



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO TÉCNICO Y
PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES EN EL ALIMENTADOR
LATAACUNGA SUR, (52C8-L4) DE LA EMPRESA ELÉCTRICA
PROVINCIAL COTOPAXI S.A. 2010”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

AUTORES: CASA LEMA CÉSAR DAVID.
TELLO ROBAYO SEGUNDO ÁNGEL.

DIRECTOR DE TESIS: ING. ELÉC. MARCELO BARRERA.

ASESOR METODOLÓGICO: MSC. BOLÍVAR VACA.

LATAACUNGA – ECUADOR
OCTUBRE 2011

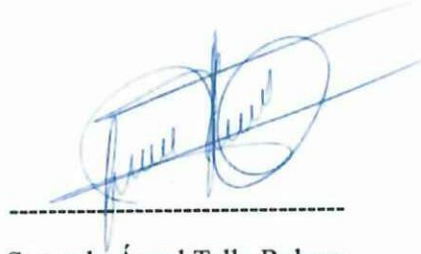
AUTORIA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación es propiedad y de exclusiva responsabilidad de sus autores, lo que incluye su autenticidad y originalidad. La información citada o presentada tiene y se respeta sus Derechos Reservados de Autoría.



César David Casa Lema

C.I. 050315695-2



Segundo Ángel Tello Robayo

C.I. 050222145-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
Latacunga – Ecuador

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con lo estipulado en el Artículo 26, Literal h) del Reglamento de Graduación en el Nivel de Pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi, **CERTIFICO**, que los señores Casa Lema César David y Segundo Ángel Tello Robayo, egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia CIYA, desarrollaron el trabajo de investigación de grado, de acuerdo a los planteamientos formulados en el Proyecto de Tesis, asesoría y dirección correspondiente.

En virtud de lo antes expuesto considero que está habilitado para presentarse al acto de defensa de tesis, cuyo tema es: “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO TÉCNICO Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR, (52C8-L4) DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. 2010”.

Atentamente.

Ing. Eléc. Marcelo Barrera
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

En calidad de Ingeniero Eléctrico de la Unidad Centro de Información para Estudios Técnicos (CIETEC), como coordinador del tema de tesis **“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO TÉCNICO Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR, (52C8-L4) DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. 2010”**, me permito indicar que fue desarrollado y concluido por los señores Casa Lema César David y Tello Robayo Segundo Ángel, egresados de la Carrera en Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia CIYA – UTC.

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

Atentamente.



.....
Ing. Eléc. Julio Esparza
INGENIERO DE LA UNIDAD CIETEC



DEDICATORIA

Dedicado a Dios, a mis Padres José Rafael Casa y María Ángela Lema por el constante apoyo, esfuerzo, amor y paciencia que han dado para mi desarrollo personal y académico, quienes con sus enseñanzas han inculcado en mí los mejores valores de la vida.

A mis seres queridos, Blanca, Lucila, Miguel, JuanCarlos, Miriam, Franklin, Marina Martha, Nelson, Timoteo, especialmente a mis hermanos Germánico y Fernando por encontrarse presentes en los momentos más difíciles de mi vida; que siempre estuvieron a mi lado brindándome su comprensión e incondicional apoyo.

A mis mejores amigos, por la alegría y compañía; por los momentos compartidos juntos, esperando algún día ser digno motivo de orgullo, como ustedes siempre lo han sido y lo serán para mí.

cd/cl

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, a mi hijo Isaac y a mi querida esposa Nancy por el constante apoyo, esfuerzo, amor y sobre todo la paciencia y comprensión que me han tenido para mi desarrollo personal y académico.

A mis queridos padres Mario y Martha por encontrarse presentes en los momentos más difíciles de mi vida y siempre estuvieron pendientes y brindándome su comprensión y cariño.

A mis queridos hermanos Amada, Edgar, Azucena, María por brindarme la fuerza y comprensión que necesitaba, a mis queridos sobrinos Stalin, Paul, Joselyn, Mayarí porque con sus caricias y juegos de niños me han dado el valor para seguir adelante.

A mis mejores amigos, por compartir la experiencia y sabiduría de cada uno.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por otorgarnos el don de la vida y la salud para disfrutarla durante todo este tiempo.

Por su valiosa colaboración, al;

Dr. Edgar Jiménez. Presidente Ejecutivo ELEPCO S.A.

Ing. Eléc. Ricardo Paucar.

Ing. Eléc. Julio Esparza.

Ing. Eléc. Santiago Medina.

Ing. Eléc. Iván Naranjo.

Ing. Eléc. Marcelo Barrera.

Ing. Eléc. Franklin Melo.

Ing. Eléc. Klever Mayorga.

Ing. Eléc. Omar Montaguano.

Ing. Eléc. Carlos Molina.

M.SC. Bolívar Vaca.

M.SC. Hugo Armas.

Personal CIETEC-ELEPCO.S.A.

Por transmitir de sus conocimientos y experiencias en beneficio de nuestra formación académica.

Gracias...

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PORTADA.....	I
AUTORÍA.....	II
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN ELEPCOSA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
ÍNDICE DE CUADROS.....	XVI
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
CERTIFICACIÓN ABSTRACT.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	XXI

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1	Sistemas de redes eléctricas de distribución.....	1
1.1.1	Introducción.....	1
1.1.2	Definición de redes eléctricas distribución.....	2
1.1.2.1	Descripción del sistema eléctrico de distribución.....	3
1.1.2.2	Subestación de Distribución El Calvario.....	4
1.1.3	Elementos de redes eléctricas de distribución.....	5
1.1.3.1	Red eléctrica primaria de distribución.....	6
1.1.3.2	Red eléctrica secundaria de distribución.....	6
1.1.3.3	Transformadores de distribución.....	7

1.1.3.4	Acometidas.....	11
1.1.4	Características de las redes eléctricas de distribución.....	11
1.2	Levantamiento de datos.....	12
1.2.1	Introducción.....	12
1.2.2	Georeferenciación.....	12
1.2.2.1	Componentes del sistema eléctrico de distribución.....	14
1.2.2.2	Configuración actual del sistema eléctrico de distribución.....	16
1.3	Calidad de servicio técnico.....	18
1.3.1	Introducción.....	18
1.3.2	Interrupciones.....	18
1.3.3	Identificación de las interrupciones.....	19
1.3.4	Clasificación de las interrupciones.....	19
1.3.4.1	Por su duración.....	19
1.3.4.2	Por su origen.....	20
1.3.4.3	Por su causa.....	20
1.3.4.4	Por el voltaje nominal.....	20
1.3.5	Control del Servicio Técnico en la Subetapa 1.....	21
1.3.5.1	Índices de calidad para las interrupciones.....	21
1.3.5.1.1	Frecuencia Media de Interrupción por KVA, FMIK.....	22
1.3.5.1.2	Tiempo Total de Interrupción por KVA, TTIK.....	22
1.3.5.2	Registros.....	23
1.3.5.3	Límites.....	23
1.3.5.4	Cálculo de la Energía No Suministrada.....	23
1.3.6	Control del Servicio Técnico en la Subetapa 2.....	25
1.3.6.1	Índices de calidad para las interrupciones.....	25
1.3.6.1.1	Frecuencia de Interrupciones por número de consumidores (FAIc).....	25
1.3.6.1.2	Duración de las Interrupciones por Consumidor(DAIc).....	26
1.3.6.2	Registro.....	26
1.3.6.3	Límites.....	27
1.3.6.4	Cálculo de la Energía No Suministrada.....	27
1.4	Potencia/consumidores (carga).....	29

1.4.1	Clientes Industriales.....	29
1.4.2	Clientes Comerciales.....	29
1.4.3	Clientes Residenciales.....	29
1.5	Sistemas de protección y seccionamiento.....	30
1.5.1	Introducción.....	30
1.5.2	Configuración actual del sistema de protecciones del alimentador Latacunga Sur.....	30
1.5.3	Tipos de protecciones y seccionamiento.....	33
1.5.3.1	Cualidades de un Sistema de Protección.....	33
1.5.3.2	Objetivos de las protecciones.....	33
1.5.3.3	Fusibles.....	34
1.5.3.3.1	Características de Fusión (Prearco) Tiempo–Corriente del Hilo Fusible Tipo T.....	35
1.5.3.4	Selección de equipos de protección, seccionamiento y su coordinación.....	36
1.5.3.4.1	Selección de fusibles para los transformadores de distribución...36	
1.5.3.4.2	Selección de fusibles para las redes eléctricas de distribución...39	

CAPÍTULO II

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1	Aspectos generales de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.....	43
2.1.1	Antecedentes históricos.....	43
2.1.2	Área de concesión.....	46
2.1.3	Descripción de las S/E existentes en ELEPCO S.A.....	47
2.1.4	Misión.....	47
2.1.5	Visión.....	48
2.1.6	Valores Institucionales.....	48
2.1.7	Principios Fundamentales.....	48
2.1.8	Principales debilidades.....	49

2.1.9	Plan estratégico.....	49
2.2	Interpretación y análisis de resultados.....	50
2.2.1	Entrevista.....	50
2.2.1.1	Guía de entrevista.....	51
2.2.1.2	Resultado.....	51
2.2.2	Encuesta.....	52
2.2.2.1	Ficha de encuesta.....	52
2.2.2.2	Análisis de los resultados por pregunta aplicada a clientes.....	52
2.3	Verificación de la hipótesis.....	61
	CONCLUSIONES.....	62
	RECOMENDACIONES.....	64

CAPÍTULO III

3.1	PROPUESTA FACTIBLE.....	66
-----	-------------------------	----

Utilizando los paquetes computacionales, realizar el estudio de la Calidad de Servicio Técnico, para dar soluciones y mejorar el sistema eléctrico de distribución del Alimentador Latacunga Sur, (52C8-14)

3.2	Presentación.....	66
3.3	Justificación.....	67
3.4	Objetivos.....	68
3.4.1	General.....	68
3.4.2	Específicos.....	68
3.4.3	Objetivo del Sector Eléctrico.....	68
3.5	Modelación digital.....	69
3.5.1	Descripción de los paquetes computacionales.....	69
3.6	Desarrollo de la propuesta.....	74
3.6.1	Levantamiento de datos y georeferenciación del alimentador LatacungaSur 52C8-L4.....	74

3.6.1.1	Procedimiento.....	74
3.6.1.2	Tipos de transformadores de distribución.....	78
3.6.1.2.1	Convencionales trifásicos.....	78
3.6.1.2.2	Convencionales monofásicos.....	78
3.6.1.2.3	Autoprotegidos monofásicos.....	79
3.6.1.3	Tipos de clientes/cargas.....	79
3.6.1.3.1	Industriales.....	79
3.6.1.3.2	Comerciales.....	79
3.6.1.3.3	Residenciales.....	80
3.6.2	Análisis técnico de las interrupciones de frecuencia y duración, Seanestros, programadas y no programadas del alimentador Latacunga Sur.....	80
3.6.2.1	Control del Servicio Técnico en la Subetapa 1.....	81
3.6.2.1.1	Cálculo de la interrupción programada y no programada en medio voltaje.....	81
3.6.2.1.1.1	Frecuencia Media de Interrupción por KVA(FMIK).....	81
3.6.2.1.1.2	Tiempo Total de Interrupción por KVA(TTIK).....	82
3.6.2.2	Control del Servicio Técnico en la Subetapa 2.....	84
3.6.2.2.1	Cálculo de la interrupción programada y no programada de Usuarios en medio voltaje.....	84
3.6.2.2.1.1	Frecuencia de Interrupciones por número de consumidores (FAIc).....	84
3.6.2.2.1.2	Duración de las Interrupciones por Consumidor (DAIc).....	85
3.6.2.2.2	Cálculo de la interrupción programada y no programada de usuarios en bajo voltaje.....	87
3.6.2.2.2.1	Frecuencia de Interrupciones por número de consumidores (FAIc).....	87
3.6.2.2.2.2	Duración de las Interrupciones por Consumidor (DAIc).....	87
3.6.2.2.2.3	Cálculo de la Energía No Suministrada.....	89
3.6.3	Balance de las cargas en todo el trayecto del alimentador	

	Latacunga Sur.....	91
3.6.3.1	Migración del alimentador Latacunga Sur al programa CYMDIST.....	91
3.6.3.2	Análisis actual para el balance de cargas del alimentador Latacunga Sur 52C8-L4.....	93
3.6.3.3	Análisis proyectado del balance de cargas del alimentador LatacungaSur 52C8-L4.....	95
3.6.4	Alternativas y medidas de mejoramiento en el suministro de la energía eléctrica.....	99
3.6.4.1	Balance de Cargas.....	99
3.6.4.2	Selección de fusibles para la coordinación de Protecciones.....	100
3.6.4.2.1	Selección y coordinación de fusibles ramal 1.....	102
3.6.4.2.1.1	Resultado.....	103
3.6.4.2.2	Selección y coordinación de fusibles ramal 2.....	103
3.6.4.2.2.1	Resultado.....	103
3.6.4.2.3	Selección y coordinación de fusibles ramal 3.....	104
3.6.4.2.3.1	Resultado.....	104
3.6.4.2.4	Selección y coordinación de fusibles ramal 4.....	105
3.6.4.2.4.1	Resultado.....	105
3.6.4.2.5	Selección y coordinación de fusibles ramal 5.....	105
3.6.4.2.5.1	Resultado.....	105
3.6.4.2.6	Selección y coordinación de fusibles ramal 6.....	106
3.6.4.2.6.1	Resultado.....	106
3.6.4.2.7	Selección y coordinación de fusibles ramal 7.....	106
3.6.4.2.7.1	Resultado.....	107
3.6.4.2.8	Selección y coordinación de fusibles ramal 8.....	107
3.6.4.2.8.1	Resultado.....	107
3.6.4.2.9	Selección y coordinación de fusibles ramal 9.....	108
3.6.4.2.9.1	Resultado.....	108
3.6.4.2.10	Selección y coordinación de fusibles ramal 10.....	108
3.6.4.2.10.1	Resultado.....	108
3.6.4.2.10	Selección y coordinación de fusibles ramal 11.....	109

3.6.4.2.11.1	Resultado.....	109
3.6.4.2.12	Selección y coordinación de fusibles ramal 12.....	109
3.6.4.2.12.1	Resultado.....	110
3.6.4.2.13	Selección y coordinación de fusibles ramal 13.....	110
3.6.4.2.13.1	Resultado.....	110
3.6.4.2.14	Selección y coordinación de fusibles ramal 14.....	111
3.6.4.2.14.1	Resultado.....	111
3.6.4.2.15	Selección y coordinación de fusibles ramal 15.....	112
3.6.4.2.15.1	Resultado.....	112
3.6.4.2.16	Selección y coordinación de fusibles ramal 16.....	112
3.6.4.2.16.1	Resultado.....	112
3.6.4.2.17	Coordinación ramal 17.....	113
3.6.4.2.17.1	Resultado.....	113
3.6.4.3	Redistribución de centros de transformación.....	116
3.6.4.3.1	Cálculo de la demanda de diseño actual de los Transformadores de distribución.....	117
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	122
	LISTA DE ANEXOS.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
1.1	Relé de protección de sobre corriente tipo ABB SPAJ 140C.....	31
1.2	Transformador de distribución protegido mediante seccionadores fusibles externos.....	37
1.3	Red eléctrica de distribución protegida por seccionador fusible con cámara de extinción.....	39
1.4	Red eléctrica de distribución protegida por seccionador fusible sin cámara de extinción.....	39
3.1	CYMTCC.....	70
3.2	AutoCAD.....	71

