,999420	1,000773
<b>109137_p</b>	TRT0023(19)	13,8	0,995345	0,000000
<b>12256_p</b>	TRT0023(2)	13,8	0,993688	0,996326
<b>110419_p</b>	TRT0023(20)	13,8	0,999437	1,000790
<b>111057_p</b>	TRT0023(21)	13,8	0,999354	1,000707
<b>12270_p</b>	TRT0023(3)	13,8	0,989409	0,992059
<b>14724_p</b>	TRT0023(4)	13,8	0,989845	0,992495
<b>14772_p</b>	TRT0023(5)	13,8	0,992302	0,994944
<b>14782_p</b>	TRT0023(6)	13,8	0,991956	0,994599
<b>35633_p</b>	TRT0023(7)	13,8	0,989779	0,992429
<b>43982_p</b>	TRT0023(8)	13,8	0,995358	0,000000
<b>50904_p</b>	TRT0023(9)	13,8	0,990085	0,992733
<b>35634_p</b>	TRT0024	13,8	0,989778	0,992428
<b>11531_p</b>	TRT0025	13,8	0,996050	0,000000
<b>12212_p</b>	TRT0025(1)	13,8	0,991253	0,993898
<b>14725_p</b>	TRT0025(2)	13,8	0,989844	0,992494
<b>14775_p</b>	TRT0025(3)	13,8	0,992298	0,994940
<b>14776_p</b>	TRT0025(4)	13,8	0,992299	0,994941
<b>35632_p</b>	TRT0025(5)	13,8	0,989778	0,992428
<b>77128_p</b>	TRT0025(6)	13,8	0,994450	0,997085
<b>157558_p</b>	TRT0025(7)	13,8	0,989844	0,992494
<b>198242_p</b>	TRT0025(8)	13,8	0,989778	0,992428
<b>80644_p</b>	TRT0042	13,8	0,995437	0,000000
<b>173346_p</b>	TRT0043	13,8	0,990601	0,993248
<b>70737_p</b>	TRT0046	13,8	0,995449	0,000000
<b>178182_p</b>	TRT0047	13,8	0,996674	0,000000
<b>11561_p</b>	TRT0077	13,8	0,996386	0,000000
<b>78740_p</b>	TRT0077(1)	13,8	0,996975	0,000000
<b>12178_p</b>	TRT0081	13,8	0,994314	0,996949
<b>12192_p</b>	TRT0082	13,8	0,993388	0,996026
<b>35642_p</b>	TRT0082(1)	13,8	0,989782	0,992432
<b>137873_p</b>	TRT0200	13,8	0,995446	0,000000
<b>85804_p</b>	TRT0243	13,8	0,989933	0,992582
<b>173368_p</b>	TRT0250	13,8	0,990361	0,993009

**Alimentador 0602SR0T02 Santa Rosa de Pichul – 11 de Noviembre**

**Antes y Después de que el Transformador TRT0018(23) sale de servicio**

Component	Branch, Substation or Site	Loading Continuous [%]	Contingency Name	Base Case and Continuous Loading [0 % - 150 %]
TR_TRT0018	TRT0018(83)	150,25	A429	
TR_TRT0019	TRT0019(15)	145,01	A429	
TR_TRT0018	TRT0018(82)	110,55	A429	
TR_TRT0020	TRT0020(37)	99,47	A429	
TR_TRT0019	TRT0019(16)	95,90	A429	
TR_TRT0018	TRT0018(75)	93,32	A429	
TR_TRT0018	TRT0018(77)	84,35	A429	

