

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

DISEÑO DE DOS ALIMENTADORES DE LA SUBESTACIÓN CANANVALLE CON REDES COMPACTAS PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA EMELNORTE.

Trabajo de grado presentado ante la Universidad Técnica del Norte previo a la obtención del título de grado de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

Autor:

Richard Leonardo Madruñero Chulde

Director.

MSc. Widmar Hernán Aguilar González

ASESORES

MSc. Segundo Hernán Pérez Cruz

MSc. Claudio Otero Sierra

Ibarra - Ecuador

Julio 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art.144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo de grado a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040165397-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Madruñero Chulde Richard Leonado		
DIRECCIÓN:	Ibarra- Av. José Tobar y Tobar y Camilo Ponce		
EMAIL:	rmadrunero@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0994806240
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DISEÑO DE DOS ALIMENTADORES DE LA SUBESTACIÓN CANANVALLE CON REDES COMPACTAS PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA EMELNORTE		
AUTOR (ES):	Madruñero Chulde Richard Leonardo		
FECHA: DD/MM/AAAA	24 de Julio del 2019		
PROGRAMA:	Pregrado		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico		
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Widmar Aguilar		

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 24 días del mes de Julio de 2019



Firma

Nombre: Richard Leonardo Madruñero Chulde.

Cédula: 040165397-7

Ibarra, 2019.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Richard Leonardo Madruñero Chulde, con cédula de identidad No. 040165397-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual y Normatividad vigente de la misma.

EL AUTOR:

Nombre: Richard Leonardo Madruñero Chulde.

Cédula: 040165397-7.

Ibarra, 2019.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

MSc. Widmar Aguilar

CERTIFICA:

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante; Madruñero Chulde Richard Leonardo certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado; **“DISEÑO DE DOS ALIMENTADORES DE LA SUBESTACIÓN CANANVALLE CON REDES COMPACTAS PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA EMELNORTE”**. Para la obtención de título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobando la defensa, impresión y empastado.

MSc. Widmar Aguilar
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincera gratitud a Dios que con su bendición llena de vida a toda mi familia por estar siempre presentes.

Gracias a mi madre por todo el apoyo que me ha brindado en mis estudios.

Mi profundo agradecimiento a los docentes de esta distinguida universidad por su dedicación, criterio, apoyo incondicional y amistad, han sido los encargados de impartir sus conocimientos.

Agradezco al Magister Widmar Aguilar que como mi tutor me brindo su asesoría y confianza para el desarrollo de este trabajo.

Y por último agradezco a los ingenieros de los Departamentos de Estudios Eléctricos y Construcciones de la Empresa Eléctrica EMELNORTE por su colaboración para la realización de este estudio.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se lo dedico a mi madre Enma Germania Chulde Chalcualan con su amor, paciencia y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir un sueño más.

A mis hermanos Roberto Carlos, Betty Alexandra y José Luis que con su cariño y apoyo incondicional me brindan momentos de mucha felicidad y siempre están a mi lado ante cualquier adversidad los admiro y quiero mucho.

Tabla de Contenido

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	I
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	I
2. CONSTANCIA	II
DECLARACIÓN	III
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
Tabla de Contenido	VII
Índice de Figuras	X
Índice de Tablas	XI
Resumen.....	XIII
Abstract.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
A1.- ANTECEDENTES.....	XV
A2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XVI
A3.- JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	XVII
A4.- ALCANCE DEL TRABAJO	XVII
A5.- VIABILIDAD DEL TRABAJO	XVII
A6.- OBJETIVO GENERAL	XVIII
A7.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XVIII
CAPÍTULO 1	1
Marco teórico	1
1.1 Sistema de distribución de energía eléctrica	1
1.2 Redes de distribución eléctrica.....	2
1.2.1 Subestación de distribución eléctrica.....	2
1.2.2 Sistema de alimentación de energía eléctrica.	3
1.2.3 Tipos de redes de distribución de energía eléctrica.	6
1.2.4 Tipos de fallas en las redes de distribución eléctrica.	8
1.2.5 Medio voltaje eléctrico.....	8
1.3 Redes aéreas compactas.....	8
1.3.1 Generalidades de la red aérea compacta.....	9
1.3.2 Confiabilidad y seguridad de las redes aéreas compactas.....	10
1.3.3 Áreas a utilizar la red aérea compacta.....	11

1.4	Normas y características que aplica al conductor de una línea de distribución aérea compacta.....	11
1.4.1	Conductores.....	11
1.4.2	Normas que aplica el conductor en una red compacta.	11
1.4.3	Conductores seleccionados en una red compacta.....	12
1.5	Parámetros de las líneas eléctricas.....	15
1.5.1	Resistencia eléctrica (ohms).....	15
1.5.2	Reactancia inductiva.....	15
1.5.3	Reactancia capacitiva.....	16
1.5.4	Estructuras y Accesorios de una red aérea compacta.	16
1.6	Factores de diseño de la red aérea compacta.....	16
1.6.1	Carga instalada.....	17
1.6.2	Demanda.	17
1.6.3	Demanda máxima.....	17
1.6.4	Demanda de diseño.....	17
1.6.5	Factor de carga.....	17
1.6.6	Factor de pérdidas.....	17
1.6.7	Caída de voltaje.....	17
1.6.8	Pérdidas de energía.	18
1.7	Indicadores de calidad de servicio eléctrico.....	19
1.7.1	Frecuencia media de Interrupción por KVA nominal instalado (FMIK).	19
1.7.2	Tiempo total de interrupción por kVA nominal instalado (TTIK).....	19
1.7.3	Límites de calidad de servicio técnico.....	19
1.8	Proyección de la demanda	20
1.8.1	Modelos de proyección de la demanda.	20
1.9	Softwares utilizados en el estudio	22
1.9.1	ArcGIS.....	22
1.9.2	Cymdist.....	23
CAPÍTULO 2.....		25
2	Desarrollo	25
2.1	Introducción.....	25
2.2	Redes primarias.....	25
2.3	Recopilación de datos.....	25
2.4	Ubicación de los dos nuevos alimentadores.....	25
2.5	Creación de elementos a utilizar en el estudio	27

2.5.1	Conductores.....	27
2.5.2	Espaciamiento de los circuitos.....	29
2.6	Estudio y proyección de la demanda mediante el método lineal.....	34
2.6.1	Estimación de la demanda coincidente.....	34
2.6.2	Proyección de la demanda.....	36
CAPÍTULO 3.....		41
3	Resultados Análisis Técnico- Económico.....	41
3.1	Costo de inversión.....	42
3.2	Análisis beneficio/costo de los dos nuevos alimentadores.....	45
3.3	Cálculo de pérdidas de energía.....	48
3.4	Análisis de mejoras de los índices de calidad de servicio TTIK y FMIK con el uso de red aérea compacta.....	49
CONCLUSIONES.....		51
RECOMENDACIONES.....		52
REFERENCIAS.....		53
ANEXOS.....		55
Anexo A: Estructuras aéreas compactas.....		55
Anexo B: Accesorios de las estructuras aéreas compactas.....		58
Anexo C: Horas y fechas de las demandas coincidentes.....		61
Anexo D: Reportes de las Cargas Aguas Abajo.....		63
Anexo E: Reportes de flujo de carga.....		65
Anexo F: Presupuesto resto de estructuras y materiales SICPOE.....		69
Anexo G: Presupuestos Beneficio/Costo.....		74
Anexo H: índices de calidad de servicio eléctrico.....		80

Índice de Figuras

Fig. 1 Sistema de Distribución.....	1
Fig. 2 Alimentador radial.....	4
Fig. 3 Alimentador en lazo.....	4
Fig. 4 Alimentador tipo malla.	5
Fig. 5 Representación gráfica de una sección recta de línea compacta.....	8
Fig. 6 Cable ECONEL para redes aéreas de 15 a 38 kV XLPE	12
Fig. 7 Cables protegidos para línea aérea compacta.....	13
Fig. 8 Tipos de cables mensajeros.	14
Fig. 9 Ventana principal de ArcGIS	23
Fig. 10 Ventana principal del programa CYMDIST	24
Fig. 11 Puntos y tramo con su respectiva medida de longitud del alimentador #1 (Cananville 1).....	26
Fig. 12 Puntos y tramo con su respectiva medida de longitud del alimentador #2 (Cananville 2).....	26
Fig. 13 Subestación y Alimentadores utilizados para el estudio.	27
Fig. 14: Conductor modelado para el diseño de los dos alimentadores	29
Fig. 15: Pestaña previsualizar del programa Cymdist	30
Fig. 16: Vista previa de la estructura pasante (3P-COMP)	31
Fig. 17: Vista previa de la estructura angular (3A-COMP)	31
Fig. 18: Vista previa de la estructura terminal (3T-COMP).....	32
Fig. 19: Espaciamiento circuito simple de la estructura pasante modelado para el estudio.	33
Fig. 20: Espaciamiento circuito simple de la estructura angular modelado para el estudio.	33
Fig. 21: Espaciamiento circuito simple de la estructura terminal modelado para el estudio.	34
Fig. 22: Fusible a utilizar en los alimentadores Z3 y Z4	36
Fig. 23: Cargas aguas abajo para el alimentador Cananville 1	37
Fig. 24: Cargas aguas abajo para el alimentador Cananville 2.	37
Fig. 25: Propiedades de la red del programa Cymdist.	38
Fig. 26: Propiedades de la red del programa Cymdist.....	38
Fig. 27: Modelado de los dos nuevos alimentadores para la subestación Cananville.	40

Índice de Tablas

TABLA 1. 1: Confiabilidad de las redes aéreas compactas.	10
TABLA 1. 2: Características de los conductores de aluminio puro (XLPE)	12
TABLA 1. 3: Espesor de cubierta según el nivel de tensión del conductor aérea compacta.	13
TABLA 1. 4: Características físicas y eléctricas del cable mensajero de la red aérea compacta.	14
TABLA 1. 5: Niveles de voltaje aplicables al sistema eléctrico Emelnorte.....	18
TABLA 1. 6: Límites para el índice de voltaje según a regulación No. Arconel-005/18	18
TABLA 1. 7: Límites admisibles de TTIK y FMIK	20
TABLA 2. 1: Alimentadores a utilizar para el diseño de la red aérea compacta.....	27
TABLA 2. 2: Características del conductor utilizado en los nuevos alimentadores.	28
TABLA 2. 3: Características eléctricas del conductor eco-compact.....	28
TABLA 2. 4: Parámetros para la creación del conductor xlpe-compact.....	28
TABLA 2. 5: Parámetros para el espaciamiento de los circuitos simples aérea compacta	29
TABLA 2. 6: Coordenadas de los conductores de la estructura pasante (3P-COMP)	30
TABLA 2. 7: Coordenadas de los conductores de la estructura angular (3A-COMP)	31
TABLA 2. 8: Coordenadas de los conductores de la estructura terminal (3T-COMP)	32
TABLA 2. 9: Cálculo de las potencias activas y reactivas.	35
TABLA 2. 10: Resultados de las potencias activas y reactivas.....	35
TABLA 2. 11: Mediciones por año de los alimentadores Z3 y Z4 coincidentemente.	36
TABLA 2. 12: Proyección de la demanda para el alimentador Cananvalle 1.	39
TABLA 2. 13: Proyección de la demanda para el alimentador Cananvalle 2.	39
TABLA 3. 1: Costo de inversión del alimentador Cananvalle 1	43
TABLA 3. 2: Costo de inversión del alimentador Cananvalle 2.	44
TABLA 3. 3: Resultados de pérdidas en el sistema del alimentador Cananvalle 1 calculados en Cymdist.....	45
TABLA 3. 4: Resultados de pérdidas en el sistema del alimentador Cananvalle 2 calculados en Cymdist.....	46
TABLA 3. 5: Resultados de pérdidas en el sistema del alimentador Z3 subestación La Esperanza calculados en Cymdist.....	47

TABLA 3. 6: Resultados de pérdidas en el sistema del alimentador Z4 subestación La Esperanza calculados en Cymdist.....	47
TABLA 3. 7: Resultados de pérdidas de energía alimentadores Cananvalle 1 y 2	48
TABLA 3. 8: Resumen del presupuesto beneficio/costo de los dos nuevos alimentadores.	49
TABLA 3. 9: Índices de calidad de servicio TTIK y FMIK de los alimentadores Z3 y Z4 de la subestación La Esperanza	49
TABLA 3. 10: Comparación de los índices de calidad de servicio eléctrico con y sin red aérea compacta.....	50

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar un diseño y análisis técnico económico apropiado de dos alimentadores eléctricos con red aérea compacta para la subestación Cananvalle, ubicada en el cantón Pedro Moncayo, con el fin de integrar este nuevo tipo de red aérea al sistema de distribución a nivel de medio voltaje de la empresa eléctrica Emelnorte, se realizó un análisis de los dos alimentadores eléctricos utilizando información técnica de los parámetros eléctricos y mecánicos de las redes aéreas compactas en medio voltaje y normas de construcción de las mismas. Para el diseño de los dos nuevos alimentadores eléctricos es necesario el manejo de los programas computacionales ArcGIS y Cymdist para así conseguir la modelación óptima de la red aérea en media tensión y adquirir las nuevas cargas eléctricas y las pérdidas de energía de los mismos; permitiendo realizar un análisis de los índices de calidad de servicio eléctrico TTIK y FMIK, finalmente se realizó un análisis técnico económico de los dos alimentadores eléctricos dando como resultado que este proyecto son viables. Por lo tanto, se concluye que la utilización de este tipo de red aérea compacta disminuye los índices de desconexión provocados por choques en la red, tope de ramas en las líneas, mantenimiento, entre otros y refleja beneficios técnicos y económicos para la empresa eléctrica Emelnorte.

Palabras clave: alimentadores eléctricos, red compacta, desconexiones, interrupciones, conductor eléctrico, demanda máxima, estructuras, costo/beneficio.

Abstract

The present research work had aimed to produce a design and technical economic analysis appropriate two electrical feeders with air network compact for the Cananvalle substation, located in the Pedro Moncayo canton, in order to integrate this new network type air distribution system at the level of medium voltage of the electric company Emelnorte, an analysis of two feeders electric using technical information of the electrical and mechanical parameters of compact air networks in medium voltage and the same construction standards. For the design of two new electric feeders the ArcGIS and Cymdist software management is necessary to achieve the optimal air medium voltage network modeling and acquire new electrical loads and energy losses of the same; allowing an analysis of the indices of quality of service electric TTIK and FMK, finally was made a technical economic analysis of two electrical feeders resulting in this project are viable. So, it is concluded that the use of this type of compact air network decreases levels of disconnection caused by collisions on the network, top of branches in the lines, maintenance, among others and reflects technical and economic benefits for the company Electric Emelnorte.

Key words: electrical feeders, compact network, disconnections, interruptions, electrical conductor, maximum demand, structures, cost-benefit.

INTRODUCCIÓN

A1.- ANTECEDENTES

Hoy en día el consumo de energía eléctrica es esencial para el funcionamiento de equipos eléctricos, electrónicos e iluminación de los diferentes lugares que lo requieran, por lo tanto, las empresas de distribución de energía, en un esfuerzo para mejorar el nivel de calidad de servicio están en búsqueda de nuevas alternativas para mejorar la confiabilidad del sistema de distribución eléctrica. (Lepe Díaz, 2015).

Un sistema eléctrico de potencia incluye etapas de generación, transmisión y distribución, el cual tiene como función principal la transportación de la energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y este a su vez entregar al usuario de forma segura y con los niveles de calidad exigidos. (Ramirez, 2009).

Las redes de distribución tienen la función de transportar la energía eléctrica y la potencia generada a los distintos territorios donde se encuentran los consumidores, conformadas por redes de media tensión, transformadores de distribución, redes de baja tensión, acometidas y medidores, y sistemas de iluminación (aérea o subterránea). (Ramirez, 2009).

Con el pasar de los años la empresa eléctrica Emelnorte opta por mejorar la calidad de servicio y la confiabilidad en el suministro eléctrico, mediante la implementación de redes compactas para evitar fallas por cortocircuitos en redes desnudas en zonas de gran vegetación y vientos fuertes, por lo tanto, es necesario realizar proyectos de electrificación con este tipo de redes para mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico, tomando en cuenta el impacto ambiental, seguridad del personal, construcción, manipulación y mantenimiento.

La subestación Cananvalle está proyectada a construirse en el sector del mismo nombre, el cual tendrá una potencia de 20 MVA, esta subestación requiere de nuevos alimentadores de distribución para el transporte de la energía eléctrica a los diferentes sectores del mismo.

Como en algunos sectores tiene abundancia de vegetación cerca de las redes de distribución, la probabilidad de fallas transitorias es muy alta, por lo cual, Emelnorte ha optado por nuevas alternativas para ampliar la confiabilidad en el suministro de los clientes, considerando el impacto ambiental, los recursos económicos y financieros, y nuevas opiniones tecnológicas para la construcción de redes de distribución.

Una solución en la que se está pensando es utilizar redes compactas porque tiene los siguientes beneficios:

Reducción costos de mantenimiento correctivo y preventivo, permite instalación de ternas múltiples en las mismas estructuras, mejoran la calidad del servicio técnico debido a las interrupciones y cortes programados, representa un menor impacto ambiental reduciendo la poda de mucha vegetación, reduce los riesgos de accidentes del personal operativo, etc.

A2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Empresa Eléctrica Emelnorte cumple con el propósito de reforzar el servicio eléctrico que brinda a los usuarios en redes de distribución eléctrica, y a través de trabajadores especializados, realizan el mantenimiento preventivo y correctivo de estas redes para beneficiar a sus clientes en diferentes sectores, por lo que los trabajos realizados en una jornada laboral tienen un alto riesgo de accidente al personal operativo.

La necesidad de realizar esta investigación surge de la problemática que causa utilizar redes eléctricas convencionales en sectores con alta vegetación y vientos fuertes, debido a que, por el roce de las ramas a las líneas eléctricas, producen fallas transitorias causando muchas desconexiones.

La subestación Cananvalle, alimentara a varios sectores que poseen zonas con mucha vegetación, lo cual presenta un problema al construir líneas eléctricas de distribución convencionales, por lo que es necesario realizar trabajos de tala de vegetación provocando un impacto ambiental.

En cuanto a la distribución eléctrica de este sector, los índices de desconexión han sobrepasado los exigidos por la normativa actual y es necesaria una solución para prevenir desconexiones por motivo de fallas transitorias.

Problema

¿Cómo diseñar una red de distribución compacta que cumpla las normas específicas, mejorando la calidad de servicio eléctrico y disminuyendo el impacto ambiental para dos de los nuevos alimentadores de la subestación Cananvalle?

A3.- JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Esta investigación tiene como objetivo diseñar una red compacta de bajo impacto ambiental y que cubra la normativa establecida para dos alimentadores de la subestación Cananvalle, la cual es necesaria para mejorar el estado actual en el que se encuentra este sector mejorando la calidad de energía eléctrica de los habitantes y disminuir índices de interrupción.

La seguridad en trabajos con energía eléctrica es de gran importancia debido a que el personal de campo realiza maniobras de gran peligro en redes eléctricas convencionales; y este diseño de la red compacta permitirá al personal operativo realizar trabajos eléctricos reduciendo accidentes eléctricos.

Al utilizar redes convencionales en este sector, es necesario realizar trabajos de tala de vegetación, provocando daños al medio ambiente, al utilizar redes compactas es necesaria la tala de árboles sin perturbar y ocasionar daños ambientales.

A4.- ALCANCE DEL TRABAJO

Esta investigación pretende realizar el diseño y análisis técnico-económico de dos alimentadores de la subestación Cananvalle con redes compactas, el cual se encuentra ubicado en el cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha, para la Empresa Eléctrica Emelnorte, con el fin de disminuir desconexiones e impacto ambiental del sector Cananvalle, ya que esto permitirá mejorar la calidad del servicio de energía a los usuarios.

La investigación se validará mediante las normas eléctricas de Brasil, las cuales establecen criterios de construcción y diseño, utilización mecánica y eléctrica de tipos y configuraciones de estructuras, materiales y establecimiento de parámetros eléctricos para líneas de distribución de medio voltaje.

A5.- VIABILIDAD DEL TRABAJO

El proyecto se lo puede realizar en un periodo de 5 a 6 meses, el cual la empresa eléctrica Emelnorte mediante el convenio que tiene con La Universidad Técnica del Norte, brindara la información para los dos alimentadores de la subestación Cananvalle, los cuales se los analizará con las herramientas computacionales las cuales son: Los softwares ARCGIS y CYMDIST, para la modelación de redes de medio voltaje, con el propósito de establecer caídas de tensión, pérdidas y cargabilidad de las líneas en medio voltaje de los dos nuevos alimentadores.

Además, se utilizará el conocimiento adquirido en clase, la asistencia por parte de los ingenieros de los Departamentos de Construcción y Planificación de EMELNORTE, transporte y fuentes bibliográficas que ayuden en la determinación de los parámetros correspondientes para realizar este estudio.

A6.- OBJETIVO GENERAL

Diseñar y realizar un análisis técnico-económico de dos alimentadores de la subestación Cananvalle con redes compactas para la Empresa Eléctrica Emelnorte.

A7.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una investigación bibliografía del diseño y construcción de redes compactas, e información necesaria para determinar la cargabilidad y caídas de tensión de la subestación Cananvalle.
- Diseñar una red compacta para los dos alimentadores de la subestación Cananvalle, para determinar las condiciones de operación óptima.
- Realizar un análisis técnico–económico de los alimentadores de la subestación Cananvalle.

CAPÍTULO 1

Marco teórico

1.1 Sistema de distribución de energía eléctrica

Un sistema de distribución de energía eléctrica es considerado como una infraestructura muy importante para la sociedad y la economía, este sistema está conformada por varios equipos que cumplen la función principal de transmitir energía eléctrica desde los centros de generación y suministrarla al cliente de forma segura y confiable, la Figura 1 muestra un diseño de un sistema de distribución. (Sabonnadière, 2011).

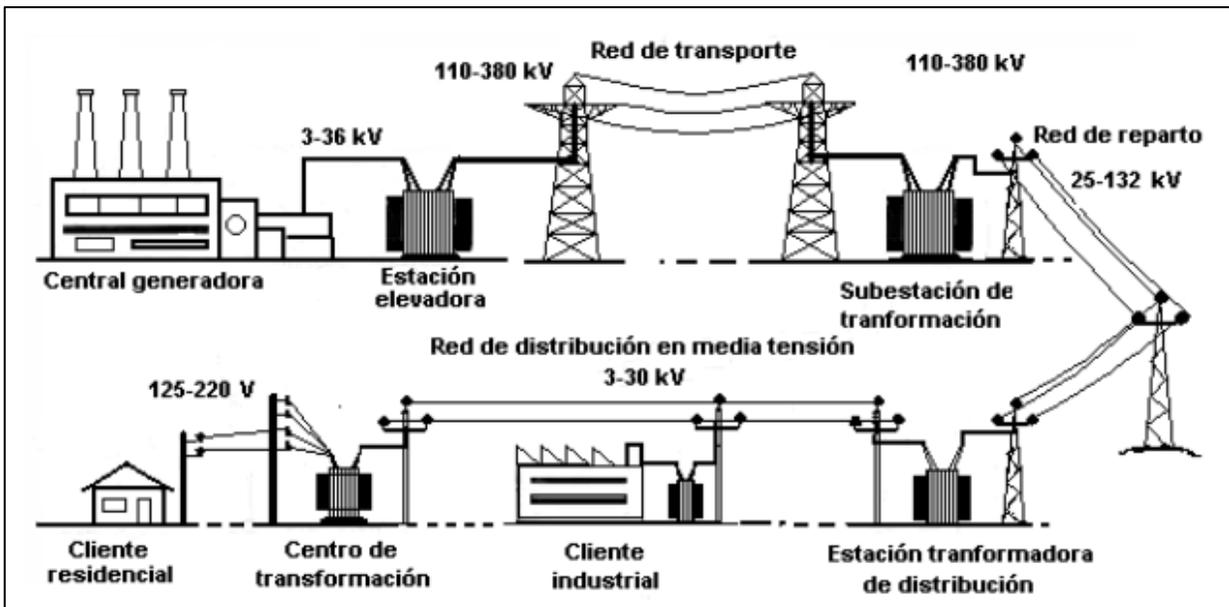


Fig. 1 Sistema de Distribución
Fuente: (GUMUN, 2010)

Dependiendo de las condiciones de fiabilidad, se pueden construir alimentadores para abastecer la energía a cargas industriales o construir alimentadores mixtos que alimenten a abonados industriales, residenciales y comerciales; estos se ubican en toda el área de concesión de una empresa eléctrica ya sea en un área urbana o rural los diferentes tipos de cargas se caracterizan por:

- a) Carga industrial comprende el abastecimiento de grandes consumidores de energía eléctrica, que conforman empresas del área manufacturas o de bienes, generalmente se alimentan a altas tensiones.
- b) Carga comercial comprende grandes complejos comerciales o municipales como, por ejemplo: bancos, supermercados, escuelas, hospitales, etc.

- c) Carga residencial comprende edificios de apartamentos, urbanizaciones, condominios, etc. Este tipo de sistema posee características propias de demanda de energía.

1.2 Redes de distribución eléctrica

La red de distribución eléctrica está compuesta por varios elementos del sistema de distribución tales como: redes primarias; conductores, aisladores, estructuras de soporte, transformadores de distribución, redes secundarias, acometidas y medidores, cuya función es suministrar energía eléctrica a los consumidores finales.

1.2.1 Subestación de distribución eléctrica.

(Willis, 2011), menciona en su libro que una subestación de distribución es muy importante ya que se encarga de transformar voltajes altos que vienen del sistema de transmisión o subtransmisión para llevarlas a los alimentadores primarios y realizar su respectiva distribución eléctrica.

1.2.1.1 Clasificación de las subestaciones.

➤ *Por su operación.*

- Las subestaciones elevadoras se utilizan en centrales de generación ya que estas operan a bajos voltajes y se encuentran alejadas de los centros de consumo con la finalidad de elevar el voltaje a niveles técnicos y económicos de transmisión de energía.
- Subestaciones reductoras son encargadas de reducir el voltaje de transmisión y subtransmisión con el fin de facilitar la distribución de energía eléctrica.
- Las subestaciones de distribución según, (González, 2013), menciona que son las encargadas de reducir el voltaje de subtransmisión y distribución a niveles óptimos para los alimentadores primarios, este tipo de subestación tiene potencias variables porque depende la zona donde se lo va a construir y de la demanda.

➤ *Por su construcción.*

- Subestación de intemperie según, (González, 2013), existen del tipo convencional las cuales son diseñados para operar al aire libre y soportar cambios de clima y las de tipo compacto son diseñadas en sitios y no en fábricas debido a que proporcionan mayor calidad.

- La subestación blindada más usual es la GIS (gas Insulated switchgear), la cual tiene aislamientos por gas, y además esta consta de celdas individuales y compactas, y se montan de forma independiente en interiores.

1.2.2 Sistema de alimentación de energía eléctrica.

La misión del sistema de alimentación, según (Willis, 2011), es la distribución desde las subestaciones a transformadores de servicio y este a su vez entregar al cliente de forma segura, para cumplir esta misión el sistema de alimentación debe tener tres categorías las cuales son:

- Economía: el costo de distribuir energía debe ser moderado.
- Eléctrico: debe entregar la potencia requerida por el cliente bajo condiciones técnicas que establezcan parámetros de calidad y seguridad.

➤ *Alimentador.*

Son líneas de distribución eléctrica sean aéreas o subterráneas y mixtas, son circuitos encargados de transportar la energía eléctrica desde los transformadores de la subestación de potencia hasta los transformadores.

1.2.2.1 Tipos de Alimentadores.

a) Alimentadores radiales.

Es el tipo de alimentador según, (Willis, 2011), posee una única fuente de alimentación y distribuye la energía en forma radial. La ventaja de diseñar este tipo de alimentador es el menos costoso de los sistemas de distribución y más fácil de analizar y operar; y la desventaja de este circuito radial es la fiabilidad, debido a que cualquier falla del equipo interrumpirá el servicio a todos los clientes, a continuación, se muestra el diseño de un alimentador tipo radial en la Figura 2.

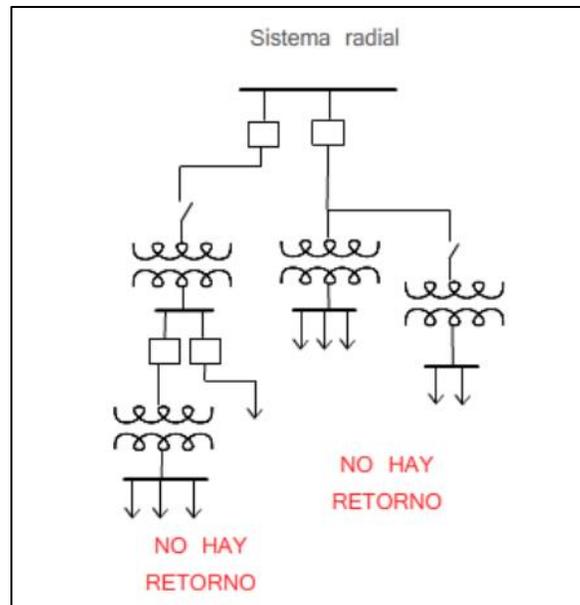


Fig. 2 Alimentador radial
Fuente: (Plomeo, 2008)

b) *Alimentadores en lazo.*

Los alimentadores tipo bucle según, (Willis, 2011), son circuitos que poseen dos fuentes de alimentación, este es más confiable debido a que una falla en la red eléctrica deja sin servicio a una pequeña zona, dependiendo del esquema de protecciones implementados, en la Figura 3 se visualiza el diseño de un alimentador tipo lazo o anillo.

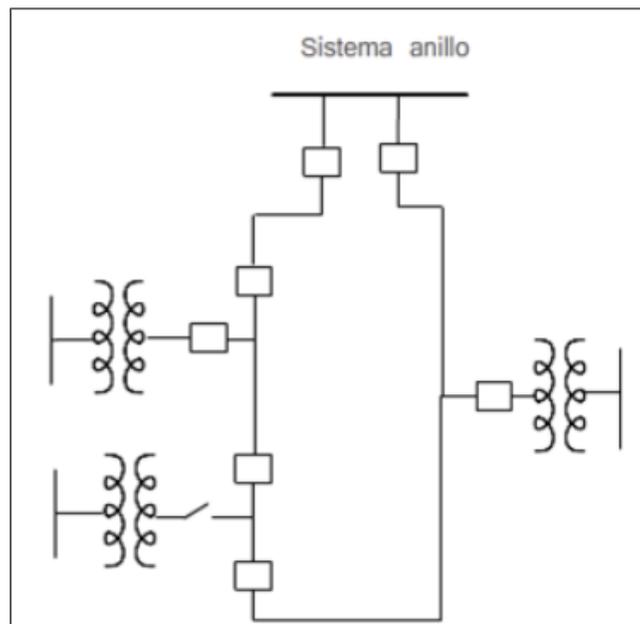


Fig. 3 Alimentador en lazo
Fuente: (Plomeo, 2008)

c) *Alimentadores de malla.*

En su libro (Willis, 2011), menciona que este tipo de alimentador posee dos o más fuentes de alimentación, las redes de alimentadores proporcionan niveles muy altos de confiabilidad a los clientes ya que su sistema de protección no interrumpirá el flujo de energía a ningún cliente, las principales desventajas de este tipo de alimentar es el costo de construcción y el análisis y operación es mucho más complicado, en la Figura 4 se muestra el alimentador tipo malla.

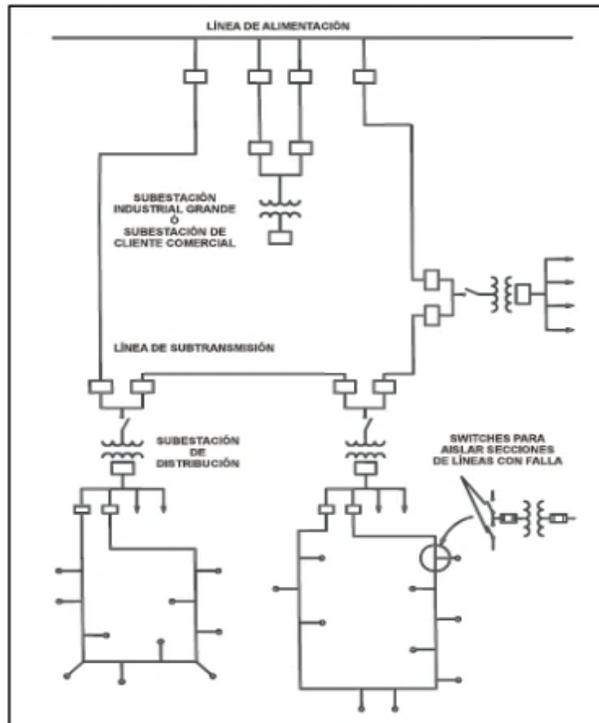


Fig. 4 Alimentador tipo malla.
Fuente: (Viakon, 2011)

d) *Alimentador de alta densidad.*

La regulación (ARCONEL, 2018), menciona que es aquel alimentador primario de distribución que tiene una carga nominal instalada distribuida por kilómetro de línea mayor a 50 kVA/km.

e) *Alimentador de baja densidad.*

La regulación (ARCONEL, 2018), indica que es aquel alimentador primario de distribución que tiene una carga nominal instalada distribuida por kilómetro de línea menor o igual a 50 kVA/km.

1.2.3 Tipos de redes de distribución de energía eléctrica.

1.2.3.1 De acuerdo con los voltajes nominales se clasifican en:

- Redes de distribución primarias: para el diseño de estos circuitos se debe establecer el voltaje nominal de 13.8Kv, ya que los equipos que están compuestos en estas redes operan a voltajes distintos aprovechando al máximo.
- Redes de distribución secundarias: este tipo de redes son las encargadas de operar el voltaje secundario del sistema eléctrico los valores para voltajes monofásicos son (240-120 voltios) y trifásicos (220-127 voltios).

1.2.3.2 De acuerdo con su ubicación geográfica se clasifica en:

- Redes de distribución urbana: según, (Ramirez, 2009), menciona en su libro que debido a que son de fácil acceso, instalación de cualquier carga eléctrica, facilidad de transporte, etc., Este tipo de redes son desarrolladas en todas las empresas eléctricas para recuperación de pérdidas.
- Redes de distribución rurales: en todo el país es evidentemente necesario de disponer de este tipo de redes debido a las extensiones territoriales que posee el mismo. Además, (Ramirez, 2009), dice que la instalación de las redes de distribución rural es altamente costosa debido a la satisfacción primaria como alumbrado público y mejorando la calidad de vida de los consumidores de energía.