3.3	Microsoft Excel.....	72
3.4	Microsoft Word.....	73
3.5	GPS Trimble-Geoxt.....	74
3.6	Codificación de postes.....	75
3.7	Levantamiento de datos.....	76
3.8	Georeferenciación.....	76
3.9	Migración del diagrama unifilar al CYMDIST.....	92
3.10	Diagrama unifilar del alimentador Latacunga Sur en CYMDIST.....	92
3.11	Digitación de datos en CYMTCC para coordinación de protecciones...	101
3.12	Ejemplo de coordinación de protecciones.....	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
1.1	Diagrama esquematizado de un sistema eléctrico de potencia.....	3
1.2	Característica hipotética de temporización de un fusible.....	35
1.3	Circuito hipotético que muestra la protección por fusibles de una simple red eléctrica de distribución.....	40
1.4	Coordinación entre dos fusibles.....	41
2.1	Opciones en porcentaje, pregunta #1.....	53
2.2	Opciones en porcentaje, pregunta #2.....	54
2.3	Opciones en porcentaje, pregunta #3.....	55
2.4	Opciones en porcentaje, pregunta #4.....	56
2.5	Opciones en porcentaje, pregunta #5.....	57
2.6	Opciones en porcentaje, pregunta #6.....	58
2.7	Opciones en porcentaje, pregunta #7.....	59
2.8	Opciones en porcentaje, pregunta #8.....	60
3.1	Perfil de tensión actual del alimentador.....	94
3.2	Perfil de cargas actuales.....	94
3.3	Perfil de tensión del alimentador, análisis 1.....	96
3.4	Perfil de cargas, análisis 1.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
1.1	Calibre de conductores del alimentador Latacunga Sur.....	6
1.2	Longitud del alimentador Latacunga Sur.....	7
1.3	Transformadores instalados con servicio en el alimentador Latacunga Sur.....	9
1.4	Transformadores instalados sin energizar en el alimentador Latacunga Sur.....	10
1.5	Transformadores instalados energizados sin carga en el alimentador Latacunga Sur.....	10
1.6	Voltajes nominales de las líneas y capacidades de los transformadores...	17
1.7	Límites admisibles para la subetapa 1.....	23
1.8	Límites admisibles para la subetapa 2.....	27
1.9	Fusibles existentes tipo H-T para protección de transformadores de distribución.....	31
1.10	Fusibles existentes tipo H-T para protección de red eléctrica.....	32
1.11	Valores de corrientes contra tiempo en la curva de daño de los transformadores de distribución.....	38
1.12	Tabla hipotética para la coordinación de fusibles.....	42
2.1	Subestaciones de ELEPCO S.A.....	47
3.1	Datos para el cálculo de la demanda máxima proyectada.....	117

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA
1.1	Centrales de generación ELEPCO S.A.....	4
1.2	Código de estructuras de tensores.....	14
1.3	Código de estructuras de medio voltaje.....	15
1.4	Código de estructuras de bajo voltaje.....	16
2.1	Pregunta # 1, valoración de opciones.....	53
2.2	Pregunta # 2, valoración de opciones.....	54

2.3	Pregunta # 3, valoración de opciones.....	55
2.4	Pregunta # 4, valoración de opciones.....	56
2.5	Pregunta # 5, valoración de opciones.....	57
2.6	Pregunta # 6, valoración de opciones.....	58
2.7	Pregunta # 7, valoración de opciones.....	59
2.8	Pregunta # 8, valoración de opciones.....	60
3.1	Interrupciones programadas y no programadas en la subetapa 1, Anual.....	84
3.2	Índice total de clientes en bajo voltaje que sobrepasan los límites admisibles en la subetapa 2 mensual, interrupción no programada.....	88
3.3	Caída de tensión actual del alimentador.....	93
3.4	Cargas actuales aguas abajo.....	93
3.5	Caída de tensión del alimentador, análisis 1.....	95
3.6	Cargas aguas abajo, análisis 1.....	95
3.7	Caída de voltaje, análisis 9.....	99
3.8	Balance de cargas.....	100
3.9	Fusibles actuales para la coordinación de protecciones de las redes eléctricas de distribución.....	114
3.10	Transformadores de distribución sobrecargados, autoprotegidos monofásicos.....	119
3.11	Transformadores de distribución sobrecargados, convencional trifásicos.....	119
3.12	Transformadores de distribución sobrecargados, convencionales monofásicos.....	120

RESUMEN

El presente trabajo determina el análisis de la calidad de servicio técnico y planteamiento de soluciones en el alimentador Latacunga Sur, (52C8-L4) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. 2010.

El análisis de la Calidad de Servicio Técnico se refiere al estudio de las interrupciones en medio voltaje 13.8/7.9 KV y bajo voltaje 220/127 V (subetapa uno y dos), cabe mencionar que las empresas distribuidoras no realizan análisis en la subetapa dos, debido a que el ente regulador CONELEC no exige este análisis, pero para el presente estudio se realiza el análisis de las interrupciones respecto a todos los clientes en medio y bajo voltaje del alimentador en estudio, aquello se establece mediante índices de Calidad de Servicio Técnico, el tipo de alimentador, el registro de las interrupciones mensuales del año 2010.

Para el inicio del presente estudio se procede con el levantamiento y la georeferenciación de datos, además; se utiliza las técnicas como la encuesta empleadas a clientes residenciales, comerciales e industriales y la entrevista aplicada a los Directivos del Departamento Técnico de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

En el planteamiento de soluciones, especialmente se sujeta al balance de cargas en las fases (A-B-C), selección de fusibles para la coordinación de protecciones fusible-fusible tipo T para las líneas y tipo ABB chance slofast (Dual) para los transformadores de distribución y finalmente la redistribución de los centros de transformación.

ABSTRACT

The present work determines the analysis of the quality technique service and approach solutions in the plataform Latacunga South (52C8-L4) from Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi SA 2010.

Analysis of the Technical Service Quality refers to the study of interruptions 13.8/7.9 kV medium voltage and low voltage 220/127 V (sub-stage one and two), it means that the distribution companies do not perform analysis on the substage two, because the regulator CONELEC does not give this analysis, but for the present study it does the analysis of interruptions on all customers in medium and low voltage of plataform under study, and it stablishes the rate of Technical Service Quality, the type of feeder, the record of interruptions monthly in 2010.

For the starting of the study it procees with the survey data and georeferencing, also; it is used the techniques as the survey used to residential, commercial and industrial clients and the interview applied the Directive of the Technical Department from Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi SA 2010.

In developing solutions, especially it attaches to the balance of loads on the phases (ABC), selection of fuses for the coordination of protection of fuse-fusetype T for lines and type ABB slofast chance (Dual) for distribution of transformers and finally, the redistribution of processing centers.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
Latacunga – Ecuador

CERTIFICADO ABSTRACT

Yo, Lcda. Sonia Castro, en mi calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi a petición verbal de los interesados:

Certifico que el contenido correspondiente al ABSTRACT de la tesis: “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO TÉCNICO Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR, (52C8-L4) DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. 2010”, de autoría de los señores Casa Lema César David y Segundo Ángel Tello Robayo, expresan gramática y estructuralmente similar significado al RESUMEN del mencionado documento.

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

Atentamente:

Lcda. Sonia Castro
Docente – UTC.

INTRODUCCIÓN

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A se sitúa entre las mejores a nivel nacional y con reconocimientos a nivel internacional, debido a su excelente gestión administrativa, financiera, operativa y el deseo de sus colaboradores de mejorar día a día la calidad del servicio de energía eléctrica a sus usuarios, es así, que ha iniciado con estudios técnicos.

El presente estudio tiende a mejorar el sistema de electrificación mediante un análisis de todo la red de distribución del Alimentador Latacunga Sur, debido; al crecimiento poblacional, las interrupciones que se presentan y el deterioro de los componentes del sistema eléctrico, estos son los inconveniente que atraviesan los clientes, por este motivo se ha considerado realizar el estudio de la Calidad de Servicio Técnico y planteando soluciones.

La hipótesis para realizar la investigación fue lo siguiente; ¿Será factible el Análisis de la Calidad de Servicio Técnico y planteamiento de soluciones en el Alimentador Latacunga Sur, (52C8-L4) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. 2010?

La investigación se realizó mediante una metodología fundamentada en una investigación de campo, descriptiva, cuasi-experimental y ex-post facto; que emplea las técnicas de recolección de información tales como: la entrevista, la encuesta y la percepción, asociados con los métodos científico, analítico-sintético, descriptivo e hipotético-deductivo, dirigidas a una población específica de 4313 clientes con una muestra de 98 encuestados.

Se analizó la calidad de servicio técnico (subetapa uno y dos), balance de cargas en las fases ABC, selección de fusibles para la coordinación de protecciones fusible-fusible tipo T para las líneas de distribución y tipo slofast (Dual) para los transformadores de distribución y redistribución de centros de transformación, el

mismo que permitirá mejorar la calidad y confiabilidad de energía eléctrica a los clientes residenciales, comerciales e industriales del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4.

El documento inicia con una adecuada fundamentación teórica, además se basa en los criterios generales de los sistemas de redes eléctricas de distribución para el desarrollo del proyecto investigativo seguido por la investigación de campo con el levantamiento y georeferenciación de datos, para posteriormente realizar el análisis de la calidad del servicio técnico con datos reales para plantear soluciones.

Para el balance de cargas se utilizó el paquete computacional CYMDIST que sirve para determinar las corrientes máximas de cortocircuito en los ramales del alimentador. En función de las corrientes máximas se puede seleccionar y coordinar protecciones fusible-fusible, fusible-reconectador, etc, en el software CYMTCC.

Para la redistribución de los transformadores de distribución se basa en las demandas de diseño recopiladas de las guías de la empresa eléctrica y tomando en cuenta el número de clientes y la potencia de las luminarias, finalmente se analiza y se determinan conclusiones y recomendaciones obtenidas en el proceso de estudio.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Sistemas de Redes Eléctricas de Distribución

1.1.1 Introducción

GIRÓN, Alex (2006), manifiesta: “El abastecimiento eléctrico se provee a través de tres etapas, generación transmisión y distribución (Grafico 1-1), siendo esta última la encargada de llevar la energía eléctrica a los consumidores finales en forma eficiente y bajo estándares de calidad de servicio. Este proceso, realizado vía redes de alimentación y subestaciones”.

Las redes de distribución o sistemas de distribución de energía eléctrica son un subsistema del Sistema Eléctrico de Potencia, las cuales permiten acercar la energía eléctrica a los consumidores finales, una determinada red de distribución obtiene energía eléctrica a través de su conexión o conexiones con las redes de transporte mediante subestación de alto voltaje a medio voltaje.

El problema de planificación de la red eléctrica nace de la necesidad de satisfacer, la creciente demanda de energía por medio de la ampliación de la capacidad de las redes, las subestaciones, transferencia de carga a otras subestaciones con

mayor capacidad, o bien construyendo nuevas instalaciones. Sumando a ello se tiene los futuros centros de carga, que involucran una serie de factores que dificultan las decisiones a seguir para realizar una expansión óptima.

La Planificación tanto de la operación y desarrollo de los sistemas de distribución eléctricos, es una tarea completa, que involucra costos elevados de inversión y una diversidad de alternativas posibles.

1.1.2 Definición de redes eléctricas de distribución

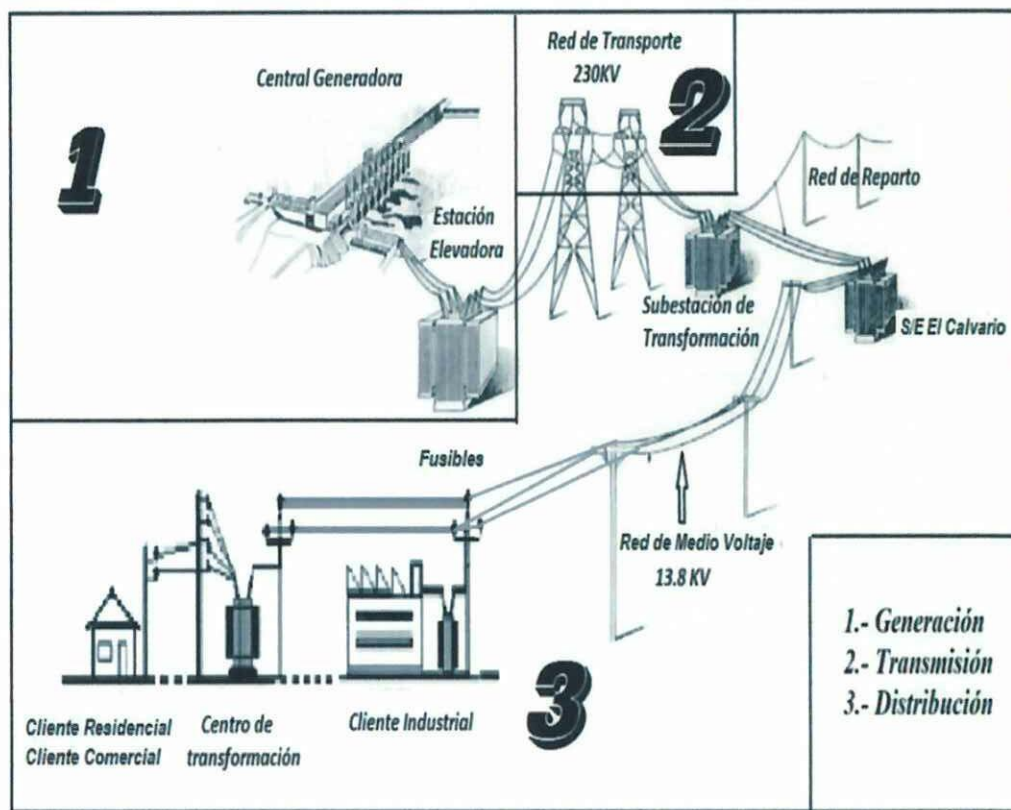
Los sistemas de distribución de energía eléctrica comprenden niveles de alto, medio y bajo voltaje. Un sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de voltaje, ubicados generalmente en diferentes lugares. GRUPO Autores (Universidad de Castilla-La Mancha), Instalaciones Eléctricas, Editorial

La red de distribución suministra finalmente la energía a los consumidores finales a través de los centros de transformación de medio a bajo voltaje.

Los centros de consumo presentan diversas características en cuanto a densidad de carga y fiabilidad, lo que determina su configuración, los principales datos del sistema eléctrico son; el voltaje nominal, la frecuencia nominal y su comportamiento en caso de cortocircuito.

En la Grafico N° 1-1; se muestra un esquema simplificado de un sistema eléctrico que inicia en la generación y termina en los clientes o consumidores.

GRAFICO N° 1-1; DIAGRAMA ESQUEMATIZADO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.



FUENTE: ALEX V. GIRÓN C. (2006).
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

1.1.2.1 Descripción del Sistema eléctrico de Distribución

El sistema de distribución de ELEPCO S.A, está conformado por 5 centrales de generación hidroeléctrica, por dos nodos de interconexión al Sistema Nacional Interconectado (SIN), subestaciones de distribución y redes eléctricas de distribución que interconectan a las instalaciones.