**Antes y Después de que el Transformador TRT0018(83) sale de servicio**

Nombre	En la Carpeta	Vnom L-L (kV)	Tensión Antes de la contingencia (p.u)	Tensión Después de la contingencia (p.u)
<b>Nodo0</b>	AMT_SAN RAFAEL	13,8	1,004000	1,004000
<b>59204_p</b>	TRT0200(1)	13,8	1,002485	1,002532
<b>136285_p</b>	TRT0020(44)	13,8	1,002466	1,002513
<b>136300_p</b>	TRT0022(37)	13,8	1,002434	1,002480
<b>136299_p</b>	TRT0020(45)	13,8	1,002430	1,002477
<b>89605_p</b>	TRT0022(36)	13,8	1,002404	1,002451
<b>12286_p</b>	TRT0020(39)	13,8	1,002403	1,002450
<b>167580_p</b>	TRT0019(25)	13,8	1,002353	1,002400
<b>167584_p</b>	TRT0019(26)	13,8	1,002322	1,002369
<b>133300_p</b>	TRT0020(43)	13,8	1,002297	1,002344
<b>154657_p</b>	TRT0020(47)	13,8	1,002294	1,002341
<b>5835_p</b>	TRT0018(62)	13,8	1,002258	1,002305
<b>196994_p</b>	TRT0023(26)	13,8	1,002175	1,002221
<b>6084_p</b>	TRT0022(25)	13,8	1,002144	1,002190
<b>166929_p</b>	TRT0022(38)	13,8	1,002133	1,002180
<b>122642_p</b>	TRT0226	13,8	1,000683	1,000834
<b>131665_p</b>	TRT0053	13,8	1,000682	1,000833
<b>6115_p</b>	TRT0018(64)	13,8	1,000681	1,000832
<b>6116_p</b>	TRT0018(65)	13,8	1,000681	1,000832
<b>6117_p</b>	TRT0020(37)	13,8	1,000670	1,000821
<b>6118_p</b>	TRT0018(66)	13,8	1,000670	1,000820
<b>150498_p</b>	TRT0018(82)	13,8	1,000211	1,000386
<b>6113_p</b>	TRT0022(26)	13,8	1,000111	1,000291
<b>6114_p</b>	TRT0018(63)	13,8	0,999991	1,000178
<b>14749_p</b>	TRT0022(27)	13,8	0,999841	1,000036

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>12285_p</b>	TRT0018(71)	13,8	0,999836	1,000031
<b>12284_p</b>	TRT0020(38)	13,8	0,999669	0,999874
<b>12283_p</b>	TRT0023(24)	13,8	0,999236	0,999465
<b>168216_p</b>	TRT0022(39)	13,8	0,999208	0,999439
<b>11555_p</b>	TRT0018(67)	13,8	0,998759	0,999019
<b>11554_p</b>	TRT0019(15)	13,8	0,998571	0,998843
<b>12281_p</b>	TRT0023(23)	13,8	0,998195	0,998493
<b>115891_p</b>	TRT0018(81)	13,8	0,998032	0,998345
<b>35658_p</b>	TRT0018(72)	13,8	0,997984	0,998282
<b>35659_p</b>	TRT0022(29)	13,8	0,997965	0,998264
<b>35662_p</b>	TRT0020(40)	13,8	0,997892	0,998195
<b>35663_p</b>	TRT0020(41)	13,8	0,997892	0,998190
<b>11552_p</b>	TRT0025(9)	13,8	0,997869	0,998190
<b>35661_p</b>	TRT0019(21)	13,8	0,997860	0,998187
<b>35664_p</b>	TRT0020(42)	13,8	0,997853	0,998159
<b>164066_p</b>	TRT0018(83)	13,8	0,997830	0,998151
<b>35656_p</b>	TRT0022(28)	13,8	0,997803	0,998139
<b>11553_p</b>	TRT0023(22)	13,8	0,997793	0,998101
<b>35649_p</b>	TRT0019(19)	13,8	0,997778	0,998076
<b>35655_p</b>	TRT0019(20)	13,8	0,997775	0,998073
<b>12176_p</b>	TRT0019(16)	13,8	0,997410	0,997736
<b>12177_p</b>	TRT0018(68)	13,8	0,997338	0,997664
<b>160803_p</b>	TRT0020(48)	13,8	0,997325	0,997651
<b>160804_p</b>	TRT0020(49)	13,8	0,997309	0,997635
<b>162787_p</b>	TRT0243(2)	13,8	0,997174	0,997500
<b>12236_p</b>	TRT0243(1)	13,8	0,996974	0,997301
<b>179797_p</b>	TRT0018(84)	13,8	0,996825	0,997151
<b>12181_p</b>	TRT0019(17)	13,8	0,996818	0,997144
<b>12182_p</b>	TRT0018(69)	13,8	0,996818	0,997144
<b>12185_p</b>	TRT0019(18)	13,8	0,996817	0,997144
<b>12184_p</b>	TRT0018(70)	13,8	0,996816	0,997143
<b>82566_p</b>	TRT0018(73)	13,8	0,996742	0,997069
<b>12239_p</b>	TRT0017(2)	13,8	0,996737	0,997064
<b>76489_p</b>	TRT0022(30)	13,8	0,996697	0,997024
<b>82567_p</b>	TRT0018(74)	13,8	0,996680	0,997006
<b>76490_p</b>	TRT0022(31)	13,8	0,996625	0,996952
<b>136281_p</b>	TRT0019(23)	13,8	0,996594	0,996921
<b>136298_p</b>	TRT0019(24)	13,8	0,996585	0,996911
<b>76491_p</b>	TRT0022(32)	13,8	0,996564	0,996891
<b>77121_p</b>	TRT0019(22)	13,8	0,996546	0,996872
<b>77127_p</b>	TRT0022(33)	13,8	0,996364	0,996691
<b>77761_p</b>	TRT0022(34)	13,8	0,996325	0,996652
<b>77762_p</b>	TRT0022(35)	13,8	0,996282	0,996609
<b>115264_p</b>	TRT0018(75)	13,8	0,996131	0,996457
<b>115570_p</b>	TRT0018(76)	13,8	0,996050	0,996377