1.2.3.3 De acuerdo al número de fases.

- Monofásicos: este tipo de distribución monofásica se usa cuando las cargas son de iluminación, calefacción y pequeños motores.
- Bifásicos: la distribución de energía eléctrica está basado en dos voltajes que se encuentran desfasado 90°.
- Trifásicos: este sistema está formado por tres voltajes monofásicas de igual amplitud que se encuentran desfasadas 120°.

1.2.3.4 De acuerdo con su construcción se clasifican en:

- *Redes de distribución aéreas:*

Se entiende por red de distribución aérea a la disposición de elementos eléctricos como conductores, transformadores, elementos de protección, interruptores ubicados en postes mediante estructuras de soporte, para lograr que la energía que

transmite las centrales eléctricas pueda ser utilizada para el consumo eléctrico de muchos usuarios al nivel de voltaje que lo requieran.

a) *Redes de distribución aéreas con cable desnudo.*

Las redes de distribución con cable desnudo ha sido comúnmente el más utilizado para el suministro de energía eléctrica debido a que la instalación del conductor es más barata que otros, pero mediante estudios y pruebas que se han realizado en esta red a presentado el gran inconveniente de aumentar el número de interrupciones y la variación de voltaje en el suministro de energía eléctrica. Las principales causas que generan estos inconvenientes son debido al roce de ramas sobre el conductor desnudo, choques entre las mismas líneas aéreas y el vandalismo, la consecuencia de estos daños a este tipo de red es la pérdida económica debido a que para la solución de estos problemas es costosa. (Cedillo, Esqueda , & García, 2016).

b) *Problemas que presenta la red de distribución aérea convencional.*

La red de distribución aérea entrega energía eléctrica de alta calidad y confiable a los consumidores, lamentablemente estas líneas aéreas son más susceptibles a sufrir interrupciones que otro tipo de red, por tal motivo es necesario conocer cuáles son los motivos que ocasionan estas fallas en las líneas de distribución aéreas y buscar alternativas para solucionarlos, a continuación, se muestra un listado de los problemas de una red de distribución aérea convencional.

- *Distancia de seguridad.*

Es la distancia mínima establecida entre las superficies energizadas y las personas o edificaciones, permitiendo recibir descargas eléctricas a las personas.

- *Poda de árboles.*

Serán cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la construcción de redes aéreas con cable desnudo.

- *Accidentes por contacto.*

Al realizar mantenimiento la persona expuesta a contacto con la red aéreas desnuda y puede ocasionar accidente eléctrico.

1.2.4 Tipos de fallas en las redes de distribución eléctrica.

1.2.4.1 Fallas transitorias.

Son aquellas donde no daña el aislamiento de los elementos del sistema y pueden ser energizados después de un corto periodo de tiempo.

1.2.4.2 Fallas permanentes.

Son aquellas donde el daño del equipo es permanente y se requiere recuperación antes de energizar el circuito.

1.2.5 Medio voltaje eléctrico.

Este tipo de redes están encargadas de conducir la energía eléctrica desde las subestaciones de distribución hasta los transformadores y servicios de distribución, uno de los mejores arreglos para este tipo de redes es el arreglo radial con sus principales ventajas de fácil operación y bajo costo lo hace muy útil en muchos casos. Los elementos principales en este tipo de red son (transformadores, cuchillas, seccionadores, etc.) instalados en los postes.

1.3 Redes aéreas compactas

Son tendidos de líneas aéreas eléctricas que aportan seguridad, manteniendo el aislamiento del conductor y reducen la salida de servicio, haciendo posible la integración de ternas múltiples en los mismos postes, eliminación de podas de árboles y beneficios ecológico reduciendo el impacto ambiental y visual, además brinda mayores capacidades de transmisión y menores caídas de voltaje, se puede visualizar una sección recta de la línea aérea compacta en la Figura 5. (Landingger, 2018)

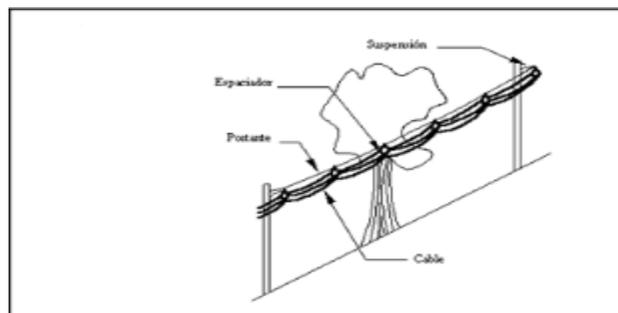


Fig. 5 Representación gráfica de una sección recta de línea compacta.
Fuente: (Landingger, 2018)

1.3.1 Generalidades de la red aérea compacta.

1.3.1.1 Aspectos constructivos de la red.

Para la construcción de una red de media tensión compacta existen normas, procedimientos para no tener inconveniente alguno al momento de construir una red aérea compacta, a continuación, se detallan los aspectos constructivos de la red aérea compacta. (ENEL CODENSA, 2019).

- a) La red aérea compacta debe ser tratada como una red convencional para todos los aspectos de construcción, seguridad, mantenimiento y operación.
- b) En largos tramos de red de media tensión es la recomendable intercalar las estructuras de retención aproximadamente cada 500 metros, para facilitar la construcción o cambio de conductores.
- c) Utilizar protector de estribos, protector de cable mensajero y protector descargador en lugares con alta vegetación.

1.3.1.2 Restricción de usar la red aérea compacta.

Este tipo de red no debe utilizarse en regiones cercanas al mar, ni en zonas industriales con alta polución, debido a que el cable semiaislados puede impregnarse con contaminación y por este comienza a conducir corrientes superficiales. (ENEL CODENSA, 2019).

1.3.1.3 Instrucciones de montaje.

Para el montaje de la red compacta tenemos unas gestiones importantes que seguir para una correcta instalación y son los siguientes. (ENEL CODENSA, 2019)

- a) Se inicia instalando el cable de acero 3/8 de pulgada (cable mensajero), teniendo en cuenta que las tensiones de templado sean adecuadas.
- b) Instalar las tres fases de cable compacto al mismo tiempo.
- c) Una vez instalado las tres fases en los postes se deben colocar los espaciadores cada 7 o 10 metros.
- d) Instalar descargadores de sobretensiones para protección de la red.
- e) El brazo antibalaceo debe ser utilizado cada 200 metros aproximadamente, especialmente para ángulos pequeños de desviación.
- f) El cable mensajero debe aterrizarse cada 100 metros de red y en fines de circuito.

1.3.2 Confiabilidad y seguridad de las redes aéreas compactas.

1.3.2.1 Confiabilidad.

La confiabilidad de las redes aéreas compactas respecto a las redes aéreas convencionales se diferencia tanto en condiciones ambientales, edad de las redes y el significado estadístico de la magnitud, según datos obtenidos por empresas distribuidoras mencionan que se debe usar este tipo de red donde las circunstancias lo aconsejen, tales como áreas con alta vegetación, construcción bajo líneas de alta tensión y circuitos de confiabilidad. (Landing, 2018)

Las salidas de servicio de las redes aéreas compactas se clasifican en tres categorías: 1) de menos de 5 minutos de duración; 2) salidas relacionadas con tormentas; y 3) salidas no relacionadas con tormentas, y de más de 5 minutos de duración, en este caso los circuitos con este tipo de red presentan un 75% menos salida de servicios que los circuitos con redes desnudas. (Landing, 2018).

A continuación, en la TABLA 1.1, se muestra la confiabilidad de las redes aéreas compactas en porcentaje.

TABLA 1. 1: Confiabilidad de las redes aéreas compactas.

Causa de salida	Cable Desnudo	Cable con Espaciadores	Reducción [%]
Relacionada con arboles	17,6	1,8	90
Animales	12,1	2,9	76
Rayos	3,4	1	71
Desconocidas	5,9	1	83
Los demás	11,3	5,9	48
TOTAL	50,3	12,5	75

Fuente: (Hendrix, Sistema de cable aéreo con espaciadores, 2019)

1.3.2.2 Seguridad.

La mejor seguridad para estas redes es de que se debe tratar de igual manera como si fuera una red desnuda ya que en el caso de que una cubierta se haya roto en el punto de contacto con tierra, no abra suficiente flujo de corriente de falla para activar las protecciones e interrumpir el circuito, haciéndolas peligrosas en la operación y mantenimiento. (Landing, 2018).

Es necesario recordar que:

- a) Los linieros que han operado estas redes informan que entre $1/3$ y $1/2$ de las veces que se encuentran caídos los cables, estos aún están energizados.
- b) La confiabilidad del cable con espaciadores sugiere que la línea aérea desnuda es más vulnerable.
- c) El diámetro del cable con espaciadores lo hace más visible, haciendo que el contacto sea mucho menos probable.

1.3.3 Áreas a utilizar la red aérea compacta.

El sistema de distribución aérea compacta se presenta como una opción técnica y económica viable para la distribución de energía eléctrica, y se las utiliza principalmente en las siguientes situaciones, (ELFEC, 2019).

- Salida de subestaciones, como alternativa a las redes aisladas (costes superiores, “subterráneos”) o las redes desnudas (mayor demanda de espacio).
- Alimentadores principales (troncales) con mayor demanda de continuidad del servicio.
- Derivaciones con una alta tasa de fallas
- Condominios cerrados
- Sectores con alta vegetación.
- Sectores con restricción de espacio.

1.4 Normas y características que aplica al conductor de una línea de distribución aérea compacta

1.4.1 Conductores.

Los conductores son materiales que permiten la circulación de corriente a través de un circuito, poseen baja resistencia al paso de la corriente eléctrica, en su mayoría los conductores son metálicos, en el caso de redes aérea compactas poseen unas características especiales para su uso. (Enersis, 2007)

1.4.2 Normas que aplica el conductor en una red compacta.

- IEC 60889: Hard-drawn aluminium Wire for overhead line conductors.
- IEC 60228: Conductors of Insulated cables.

- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1.2$ kV) up to 30kV ($U_m = 36$ kV).
- IEC 60287-1-1: Electric cables – Calculation of current rating – Part 1: Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses – Section 1: General.
- NBR 11873: Cabos cobertos com material polimerico para redes aéreas compactas de distribuição em tensões de 13,8 kV a 34,5 kV.

1.4.3 Conductores seleccionados en una red compacta.

1.4.3.1 Conductores de fase.

Los conductores serán de aluminio puro con polietileno reticulado (XLPE) se acuerdo a la Norma IEC 60228, este deberá tener una pureza de 99,5% y una conductividad mínima de 61% IACS probado por la Norma IEC 60889. En la siguiente tabla se detalla las características generales del conductor. (Enersis, 2007); la Figura 6 muestra un diseño del conductor (XLPE) y la TABLA 1.2 muestra las características del conductor.



Fig. 6 Cable ECONEL para redes aéreas de 15 a 38 kV XLPE
Fuente: (Condumex, 2011)

TABLA 1. 2: Características de los conductores de aluminio puro (XLPE)

Sección [mm ²]	Número de hebras	Diámetro total		Resistencia eléctrica máxima a 20°C
		Mínimo [mm]	Máximo [mm]	[Ω/km]
35	6	6,6	7,5	0,868
50	6	7,7	8,6	0,641
70	12	9,3	10,2	0,443
185	30	15,5	16,8	0,164
240	30	17,8	19,2	0,125
300	30	20,0	21,6	0,100

Fuente: (Enersis, 2007)

1.4.3.2 Cubierta protectora del conductor de una red aérea compacta.

La cubierta protectora del conductor según (Enersis, 2007), menciona que es una capa de polietileno reticulado (XLPE), para conductores de 15kV, 25kV y 35kV, la cubierta será capaz de soportar una temperatura en el conductor de 90°C en condiciones de operación normal, 130°C en sobrecargas de emergencia y 250°C en condiciones de cortocircuito

durante un tiempo de 5 segundos, los espesores de la cubierta protectora se dan en la siguiente TABLA 1.3.

TABLA 1. 3: Espesor de cubierta según el nivel de tensión del conductor aérea compacta.

Espesor mínimo de cubierta XLPE (mm)	
15kV	3
25kV	4
34,5kV	7,6

Fuente: (Enersis, 2007)

En la Figura 7 se observa los cables protegidos de 15kV, 25kV y 35kV con su respectiva cubierta protectora para zonas con alta vegetación.

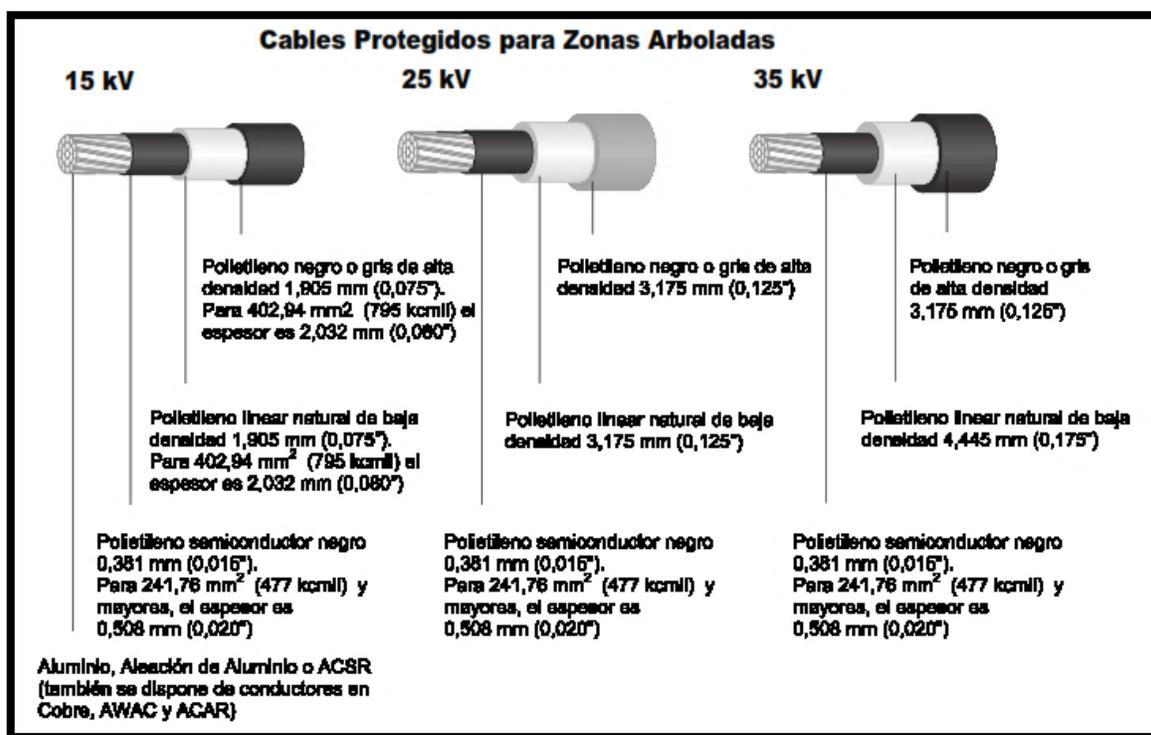


Fig. 7 Cables protegidos para línea aérea compacta
Fuente: (Hendrix, Sistema de cable aéreo con espaciadores, 2019)

1.4.3.3 Cable mensajero de la red compacta.

Este tipo de cable es el soporte del Sistema de Cable Aéreo Compacto; existen dos versiones la primera es AWA (Alomoweld-Aliminio) formado por alambres de aluminio puro y la segunda es AW (Alumoweld) formado solo por alambres de acero recubierto por aluminio, cuya función mecánica y eléctrica es la de proteger ante caída de ramas y objetos, y la atenuación ante descargas atmosféricas. (Hendrix, 2018).

- Beneficios:
 - Protege contra la caída de ramas.
 - Puede utilizarse como neutro del sistema.
 - Protege contra descargas atmosféricas.
 - Resiste mayor la corrosión

En la Figura 8, se puede visualizar el tipo de cables mensajeros.

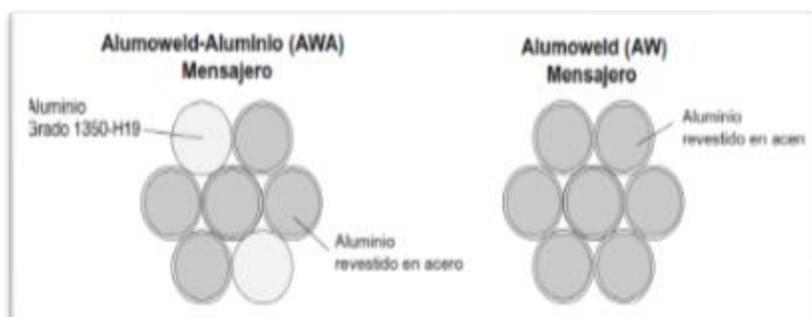


Fig. 8 Tipos de cables mensajeros.
Fuente: (Enersis, 2007)

En la TABLA 1.4 se puede observar las características físicas y eléctricas del cable mensajero.

TABLA 1. 4: Características físicas y eléctricas del cable mensajero de la red aérea compacta.

Modelo	252 AWA	7 No 5AW	052 AWA	7 No 6 AW	0052 AWA	0000127 AWA
Conductividad equivalente mm (AWG)	33,59 (#2)	21,16 (#4)	53,49 (1/0)	33,59 (#2)	67,49 (2/0)	107,20 (4/0)
Capacidad de Carga (amperios)	150	145	240	190	280	430
Diametro mm (pulgadas)	9,8 (0,355)	9,8 (0,355)	12,4 (0,50)	12,4 (0,50)	13,9 (0,55)	18,3 (0,70)
Alambres de Alumoweld Nro mm (pulgadas)	5x3,26 (0,13)	7x3,26 (0,13)	5x4,12 (0,16)	7x4,12 (0,16)	5x4,62 (0,18)	12x3,67 (0,14)
Alambres de Aluminio Nro mm (pulgadas)	2x3,26 (0,13)	-	2x4,12 (0,16)	-	2x4,62 (0,18)	7x3,67 (0,14)
Peso kilos/km (libras/1000pies)	324 (215)	390 (262)	515 (346)	619 (416)	649 (436)	1,041 (699)
Carga de rotura kilos (libras)	5,430 (11,950)	7,232 (15,930)	7,772 (17,120)	10,319 (22,730)	9,189 (20,240)	14,832 (32,670)

Fuente: (Enersis, 2007)

1.5 Parámetros de las líneas eléctricas

Las líneas eléctricas tienen los siguientes parámetros para el transporte de energía; resistencia, inductancia y capacitancia.

1.5.1 Resistencia eléctrica (ohms).

Es la causa por el cual ocurre la pérdida de potencia en líneas eléctricas, se define por la siguiente ecuación.

$$R_t = \frac{\text{Pérdidas de potencia en el conductor}}{I^2} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

R_t : Resistencia del conductor

l : Longitud del conductor

El valor de la resistencia se encuentra en los catálogos según el fabricante.

1.5.2 Reactancia inductiva.

La circulación de corriente genera un flujo magnético variable que produce una fuerza magnetomotriz inducida, dando lugar a la reactancia inductiva y se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$X_L = 0.0754 * \ln\left(\frac{D_m}{D_s}\right) \Omega/\text{km} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

X_L : Reactancia inductiva.

D_m : Distancia media geométrica

D_s : Diámetro medio geométrico

$D_m = D_{MG} = D_{eq}$

D_s : RMG

Para líneas trifásicas para un solo conductor o varios conductores, la distancia media geométrica se la calcula de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$D_{eq} = \sqrt[3]{D_{ab} \times D_{bc} \times D_{ac}} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde:

Dab: Distancia del conductor a, al conductor b

Dbc: Distancia del conductor b, al conductor c

Dac: Distancia del conductor a, al conductor c

El valor de D_s viene calculado en las tablas del fabricante.

1.5.3 Reactancia capacitiva.

El efecto dieléctrico del aire y la diferencia de potencial que se forma en el conductor, produce una acumulación de carga en la superficie dando como resultado el efecto capacitivo y se expresa en la siguiente ecuación.

$$X_c = 4.77 \times 10^4 \times \ln\left(\frac{D_{eq}}{D_{sc}}\right) \Omega/\text{km} \quad \text{Ecuacion (4)}$$

Dónde:

X_c : Reactancia capacitiva

D_{sc} : radio externo r para una línea por fase

Al tener el diámetro exterior en los catálogos se divide para dos este valor y se obtiene el radio exterior D_{sc} .

1.5.4 Estructuras y Accesorios de una red aérea compacta.

Las estructuras de una red compacta no difieren mucho con la de una red convencional, existen unos accesorios adicionales con sus respectivas características de utilización, para el diseño de estos dos alimentadores se opta por utilizar 3 estructuras según su normativa de utilización y ubicación eléctrica como son: la estructura pasante, angular y de retención o terminal. Cada una de estas tiene funciones y accesorios diferentes.

Las estructuras de la red aérea compacta se visualizan en el (Anexo A) y los accesorios de la red de distribución compacta se las visualiza en el (Anexo B).

1.6 Factores de diseño de la red aérea compacta

Los factores que se utilizan en el diseño de las redes de distribución eléctrica son regidos por el departamento de Estudios Eléctricos de la empresa eléctrica Emelnorte, el cual define la metodología más apta a utilizar para realizar el presente estudio.

1.6.1 Carga instalada.

Es la suma de las potencias nominales de aparatos y equipos conectados a un sistema eléctrico, se expresan en kVA, MVA, kW o MW.

1.6.2 Demanda.

Es la potencia requerida en un sistema eléctrico en un intervalo de tiempo específico los más empleados son 15, 30 y 60 minutos, se expresa en kW, kVA. (Short, 2014)

1.6.3 Demanda máxima.

La demanda máxima de una instalación o sistema es la más grande de todas que han ocurrido durante un periodo de tiempo específico. (Gönen, 2014)

1.6.4 Demanda de diseño.

Permite el dimensionamiento de los elementos que conforman el sistema de la red eléctrica y caída de tensión, se considera los siguientes valores de demanda de diseño para los siguientes periodos.

- Red primaria 15 años
- Centros de transformación y circuitos secundarios 10 años

1.6.5 Factor de carga.

Es la relación entre la demanda promedio y la demanda máxima en un mismo intervalo de tiempo, este factor puede variar entre 0% y 100% siendo preferible un valor cercano al 100% debido a que la curva de carga es estable y posee pocas variaciones en la demanda, y se expresa de la siguiente manera. (Short, 2014).

$$F_{carga} = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda máxima}} = \frac{\text{Energía en el período}}{\text{Período} \cdot \text{Demanda máxima}} \quad \text{Ecuación (5)}$$

1.6.6 Factor de pérdidas.

Es la relación entre las pérdidas medias y las pérdidas máximas correspondientes al pico de carga en un lapso de tiempo.

1.6.7 Caída de voltaje.

Es la pérdida de potencia en un conductor debido a la resistencia eléctrica al paso de corriente eléctrica (CENTELSA, 2019).

En la siguiente TABLA 1.5 se indica los voltajes aplicables al sistema eléctrico de la empresa Emelnorte S.A.

TABLA 1. 5: Niveles de voltaje aplicables al sistema eléctrico Emelnorte.

Bajo voltaje	menor igual a 0,6 kV
Medio voltaje	mayor a 0,6 y menor igual a 40 kV
Alto voltaje grupo 1	mayor a 40 y menor igual a 138 kV
Alto voltaje grupo 2	mayor a 138 kV

Fuente: (ARCONEL, 2018)

La Regulación (ARCONEL, 2018), establece patrones mínimos de calidad para garantizar a los consumidores un sistema eléctrico continuo y confiable, las variaciones de voltaje admitidas respecto al nivel de voltaje se presentan en la TABLA 1.6.

TABLA 1. 6: Límites para el índice de voltaje según a regulación No. Arconel-005/18

Nivel de Voltaje	Rango Admisible
Alto voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)	± 5.0 %
Medio voltaje	± 6.0 %
Bajo voltaje	± 8.0 %

Fuente: (ARCONEL, 2018)

1.6.8 Pérdidas de energía.

Las pérdidas se refieren a la diferencia entre la electricidad que ingresa a la red y la que es entregada a los consumidores finales, y son reflejo del nivel de eficiencia de la infraestructura en transmisión y distribución (Jiménez, Serebrisky, & Mercado, 2014).

1.6.8.1 Pérdidas Técnicas fijas.

Son causadas por histéresis en el núcleo de los transformadores y el efecto corona en líneas de transmisión, representan el 20% y 40% de las pérdidas técnicas (Jiménez, Serebrisky, & Mercado, 2014).

1.6.8.2 Pérdidas técnicas variables.

Son causadas por el flujo de corriente en líneas, cables de la red, son proporcionales a la resistencia de los conductores y a la electricidad de dichos conductores (Jiménez, Serebrisky, & Mercado, 2014).

1.7 Indicadores de calidad de servicio eléctrico

Según la regulación (ARCONEL, 2018), los índices de calidad se calcularán para toda la red de distribución y para cada alimentador primario de medio voltaje, de acuerdo a las siguientes expresiones.

1.7.1 Frecuencia media de Interrupción por KVA nominal instalado (*FMIK*).

Representa el promedio de veces que cada kVA nominal instalado sufrió una interrupción de servicio, durante el periodo de control (mensual o anual), se lo calcula de la siguiente manera. (ARCONEL, 2018).

$$FMIK_i = \frac{kVA_i}{kVA_{Ti}} \quad \text{Ecuacion (6)}$$

$$FMIK = \sum_i FMIK_i \quad \text{Ecuación (7)}$$

1.7.2 Tiempo total de interrupción por kVA nominal instalado (*TTIK*).

Representa el tiempo promedio, expresado en horas, en que cada kVA nominal instalado esta fuera de servicio, durante el período de control (mensual o anual), se lo calcula de la siguiente manera. (ARCONEL, 2018).

$$TTIK_i = \frac{kVA_{i+ti}}{kVA_{Ti}} \quad \text{Ecuación (8)}$$

$$TTIK = \sum_i TTIK_i \quad \text{Ecuación (9)}$$

Donde:

FMIK_i: Frecuencia media de interrupción por kVA nominal instalado por interrupción.

TTIK_i: Tiempo total de interrupción por kVA nominal instalado por interrupción.

kVA_i: kVA nominales fuera de servicio en el sistema de distribución debido a la interrupción *i*.

kVA_{Ti}: kVA nominales instalados en la red o alimentador registrados en el instante de interrupción *i*.

ti: Tiempo de duración de la interrupción *i*, en horas.

1.7.3 Límites de calidad de servicio técnico.

Los valores limites admisibles, para los índices de calidad de servicio técnico aplicables se los manifiesta en la TABLA 1.7.

TABLA 1. 7: Límites admisibles de TTIK y FMIK

Índice	Red	Alimentador	
		Alta densidad	Baja densidad
FMIK	6.0	7.0	9.5
TTIK	8.0	10.0	16.0

Fuente: (ARCONEL, 2018)

1.8 Proyección de la demanda

La demanda proyectada es un proceso de gran importancia para cualquier análisis o estudio de planificación ya sea en sistemas de transmisión o distribución, permite estimar la demanda futura de como crecerá el sistema eléctrico y así realizar proyectos de redes con mayor confiabilidad.

Existen varios métodos de proyección y varían de acuerdo al modelo que presenta la información y análisis tendencial, estadísticas, crecimiento poblacional o uso de suelo, generalmente las proyecciones se realizan basándose en modelos serie-tiempos o causales.

1.8.1 Modelos de proyección de la demanda.

Se presenta los modelos de proyección de la demanda con sus respectivas características principales para una correcta aplicación en corto, mediano y largo plazo, y a su vez escoger la metodología más apropiada para este estudio.

1.8.1.1 Modelos analíticos o autónomos.

Este modelo utiliza una serie de tiempo para explicar el crecimiento de la demanda, los métodos para determinar el crecimiento son: Crecimiento medio anual, Regresiones (mínimos cuadrados).

a) Método de crecimiento medio anual.

Este método determina la tasa media de crecimiento de la carga, tomando los valores máximos de demanda de potencia o consumo de los años inicial y final, la tasa de crecimiento se obtiene de la siguiente fórmula:

$$i = \left(\frac{DE}{DO} - 1 \right) \times 100 \quad \text{Ecuación (10)}$$

Dónde:

i: tasa de crecimiento media anual (%)

n: número de años del periodo considerado

DE: demanda en el último año de observación

DO: demanda en el año inicial de observación

b) *Método de regresión simple.*

Este método intenta modelar matemáticamente una variable dependiente o independiente las más utilizadas son: (Ramírez, 2013)

➤ *Regresión lineal.*

Es el modelo más sencillo para realizar una variable dependiente con una independiente, consiste en encontrar la ecuación de la recta que mejor se ajuste a los puntos de datos XY calculando la suma de distancia al cuadrado entre los puntos reales y los puntos definidos por la recta estimada, la ecuación de la regresión lineal es la siguiente (Ramírez, 2013).

$$Y = b_0 + bx + e \quad \text{Ecuación (11)}$$

Dónde:

b₀: Intersección en eje Y cuando X = 0

bx: Pendiente de la recta representa la cantidad de cambio en Y al incrementa X en una unidad

e: Diferencia entre el valor real y el valor estimado.

➤ *Regresión exponencial.*

Este tipo de regresión tiene como ecuación característica y se la expresa en la siguiente ecuación (Ramírez, 2013).

$$Y = a \times e^{bx} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Dónde:

a: intersección

bx: pendiente de la recta

➤ *Regresión potencial.*

Este modelo es utilizado para el pronóstico de demanda y este dado por la siguiente expresión matemática. (Ramírez, 2013)

$$Y = a \times X^b$$

$$D = b \times x + \log_a \quad \text{Ecuación (13)}$$

Dónde:

b: pendiente de la recta

log a: Coeficiente de posición de la recta

D: Pronostico de demanda de energía

X: curva de demanda tipificada

1.9 Softwares utilizados en el estudio

Con el avance tecnológico se han creado varios tipos de programas que son utilizadas para el diseño, cálculos y simulaciones las cuales se asemejan a la realidad, facilitando en la ingeniería de estudios eléctricos conocer el comportamiento de los sistemas para mejorar y optimizar mediante procesos seguros.

1.9.1 ArcGIS.

Es un programa de sistema de información geográfica desarrollado por la compañía ESRI (Environmental Systems Research Institute), permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica, ArcGIS permite publicar información geográfica para que este accesible para cualquier usuario (ESRI, 2018).

ArcGIS permite las siguientes funcionalidades.

- Crear, compartir y utilizar mapas inteligentes.
- Compilar información geográfica.
- Crear y administrar bases de datos geográficas.
- Resolver problemas con análisis espacial.
- Crear aplicaciones basadas en mapas.
- Conocer y compartir información mediante la geografía y visualización.

La Figura 9 muestra la venta principal del software ArcGIS con sus respectivas herramientas de utilización.

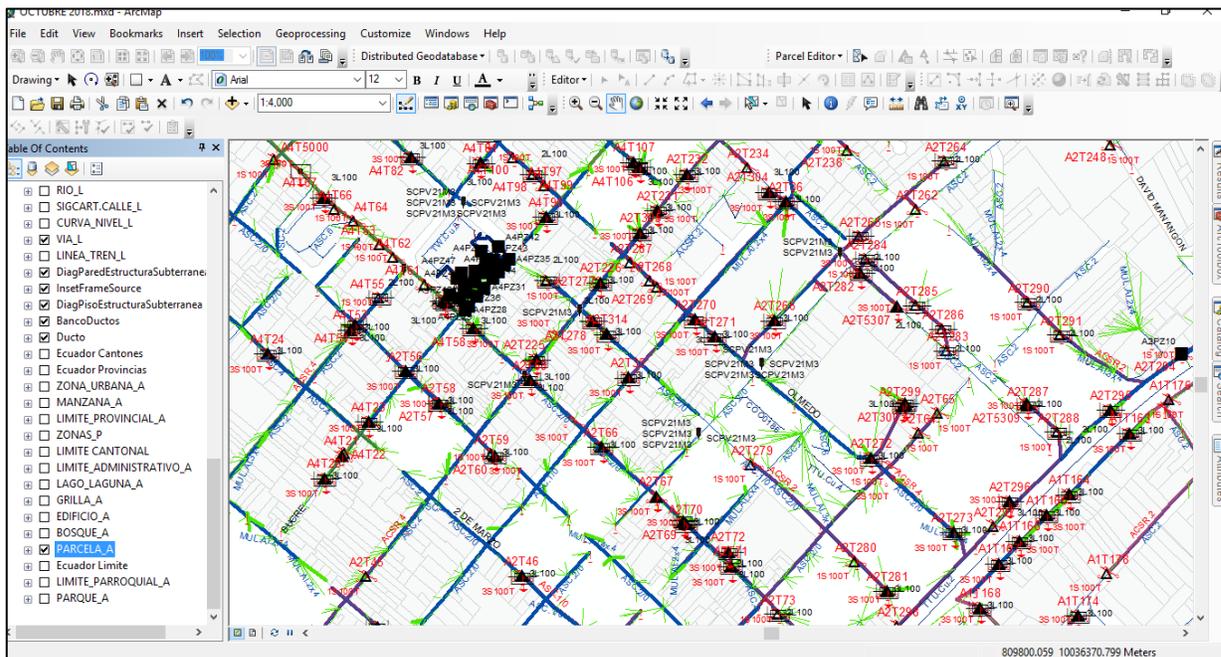


Fig. 9 Ventana principal de ArcGIS
Fuente: Tomado de Emelnorte

1.9.2 Cymdist.

Es un poderoso software de ingeniería compuesta por el editor de redes (network editor o CYME 7), con módulos que consta de una amplia variedad de aplicaciones avanzadas y extensas funciones para modelación, el análisis, la planificación y la operación de redes eléctricas de transmisión, subtransmisión, distribución (ESRI, 2018).

Permite realizar varios estudios en sistemas monofásicos, bifásicos y trifásicos sean estos balanceados o desbalanceados en configuración radial, anillo o malla; las características principales que contiene el programa Cymdist son:

- Simulaciones; permite realizar distribución y flujos de carga, estimación de carga, balance de cargas, dimensionamientos y análisis de fallas, caídas de tensión en redes balanceadas o desbalanceadas, etc.
- Modelados, y recursos energéticos distribuidos.
- Análisis de flujo de falla y la tensión de falla a través de la red.
- Balance de cargas para minimizar pérdidas.
- Estudios de crecimiento de carga repartidos en varios años.

- Interconexión entre alimentadores para simulaciones de transferencia de carga.
- Ejecución automática de reemplazo de conductores y de cambio de fases de tramos seleccionados.