Las centrales de generación se detallan en el Cuadro N° 1-1; estas mini centrales hidroeléctricas aportan el 19% de la energía para ELEPCO S.A.

CUADRO 1-1; CENTRALES DE GENERACIÓN ELEPCO S.A

CENTRALES HIDROELECTRICAS	CAPACIDAD (MVA)	LUGAR
Illuchi 1	5.2	Latacunga
Illuchi 2	6.5	Latacunga
El Estado	2.125	La Mana
Catazación	1.0	Pangua
Angamarca	0.375	Pujili

FUENTE: ELEPCO S.A. GUIAS DE DISEÑO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

El primer nodo de la subestación Mulaló, está interconectado con la línea de transmisión de la central de generación Pucara – Santa Rosa a un nivel de voltaje de 138 KV. Esta S/E tiene una capacidad de transformación de 50/63 MVA, que reduce el voltaje de 138 KV a 69 KV.

El segundo nodo está es la S/E Ambato que esta interconectada con la línea de transmisión Pucara – Totoras a un nivel de voltaje de 138 KV y cuenta con una capacidad de transformación de 33/44 MVA, que reduce el voltaje de 138 KV a 69 KV. Estos nodos aportan aproximadamente el 81% de la demanda a la empresa eléctrica. GUIAS DE DISEÑO, ELEPCO S.A

La ELEPCO S.A, maneja un sistema de subtransmision a 69 KV, 22 KV y distribución a 13.8 KV/7.9 KV. Se puede observar en el Anexo 1-1, el Diagrama Unifilar.

1.1.2.2 Subestación de Distribución el Calvario

La subestación El Calvario se encuentra ubicado en el sector del mismo nombre de la parroquia Juan Montalvo del Cantón Latacunga. Esta S/E tiene

interconexión con la S/E La Cocha y con la S/E San Rafael a 13.8 KV, además tiene la alimentación de la Central Illuchi 1 a 22 KV y de la Illuchi 2 a 13.8 KV. Posee un transformador con una capacidad de 4/5.2 MVA que reduce el voltaje de 22 KV a 13.8 KV y su función es reducir los niveles de alto voltaje de las líneas de Transmisión o Subtransmisión hasta niveles de medio voltaje para su ramificación en múltiples salidas.

De esta subestación se derivan cuatro alimentadores primarios Trifásico a 13.8/7.9 KV y son; Latacunga Sur, Industrial Sur, Centro Subterráneo y Oriental. El Diagrama Unifilar se muestra en el Anexo 1-2.

1.1.3 Elementos de Redes Eléctricas de Distribución

El alimentador seleccionado para el estudio del desarrollo de la tesis es de tipo urbano radial, abastece de servicio eléctrico a la zona Sur de la ciudad de Latacunga. El alimentador comprende los clientes, residenciales comerciales e industriales que necesitan ser mejorados en el sistema de electrificación mediante este estudio de todo el Alimentador Sur, beneficiando a 4,313 clientes.

El Alimentador Latacunga Sur comprende varias urbanizaciones y sectores como: al norte Barrio el Calvario, al Sur sector Nintinacazo, las Bethlemitas y Ashpacruz, al este Barrio la Laguna, Ciudadela San Carlos, al oeste Loreto y Ciudadela el Bosque.

Los principales elementos que componen el sistema de distribución

son: [Httppdf.rincondelvago.com/sistema-electrico-de-potencia.html](http://pdf.rincondelvago.com/sistema-electrico-de-potencia.html)

- a) Red primario de distribución.
- b) Red secundaria de distribución.
- c) Transformadores de distribución.
- d) Acometidas.

1.1.3.1 Red Eléctrica Primaria de Distribución

Es la encargada de llevar la energía eléctrica desde las subestaciones de potencia hasta los transformadores de distribución que van soportados en poste cuando se trata de instalaciones aéreas y en ductos cuando se trata de instalaciones subterráneas, estas instalaciones son de tipo radial. El nivel de voltaje es de 13.8 KV en red trifásica y 7.9 KV en red monofásica. En el sistemas de distribución, los conductores son de calibres; 3/0, 1/0, 2 y 4 ACSR, dependiendo del valor de la densidad de carga como se indica en el Tabla N° 1-1.

1.1.3.2 Red Eléctrica Secundaria de Distribución

Esta red distribuye la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas de los usuarios, su característica es circuito radial. Estos circuitos tienen niveles de voltaje de 208/120V, 220/127V, 210/121V en circuitos trifásicos, en circuitos monofásicos a dos hilos 120V y en circuitos monofásicos a tres hilos 240/120V y sirven para unir los centros de transformación de distribución con los consumidores o usuarios finales. En el sistemas de distribución, los conductores son de calibres; 1/0, 2, 4 y 6 ACSR, dependiendo del valor de la densidad de carga como se indica en el Tabla N° 1-1.

TABLA N° 1-1; CALIBRE DE CONDUCTORES DEL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR.

CALIBRE	R (Ω/km)	X (Ω/km)	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN (A)
ACSR_3/0	0,34	0,48	235
ACSR_1/0	0,42	0,49	200
ACSR_2	0,54	0,50	175
ACSR_4	0,85	0,50	130

FUENTE: ELEPCO S.A. GUIAS DE DISEÑO.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

A continuación se detalla en el Tabla N° 1-2; la longitud de la red primaria en medio voltaje y Red secundaria de distribución en bajo voltaje del Alimentador Latacunga Sur.

TABLA N° 1-2; LONGITUD DEL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR.

RED	LONGITUD (km)		
	MOFASICO	BIFASICO	TRIFASICO
Troncal	-	-	3,4
Primario	19.96	-	15.35
Secundario	2.24	56.84	11.68

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

1.1.3.3 Transformadores de Distribución

Es la máquina que permite aumentar o disminuir el voltaje en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (sin pérdidas) es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño, tamaño, etc. [Httppdf.rincondelvago.com/sistema-electrico-de-potencia.html](http://pdf.rincondelvago.com/sistema-electrico-de-potencia.html)

Se detalla a continuación los tipos de transformadores que están instalados en el Alimentador Latacunga Sur, ver cuadro resumen Tabla N° 1-3.

a) Los transformadores Auto Protegidos de distribución

El transformador incorpora componentes para protección del sistema de distribución contra sobrecargas, corto-circuitos en la Red secundaria de distribución y fallas internas en el transformador, para esto posee fusibles de medio voltaje y disyuntor de bajo voltaje, montados internamente en el tanque.

Para protección contra sobretensiones el transformador está provisto de dispositivo para fijación de pararrayos externos en el tanque.

b) Los transformadores Convencionales de distribución

Comúnmente son usados para cargas de servicios residenciales y en ocasiones para cargas livianas tanto comerciales como industriales. Este tipo de transformador no contiene ningún accesorio de protección, por lo tanto, los pararrayos y protecciones contra sobre-voltaje y sobre-carga son instalados externamente.

En el Alimentador Latacunga Sur están instalados 177 transformadores de distribución, dando servicio de energía eléctrica a clientes residenciales, comerciales e industriales a todo el trayecto de la red trifásica y monofásica, con un total de 5.87 MVA, de los cuales, 54 son transformadores trifásicos tipo convencionales con capacidad total de 2.84 MVA y 84 transformadores monofásicos son tipo convencionales con capacidad de 1.99 MVA y 39 transformadores monofásicos tipo autoprotegidos con capacidad total de 1.03 MVA, en la Tabla N° 1-3; indica la capacidad total de los transformadores en KVA.

En la Tabla N° 1-4; indica 8 transformadores convencionales de distribución que se encuentran instalados sin energizar, con un total de 0.35 MVA, de los cuales, dos son trifásicos con capacidad de 0.2 MVA y seis transformadores monofásicos con capacidad total de 0.15 MVA. Las unidades de la capacidad de los transformadores están interpretadas en KVA.

El alimentador cuenta con cuatro transformadores monofásicos energizados sin carga, con una capacidad de 0.15 MVA. Como se indica en el Tabla N° 1-5; en KVA. Estos transformadores están instalados energizados para el uso de cualquier evento público o privado.

TABLA N° 1-3; TRANSFORMADORES INSTALADOS CON SERVICIO EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR.

TIPO DE TRAFOS.	FASES	CAP. (KVA)/UNIDAD	CANT.	TOTAL (KVA)
Convencionales	Trifásicos	12	1	12
		15	1	15
		30	12	360
		32	1	32
		45	7	315
		50	15	750
		60	6	360
		75	7	525
		100	1	100
		125	3	375
	Monofásicos	5	2	10
		10	7	70
		15	33	495
		25	24	600
		37.5	5	187.5
		50	12	600
	Autoprotegidos	Monofásicos	10	12
15			6	90
25			7	150
37.5			6	225
45			1	45
50			8	400
TOTAL			177	5861,5

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

TABLA N° 1-4; TRANSFORMADORES INSTALADOS SIN ENERGIZAR EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR.

TIPO DE TRAFOS.	FASES	CAP. (KVA)/UNIDAD	CANT.	TOTAL (KVA)
Convencionales	Trifásicos	100	2	200
	Monofásicos	5	1	5
		15	2	30
		25	1	25
		37.5	1	37.5
		50	1	50
TOTAL			8	347.5

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

TABLA N° 1-5; TRANSFORMADORES INSTALADOS ENERGIZADOS SIN CARGA EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR.

TIPO DE TRAFOS.	FASES	CAP. (KVA)/UNIDAD	CANT.	TOTAL (KVA)
Convencionales	Monofásicos	15	4	60
		25	2	50
		37.5	1	37.5
TOTAL			7	147.5

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

En el Alimentador Latacunga Sur, todos los centros de transformación y los finales de la red de bajo voltaje están aterrados.

1.1.3.4 Acometidas

FERNÁNDEZ, Raúl (2007), manifiesta: “Las acometidas son las partes que pertenecen al sistema de distribución de la empresa suministradora con las instalaciones del usuario. Las acometidas se proporcionan de voltaje secundario (bajo voltaje), esto depende de la magnitud de la carga que el usuario requiera ante la empresa suministradora”.

El Alimentador Latacunga Sur suministra energía eléctrica a 4,313 usuarios residenciales, comerciales e industriales.

1.1.4 Características de las Redes Eléctricas de Distribución

FERNÁNDEZ, Raúl (2007), manifiesta: “Las principales características de los sistemas de redes de distribución son de acuerdo a su construcción (aéreos, subterráneos o mixtos) y por su topología (radial o anillo)”.

En el Alimentador Latacunga Sur la mayor parte de su construcción es aérea con un total del 99,5% y 0,5% de red subterráneo. Los sistemas aéreos, consiste en conductores desnudos de fabricación ACSR, estos esquemas se caracterizan por su sencillez y economía. El sistema subterráneo del alimentador se encuentran en una parte de la zona urbana de la ciudad, normalmente aumenta la confiabilidad y la estética, pero involucra un incremento en el costo de las instalaciones.

GIRÓN, Alex (2006), manifiesta: “Los sistemas radiales son aquellos que desde una subestación salen uno o más alimentadores. Cada uno de ellos puede o no ramificarse, pero jamás vuelven a encontrarse en un punto común”. Estos sistemas, son sencillos y fáciles de controlar y proteger, en el Anexo 1-3; se muestra un diagrama donde describe lo mencionado.

El sistema del Alimentador Latacunga Sur en su totalidad es radial en medio y bajo voltaje, que suministran potencia en forma individual a un grupo de transformadores de distribución trifásicos y monofásicos, normalmente del tipo sólidamente aterrizadas.

1.2 Levantamiento de Datos

1.2.1 Introducción

Este procedimiento permite llevar el inventario de cada uno de los elementos de la red eléctrica, mejorando la distribución de la red y una perspectiva de compra de componentes y materiales. Adicionalmente permite excluir si el soporte está siendo utilizado por otros servicios públicos.

Los planos constituyen la BASE de DATOS principal para todos los sistemas, los módulos o subsistemas bien sea de información o de análisis toman los datos en forma manual (módulo de inventarios), para luego ser exportados y elaborados en las tecnologías del AUTOCAD ya que estos poseen capas y bloques de símbolos y el Microsoft Office Excel. <httpwww.matmor.comdescripcion.html>

Cabe destacar que los datos son exportados al software CIMDYST, para realizar el respectivo análisis técnico, siendo una forma estándar de presentación de resultados.

1.2.2 Georeferenciación

Para la georeferenciación se toma en cuenta las estructuras, líneas, transformadores, cargas.

Para el levantamiento de información de las líneas de distribución tanto de medio y bajo voltaje se define la secuencia de fases de la siguiente manera.

- a) Medio Voltaje.- De izquierda a derecha viendo hacia la carga (aguas abajo) las fases serán “ABC”.
- b) Bajo de Voltaje.- De la parte superior hacia abajo será: fases “ABC”, neutro e hilo piloto, en el caso de existir un tendido horizontal de red de bajo voltaje, se aplica el criterio de Medio Voltaje.

Para el levantamiento de datos del alimentador se procede a la codificación de mamposterías, transformadores, pozos y puntos de carga y luego se realiza el levantamiento de datos de estructuras aérea y subterránea, georeferenciación de puntos de carga con el GPS Trimble-GeoXT, los elementos inmersos en pozos y cámaras de transformación, tomando en cuenta la nomenclatura de ELEPCO S.A. En el caso de existir estructuras que contengan dos o más elementos similares, se codifica todos los elementos de acuerdo a lo establecido por la empresa.

Los formularios para recoger información de las redes de medio y bajo voltaje se adjunta en el Anexo 1-4 y el formulario para tomar los datos de medidores electromecánicos, electrónicos y prepagos se añade en el Anexo 1-5; estos formularios son elaborados por el personal del departamento técnico y la unidad CIETEC, que sirven para los inventarios y avalúos de la ELEPCO S.A, quienes acorde a sus requerimientos y necesidades implementan este formato de ficha técnica. <http://space.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23713>

El plano o croquis se adjunta en el Anexo 1-6; que sirve como guía para el dibujo y ubicación de las redes de distribución, en este croquis consta la información del nombre de calles, predios y sectores, que debe ser utilizada como base para la actualización y codificación del alimentador.

1.2.2.1 Componentes del Sistema Eléctrico de Distribución

Los componentes del sistema eléctrico de distribución están basados de acuerdo a la nomenclatura de la ELEPCO S.A, de los tensores (Cuadro N° 1-2), de las estructura de medio voltaje (Cuadro N° 1-3) y bajo voltaje (Cuadro N° 1-4), de los transformadores, postes, puestas a tierra, seccionadores, medidores, cables, entre otros.

CUADRO N° 1-2; CODIGO DE ESTRUCTURAS DE TENSORES.

ESTRUCTURAS DE BAJOVOLTAJE		
N°	CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	RTT21	Tensor a tierra primario-secundario
2	RTT11	Tensor a tierra simple primario
3	RTT12	Tensor a tierra simple secundario
4	RTF21	Tensor farol doble primario
5	RTF11	Tensor farol simple primario
6	RTF12	Tensor farol simple secundario
7	RTP21	Tensor poste primario-secundario
8	RTP11	Tensor poste simple primario
9	RTP12	Tensor poste simple secundario

FUENTE: ELEPCO.S.A. GUIAS DE DISEÑO.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Las estructuras, constituyen la base de soporte mecánico de las líneas de distribución de energía eléctrica, las mismas que están sujetas a postes de hormigón, hierro y madera tratada con una longitud de 8, 9, 11, 12, 14 metros respectivamente.