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>115575_p</b>	TRT0018(79)	13,8	0,995954	0,996281
<b>115573_p</b>	TRT0018(77)	13,8	0,995950	0,996277
<b>115588_p</b>	TRT0018(80)	13,8	0,995935	0,996262
<b>142081_p</b>	TRT0020(46)	13,8	0,995935	0,996262
<b>115574_p</b>	TRT0018(78)	13,8	0,995924	0,996250
<b>115894_p</b>	TRT0023(25)	13,8	0,995923	0,996250

**Antes y Después cuando la línea A29 sale de servicio**

<b>Nombre</b>	<b>En la Carpeta</b>	<b>Vnom L-L (kV)</b>	<b>Tensión Antes de la contingencia (p.u)</b>	<b>Tensión Después de la contingencia (p.u)</b>
<b>Nodo0</b>	AMT_SAN RAFAEL	13,8	1,004000	1,004000
<b>12239_p</b>	TRT0017(2)	13,8	0,996737	0,996902
<b>5835_p</b>	TRT0018(62)	13,8	1,002258	0,000000
<b>6114_p</b>	TRT0018(63)	13,8	0,999991	1,000155
<b>6115_p</b>	TRT0018(64)	13,8	1,000681	1,000845
<b>6116_p</b>	TRT0018(65)	13,8	1,000681	1,000845
<b>6118_p</b>	TRT0018(66)	13,8	1,000670	1,000833
<b>11555_p</b>	TRT0018(67)	13,8	0,998759	0,998923
<b>12177_p</b>	TRT0018(68)	13,8	0,997338	0,997502
<b>12182_p</b>	TRT0018(69)	13,8	0,996818	0,996982
<b>12184_p</b>	TRT0018(70)	13,8	0,996816	0,996980
<b>12285_p</b>	TRT0018(71)	13,8	0,999836	1,000000
<b>35658_p</b>	TRT0018(72)	13,8	0,997984	0,998148
<b>82566_p</b>	TRT0018(73)	13,8	0,996742	0,996906
<b>82567_p</b>	TRT0018(74)	13,8	0,996680	0,996844
<b>115264_p</b>	TRT0018(75)	13,8	0,996131	0,996295
<b>115570_p</b>	TRT0018(76)	13,8	0,996050	0,996215
<b>115573_p</b>	TRT0018(77)	13,8	0,995950	0,996115
<b>115574_p</b>	TRT0018(78)	13,8	0,995924	0,996088
<b>115575_p</b>	TRT0018(79)	13,8	0,995954	0,996118
<b>115588_p</b>	TRT0018(80)	13,8	0,995935	0,996100
<b>115891_p</b>	TRT0018(81)	13,8	0,998032	0,998196
<b>150498_p</b>	TRT0018(82)	13,8	1,000211	1,000375
<b>164066_p</b>	TRT0018(83)	13,8	0,997830	0,997994
<b>179797_p</b>	TRT0018(84)	13,8	0,996825	0,996989
<b>11554_p</b>	TRT0019(15)	13,8	0,998571	0,998735
<b>12176_p</b>	TRT0019(16)	13,8	0,997410	0,997574
<b>12181_p</b>	TRT0019(17)	13,8	0,996818	0,996982
<b>12185_p</b>	TRT0019(18)	13,8	0,996817	0,996982
<b>35649_p</b>	TRT0019(19)	13,8	0,997778	0,997942
<b>35655_p</b>	TRT0019(20)	13,8	0,997775	0,997939