La Figura 10 muestra la ventana principal del software Cymdist con sus respectivas herramientas a utilizar.

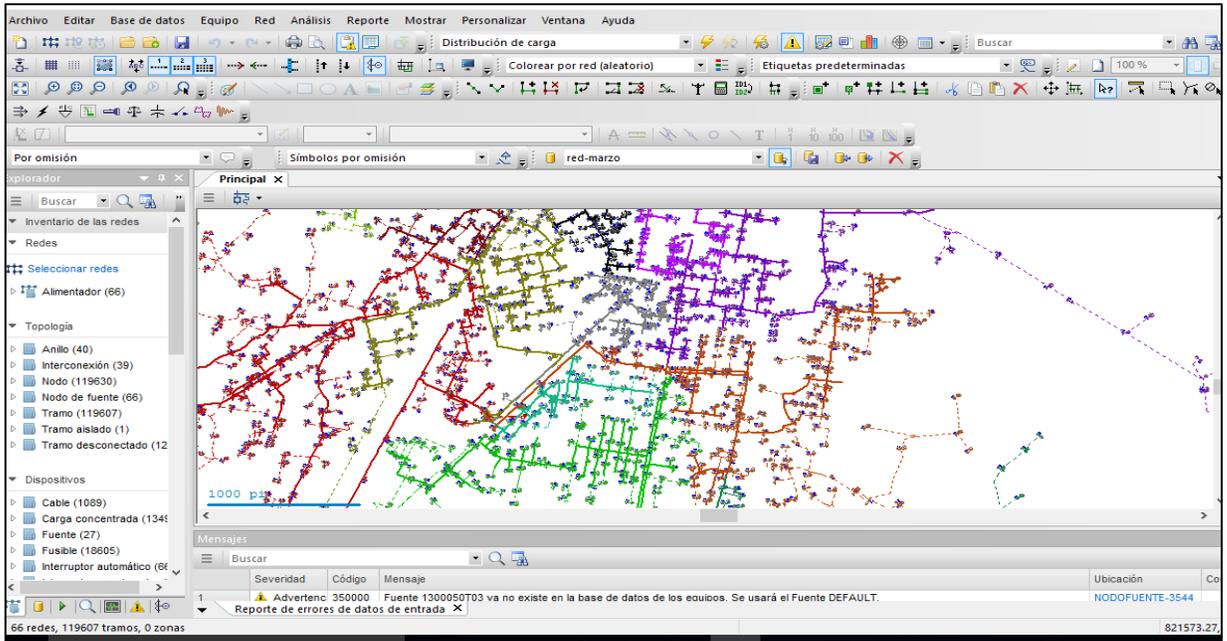


Fig. 10 Ventana principal del programa CYMDIST
Fuente: (ESRI, 2018)

CAPÍTULO 2

Desarrollo

2.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza el diagnóstico y diseño de la red aérea compacta para los dos nuevos alimentadores, el modo de operación de la demanda y la demanda a futuro mediante la proyección de la misma, se la realiza definiendo la tasa de incremento de la demanda a largo plazo; realizado el análisis se procede al diseño de los dos nuevos alimentadores y a la utilización de las protecciones requeridas para la red primaria, mediante el uso de herramientas computacionales propias de la empresa eléctrica Emelnorte, como es el ArcGIS, CYMDIST y datos históricos.

2.2 Redes primarias

EMELNORTE; según estadísticas tomadas en diciembre de 2018; cuenta con 68 redes primarias a un nivel de voltaje de 13,8 kV con una longitud de 5.867,02 km, 4.192,83 km de ramales monofásicos, 43,79 km de ramales bifásicos y 1.630,40 km de ramales trifásicos, además cuenta con 16.153 transformadores de distribución con una potencia instalada de 464,14 MVA de los cuales 2.467 MVA son trifásicos con una potencia de 196,18 MVA y 14.046 son monofásicos con una potencia instalada de 267.96 MVA.

2.3 Recopilación de datos

Se realizó el recorrido del área al cual va el estudio y con la ayuda de la herramienta GPS que facilita la empresa Emelnorte, se realizó la toma de puntos con sus respectivas medidas de longitud necesarias para realizar el diseño preliminar de la red eléctrica de medio voltaje para los dos nuevos alimentadores.

2.4 Ubicación de los dos nuevos alimentadores.

Para la ubicación de los dos nuevos alimentadores se tomarán en cuenta puntos o tramos de referencia de la subestación Esperanza, de cada uno de los circuitos de la subestación mencionada anteriormente, se obtendrá datos predeterminados para el diseño.

La distancia de la red de media tensión será de 8,37 kilómetros para el alimentador número 1 (Cananvalle 1), el cual inicia tomando dos puntos de conexión del circuito 4 de la subestación Esperanza, uno en el poste Z4P3513 (conexión de red abierta existente) y otro punto es en el poste Z4P5912; para el alimentador número 2 (Cananvalle 2), la distancia

de la red de media tensión es de 4,23 kilómetros, he inicia de una conexión del circuito 3 de la subestación Esperanza poste Z3P360 como se muestra en las Figuras 11 y 12.

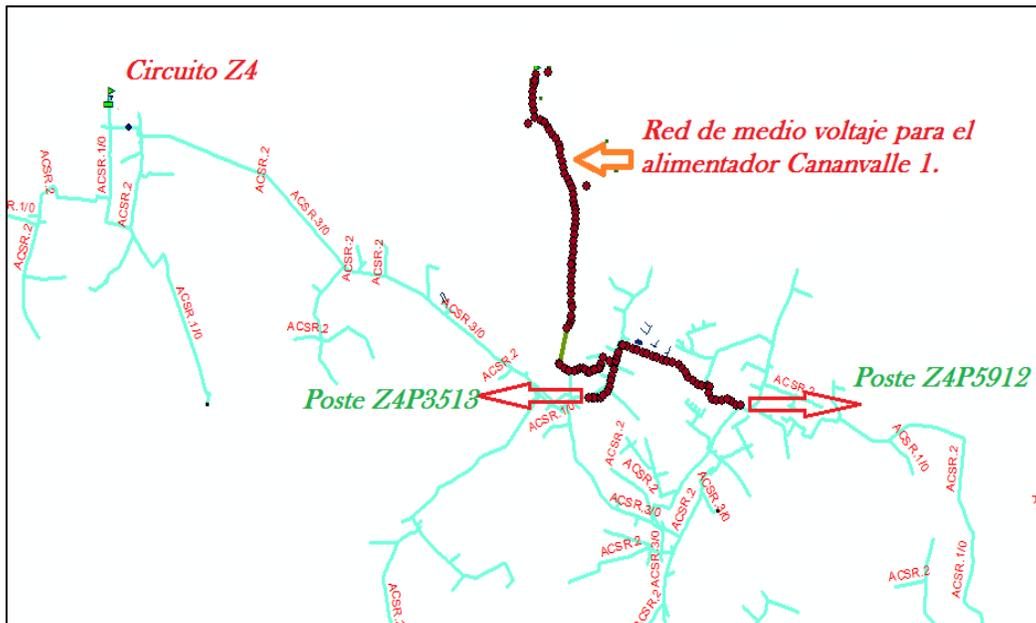


Fig. 11 Puntos y tramo con su respectiva medida de longitud del alimentador #1 (Cananvalle 1).
Fuente: Autor

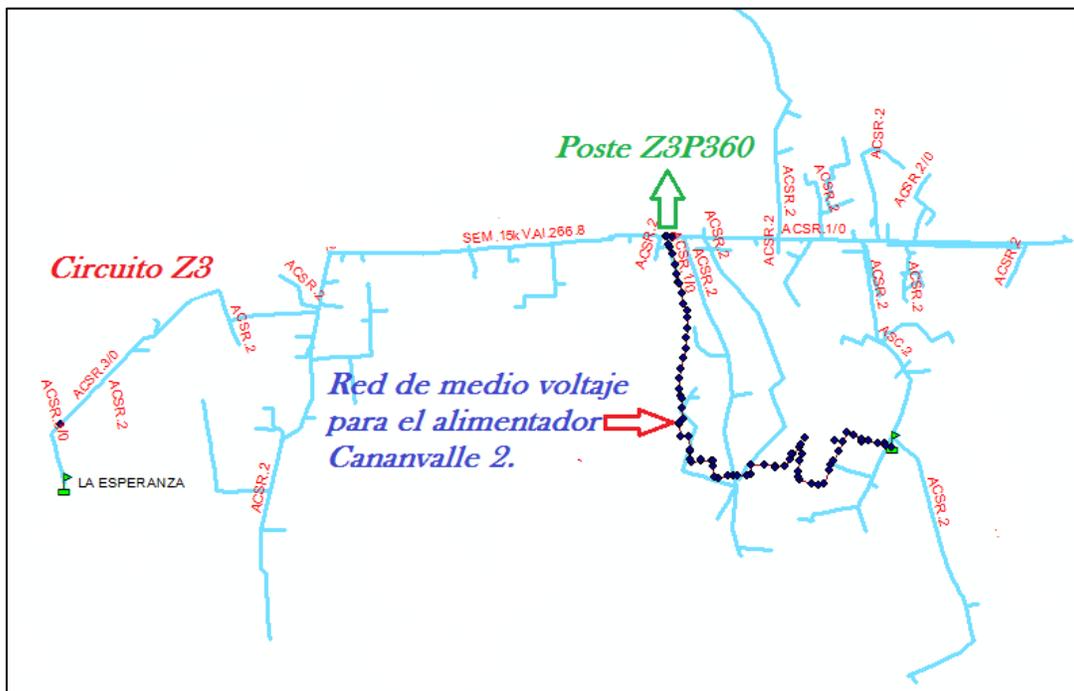


Fig. 12 Puntos y tramo con su respectiva medida de longitud del alimentador #2 (Cananvalle 2)
Fuente: Autor

Se prevé utilizar 2 alimentadores del sistema de distribución de Emelnorte para la distribución y flujo de carga. En la TABLA 2.1, se describe la subestación y alimentadores.

TABLA 2. 1: Alimentadores a utilizar para el diseño de la red aérea compacta

Subestación	Alimentador
La Esperanza	Circuito Z3 y Z4

Fuente: Autor

En la Figura 13 se visualiza la subestación y alimentadores para el diseño de la red aérea compacta.

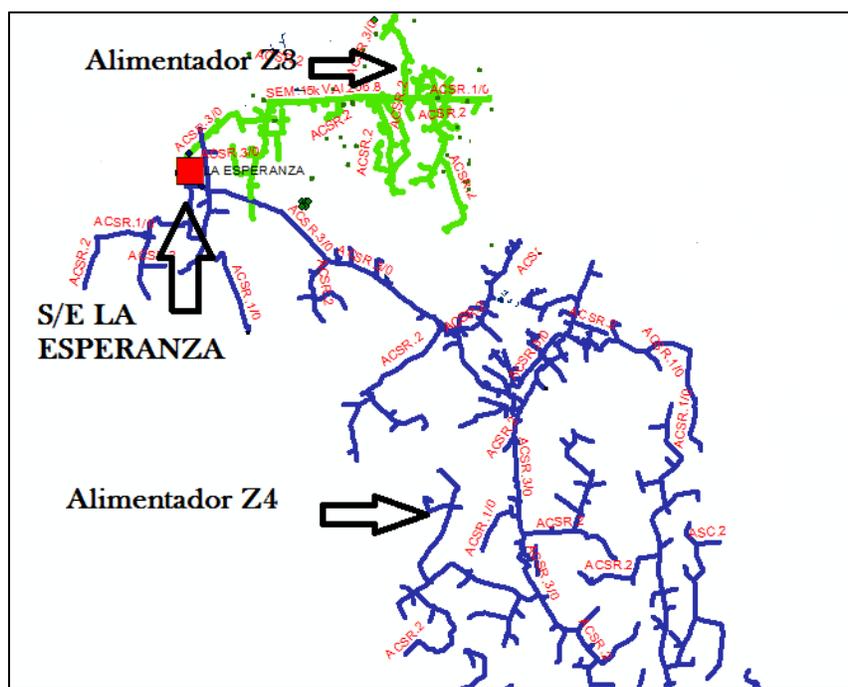


Fig. 13 Subestación y Alimentadores utilizados para el estudio.
Fuente: Autor

2.5 Creación de elementos a utilizar en el estudio

Para el diseño de los nuevos alimentadores se inicia con la creación de los elementos en el programa Cymdist, asignando las respectivas características eléctricas y mecánicas de cada elemento, los cuales son el conductor y las estructuras de medio voltaje.

2.5.1 Conductores.

El material del conductor a utilizar en este tipo de red aérea compacta de media voltaje es de aluminio, cableado y de sección circular compacta (XLPE), el calibre a utilizar es el 3/0 AWG para redes primarias según las normas de EMELNORTE.

Para los dos nuevos alimentadores se utiliza las mismas características del conductor, como se muestra en la TABLA 2.2.

TABLA 2. 2: Características del conductor utilizado en los nuevos alimentadores.

Nombre del alimentador.	Voltaje (kV)	Tipo	Calibre	Corriente máxima
Cananvalle 1	13.8	XLPE	3/0	310
Cananvalle 2	13.8	XLPE	3/0	310

Fuente: Autor

Las características eléctricas del conductor ECO-COMPACT para el tramo de medio voltaje de cada alimentador, se las detalla en la TABLA 2.3.

TABLA 2. 3: Características eléctricas del conductor eco-compact.

Palabra clave	Capa semiconductor	Número de alambres	Diámetro del conductor, pies	Diámetro exterior, pies	Resistencia a 20°C	Reactancia inductiva ohm/km	RMG Ds, pies	Intensidad eléctrica	
								70°C	90°C
								Amperios	Amperios
ECO-COMPACT	1	7	0,41692913	0,7	0,344	0,277	0,28	310	378

Fuente: Autor

En la ventana *CONDUCTOR* (ver figura 13) del programa Cymdist, se crea el nuevo tipo de conductor en la opción Agregar , en la TABLA 2.4, se indica la configuración para crear el conductor del tramo de medio voltaje.

TABLA 2. 4: Parámetros para la creación del conductor xlpe-compact.

Nombre del conductor: XLPE-COMPACT			
Características de construcción	DATOS		INFORMACIÓN
	Palabra código		ECO-COMPACT
	Tipo		No definido
	Material del conductor		Aluminio
	Tamaño del conductor		3/0
	Superficie del conductor		0,132
	Diámetro externo		0,7pulg
	Número de alambres		7
	RMG		0,25
	Crte perman. Nominal		Cálculo automatico
	Capac. De soporte de cc		
Resistencia	R(ac)		0,2779
	R(ac)		0,303

Fuente: Autor

En el programa Cymdist las unidades se expresan según el SI (sistema internacional de unidades) mientras que los datos recogidos en tablas utilizan nomenclatura de otras normativas, por tal motivo se realiza el cambio de sistemas de unidades ingles al sistema internacional SI.

Se crean tramos de medio voltaje a 13.8 kV para los dos nuevos alimentadores, en la Figura 14 se tiene la ventana del conductor.

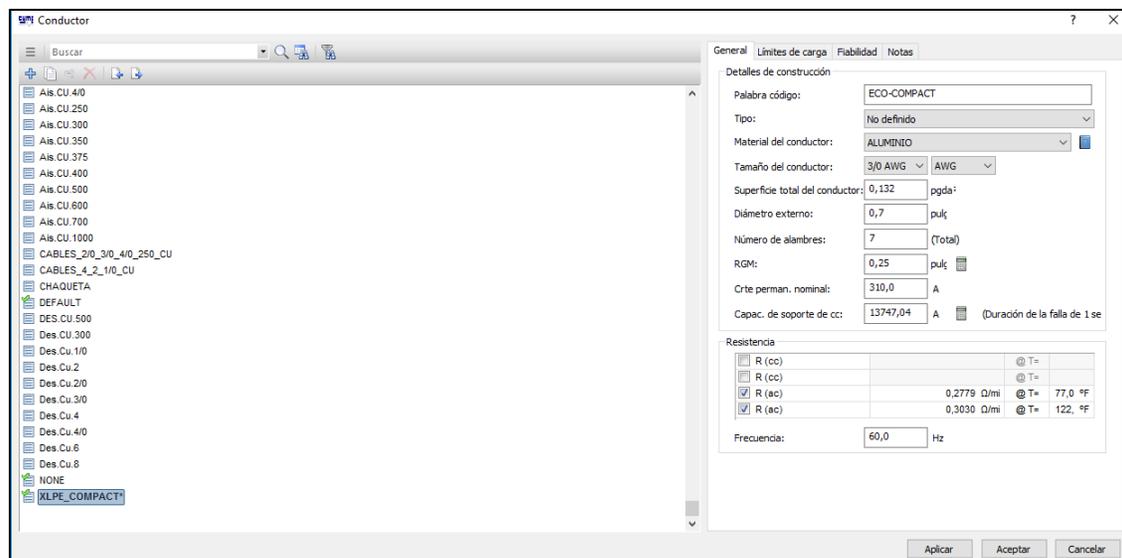


Fig. 14: Conductor modelado para el diseño de los dos alimentadores
Fuente: Autor

2.5.2 Espaciamento de los circuitos.

Permite establecer el espacio entre conductores en una estructura de soporte.

Se toma los datos del catálogo Hendrix de las estructuras compactas, en la TABLA 2.5, se muestra la configuración para su modelación.

TABLA 2. 5: Parámetros para el espaciamento de los circuitos simples aérea compacta

Pestaña	Datos	Información
General	Tipo de datos de espaciamento	Configuración detallada
	Configuración de la torre	Genérico
	Nro. fases	3
	Nro. conductores/fases	1
	Distancia de paquete	Cálculo automático
	Distancia entre haces(h) en metros	3
	Nro. conductores neutro	1
	Coordenadas	Ítem a.

Fuente: Autor

1) *Asignación de coordenadas.*

Para cada estructura de red aérea compacta se toma el tipo Genérico, permitiendo establecer coordenadas X e Y de los conductores. Los pasos para determinar las coordenadas de los conductores considerando las estructuras son.

- Convertir los valores de pulgadas a pies del Anexo A.
- Conocer las distancias de las ménsulas y brazos antibalaceo de cada estructura aérea compacta.
- Convertir los valores de las distancias de las ménsulas y brazo antibalaceo de cada estructura aérea compacta y realizar un sumatorio.

a) Estructura pasante (3P-COMP): En la TABLA 2.6 se visualiza las coordenadas de los conductores.

TABLA 2. 6: Coordenadas de los conductores de la estructura pasante (3P-COMP)

	X	Y
1	0,71358	31,49606
2	1,04987	30,51181
3	1,38287	31,49606
N1	0	22,60499

Fuente: Autor.

Haciendo clic en la pestaña *Previsualizar* (Figura 15) podemos visualizar los conductores en el plano X, Y, tal y como se muestra en las Figuras 16, 17 y 18.

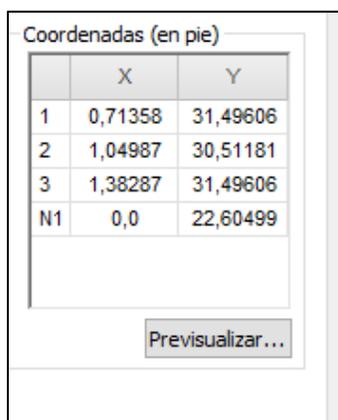


Fig. 15: Pestaña previsualizar del programa Cymdist

Fuente: Autor

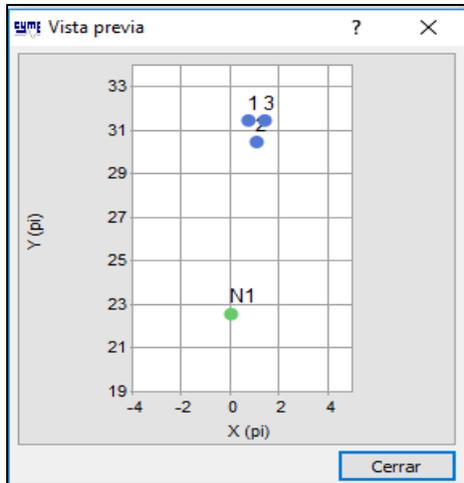


Fig. 16: Vista previa de la estructura pasante (3P-COMP)
Fuente: Autor

b) Estructura angular (3A-COMP): En la TABLA 2.7 se visualiza las coordenadas de los conductores.

TABLA 2. 7: Coordenadas de los conductores de la estructura angular (3A-COMP)

	X	Y
1	0,63648	30,94144
2	1,0666	29,74409
3	1,59449	30,94144
N1	0	23,16273

Fuente: Autor

Se visualiza los conductores en el plano X, Y, en la Figura 17.

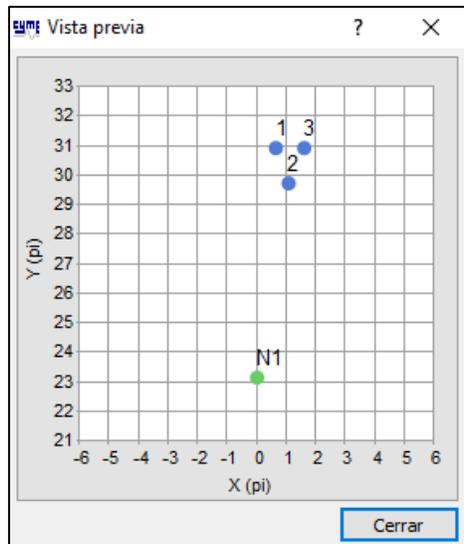


Fig. 17: Vista previa de la estructura angular (3A-COMP)
Fuente: Autor

c) **Estructura terminal (3T-COMP).** En la TABLA 2.8, se visualiza las coordenadas de los conductores.

TABLA 2. 8: Coordenadas de los conductores de la estructura terminal (3T-COMP)

	X	Y
1	0,81365	31,66667
2	1,08265	30,44562
3	1,62796	31,66667
N1	0	23,80906

Fuente: Autor

Se visualiza los conductores en el plano X, Y, en la Figura 18.

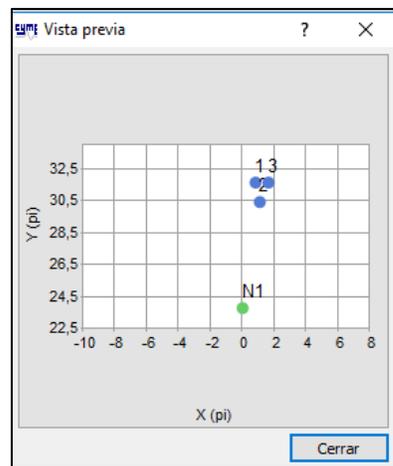


Fig. 18: Vista previa de la estructura terminal (3T-COMP)
Fuente: Autor

Además, se crean los espaciamentos simples con sus respectivas configuraciones geométricas de las estructuras aéreas compactas utilizadas en los tramos de media tensión de los dos nuevos alimentadores. Finalmente, en las Figuras 19, 20 y 21, se visualiza los espaciamentos de los circuitos simples creados para el diseño de los dos alimentadores.

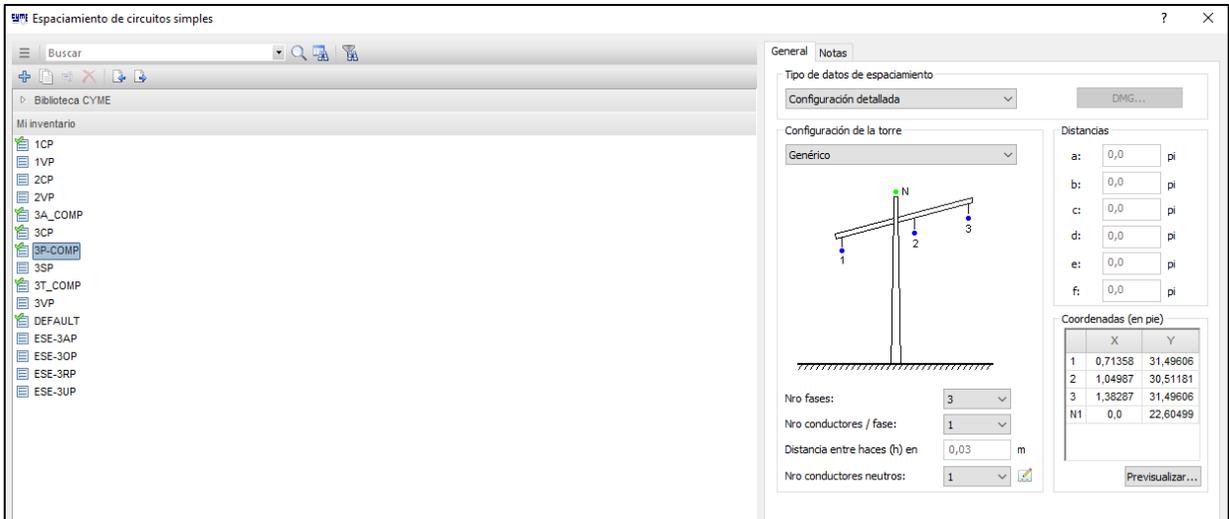


Fig. 19: Espaciamento circuito simple de la estructura pasante modelado para el estudio.
Fuente: Autor

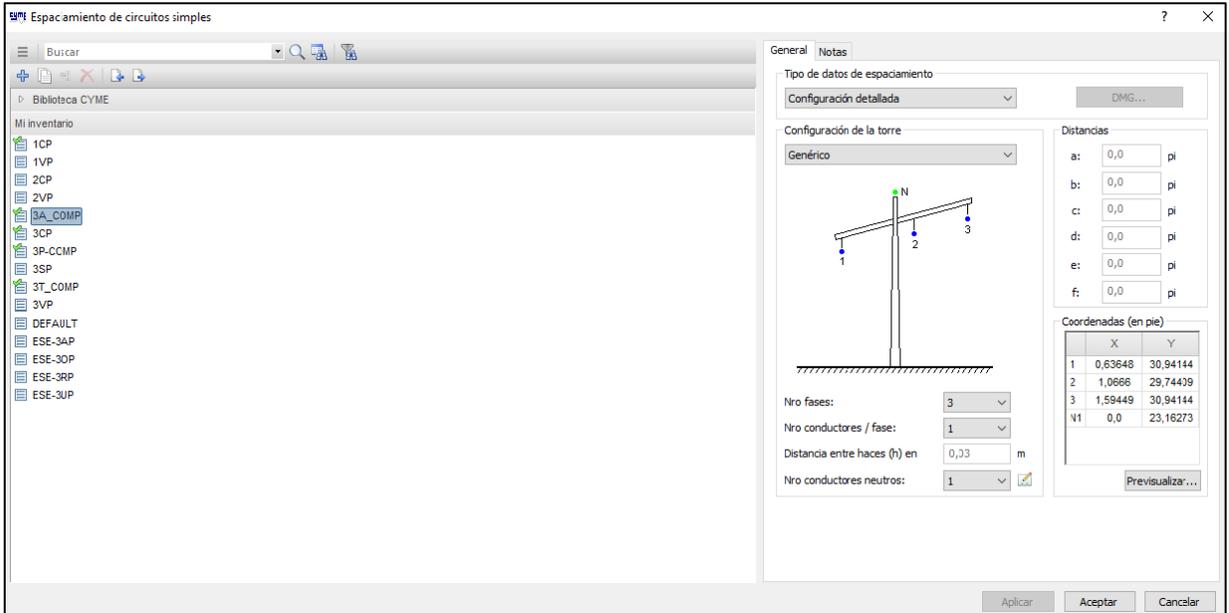


Fig. 20: Espaciamento circuito simple de la estructura angular modelado para el estudio.
Fuente: Autor

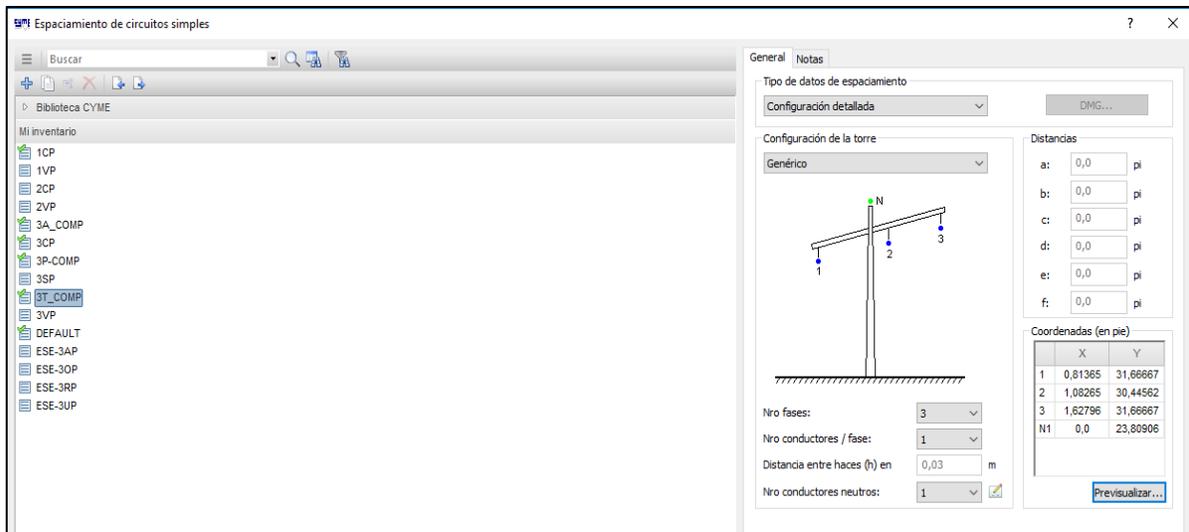


Fig. 21: Espaciamento circuito simple de la estructura terminal modelado para el estudio.
Fuente: Autor

2.6 Estudio y proyección de la demanda mediante el método lineal

Este estudio es de gran importancia ya que nos permite analizar la demanda actual en condiciones de operación y la demanda futura requerida para los dos nuevos alimentadores.

Para realizar este estudio, se estima la demanda coincidente, la cual nos permite obtener datos más reales de la demanda futura, y en una segunda etapa se realiza la proyección de la demanda máxima empleando la ecuación lineal en función de las tres demandas coincidentes anualmente de los tres últimos años.

2.6.1 Estimación de la demanda coincidente.

Para una correcta estimación de la demanda coincidente, se solicitó al departamento de estudios eléctricos de la empresa Emelnorte los datos de tablas de Excel de las subestaciones principales a nivel de sistema las cuales son: Alpachaca, Cotacachi, El Retorno, La Farge, Otavalo y Tulcán; en la TABLA 2.9 se muestra el cálculo de las potencias activas (P) y las potencias reactivas (Q).

TABLA 2. 9: Cálculo de las potencias activas y reactivas.

F2 =E2/(15/60) ← Formula para el cálculo de potencias (P) y (Q).

#	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Local Time	kVARh del int	kVARh rec int	Q	kWh del int	kWh rec int	P	VII avg	Freq	kVAh del	kVAh rec	Period	Length		
2	2016-ene-01 00:00:00.000	868,0030518	0	868,0030518	3472,012207	3030,767578	0	3030,767578	12123,07031	68338,86	59,97001	3152,625	0	900	
3	2016-ene-01 00:15:00.000	884,1922607	0	884,1922607	3536,769043	2978,397461	0	2978,397461	11913,58984	68409,3	59,94447	3106,88	0	900	
4	2016-ene-01 00:30:00.000	872,2950439	0	872,2950439	3489,180176	2972,397005	0	2972,397005	11889,59082	68443,35	59,99592	3097,753	0	900	
5	2016-ene-01 00:45:00.000	855,6281128	0	855,6281128	3422,512451	2940,894043	0	2940,894043	11763,57617	68336,3	59,96748	3062,841	0	900	
6	2016-ene-01 01:00:00.000	859,4744873	0	859,4744873	3437,897949	2890,726074	0	2890,726074	11562,9043	68498,45	59,9828	3015,804	0	900	
7	2016-ene-01 01:15:00.000	875,067627	0	875,067627	3500,270508	2840,237793	0	2840,237793	11360,95117	68708,41	59,98247	2972,009	0	900	
8	2016-ene-01 01:30:00.000	901,6326294	0	901,6326294	3606,530518	2790,462402	0	2790,462402	11161,84961	68872,3	60,04277	2932,53	0	900	
9	2016-ene-01 01:45:00.000	905,6533203	0	905,6533203	3622,613281	2742,713379	0	2742,713379	10970,85352	68864,38	59,99692	2888,379	0	900	
10	2016-ene-01 02:00:00.000	917,1311035	0	917,1311035	3668,524414	2686,844971	0	2686,844971	10747,37988	69132,14	59,97553	2839,156	0	900	
11	2016-ene-01 02:15:00.000	911,8199463	0	911,8199463	3647,279785	2630,388184	0	2630,388184	10521,55273	68856,51	60,00198	2784,142	0	900	
12	2016-ene-01 02:30:00.000	904,8614502	0	904,8614502	3619,445801	2584,275635	0	2584,275635	10337,10254	69050,22	60,00727	2738,133	0	900	
13	2016-ene-01 02:45:00.000	915,7423706	0	915,7423706	3662,969482	2538,584717	0	2538,584717	10154,33887	69090,23	60,0465	2698,727	0	900	
14	2016-ene-01 03:00:00.000	912,4793701	0	912,4793701	3649,917448	2485,590802	0	2485,590802	9942,236328	69093,16	60,02231	2647,788	0	900	
15	2016-ene-01 03:15:00.000	919,8479614	0	919,8479614	3679,391846	2460,964111	0	2460,964111	9843,856445	69233,12	60,02855	2627,278	0	900	
16	2016-ene-01 03:30:00.000	898,6068115	0	898,6068115	3594,427246	2415,426514	0	2415,426514	9661,706055	68888,48	60,01472	2577,216	0	900	
17	2016-ene-01 03:45:00.000	863,1231079	0	863,1231079	3452,492432	2364,818848	0	2364,818848	9459,275391	68904,8	59,97968	2517,425	0	900	
18	2016-ene-01 04:00:00.000	861,6914673	0	861,6914673	3446,765869	2342,237549	0	2342,237549	9368,950195	68866,72	60,0159	2495,724	0	900	
19	2016-ene-01 04:15:00.000	855,4934692	0	855,4934692	3421,973877	2321,865723	0	2321,865723	9287,462091	68693,14	59,97039	2474,469	0	900	
20	2016-ene-01 04:30:00.000	836,9011841	0	836,9011841	3347,604736	2290,629639	0	2290,629639	9162,518555	68648,73	59,96667	2438,729	0	900	
21	2016-ene-01 04:45:00.000	826,8687134	0	826,8687134	3307,474854	2257,903564	0	2257,903564	9031,614258	68652,41	59,94878	2404,549	0	900	
22	2016-ene-01 05:00:00.000	833,4984741	0	833,4984741	3333,993896	2250,023682	0	2250,023682	9000,094727	68593,89	60,00486	2399,548	0	900	
23	2016-ene-01 05:15:00.000	805,6033325	0	805,6033325	3222,41333	2223,900146	0	2223,900146	8895,600586	68577,88	60,01291	2365,32	0	900	
24	2016-ene-01 05:30:00.000	801,7005005	0	801,7005005	3206,802002	2208,365234	0	2208,365234	8833,460938	68590,91	59,99426	2349,385	0	900	
25	2016-ene-01 05:45:00.000	795,4495239	0	795,4495239	3181,798096	2194,628662	0	2194,628662	8778,514648	68586,02	60,01644	2334,342	0	900	
26	2016-ene-01 06:00:00.000	792,8436279	0	792,8436279	3171,374512	2164,261221	0	2164,261221	8657,001883	68776,63	60,02846	2304,939	0	900	

Fuente: Autor

En la TABLA 2.10, se observa los valores de las potencias activas (P) y reactivas (Q) de las 6 subestaciones a nivel del sistema.