Las diferentes estructuras están compuestas por aislador pin, aislador de suspensión, aislador rollo (porcelana, vidrio, silicio), crucetas metal y madera,

herrajes para medio y bajo voltaje (abrazaderas, pernos u, pie de amigo, pernos de rosca corrida, perno pin punta de poste con abrazadera, varilla de anclaje, bloque de anclaje, cable tensor, grapa en caliente, conectores en bajo y entre otros herrajes que conforman las estructuras de medio y bajo voltaje.

CUADRO N° 1-3; CODIGO DE ESTRUCTURAS DE MEDIO VOLTAJE.

ESTRUCTURAS DE MEDIO VOLTAJE		
N°	CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	LCP11	Tangente simple trifásica
2	LCP21	Tangente doble trifásica
3	LCR11	Retención simple trifásica
4	LCR21	Retención doble trifásica
5	LVP11	Volado simple trifásica
6	LVP21	Volado doble trifásica
7	LVR11	Volado retención simple trifásica
8	LVR21	Volado retención doble trifásica
9	RUP11	Tangente simple monofásica
10	RUP 21	Tangente doble monofásica
11	RUR11	Retención simple monofásica
12	RUR21	Retención doble monofásica
13	RBR11	Retención simple en bandera monofásica
14	RBR21	Retención doble en bandera monofásica
15	LHR21	Retención en pórtico trifásica doble
16	LHR11	Retención en pórtico trifásico simple
17	RHR11	Retención en pórtico monofásico simple
18	RHR21	Retención en pórtico monofásico doble
19	LBR11	Retención simple en bandera trifásica
20	LBR21	Retención doble en bandera trifásica

FUENTE: ELEPCO.S.A.GUIAS DE DISEÑO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

CUADRO N° 1-4; CODIGO DE ESTRUCTURAS DE BAJO VOLTAJE.

ESTRUCTURAS DE BAJOVOLTAJE		
N°	CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	RES1X	Soporte simple una vía (XLP)
2	RER1X	Retención simple una vía (XLP)
3	RER2X	Retención doble una vía (XLP)
4	RES11	Secundario soporte simple una vía
5	RES12	Secundario soporte simple dos vías
6	RES13	Secundario soporte simple tres vía
7	RES14	Secundario soporte simple cuatro vías
8	RES15	Secundario soporte simple cinco vías
9	RER11	Secundario retención simple una vía
10	RER12	Secundario retención simple dos vías
11	RER13	Secundario retención simple tres vías
12	RER14	Secundario retención simple cuatro vías
13	RER15	Secundario retención simple cinco vías
14	RER21	Secundario retención doble una vía
15	RER22	Secundario retención doble dos vías
16	RER23	Secundario retención doble tres vías
17	RER24	Secundario retención doble cuatro vías
18	RER25	Secundario retención doble cinco vías

FUENTE: ELEPCO.S.A.GUIAS DE DISEÑO.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

1.2.2.2 Configuración Actual del Sistema Eléctrico de Distribución

El sistema de distribución del alimentador es netamente radial, su red troncal trifásica tiene una longitud de 3.4 Km y la red secundaria trifásica con una longitud 15.35 Km a 13.8 KV mientras que red secundaria monofásica a 7.9 KV

tiene una extensión de 19.96 km, esta red trifásica y monofásica son de calibres 3/0, 1/0, 2, 4 ACSR y la Red secundaria de distribución monofásica con neutro tiene una extensión de 2.24 km a 120V, la Red secundaria de distribución bifásica con neutro tiene una longitud de 56,84 km con voltaje de 240/120V y la Red secundaria de distribución trifásica con neutro tiene una longitud de 11.68 km con voltajes de 220/127V, 210/121V, 208/120V con calibres de 1/0, 2, 4, 6 ACSR.

En los circuitos secundarios van instalados las tres fases ABC más el neutro y en algunos circuitos se encuentra instalado el hilo piloto.

Los transformadores de distribución trifásicos van instalados en pórticos y otros en cámaras de transformación, en cambio, los transformadores monofásicos están instalados en los postes de la red de distribución tanto convencionales y auto protegidos.

En la Tabla 1-6; se menciona los voltajes nominales y las capacidades de los transformadores de distribución utilizados en la ELEPCO S.A.

TABLA N° 1-6; VOLTAJES NOMINALES DE LAS LINEAS Y CAPACIDADES DE LOS TRANSFORMADORES.

VOLTAJE NOMINAL (V)		NUMERO DE FASES	POTENCIA NOMINAL TRANSFORMADORES (KVA)
MV	BV	3	12, 15, 25, 30, 32, 45, 50, 60, 75, 100, 125
13.8KV	220/127V		
	210/121V		
	208/120V		
7.9KV	240/120V	1	5, 10, 15, 25, 37.5, 50

FUENTE: ELEPCO S.A.GUIAS DE DISEÑO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

1.3 Calidad de Servicio Técnico

1.3.1 Introducción

AGUSTIN, Rodolfo (2005), manifiesta: “La Calidad del Servicio Técnico se evalúa en función de la continuidad del servicio de energía eléctrica a los usuarios. Se considera como interrupción toda falta de servicio de energía eléctrica en el punto de entrega. Para efectos de las Normas Técnicas de Servicio de Distribución (NTSD) emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica., no se considera las interrupciones menores de tres minutos; así como las que sean calificadas como casos de fuerza mayor”.

1.3.2 Interrupciones

Es el corte parcial o total del suministro de electricidad a los consumidores del área de concesión del distribuidor. La calidad del servicio técnico se evalúa sobre la base de la frecuencia y la duración total de Interrupción.

http://www.conelec.gov.ec/normativa_detalle.php?cod=23&idiom=1

Para el cálculo de los índices de calidad de servicio técnico que se indican más adelante, se considera todas las interrupciones del sistema con duración mayor a tres (3) minutos, incluyendo las de origen externo, debidas a fallas en transmisión. No se considera las interrupciones con duración igual o menor a tres (3) minutos.

No se considera las interrupciones de un consumidor particular, causadas por falla de sus instalaciones, siempre que ellas no afecten a otros consumidores.

Las interrupciones registradas en los archivos que reposan en el Departamento Técnico del 2010 de ELEPCO S.A del Alimentador Latacunga Sur son 48 en medio voltaje y 108 en bajo voltaje, entre programadas y no programadas.

1.3.3 Identificación de las Interrupciones

La información relacionada de las interrupciones que ocurran en la red eléctrica del alimentador se identifica de la siguiente manera:

- ✓ Fecha y hora de inicio de cada interrupción.
- ✓ Identificación del origen de las interrupciones: internas o externas
- ✓ Ubicación e identificación de la parte del sistema eléctrico afectado por cada interrupción: circuito de bajo voltaje (BV), centro de transformación de medio voltaje a bajo voltaje (MV/BV), circuito de medio voltaje (MV).
- ✓ Identificación de la causa de cada interrupción.
- ✓ Relación de equipos que han quedado fuera de servicio por cada interrupción, señalando su respectiva potencia nominal.
- ✓ Número de Consumidores afectados por cada interrupción.
- ✓ Número total de Consumidores de la parte del sistema en análisis.
- ✓ Energía no suministrada.
- ✓ Fecha y hora de energización de cada interrupción.

Esta información tiene relación con la base de datos, de tal manera que permita identificar claramente a todos los consumidores afectados por cada interrupción que ocurra en el sistema eléctrico.

1.3.4 Clasificación de las Interrupciones

Las interrupciones se clasifican de acuerdo a los parámetros que se indican a continuación; por su duración, por su origen, por su causa y por el nivel de voltaje.

1.3.4.1 Por su Duración

- ✓ Breves, las de duración igual o menor a tres minutos.
- ✓ Largas, las de duración mayor a tres minutos.

1.3.4.2 Por su Origen

- ✓ Externas al sistema de distribución.
 - Otro Distribuidor.
 - Transmisor.
 - Generador.
 - Restricción de carga.
 - Bajo frecuencia.
 - Otras.

- ✓ Internas al sistema de distribución.
 - Programadas
 - No Programadas

1.3.4.3 Por su Causa

- ✓ Programadas.
 - Mantenimiento
 - Ampliaciones
 - Maniobras
 - Otras

- ✓ No programadas (intempestivas, aleatorias o forzadas).
 - Climáticas
 - Ambientales
 - Terceros
 - Red de medio voltaje (MV)
 - Red de bajo voltaje (BV)
 - Otras

1.3.4.4 Por el Voltaje Nominal

- ✓ Bajo voltaje
- ✓ Medio voltaje

1.3.5 Control del Servicio Técnico en la Subetapa 1

En la subetapa 1, el CONELEC obliga realizar el análisis en las redes de distribución de medio voltaje,

Durante la Subetapa 1, el levantamiento de información y cálculo se efectúa de forma tal que los indicadores determinados representen en la mejor forma posible la cantidad y el tiempo total de las interrupciones que afecten a los consumidores. Para los consumidores con suministros en MV, se determinarán índices individuales.

Los cálculos de los índices de calidad se efectúan para cada mes del año considerado.

Para los consumidores cuyo suministro sea en bajo voltaje, se controla la calidad del servicio técnico sobre la base de índices que reflejen la frecuencia y el tiempo total que queda sin servicio la red de distribución eléctrica, no se computará las interrupciones originadas en la red de Bajo Voltaje que queden circunscritas en la misma, es decir aquéllas que no produzcan la salida de servicio del centro de transformación MV/BV al que pertenezcan.

1.3.5.1 Índices de Calidad Para las Interrupciones

La interrupción se evalúa mediante los siguientes índices o indicadores globales: Frecuencia Media de Interrupción por KVA (FMIK); Tiempo Total de Interrupción por KVA (TTIK).

Los índices de calidad se calculan para el alimentador primario de medio voltaje, de acuerdo a las siguientes expresiones:

http://www.conelec.gov.ec/normativa_detalle.php?cod=23&idiom=1

1.3.5.1.1 Frecuencia media de interrupción por KVA, FMIK.

Representa la cantidad de veces que el KVA promedio de distribución sufrió una interrupción de servicio.

$$FMIK = \frac{\sum kVAfs}{kVA_{inst}} \quad \text{ec.1}$$

1.3.5.1.2 Tiempo total de interrupción por KVA, TTIK.

Representa el tiempo total, en horas, en que cada KVA promedio estuvo fuera de servicio.

$$TTIK = \frac{\sum kVAfs * Tfs}{kVA_{inst}} \quad \text{ec.2}$$

Donde:

FMIK: Frecuencia Media de Interrupción por KVA nominal instalado, expresada en fallas por KVA.

TTIK: Tiempo Total de Interrupción por KVA nominal instalado, expresado en horas por KVA.

\sum : Sumatoria de todas las interrupciones de servicio con duración mayor a tres minutos en el alimentador, en el período en análisis.

KVAfs: Cantidad de KVA nominales fuera de servicio en cada una de las interrupciones.

KVA_{inst}: Cantidad de KVA nominales instalados.

Tfs : Tiempo fuera de servicio de las interrupciones.

1.3.5.2 Registros

Los índices se computarán de todas las interrupciones que afecten la red de medio voltaje de distribución, es decir a nivel del alimentador.

http://www.conelec.gov.ec/normativa_detalle.php?cod=23&idiom=1

1.3.5.3 Limites

Los valores límites admisibles, para los índices de calidad del servicio técnico, aplicables durante la Subetapa 1 son los siguientes:

TABLA 1-7; LIMITES ADMISIBLES PARA LA SUBETAPA 1.

Indice	Lim FMIK	Lim TTIK
Alimentador Urbano	5.0	10.0

FUENTE: [HTTPWWW.CONELEC.GOV.EC/NORMATIVA_DETALLES.PHP?COD=23&IDIOM=1](http://www.conelec.gov.ec/normativa_detalle.php?cod=23&idiom=1).
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Debemos indicar que los valores proporcionados de las interrupciones son desde el inicio de la perturbación hasta la energización.

1.3.5.4. Cálculo de la energía no suministrada

En caso de haberse excedido los valores límites admisibles de los índices de Calidad de Servicio, aplicables durante la Subetapa 1, se calcula la energía no suministrada (ENS), mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

a) Si: $FMIK > LimFMIK$ y $TTIK < LimTTIK$

Se aplica:

$$ENS = (FMIK - LimFMIK) * \frac{TTIK}{FMIK} * \frac{ETF}{THPA} \quad ec.3$$

b) Si: $FMIK < LimFMIK$ y $TTIK > LimTTIK$

Se aplica:

$$ENS = (TTIK - LimTTIK) * \frac{ETF}{THPA} \quad ec.4$$

c) Si: $FMIK > LimFMIK$ y $TTIK > LimTTIK$; y, si $\frac{TTIK}{FMIK} < \frac{LimTTIK}{LimFMIK}$

Se aplica:

$$ENS = (FMIK - LimFMIK) * \frac{TTIK}{FMIK} * \frac{ETF}{THPA} \quad ec.5$$

d) Si: $FMIK > LimFMIK$ y $TTIK > LimTTIK$; y, si $\frac{TTIK}{FMIK} \geq \frac{LimTTIK}{LimFMIK}$

Se aplica:

$$ENS = (TTIK - LimTTIK) * \frac{ETF}{THPA} \quad ec.6$$

Donde:

ENS: Energía No Suministrada por Causas Internas o Externas, en kWh.

ETF: Energía Total Facturada a los consumidores en bajo voltaje (BV) conectados a la Red de Distribución Global; o, al alimentador primario considerado, en KWh, en el periodo en análisis.

THPA: Tiempo en horas del periodo en análisis.

FMIK: Índice de Frecuencia media de interrupción por KVA.

TTIK: Índice de Tiempo total de interrupción por KVA.

LimFMIK: Límite Admisible de FMIK.

LimTTIK: Límite Admisible de TTIK

La Energía No Suministrada se calcula para toda la red de distribución y para cada alimentador primario de medio voltaje (MV).

1.3.6 Control del Servicio Técnico en la Subetapa 2

Las empresas distribuidoras no realizan estos análisis debido a que el ente regulador CONELEC no exige este análisis, pero para el presente estudio se realiza el análisis respecto a clientes que quedan fuera de servicio del alimentador.

Los indicadores se calculan a nivel de consumidor, de forma tal, de determinar la cantidad de interrupciones y la duración total de cada una de ellas que afecten a cada consumidor.

Sin embargo, los cálculos de los índices de calidad se efectúan para cada mes del año considerado.

1.3.6.1 Índices de Calidad Para las Interrupciones

Los índices de calidad, serán calculados mediante las siguientes fórmulas:

1.3.6.1.1 Frecuencia de interrupciones por número de consumidores (FAIc).

Representa el número de interrupciones, con duración mayor a tres (3) minutos, que han afectado al Consumidor "c", durante el período de análisis.

$$FAIc = Nc$$

ec.7

Donde:

FAIc: Frecuencia de las interrupciones que afectaron a cada Consumidor "c", durante el período considerado.

Nc: Número de interrupciones, con duración mayor a tres minutos, que afectaron al Consumidor "c", durante el período de análisis.