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>35661_p</b>	TRT0019(21)	13,8	0,997860	0,998024
<b>77121_p</b>	TRT0019(22)	13,8	0,996546	0,996710
<b>136281_p</b>	TRT0019(23)	13,8	0,996594	0,996758
<b>136298_p</b>	TRT0019(24)	13,8	0,996585	0,996749
<b>167580_p</b>	TRT0019(25)	13,8	1,002353	0,000000
<b>167584_p</b>	TRT0019(26)	13,8	1,002322	0,000000
<b>6117_p</b>	TRT0020(37)	13,8	1,000670	0,000000
<b>12284_p</b>	TRT0020(38)	13,8	0,999669	0,000000
<b>12286_p</b>	TRT0020(39)	13,8	1,002403	0,000000
<b>35662_p</b>	TRT0020(40)	13,8	0,997892	0,998056
<b>35663_p</b>	TRT0020(41)	13,8	0,997892	0,998056
<b>35664_p</b>	TRT0020(42)	13,8	0,997853	0,998017
<b>133300_p</b>	TRT0020(43)	13,8	1,002297	0,000000
<b>136285_p</b>	TRT0020(44)	13,8	1,002466	0,000000
<b>136299_p</b>	TRT0020(45)	13,8	1,002430	0,000000
<b>142081_p</b>	TRT0020(46)	13,8	0,995935	0,996100
<b>154657_p</b>	TRT0020(47)	13,8	1,002294	0,000000
<b>160803_p</b>	TRT0020(48)	13,8	0,997325	0,997489
<b>160804_p</b>	TRT0020(49)	13,8	0,997309	0,997473
<b>6084_p</b>	TRT0022(25)	13,8	1,002144	0,000000
<b>6113_p</b>	TRT0022(26)	13,8	1,000111	1,000275
<b>14749_p</b>	TRT0022(27)	13,8	0,999841	1,000006
<b>35656_p</b>	TRT0022(28)	13,8	0,997803	0,997967
<b>35659_p</b>	TRT0022(29)	13,8	0,997965	0,998129
<b>76489_p</b>	TRT0022(30)	13,8	0,996697	0,996862
<b>76490_p</b>	TRT0022(31)	13,8	0,996625	0,996789
<b>76491_p</b>	TRT0022(32)	13,8	0,996564	0,996729
<b>77127_p</b>	TRT0022(33)	13,8	0,996364	0,996528
<b>77761_p</b>	TRT0022(34)	13,8	0,996325	0,996489
<b>77762_p</b>	TRT0022(35)	13,8	0,996282	0,996446
<b>89605_p</b>	TRT0022(36)	13,8	1,002404	0,000000
<b>136300_p</b>	TRT0022(37)	13,8	1,002434	0,000000
<b>166929_p</b>	TRT0022(38)	13,8	1,002133	0,000000
<b>168216_p</b>	TRT0022(39)	13,8	0,999208	0,999372
<b>11553_p</b>	TRT0023(22)	13,8	0,997793	0,997957
<b>12281_p</b>	TRT0023(23)	13,8	0,998195	0,998359
<b>12283_p</b>	TRT0023(24)	13,8	0,999236	0,999400
<b>115894_p</b>	TRT0023(25)	13,8	0,995923	0,996087
<b>196994_p</b>	TRT0023(26)	13,8	1,002175	0,000000
<b>11552_p</b>	TRT0025(9)	13,8	0,997869	0,998033
<b>131665_p</b>	TRT0053	13,8	1,000682	1,000845
<b>59204_p</b>	TRT0200(1)	13,8	1,002485	0,000000
<b>122642_p</b>	TRT0226	13,8	1,000683	1,000847
<b>12236_p</b>	TRT0243(1)	13,8	0,996974	0,997138
<b>162787_p</b>	TRT0243(2)	13,8	0,997174	0,997338