TABLA 2. 10: Resultados de las potencias activas y reactivas.

A2 01/01/2018 0:00:00

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Local Time	P-ALPACHACA	Q-ALPACHACA	P-COTACACHI	Q-COTACACHI	P-RETORNO	Q-RETORNO	P-LA FARGE	Q-LA FARGE	P-OTAVALO	Q-OTAVALO	P-TULCAN	Q-TULCAN	P-TOTAL	QTOTAL	P-DMAX	Q-DMAX
2	2018-ene-01 00:00:00.000	10000,77734	3396,792236	2019,24292	351,3808594	11578,705	3510,1609	315,03618	1350,9061	26207,57	3827,1279	10457,544	2132,8718	60578,876	14569,24	100492,8	33728,64
3	2018-ene-01 00:15:00.000	10043,5791	3325,851318	1959,553955	371,5541992	11393,316	3445,917	898,84216	1291,8768	25914,018	3724,4402	10323,183	2115,7097	60532,492	14275,349		
4	2018-ene-01 00:30:00.000	9996,568359	3272,684814	1942,638794	370,119751	11293,638	3448,4998	1165,9441	1306,1903	25701,664	3732,1982	10215,712	1998,3621	60256,165	14228,055		
5	2018-ene-01 00:45:00.000	9792,217773	3190,108154	1898,324463	379,4689331	11072,354	3389,2036	1208,3774	1642,4773	25043,238	3430,0383	9948,8379	2073,2401	59863,35	14004,536		
6	2018-ene-01 01:00:00.000	9450,818359	3086,775391	1841,209229	380,1460571	10874,517	3320,9844	1074,8698	595,57635	24493,855	3239,3735	9748,208	1966,038	57483,477	12588,894		
7	2018-ene-01 01:15:00.000	9168,214844	3060,807617	1801,049072	384,5240784	10657,275	3315,2947	1206,2869	156,47292	23966,742	3129,0474	9540,8398	1975,8588	56340,408	12022,005		
8	2018-ene-01 01:30:00.000	8879,880859	3046,066406	1767,570854	385,9819031	10405,295	3275,5217	1216,2427	266,33926	23528,01	3140,0078	9296,3467	1975,6331	55093,526	12089,55		
9	2018-ene-01 01:45:00.000	8577,84375	3044,999512	1725,834229	380,3414307	10190,440	3266,0806	1221,282	375,8345	23070,979	3115,041	9047,4727	1973,4155	53833,854	12155,713		
10	2018-ene-01 02:00:00.000	8351,120117	3033,550049	1687,130005	386,7116394	10028,941	3290,2483	1200,5092	457,36285	22726,227	3086,2261	8826,0088	1966,7809	52819,936	12220,88		
11	2018-ene-01 02:15:00.000	8218,193359	3021,771729	1663,378296	383,4925842	9836,124	3266,2263	1206,0231	535,11469	22347,352	3051,0947	8599,6895	1962,9329	51870,76	12220,633		
12	2018-ene-01 02:30:00.000	7476,550781	2886,401855	1635,511719	380,2417908	9648,2793	3211,4944	1288,514	470,87802	22018,227	2977,9485	8447,3408	1965,4359	50514,423	11892,4		
13	2018-ene-01 02:45:00.000	7317,527832	2734,281982	1608,162964	385,9084473	9465,6475	3208,7561	1272,824	403,18741	21777,357	2956,9692	8213,9326	1921,3425	49655,452	11610,446		
14	2018-ene-01 03:00:00.000	7115,76123	2796,739999	1576,152954	395,7500305	9322,2119	3215,7246	1169,2666	531,78387	21565,967	3038,2036	8131,7412	1994,8947	48881,101	11973,097		
15	2018-ene-01 03:15:00.000	8658,777344	2861,032471	1564,861328	389,0657043	9174,6626	3208,4482	1399,0665	573,11511	21339,455	3004,3191	8033,8813	2001,4139	50070,684	12037,395		
16	2018-ene-01 03:30:00.000	8683,841797	2874,614999	1537,999023	396,5635986	9042,7617	3174,5933	1301,6609	467,53104	21171,262	2941,4192	7922,856	2028,1868	49660,381	11882,909		
17	2018-ene-01 03:45:00.000	8653,969727	2739,447266	1517,759399	394,5982361	8917,6055	3141,8093	1626,6774	437,83297	21064,604	2973,4099	7860,4941	2065,645	49641,11	11752,743		
18	2018-ene-01 04:00:00.000	8329,970703	2554,276855	1489,781738	408,4511108	8718,3193	3002,8767	1933,6304	806,94135	20812,152	2534,3926	7777,4331	1945,9254	49061,288	11252,864		
19	2018-ene-01 04:15:00.000	8284,685223	2524,945801	1489,814575	402,4112094	8649,2324	3011,5684	1844,1926	713,15015	20764,229	2563,251	7779,8013	2008,8401	48811,956	11224,167		
20	2018-ene-01 04:30:00.000	8232,791016	2557,403076	1488,505859	407,007019	8587,7441	3023,8948	2109,5313	527,87122	20596,842	2560,1152	7783,9297	2067,1509	48799,344	11143,442		
21	2018-ene-01 04:45:00.000	8023,192383	2484,201904	1487,64856	401,573822	8533,6221	3023,8523	2231,1079	389,76923	20469,73	2475,9255	7838,3862	2166,2361	48583,688	10941,559		
22	2018-ene-01 05:00:00.000	7932,646484	2560,050293	1475,537476	395,7994385	8513,415	2994,3162	2347,4414	373,95459	20666,094	2591,9915	7897,6504	2243,4954	48833,785	11159,607		
23	2018-ene-01 05:15:00.000	10633,11621	2686,601807	1479,543701	384,1879578	8473,3555	2985,7009	1666,692	443,14743	21077,449	2796,1121	7716,6606	2222,1675	51046,817	11517,918		
24	2018-ene-01 05:30:00.000	10842,24121	2676,23584	1465,062012	390,8043823	8407,1455	2967,4116	2325,8958	1083,6462	20976,314	2685,0159	7767,3662	2253,8611	51784,025	12056,975		
25	2018-ene-01 05:45:00.000	10835,64453	2649,560059	1448,213379	396,9951477	8370,4893	2988,3247	2299,2134	1594,1678	20947,246	2613,4622	7821,6616	2359,251	51722,468	12601,761		
26	2018-ene-01 06:00:00.000	10747,47363	2618,851563	1440,767578	390,8022461	8310,9639	2974,1062	3899,821	1370,1217	21112,547	2682,7061	7734,2622	2332,9958	53245,835	12369,584		

Fuente: Autor

Conociendo que el departamento de estudios eléctricos de Emelnorte posee los datos de demanda de los años 2016, 2017 y 2018, los cuales se encuentran en la cabecera de los alimentadores, se procede a determinar la demanda máxima de cada año gracias a los cálculos de las potencias activas y reactivas, como las horas y fechas exactas de las demandas a nivel del sistema, los datos se visualizan en el (Anexo C).

La TABLA 2.11, muestra las demandas máximas, voltajes por unidad, corrientes y factor de potencia en las tres fases que se utilizan para la modelación de los alimentadores.

TABLA 2. 11: Mediciones por año de los alimentadores Z3 y Z4 coincidentemente.

ALIMENTADORES	AÑO	DEMANDA MAX	VOLTAJES POR UNIDAD			CORRIENTES			FACTOR DE POTENCIA		
			Va(PU)	Vb(PU)	Vc(PU)	Ia	Ib	Ic	Fp(a)	Fp(b)	Fp(c)
ALIMENTADOR Z3	2016	1810,189209	0,974832225	0,970238	0,9784037	71,43177	77,657028	85,368767	99,444778	99,392059	99,447243
	2017	2167,665527	0,936987187	0,9412801	0,9450122	85,664063	99,983475	105,0573	99,646278	99,537819	99,119247
	2018	2164,648682	0,942259	0,9411	0,9505	87,766045	104,71284	96,523064	99,595284	99,58094	99,395302
ALIMENTADOR Z4	2016	1716,794312	0,950307095	0,948581	0,955375	65,656494	70,005707	99,063881	95,915192	96,868484	96,472595
	2017	1753,555786	0,967918521	0,9677124	0,9749316	63,246075	72,175018	97,973564	96,881325	97,334778	97,154297
	2018	1872,496948	0,952831	0,9505	0,9585	69,317444	78,947044	105,61031	97,3778	97,396851	96,435486

Fuente: Autor

2.6.2 Proyección de la demanda.

Con los datos de la TABLA 2.11 (Mediciones por año de los alimentadores Z3 y Z4 coincidentemente), y el uso del software Cymdist se realiza la distribución y flujo de carga de los alimentadores Z3 y Z4 pertenecientes a la Subestación La Esperanza, con lo cual se logra conocer los datos para la proyección de la demanda de los nuevos alimentadores.

El programa Cymdist permite colocar fusibles para separar tramos, el más utilizado es el fusible 3S100T para redes primarias, éste se lo coloca en los tramos del alimentador Z3 con las coordenadas (x=809915,391; y=1005024,849); y (x=813008,747; y=1005071,442) y para el alimentador Z4 las coordenadas (x=813462,588; y=9998972,898) y (x=815221,511; y=9997160,723), la Figura 22 muestra el fusible y los parámetros del mismo.

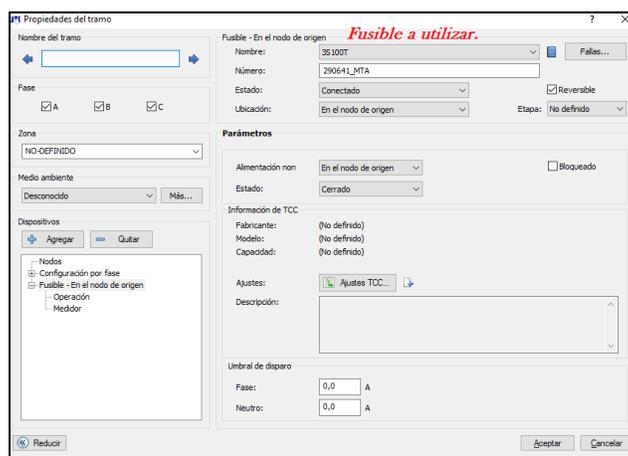


Fig. 22: Fusible a utilizar en los alimentadores Z3 y Z4

Fuente: Autor.

Debido a que los nuevos alimentadores no tienen carga en los tramos de medio voltaje, para el cálculo de la proyección de la demanda se utiliza la carga aguas abajo de los

circuitos Z3 y Z4 de la subestación La Esperanza, la Figura 23 y 24 se visualiza la toma de carga aguas abajo que obtendrá los nuevos dos alimentadores.

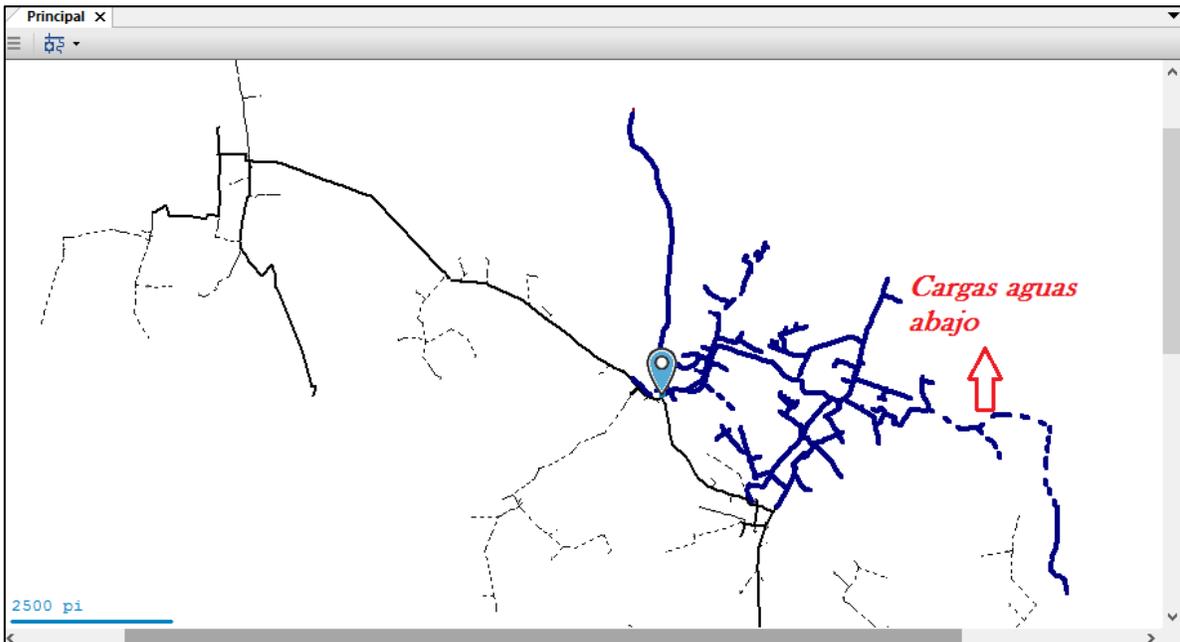


Fig. 23: Cargas aguas abajo para el alimentador Cananvalle 1
Fuente: Autor

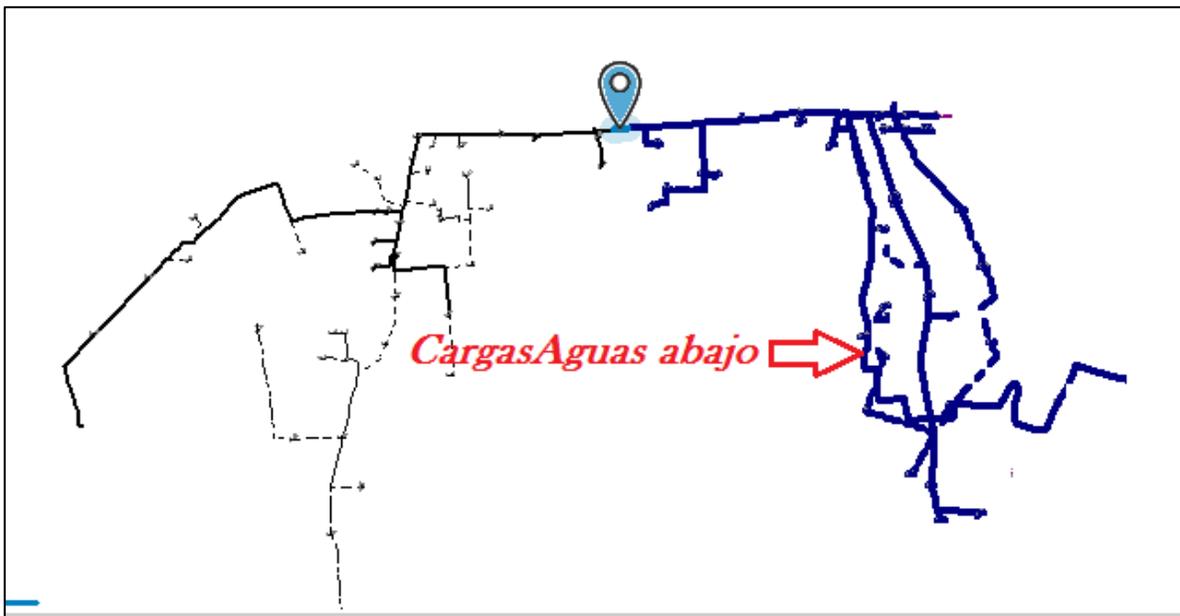


Fig. 24: Cargas aguas abajo para el alimentador Cananvalle 2.
Fuente: Autor

Pasos a seguir para la simulación:

- 1) Se identifica los alimentadores para realizar la distribución y flujo de carga código registrado en la base de datos del software Cymdist “1300010T03 y 1300010T04”.
- 2) Se ingresa los valores de los voltajes por unidad, corrientes y factor de potencia de las tres fases en la tabla propiedades de la red.

Las Figuras 25 y 26 muestra las propiedades del programa Cymdist para la distribución y flujo de carga.

Modelo de carga: DEFAULT

Tensiones del equivalente de fuente

Nominal: 13,8 kVLL Equilibrado

Servicio: A: 0,97483 B: 0,97024 C: 0,9784 p.u. **Voltajes por unidad**

Ángulo: A: 0,0 B: -120,0 C: 120,0 grados

Equivalente de la fuente

Nivel: Nivel bajo de fallas

Modo: Nivel de cortocircuito

Unidad: MVA

	Nivel bajo de fallas		Nivel alto de fallas	
	Potencia	X/R	Potencia	X/R
Trifásico	255,6 MVA	6,0	255,6 MVA	6,0
Monofásico	47,5 MVA	4,57	47,5 MVA	4,57

Equivalente de carga

kW: A: 0,0 B: 0,0 C: 0,0 Tipo de carga: kW & kvar

kvar: A: 0,0 B: 0,0 C: 0,0

Fig. 25: Propiedades de la red del programa Cymdist.
Fuente: Autor

Demanda

Ingresar la demanda de la red

Modelo de carga: DEFAULT Conectado **Corrientes y factores de potencia**

Tipo: AMP-FP

A	71,43	99,44
B	77,66	99,39
C	85,37	99,45

Comentarios:

Pérdidas: 0,0 W por fase

Datos aguas abajo

A	B	C	Total
523,2	563,54	625,82	1712,56
kVA reales			Detalles...

Pérdidas anuales

Factor de pérdidas = $k * FdC + (1-k) * FdC^2$

Factor de carga: 100,0 % Constante k: 0,15

Fig. 26: Propiedades de la red del programa Cymdist
Fuente: Autor

Luego de haber realizado la distribución y flujo de carga de cada alimentador se obtiene el cuadro de cargas aguas abajo que servirá para la proyección de la demanda. Visualizar los reportes en el ANEXO D.

2.6.2.1 Método lineal para la proyección de la demanda a 15 años.

Los reportes del (ANEXO D) nos permiten utilizar los datos de kW totales de los años (2016, 2017 y 2018) de cada alimentador para realizar la proyección de la demanda a 15 años, las TABLAS 2.12 y 2.13 muestra la proyección de la demanda.

TABLA 2. 12: Proyección de la demanda para el alimentador Cananvalle 1.

ALIMENTADOR CANANVALLE 1									
AÑO	DEMANDA MAX	KVAR	VOLTAJES PU			CORRIENTES			
			Voltaje (a)	Voltaje (b)	voltaje (c)	Corriente (a)	Corriente (b)	Corriente (c)	
2016	220	24.2	1.013210991	1.016389824	1.018850035	8,3	17,5	1,7	
2017	227	24.97	0.955814377	0.95613459	0.961331894	9,1	19,2	1,8	
2018	243	26.73	0.92221017	0.99471933	0.97104698	10	19,8	1,9	
2019	253.00	27.83	0.96374518	0.98908125	0.98374297	10.00	20.70	1.90	
2020	264.50	29.10	0.96374518	0.98908125	0.98374297	10.50	21.70	2.00	
2021	276.00	30.36	0.96374518	0.98908125	0.98374297	11.00	22.60	2.00	
2022	287.50	31.63	0.96374518	0.98908125	0.98374297	11.40	23.60	2.10	
2023	299.00	32.89	0.96374518	0.98908125	0.98374297	11.90	24.50	2.20	
2024	310.50	34.16	0.96374518	0.98908125	0.98374297	12.40	25.50	2.20	
2025	322.00	35.42	0.96374518	0.98908125	0.98374297	12.80	26.50	2.30	
2026	333.50	36.69	0.96374518	0.98908125	0.98374297	13.30	27.40	2.40	
2027	345.00	37.95	0.96374518	0.98908125	0.98374297	13.70	28.40	2.40	
2028	356.50	39.22	0.96374518	0.98908125	0.98374297	14.20	29.30	2.50	
2029	368.00	40.48	0.96374518	0.98908125	0.98374297	14.60	30.30	2.50	
2030	379.50	41.75	0.96374518	0.98908125	0.98374297	15.10	31.20	2.60	
2031	391.00	43.01	0.96374518	0.98908125	0.98374297	15.60	32.20	2.70	
2032	402.50	44.28	0.96374518	0.98908125	0.98374297	16.00	33.20	2.70	
2033	414.00	45.54	0.96374518	0.98908125	0.98374297	16,5	34,1	2,8	

Fuente: Autor

TABLA 2. 13: Proyección de la demanda para el alimentador Cananvalle 2.

ALIMENTADOR CANANVALLE 2									
AÑO	DEMANDA MÁXIMA	KVAR	Voltajes pu			Corrientes			
			Voltaje (a)	Voltaje(b)	Voltaje (c)	Corriente (a)	Corriente (b)	Corriente (c)	
2016	600	66.00	1.0133773	1.0162706	1.0187503	1.0000	16.3000	57.2000	
2017	720	79.20	0.9561942	0.9562778	0.9614698	1.3000	20.7000	72.8000	
2018	690	75.90	0.9224786	0.9948100	0.9710740	1.2000	19.1000	69.1000	
2019	760	83.6	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.3000	21.1000	75.1000	
2020	805	88.55	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.4000	22.3000	79.6000	
2021	850	93.5	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.5000	23.6000	84.1000	
2022	895	98.45	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.5000	24.8000	88.5000	
2023	940	103.4	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.6000	26.0000	93.0000	
2024	985	108.35	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.7000	27.3000	97.5000	
2025	1030	113.3	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.7000	28.5000	102.0000	
2026	1075	118.25	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.8000	29.7000	106.5000	
2027	1120	123.2	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.9000	31.0000	111.0000	
2028	1165	128.15	0.9640167	0.9891195	0.9837647	1.9000	32.2000	115.4000	
2029	1210	133.1	0.9640167	0.9891195	0.9837647	2.0000	33.4000	119.9000	
2030	1255	138.05	0.9640167	0.9891195	0.9837647	2.1000	34.7000	124.4000	
2031	1300	143	0.9640167	0.9891195	0.9837647	2.1000	35.9000	128.9000	
2032	1345	147.95	0.9640167	0.9891195	0.9837647	2.2000	37.1000	133.4000	
2033	1390	152.9	0.9640167	0.9891195	0.9837647	2.3000	38.3000	137.9000	

Fuente: Autor

Los valores de (KVAR) se los obtiene del producto de la demanda máxima por el 11%, este proceso se lo realiza debido a que se debe cumplir el reglamento de la empresa Emelnorte, además, las corrientes en las tres fases (a, b y c), se las obtiene de la distribución y flujo de carga de los dos nuevos alimentadores, visualizar los reportes de flujo de carga en el (ANEXO E).

Para una mejor visualización de como quedan los dos nuevos alimentadores Cananvalle 1 y 2, en la Figura 27 se presenta la modelación de los mismos.

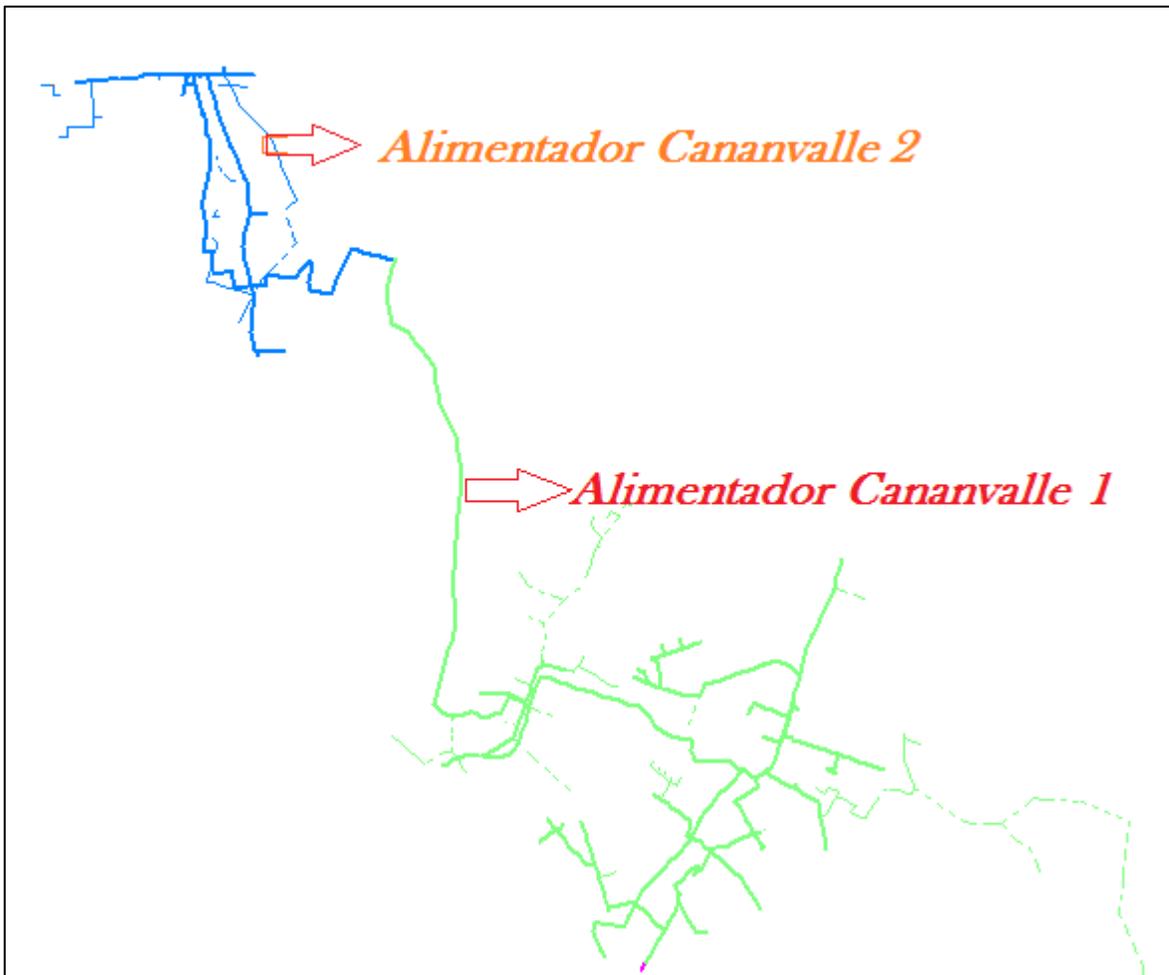


Fig. 27: Modelado de los dos nuevos alimentadores para la subestación Cananvalle.
Fuente: Autor

CAPÍTULO 3

Resultados Análisis Técnico- Económico

El presente estudio tiene un análisis económico, y la relación costo beneficio, además, se dispone de las herramientas financieras tales como: Costo de Inversión (CI), El valor Presente Neto (VPN), la Tasa de Retorno de Inversión (TIR), y la Relación Beneficio-Costo (B/C), que nos permiten evaluar la rentabilidad de los dos nuevos alimentadores.

- **Costo de inversión:** Es el presupuesto económico del proyecto, en la que se debe considerar precios unitarios, mano de obra, y costos indirectos.
- **Valor Presente (VP):** Para el cálculo es indispensable que todos los beneficios se los traiga a valor presente, se utiliza la siguiente ecuación:

$$VP = VA \times \frac{[(1+i)^n - 1]}{i \times (1+i)^n} \quad \text{Ecuación (14)}$$

Donde:

VP: Valor Presente.

VA: Valor Actual.

n: Vida útil del proyecto.

i: Tasa de descuento.

- **Valor Presente Neto (VPN):** Es el valor actual neto de una inversión y es igual a la suma algebraica de los valores actualizados de flujos de caja asociados a la inversión se lo presenta por la siguiente ecuación.

$$VAN = \sum_{k=0}^n \frac{Bk}{(1+i)^k} - \sum_{k=0}^n \frac{Ck}{(1+i)^k} = \sum_{k=0}^n \frac{FNCK}{(1+i)^k} \quad \text{Ecuación (15)}$$

Donde:

FNC: Es el flujo neto de caja del año k.

FNCK: $B_t - C_t$.

i: Tasa de actualización.

Bk: Beneficio en el año k (incluyendo el valor residual al año n).

Ck: Costos (inversión y gastos en el año k).

- Si $VAN > 0$ La inversión debe realizarse.
- Si $VAN = 0$ La inversión es aceptable.
- Si $VAN < 0$ La inversión debe rechazarse.

- **Tasa de Retorno de Inversión (TIR):** Es la tasa de actualización que anula el Valor Actual Neto (VAN) del flujo de caja, identifica la rentabilidad mínima de una inversión. Según el criterio de la TIR se acepta el proyecto si el valor es mayor a costo de capital.

$$\sum_{j=0}^{j=n} C_j (1+i)^{-j} = \sum_{j=0}^{j=n} I_j (1+i)^{-j}$$

$$\sum_{j=0}^{j=n} (C_j - I_j) (1+i)^{-j} = 0 \quad \text{Ecuación (16)}$$

Donde:

C: Costos

I: Ingresos

- **Relación Beneficio-Costo (B/C):** Consiste en traer el valor presente por separado, los beneficios y los costos de un flujo neto y luego dividir la suma de los valores actuales de los beneficios solo los costos.

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{B_j}{(1+i)^j}}{\sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}} \quad \text{Ecuación (17)}$$

- Si $B/C > 0$; **El proyecto es rentable**
- Si $B/C = 0$; **El proyecto es justamente aceptable**
- Si $B/C < 0$; **El proyecto no es rentable**

3.1 Costo de inversión

Para el análisis de costo de inversión de los dos nuevos alimentadores Cananvalle 1 y 2, el departamento de Ingeniería y Construcciones de la empresa eléctrica Emelnorte facilitó el presupuesto resto de estructuras y materiales SICPOE en el (ANEXO F), se detalla el listado de materiales y mano de obra, el costo de inversión de cada alimentador se los detalla en las TABLAS 3.1 y 3.2.

TABLA 3. 1: Costo de inversión del alimentador Cananvalle 1

Alimentador Cananvalle 1			
	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR
Materiales 1. Postes y Tensores			
ESTRUCTURA PASANTE	489,12	52	\$ 25.434,24
ESTRUCTURA ANGULAR	886,07	31	\$ 27.468,17
ESTRUCTURA RETENCION SIMPLE (TERMINAL)	1268,20	23	\$ 29.168,60
MATERIALES 2. CONDUCTORES Y ACCESORIOS			
ESPACIADOR TRIANGULAR 15 KV	44,62	340	\$ 15.170,05
CABLE DE GUARDA O MENSAJERO	7,08	3000	\$ 21.225,47
CABLE AEREO COMPACTO 3/0 7 HILOS 15KV	7,20	8370	\$ 60.251,04
MANO DE OBRA 1. POSTES Y TENSORES			
ARMADA DE ESTRUCTURA PASANTE ANTITRACKING	162,72	52	\$ 8.461,39
ARMADA DE ESTRUCTURA ANGULAR ANTITRACKING	226,34	31	\$ 7.016,66
ARMADA DE ESTRUCTURA RETENCION SIMPLE (TERMINAL)	273,86	23	\$ 6.298,69
MANO DE OBRA 2. CONDUCTORES Y ACCESORIOS			
INSTALACION CABLE DE GUARDA O MENSAJERO	2,53	3000	\$ 7.580,58
INSTALACION CABLE AEREO COMPACTO 3/0	2,56	8370	\$ 21.450,32
INSTALACION ESPACIADOR TRIANGULAR 15 KV	6,21	340	\$ 2.113,09
<i>PRESUPUESTO RED AEREA COMPACTA</i>			\$ 231.638,31
<i>PRESUPUESTO RESTO DE ESTRUCTURAS SICPOE SIN IVA</i>			\$ 97.861,24
TOTAL			\$ 329.499,55

Fuente. Autor

TABLA 3. 2: Costo de inversión del alimentador Cananvalle 2.

ALIMENTADOR CANANVALLE 2			
	Costo unitario	CANTIDAD	VALOR
Materiales 1. Postes y Tensores			
ESTRUCTURA PASANTE ANTITRACKING	489,12	22	\$ 10.760,72
ESTRUCTURA ANGULAR ANTITRACKING	886,07	10	\$ 8.860,66
ESTRUCTURA RETENCION SIMPLE (TERMINAL)	1268,20	29	\$ 36.777,90
MATERIALES 2. CONDUCTORES Y ACCESORIOS			
ESPACIADOR TRIANGULAR 15 KV	44,62	578	\$ 25.789,08
CABLE DE GUARDA O MENSAJERO	7,08	2036	\$ 14.405,02
CABLE AEREO COMPACTO 3/0 AAC 7 HILOS 15KV	7,20	4230	\$ 30.449,45
MANO DE OBRA 1. POSTES Y TENSORES			
ARMADA DE ESTRUCTURA PASANTE ANTITRACKING	162,72	22	\$ 3.579,82
ARMADA DE ESTRUCTURA ANGULAR ANTITRACKING	226,34	10	\$ 2.263,44
ARMADA DE ESTRUCTURA RETENCION SIMPLE (TERMINAL)	273,86	29	\$ 7.941,82
MANO DE OBRA 2. CONDUCTORES Y ACCESORIOS			
INSTALACION CABLE DE GUARDA O MENSAJERO	2,53	2036	\$ 5.144,69
INSTALACION CABLE AEREO COMPACTO 3/0	2,56	4230	\$ 10.840,48
INSTALACION ESPACIADOR TRIANGULAR 15 KV	6,21	578	\$ 3.592,26
<i>PRESUPUESTO RED ANTITRACKING</i>			\$ 160.405,34
<i>PRESUPUESTO RESTO DE ESTRUCTURAS SICPOE SIN IVA</i>			\$ 37.218,95
TOTAL			\$ 197.624,29

Fuente: Autor

3.2 Análisis beneficio/costo de los dos nuevos alimentadores

Para este análisis se procede a realizar la distribución y flujo de carga de los dos alimentadores con los datos de la proyección de la demanda de las TABLAS 2.12 y 2.13, para obtener el reporte sumario de las pérdidas en las líneas (conductores aéreos), pérdidas en el cable, pérdidas en los transformadores, y pérdidas de energía totales y en las líneas expresados en (MW-h/año).