1.3.6.1.2 Duración de las interrupciones por consumidor (DAIc).

Es la sumatoria de las duraciones individuales ponderadas de todas las interrupciones en el suministro de electricidad al Consumidor "c", durante el período de control.

$$DAIc = \sum (Ki * dic) \quad \text{ec.8}$$

Donde:

DAIc: Duración de las interrupciones que afectaron a cada Consumidor "c", durante el período considerado.

dic : Duración individual de la interrupción al Consumidor "c" en horas

Ki : Factor de ponderación de las interrupciones

Ki = 1.0 para interrupciones no programadas

Ki = 0.5 para interrupciones programadas por el Distribuidor, para el mantenimiento o ampliación de las redes de distribución; siempre que hayan sido notificadas a los Consumidores con una anticipación mínima de 48 horas, con horas precisas de inicio y culminación de trabajos.

1.3.6.2 Registro

En el control de la calidad del servicio técnico a nivel del suministro al consumidor, deberá como mínimo almacenar la siguiente información:

Datos de las interrupciones, indicando inicio y fin de las mismas, equipos afectados, y equipos operados a consecuencia de la interrupción a fin de reponer el suministro (identificación de las modificaciones transitorias al esquema operativo de la red).

Esquema de alimentación de cada consumidor, de forma tal que permita identificar el número de consumidores afectados ante cada interrupción en cualquier punto de la red.

1.3.6.3 Límites

Los valores límites admisibles, para los índices de calidad del servicio técnico, aplicables durante la Subetapa 2 son los siguientes:

TABLA 1-8; LÍMITES ADMISIBLES PARA LA SUBETAPA 2.

Índice	Lim FAIc	Lim DAIc
Consumidores en MV Urbano	8.0	12.0
Consumidores en BV Urbano	10.0	16.0

FUENTE: [HTTPWWW.CONELEC.GOV.EC/NORMATIVA_DETALLES.PHP/COD=23&IDIOM=1](http://www.conelec.gov.ec/normativa_detalle.php?cod=23&idiom=1).
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

1.3.6.4 Cálculo de la Energía No Suministrada

En caso de haberse excedido los valores límites admisibles de los Índices de Calidad de Servicio, aplicables durante la Subetapa 2, se calcula la energía no suministrada (ENS), mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

a) Si: $FAIc > LimFAIc$ y $DAIc < LimDAIc$

Se aplica:

$$ENS = (FAIc - LimFAIc) * \frac{DAIc}{FAIc} * \frac{ETF}{THPA}$$

ec.9

b) Si: $FAIc < \text{Lím}FAIc$ y $DAIc > \text{Lím}DAIc$

Se aplica:

$$ENS = (DAIc - \text{Lím}DAIc) * \frac{ETF}{THPA} \quad \text{ec.10}$$

c) Si: $FAIc > \text{Lím}FAIc$ y $DAIc > \text{Lím}DAIc$; y, si $\frac{DAIc}{FAIc} < \frac{\text{Lím}DAIc}{\text{Lím}FAIc}$

Se aplica

$$ENS = (FAIc - \text{Lím}FAIc) * \frac{DAIc}{FAIc} * \frac{ETF}{THPA} \quad \text{ec.11}$$

d) Si: $FAIc > \text{Lím}FAIc$ y $DAIc > \text{Lím}DAIc$; y, si $\frac{DAIc}{FAIc} \geq \frac{\text{Lím}DAIc}{\text{Lím}FAIc}$

Se aplica:

$$ENS = (DAIc - \text{Lím}DAIc) * \frac{ETF}{THPA} \quad \text{ec.12}$$

Donde:

ENS: Energía No Suministrada por Causas Internas o Externas, en kWh.

ETF: Energía Total Facturada a los Consumidores del nivel de voltaje que se esté considerando, en kWh, en el periodo en análisis.

THPA: Tiempo en horas del periodo en análisis.

FAIc: Índice de Frecuencia mensual de interrupción por consumidor "c".

DAIc: Índice de Duración mensual de interrupción por Consumidor "c".

LimFAIc: Límite Admisible de FAIc.

LimDAIc: Límite Admisible de DAIc

1.4 Potencia/Consumidores (Carga)

Dependiendo de las características de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, y las condiciones de confiabilidad y seguridad con que deban operar, los sistemas de distribución se clasifican en; clientes industriales, clientes comerciales, clientes residenciales.

1.4.1 Clientes Industriales

Comprende a los grandes consumidores de energía eléctrica, tales como las industrias del acero, químicas, petróleo, papel, etc; que generalmente reciben el suministro eléctrico en medio voltaje o en alguno de los casos en bajo voltaje.

El Alimentador Latacunga Sur cuenta con 101 clientes industriales.

1.4.2 Clientes Comerciales

Son aquellos clientes que se alimentan de la red de bajo voltaje, tales como, edificios de gran altura, bancos, supermercados, tiendas, escuelas, negocios, etc.

De tal manera que 25 clientes pertenecen a este grupo de consumidores comerciales a nivel del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4.

1.4.3 Clientes Residenciales

La alimentación es siempre en bajo voltaje, y los consumos de energía son pequeños, cabe destacar que la mayor parte del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4 corresponde a los clientes residenciales con un total de 4187 usuarios.

1.5 Sistemas de Protección y Seccionamiento

1.5.1 Introducción

TORRES, Orlys (2010), manifiesta: “Las averías en los Sistemas Eléctricos de Potencia son inevitables, estas averías pueden no solo ocurrir por el desgaste natural del aislamiento de los elementos del sistema eléctrico, fallas ocasionadas por descargas atmosféricas y otros eventos inesperados, como son: choques de vehículos y destrucción de infraestructura del sistema eléctrico, entre otros, que están funcionando (generadores, transformadores de distribución, aisladores, cables, etc), sino incluso por la manipulación o instalación inadecuada realizada por los operadores”.

Las causas anotadas pueden presentarse en cualquiera de los tres sistemas en que se divide el sistema eléctrico de potencia, como son: Generación, Transmisión y Distribución, siendo este último el sector en el que mayor continuidad ocurren las fallas, pero sin duda que una falla en el sistema de generación ocasiona mayores pérdidas económicas.

1.5.2 Configuración Actual del Sistema de Protecciones del Alimentador Latacunga Sur

El alimentador inicia por un disyuntor cuyo funcionamiento depende del estado de los relés de protección de sobrecorriente de las fases y del neutro asociados a este, cabe resaltar que los relés son con reenganche y de marca (ABB SPAJ 14OC). Ver Figura 1-1. Este alimentador primario de distribución posee seccionadores con y sin cámara de extinción, con tira fusibles para la protección tanto de los transformadores como de las líneas, todos estos son de tipo T y H, los

seccionadores con cámara de extinción sirven para abrir o cerrar un circuito con carga. Como se puede ver más adelante en la Figura N° 1-3.

FIGURA 1-1; RELE DE PROTECCION DE SOBRE CORRIENTE TIPO ABB SPAJ 140 C.



FUENTE: ELEPCO S.A.GUIAS DE DISEÑO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Actualmente los fusibles de protección son de tipo H y T utilizados para la protección de transformadores y redes, se puede ver en las Tablas 1-9 y 1.10.

TABLA 1-9; FUSIBLES EXISTENTES TIPO H-T PARA PROTECCION DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION.

TRANSFORMADORES TRIFASICOS			TRANSFORMADORES MONOFASICOS		
KVA	FUSIBLES		KVA	FUSIBLES	
	M.T TIPO (H-T)	B.T TIPO (NH)		M.T TIPO (H-T)	B.T TIPO (NH)
12	1A	80A	5	1A	20A
15	1A	80A	10	1A	40A
30	1A	80A	15	2A	63A
32	1A	80A	25	3A	100A
45	2A	125A	37,5	5A	160A
50	2A	125A	50	6A	200A
60	2A	125A			
75	3A	200A			
100	4A	250A			
125	5A	315A			

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

TABLA 1-10; FUSIBLES EXISTENTES TIPO H-T PARA PROTECCION DE RED ELÉCTRICA.

FUSIBLES EXISTENTES		
POSTE	DIRECCIÓN	FUSIBLE
112791	Calle San Isidro Labrador	8T
112790	Av. Roosevelt y Marqués de Maenza, esquina	12T
51932	Av. Roosevelt y calle Carabobo, esquina	8H
51955	Av. Roosevelt y Av. Rumiñahui, esquina	15H
52091	Av. Roosevelt y calle Pichincha	8H
52032	Av. Roosevelt y Av. Atahualpa	15T
112758	Calle Santiago Zamora y Av. Rumiñahui, Parque las Replicas	8T
52086	Av. Rumiñahui y calle Santiago Zamora	8H
52168	Av. Atahualpa y calle Juan José villacreses, entrada a San Carlos	15H
52219	Av. Roosevelt y calle Euclides Salazar, esquina	10T
52220	Av. Roosevelt y calle Padre Enrique Terán	10T
52379	Av. Unidad Nacional y Av. Atahualpa, esquina del AKI	40H
105747	Av. Unidad Nacional y calle Manuelita Sáenz, esquina	12T
106182	Av. Unidad Nacional y calle Gabriela Mistral, semáforo	10T
52500	Av. Unidad Nacional y calle Gabriela Mistral	20H
52531	Calle Quito y Gabriela Mistral	10H
52596	Calle Sixto Lanas y Luis F. Ruiz	7T
102768	Av. Unidad Nacional por monumento el León	30T
52646	Av. Unidad Nacional, esquina del cine	8T
52661	Av. Unidad Nacional, entrada a la Ciudadela el Bosque	12H
113092	Calle Avellanos y Algarrobos, entrada a las canchas	15H
107029	Av. Unidad Nacional y calle los Ceibos, mecánica Pichincha	5H
51799	Calle del Ébano y Álamos	5H
52719	Av. Unidad Nacional y Av. Primero de Abril, entrada a las Bethlemitas	15T
52747	Calle Sociedad de San Pablo, por la sede social de la cooperativa de vivienda San Francisco	7H
52940	Barrio PilligTapalan	6H
52993	Calle Sociedad de San Pablo y Hermanos de la Caridad, las Bethlemitas	10T
112847	Barrio Ashpacruz vía al Niágara	7H
08745	Barrio Ashpacruz vía a la parada de buses	6H
109258	Barrio TiobambaSur, entrada a Galpón Loma	5H

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

En el sistema de ELEPCO S.A se encuentran instalados los fusibles de acuerdo a la capacidad de carga que tiene cada fase y los tipos de fusibles que utilizan para redes eléctricas y transformadores de distribución son H-T, los fusibles deben ser cambiados según la capacidad de carga, carga fría y niveles de corto circuito.

1.5.3 Tipos de Protecciones y Seccionamiento

1.5.3.1 Cualidades de un Sistema de Protección

ELEPCO S.A. GUIAS DE DISEÑO, Dice “Para que un sistema de protección sea realmente eficaz debe satisfacer una serie de cualidades, estas son: Fiabilidad, Velocidad, Selectividad, Sensibilidad”.

Fiabilidad.- Es la propiedad que ha de tener una protección para que actúe única y exclusivamente cuando deba hacerlo. Es decir debe tener un alto índice de seguridad no dando lugar a las desconexiones falsas.

Velocidad.- Cuando la falla se encuentra dentro de la zona protegida, la actuación de la protección debe ser lo más rápido posible. Los daños producidos por el defecto serán menores cuanto menor sea el tiempo que dure el mismo.

Selectividad.- Se relaciona con los mínimos valores de entrada que produce la operación de un relé pick-Up.

Sensibilidad.- Para que opere de forma cómoda ante cualquier falla que se dé en la zona que se esté protegiendo y permanezca imperturbable a otras a él no comprometidas.

1.5.3.2 Objetivos de las Protecciones

TORRES, Orlys (2010), manifiesta: “El objetivo fundamental de la ciencia de las protecciones eléctricas será:

- Prevenir de daños al equipo, electrodomésticos y elementos fundamentales del Sistema Eléctrico contra los defectos y averías que en ellos puedan presentarse.
- Proteger eficazmente al personal operativo y la integridad física de las personas en general.
- Mantener un alto nivel de Calidad de Servicio Técnico (estabilidad y continuidad), evitando en lo posible cortes de suministro o minimizando sus efectos cuando estos ocurran”.

1.5.3.3 Fusibles

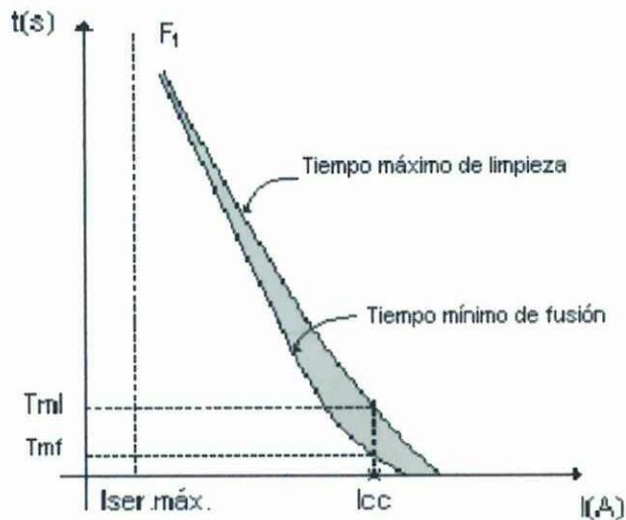
TORRES, Orly (2010), manifiesta: “Los fusibles aunque son los más antiguos de los dispositivos de protecciones aún se utilizan con gran frecuencia en la protección de las redes de distribución urbanas, estos dispositivos poseen el más sencillo funcionamiento”.

Cuando una gran corriente pasa a través del fusor o lámina fusora, entonces se genera una alta temperatura que logra fundirla, quedando así desconectada la fase averiada. Existe mucha variedad de fusibles y muchos de estos no tienen exactamente el mismo principio de funcionamiento, pero la variedad de estos está en dependencia del nivel de voltaje, la aplicación y la importancia del elemento a proteger.

Para proteger transformadores de distribución, se emplean mucho, los fusibles tipo slofast (Dual).

Un fusible no tiene un tiempo único para su operación, sino por el contrario este depende del nivel de la corriente que lo atraviesa. Para corrientes mayores, mayores temperaturas y, por tanto, más rápida es la fusión de la lámina fusora y todo lo contrario ocurre para menores corrientes. Es decir, el tiempo de operación es inversamente proporcional a la corriente. Ver (GráficoNº 1-2).

GRÁFICO N° 1-2; CARACTERÍSTICA HIPOTÉTICA DE TEMPORIZACIÓN DE UN FUSIBLE.



FUENTE: DR. ORLYS ERNESTO TORRES BREFFE (2010).

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Existen fusibles de numerosas definiciones o normativas, tipos K, T, MS, H, E, entre otros, estas letras representan las características de inversión de las curvas.

Características de Tiempo – Corriente de Fusión Mínima.- Estas curvas muestran el tiempo mínimo que tarda en fundir un hilo fusible por una corriente dada. Ver Anexo1-7. www.electricosinter.comcms.

Características de Tiempo – Corriente de Fusión Máxima y Despeje Total.- Estas curvas muestran la relación entre la corriente del fusible y el tiempo de fusión mínimo más la tolerancia y el tiempo de arco del fusible. Ver Anexos 1-8.