**Alimentador 0602SR0T04 Brigada Patria – El Niágara**

**Para este caso los transformadores se encuentran operando en estado normal no presenta novedades**

Component	Branch, Substation or Site	Loading Continuous [%]	Contingency Name	Base Case and Continuous Loading [0 % - 97 %]
TR_TRT0018	TRT0018(109)	97,06	B214	
TR_TRT0020	TRT0020(63)	92,03	B214	
TR_TRT0018	TRT0018(90)	89,73	B1119	
TR_TRT0019	TRT0019(31)	86,63	B214	

**Antes y Después cuando la línea B76 sale de servicio**

Nombre	En la Carpeta	Vnom L-L (kV)	Tensión Antes de la contingencia (p.u)	Tensión Después de la contingencia (p.u)
<b>Nodo0</b>	AMT_SAN RAFAEL	13,8	1,004	1,004
<b>42881_p</b>	TRT0017(3)	13,8	0,998573	0,998913
<b>79681_p</b>	TRT0018(100)	13,8	1,001991	1,002330
<b>82253_p</b>	TRT0018(101)	13,8	0,998958	0,999298
<b>90564_p</b>	TRT0018(102)	13,8	1,002704	1,003105
<b>90577_p</b>	TRT0018(103)	13,8	1,002745	1,003106
<b>90578_p</b>	TRT0018(104)	13,8	1,001995	1,002334
<b>90581_p</b>	TRT0018(105)	13,8	1,002431	1,002770
<b>90584_p</b>	TRT0018(106)	13,8	1,003090	1,003325
<b>90883_p</b>	TRT0018(107)	13,8	1,003239	1,003428
<b>90888_p</b>	TRT0018(108)	13,8	1,003738	1,003801
<b>90891_p</b>	TRT0018(109)	13,8	1,002152	0,000000
<b>90892_p</b>	TRT0018(110)	13,8	1,001601	1,00194
<b>91201_p</b>	TRT0018(111)	13,8	1,001619	1,001958
<b>91202_p</b>	TRT0018(112)	13,8	1,001610	1,001949
<b>91206_p</b>	TRT0018(113)	13,8	1,001606	1,001945
<b>91207_p</b>	TRT0018(114)	13,8	1,001600	1,001939
<b>91553_p</b>	TRT0018(115)	13,8	1,001602	1,001941
<b>131685_p</b>	TRT0018(116)	13,8	0,998595	0,998936
<b>136295_p</b>	TRT0018(117)	13,8	1,001991	1,002330
<b>178862_p</b>	TRT0018(118)	13,8	0,999909	1,000249
<b>40995_p</b>	TRT0018(85)	13,8	0,999715	1,000056
<b>41009_p</b>	TRT0018(86)	13,8	0,999451	0,999791
<b>41017_p</b>	TRT0018(87)	13,8	0,999845	1,000185
<b>41022_p</b>	TRT0018(88)	13,8	1,000057	1,000396
<b>41034_p</b>	TRT0018(89)	13,8	0,999409	0,999749
<b>41040_p</b>	TRT0018(90)	13,8	1,000419	1,000758
<b>52497_p</b>	TRT0018(91)	13,8	1,002302	0,000000
<b>52502_p</b>	TRT0018(92)	13,8	1,002250	0,000000