Se detallan los valores de las pérdidas de acuerdo a la potencia, así tenemos las pérdidas en potencia activa (kW), potencia reactiva (kVAR) y potencia aparente (kVA); y también el valor del factor de potencia; los resultados de las pérdidas se muestran en las TABLAS 3.3 y 3.4.

TABLA 3. 3: Resultados de pérdidas en el sistema del alimentador Cananvalle 1 calculados en Cymdist.

Alimentador Cananvalle 1								
Año	Demanda Máxima	Pérdidas de Potencia				Pérdidas en el sistema		
		Kw totales	kW	kVAR	kVA	FP(%)	Totales	Totales
2018	242,62	15,55	7,59	17,30	89,86	15,55	136,20	3,48
2019	252,61	16,12	8,02	18,00	89,53	16,12	141,18	3,78
2020	264,08	16,33	8,80	18,55	88,04	16,33	143,07	4,14
2021	275,56	16,56	9,61	19,15	86,49	16,56	145,06	4,51
2022	287,04	16,80	10,46	19,79	84,88	16,80	147,14	4,90
2023	298,51	17,04	11,35	20,48	83,24	17,04	149,31	5,30
2024	310,43	17,31	12,31	21,24	81,50	17,31	151,65	5,74
2025	321,93	17,58	13,27	22,03	79,81	17,58	154,00	6,18
2026	333,43	17,86	14,27	22,86	78,12	17,86	156,45	6,63
2027	344,93	18,15	15,31	23,75	76,43	18,15	158,99	7,10
2028	356,42	18,45	16,39	24,68	74,76	18,45	161,62	7,59
2029	367,92	18,76	17,51	25,66	73,11	18,76	164,34	8,09
2030	379,42	19,08	18,66	26,69	71,50	19,08	167,15	8,61
2031	390,92	19,41	19,85	27,76	69,92	19,41	170,06	9,14
2032	402,42	19,76	21,08	28,89	68,39	19,76	173,06	9,69
2033	413,91	20,11	22,34	30,06	66,90	20,11	176,15	10,26

Fuente. Autor

TABLA 3. 4: Resultados de pérdidas en el sistema del alimentador Cananvalle 2 calculados en Cymdist.

Alimentador Cananvalle 2								
Año	Demanda Máxima	Pérdidas de Potencia				Pérdidas en el sistema		
		kW totales	kW	kVAR	kVA	FP(%)	kW	MW-h/año
	Totales						Totales	En las líneas
2018	689,98	25,98	76,62	80,91	32,11	25,98	227,60	32,02
2019	759,98	30,18	91,21	96,07	31,41	30,18	264,34	38,24
2020	804,98	33,30	102,48	107,76	30,90	33,30	291,72	42,90
2021	849,98	36,61	114,42	120,14	30,48	36,61	320,72	47,83
2022	894,98	40,11	127,03	133,22	30,11	40,11	351,35	53,02
2023	939,98	43,79	140,32	146,99	29,79	43,79	383,62	58,48
2024	984,98	47,66	154,28	161,48	29,52	47,66	417,52	64,20
2025	1029,98	51,72	168,93	176,67	29,28	51,72	453,06	70,19
2026	1074,97	55,97	184,26	192,57	29,06	55,97	490,28	76,44
2027	1119,97	60,40	200,28	209,19	28,88	60,40	529,14	82,96
2028	1164,97	65,03	216,98	226,51	28,71	65,03	569,66	89,75
2029	1209,97	69,85	234,37	244,56	28,56	69,85	611,86	96,80
2030	1254,97	74,86	252,46	263,33	28,43	74,86	655,73	104,12
2031	1299,97	80,06	271,25	282,82	28,31	80,06	701,29	111,70
2032	1344,97	85,47	290,82	303,11	28,20	85,47	748,70	119,53
2033	1389,97	91,06	311,03	324,09	28,10	91,06	797,69	127,64

Fuente: Autor

Con la ayuda del documento de Beneficio/Costo que brinda el departamento de Planificación Estudios Eléctricos de la empresa eléctrica Emelnorte, se realiza el análisis económico para conocer si el estudio es viable.

Cabe recalcar que, para el análisis económico se toma en cuenta los resultados de pérdidas en el sistema de los alimentadores Z3 y Z4 de la subestación La Esperanza, ya que con esos datos se calcula la reducción de pérdidas de energía. A demás, de los 15 años de la proyección de los dos alimentadores Cananvalle 1 y 2, se realizó una proyección a 30 años para el mismo análisis, los resultados de pérdidas en el sistema de los alimentadores Z3 y Z4 se los visualiza en las TABLAS 3.5 y 3.6.

TABLA 3. 5: Resultados de pérdidas en el sistema del alimentador Z3 subestación La Esperanza calculados en Cymdist

Alimentador Z3 Subestación La Esperanza								
Año	Demanda Máxima	Pérdidas de Potencia				Pérdidas en el sistema		
		kW	kVAR	kVA	FP (%)	kW	MW-h/año	
	kW totales	kW	kVAR	kVA	FP (%)	Totales	Totales	En las líneas
2018	2164,64	131,76	276,50	306,29	43,02	131,76	1154,22	524,40
2019	2401,96	154,98	335,56	369,62	41,93	154,98	1357,60	634,55
2020	2579,19	175,13	387,79	425,50	41,16	175,13	1534,11	732,26
2021	2756,41	196,78	443,95	485,60	40,52	196,78	1723,83	837,09
2022	2933,64	219,95	504,03	549,94	40,00	219,95	1926,77	949,06
2023	3110,81	244,66	568,17	618,61	39,55	244,66	2143,23	1068,29
2024	3288,12	270,87	636,22	691,49	39,17	270,87	2372,83	1194,55
2025	3465,35	298,68	708,53	768,91	38,85	298,68	2616,47	1328,20
2026	3642,67	328,05	784,93	850,72	38,56	328,05	2873,75	1469,10
2027	3820,03	359,05	865,63	937,14	38,31	359,05	3145,25	1617,45
2028	3996,90	382,63	917,63	994,21	38,49	382,63	3351,82	1757,47
2029	4173,64	405,49	960,54	1042,62	38,89	405,49	3552,10	1915,07
2030	4349,88	436,15	1039,55	1127,34	38,69	436,15	3820,67	2063,80
2031	4527,95	470,74	1126,71	1221,09	38,55	470,74	4123,67	2237,48
2032	4707,10	500,23	1201,05	1301,06	38,45	500,23	4381,99	2388,06
2033	4881,92	536,23	1291,73	1398,61	38,34	536,23	4697,38	2569,10

Fuente: Autor

TABLA 3. 6: Resultados de pérdidas en el sistema del alimentador Z4 subestación La Esperanza calculados en Cymdist

Alimentador Z4 Subestación La Esperanza								
Año	Demanda Máxima	Pérdidas de Potencia				Pérdidas en el sistema		
		kW	kVAR	kVA	FP (%)	kW	MW-h/año	
	kW totales	kW	kVAR	kVA	FP (%)	Totales	Totales	En las líneas
2018	1874,13	146,72	212,09	257,89	56,89	146,72	1285,23	883,62
2019	1938,40	154,34	225,26	273,06	56,52	154,34	1352,00	939,91
2020	2014,95	159,48	236,99	285,66	55,83	159,48	1397,04	967,89
2021	2093,06	168,91	255,43	306,23	55,16	168,91	1479,65	1037,41
2022	2175,94	179,51	275,06	328,45	54,65	179,51	1572,49	1115,34
2023	2252,72	187,87	291,58	346,86	54,16	187,87	1645,72	1172,28
2024	2326,25	196,95	309,50	366,85	53,69	196,95	1725,24	1235,22
2025	2406,09	207,94	330,37	390,37	53,27	207,94	1821,54	1314,77
2026	2485,44	219,05	351,67	414,31	52,87	219,05	1918,90	1394,24
2027	2560,09	229,73	372,20	437,39	52,52	229,73	2012,47	1470,14
2028	2647,68	243,10	397,62	466,05	52,16	243,10	2129,60	1566,74
2029	2715,16	253,52	417,40	488,36	51,91	253,52	2220,83	1641,74
2030	2795,03	262,90	431,68	505,44	52,01	262,90	2303,04	1717,28
2031	2870,74	275,21	454,96	531,72	51,76	275,21	2410,84	1806,20
2032	2952,27	287,65	474,74	555,09	51,82	287,65	2519,83	1907,89
2033	3030,83	300,84	499,22	582,85	51,61	300,84	2635,33	2004,39

Fuente: Autor

3.3 Cálculo de pérdidas de energía.

Para el cálculo de reducción de pérdidas de energía se utiliza las siguientes ecuaciones.

$$fc = \frac{E}{T \times \hat{D}} \quad \text{Ecuación (18)}$$

Despejando E de la Ecuación (18) se obtiene lo siguiente.

$$E = fc \times T \times \hat{D} \text{ (kWh)} \quad \text{Ecuación (19)}$$

Donde:

E: Energía

fc: Factor de carga =0.52

T: Periodo = 8760

\hat{D} : Pérdidas de demanda máxima (kW)

Utilizando la Ecuación (19) Energía podemos visualizar en la TABLA 3.7 valores de pérdidas de energía de los alimentadores Cananvalle 1 y 2, utilizados para el análisis económico beneficio/costo.

TABLA 3. 7: Resultados de pérdidas de energía alimentadores Cananvalle 1 y 2

Alimentador Cananvalle 1		Alimentador Cananvalle 2		Alimentadores Cananvalle 1 y 2	
kW Totales	Pérdidas de energía	kW Totales	Pérdidas de energía	kW Totales	Pérdidas de energía
16,12	73429,824	30,18	137475,936	46,30	210905,76
16,33	74386,416	33,30	151688,16	49,63	226074,576
16,56	75434,112	36,61	166765,872	53,17	242199,984
16,80	76527,36	40,11	182709,072	56,91	259236,432
17,04	77620,608	43,79	199472,208	60,83	277092,816
17,31	78850,512	47,66	217100,832	64,97	295951,344
17,58	80080,416	51,72	235594,944	69,30	315675,36
17,86	81355,872	55,97	254954,544	73,83	336310,416
18,15	82676,88	60,40	275134,08	78,55	357810,96
18,45	84043,44	65,03	296224,656	83,48	380268,096
18,76	85455,552	69,85	318180,72	88,61	403636,272
19,08	86913,216	74,86	341002,272	93,94	427915,488
19,41	88416,432	80,06	364689,312	99,47	453105,744
19,76	90010,752	85,47	389332,944	105,23	479343,696
20,11	91605,072	91,06	414796,512	111,17	506401,584

Fuente: Autor

La reducción de pérdidas de energía para el alimentador Cananvalle 1 es 10% y para el alimentador Cananvalle 2 es el 19%.

A continuación, en la TABLA 3.8, se detalla un resumen de los presupuestos beneficio/costo demostrando que el análisis técnico-económico de los dos nuevos alimentadores es rentable.

TABLA 3. 8: Resumen del presupuesto beneficio/costo de los dos nuevos alimentadores.

ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO	ANTES	DESPUÉS
VAN	1.754.911	1.818.386
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	44,91%	46,30%
RELACION BENEFICIO/COSTO [B/C]	1,58	1,61
RETORNO ECONÓMICO	4.785.005	4.785.005

Fuente: Autor

En el (Anexo G), se muestra los documentos de beneficio/costo del análisis económico detallando cada valor de los presupuestos con multas y con una reducción de multas notoria.

3.4 Análisis de mejoras de los índices de calidad de servicio TTIK y FMIK con el uso de red aérea compacta.

La empresa eléctrica Emelnorte dispone de un listado de índice de calidad de servicio que ocurre en los alimentadores de cada subestación, el cual se lo obtiene anualmente, alguno de estos índices se ocasiona por fallas climáticas, mantenimiento, descargas atmosféricas, en otros.

El siguiente análisis se lo realiza tomando los datos de índices de calidad de servicio eléctrico TTIK y FMIK de los alimentadores Z3 y Z4 de la subestación La Esperanza para dar a conocer que tan favorable es la utilización de redes aéreas compactas en los alimentadores, en la siguiente TABLA 3.9, se presenta un resumen de los índices de calidad de los dos alimentadores.

TABLA 3. 9: Índices de calidad de servicio TTIK y FMIK de los alimentadores Z3 y Z4 de la subestación La Esperanza.

SUBESTACIÓN	ALIMENTADOR	ÍNDICES DE CALIDAD DE SERVICIO	
		FMIK	TTIK
LA ESPERANZA	Z3	11,356326	15,497429
	Z4	13,902130	19,240347

Fuente: Autor

El uso de la red aérea compacta tiene diversas ventajas tales como:

- Mejoramiento de la confiabilidad del suministro de energía.
- Reducción del impacto ambiental.
- Reducción de costo de operación y mantenimiento.
- Reducción de fallas por: Choque de ramas en las líneas, tope de líneas de media y baja tensión, descargas atmosféricas, entre otros.
- Amortiguamiento a vibraciones.
- Mejoramiento de la regulación de voltaje.

Una vez conocido las ventajas de usar la red aérea compacta se procede a delimitar las fallas de los índices de calidad de servicio TTIK y FMIK de los alimentadores Z3 y Z4 se los visualiza en el (Anexo H). Además, en la TABLA 3.10, se puede apreciar un cambio notorio de los índices de calidad mediante el uso de esta red.

TABLA 3. 10: Comparación de los índices de calidad de servicio eléctrico con y sin red aérea compacta.

SUBESTACIÓN	ALIMENTADOR	INDICES DE CALIDAD DE SERVICIO ELÉCTRICO			
		SIN RED COMPACTA		CON RED COMPACTA	
		FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
LA ESPERANZA	Z3	11,356326	15,497429	4,997648	9,382865
	Z4	13,90213	19,240347	9,90213	17,283407

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

- El catálogo de la compañía Hendrix permitió conocer los datos eléctricos y mecánicos del conductor y de las estructuras en medio voltaje de la red aérea compacta, analizando las técnicas y métodos de construcción con este tipo de redes.
- Analizando las condiciones de operación eléctricas y mecánicas del conductor y estructuras de la red aérea compacta, se realizó una modelación en el programa Cymdist creando conductores y estructuras de soporte para este tipo de redes de media tensión de los dos alimentadores para la subestación Cananvalle.
- El uso de la red aérea compacta mejora la confiabilidad y calidad de servicio eléctrico a los usuarios, obteniendo una reducción importante de los índices de calidad de servicio eléctrico TTIK Y FMIK.
- El TIR y el VAN reflejan los beneficios de los dos alimentadores dando a conocer que está dentro de lo establecido, recuperando el dinero en un tiempo de ocho años para el alimentador Cananvalle 1, y un año para el alimentador Cananvalle 2 demostrando que el diseño de los dos nuevos alimentadores es viable.

RECOMENDACIONES

- Para la creación de nuevos elementos de la red aérea compacta en el programa Cymdist se debe tener muy en cuenta los datos técnicos y mecánicos de los catálogos de este tipo de redes para modelar de forma adecuada y no tener inconvenientes en el momento de obtener resultados mediante este programa computacional.
- Se recomienda guardar y actualizar la base de datos del programa Cymdist, cada vez que se ejecute algunos cambios del diseño de los dos nuevos alimentadores para evitar pérdidas de información.
- Se recomienda equilibrar las cargas de los dos nuevos alimentadores para que todas las fases que la alimentan tengan una misma proporción de carga, y no dispare el relé de protección (neutro).
- Debido a que los nuevos alimentadores no tienen mucha carga aguas abajo, se recomienda que las nuevas cargas de los dos alimentadores Z3 y Z4 de la subestación La Esperanza, sean distribuidos adecuadamente para reducir pérdidas de energía y balancear el sistema eléctrico.
- Se recomienda que Emelnorte implemente como política o procedimiento el uso de las redes aéreas compactas en las redes de media tensión en zonas protegidas o de alta vegetación, debido al gran beneficio técnico y económico.

REFERENCIAS

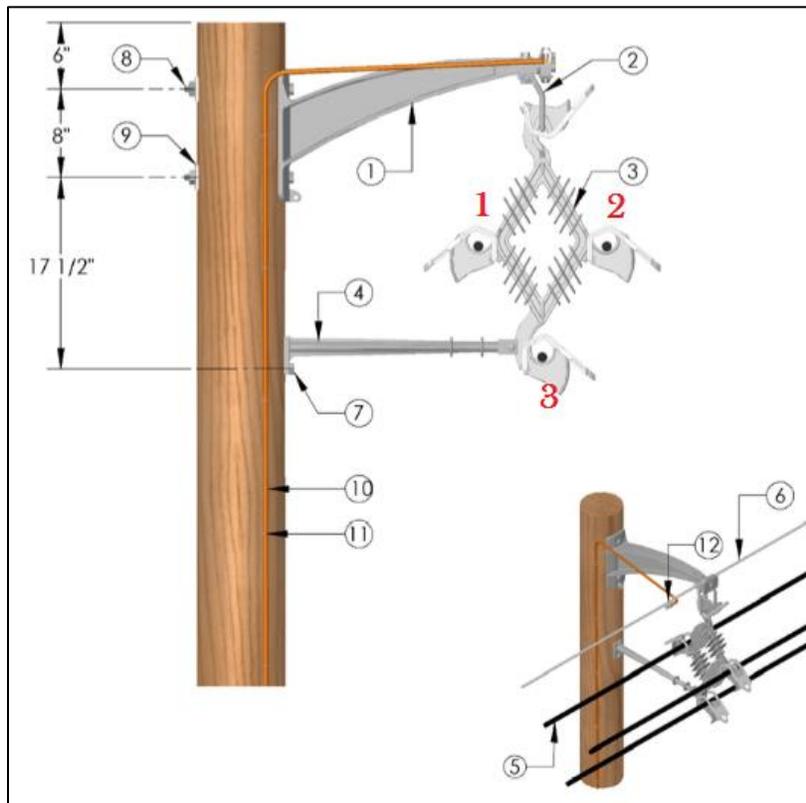
- ARCONEL. (02 de Julio de 2018). *Regulación No. ARCONEL 005/18: Calidad del servicio eléctrico de distribución y comercialización de energía eléctrica*. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/Regulacion-de-Calidad-Suscrita.pdf>
- Cedillo, C., Esqueda, V., & García, J. (2016). *Sistema de red aérea compacta con cable cubierto (SRACC), en la distribución de energía eléctrica*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional (Escuela Superiores de Ingeniería Mecánica y Eléctrica).
- CENTElsa. (11 de Marzo de 2019). *Cables de energía y telecomunicaciones S.A.* Obtenido de <http://www.centelsa.com.co/archivos/3d6c0e37.pdf>
- Conдумex. (2011). *Catálogo de soluciones de grupo concumex para la industria minera*. México: Servicios Conдумex, S.A. de C.V.
- ELFEC. (2019). *Norma de red de distribución compacta*. elfec. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/376410008/Normativa-Red-Compacta>
- ENEL CODENSA. (10 de Julio de 2019). *Likinormas*. Obtenido de http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_urbanas_distribucion/red_compacta/la450_generalidades_red_compacta
- Enersis. (2007). *Especificación técnica cables protegidos para redes aéreas compactas en MT(E-MT-010)*. Chile: Endesa. Obtenido de https://www.eneldistribucioa.com.br/rj/documentos/E-MT-010_R-04.pdf
- ESRI. (20 de 02 de 2018). *Esri Oficial Distributor*. Obtenido de Plataforma ArcGIS: <http://www.sigsa.info/productos/esri/plataforma-arcgis>
- González, J. (2013). *Tipos de Subestaciones eléctricas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- GUIMUN. (08 de Septiembre de 2010). *Celcip, Construcciones Eléctricas y Civiles Pontón*. Obtenido de <https://www.guimun.com/pagina/negociosec/3006/celcip-construcciones-electricas-y-civiles-ponton-/blog>
- Gönen, T. (2014). *Electric Power Distribution Engineering*. London New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Hendrix. (2018). *Sistema Aereo de cable con espaciadores conductor mensajero*. Estados Unidos.
- Hendrix, Sistema de cable aereo con espaciadores. (2019). *Conductores recubiertos Sistema aéreo de cable con espaciadores*. Estados Unidos: Hendrix Wire & Cable, Inc.
- Jiménez, R., Serebrisky, T., & Mercado, J. (2014). *Dimensionando las pérdidas de electricidad en los sistemas de transmisión y distribución en América Latina y el Caribe*. New York: Banco Interamericano de Desarrollo.

- Landing, C. (2018). Sistemas de cables con espaciadores para cooperativas eléctricas rurales. *Hendrix Senior, IEEE*.
- Lepe Díaz, L. (2015). *Diseño de investigación de la factibilidad técnica y económica para la introducción de una red eléctrica de distribución compacta en el parque ecológico ciudad Nueva, ubicado en la zona 2 de la ciudad de Guatemala*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- Ptolomeo. (2008). *Sistemas de Distribución*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/784/A4%20SISTEMAS%20DE%20DISTRIBUCION.pdf?sequence=4>
- Ramírez, A. (2013). *Metodos utilizados para el pronostico de demanda de energia electrica en sistemas de distribución*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Ramirez, S. (2009). *Redes de Distribución de Energía*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Sabonnadière, J.-C. (2011). *Electrical Distribution Networks*. Great Britain and the United States: British Library Cataloguing-in-Publication Data.
- Short, T. (2014). *Power Distribution Handbook*. London New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Viakon. (2011). *Manual Eléctrico*. México: Derechos reservados.
- Willis, L. (2011). *Power Distribution Planning Reference Book*. NEW YORK.BASEL: Marcel Dekker, Inc. All Rights Reserved.

ANEXOS

Anexo A: Estructuras aéreas compactas

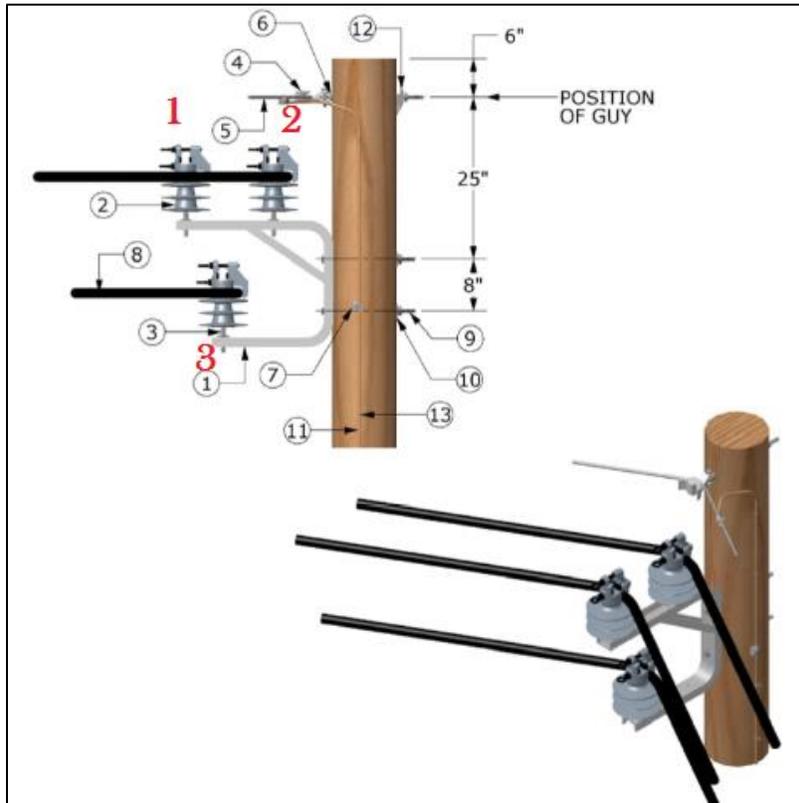
Anexo A.1: Estructura aérea compacta pasante.



ESTRUCTURAS PASANTE ANTITRACKING (AC - 1244 - 03)

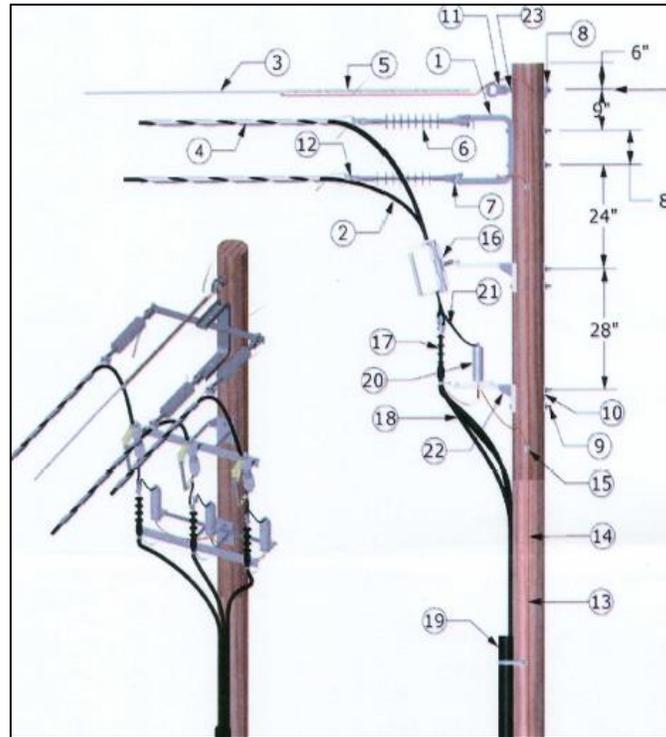
ITEM	CODIGO	MATERIALES
1	RTL-15	ESPACIADOR DE POLIETILENO PARA 15 A 46 Kv
2	BM-24	MENSULA DE ALINEACION 24 PLG
3	BAS-14F	MENSULA ANTI VAIVEN 24 PLG
4	TS-1	ESTRIBO PARA MENSULA DE ALINEACION
5	CINTA 1 1/4"	CINTA DE SUJECION A POSTE 1 1/4" CAP:10000LB
6	BAB-58	PERNOS PARA AJUSTE DE CINTAS DE SUJECION 5/8"

Anexo A.2: Estructura aérea compacta angular.



ESTRUCTURAS ANGULARES 10 A 60° (AC -1241 - 03)	
CODIGO	MATERIALES
BA3-15	MENSULA DE DESVIO ANGULAR
CMA-1	GRAPA DE DESVIO DE CABLE MENSAJERO
HPI-15VTP	AISLADOR DE POLIETILENO TIPO PIN VISE TOP 55-3
SC	GRILLETE CON PASADOR
SSP-2	PERNO RIJIDO PARA AISLADOR TIPO PIN
BGA-S20	SOPORTE PARA GRAPA DE DESVIO DE MENSAJERO
BAB-58	PERNOS PARA AJUSTE DE CINTAS DE SUJECION 5/8"
CINTA 1 1/4"	CINTA DE SUJECION A POSTE 1 1/4" CAP:10000LB
PRF-TEN	PREFORMADO PARA CABLE TENSOR
GCP-T	Guardacabo para cable de acero de 9,51 mm (3/8") de diám.
CABLE-TEN	CABLE TENSOR 3/8 "
VARILLA-TEN	VARILLA DE ANCLAJE PARA TENSOR
BLOQUE-TEN	BLOQUE DE ANCLAJE
ABR-001	Abrazadera de pletina para postes 12 metros conico

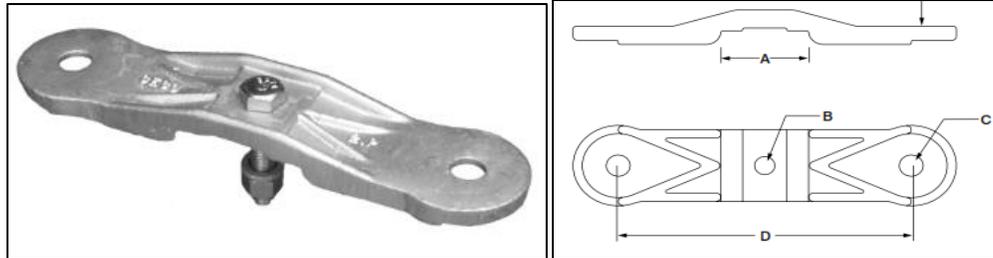
Anexo A.3: Estructura aérea compacta terminal.



ESTRUCTURA TERMINAL (AC - 1253 - 03)	
CODIGO	MATERIALES
BD-35	MENSULA PARA RETENCION TERMINAL
CG-0117	GRAPA PREFORMADA PARA CONDUCTOR
DEINS-15	AISLADOR DE RETENCION DE POLIETILENO
SC	GRILLETE CON PASADOR
TC	GUARDACABO PARA CABLE DE ACERO
BGA-S20	SOPORTE PARA GRAPA DE RETENCION
CINTA 1 1/4"	CINTA DE SUJECION A POSTE 1 1/4" CAP:10000LB
BAB-58	PERNOS PARA AJUSTE DE CINTAS DE SUJECION 5/8"
PRRY	PARARRAYOS PARA MONTAJE EN CRUZETA
PRF-TEN	PREFORMADO PARA CABLE TENSOR
CABLE-TEN	CABLE TENSOR 1/2 "
VARILLA-TEN	VARILLA DE ANCLAJE PARA TENSOR
BLOQUE-TEN	BLOQUE DE ANCLAJE
MG-4128	GRAPA PREFORMADA PARA MENSAJERO
HDTTC	GUARDACABO PARA SERVICIO PESADO
ABR-001	Abrazadera de pletina para postes 12 metros conico

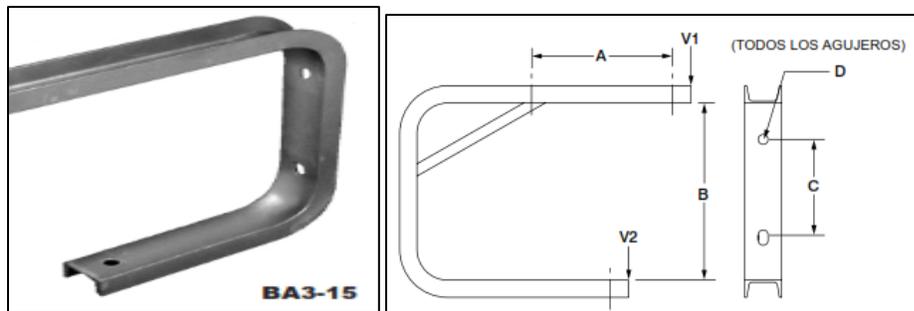
Anexo B: Accesorios de las estructuras aéreas compactas.

Anexo B.1: Placa para doble aislador 2IP.



Nro Catálogo	Dimensiones mm (pulgadas)				Carga de Rotura V1 (Vertical) Kg(libras)	Peso Kg(libras)	Material
	A	B	C	D			
2IP	79,4 (3 1/8)	17,46 (11/16)	20,64 (13/16)	245 (10)	794,5 (1.750)	1,77 (3,9)	Fundición maleable

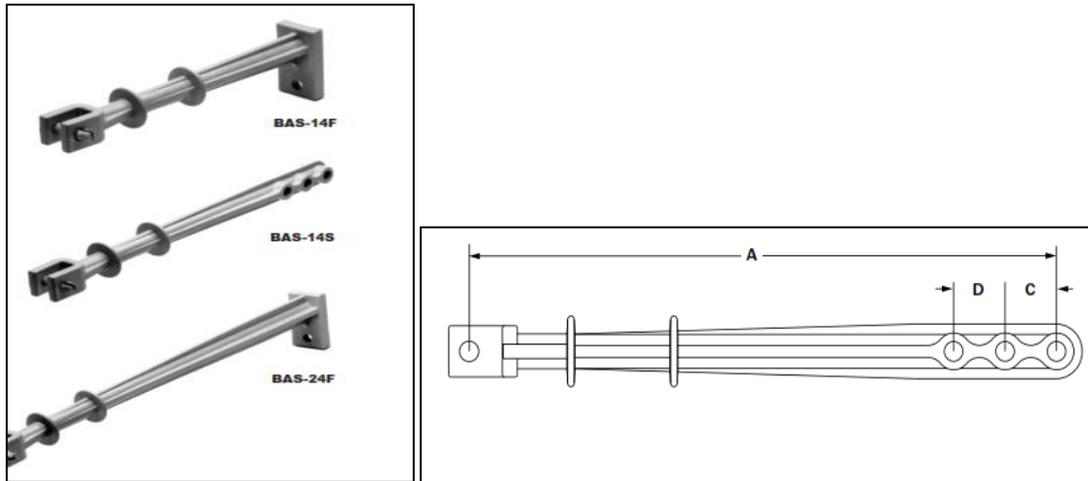
Anexo B.2: Ménsula de desvío para 15KV.



Nro Catálogo	Tensión del sistema	Angulo de la línea	Sección del conductor mm ² (kcmil y AWG)	Aisladores	Longitud mínima del perno mm(pulgadas)	Placa para aislador doble 2IP
BA3 - 15	5 - 15KV	7° - 60° 61° - 90°	Todos	HPI-15, HPI-15VT	152 (6)	NO REQUERIDA
			Todos	HPI-15, HPI-15VT	152 (6)	REQUERIDA

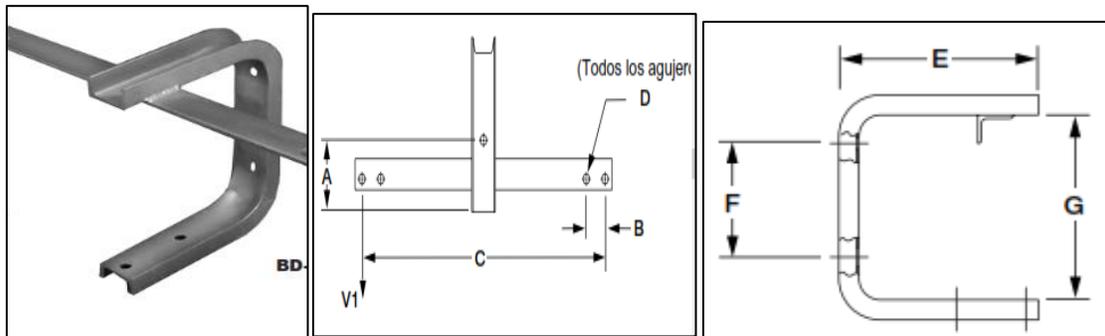
Nro Catálogo	TENSION DEL SISTEMA	Dimensiones mm (pulgadas)				Límite Mínimo de carga elástica kilos (libras)		Peso Kg(libras)	Material
		A	B	C	D	V1	V2		
BA3 - 15	Debajo de 15 KV	292 (11,5)	368 (14,5)	203 (8)	20,6 (0,81)	V1	V2	8 (18)	Perfiles de acero ASTMA36
						431 (950)	545 (120)		

Anexo B.3: Ménsulas Anti-vaiven.