1.5.3.3.1 Características de fusión (prearco) tiempo-corriente del hilo fusible tipo T.

Las características tiempo – corriente para el hilo fusible tipo T debe cumplir con las corrientes máximas y mínimas requeridas para fundir el hilo fusible en tres zonas de tiempos:

- a. 300 segundos para hilos fusibles de 1 a 100 Amperios nominales.
- b. 10 segundos.
- c. 0.1 segundos designadas. Ver Anexo 1-9.

Los fusibles no pueden ajustarse; sólo se seleccionan, es decir, que el objetivo radica en hacer una buena selección del fusible para la protección contra determinado defecto que por lo general es el cortocircuito.

1.5.3.4 Selección de Equipos de Protección, Seccionamiento y su Coordinación

Los sistemas eléctricos no están exentos de la ocurrencia de averías. Por mucho que se mejoren los aisladores y los materiales aislantes con que se fabriquen los elementos del sistema, el riesgo de la avería siempre está presente y por tanto las protecciones deben estar listas para la desconexión de la zona o parte del sistema averiado en cualquier momento.

Las protecciones que se utilizan en el Alimentador Latacunga Sur son dispositivos primarios, es decir, dispositivos conectados directamente al circuito de medio voltaje, o sea en la red de distribución.

1.5.3.4.1 Selección de fusibles para los transformadores de distribución.

Los transformadores de distribución se protegen normalmente mediante fusibles (Figura N° 1-2). Incluso muchos de ellos son transformadores conocidos como “autoprotegidos”, lo cual solo significa que el fusible está dentro del transformador, sumergido en el mismo aceite en el interior del tanque. Es un fusible con características fusoras muy similar al que se emplea en un transformador protegido por un fusible externo. En cuanto, el Departamento de Operación y Mantenimiento de ELEPCO S.A, ha optado por instalar

externamente fusibles para proteger al equipo por lo que no tienen en sus registros la curva de daño del transformador autoprotegido para su coordinación.

FIGURA N° 1-2; TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN PROTEGIDO MEDIANTE SECCIONADORES FUSIBLES EXTERNOS.



FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

TORRES, Orllys (2010), manifiesta: “En la selección del fusible para proteger un transformador hay una serie de restricciones que se pueden entender una vez comprendidos los fenómenos internos que suceden en el transformador”.

Los transformadores de distribución son máquinas fuertes que toleran numerosas averías externas, así como regímenes anormales, para mayores corrientes las tolera un menor tiempo. A la relación de corriente contra tiempo en la curva de tolerancia o soporte del transformador a las sobrecorrientes, se le llama “Curva de Daño del Transformador” y se muestra en el Anexo 1-10.

En la Tabla N° 1-11; se muestra la relación entre la corriente y el tiempo de soporte de dicha corriente en el transformador bajo los estándares del ANSI, se puede observar como para valores muy altos de 25 veces la corriente nominal del transformador, el tiempo de tolerancia es muy corto de 2 segundos. Pero las corrientes del orden de los 5 veces la nominal, pueden ser soportadas por mucho más de 30 segundos hasta alcanzar el minuto.

TABLA N° 1-11; VALORES DE CORRIENTES CONTRA TIEMPO EN LA CURVA DE DAÑO DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

Multiplying Factors for Constructing Transformer Damage Factors (Applied to Transformer Full-Load Current)

Time (Seconds)	Damage Factor
60	4.75
30	6.7
10	11.3
5	14.3
4	16.6
3	20.
2	25.

FUENTE: DR. ORLYS ERNESTO TORRES BREFFE (2010).

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Si se quiere seleccionar un fusible que proteja al transformador, debe quedar a la izquierda de esta curva de tal forma que para cualquier sobre-corriente, se funda primero el fusible antes que esta corriente permanezca tanto tiempo como para dañar al transformador.

El fusible igualmente no se puede fundir a la máxima corriente nominal del transformador, ni a las corrientes de Inrush, pueden ser muy elevadas en determinadas condiciones. En el Anexo 1-11, se muestra de forma gráfica como la curva de tiempo contra corriente del fusible está en el medio entre la curva de la corriente de Inrush y la Curva de Daño del transformador.

Específicamente hablando, la curva de tiempo mínimo de fusión debe estar a la derecha de la curva de magnetización o de Corriente de Inrush y la curva de tiempo máximo de limpieza del fusible, debe estar a la izquierda de la curva de daño del transformador, el fusible no protege al transformador contra sobrecargas y se instalan protecciones en el secundario.

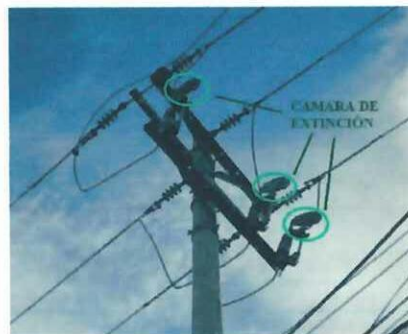
En el Anexo 1-12, se muestra de forma gráfica como la curva de daño es cortada por la curva de tiempo máximo de limpieza. Alrededor de un 200 o un 300% de sobrecarga del transformador no es detectada por el fusible. En el Anexo 1-13, se muestra la tabla de los fusibles SLOFAST para transformadores de distribución,

en la cual se busca el fusible a partir de la potencia del transformador con la relación de la corriente de cortocircuito.

1.5.3.4.2 Selección de fusibles para las redes eléctricas de distribución.

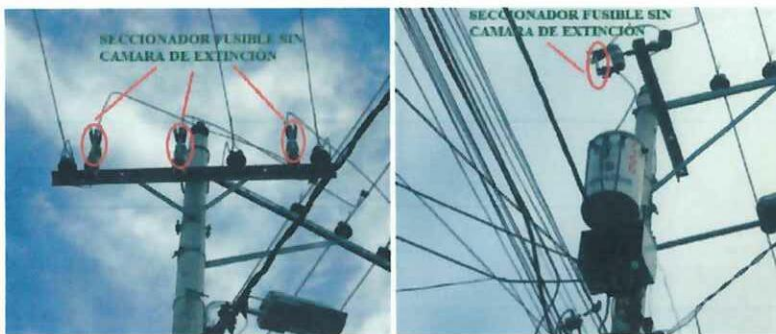
Las redes de distribución del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4 están protegidos por seccionadores fusibles con cámara de extinción Figura N° 1-3, y en su mayoría sin cámara como se muestra en la Figura N° 1-4.

FIGURA N° 1-3; RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCION PROTEGIDA POR SECCIONADOR FUSIBLE CON CAMARA DE EXTINCION.



FUENTE: POSTULANTES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

FIGURA N° 1-4; RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCION PROTEGIDA POR SECCIONADOR FUSIBLE SIN CAMARA DE EXTINCION.

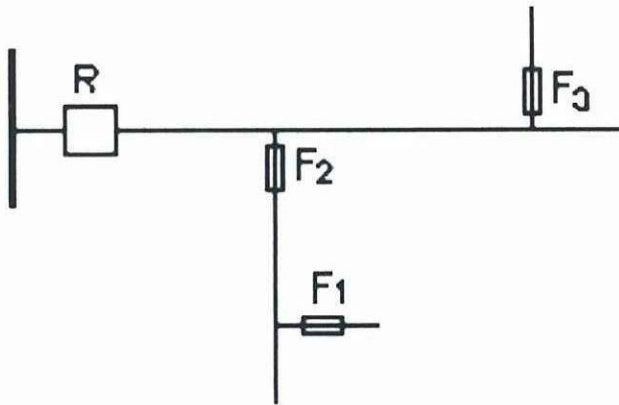


FUENTE: POSTULANTES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

TORRES, Orlys (2010), manifiesta: “En la selección del fusible hay que tener en cuenta, al igual que en todos los aparatos de sobrecorrientes de tiempo inverso, que no deben de accionar a la corriente de servicio máxima ($I_{ser.m\acute{a}x.}$) en régimen estable y transitorio permisible”.

Además de lo anterior, el fusible que esté seleccionando debe ser más lento que la protección contra cortocircuito adyacente. Si la protección adyacente es un fusible (Grafico No 1-3), entonces debe cumplir que el tiempo mínimo de fusión del fusible que estamos seleccionando sea mayor que el tiempo máximo de limpieza del fusible adyacente, para la máxima corriente de cortocircuito de este último.

GRAFICO No 1-3; CIRCUITO HIPOTÉTICO QUE MUESTRA LA PROTECCIÓN POR FUSIBLES DE UNA SIMPLE RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: DR. ORLYS ERNESTO TORRES BREFFE (2010).
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Expresado matemática y gráficamente, se obtiene:

$$I_f > I_{ser.m\acute{a}x.}$$

$$t_{mf(n)} \cdot 0.75 > t_{ml(n-1)}$$

$$I_{cc.m\acute{a}x.(n-1)}$$

Donde:

$I_{ser.m\acute{a}x}$: Es la corriente de servicio máximo que puede circular por el fusible n.

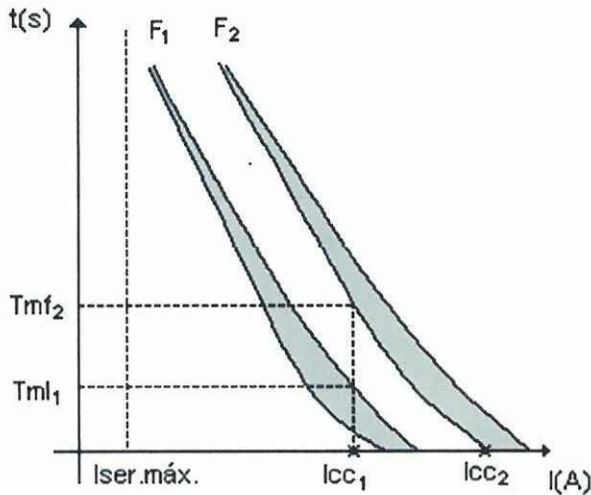
(n): Es la identificación del fusible seleccionado.

(n-1) Es la identificación del fusible adyacente.

Como se observa en el Grafico No 1-4, para la corriente de cortocircuito I_{cc_2} , ambos fusibles se fundiran en un tiempo similar y, por tanto no se cumplirá la selectividad necesaria.

Algo diferente se presenta para la corriente I_{cc_1} donde se cumple que el fusible F_1 se fundira mucho más rápido que el fusible F_2 , en caso que se le mantuviera la corriente.

GRAFICO No 1-4; COORDINACIÓN ENTRE DOS FUSIBLES



FUENTE: DR. ORLYS ERNESTO TORRES BREFFE (2010).

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

De hecho, se puede concluir que dos fusibles coordinarán hasta un nivel máximo de corriente de cortocircuito. Basados en esta afirmación, muchas compañias brindan tablas de coordinación de fusibles (TABLA No 1-12), mostrando los niveles de corrientes que cumplen la norma de selectividad.

TABLA N° 1-12; TABLA HIPOTÉTICA PARA LA COORDINACIÓN DE FUSIBLES

FUSIBLES ADYACENTES	FUSIBLES A SELECCIONAR				
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
F ₁	-	I _{cc1}	I _{cc2}	I _{cc4}	I _{cc7}
F ₂	-	-	I _{cc3}	I _{cc5}	I _{cc8}
F ₃	-	-	-	I _{cc6}	I _{cc9}
F ₄	-	-	-	-	I _{cc10}
F ₅	-	-	-	-	-

FUENTE: DR. ORLYS ERNESTO TORRES BREFFE (2010).

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

La numeración dada a los fusibles que están en la tabla es para representar el crecimiento de la corriente de fusión en los mismos. El fusible F₅, tiene mayor corriente de fusión que el F₄ y así hasta llegar hasta el F₁.

Se puede observar como el fusible F₁ jamás coordinará con ninguno de los adyacentes dado que todos son de mayor o igual corriente de fusión que él, por tanto, jamás se cumplirán las normas de selectividad. Luego los fusibles mayores coordinarán con los menores hasta un nivel de corriente determinado que se muestra en la celda que está en el cruce entre las columnas y las filas.

Para el ejemplo mostrado, el fusible F₄ coordinará con un fusible F₂ para corrientes menores o iguales a I_{cc5}. Es decir, si tenemos corrientes de cortocircuitos en el tramo protegido por el fusible F₂ mayores que I_{cc5}, entonces se necesitará escoger un fusible mayor que F₄ porque estos dos no coordinarán y podrán fundirse juntos en el momento del cortocircuito pudiendo quedar el circuito completo sin energía.

En el Anexo N° 1-14, se muestra la tabla de fusibles tipo T que permiten coordinar los fusibles que protegen a las redes de distribución.

CAPÍTULO II

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1 Aspectos Generales de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A

2.1.1 Antecedentes Históricos

La Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. tiene por objeto social la Generación, Transmisión, Subtransmisión, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en su área de concesión, de conformidad con la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y demás Leyes de la República.

Para cumplir con su objetivo social, la Compañía podrá realizar toda clase de actos y contratos civiles, industriales, mercantiles y demás relacionados con su actividad principal.

El día domingo 11 de abril de 1909 el Coronel Justiniano Viteri, Presidente del Consejo Municipal de Latacunga, inauguró en forma oficial el servicio de Alumbrado Eléctrico de esta ciudad, conformándose lo que se llamó los Servicios

Eléctricos Municipales, entidad que desde aquella fecha fue la encargada de administrar la energía eléctrica producida por una pequeña planta hidráulica de 30 KW, localizada en el barrio Miraflores, el servicio que se brindaba era exclusivamente de alumbrado de domicilios y de las calles céntricas de la ciudad.

Al transcurrir los años y al incrementarse la utilización del servicio eléctrico fue necesario que en 1925 se inaugure otra Central Hidráulica de 300 KW. En el Río Yanayacu. El voltaje al cual se generaba era el mismo al que se distribuía y se consumía, es decir 110/220 V. con la primera central y luego con la segunda distribuida a 2.400 V.

Al seguir creciendo la demanda eléctrica, se mentalizó el proyecto Illuchi a 10 km. Al oriente de la ciudad de Latacunga y es así que en 1951 el Alcalde de Latacunga Don Rafael Cajiao Enríquez inaugura la primera etapa de dos grupos Hidráulicos de 700 kw cada uno. En la segunda etapa se instaló el tercer grupo, 1400 KW, entrando en operación en 1955.

En 1967 entró en operación la Central Illuchi N° 2 con 1400 KW. Los caudales de agua que se aprovechaban eran de las lagunas de Piscacocha, Salayambo, y las captaciones de las acequias Retamales, Ashpacocha y Dragones. Con las nuevas centrales se cambió el sistema de distribución a 6.300 V y el servicio eléctrico se extendió a las zonas rurales, es decir, a las parroquias de Aláquez, Joseguango, Guaytacama, Mulaló, Tanicuchí, Toacazo, Pastocalle, a 29 recintos y caseríos; además se vendía en bloque a los municipios de Pujilí y Saquisilí.

El día 2 de mayo de 1975 el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL se hace cargo de la administración de la energía eléctrica de Cotopaxi y funda el Sistema Eléctrico Latacunga (S.E.L.), inmediatamente inicia sus labores, sus primeras obras fueron la reparación de las Centrales Hidráulicas y el revestimiento de 15 km del canal de Aducción. Luego desde 1976 se inicia una remodelación integral y ampliación de las redes de distribución de las zonas rurales de la provincia. Las redes de distribución se constituyeron exclusivamente en postes de

madera tratada y de hormigón con conductores de aluminio y con un voltaje de 13.800 V. en el año de 1983, este programa de remodelación fue concluido.