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

52505_p	TRT0018(93)	13,8	1,002252	0,000000
52808_p	TRT0018(94)	13,8	1,001390	1,001729
52813_p	TRT0018(95)	13,8	1,001050	1,001389
53443_p	TRT0018(96)	13,8	1,000775	1,001114
53453_p	TRT0018(97)	13,8	1,000540	1,000880
61170_p	TRT0018(98)	13,8	1,000925	1,001264
77123_p	TRT0018(99)	13,8	1,002558	0,000000
3854_p	TRT0019(27)	13,8	1,002167	0,000000
41003_p	TRT0019(28)	13,8	0,999509	0,999849
41018_p	TRT0019(29)	13,8	0,999845	1,000185
41033_p	TRT0019(30)	13,8	0,999907	1,000247
52482_p	TRT0019(31)	13,8	1,003732	1,003794
52483_p	TRT0019(32)	13,8	1,003728	1,003790
52498_p	TRT0019(33)	13,8	1,002147	0,000000
52520_p	TRT0019(34)	13,8	1,001591	1,001930
53451_p	TRT0019(35)	13,8	1,000603	1,000942
67841_p	TRT0019(36)	13,8	1,000843	1,001182
70408_p	TRT0019(37)	13,8	1,000404	1,000744
75855_p	TRT0019(38)	13,8	0,998864	0,999205
91558_p	TRT0019(39)	13,8	0,998956	0,999296
40679_p	TRT0020(50)	13,8	0,998721	0,999062
40680_p	TRT0020(51)	13,8	0,998721	0,999061
41029_p	TRT0020(52)	13,8	1,000412	1,000752
41044_p	TRT0020(53)	13,8	1,000343	1,000682
42592_p	TRT0020(54)	13,8	0,998575	0,998915
52493_p	TRT0020(55)	13,8	1,002641	1,003105
52499_p	TRT0020(56)	13,8	1,002125	0,000000
52503_p	TRT0020(57)	13,8	1,002250	0,000000
52508_p	TRT0020(58)	13,8	1,002003	1,002342
68523_p	TRT0020(59)	13,8	1,002002	1,002341
69762_p	TRT0020(60)	13,8	1,002422	1,002761
72642_p	TRT0020(61)	13,8	0,998571	0,998911
90565_p	TRT0020(62)	13,8	1,002570	0,000000
90884_p	TRT0020(63)	13,8	1,003223	1,003412
90889_p	TRT0020(64)	13,8	1,002171	0,000000
91203_p	TRT0020(65)	13,8	1,001600	1,001939
40968_p	TRT0021(3)	13,8	0,999356	0,000000
46431_p	TRT0021(4)	13,8	0,999606	0,000000
52489_p	TRT0021(5)	13,8	1,003255	0,000000
40983_p	TRT0022(40)	13,8	0,999588	0,999928
40985_p	TRT0022(41)	13,8	0,998594	0,998934
40994_p	TRT0022(42)	13,8	0,999213	0,999553
40997_p	TRT0022(43)	13,8	0,999796	1,000136
41008_p	TRT0022(44)	13,8	0,999452	0,999792
41020_p	TRT0022(45)	13,8	0,999919	1,000259