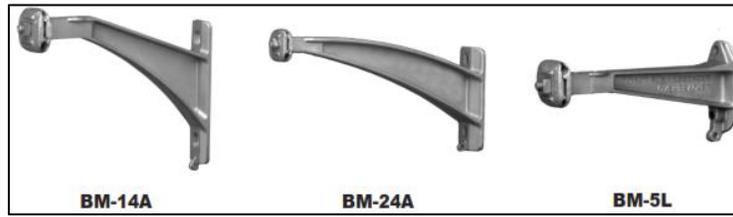
Nro Catálogo	Dimensiones mm (pulgadas)				Peso Kg(libras)	Material
	A	B	C	D		
BAS - 14F	315 (12,5)	19 (0,75)	-	-	0,26 (0,57)	Polietileno Gris de alta densidad
BAS - 14S	438 (17,3)	19 (0,75)	38 (1,5)	38 (1,5)	0,26 (0,57)	Polietileno Gris de alta densidad
BAS - 24F	572 (22,5)	19 (0,75)	-	-	0,44 (0,97)	Polietileno Gris de alta densidad

Anexo B.4: Ménsula de retención terminal.

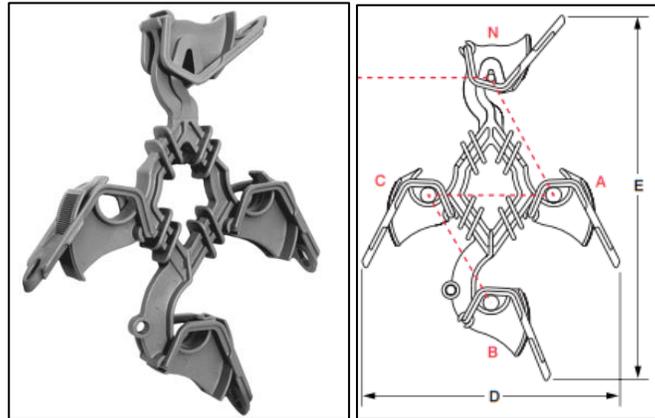


Nro Catálogo	DIMENSIONES mm (pulgadas)							Limite de carga elasticas V1 kilos (libras)	Esfuerzo máxima del mensajero Kilos (libras)	Peso kilos (libras)	Material
	A	B	C	D	E	F	G				
BD	146 (5,75)	60,5 (2,38)	781 (30,75)	20,6 (13/16)	356 (14)	203 (8)	337 (13,25)	454 (1000)	3632 (8000)	10,62 (23,40)	Perfiles de acero ASTM A36

Anexo B.5: Ménsulas de alineación.



Anexo B.6: Espaciador RTL-15.



Nro de Catálogo	Dimensiones		Espaciado del conductor			Distancia de fuga mínima	ϕ admisible del mensajero	ϕ admisible del conductor	Tension max del sistema KV	Corriente de cortocircuito (kA)	Peso en kilos (libras)
	D	E	AN	AC	BC						
RTL - 15	419 (16,5)	597 (23,5)	216 (8,5)	203 (8)	203 (8)	273 (10,75)	9,56 (0,375)	11,12 (0,44)	15	13,5	1,135 (2,5)
							19 (0,75)	47,6 (1,88)			

Anexo C: Horas y fechas de las demandas coincidentes.

Anexo C. 1: Tabla de las demandas del año 2016, 2017 y 2018 del alimentador Z3 de la subestación La Esperanza.

ALIMENTADOR Z3 - 2016										
MESES	Demanda Máxima	Voltaje pu			Corrientes			Factor de potencia		
		Va(Pu)	Vb(pu)	Vc(pu)	Ia	Ib	Ic	Fp (a)	Fp(b)	Fp(c)
2016-ene-07 19:30:00,000	1801,71997	0,94543889	0,9393635	0,94963597	73,0609665	82,8085632	84,4399872	99,6066513	99,6230087	99,5650558
2016-feb-23 19:30:00,000	1747,21594	0,94901779	0,94732223	0,95403921	71,3157501	79,614502	81,0210342	99,4703522	99,4678726	99,5559082
2016-mar-28 19:15:00,000	1658,6908	0,96229835	0,95668254	0,96796344	64,3187332	77,1155014	76,2332764	99,1805191	99,4116821	99,5462494
2016-abr-28 19:30:00,000	1694,15015	0,95334608	0,94967807	0,95680743	60,6441879	69,052803	96,6403885	96,6121521	97,0540466	96,7005463
2016-may-16 19:45:00,000	1810,18921	0,97483222	0,97023796	0,97840371	71,4317703	77,6570282	85,3687668	99,4447784	99,3920593	99,4472427
2016-jun-20 19:30:00,000	1438,04138	0,96514888	0,9642613	0,97565301	56,7666397	65,2065582	67,5288315	97,7703094	97,8566437	99,2563248
2016-jul-08 19:45:00,000	1548,00757	0,96781483	0,9685451	0,98058029	60,0771255	69,0099792	72,2833405	99,1521225	98,9222946	99,4959641
2016-ago-10 20:00:00,000	1675,34424	0,95599676	0,95575095	0,96529352	66,2730637	77,993515	76,1462936	99,2955704	99,4650269	99,6141052
2016-sep-20 19:15:00,000	1741,31372	0,97388709	0,97336403	0,98409613	66,0784607	77,3415451	81,4976196	99,4129181	99,4504089	99,3884277
2016-oct-05 19:00:00,000	1108,47815	0,9972863	0,99923442	0,99998834	41,8654633	48,2162285	50,2943001	98,7208176	99,3774643	99,4736023
2016-nov-23 19:15:00,000	1341,15405	0,99969571	1,00159087	1,0047216	52,0004501	56,9340096	59,9622803	99,6179428	99,4396667	99,3244247
2016-dic-12 19:30:00,000	1229,87817	1,01337732	1,01627056	1,01875032	47,3471413	51,3487625	54,3728943	99,3672409	99,3848572	98,9720688

ALIMENTADOR Z3 - 2017										
MESES	Demanda Máxima	Voltaje pu			Corrientes			Factor de potencia		
		Va(Pu)	Vb(pu)	Vc(pu)	Ia	Ib	Ic	Fp (a)	Fp(b)	Fp(c)
2017-ene-20 19:15:00,000	1069,36353	1,014619	1,01822597	1,02044693	39,5080681	46,1118355	47,8490791	98,1553955	99,0667801	99,0354538
2017-feb-10 19:45:00,000	1286,9397	1,00989568	1,01165081	1,01597272	48,9496231	53,6855354	57,8864098	99,4721451	99,3842621	99,25914
2017-mar-14 19:15:00,000	1089,31909	1,00323845	1,00424008	1,00790258	40,9736061	47,3201408	48,9782906	98,4987335	99,3778152	99,2744064
2017-abr-19 19:15:00,000	1291,98291	1,00866925	1,00958564	1,01017844	51,1928902	53,8817253	56,590889	99,3910294	99,4143448	99,2813721
2017-may-02 19:15:00,000	1700,3324	0,96807418	0,96764697	0,97491055	65,2134018	77,4443512	78,8981552	99,3905664	99,3428345	99,0881958
2017-jun-26 19:15:00,000	1504,32703	0,96806744	0,97067265	0,97811794	57,9283524	69,4169922	68,6778564	98,7471695	99,0153198	99,3163834
2017-jul-27 19:45:00,000	1659,92493	0,99792807	0,9997318	1,00697479	61,4336967	73,6991959	74,5097198	99,1015778	99,2599716	99,2263107
2017-ago-16 19:30:00,000	1712,53613	0,95816826	0,95701678	0,9646143	67,5802994	77,9417572	79,7443237	99,2670746	99,302269	99,570549
2017-sep-27 19:15:00,000	2167,66553	0,93698719	0,94128011	0,94501216	85,6640625	99,9834747	105,057304	99,6462784	99,5378189	99,1192474
2017-oct-03 19:15:00,000	2117,18604	0,95619422	0,95627781	0,96146978	81,7128448	98,3008499	99,4662476	99,4567871	99,4221954	98,8785172
2017-nov-28 19:15:00,000	2108,58008	0,96959999	0,96895613	0,97373161	82,4209976	94,3907776	97,3479614	99,5683746	99,3559647	99,3850632
2017-dic-20 19:15:00,000	2007,38879	0,96054641	0,96067296	0,96596526	80,8703918	94,4542694	87,7580948	99,5665359	99,4881821	99,480545

ALIMENTADOR Z3 - 2018										
MESES	Demanda Máxima	Voltaje pu			Corrientes			Factor de potencia		
		Va(Pu)	Vb(pu)	Vc(pu)	Ia	Ib	Ic	Fp (a)	Fp(b)	Fp(c)
2018-ene-29 19:45:00,000	2164,64868	0,94225883	0,94111642	0,9504896	87,7660446	104,712845	96,5230637	99,5952835	99,5809402	99,3953018
2018-feb-07 19:30:00,000	1953,31702	0,95306686	0,95054776	0,95846095	79,0232925	93,4156952	85,560463	99,5632095	99,6190262	99,649971
2018-mar-01 19:30:00,000	1830,0144	0,99750968	0,99465903	1,00144244	68,8969116	86,4763184	76,280899	99,275856	99,3913193	99,4466782
2018-abr-04 20:15:00,000	1595,66052	0,9806743	0,97949451	0,98639388	64,5246277	73,4110413	67,8888016	99,0430145	98,951149	99,2296143
2018-may-22 19:15:00,000	1656,23181	0,9576626	0,95972808	0,96247026	66,9070129	78,4807739	73,3422318	98,7792969	98,8440475	99,3536453
2018-jun-18 19:30:00,000	1637,6731	0,96203029	0,96139177	0,96664729	64,7845383	78,3669128	72,5324707	98,6377029	98,8276978	99,2851944
2018-jul-20 19:45:00,000	1986,35925	0,97110275	0,97605461	0,98076059	78,1055603	91,8069534	87,0127945	99,5617218	99,2992554	99,3839722
2018-ago-13 19:15:00,000	915,881531	0,9482768	0,95050492	0,95389378	40,4808426	50,0133057	36,2758789	94,2567749	97,1351624	94,1953506
2018-sep-26 19:15:00,000	922,51593	0,95351945	1,00172362	0,98397559	46,6516342	48,8198891	37,6439972	88,4840698	91,6302643	85,3501434
2018-oct-23 19:00:00,000	1035,79004	0,9224786	0,99481003	0,97107401	47,3202972	54,7566643	40,8614655	94,4466934	96,5006638	91,253212
2018-nov-13 19:15:00,000	968,577698	0,97722704	0,99469531	0,99762747	46,7106323	49,4045563	34,8576965	92,9331894	95,8157501	92,1919098
2018-dic-27 20:15:00,000	906,738708	0,95563671	1,03630856	1,0087149	43,0030098	44,2915649	33,7147484	93,7327423	96,5898438	91,0106812

Anexo C.2: Tabla de las demandas del año 2016, 2017 y 2018 del alimentador Z4 de la subestación La Esperanza.

ALIMENTADOR Z4 - 2016										
MESES	Demanda Máxima	Voltaje pu			Corrientes			Factor de potencia		
		Va(Pu)	Vb(pu)	Vc(pu)	Ia	Ib	Ic	Fp (a)	Fp(b)	Fp(c)
2016-ene-07 19:30:00,000	1668,34802	0,94517677	0,93949612	0,94972557	61,807766	71,1920242	96,437149	96,2170715	97,3133926	96,1895599
2016-feb-23 19:30:00,000	1716,79431	0,9503071	0,94858095	0,95537503	65,6564941	70,0057068	99,0638809	95,9151917	96,8684845	96,4725952
2016-mar-28 19:15:00,000	1701,62646	0,96215237	0,95654563	0,96822623	61,3560104	71,5473328	97,0691223	96,467598	96,8824158	96,1000748
2016-abr-28 19:30:00,000	1664,53723	0,95364888	0,9497885	0,95698976	67,5841827	76,1226959	80,8371353	99,2663956	99,1952438	99,452774
2016-may-16 19:45:00,000	1627,1687	0,97459977	0,97032309	0,97851298	58,4991035	68,4771042	91,8203735	95,1793365	96,1879425	95,7742233
2016-jun-20 19:30:00,000	1633,56763	0,96495222	0,9642974	0,97562555	58,9045753	68,3637161	92,1715088	96,3516006	96,7070465	96,2048492
2016-jul-08 19:45:00,000	1542,31165	0,96754989	0,96858426	0,98054732	55,1468658	63,7610588	86,4338608	96,4765472	97,2193832	96,8218613
2016-ago-10 20:00:00,000	1516,56201	0,95578876	0,95579544	0,96531515	53,7311554	62,8590584	88,1205139	96,5624619	97,1733475	96,8360596
2016-sep-20 19:15:00,000	1596,43311	0,97466547	0,97486556	0,9849198	57,6894798	64,5309219	89,0488052	96,5334702	97,2228928	96,8339233
2016-oct-05 19:00:00,000	1016,01984	0,99692466	0,99912141	0,99984506	40,6420746	47,0176315	52,2486572	89,1174316	91,8122025	92,4258804
2016-nov-23 19:15:00,000	904,975891	0,99940853	1,00156593	1,00468961	33,4037323	43,0823441	48,6776314	89,1542282	90,9874649	91,1141891
2016-dic-12 19:30:00,000	920,266174	1,01321099	1,01638982	1,01885003	34,6350632	42,8956299	48,6434135	87,253685	90,4480362	91,7057495

ALIMENTADOR Z4 - 2017										
MESES	Demanda Máxima	Voltaje pu			Corrientes			Factor de potencia		
		Va(Pu)	Vb(pu)	Vc(pu)	Ia	Ib	Ic	Fp (a)	Fp(b)	Fp(c)
2017-ene-20 19:15:00,000	1006,06488	1,01440653	1,01831263	1,02046004	37,1304359	46,5031357	53,1915627	88,0355377	90,8361511	92,2957916
2017-feb-10 19:45:00,000	926,530212	1,00984971	1,01191623	1,01621357	33,2163696	45,6997299	48,2542953	86,9774475	90,8400421	91,98423
2017-mar-14 19:15:00,000	926,468445	1,00343125	1,00451758	1,00812112	33,0668678	44,0989075	49,1765137	88,8993454	92,0309601	92,8209991
2017-abr-19 19:15:00,000	1003,50409	1,00871337	1,0097603	1,01016502	38,7769394	45,337162	52,9425888	89,0633621	90,5472565	92,8586655
2017-may-02 19:15:00,000	1753,55579	0,96791852	0,96771236	0,97493163	63,2460747	72,1750183	97,9735641	96,8813248	97,3347778	97,1542969
2017-jun-26 19:15:00,000	1709,2074	0,96782218	0,97058244	0,97796761	63,7040176	67,8494949	94,998436	97,2827301	97,6437759	97,1347961
2017-jul-27 19:45:00,000	1535,896	0,99773533	0,99965936	1,00688875	54,1898956	59,8298225	85,210495	95,9629364	96,8872223	96,6689911
2017-ago-16 19:30:00,000	1608,66052	0,95783824	0,95695464	0,96456018	60,1628571	65,9555359	90,443573	96,8802948	97,3137741	97,0387726
2017-sep-27 19:15:00,000	1661,00415	0,93663547	0,94118255	0,94496154	66,9257507	62,6798477	97,0967178	97,7230835	98,0415497	97,4125137
2017-oct-03 19:15:00,000	1565,54602	0,95581438	0,95613459	0,96133189	55,3062744	61,6157761	93,0503082	97,7885895	98,1803284	97,2123871
2017-nov-28 19:15:00,000	1632,35071	0,96931581	0,9688868	0,97363037	57,8059731	66,5232925	92,9244614	96,9565125	97,3107147	97,079689
2017-dic-20 19:15:00,000	1632,47058	0,96032076	0,96060181	0,96601643	58,7636566	67,9764404	91,3590698	97,6598892	97,7550049	97,3879929

ALIMENTADOR Z4 - 2018										
MESES	Demanda Máxima	Voltaje pu			Corrientes			Factor de potencia		
		Va(Pu)	Vb(pu)	Vc(pu)	Ia	Ib	Ic	Fp (a)	Fp(b)	Fp(c)
2018-ene-29 19:45:00,000	1795,68469	0,94201829	0,94102076	0,95046944	67,8050003	76,2509308	100,967728	97,2770157	97,3676376	97,3033371
2018-feb-07 19:30:00,000	1872,49695	0,95283055	0,95049855	0,95848112	69,3174438	78,9470444	105,610306	97,37778	97,3968506	96,4354858
2018-mar-01 19:30:00,000	1588,14001	0,99722379	0,99458696	1,00140359	54,6182823	62,2089348	89,5370102	96,313797	97,1528244	96,7620163
2018-abr-04 20:15:00,000	1560,9729	0,98049492	0,97945235	0,98646374	57,600853	63,4358406	85,023941	96,5512772	96,7918777	96,8731537
2018-may-22 19:15:00,000	1679,94177	0,9573813	0,95967794	0,96241798	59,4280243	70,6594238	96,1580582	96,6151886	97,5717239	96,9459305
2018-jun-18 19:30:00,000	1666,15564	0,96186256	0,96141475	0,966719	58,717083	73,0224304	92,1731873	96,971489	96,7803192	96,973671
2018-jul-20 19:45:00,000	1532,7749	0,97089407	0,97604303	0,98084112	52,6038361	62,3961449	88,6128387	95,9744034	96,8733368	97,067215
2018-ago-13 19:15:00,000	1687,15039	0,9478065	0,9501062	0,95364245	61,572052	72,0536194	95,190567	97,1396179	97,3031387	97,4405289
2018-sep-26 19:15:00,000	1001,02972	0,95171376	1,00280639	0,98439201	41,1566734	52,8786659	56,6594391	82,4077911	86,2795105	85,3607635
2018-oct-23 19:00:00,000	1803,53235	0,92221017	0,99471933	0,97104698	64,9725494	78,2820129	99,444519	97,1846542	97,4122391	95,5602112
2018-nov-13 19:15:00,000	1684,14282	0,97691137	0,99462238	0,99761675	58,7641525	68,3438644	94,5697784	95,8665848	96,6233063	96,0977707
2018-dic-27 20:15:00,000	1616,52991	0,95613821	1,03570502	1,00885163	54,1417503	70,1898041	86,4015198	96,5414886	96,6319504	94,8394318

Anexo D: Reportes de las Cargas Aguas Abajo

Anexo D.1: Tabla cargas aguas abajo para el Alimentador Cananville 1, años 2016, 2017 y 2018.

Tablas de cargas aguas abajo para el alimentador Cananville 1, años 2016, 2017 y 2018							
2016	Aguas abajo						
	Línea aérea por fase - 290641_MTA						
		Cust.	kW	kVAR	Cap.	kvar consumo	kwh
	A	9	7	0	0	0	1456,6
	B	98	129	3	0	3	25544
	C	539	464	-3	0	-3	90030,7
	Total:	646	600	0	0	0	117031
2017	Aguas abajo						
	Línea aérea por fase - 290641_MTA						
		Cust.	kW	kVAR	Cap.	kvar consumo	kwh
	A	9	8	0	0	0	1456,6
	B	98	168	-2	0	-2	25544
	C	539	545	-9	0	-9	90030,7
	Total:	646	720	-11	0	-11	117031
2018	Aguas abajo						
	Línea aérea por fase - 290641_MTA						
		Cust.	kW	kVAR	Cap.	kvar consumo	kwh
	A	9	8	0	0	0	1456,6
	B	98	176	-5	0	-5	25544
	C	539	506	-11	0	-11	90030,7
	Total:	646	690	-16	0	-16	117031

Anexo D.2: Tabla de cargas aguas abajo para el Alimentador Cananvalle 2, años 2016, 2017 y 2018.

Tablas de cargas aguas abajo para el alimentador Cananvalle 2, años 2016, 2017 y 2018							
2016	Aguas abajo						
	Fusible - Z4S14						
		Cust.	kW	kVAR	Cap.	kvar consumido	kwh
	A	152	86	24	0	24	23171,2
	B	373	118	27	0	27	49943,1
	C	22	17	3	0	3	3452,3
Total:	547	220	55	0	55	76567	
2017	Aguas abajo						
	Línea aérea por fase - 412383_MTA						
		Cust.	kW	kVAR	Cap.	kvar consumido	kwh
	A	152	85	21	0	21	23171,2
	B	373	124	25	0	25	49943,1
	C	22	17	3	0	3	3452,3
Total:	547	227	50	0	50	76567	
2018	Aguas abajo						
	Línea aérea por fase - 412383_MTA						
		Cust.	kW	kVAR	Cap.	kvar consumido	kwh
	A	152	92	20	0	20	23171,2
	B	373	133	24	0	24	49943,1
	C	22	18	3	0	3	3452,3
Total:	547	243	48	0	48	76567	

Anexo E: Reportes de flujo de carga
Anexo E.1: Reportes de flujo de carga del Alimentador Cananvalle 1.

CUADRO FLUJO DE CARGA									
ALIMENTADOR CANANVALLE 1	AÑO	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
	2016		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR
		A	121,6	14	8,1	8,3	67,4	67,2	4,6
		B	122	14	8,1	17,5	141,5	139,5	23,9
		C	122,3	14	8,1	1,7	14	13,3	-4,3
					Total:	221	220	24	
	2017		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR
		A	114,7	13,2	7,6	9,1	69,5	69,3	5,2
		B	114,7	13,2	7,6	19,2	146,4	144,5	23,5
		C	115,4	13,2	7,7	1,8	13,7	13,2	-3,7
				Total:	228	227	25		
2018		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
	A	110,7	13,2	7,3	10	73,8	73,5	6,6	
	B	119,4	13,6	7,9	19,8	156,9	155	23,8	
	C	116,5	13,1	7,7	1,9	14,5	14,1	-3,7	
				Total:	244	243	27		
2019		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	10	77,2	76,9	6,3	
	B	118,7	13,6	7,9	20,7	163,1	161,2	25,3	
	C	118	13,4	7,8	1,9	15	14,5	-3,9	
				Total:	254	253	28		
2020		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	10,5	80,7	80,4	6,7	
	B	118,7	13,6	7,9	21,7	170,7	168,6	26,2	
	C	118	13,4	7,8	2	15,5	15	-3,8	
				Total:	266	264	29		
2021		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	11	84,2	83,9	7,1	
	B	118,7	13,6	7,9	22,6	178,2	176,1	27	
	C	118	13,4	7,8	2	16	15,5	-3,8	
				Total:	277	276	30		
2022		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	11,4	87,7	87,4	7,6	
	B	118,7	13,6	7,9	23,6	185,7	183,6	27,9	
	C	118	13,4	7,8	2,1	16,5	16,1	-3,8	
				Total:	289	287	32		
2023		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	11,9	91,2	90,9	8,1	
	B	118,7	13,6	7,9	24,5	193,2	191,1	28,7	
	C	118	13,4	7,8	2,2	17	16,6	-3,7	
				Total:	300	299	33		

**ALIMENTADOR
CANANVALLE 1**

AÑO	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
2024	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	12,4	94,9	94,5	8,5
	B	118,7	13,6	7,9	25,5	201	198,9	29,4
	C	118	13,4	7,8	2,2	17,5	17,1	-3,7
				Total:	312	310	34	
2025	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	12,8	98,4	98	8,9
	B	118,7	13,6	7,9	26,5	208,6	206,3	30,2
	C	118	13,4	7,8	2,3	18	17,6	-3,7
				Total:	324	322	35	
2026	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	13,3	101,9	101,5	9,4
	B	118,7	13,6	7,9	27,4	216,1	213,8	31,1
	C	118	13,4	7,8	2,4	18,5	18,1	-3,6
				Total:	335	333	37	
2027	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	13,7	105,4	105	9,8
	B	118,7	13,6	7,9	28,4	223,6	221,3	31,9
	C	118	13,4	7,8	2,4	19	18,6	-3,6
				Total:	347	345	38	
2028	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	14,2	109	108,5	10,3
	B	118,7	13,6	7,9	29,3	231,1	228,8	32,7
	C	118	13,4	7,8	2,5	19,5	19,1	-3,6
				Total:	359	356	39	
2029	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	14,6	112,5	112	10,7
	B	118,7	13,6	7,9	30,3	238,7	236,3	33,5
	C	118	13,4	7,8	2,5	20	19,7	-3,6
				Total:	370	368	41	
2030	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	15,1	116	115,5	11,2
	B	118,7	13,6	7,9	31,2	246,2	243,8	34,3
	C	118	13,4	7,8	2,6	20,5	20,2	-3,6
				Total:	382	379	42	
2031	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	15,6	119,5	119	11,6
	B	118,7	13,6	7,9	32,2	253,7	251,3	35
	C	118	13,4	7,8	2,7	21	20,7	-3,5
				Total:	393	391	43	
2032	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	16	123,1	122,5	12,1
	B	118,7	13,6	7,9	33,2	261,2	258,8	35,8
	C	118	13,4	7,8	2,7	21,5	21,2	-3,5
				Total:	405	402	44	
2033	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
	A	115,6	13,5	7,7	16,5	126,6	126	12,6
	B	118,7	13,6	7,9	34,1	268,8	266,3	36,6
	C	118	13,4	7,8	2,8	22	21,7	-3,5
				Total:	416	414	46	

Anexo E. 1: Reportes de flujo de carga del Alimentador Cananvalle 2.

CUADRO FLUJO DE CARGA										
ALIMENTADOR CANANVALLE 2	AÑO	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	2016		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
		A	121,6	14	8,1	1	8,4	8,3	-1,6	
		B	122	14	8,1	16,3	131,6	131,2	9,8	
		C	122,3	14	8,1	57,2	464,1	460,5	57,9	
		Total:					604	600	66	
	2017		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR	
		A	114,7	13,2	7,6	1,3	9,7	9,5	-1,6	
		B	114,8	13,2	7,6	20,7	157,6	157,3	10,3	
		C	115,4	13,2	7,7	72,8	557,7	553,2	70,6	
Total:						724	720	79		
2018		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	A	110,7	13,2	7,3	1,2	9,1	9	-1,4		
	B	119,4	13,6	7,9	19,1	151,1	150,8	9,5		
	C	116,5	13,1	7,7	69,1	534,6	530,3	67,9		
	Total:					694	690	76		
2019		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	1,3	10,1	10	-1,6		
	B	118,7	13,6	7,9	21,1	166,3	165,9	10,5		
	C	118,1	13,4	7,8	75,1	588,9	584,1	74,8		
	Total:					765	760	84		
2020		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	1,4	10,6	10,5	-1,7		
	B	118,7	13,6	7,9	22,3	176	175,7	10,7		
	C	118,1	13,4	7,8	79,6	623,9	618,8	79,6		
	Total:					810	805	89		
2021		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	1,5	11,1	11	-1,7		
	B	118,7	13,6	7,9	23,6	185,8	185,4	10,9		
	C	118,1	13,4	7,8	84,1	659	653,5	84,5		
	Total:					855	850	94		
2022		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	1,5	11,7	11,5	-1,8		
	B	118,7	13,6	7,9	24,8	195,5	195,2	11		
	C	118,1	13,4	7,8	88,5	694,1	688,3	89,4		
	Total:					900	895	99		
2023		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	1,6	12,2	12	-1,9		
	B	118,7	13,6	7,9	26	205,2	204,9	11		
	C	118,1	13,4	7,8	93	729,2	723	94,4		
	Total:					946	940	104		
2024		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	1,7	12,7	12,5	-2		
	B	118,7	13,6	7,9	27,3	215	214,7	11		
	C	118,1	13,4	7,8	97,5	764,3	757,8	99,5		
	Total:					991	985	109		
2025		V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	1,7	13,2	13,1	-2,1		
	B	118,7	13,6	7,9	28,5	224,7	224,4	10,9		
	C	118,1	13,4	7,8	102	799,4	792,5	104,6		
	Total:					1036	1030	113		

ALIMENTADOR CANANVALLE 2	AÑO	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
	2026	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
		A	115,7	13,5	7,7	1,8	13,7	13,6	-2,2
		B	118,7	13,6	7,9	29,7	234,4	234,1	10,7
		C	118,1	13,4	7,8	106,5	834,5	827,3	109,9
					Total:	1081	1075	118	
	2027	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR	
		A	115,7	13,5	7,7	1,9	14,3	14,1	-2,3
		B	118,7	13,6	7,9	31	244,1	243,9	10,5
		C	118,1	13,4	7,8	111	869,7	862	115,2
				Total:	1127	1120	123		
2028	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	1,9	14,8	14,6	-2,5	
	B	118,7	13,6	7,9	32,2	253,8	253,6	10,3	
	C	118,1	13,4	7,8	115,4	904,9	896,8	120,5	
				Total:	1172	1165	128		
2029	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	2	15,3	15,1	-2,6	
	B	118,7	13,6	7,9	33,4	263,5	263,3	10	
	C	118,1	13,4	7,8	119,9	940,1	931,6	125,9	
				Total:	1217	1210	133		
2030	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	2,1	15,8	15,6	-2,7	
	B	118,7	13,6	7,9	34,7	273,2	273	9,6	
	C	118,1	13,4	7,8	124,4	975,3	966,4	131,4	
				Total:	1263	1255	138		
2031	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	2,1	16,3	16,1	-2,9	
	B	118,7	13,6	7,9	35,9	282,9	282,7	9,1	
	C	118,1	13,4	7,8	128,9	1010,5	1001,2	137	
				Total:	1308	1300	143		
2032	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	2,2	16,8	16,5	-3	
	B	118,7	13,6	7,9	37,1	292,4	292,3	8,6	
	C	118,1	13,4	7,8	133,4	1045,9	1036,1	142,6	
				Total:	1353	1345	148		
2033	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR		
	A	115,7	13,5	7,7	2,3	17,3	17	-3,2	
	B	118,7	13,6	7,9	38,3	302,1	302	8,1	
	C	118,1	13,4	7,8	137,9	1081,2	1071	148,2	
				Total:	1398	1390	153		

Anexo F: Presupuesto resto de estructuras y materiales SICPOE

Anexo F.1: Presupuesto SICPOE para el alimentador Cananville 1.



EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE EMELNORTE S.A.
DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN

PRESUPUESTO N°: 10451 **SOLICITUD N°:** 0 **SOLICITANTE:** Departamento de Ingeniería y Construcciones

OBSERVACIÓN: (CP-9694) (CP-9457) Conexión a Z4 sector Cangahua

TIPO MATERIAL: VALOR CONTRATISTA **TIPO M OBRA:** SALARIO CONTRATISTA A

ALIMENTADOR: Alimentador 4 **SUBESTACIÓN:** Esperanza

UBICACIÓN: Cananville **FECHA CREACIÓN:** 16/07/18

PROVINCIA: Pichincha **CANTÓN:** Cayambe

DISEÑADOR: DIEGO VAGUEZ **PARROQUIA:** Cangahua

ASONADOS C S: 0 **ASONADOS S S:** 0 **ASONADOS:** 0 **COORDENADAS:** 842984,1917 1888884,77812

ORDEN TRABAJO: **PROYECTO:** Alimentador 1 a 3 a Cananville

DISTANCIA PROYECTO (KM): 13 **PRESUPUESTO PARA:** CONTRATISTA

POSTES: 10 M 0 **POSTES:** 12 M 0

KMAT 1 F: 0.00 **KMAT 2 F:** 0.00 **KMAT 3 F:** 0.00 **KMBT 1 F:** 0.00 **KMBT 3 F:** 0.00

POSTES Y TORRES

MATERIALES:

CODIGO	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	V.U.	TOTAL
0520202000000	PERNO PIN DE ACERO GALVANIZADO, ROSCA PLÁSTICA DE 50, 8 MM 2"	C.U.	210	3.02	634.20
0501021800000	19X200 MM DE (3/4 X 7.5")				
0501131400000	ABRAZADERA ACERO GALVANIZADO, PLETINA, 2 PERNOS, 38 X 4 X 180 MM	C.U.	121	4.26	515.46
0501131400000	ABRAZADERA ACERO GALVANIZADO, PLETINA, 3 PERNOS, 38 X 4 X 140 MM	C.U.	44	4.07	179.08
0501141400000	ABRAZADERA ACERO GALVANIZADO, PLETINA, 4 PERNOS, 38 X 4 X 140 MM	C.U.	50	4.78	239.00
0210015400000	ISLADOR DE RETENIDA, PORCELANA, ANSI 542	C.U.	75	3.38	253.50
0503010010000	BASTIDOR ACERO GALVANIZADO, PLETINA 38 X 4 MM (1.12 X 5.32"), 1 VA	C.U.	132	1.83	241.56
0105010040000	BLOQUE DE HORMIGÓN, ANCLAJE, TIPO CÓNICO, BASE INFERIOR 400 MM, SUPERIOR 150 MM, AGUERO 20 MM	C.U.	85	4.09	327.20
0490020110000	CABLE DE ACERO GALVANIZADO, GRADO SIEMENS MARTIN, 7 HILOS, 9.52MM (3/8"), 2155 KGF	C.M.	2033	1.01	2,056.33
0510752000000	CRUCETA ACERO GALVANIZADO, UNIVERSAL, PERFIL L" 75 X 75 X 6 (3 x 3 x 1/4") y 2,300 MM	C.U.	131	31.36	4,108.16
0548010120000	OLARDACABO GALVANIZADO, PARA CABLE ACERO 12, 7 MM (1/2")	C.U.	142	0.73	103.66
0599999990020	PERNO ESPARRADO O DE ROSCA CORRIDA DE ACERO GALVANIZADO, 16 MM DE DIAMETRO Y 300MM DE LONGITUD, CON 4 TUERCAS, 2 ARANDELAS PLANAS Y DOS PRESION	C.U.	129	2.58	332.62
0525130500000	PERNO MAQUINA ACERO GALVANIZADO, TUERCA, ARANDELA PLANA Y PRESION, (18X30MM (3/8 X 2")	C.U.	209	0.76	158.84
0525162540000	PERNO CJO ACERO GALVANIZADO, 4 TUERCAS, ARANDELAS 2 PLANAS Y 2 PRESION DE 16 X250MM (5/8 X 10")	C.U.	78	3.14	244.02
0521894570000	PERNO PIN PUNTA DE POSTE DOBLE ACERO GALVANIZADO, CON ACCESORIOS DE SUECION 19 X 457MM (3/4 X 18")	C.U.	11	13.10	144.10
0521194570000	PERNO PIN PUNTA DE POSTE SIMPLE ACERO GALVANIZADO, CON ACCESORIOS DE SUECION 19 X 457MM (3/4 X 18")	C.U.	23	11.20	257.60
0535160520000	PERNO "U" ACERO GALVANIZADO, CON 2 TUERCAS, ARANDELAS, 2 PLANAS Y 2 PRESION DE 16 X 150MM (5/8 X 6"), ANCHO DENTRO DE LA U	C.U.	31	2.91	90.21
0541390710000	PIE AMIDO DE ACERO GALVANIZADO, PLETINA 38 x 6 MM (1 1/2 x 1/4") y 710 MM	C.U.	158	2.74	427.44
0540381800000	PIE AMIDO DE ACERO GALVANIZADO, PERFIL L" 38 x 38 x 6 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4") y 1,800 MM	C.U.	53	15.50	824.66
0701201200000	POSTE DE HORMIGÓN ARMADO, CIRCULAR, CRH 2000KD, 12M	C.U.	10	684.90	6,849.00
0701041000000	POSTE DE HORMIGÓN ARMADO, CIRCULAR, CRH 400 KD, 10 M	C.U.	6	163.34	980.04
0701051200000	POSTE DE HORMIGÓN ARMADO, CIRCULAR, CRH 500 KD, 12 M	C.U.	94	234.64	22,056.16
0552010160000	TUERCA DE CJO OVALADO ACERO GALVANIZADO, PERNO DE 16 MM (5/8")	C.U.	37	0.81	29.97
0556161800000	VARILLA DE ANCLAJE ACERO GALVANIZADO, TUERCA Y ARANDELA, 16 X 1800MM (5/8 X 71")	C.U.	80	7.81	624.80
					41,978.73

MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

P0004	ANCLAJE DE TERRENO DURO	C.U.	83	35.32	2,931.56
P0011	ARMADA DE ESTRUCTURA ESD-1ER(DRI)	C.U.	36	2.48	89.28
P0038	ARMADA DE ACOMETIDA	C.U.	20	1.65	33.00
P0018	ARMADA DE ESTRUCTURA ESD-1ED (DRRI)	C.U.	9	2.70	24.30

18-Jul-2018 10:30 AM Pag 1 de 2

P00038	ARMADA DE ESTRUCTURA TRIF. EST-3CR (RC)	C/U	14	19,78	276,94
P00033	ARMADA DE ESTRUCTURA TRIF. EST-3VA (AV)	C/U	13	21,18	275,34
P00044	ARMADA DE ESTRUCTURA TRIF. EST-3VP (SV)	C/U	13	18,48	240,24
P00042	ARMADA DE ESTRUCTURA TRIF. EST-3VR (RV)	C/U	8	24,71	197,68
P00047	ARMADA DE TAD-0TS (TENSOR A TIERRA BV)	C/U	12	7,41	88,92
P00048	ARMADA O DESARMADA DE TAT-0TD (TENSOR A TIERRA AT Y BT)	C/U	82	9,28	761,12
P00021	ARMADA O DESARMADA DE ESTRUCTURA EST-1EP (DS1)	C/U	78	2,48	193,44
P00029	ARMADA O DESARMADA DE ESTRUCTURA EST-1CR (RU)	C/U	8	7,08	56,64
P00037	ARMADA O DESARMADA DE ESTRUCTURA TRIF. EST-3CA (PP)	C/U	11	18,48	203,28
P00040	ARMADA O DESARMADA DE ESTRUCTURA TRIF. EST-3CD (RRC)	C/U	5	21,18	105,90
P00036	ARMADA O DESARMADA DE ESTRUCTURA TRIF. EST-3CP (P)	C/U	18	11,88	213,96
P00041	ARMADA O DESARMADA DE ESTRUCTURA TRIF. EST-3VD (RRV)	C/U	1	24,71	24,71
P00032	ARMADA O DESARMADA DE TAT-0TS (TENSOR A TIERRA AT)	C/U	8	8,23	65,84
P00095	DESBOCE TERRENO PLANO	C/M	1000	0,12	120,00
M000001	EREGCION DE POSTES DRUA FACIL ACCESO	C/U	100	28,97	2.897,00
P000108	ESTACAMIENTO DIRECTO	C/M	8400	0,09	756,00
P000109	EXCAVACION DE HUECOS-TERRENO DURO	C/U	100	28,97	2.897,00
P000131	TALA DE ARBOL GRANDE MAS DE 60 CM DE DIAMETRO	C/U	10	18,04	180,40
P000135	TRANSPORTE POS-3HC (POSTE HORMIGON MAS DE 20)	C/U	100	12,40	1.240,00
P000155	UBICACION POSTERIA RURAL FACIL ACCESO	C/U	100	27,08	2.708,00
					13.882,73

CONDUCTORES

MATERIALES:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	V.U.	TOTAL
0205110150000	AISLADOR DE SUSPENSION, POLIMÉRICO, 15 KV, ANSI 05-15	C/U	102	13,50	1.377,00
0201055550000	AISLADOR ESPADA (PIN), PORCELANA, CON RADIO INTERFERENCIA, 15KV, ANSI 25-5	C/U	255	5,89	1.493,95
0208015320000	AISLADOR ROLLO, PORCELANA, 0,25 KV, ANSI 53-2	C/U	132	0,92	121,44
0430100730000	CONDUCTOR DE AL - ACERO DESNUDO, CABLEADO, ACSR, 3/0 AWG, 7 (6/1) HILOS	C/M	24320	1,25	30.400,00
0199999990005	CONECTOR DE ALEACION DE AL, COMPRESION TIPO CUÑA, CON ESTRIBO, CONDUCTOR PRINCIPAL 1/0 A 4/0 AWG, ESTRIBO 1 AWG	C/U	9	9,89	89,01
0108130720000	CONECTOR DE ALEACION DE AL, COMPRESION TIPO CUÑA, PRINCIPAL 3/0 AWG, DERIVADO 2/0 AWG	C/U	57	8,27	471,39
0199999990018	GRAPA DE ALEACION DE AL, TERMINAL APERNADO, TIPO PISTOLA, DOS PERNOS RANDO 2 A 4/0 AWG	C/U	102	11,18	1.141,36
0130050100000	RETENCION PREFORMADA, PARA CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 9.53MM (3/8")	UND	142	4,05	577,10
					35.389,45

MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

C00017	TENDIDO DE C-08-048-2 (CONDUCTOR ASC N. 8-2)	C/M	960	0,10	96,00
C00011	TENDIDO DE C-08-0830-40 (CONDUCTOR ACSR 3/0 A 4/0)	C/M	24320	0,15	3.648,00
					3.744,00

TRANSFORMADORES

MATERIALES:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	V.U.	TOTAL
0401110800000	CONDUCTOR DE CU, DESNUDO, CABLEADO SUAVE, 2 AWG, 7 HILOS	C/M	80	3,15	252,00
0812010100000	PARARRAYOS CLASE DISTRIBUCION POLIMÉRICO, ÓXIDO METÁLICO, 10 KV, CON DESCONECTOR	C/U	9	44,80	403,20
2129080900000	SUELDA EXOTERMICA DE 90 GRAMOS	C/U	5	5,04	25,20
0142161800000	VARILLA DE ACERO RECUBIERTA DE CU, PARA PUESTA A TIERRA, 16 X 1800 MM (5/8 X 7')	C/U	4	8,50	34,00

						651,40
MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:						
MOE0037	INSTALACION PUESTA A TIERRA PTO-ODC2	C/U	5	12,35		61,75
						61,75

OTRO RUBRO

MATERIALES:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	V.U.	TOTAL
--------	-------------	-------	-------	------	-------

MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

MOCIVIL24	MASILLADO DE VEREDA	M2	10	5,38		53,80
						53,80

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

	POSTES.	CONDOC.	TRANSF.	OTRO R.	TOTAL
MATERIALES:	41.978,73	35.509,43	651,40	0,00	78.139,56
MANO DE OBRA:	15.862,13	3.744,00	61,75	53,80	19.721,68
FISCALIZACIÓN:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL:	57.840,86	39.253,43	713,15	53,80	

SUBTOTAL PRESUPUESTO 97.861,24

SUBTOTAL IVA 0% 0,00

SUBTOTAL IVA 12% 97.861,24

TOTAL IVA 11.743,35

TOTAL PRESUPUESTO 109.604,59

← Valor a utilizar

PORCENTAJES

POSTES.	CONDOC.	TRANSF.	OTRO R.
59,10%	40,11%	0,73%	0,05%

Anexo F.2: Presupuesto SICPOE para el alimentador Cananvalle 2.



EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE EMELNORTE S.A
DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN

PRESUPUESTO Nº: 10453 SOLICITUD Nº: 0 SOLICITANTE: Departamento de Ingenieros y Construcciones
OBSERVACION: (CP-0453) Conexión a Z3
TIPO MATERIAL: VALOR CONTRATISTA TIPO M OBRA: SALARIO CONTRATISTA A
ALIMENTADOR: Alimentador 3 SUBESTACION: Esperanza
UBICACION: Cananvalle FECHA CREACION: 15/07/18
PROVINCIA: Pichincha CANTON: Pedro Moncayo
DISEÑADOR: DIEGO VASQUEZ PARROQUIA: Tabacundo
ABONADOS C S: 0 ABONADOS S S: 0 ABONADOS: 0 COORDENADAS: 812994,1797 1069484,77312
ORDEN TRABAJO PROYECTO: Alimentador 3 S/S Cananvalle
DISTANCIA PROYECTO (KM): 10 PRESUPUESTO PARA: CONTRATISTAS
POSTES: 10 M 0 POSTES: 12 M 0
KM AT 1 P 0.00 KM AT 2 P 0.00 KM AT 3 P 0.00 KM BT 1 P 0.00 KM BT 2 P 0.00

POSTES Y TORRES

MATERIALES:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	V.U.	TOTAL
0501021800000	ABRAZADERA ACERO GALVANIZADO, PLETINA, 3 PERNOS, 38 X 4 X 180 MM	C/U	83	4.28	353.24
0501131400000	ABRAZADERA ACERO GALVANIZADO, PLETINA, 3 PERNOS, 38 X 4 X 140 MM	C/U	4	4.07	16.28
0210015420000	AISLADOR DE RETENIDA, PORCELANA, ANSI 54-2	C/U	49	3.38	165.62
0503010010000	BASTIDOR ACERO GALVANIZADO, PLETINA 38 X 4 MM (1 1/2 X 5/32"), 1 VIA	C/U	90	1.83	164.70
0105010040000	BLOQUE DE HORMIGÓN, ANCLAJE, TIPO CÓNICO, BASE INFERIOR 400 MM, SUPERIOR 130 MM, AGUERO 20 MM	C/U	49	4.09	200.41
0450020110000	CABLE DE ACERO GALVANIZADO, GRADO SIEMENS MARTIN, 7 HILOS, 9.32MM (3/8"), 3125 ROP	C/M	1538	1.01	1.553.38
0548010120000	GUARDACABO GALVANIZADO, PARA CABLE ACERO 12, 7 MM (1/2")	C/U	94	0.73	68.62
0701201200000	POSTE DE HORMIGÓN ARMADO, CIRCULAR, CRH 2000KG, 12M	C/U	7	694.90	4.794.30
0701041800000	POSTE DE HORMIGÓN ARMADO, CIRCULAR, CRH 400 KG, 10 M	C/U	4	183.34	853.36
0701051200000	POSTE DE HORMIGÓN ARMADO, CIRCULAR, CRH 500 KG, 12 M	C/U	54	234.64	12.670.56
0552010180000	TUERCA DE OJO OVALADO ACERO GALVANIZADO, PERNO DE 18 MM (3/8")	C/U	4	0.81	3.24
0558181800000	VARILLA DE ANCLAJE ACERO GALVANIZADO, TUERCA Y ARANDELA, 18 X 1 800MM (3/8 X 7 1/2)	C/U	49	7.81	382.09
					24.028.74

MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

P0004	ANCLAJE DE TERRENO DURO	C/U	49	35.32	1.730.68
P00011	ARMADA DE ESTRUCTURA ESD-1ER(DR1)	C/U	48	2.48	114.08
P00016	ARMADA DE ESTRUCTURA ESD-1ED (DR1)	C/U	7	2.70	18.90
P00047	ARMADA DE TAD-ST5 (TENSOR A TIERRA ST)	C/U	4	7.41	29.64
P00048	ARMADA O DESARMADA DE TAT-STD (TENSOR A TIERRA AT Y ST)	C/U	45	9.28	418.76
P00021	ARMADA O DESARMADA DE ESTRUCTURA ESD-1EP (DS1)	C/U	30	2.48	74.40
P00095	DESBOCE TERRENO PLANO	C/M	500	0.12	60.00
M0E0001	ERECCIÓN DE POSTES BRUJA FACIL ACCESO	C/U	82	24.97	1.872.14
P000108	ESTACAMIENTO DIRECTO	C/M	4250	0.08	382.50
P000109	EXCAVACION DE HUECOS-TERRENO DURO	C/U	58	24.97	1.564.26
P000131	TALA DE ARBOL GRANDE MAS DE 80 CM DE DIAMETRO	C/U	5	18.04	90.20
P000183	TALA DE ARBOL PEQUEÑO DE 25 HASTA 80 CM DE DIAMETRO	C/U	5	6.76	33.80
P000135	TRANSPORTE POS-0HC (POSTE HORMIGÓN MAS DE 20)	C/U	58	12.40	719.20
					8.908.58

CONDUCTORES

MATERIALES:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	V.U.	TOTAL
0208015320000	AISLADOR ROLLO, PORCELANA, 0.25 KV, ANSI 53-2	C/U	90	0.92	82.80
0430100730000	CONDUCTOR DE AL - ACERO DESNUDO, CABLEADO, ACSR, 3/0 AWG, 7 (61) HILOS	C/M	4470	1.25	5.587,50
0108110580000	CONECTOR ALEACION DE AL, COMPRESION TIPO CUÑA, PRINCIPAL 1/0 AWG, DERIVADO 5AWG	C/U	78	4.48	341,24
0139999990000	CONECTOR DE ALEACION DE AL, COMPRESION TIPO CUÑA, CON ESTRIBO, CONDUCTOR PRINCIPAL 1/0 A 4/0 AWG, ESTRIBO 1 AWG	C/U	12	9.89	118,68
0136050100000	RETENCION PREFORMADA, PARA CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 9.53MM (3/8")	UND	94	4.03	378,82
					6.509,04

MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

000011	TENDIDO DE C08-083/0-4/0 (CONDUCTOR ACSR 3/0 A 4/0)	C/M	4470	0.15	670,50
					670,50

TRANSFORMADORES

MATERIALES:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	V.U.	TOTAL
0401110800000	CONDUCTOR DE CU, DESNUDO, CABLEADO SUAVE, 2 AWG, 7 HILOS	C/M	108	3.15	340,20
0512010100000	PARARRAYOS CLASE DISTRIBUCION POLIMÉRICO, ÓXIDO METÁLICO, 10 KV, CON DESCONECTADOR	C/U	27	44.80	1.209,60
2120080900000	SUELDA EXOTERMICA DE 90 GRAMOS	C/U	9	5.04	45,36
0142161800000	VARILLA DE ACERO RECUBIERTA DE CU, PARA PUESTA A TIERRA, 16 X 1800 MM (5/8 x 7'7")	C/U	9	8.50	76,50
					1.671,66

MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

M0E0037	INSTALACION PUESTA A TIERRA PTO-ODC2	C/U	9	12.35	111,15
T00027	MONTAJE DE PARARRAYO SPT-1A100	C/U	27	10.96	296,46
					407,61

OTRO RUBRO

MATERIALES:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	V.U.	TOTAL
					0,00

MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

M0CIVL24	MASILLADO DE VEREDA	M2	5	5.90	29,50
					29,50

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

	POSTES	CONDUC.	TRANSF.	OTRO R.	TOTAL
MATERIALES:	21.026,74	6.509,04	1.671,66	0,00	29.207,44
MANO DE OBRA:	6.906,50	670,50	407,61	29,90	8.014,51
FISCALIZACIÓN:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL:	27.933,24	7.179,54	2.079,27	29,90	

SUBTOTAL PRESUPUESTO 37.218,95

SUBTOTAL IVA 0% 0,00

SUBTOTAL IVA 12% 37.218,95

TOTAL IVA 4.466,27

TOTAL PRESUPUESTO 41.685,22

PORCENTAJES

POSTES.	CONDUC.	TRANSF.	OTRO R.
75,05%	19,29%	5,59%	0,07%

Anexo G: Presupuestos Beneficio/Costo

Anexo G. 1: Presupuesto Beneficio/Costo con multas del Alimentador Cananvalle 1.

EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE S.A. DIRECCION DE PLANIFICACION ESTUDIOS ELECTRICOS PROYECTO: ALIMENTADOR CANANVALLE 1 EVALUACION ECONOMICA															
DATOS BASICOS				VALOR	UNIDAD	INVERSION									
Tasa de Actualización				12,00	%	ALIMENTADOR		329.499 [USD]							
Costo de Impacto Social				-	[\$SU/kWh]										
Costo de Energía no Suministrada				-	[\$SU/kWh]										
Costo de generación				3,26	[\$SU/kWh]										
Costo de transmisión				0,69	[\$SU/kWh]										
Costo de distribución				5,59	[\$SU/kWh]										
Costo de Comercialización				2,15	[\$SU/kWh]										
Precio medio de la energía				10,15	[\$SU/kWh]										
Reducción de Pérd. en el sistema				10,0	%	Operación y Mantenimiento:		10.000 [USD]							
								Número de abonados nuevos	-	[USD]	Cons. abonado	180 kWh/mes			
								Número de abonados antiguos	547	[USD]	Cons. abonado	250 kWh/mes			
AÑO	CALCULO DE ENERGÍA (KWH)				EGRESOS (USD)				INGRESOS (USD)			BENEFICIOS NETOS	VALORES ACTUALIZADOS		
	CONSUMO	PÉRDIDAS DE ENERGÍA	ENERGÍA ADICIONAL POR AUMENTO EN PÉRDIDAS	INVERSION	MULTAS	COMPRA DE ENERGÍA	O&M	TOTAL	VENTA DE ENERGÍA	BENEFICIO SOCIAL	TOTAL		COSTOS	BENEFICIOS	B. NETOS
-3															
-2															
-1															
0				329.499				329.499							
1	1.641.000	73.429	164.100		15.760	114.569	10.003	140.332	183.218	-	183.218	329.499			-329.499
2	1.690.230	74.386	169.023		15.760	117.914	10.006	143.680	188.714	-	188.714				
3	1.740.937	75.434	174.094		15.760	121.364	10.009	147.133	194.376	-	194.376				
4	1.793.165	76.527	179.317		15.760	124.919	10.012	150.691	200.207	-	200.207				
5	1.846.960	77.621	184.696		15.760	128.577	10.015	154.352	206.213	-	206.213				
6	1.902.369	78.851	190.237		15.760	132.354	10.018	158.132	212.399	-	212.399				
7	1.959.440	80.080	195.944		15.760	136.240	10.021	162.021	218.771	-	218.771				
8	2.018.223	81.356	201.822		15.760	140.244	10.024	166.028	225.335	-	225.335				
9	2.078.770	82.677	207.877		15.760	144.369	10.027	170.156	232.095	-	232.095				
10	2.141.133	84.043	214.113		15.760	148.618	10.030	174.408	239.057	-	239.057				
11	2.205.367	85.458	220.537		15.760	152.994	10.033	178.787	246.229	-	246.229				
12	2.271.528	86.913	227.153		15.760	157.502	10.036	183.298	253.616	-	253.616				
13	2.339.674	88.416	233.967		15.760	162.146	10.039	187.945	261.225	-	261.225				
14	2.409.864	90.011	240.986		15.760	166.932	10.042	192.734	269.061	-	269.061				
15	2.482.160	91.605	248.216		15.760	171.858	10.045	197.663	277.133	-	277.133				
16	2.556.625	93.279	255.662		15.760	176.934	10.048	202.743	285.447	-	285.447				
17	2.633.323	94.983	263.332		15.760	182.162	10.051	207.973	294.011	-	294.011				
18	2.712.323	96.751	271.232		15.760	187.546	10.054	213.361	302.831	-	302.831				
19	2.793.693	98.563	279.369		15.760	193.092	10.057	218.909	311.916	-	311.916				
20	2.877.503	100.436	287.750		15.760	198.805	10.060	224.625	321.273	-	321.273				
21	2.963.829	102.360	296.383		15.760	204.689	10.063	230.512	330.911	-	330.911				
22	3.052.743	104.346	305.274		15.760	210.749	10.066	236.575	340.839	-	340.839				
23	3.144.326	106.389	314.433		15.760	216.991	10.069	242.820	351.064	-	351.064				
24	3.238.655	108.494	323.866		15.760	223.421	10.072	249.253	361.596	-	361.596				
25	3.335.815	110.662	333.582		15.760	230.043	10.075	255.878	372.444	-	372.444				
26	3.435.890	112.895	343.589		15.760	236.864	10.078	262.702	383.617	-	383.617				
27	3.539.966	115.195	353.997		15.760	243.890	10.081	269.731	395.126	-	395.126				
28	3.645.135	117.566	364.514		15.760	251.126	10.084	276.970	406.979	-	406.979				
29	3.754.489	120.005	375.449		15.760	258.579	10.087	284.427	419.189	-	419.189				
30	3.867.124	122.518	386.712		15.760	266.257	10.090	292.107	431.764	-	431.764				
TOTAL												VALOR PRESENTE	1.700.968	1.870.821	169.853
												VAN		169.853	
												TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)			17,14%
												RELACION BENEFICIO/COSTO (B/C)			1,10
												RETORNO ECONOMICO		1.870.821	
												RECUPERACION DE LA INVERSION EN AÑOS			11

Anexo G.2: Presupuesto Beneficio/Costo reduciendo multas del Alimentador Cananvalle 1.

EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE S.A. DIRECCION DE PLANIFICACION ESTUDIOS ELECTRICOS PROYECTO: ALIMENTADOR CANANVALLE 1 EVALUACION ECONOMICA															
DATOS BASICOS				VALOR	UNIDAD	INVERSION									
Tasa de Actualización				12,00	%	ALIMENTADOR									329.499 [USD]
Costo de Impacto Social				-	[\$SU/kWh]	-									-
Costo de Energía no Suministrada				-	[\$SU/kWh]	-									-
Costo de generación				3,26	[\$SU/kWh]										
Costo de transmisión				0,69	[\$SU/kWh]										
Costo de distribución				5,58	[\$SU/kWh]										
Costo de Comercialización				2,15	[\$SU/kWh]										
Precio medio de la energía				10,15	[\$SU/kWh]										Operación y Mantenimiento: 10.000 [USD]
Reducción de Pérd. en el sistema				10,0	%										
						Número de abonados nuevos	-	[USD]	Cons. abonado	180 kWh/mes					
						Número de abonados antiguos	547	[USD]	Cons. abonado	250 kWh/mes					
AÑO	CALCULO DE ENERGÍA (kWh)			EGRESOS (USD)					INGRESOS (USD)			BENEFICIOS NETOS	VALORES ACTUALIZADOS		
	CONSUMO	PÉRDIDAS DE ENERGÍA	ENERGÍA ADICIONAL POR AHORRO EN PÉRDIDAS	INVERSION	MULTAS	COMPRA DE ENERGÍA	O&M	TOTAL	VENTA DE ENERGÍA	BENEFICIO SOCIAL	TOTAL		COSTOS	BENEFICIOS	B. NETOS
-3															
-2															
-1															
0				329.499				329.499							
1	1.641.000	73.429	164.100		7.880	114.569	10.003	132.452	183.218	-	183.218	50.765	118.261	163.587	45.326
2	1.690.230	74.386	169.023		7.880	117.914	10.006	135.800	188.714	-	188.714	52.914	108.259	150.442	42.183
3	1.740.937	75.434	174.094		7.880	121.364	10.009	139.253	194.376	-	194.376	55.122	98.118	138.353	39.235
4	1.793.165	76.527	179.317		7.880	124.919	10.012	142.811	200.207	-	200.207	57.395	90.759	127.235	36.476
5	1.846.960	77.621	184.696		7.880	128.577	10.015	146.472	206.213	-	206.213	59.741	83.112	117.011	33.898
6	1.902.369	78.851	190.237		7.880	132.354	10.018	150.252	212.399	-	212.399	62.148	76.122	107.608	31.486
7	1.959.440	80.080	195.944		7.880	136.240	10.021	154.141	218.771	-	218.771	64.630	69.726	98.961	29.235
8	2.018.223	81.356	201.822		7.880	140.244	10.024	158.148	225.335	-	225.335	67.186	63.873	91.009	27.135
9	2.078.770	82.677	207.877		7.880	144.369	10.027	162.276	232.095	-	232.095	69.819	58.518	83.696	25.177
10	2.141.133	84.043	214.113		7.880	148.618	10.030	166.528	239.057	-	239.057	72.530	53.617	76.970	23.353
11	2.205.367	85.456	220.537		7.880	152.994	10.033	170.907	246.229	-	246.229	75.322	49.132	70.785	21.653
12	2.271.528	86.913	227.153		7.880	157.502	10.036	175.418	253.616	-	253.616	78.195	45.025	65.097	20.071
13	2.339.674	88.416	233.967		7.880	162.146	10.039	180.065	261.225	-	261.225	81.160	41.266	59.866	18.600
14	2.409.864	90.011	240.986		7.880	166.932	10.042	184.854	269.061	-	269.061	84.207	37.825	55.055	17.230
15	2.482.160	91.605	248.216		7.880	171.858	10.045	189.783	277.133	-	277.133	87.350	34.673	50.631	15.959
16	2.556.625	93279	255.662		7.880	176.934	10.048	194.863	285.447	-	285.447	90.585	31.786	46.563	14.776
17	2.633.323	94983	263.332		7.880	182.162	10.051	200.093	294.011	-	294.011	93.918	29.142	42.821	13.679
18	2.712.323	96751	271.232		7.880	187.546	10.054	205.481	302.831	-	302.831	97.350	26.721	39.380	12.659
19	2.793.693	98503	279.369		7.880	193.092	10.057	211.029	311.916	-	311.916	100.886	24.502	36.216	11.714
20	2.877.503	100436	287.750		7.880	198.805	10.060	216.745	321.273	-	321.273	104.529	22.469	33.305	10.836
21	2.963.829	102360	296.383		7.880	204.689	10.063	222.632	330.911	-	330.911	108.280	20.607	30.629	10.022
22	3.052.743	104346	305.274		7.880	210.749	10.066	228.695	340.839	-	340.839	112.143	18.900	28.168	9.268
23	3.144.326	106389	314.433		7.880	216.991	10.069	234.940	351.064	-	351.064	116.124	17.336	25.904	8.569
24	3.238.655	108494	323.866		7.880	223.421	10.072	241.373	361.596	-	361.596	120.223	15.902	23.823	7.921
25	3.335.815	110662	333.582		7.880	230.043	10.075	247.998	372.444	-	372.444	124.446	14.588	21.908	7.320
26	3.435.890	112895	343.589		7.880	236.864	10.078	254.822	383.617	-	383.617	128.795	13.383	20.148	6.764
27	3.538.966	115195	353.897		7.880	243.890	10.081	261.851	395.126	-	395.126	133.275	12.279	18.529	6.250
28	3.645.135	117565	364.514		7.880	251.126	10.084	269.090	406.979	-	406.979	137.889	11.267	17.040	5.773
29	3.754.489	120005	375.449		7.880	258.579	10.087	276.547	419.189	-	419.189	142.642	10.338	15.671	5.332
30	3.867.124	122518	386.712		7.880	266.257	10.090	284.227	431.764	-	431.764	147.537	9.487	14.411	4.924
TOTA												VALOR PRESENTE	1.637.494	1.870.821	233.328
												VAN		233.328	
												TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)		19,14%	
												RELACION BENEFICIO/COSTO (B/C)		1,14	
												RETORNO ECONOMICO		1,070,8	
												RECUPERACION DE LA INVERSION EN AÑOS		8	

Anexo G.3: Presupuesto Beneficio/Costo con multas del Alimentador Cananvalle 2.

EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE S.A. DIRECCION DE PLANIFICACION ESTUDIOS ELECTRICOS PROYECTO: ALIMENTADOR CANANVALLE 2 EVALUACION ECONOMICA																		
DATOS BASICOS				VALOR		UNIDAD		INVERSION										
Tasa de Actualización				12,00		%		ALIMENTADOR				197.624 [USD]						
Costo de Impacto Social				-		[#SU/kWh]		-										
Costo de Energía no Suministrada				-		[#SU/kWh]		-										
Costo de generación				3,28		[#SU/kWh]		-										
Costo de transmisión				0,68		[#SU/kWh]		-										
Costo de distribución				5,59		[#SU/kWh]		-										
Costo de Comercialización				2,15		[#SU/kWh]		-										
Precio medio de la energía				10,15		[#SU/kWh]		Operación y Mantenimiento:				19.000 [USD]						
Reducción de Pérd. en el sistema				19,0		%												
								Número de abonados nuevos		-		[USD]		Cons. abonado		180 kWh/mes		
								Número de abonados antiguos		646		[USD]		Cons. abonado		250 kWh/mes		
CALCULO DE ENERGIA (kWh)				EGRESOS (USD)					INGRESOS (USD)			BENEFICIOS NETOS	VALORES ACTUALIZADOS					
AÑO	CONSUMO	PÉRDIDAS DE ENERGÍA	ENERGÍA ADICIONAL POR AHORRIO EN PÉRDIDAS	INVERSION	MULTAS	COMPRA DE ENERGÍA	O&M	TOTAL	VENTA DE ENERGÍA	BENEFICIO SOCIAL	TOTAL		COSTOS	BENEFICIOS	B. NETOS			
-3																		
-2																		
-1																		
0				197.624				197.624										
1	1.938.000	137475,93	368.220		15.760	126.166	19.006	160.932	234.081	-	234.081	-197.624	197.624	209.001	65.312			
2	1.996.140	151688,16	379.267		15.760	130.697	19.011	165.468	241.104	-	241.104	73.149	143.689	192.206	60.296			
3	2.056.024	166765,87	390.645		15.760	135.396	19.017	170.173	248.337	-	248.337	75.636	131.910	176.761	55.636			
4	2.117.705	182709,07	402.364		15.760	140.266	19.023	175.049	255.787	-	255.787	80.738	111.247	162.557	51.311			
5	2.181.236	199472,2	414.435		15.760	145.308	19.029	180.096	263.461	-	263.461	83.364	102.191	149.495	47.303			
6	2.246.673	217100,83	426.868		15.760	150.527	19.034	185.322	271.364	-	271.364	86.043	93.890	137.482	43.582			
7	2.314.073	235594,94	439.874		15.760	155.929	19.040	190.729	279.505	-	279.505	88.777	86.276	126.434	40.158			
8	2.383.496	254954,54	452.864		15.760	161.515	19.046	196.320	287.891	-	287.891	91.570	79.291	116.274	36.984			
9	2.455.000	275134,08	466.450		15.760	167.286	19.051	202.098	296.527	-	296.527	94.430	72.878	106.931	34.052			
10	2.528.650	296224,65	480.444		15.760	173.253	19.057	208.071	305.423	-	305.423	97.352	66.993	98.338	31.345			
11	2.604.510	318180,72	494.857		15.760	179.417	19.063	214.240	314.586	-	314.586	100.346	61.589	90.436	28.847			
12	2.682.645	341002,27	509.703		15.760	185.781	19.069	220.609	324.023	-	324.023	103.414	56.625	83.169	26.544			
13	2.763.125	364689,31	524.994		15.760	192.348	19.074	227.183	333.744	-	333.744	106.561	52.064	76.486	24.421			
14	2.846.018	389332,94	540.743		15.760	199.132	19.080	233.971	343.756	-	343.756	109.785	47.875	70.339	22.464			
15	2.931.399	414796,51	556.966		15.760	206.124	19.086	240.970	354.069	-	354.069	113.099	44.024	64.687	20.663			
16	3.019.341	440970,2	573.675		15.760	213.322	19.091	248.174	364.691	-	364.691	116.517	40.483	59.489	19.006			
17	3.109.921	467942,6	590.885		15.760	220.738	19.097	255.595	375.632	-	375.632	120.037	37.226	54.709	17.483			
18	3.203.219	495724,2	608.612		15.760	228.375	19.103	263.238	386.901	-	386.901	123.662	34.231	50.312	16.081			
19	3.299.315	524339,1	626.870		15.760	236.242	19.109	271.111	398.508	-	398.508	127.397	31.478	46.269	14.792			
20	3.398.295	553812,6	645.676		15.760	244.345	19.114	279.220	410.463	-	410.463	131.243	28.946	42.551	13.606			
21	3.500.244	584170,2	665.046		15.760	252.691	19.120	287.571	422.777	-	422.777	135.206	26.617	39.132	12.515			
22	3.605.251	615438,6	684.998		15.760	261.288	19.126	296.173	435.460	-	435.460	139.287	24.477	35.988	11.511			
23	3.713.408	647645,0	705.548		15.760	270.142	19.132	305.033	448.524	-	448.524	143.491	22.508	33.096	10.588			
24	3.824.811	680817,6	726.714		15.760	279.262	19.137	314.159	461.980	-	461.980	147.821	20.697	30.436	9.739			
25	3.939.555	714985,4	748.515		15.760	288.655	19.143	323.558	475.839	-	475.839	152.281	19.033	27.990	8.958			
26	4.057.742	750178,3	770.971		15.760	298.331	19.149	333.239	490.114	-	490.114	156.875	17.502	25.741	8.239			
27	4.179.474	796426,9	794.100		15.760	308.296	19.155	343.211	504.818	-	504.818	161.607	16.094	23.673	7.573			
28	4.304.858	823763,0	817.923		15.760	318.561	19.160	353.481	519.952	-	519.952	166.481	14.900	21.770	6.970			
29	4.434.004	862219,1	842.461		15.760	329.133	19.166	364.059	535.561	-	535.561	171.502	13.610	20.021	6.411			
30	4.567.024	901829,0	867.735		15.760	340.023	19.172	374.954	551.628	-	551.628	176.674	12.515	18.412	5.897			
TOTA												VALOR PRESENTE	1.829.509	2.390.186	560.677			
VAN															560.677			
TASA INTERNA DE RETORNO [TIR]															40,29%			
RELACION BENEFICIO/COSTO [B/C]															1,31			
RETORNO ECONOMICO															2.390,186			
RECUPERACION DE LA INVERSION EN AÑOS															2			

Anexo G.4: Presupuesto Beneficio/Costo reduciendo multas del Alimentador Cananvalle 2.