En el mes de mayo de 1977 el S.E.L. se interconecta al Sistema Nacional mediante la S/E San Rafael y una línea de 69 KV hasta la ciudad de Ambato. Con este suceso el S.E.L, inicia una ampliación sin precedentes ya que se comienza a dar energía a varias fábricas antiguas y nuevas en la vía a Lasso. A la vez se comienza a proporcionar la integración de los cantones Salcedo, Saquisilí y Pujilí. Mediante sendos Convenios de Administración y Fideicomiso se logra la integración al S.E.L, de los cantones, en mayo de 1979 Salcedo; el 30 de junio de 1980 Pujilí y el 28 de marzo de 1982 Saquisilí.

Ante el notario segundo del Cantón Latacunga el 25 de noviembre de 1983 se otorga la escritura pública de constitución de la compañía anónima denominada "EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A., ELEPCO S.A.". Está ubicada, en la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Barrio San Agustín de la Parroquia la Matriz, Calle Marqués de Maenza y Sánchez de Orellana.

El 1^o de febrero de 1984 entra en funcionamiento la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, siendo sus Accionistas INECEL y los Ilustres Municipios de Latacunga, Saquisilí, Salcedo y Pujilí.

En el mes de marzo de 1987 se realiza la construcción de la ampliación de las Centrales Hidráulicas Illuchi N° 2, con el financiamiento de INECEL y de fondos propios de la Empresa. Esta ampliación tiene 5.2 MVA divididos en dos grupos, inició su funcionamiento en el mes de diciembre de 1987, desde entonces la empresa brinda servicios de generación y distribución de energía eléctrica, cubriendo una amplia zona a nivel de Cotopaxi.

La Junta General de Accionistas en sesión extraordinaria del 29 de diciembre de 1994, aprobó la incorporación del Honorable Consejo Provincial de Cotopaxi y de la Ilustre Municipalidad de Pangua como accionistas de ELEPCO S.A.

2.1.2 Área de Concesión

La Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. según sus estatutos está autorizada para proveer servicio de energía eléctrica en la Provincia de Cotopaxi.

Las instituciones que la antecedieron fueron los Servicios Eléctricos Municipales y luego el Sistema Eléctrico de Latacunga, pero durante la existencia de estas instituciones su infraestructura técnica era muy limitada y estaba muy alejada al cantón La Maná, el cual se encuentra en el sector occidental, motivo por el cual la Empresa Eléctrica EMELGUR, extendió su influencia a este cantón y electrificó la Ciudad de La Maná y varios de sus recintos tales como: Chipe-Hamburgo, El Toquillal, Tres Coronas, Manguila y San Pablo. Por similares razones, la Empresa Eléctrica Ambato dio servicio en el extremo Sur al sector de Cunchibamba perteneciente a Tungurahua.

Para la distribución y comercialización de la energía eléctrica, ELEPCO S.A., tiene la concesión de los cantones: Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí, Sigchos, Pangua y parte de La Maná de la Provincia de Cotopaxi, las principales restricciones en la concesión del servicio, lo constituye la ciudad de La Maná y las parroquias de Palo Quemado y las Pampas del cantón Sigchos, que son servidas por las empresas eléctricas EMELGUR y Santo Domingo respectivamente.

La ELEPCO S.A, paulatinamente fue extendiendo sus redes eléctricas y actualmente ha llegado a rodear las instalaciones de EMELGUR en la Maná, impidiendo su avance y de igual manera a las otras dos empresas vecinas de Ambato y Quito.

Cabe mencionar que la concesión del cantón La Maná Se encuentra en trámites para la asignación de la totalidad de su área a la Empresa Eléctrica de Cotopaxi.

2.1.3 Descripción de las S/E Existentes en ELEPCO S.A

Las Subestaciones de distribución del sistema ELEPCO S.A. cuentan con 74,25 MVA de capacidad instalada y las Subestaciones de elevación en las centrales de generación cuentan con 15,62MVA.

En la provincia de Cotopaxi existen las siguientes Subestaciones. Ver tabla Nº 2.1

TABLA Nº 2.1; SUBESTACIONES DE ELEPCO S.A.

SUBESTACION	VOLTAJE (KV)	CONEXIÓN	CAPACIDAD (MVA)
S/E SALCEDO	69/13,8	Dy1	10/12,5
S/E SAN RAFAEL	69/13,8	Dy1	10/13
S/E EL CALVARIO T1	23/13,8	Dy1t	4/5,2
ILLUCHI 1	2,4/22,0	Dy0	3x1,75
ILLUCHI 2	2,4/13,8-69/13,8	Yd5	6,5
S/E LA COCHA	69/13,8	Dy1	10/12,5
S/E LASSO T1	69/13,8	Dy1	10/12,5
S/E LASSO T2	69/13,8	Dy1	20
S/E MULALO	69/13,8	Dy1	10/12,5
S/E SIGCHOS	4,16/13,8	Dy1	5,0
S/E EL ESTADO	0,44/13,8	Ynd11	2,5
S/E CATAZACON	4,16/13,8	Ynd11	1,0

FUENTE: ELEPCO S.A.GUIAS DE DISEÑO.

ELABORADO POR: POSTULANTES.

2.1.4 Misión

La misión de la empresa es proveer potencia y energía eléctrica en su área de concesión de la Provincia de Cotopaxi, en forma suficiente, confiable, continua y

al precio justo, de tal manera que se tienda al desarrollo socio económico de la sociedad y de los sectores productivos de la provincia.

2.1.5 Visión

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, líder en el sector eléctrico del país, garantiza un excelente servicio eléctrico durante las 24 horas diarias, además certifica la distribución de energía eléctrica en condiciones técnicas y económicas adecuadas, para atender las necesidades de sus clientes regulados y especiales, con sujeción al marco legal vigente, buscando una rentabilidad sostenida que satisfaga a sus accionistas y colaboradores, a través de procesos de continua mejora.

2.1.6 Valores Institucionales

Los valores institucionales que la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. posee son los siguientes; calidad en el servicio, eficiencia, honestidad, responsabilidad social, disciplina, integración, respeto por el medio ambiente, trabajo en equipo, desarrollo del talento humano, liderazgo.

2.1.7 Principios Fundamentales

- Disponer de recursos humanos capacitados, motivados y comprometidos con los objetivos institucionales.
- Practicar una gestión gerencial moderna, dinámica, participativa, comprometida en el mejoramiento continuo.
- Disponer de un sistema eléctrico confiable, utilizando tecnología adecuada.
- Tener procesos automatizados e integrados.

2.1.8 Principales Debilidades

- Inadecuada infraestructura eléctrica en determinados sectores del área de concesión, (parcialidad).
- No disponer de una tarifa regulada que cubra los costos del servicio eléctrico. Debido a Tarifa de la dignidad y compensaciones incumplidas.

2.1.9 Plan Estratégico

En su Plan Estratégico a futuro ELEPCO S.A, se contemplan varios objetivos:

- a. **Objetivos Estratégicos Financieros:**
 - Conseguir anualmente resultados positivos.
 - Disminuir los costos y gastos.
 - Reducir pérdidas de energía.
- b. **Objetivos Estratégicos de Clientes:**
 - Mejorar continuamente la Calidad del Servicio Técnico en el suministro de energía en el área de concesión de la Empresa.
 - Implementar planes de acercamiento y participación de la Empresa con la comunidad.
 - Fortalecer la imagen corporativa.
 - Minimizar el impacto ambiental generado por la actividad empresarial.
- c. **Objetivos Estratégicos de Procesos:**
 - Mejorar los procesos institucionales.
 - Cumplir el marco regulatorio.
 - Optimizar la infraestructura empresarial.

d. Objetivos Estratégicos de Capital Intangible:

- Impulsar permanentemente el cambio y la innovación.
- Gestionar al personal bajo el enfoque de competencias.
- Fortalecer la cultura empresarial.
- Integrar los sistemas informáticos departamentales de excelencia.

2.2 Análisis e Interpretación de Resultados

El desarrollo de este proyecto de investigación se realiza mediante una metodología fundamentada en una investigación de campo, descriptiva, cuasi-experimental y ex-post facto; que emplea las técnicas de recolección de información tales como: la entrevista, la encuesta y la percepción, asociados con, los métodos científico, analítico – sintético, descriptivo e hipotético-deductivo, dirigidas a una población específico.

Inicialmente se ha definido trabajar con una población correspondiente a 98 clientes pertenecientes al Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, ya que los usuarios por motivo de sus negocios y las industrias, son los perjudicados en caso de la interrupciones programadas y no programadas, pero considerando obtener resultados más valaderos, se ha determinado aplicar una entrevista al Director del Departamento Técnico, y al Director de Centro de Información para Estudios Técnicos (CIETEC) de ELEPCO S.A, quienes se hallan en contacto en la ejecución de la presente investigación.

2.2.1 Entrevista

Esta técnica fue realizada al Director del Departamento Técnico y al Ingeniero de Centro de Información para Estudios Técnicos (CIETEC), el mismo que permitió

obtener información desde el punto de vista de la dirección técnica, para el cual se planteó 5 interrogantes.

2.2.1.1 Guía de Entrevista

1. ¿Conoce Ud. el estado actual de las redes de distribución?
2. ¿Cree Ud. q es necesario realizar un estudio de la calidad de Servicio Técnico?
3. ¿Conoce Ud. si la Empresa Eléctrica lleva un registro de las fallas que producen interrupciones en el Alimentador?
4. ¿Conoce Ud. si las protecciones del alimentador están bien coordinadas?
5. ¿A su criterio la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. cumple con los parámetros de Calidad de Servicio Técnico que estipula la Ley del Sector Eléctrico o la regulación 004/01 emitida por el CONELEC?

2.2.1.2 Resultado

De la entrevista efectuada, se puede enunciar lo siguiente:

Esta fue realizada a los ingenieros eléctricos del Departamento Técnico, que se encargan específicamente en la Operación y Mantenimiento de las redes de distribución de la ELEPCO S.A.

Por falta de actualización permanente del sistema eléctrico de distribución no se conoce el estado actual de la red. Específicamente, el Alimentador Latacunga Sur 52C8-I4, no cuenta con estudios técnicos, ELEPCO S.A. y los postulantes están realizando el levantamiento de las redes eléctricas de distribución, en la actualidad existe el Centro de Información para Estudios Técnicos (CIETEC), aprovechando esto, la empresa eléctrica manifiesta que si es conveniente realizar el presente estudio de la Calidad de Servicio Técnico y el planteamiento de soluciones en el Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4.

La calidad de un estudio siempre ayuda a determinar, cual es el estado o las condiciones en las que estamos entregando el servicio eléctrico, además permite ver si la empresa está dotando un servicio que este dentro de los parámetros emitidos en la regulación N° 004/01 del CONELEC.

La empresa eléctrica lleva un registro de fallas, pero, como no tiene actualizada los datos de las redes eléctricas de distribución, no se conoce exactamente la cantidad de potencia instalada, cuantos usuarios quedan sin servicio en una interrupción y no se puede realizar una buena selección de fusibles para la coordinación de protecciones y mucho peor, conociendo que, un sistema de distribución es dinámico.

Por razones antes mencionadas, la empresa eléctrica entrega al CONELEC un reporte estimado de la calidad de servicio técnico según la regulación N° 004/01.

2.2.2 Encuesta

Mediante esta técnica de recopilación de datos, se han formulado preguntas que permitieron obtener con mayor certeza información en beneficio de la ejecución de este proyecto, para ello, se ha planteado 8 interrogantes estrechamente ligadas al proyecto. Anexo 2.1.

2.2.2.1 Ficha de encuesta

Esta técnica se aplicó, únicamente a 98 clientes pertenecientes al Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, esta decisión se debe a que los usuarios por motivo de sus negocios, son los perjudicados por las interrupciones originadas, esto permitió obtener resultados más reales, en dicho número de casos se incluyen clientes residenciales, comerciales e industriales.

2.2.2.2 Análisis de los Resultados por Pregunta Aplicada a Clientes

1. ¿Esta Ud. conforme con el servicio eléctrico que le brinda la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A?

Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.1
PREGUNTA # 1, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	SI	70	71
2	NO	28	29
TOTAL		98	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO #2.1
OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #1



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

Interpretación y análisis

Con respecto al servicio eléctrico que le brinda la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A a los usuarios, el 71 % manifiesta que si están conforme ya que la atención en caso de interrupciones en la zona urbana es inmediata en restablecer el servicio, mientras que el 29 % de los encuetados opinan que la atención es pésima, ya que se demoran en restablecer el servicio eléctrico en caso de interrupción.

2. ¿Que pediría a la empresa eléctrica para que mejore el servicio eléctrico?

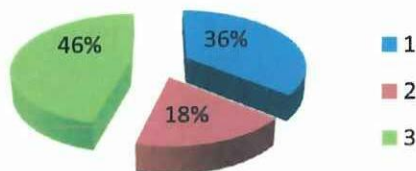
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.2
PREGUNTA # 2, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	Incrementar centros de transformación (transformadores) en zonas sobrecargados	35	36
2	Balancear las cargas del alimentador	18	18
3	Instalaciones de redes eléctricas en perfectas condiciones	45	46
TOTAL		98	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO #2.2
OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #2



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

Interpretación y análisis

En lo que concierne a esta pregunta sobre el mejoramiento de servicio eléctrico por parte de la empresa eléctrica, el 36 % admiten que incrementen centros de transformación (transformadores) en zonas sobrecargados ya que el voltaje varía en horas pico, mientras que el 18 % proponen que deben balancear las cargas del alimentador y el 46% opinan que se debe realizar nuevas instalaciones de redes eléctricas ya que las instalaciones anteriores están obsoletas.

3. ¿Ha observado si los trabajadores de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. realizan mantenimiento al sistema eléctrico de distribución de su sector?

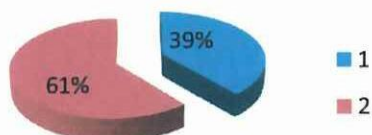
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.3
PREGUNTA # 3, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	SI	38	39
2	NO	60	61
TOTAL		98	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO #2.3
OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #3



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

Interpretación y análisis

Esta pregunta se encaminó a verificar si los trabajadores de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. realizan mantenimiento al sistema eléctrico de distribución de los sectores que comprende el Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, de los resultados, el 39 % manifestaron que si realizan mantenimiento, mientras que el 61 % dan la razón que no se les ve a los trabajadores haciendo mantenimiento en las redes, ya que en algunos sectores están con líneas antiguas.

4. ¿En caso de una interrupción del suministro de energía eléctrica en su sector, la reposición del servicio eléctrico por parte de la empresa eléctrica ha sido inmediata?

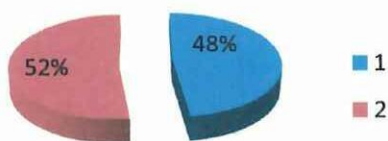
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.4
PREGUNTA # 4, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	SI	47	48
2	NO	51	52
	TOTAL	98	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO #2.4
OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #4



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

Interpretación y análisis

En los resultados obtenidos en esta inquietud, el 48 % manifiestan que si restablecen inmediatamente el servicio de energía eléctrica, mientras que, el 52 % dicen que el servicio eléctrico no es inmediato, sino que tardan en llegar al sitio de falla, horas y a veces días.