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI-CARRERA DE ELECTRICIDAD

<b>41023_p</b>	TRT0022(46)	13,8	0,999909	1,000249
<b>46430_p</b>	TRT0022(47)	13,8	0,999606	0,999946
<b>52492_p</b>	TRT0022(48)	13,8	1,002738	1,003104
<b>52495_p</b>	TRT0022(49)	13,8	1,002423	0,000000
<b>53442_p</b>	TRT0022(50)	13,8	1,000843	1,001182
<b>53445_p</b>	TRT0022(51)	13,8	1,000744	1,001084
<b>69763_p</b>	TRT0022(52)	13,8	1,002422	1,002761
<b>90583_p</b>	TRT0022(53)	13,8	1,003097	1,003332
<b>100626_p</b>	TRT0022(54)	13,8	0,998723	0,999063
<b>123958_p</b>	TRT0022(55)	13,8	0,999799	1,000139
<b>40984_p</b>	TRT0023(27)	13,8	0,999588	0,999928
<b>40990_p</b>	TRT0023(28)	13,8	0,998638	0,998978
<b>40991_p</b>	TRT0023(29)	13,8	0,998638	0,998978
<b>40999_p</b>	TRT0023(30)	13,8	0,999872	1,000212
<b>49936_p</b>	TRT0023(31)	13,8	1,000412	1,000751
<b>50245_p</b>	TRT0023(32)	13,8	0,999439	0,999772
<b>69446_p</b>	TRT0023(33)	13,8	1,002422	1,002761
<b>97791_p</b>	TRT0023(34)	13,8	0,999606	0,999946
<b>198563_p</b>	TRT0023(35)	13,8	0,999602	0,999946
<b>50926_p</b>	TRT0024(1)	13,8	1,000415	1,000755
<b>4167_p</b>	TRT0025(10)	13,8	1,002130	0,000000
<b>41007_p</b>	TRT0025(11)	13,8	0,999451	0,999791
<b>53762_p</b>	TRT0025(12)	13,8	1,002430	1,002769
<b>55368_p</b>	TRT0041	13,8	1,002141	0,000000
<b>116531_p</b>	TRT0041(1)	13,8	1,002138	0,000000
<b>135570_p</b>	TRT0046(1)	13,8	1,002123	0,000000
<b>134979_p</b>	TRT0051	13,8	1,003959	1,003969
<b>170460_p</b>	TRT0052	13,8	0,999714	1,000055
<b>137558_p</b>	TRT0082(2)	13,8	1,000416	1,000756
<b>159826_p</b>	TRT0084	13,8	1,000745	1,001084
<b>85458_p</b>	TRT0201	13,8	1,002429	1,002768
<b>52524_p</b>	TRT0203	13,8	1,001607	1,001946
<b>52525_p</b>	TRT0203(1)	13,8	1,001607	1,001946
<b>173362_p</b>	TRT0203(2)	13,8	0,999452	0,999792
<b>40969_p</b>	TRT0240	13,8	0,999184	0,999524
<b>50246_p</b>	TRT0240(1)	13,8	0,999714	1,000055
<b>50247_p</b>	TRT0240(2)	13,8	0,999714	1,000055
<b>165969_p</b>	TRT0240(3)	13,8	1,000419	1,000758
<b>52818_p</b>	TRT0305	13,8	1,001390	1,001729

Anexo L



Document Information

Analyzed document REDACCION\_FINAL\_PALLO\_RUMIPAMBA.docx (D143405184)  
 Submitted 8/30/2022 7:25:00 PM  
 Submitted by wilian.guaman8956@utc.edu.ec  
 Submitter email wilian.guaman8956@utc.edu.ec  
 Similarity 0%  
 Analysis address wilian.guaman8956.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

- SA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / MEMORIA\_TÉCNICA\_SE\_EL\_BOSQUE\_LOPEZ\_NUÑEZ\_PEREZ.pdf**  
 Document MEMORIA\_TÉCNICA\_SE\_EL\_BOSQUE\_LOPEZ\_NUÑEZ\_PEREZ.pdf (D110780912)  
 Submitted by: carlos.quinatoa7864@utc.edu.ec  
 Receiver: carlos.quinatoa7864.utc@analysis.arkund.com

1
- SA**

**CORNEL-DELGADO SALTOS.pdf**  
 Document CORNEL-DELGADO SALTOS.pdf (D97546886)

2
- SA**

**Tesis Juan Godoy - Edison Quinonez.docx**  
 Document Tesis Juan Godoy - Edison Quinonez.docx (D40772249)

1
- SA**

**5.2 actual PROYECTO DE INVESTIGACIÓN GOROZABEL BIZUETA JEFFERSON AGUSTIN.docx**  
 Document 5.2 actual PROYECTO DE INVESTIGACIÓN GOROZABEL BIZUETA JEFFERSON AGUSTIN.docx (D51027368)

1