EMPRESA ELECTRICAS REGIONAL NORTE S.A.																
DIRECCION DE PLANIFICACION																
ESTUDIOS ELECTRICOS																
PROYECTO: ALIMENTADOR CANANVALLE 2																
EVALUACION ECONOMICA																
DATOS BASICOS																
Tasa de Actualización		VALOR	12,00	UNIDAD	%	INVERSION										
Costo de Impacto Social			-	[¢SU/kWh]		ALIMENTADOR										
Costo de Energía no Suministrada			-	[¢SU/kWh]		197.624 [USD]										
Costo de generación			3,26	[¢SU/kWh]		-										
Costo de transmisión			0,69	[¢SU/kWh]		-										
Costo de distribución			5,58	[¢SU/kWh]		-										
Costo de Comercialización			2,15	[¢SU/kWh]		-										
Precio medio de la energía			10,15	[¢SU/kWh]		Total										
Reducción de Pérd. en el sistema			19,0	%		197.624 [USD]										
Operación y Mantenimiento: 19.000 [USD]																
Número de abonados nuevos - [USD] Cons. abonado 180 kWh/mes																
Número de abonados antiguos 646 [USD] Cons. abonado 250 kWh/mes																
AÑO	CALCULO DE ENERGÍA (kWh)			EGRESOS (USD)					INGRESOS (USD)			BENEFICIOS NETOS	VALORES ACTUALIZADOS			
	CONSUMO	PÉRDIDAS DE ENERGÍA	ENERGÍA ADICIONAL POR AHORRO EN PÉRDIDAS	INVERSION	MULTAS	COMPRA DE ENERGÍA	O&M	TOTAL	VENTA DE ENERGÍA	BENEFICIO SOCIAL	TOTAL		COSTOS	BENEFICIOS	B. NETOS	
-3																
-2																
-1																
0				197.624				197.624								
1	1.938.000	137475,93	368.220		7.880	126.166	19.006	153.052	234.081	-	234.081	81.029	136.653	209.001	72.348	-197.624
2	1.996.140	151688,16	379.267		7.880	130.697	19.011	157.588	241.104	-	241.104	83.516	125.628	192.206	66.578	
3	2.056.024	166765,87	390.645		7.880	135.396	19.017	162.293	248.337	-	248.337	86.044	115.517	176.761	61.245	
4	2.117.705	182709,07	402.364		7.880	140.266	19.023	167.169	255.787	-	255.787	88.618	106.239	162.557	56.319	
5	2.181.236	199472,2	414.435		7.880	145.308	19.029	172.216	263.461	-	263.461	91.244	97.720	149.495	51.775	
6	2.246.673	217100,83	426.868		7.880	150.527	19.034	177.442	271.364	-	271.364	93.923	89.897	137.482	47.584	
7	2.314.073	235594,94	439.674		7.880	155.929	19.040	182.849	279.505	-	279.505	96.657	82.711	126.434	43.723	
8	2.383.496	254954,54	452.864		7.880	161.515	19.046	188.440	287.891	-	287.891	99.450	76.108	116.274	40.166	
9	2.455.000	275134,08	466.450		7.880	167.286	19.051	194.218	296.527	-	296.527	102.310	70.037	106.931	36.894	
10	2.528.650	296224,65	480.444		7.880	173.253	19.057	200.191	305.423	-	305.423	105.232	64.456	98.338	33.882	
11	2.604.510	318180,72	494.857		7.880	179.417	19.063	206.360	314.586	-	314.586	108.226	59.323	90.436	31.112	
12	2.682.645	341002,27	509.703		7.880	185.781	19.069	212.729	324.023	-	324.023	111.294	54.602	83.169	28.566	
13	2.763.125	364889,31	524.984		7.880	192.348	19.074	219.303	333.744	-	333.744	114.441	50.259	76.486	26.227	
14	2.846.018	389332,94	540.743		7.880	199.132	19.080	226.091	343.756	-	343.756	117.665	46.283	70.339	24.077	
15	2.931.399	414796,51	556.966		7.880	206.124	19.086	233.090	354.069	-	354.069	120.979	42.585	64.687	22.102	
16	3.019.341	440970,2	573.675		7.880	213.322	19.091	240.294	364.691	-	364.691	124.397	39.197	59.489	20.292	
17	3.109.921	467942,6	590.885		7.880	220.738	19.097	247.715	375.632	-	375.632	127.917	36.078	54.709	18.630	
18	3.203.219	495724,2	608.612		7.880	228.375	19.103	255.358	386.901	-	386.901	131.542	33.207	50.312	17.106	
19	3.299.315	524339,1	626.870		7.880	236.242	19.109	263.231	398.508	-	398.508	135.277	30.563	46.269	15.707	
20	3.398.295	553812,6	645.676		7.880	244.345	19.114	271.340	410.463	-	410.463	139.123	28.129	42.551	14.422	
21	3.500.244	584170,2	665.046		7.880	252.691	19.120	279.691	422.777	-	422.777	143.086	25.888	39.132	13.244	
22	3.605.251	615438,6	684.998		7.880	261.288	19.126	288.293	435.460	-	435.460	147.167	23.825	35.988	12.162	
23	3.713.408	647645,0	705.548		7.880	270.142	19.132	297.153	448.524	-	448.524	151.371	21.926	33.096	11.169	
24	3.824.811	680817,6	726.714		7.880	279.262	19.137	306.279	461.980	-	461.980	155.701	20.178	30.436	10.258	
25	3.939.555	714985,4	748.515		7.880	288.655	19.143	315.678	475.839	-	475.839	160.161	18.569	27.990	9.421	
26	4.057.742	750178,3	770.971		7.880	298.331	19.149	325.359	490.114	-	490.114	164.755	17.088	25.741	8.653	
27	4.179.474	786426,9	794.100		7.880	308.296	19.155	335.331	504.818	-	504.818	169.487	15.725	23.673	7.948	
28	4.304.858	823763,0	817.923		7.880	318.561	19.160	345.601	519.962	-	519.962	174.361	14.470	21.770	7.300	
29	4.434.004	862219,1	842.461		7.880	329.133	19.166	356.179	535.561	-	535.561	179.382	13.315	20.021	6.706	
30	4.567.024	901829,0	867.735		7.880	340.023	19.172	367.074	551.628	-	551.628	184.554	12.252	18.412	6.160	
TOTA												VALOR PRESENTE	1.766.034	2.390.186	624.152	
												VAN			624.152	
												TASA INTERNA DE RETORNO [TIR]			43,99%	
												RELACION BENEFICIO/COSTO [B/C]			1,35	
												RETORNO ECONOMICO			2.390.186	
												RECUPERACION DE LA INVERSION EN AÑOS			1	

Anexo G.5: Presupuesto Beneficio/Costo con multas de los dos Alimentadores Cananvalle 1 y 2.

EMPRESA ELECTRIC REGIONAL NORTE S.A.																												
DIRECCION DE PLANIFICACION																												
ESTUDIOS ELECTRICOS																												
PROYECTO: ALIMENTADORES CANANVALLE 1 Y 2																												
EVALUACION ECONOMICA																												
DATOS BASICOS																												
Tasa de Actualización				VALOR	UNIDAD	INVERSION																						
Costo de Impacto Social				12,00	%	ALIMENTADOR											527.123	[USD]										
Costo de Energía no Suministrada				-	[\$SU/kWh]	-																						
Costo de generación				3,26	[\$SU/kWh]	-																						
Costo de transmisión				0,69	[\$SU/kWh]	-																						
Costo de distribución				5,59	[\$SU/kWh]	-																						
Costo de Comercialización				2,15	[\$SU/kWh]	-																						
Precio medio de la energía				10,15	[\$SU/kWh]	-																						
Reducción de Pérd. en el sistema				29,0	%	-																						
Total																	527.123	[USD]										
Operación y Mantenimiento:																	30.000	[USD]										
Número de abonados nuevos																	-	[USD]	Cons. abonado	180 kWh/mes								
Número de abonados antiguos																	1193	[USD]	Cons. abonado	250 kWh/mes								
CALCULO DE ENERGIA [kWh]																	EGRESOS [USD]				INGRESOS [USD]			BENEFICIOS NETOS		VALORES ACTUALIZADOS		
AÑO	CONSUMO	PÉRDIDAS DE ENERGÍA	ENERGÍA ADICIONAL POR AHORRO EN PÉRDIDAS	INVERSION	MULTAS	COMPRA DE ENERGÍA	O&M	TOTAL	VENTA DE ENERGÍA	BENEFICIO SOCIAL	TOTAL																	
-3																												
-2																												
-1																												
0				527.123				527.123																				
1	3.579.000	210.906	1.037.910		15.760	203.372	30.009	249.141	468.616	-	468.616	-527.123	527.123	219.475	222.448	418.407	195.960											
2	3.686.370	226.075	1.069.047		15.760	210.127	30.018	255.905	482.675	-	482.675	226.770	204.006	384.785	384.785	180.779	166.732											
3	3.796.961	242.200	1.101.119		15.760	217.121	30.027	262.908	497.155	-	497.155	234.247	187.133	353.865	353.865	153.742	153.742											
4	3.910.870	259.236	1.134.152		15.760	224.357	30.036	270.153	512.070	-	512.070	241.917	171.687	325.430	325.430	299.279	141.740											
5	4.028.196	277.093	1.169.177		15.760	231.833	30.045	277.638	527.432	-	527.432	249.794	157.539	299.279	299.279	141.740	141.740											
6	4.149.042	295.951	1.203.222		15.760	239.567	30.054	285.381	543.255	-	543.255	257.874	144.583	275.230	275.230	130.647	130.647											
7	4.273.513	315.675	1.239.319		15.760	247.555	30.063	293.378	559.552	-	559.552	266.174	132.710	253.113	253.113	120.404	120.404											
8	4.401.719	336.310	1.276.498		15.760	255.807	30.072	301.639	576.339	-	576.339	274.700	121.827	232.774	232.774	110.947	110.947											
9	4.533.770	357.811	1.314.793		15.760	264.325	30.081	310.166	593.629	-	593.629	283.463	111.849	214.069	214.069	102.220	102.220											
10	4.669.783	380.208	1.354.237		15.760	273.116	30.090	318.966	611.438	-	611.438	292.472	102.699	196.867	196.867	94.168	94.168											
11	4.809.877	403.636	1.394.864		15.760	282.198	30.099	328.057	629.781	-	629.781	301.724	94.309	181.047	181.047	86.738	86.738											
12	4.954.173	427.915	1.436.710		15.760	291.563	30.108	337.432	648.675	-	648.675	311.243	86.610	166.499	166.499	79.888	79.888											
13	5.102.798	453.106	1.479.811		15.760	301.223	30.117	347.100	668.135	-	668.135	321.034	79.546	153.119	153.119	73.573	73.573											
14	5.255.882	479.344	1.524.206		15.760	311.194	30.126	357.081	688.179	-	688.179	331.098	73.066	140.815	140.815	67.749	67.749											
15	5.413.559	506.402	1.569.932		15.760	321.467	30.135	367.362	708.824	-	708.824	341.462	67.116	129.500	129.500	62.384	62.384											
16	5.575.965	534.249,3	1.617.030		15.760	332.046	30.144	377.951	730.089	-	730.089	352.138	61.652	119.093	119.093	57.441	57.441											
17	5.743.244	562.947,1	1.665.541		15.760	342.944	30.153	388.857	751.992	-	751.992	363.134	56.635	109.523	109.523	52.888	52.888											
18	5.915.542	592.996,1	1.715.507		15.760	354.168	30.162	400.090	774.551	-	774.551	374.461	52.028	100.722	100.722	48.695	48.695											
19	6.093.008	622.938,0	1.766.972		15.760	365.729	30.171	411.661	797.788	-	797.788	386.127	47.797	92.629	92.629	44.832	44.832											
20	6.275.798	654.288,9	1.819.981		15.760	377.637	30.181	423.577	821.722	-	821.722	398.144	43.911	85.185	85.185	41.274	41.274											
21	6.464.072	686.583,2	1.874.581		15.760	389.902	30.190	435.851	846.373	-	846.373	410.522	40.342	79.340	79.340	37.998	37.998											
22	6.657.994	719.844,4	1.930.818		15.760	402.535	30.199	448.493	871.764	-	871.764	423.271	37.065	72.045	72.045	34.980	34.980											
23	6.857.734	754.104,7	1.988.743		15.760	415.547	30.208	461.514	897.917	-	897.917	436.403	34.054	66.255	66.255	32.201	32.201											
24	7.063.466	789.991,9	2.048.405		15.760	428.949	30.217	474.926	924.855	-	924.855	449.929	31.289	60.931	60.931	29.642	29.642											
25	7.275.370	825.738,4	2.109.857		15.760	442.753	30.226	488.739	952.601	-	952.601	463.861	28.749	56.035	56.035	27.286	27.286											
26	7.493.631	863.174,8	2.173.153		15.760	456.972	30.235	502.967	981.179	-	981.179	478.212	26.416	51.532	51.532	25.116	25.116											
27	7.718.440	901.734,6	2.238.348		15.760	471.617	30.244	517.621	1.010.614	-	1.010.614	492.993	24.273	47.391	47.391	23.118	23.118											
28	7.946.993	941.451,1	2.305.498		15.760	486.701	30.253	532.714	1.040.932	-	1.040.932	508.218	22.304	43.583	43.583	21.279	21.279											
29	8.198.493	982.359,1	2.374.863		15.760	502.238	30.262	548.260	1.072.160	-	1.072.160	523.900	20.496	40.081	40.081	19.585	19.585											
30	8.434.148	1024.494,3	2.445.903		15.760	518.241	30.271	564.273	1.104.325	-	1.104.325	540.053	18.834	36.860	36.860	18.026	18.026											
TOTAL																												
VALOR PRESENTE													3.030.095	4.785.005	1.764.911													
VAN													1.764.911															
TASA INTERNA DE RETORNO [TIR]													44,91%															
RELACION BENEFICIO/COSTO [B/C]													1,58															
RETORNO ECONOMICO													4.785.005															
RECUPERACION DE LA INVERSION EN AÑOS													4															

Anexo G.6: Presupuesto Beneficio/Costo sin multas de los dos Alimentadores Cananvalle 1 y 2.

EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE S.A.															
DIRECCION DE PLANIFICACION															
ESTUDIOS ELECTRICOS															
PROYECTO: ALIMENTADORES CANANVALLE 1 Y 2															
EVALUACION ECONOMICA															
DATOS BASICOS		VALOR	UNIDAD	INVERSION											
Tasa de Actualización		12,00	%	ALIMENTADOR				527.123 [USD]							
Costo de Impacto Social		-	[\$SU/kWh]												
Costo de Energía no Suministrada		-	[\$SU/kWh]												
Costo de generación		3,26	[\$SU/kWh]												
Costo de transmisión		0,09	[\$SU/kWh]												
Costo de distribución		5,59	[\$SU/kWh]												
Costo de Comercialización		2,15	[\$SU/kWh]												
Precio medio de la energía		10,15	[\$SU/kWh]												
Reducción de Pérd. en el sistema		29,0	%												
				Operación y Mantenimiento:				30.000 [USD]							
				Número de abonados nuevos				- [USD]				Cons. abonado 180 kWh/mes			
				Número de abonados antiguos				1193 [USD]				Cons. abonado 250 kWh/mes			
AÑO	CALCULO DE ENERGIA (kWh)			EGRESOS [USD]					INGRESOS [USD]			BENEFICIOS NETOS	VALORES ACTUALIZADOS		
	CONSUMO	PÉRDIDAS DE ENERGIA	ENERGIA ADICIONAL POR AHORRO EN PÉRDIDAS	INVERSION	MULTAS	COMPRA DE ENERGIA	OM	TOTAL	VENTA DE ENERGIA	BENEFICIO SOCIAL	TOTAL		COSTOS	BENEFICIOS	B. NETOS
-3															
-2															
-1															
0				527.123				527.123							
1	3.579.000	210.906	1.037.910		7.880	203.372	30.009	241.261	468.616	-	468.616	-527.123	527.123	418.407	-527.123
2	3.686.370	226.075	1.069.047		7.880	210.127	30.018	248.025	482.675	-	482.675	227.355	215.412	384.785	202.995
3	3.796.961	242.200	1.101.119		7.880	217.121	30.027	255.028	497.155	-	497.155	234.650	197.724	353.865	172.341
4	3.910.870	259.236	1.134.152		7.880	224.357	30.036	262.273	512.070	-	512.070	249.797	181.524	325.430	158.750
5	4.028.196	277.093	1.168.177		7.880	231.833	30.045	269.758	527.432	-	527.432	257.674	153.068	299.279	146.211
6	4.149.042	295.951	1.203.222		7.880	239.567	30.054	277.501	543.255	-	543.255	265.754	140.591	275.230	134.639
7	4.273.513	315.675	1.239.319		7.880	247.555	30.063	285.498	559.552	-	559.552	274.054	129.145	253.113	123.968
8	4.401.719	336.310	1.276.498		7.880	255.807	30.072	293.759	576.339	-	576.339	282.580	118.644	232.774	114.129
9	4.533.770	357.811	1.314.793		7.880	264.325	30.081	302.286	593.629	-	593.629	291.343	109.007	214.069	105.061
10	4.669.783	380.208	1.354.237		7.880	273.116	30.090	311.086	611.438	-	611.438	300.352	100.161	196.867	96.705
11	4.809.877	403.636	1.394.864		7.880	282.198	30.099	320.177	629.781	-	629.781	309.604	92.043	181.047	89.004
12	4.954.173	427.915	1.436.710		7.880	291.563	30.108	329.552	648.675	-	648.675	319.123	84.588	166.499	81.911
13	5.102.798	453.106	1.479.811		7.880	301.223	30.117	339.220	668.135	-	668.135	328.914	77.741	153.119	75.379
14	5.255.882	479.344	1.524.206		7.880	311.194	30.126	349.201	688.179	-	688.179	338.978	71.453	140.815	69.362
15	5.413.559	506.402	1.569.932		7.880	321.467	30.135	359.482	708.824	-	708.824	349.342	65.676	129.500	63.823
16	5.575.965	534.249,3	1.617.030		7.880	332.046	30.144	370.071	730.089	-	730.089	360.018	60.367	119.093	58.727
17	5.743.244	562.947,1	1.665.541		7.880	342.944	30.153	380.977	751.992	-	751.992	371.014	55.487	109.523	54.036
18	5.915.542	592.496,1	1.715.507		7.880	354.168	30.162	392.210	774.551	-	774.551	382.341	51.003	100.722	49.719
19	6.093.008	622.938,0	1.766.972		7.880	365.729	30.171	403.781	797.788	-	797.788	394.007	46.882	92.629	45.747
20	6.275.798	654.288,9	1.819.981		7.880	377.637	30.181	415.897	821.722	-	821.722	406.024	43.094	85.185	42.001
21	6.464.072	686.583,2	1.874.581		7.880	389.902	30.190	427.971	846.373	-	846.373	418.402	39.613	78.340	38.727
22	6.657.994	719.844,4	1.930.818		7.880	402.535	30.199	440.613	871.764	-	871.764	431.151	36.413	72.045	35.631
23	6.857.734	754.104,7	1.988.743		7.880	415.547	30.208	453.634	897.917	-	897.917	444.283	33.473	66.255	32.783
24	7.063.466	789.931,9	2.048.405		7.880	428.949	30.217	467.046	924.855	-	924.855	457.809	30.770	60.931	30.161
25	7.275.370	825.738,4	2.109.857		7.880	442.753	30.226	480.859	952.601	-	952.601	471.741	28.286	56.035	27.749
26	7.493.631	863.174,8	2.173.153		7.880	456.972	30.235	495.087	981.179	-	981.179	486.092	26.002	51.532	25.530
27	7.718.440	901.734,6	2.238.348		7.880	471.617	30.244	509.741	1.010.614	-	1.010.614	500.873	23.904	47.391	23.488
28	7.949.993	941.451,1	2.305.498		7.880	486.701	30.253	524.834	1.040.932	-	1.040.932	516.098	21.974	43.583	21.609
29	8.188.493	982.359,1	2.374.663		7.880	502.238	30.262	540.380	1.072.160	-	1.072.160	531.780	20.201	40.081	19.880
30	8.434.148	1024.494,3	2.445.903		7.880	518.241	30.271	556.393	1.104.325	-	1.104.325	547.933	18.571	36.860	18.289
TOTAL												VALOR PRESENTE	2.966.620	4.785.005	1.818.386
												VAN			1.818.386
												TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)			46,30%
												RELACION BENEFICIO/COSTO (B/C)			1,61
												RETORNO ECONOMICO			4.785.005
												RECUPERACION DE LA INVERSION EN AÑOS			4

Anexo H: Índices de calidad de servicio eléctrico

Anexo H.1: Índices de calidad de servicio eléctrico del Alimentador Z4.

INDICES DE CALIDAD DE SERVICIO ALIMENTADOR Z4 DE LA SUBESTACIÓN LA ESPERANZA										
Indicador de mantenimiento o falla	Etapa funcional e la que se presenta la falla	Ubicación	Coordenadas		Alimentador afectado	Nivel de tensión kv	Causas de interrupción	Descripción de la interrupción	FMIK	TTIK
			X	Y						
Falla	Distribución	Z4P357	810728	9990726	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002789	0,044751
Falla	Distribución	Z4P774	814964	9996253,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	1,000000	0,055833
Falla	Distribución	Z4P2677	818548	9994151	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001674	0,005089
Falla	Distribución	Z4P627	814921	9997288	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	CLIMATICAS	Viento Fuerte	1,000000	0,063000
Falla	Distribución	Z4P2677	818548	9994151	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001674	0,001788
Falla	Distribución	Z4P2583	818644,5	9991256,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001116	0,009067
Falla	Distribución	Z4P1978	815523	9988918,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002789	0,027166
Falla	Distribución	Z4P3016	811714,5	9990396,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002789	0,009112
Falla	Distribución	Z4P3650	819328	9993997	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001116	0,000245
Falla	Distribución	Z4P990	816046	9994717	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001674	0,003040
Falla	Distribución	Z4P5282	823147,5	9988368	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001116	0,002046
Mantenimiento	Distribución				0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	AMPLIACIONES Y MEJORAS	Cambio de estructuras	0,010600	0,039749
Falla	Distribución	Z4P774	814963,5	9996253	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	CLIMATICAS	Topa de líneas de MT	1,000000	0,367290
Falla	Distribución	Z4P596	813176,5	9998907,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001674	0,001523
Falla	Distribución	Z4P596	813176,5	9998907,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	1,000000	3,239722
Falla	Distribución	Z4P611	813492,5	9998899	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001116	0,000507
Falla	Distribución	Z4P513	810909	9997074,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001116	0,004673
Falla	Distribución	Z4P611	813492,5	9998899	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001116	0,000925
Falla	Distribución	Z4P3469	813459	9998970	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,046505	0,031003
Falla	Distribución	Z4P5720	805478	10001834	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002785	0,005788
Falla	Distribución	Z4P596	813176,5	9998907,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001671	0,006488
Falla	Distribución	Z4P1607	813348,5	9990925	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001114	0,002014
Falla	Distribución	Z4P1104	815335,5	9993100,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,008334	0,137499
Falla	Distribución	Z4P1456	813333,5	9992943,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	1,000000	0,146389
Falla	Distribución	Acequia Pérez	809442,5	10033978	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	CLIMATICAS	Ramas llevadas por el viento.	1,000000	0,083333
Falla	Distribución	Z4P3197	816988	9998690,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,005493	0,061338
Falla	Distribución	Z4P3078	818036,5	9990985	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001099	0,002417
Falla	Distribución	Z4P2884	819168	9990794	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001648	0,002197
Falla	Distribución	Z4P426	811625	10000444	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,010437	0,008193
Falla	Distribución	Z4P108	806710	10002286	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001099	0,001064
Falla	Distribución	Z4P3513	813831	9999055,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,004120	0,003658
Falla	Distribución	Z4P112	815148	9993013,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,008239	0,038176
Falla	Distribución	Z4P68	806894	10003660	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001648	0,001111
Falla	Distribución	Z4P3513	813831	9999056	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,004120	0,005150
Mantenimiento	Distribución				0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	AMPLIACIONES Y MEJORAS	Cambio de elementos de red	0,002746	0,004774
Falla	Distribución	S/E Transmisión Pomasqui	784950,59	9994089,74	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	Transmisión/Generación	Alteraciones técnicas en voltaje	1,000000	0,133333
Falla	Distribución	Z4P1104	815335,5	9993100	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,008239	0,012085
Falla	Distribución	Z4P3194	816758	9998774	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,028014	0,17478
Falla	Distribución	Z4P698	816231	9998393	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,016479	0,112332
Falla	Distribución	Z4P3176	816815,5	9998518	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,026366	0,052191
Falla	Distribución	Z4P2702	819122,5	9994637	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001648	0,006397
Falla	Distribución	Z4P440	812654,5	9994959	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,000549	0,000482
Falla	Distribución	Z4P658	814974	9997260,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,732766	4,665425
Falla	Distribución	Z4P358	810728	10000726	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002746	0,029356
Falla	Distribución	Z4P5720	805478	10001834,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002746	0,008684
Falla	Distribución	Z4P3148	814394	9998511	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,057676	1,40410
Falla	Distribución	Z4P990	816046	9994715	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001648	0,006317
Falla	Distribución	Z4P623	813770,5	9998085	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,008239	0,027877
Falla	Distribución	Z4P990	816046	9994715	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001648	0,006482
Falla	Distribución	Z4P611	813493	9998895,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001099	0,002930
Falla	Distribución	Z4P1510	812489,5	9992904,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001099	0,002289
Falla	Distribución	Z4P5720	805478	10001834,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002746	0,021835
Mantenimiento	Distribución				0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	MANTENIMIENTO	Cambio de elementos de red	0,001648	0,002358
Falla	Distribución	Z4P1228	815327,5	9992872,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,008239	0,006978
Falla	Distribución	S/E Otavalo	803830,5876	10025174,65	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	CLIMATICAS	Se abre el interruptor de 69kV Cayambe	1,000000	0,137278
Falla	Distribución	Z4P3135	814726,5	9998103	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,029997	0,119031
Falla	Distribución	Z4P3543	814299	9999839,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,003272	0,004800
Falla	Distribución	Z4P273	809710	10000113,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001091	0,001673
Falla	Distribución	Z4P3739	805416,5	10002648,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,004263	0,012726
Falla	Distribución	Z4P3148	814392,5	9998509	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,057268	0,228116
Falla	Distribución	Z4P1816	816520	9990272	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001091	0,007690
Falla	Distribución	Z4P3497	813544,5	9999400,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001091	0,000891
Falla	Distribución	Z4P3672	814718,5	1000574	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,018271	0,03524
Falla	Distribución	Z4P1347	815016,5	9992187	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001636	0,003054
Mantenimiento	Distribución				0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	MANTENIMIENTO	Mantenimiento anual programado de la S/E	1,000000	3,678889
Falla	Distribución	C-225	811126	10003523	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	AMBIENTALES	Ramas de árboles sobre la red	1,000000	1,357778
Falla	Distribución	Z4P3241	817552,5	9999278	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001601	0,002375
Falla	Distribución	Z4P5161	821124	9999123	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001648	0,001741
Falla	Distribución	Z4P3016	817174,5	9990396,5	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002669	0,008852
Falla	Distribución	Z4P2366	816694	9988545,068	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,001601	0,005177
Falla	Distribución	Z4P383	810664	10001195	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,001601	0,004137
Falla	Distribución	Z4P880	815214	9993709	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,017080	0,042701
Falla	Distribución	Z4P1242	815584	9992160	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,046437	0,094422
Falla	Distribución	Z4P2116	814922	9998926	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,015479	0,050923
Falla	Distribución	Z4P217	818689	9989443	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,100347	0,389681
Falla	Distribución	Z4P2499	819114	9989348	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,001601	0,004083
Falla	Distribución	Z4P2499	819115	9989348	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,001601	0,005604
Falla	Distribución	Z4P956	816756	9994207	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,001601	0,009528
Falla	Distribución	Z4P880	815215	9993709	0104 (La Esperanza Alimentador 4)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red en mal estado	0,008527	0,018074
TOTAL									11,356326	15,497429

Anexo H.2: Índices de calidad de servicio eléctrico del Alimentador Z3.

INDICES DE CALIDAD DE SERVICIO ALIMENTADOR Z3 DE LA SUBESTACIÓN LA ESPERANZA										
Indicador de mantenimiento o falla	Etapa funcional e la que se presento la falla	Ubicación	Coordenadas		Alimentador afectado	Nivel de tensión kV	Causas de Interrupción	Descripción de la interrupción	FMIK	TTIK
			X	Y						
Falla	Distribución	Z3P1527	810352	10005049	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	CLIMATICAS	Descargas Atmosfericas (Rayos)	1,000000	0,151111
Falla	Distribución	Z3P1155	812778,5	10006658,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001865	0,007118
Falla	Distribución	Z3P561	811865	10003300	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001798	0,000943
Falla	Distribución	Z3P561	811865	10003300	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001798	0,006683
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	AMPLIACIONES Y MEJORAS	Cambio de estructuras	0,039856	0,106283
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	AMPLIACIONES Y MEJORAS	Cambio de conductores	0,001798	0,005430
Falla	Distribución	Z3P1114	812973	10005921	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,061432	0,037303
Falla	Distribución	Z3P177	808065,5	10002512,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,018580	0,035931
Falla	Distribución	Z3P374	811369	10005106,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	CLIMATICAS	Topo de líneas de MT	1,074318	0,970169
Falla	Distribución	Z3P128	808134,5	10003116,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002997	0,003998
Falla	Distribución	Z3P1114	812973	10005921	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,061432	0,142318
Falla	Distribución	Z3P3437	815745	9998300,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,044951	0,046449
Falla	Distribución	Acequia Pérez	809442,5	10033978	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	CLIMATICAS	Ramas llevadas por el viento sobre las líneas de AT	1,000000	0,083333
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	AMPLIACIONES Y MEJORAS	Extensión de red	0,002997	0,001710
Falla	Distribución	Z3P296	809110	10004984,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	CLIMATICAS	Viento Fuerte	1,000000	0,343056
Falla	Distribución	Z3P589	811934	10005094	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,694336	0,231445
Falla	Distribución	Z3P1548	810130	10004641	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001798	0,000623
Falla	Distribución	Z3P374	811369	10005106	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,087803	0,272191
Falla	Transmisión	ansmisión Por	784950,59	9994089,74	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	Transmisión/Generación	Alteraciones técnicas.	1,000000	0,133333
Falla	Distribución	Z3P1132	813041,5	10006510	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002997	0,003646
Falla	Distribución	Z3P13	806610,5	10003755,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	AMBIENTALES	Cometa enredada en la línea de MT	1,000000	1,812500
Falla	Distribución	Z3P1155	812778,5	10006658,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001798	0,004105
Falla	Distribución	Z3P128	808134,5	10003117,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002997	0,011837
Falla	Distribución	Z3P696	812345	10005035,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002997	0,004195
Falla	Distribución	Z3P1012	813276	10005339	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002997	0,005090
Falla	Distribución	Z3P1058	813670,5	10005032	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,008974	0,024649
Falla	Distribución	Z3P374	811369,5	10005107,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001197	0,006302
Falla	Distribución	Z3P1132	813041,5	10006510	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002997	0,005285
Falla	Distribución	Z3P5051	810073,5	10004922,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001795	0,007179
Falla	Distribución	Z3P764	812325	10005591,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,005983	0,003490
Falla	Distribución	Z3P4311	813010,5	10004204,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001795	0,003709
Falla	Distribución	Z3P392	811459	10004400	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,087646	0,525875
Falla	Distribución	S/E Otavalo	803830,5876	10025174,65	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	CLIMATICAS	Se abre el interruptor de 69kV	1,000000	0,137778
Falla	Distribución	Z3P13	806610,5	10003755,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,002195	0,003256
Falla	Distribución	Z3P589	811934	10005093,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,489572	5,320015
Falla	Distribución	Z3P1	806531,3988	10003178,58	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	1,000000	0,052222
Falla	Distribución	Z3P822	813158	10003982	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,484449	1,324161
Falla	Distribución	Z3P492	811469	10005011	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,025613	0,057202
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	MANTENIMIENTO	Mantenimiento anual programado de la S/E	1,000000	3,678889
Falla	Distribución	C-225	811126	10003523	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	AMBIENTALES	Ramas de árboles sobre la red	1,000000	1,357778
Falla	Distribución	Z3P974	812969,5	10005072,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,620853	0,310082
Falla	Distribución	Z3P974	812969,5	10005072,5	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,620853	0,086575
Falla	Distribución	Z3P1114	812973	10005921	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red	0,001458	0,001799
Falla	Distribución	Z3P561	811865	10003300	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,002187	0,002552
Falla	Distribución	Z3P1012	813276	10005339	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,003646	0,013732
Falla	Distribución	Z3P492	811469	10005010	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,003646	0,007777
Falla	Distribución	Z3P1012	813276	10005339	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	MANTENIMIENTO	Programadas para mantenimiento Preventivo	0,003646	0,003463
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	MANTENIMIENTO	Programadas para mantenimiento Preventivo	0,030915	0,199402
Mantenimiento	Distribución	Z3P1008	813179	10005068	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Falla en operación de equipamientos	0,025520	0,025094
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	MANTENIMIENTO	Falla en operación de equipamientos	0,007291	0,011058
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	MANTENIMIENTO	Programadas para mantenimiento Preventivo	0,002187	0,002755
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	AMPLIACIONES Y MEJORAS	Programadas por mejoras o remodelaciones de las redes.	0,025520	0,119219
Falla	Distribución	Z3P799	812955	10004296	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red en mal estado	0,032446	0,113562
Falla	Distribución	Z3P177	808065	10002512	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red en mal estado	0,002187	0,006343
Falla	Distribución	Z3P13	806610	10003755	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	AMBIENTALES	Ramas de árboles sobre la red	0,284360	1,396130
Falla	Distribución	Z3P767	812668	10005079	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red en mal estado	0,006562	0,001641
Falla	Distribución	Z3P980	813029	10005071	0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red en mal estado	0,001458	0,004982
Mantenimiento					0103 (La Esperanza Alimentador 3)	13,8	RED DE ALTO, MEDIO Y BAJO VOLTAJE	Cambio de elementos de red en mal estado	0,003646	0,005590
TOTAL									13,902130	19,240347