5. ¿Conoce Ud. de un estudio de la calidad de servicio eléctrico aplicado en el Alimentador Latacunga Sur?

Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.5
PREGUNTA # 5, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	LO CONOZCO	2	2
2	NO LO CONOZCO	96	98
TOTAL		98	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRÁFICO #2.5
OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #5



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

Interpretación y análisis

En esta interrogante se plantea si existe un estudio de la calidad de servicio eléctrico aplicado en el Alimentador Latacunga Sur, misma que refleja, que el 98 % de los encuestados no conocen; por otro lado el 2% opinan que si conocen pero que jamás se ha ejecutado dichos estudios, siendo necesario la realización de un estudio de la calidad de servicio eléctrico.

6. ¿Aconseja Ud. realizar un análisis técnico para mejorar la calidad de servicio eléctrico?

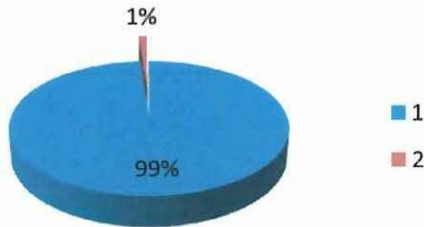
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.6
PREGUNTA # 6, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	SI	97	99
2	NO	1	1
TOTAL		98	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO #2.6
OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #6



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

Interpretación y análisis

El 99 % considera que si es necesario realizar un estudio técnico en el sistema eléctrico de distribución del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, por el contrario, el 1 % no está de acuerdo en realizar el estudio. Esta interrogante encamina a realizar el presente análisis.

7. ¿Conoce Ud. algún tipo de software para la modelación del sistema de distribución?

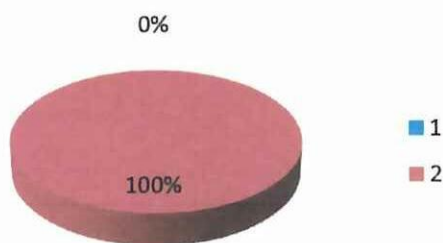
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.7
PREGUNTA # 7, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	LO CONOZCO	0	0
2	NO LO CONOZCO	98	100
TOTAL		98	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO #2.7
OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #7



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

Interpretación y análisis

En la pregunta planteada sobre la utilización de algún tipo de software para la modelación del sistema de distribución, el 100% manifiesta que desconoce de los programas y que sería de suma importancia la implementación de nuevas tecnologías para la realización de diferentes estudios, esta interpretación se da en razón del desconocimiento de las tecnologías actuales.

8. ¿Conoce Ud. Si la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. cumple con los parámetros de calidad de energía que estipula la Ley del Sector Eléctrico o la regulación 004/01 emitida por el CONELEC?

Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.8
PREGUNTA # 8, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCION	VALOR	%
1	SI	2	2
2	NO	96	98
TOTAL		98	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO #2.8
OPCIONES EN PORCENTAJE, PREGUNTA #8



FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.
ELABORADO POR: POSTULANTES.

Interpretación y análisis

Con el objetivo de saber si la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. cumple con los parámetros de calidad de energía que estipula la Ley del Sector Eléctrico o la regulación 004/01 emitida por el CONELEC, el 2% manifiesta que si cumple con dichos parámetros, mientras que, el 98 % de la población desconoce de la regulación y que sería factible que la empresa eléctrica cumpla dicha regulación.

2.3 Verificación de la Hipótesis

Partiendo de la hipótesis planteada para la ejecución o no de este proyecto, se puede constatar, que la empresa eléctrica en su gran mayoría no realizan mantenimiento del sistema eléctrico de distribución del alimentador, los usuarios manifiestan que se debe incrementar centro de transformación, balancear las cargas del alimentador, restablecer inmediatamente el servicio de la energía eléctrica en caso de una interrupción, además, el análisis de la calidad de servicio técnico debe cumplir con la regulación 004/01 del CONELEC y también utilizar un software que permita modelar el sistema eléctrico de distribución.

Una vez interpretados y analizados los resultados obtenidos a través de las técnicas de investigación aplicadas, mismos que muestran un alto porcentaje de interés e importancia que tiene la calidad de servicio técnico para los usuarios, determinar que la interrogante:

¿Será factible el Análisis de la Calidad de Servicio Técnico y planteamiento de soluciones en el Alimentador Latacunga Sur, (52C8-L4) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. 2010?

Es factible, y los resultados de la técnica de entrevista y encuesta verifican dicha inquietud, siendo posible la aplicación de la misma para la ejecución del presente proyecto.

CONCLUSIONES

1. Para el estudio de la calidad de servicio técnico se utilizaron paquetes computacionales, tales como; el software CYMDIST, CYMTCC, una hoja electrónica Excel y el programa autocad, que dispone ELEPCO S.A.
2. Al realizar el análisis de los centros de transformación de distribución se ha podido constatar, que, 177 transformadores entre convencionales y autoprotegidos se encuentran instalados en todo el Alimentador Latacunga Sur con una capacidad total de 5.8615 MVA de potencia instalada y 4313 usuarios entre comerciales, industriales y residenciales.
3. Para determinar la potencia que queda fuera de servicio se tomó de referencia la base de datos del levantamiento tanto del autocad como del Excel ya que los datos de interrupciones proporcionados por la ELEPCO S.A. no contaba con la carga fuera de servicio, motivo el cual como postulantes del presente trabajo se pudo completar ese dato a través del levantamiento.
4. La clasificación de las interrupciones mensuales del año 2010, obtenidas de los registros de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A no están clasificados por alimentador y no tiene una buena información por interrupción para poder clasificar y minimizar el estudio.
5. Al realizar el análisis mensual de las interrupciones programadas y no programadas, tanto en medio y bajo voltaje, los mismos que se encuentra en el archivo Excel de interrupciones, en el cálculo de los índices, 26 interrupciones no programadas sobrepasan los límites admisibles del CONELEC en la subetapa dos afectando a 355 clientes.
6. En el análisis actual del balance de cargas se pudo verificar que la fases ABC, tienen una carga de 27%, 39.5% y 33.5% respectivamente, de tal

manera que la fase B está sobrecargada con respecto a las dos fases y como resultado final del análisis se obtuvo lo siguiente; en las fases ACB, con 33.4%, 33.3% y 33.3% de carga en las líneas, dando un total de 100% del balance de cargas.

7. Para la protección de las redes de distribución en medio voltaje se seleccionó los fusibles tipo T y para los centros de transformación de distribución los fusibles slofast ABB chance (Dual), a través de la información real del levantamiento y georeferenciación de datos y el tipo de fusible se procedió a realizar la coordinación de protecciones fusible-fusible en el software CYMTCC.

8. Para la redistribución de centros de transformación se utilizó fórmulas recopiladas de las guías de diseño, donde se ha concluido que; 4 transformadores autoprotegidos, 2 convencionales trifásicos y 11 convencionales monofásicos están sobrecargados de un total de 177 transformadores instalados en el alimentador.

RECOMENDACIONES

1. Ser más eficientes; en la reposición de la energía eléctrica en caso de interrupciones, aumentando grupos de trabajo para mantenimiento de redes eléctricas, creando una unidad para el estudio específico de protecciones y cumplir con los parámetros de calidad de energía que estipula la Ley del Sector Eléctrico o la regulación 004/01 emitida por el CONELEC.
2. Que la ELEPCO S.A tenga un registro de la base de datos de transformadores instalados con y sin carga, ya que no cuenta con la suficiente información de cada uno de los transformadores de distribución.
3. Evitar que los índices de interrupción mensual sobrepasen los límites admisibles propuestos por el CONELEC, esto se puede lograr, realizando una buena coordinación de protecciones por ramal, balanceando las cargas por fases, instalando centros de transformación de acuerdo a la carga que existe, que el personal de la empresa eléctrica tenga una mejor planificación, organización, eficiencia en los reportes y la reparación inmediata de las interrupciones, con esto se puede lograr minimizar el tiempo y el número de usuarios en una interrupción.
4. Llevar red trifásica a los sectores más poblados, y como prioridad principal, cambiar el ramal monofásico a red trifásico desde el sector las Betlemitas poste 52747 hasta la Urbanización Vista Hermosa poste 8778, esto ayudaría a tener un mejor balance de cargas ya que el ramal monofásico es muy largo.
5. Capacitar en forma continua al personal de operación y mantenimiento sobre la selección y coordinación de protecciones y tener un software para el estudio de la coordinación de protecciones, ya que los trabajadores de la empresa eléctrica asumen que no tiene un registro real de datos y dependiendo de la carga seleccionan fusibles de capacidad estimada tipo T

y H tanto para la protección de las redes de distribución como para los centros de transformación de distribución.

6. Se debería tener los registros necesarios y la carga de transformadores con su respectiva especificación técnica, para que la empresa eléctrica trabaje siempre con los datos reales del alimentador y pueda redistribuir de acuerdo a la demanda de diseño, evitando así el colapso de transformadores.

CAPÍTULO III

3.1 Propuesta Factible

Utilizando los Paquetes Computacionales, Realizar el Estudio de la Calidad de Servicio Técnico, Para Plantear Soluciones y Mejorar el Sistema Eléctrico de Distribución del Alimentador Latacunga Sur, (52C8-L4).

3.2 Presentación

El sistema eléctrico de ELEPCO.S.A abastece el servicio eléctrico a través de cinco etapas, generación, transmisión, subtransmisión, distribución y comercialización, siendo esta última la encargada de llevar la energía eléctrica a los consumidores finales en forma eficiente y bajo estándares de calidad de servicio.

El Alimentador Latacunga Sur está expuesto a interrupciones, eventos que se producen por fallas de equipos, fenómenos incontrolables como tormentas, descargas atmosféricas, ampliaciones de redes, remodelaciones de redes, maniobras y otras, lo que hace que se produzcan condiciones anormales de operación y ante esto se requiere que los elementos de protección tengan un buen funcionamiento para controlar toda clase de eventos.

Para analizar la calidad del servicio técnico, partimos de los datos obtenidos del levantamiento, georeferenciación y la base de datos del registro de interrupciones producidas en el Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, 2010, realizamos los cálculos de frecuencia y duración de interrupciones en medio y bajo voltaje.

Se puede usar diferentes y hasta complejos métodos para su ejecución, en este caso se utiliza el programa CYMDIST y un modelamiento matemático usando una hoja electrónica Excel que representen el comportamiento de dicho sistema seguido de la selección de fusibles para la coordinación de protecciones eléctricas, mismas que demandan experiencia y vastos conocimientos.

Para realizar el proceso descrito, se emplean guías fáciles y muy útiles, ampliamente aplicadas en calidad de servicio técnico y sistemas de protecciones eléctricas, con buen nivel de fiabilidad, lo que ayuda a la obtención de los resultados deseados.

3.3 Justificación

La realización del presente proyecto se lo hizo por las interrupciones, sobrecargas en los centros de transformación y por la necesidad que tiene la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, en tener los datos reales del alimentador y tomar medidas de mejoramiento técnico de la calidad de servicio eléctrico para con los clientes en forma más eficiente y rentable.

A través de los formularios de encuesta y entrevista, este proyecto recoge todas las novedades de los clientes satisfechos e insatisfechos y de los Jefes del Departamento Técnico y de la Unidad del Centro de Información para Estudios Técnicos (CIETEC), mismo que permitió obtener información sobre el servicio de la calidad de energía eléctrica.

3.4 Objetivos

3.4.1 General

Realizar el estudio de la Calidad de Servicio Técnico y plantear soluciones para el mejoramiento del sistema eléctrico del Alimentador Latacunga Sur (52C8-L4), para suministrar una buena calidad de energía eléctrica a los clientes.

3.4.2 Específicos

Analizar en forma técnica las redes de distribución utilizando el SOFTWARE CYMDIST en base a la topología eléctrica de la red del Alimentador Sur.

Plantear soluciones en el alimentador, identificando alternativas de mejoramiento como; balance de cargas, selección de fusibles para una buena coordinación de protecciones, redistribución de centros de transformación y líneas de distribución en el Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4.

Dejar constancia el presente trabajo investigativo al Departamento Técnico de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A para su respectiva ejecución de la misma.

3.4.3 Objetivo del Sector Eléctrico

Por medio de la regulación y requerimientos técnicos emitidos por el Consejo Nacional de Electrificación CONELEC, la ELEPCO.S.A está encaminada a ejecutar y cumplir cada ítem señalado por el ente regulador a nivel nacional, permitiendo así obtener excelentes estándares de calidad de servicio técnico de energía eléctrica en toda su área de concesión de la Provincia de Cotopaxi.

3.5 Modelación Digital

3.5.1 Descripción de los Paquetes Computacionales

CYMDIST

El programa CYMDIST permite estudiar y simular el comportamiento de las redes de distribución de energía eléctrica bajo distintas condiciones y escenarios. El programa ejecuta varias funciones necesarias para el planeamiento, explotación y análisis de las redes de distribución.

Las funciones de análisis de Flujo de carga, Cortocircuito, Optimización de la configuración eléctrica, etc. pueden aplicarse a sistemas radiales de distribución balanceados y desbalanceados, construidos con cualquier combinación de fases y configuraciones. Otras de sus funciones y módulos suplementarios como la ubicación optima de condensadores, el balance de carga y la optimización de la configuración del sistema eléctrico sugieren maneras de minimizar las pérdidas.

CYMTCC

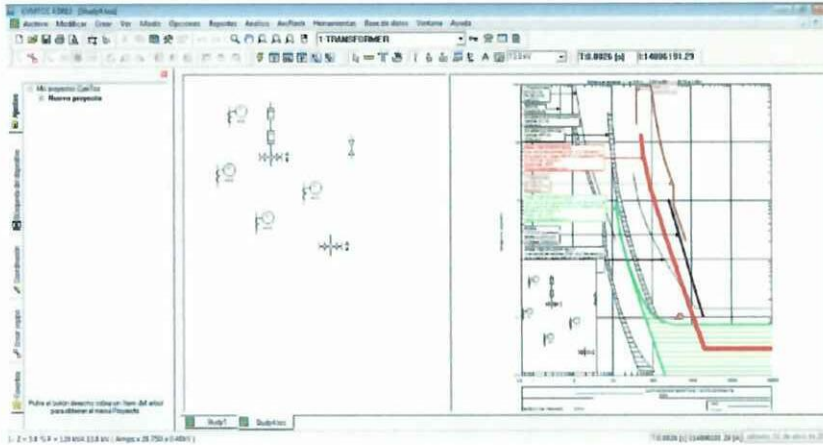
El programa permite coordinar los dispositivos de protección contra sobre corrientes en sistemas residenciales, industriales, comerciales y de distribución de energía.

Los usuarios pueden así:

- Generar gráficas de curvas tiempo-corriente y los reportes de ajustes de cualquiera de los dispositivos contenidos en su extensa biblioteca.
- Agregar nuevos dispositivos a la biblioteca o modificar las curvas o intervalos de los ajustes de los dispositivos existentes.

- Graficar curvas en formularios logarítmicos en papel blanco. Exportar el Diagrama Unifilar o la Gráfica de curvas a archivos para posterior inserción en reportes.

FIGURA 3.1; CYMTCC.



FUENTE: CYMTCC.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

AutoCAD

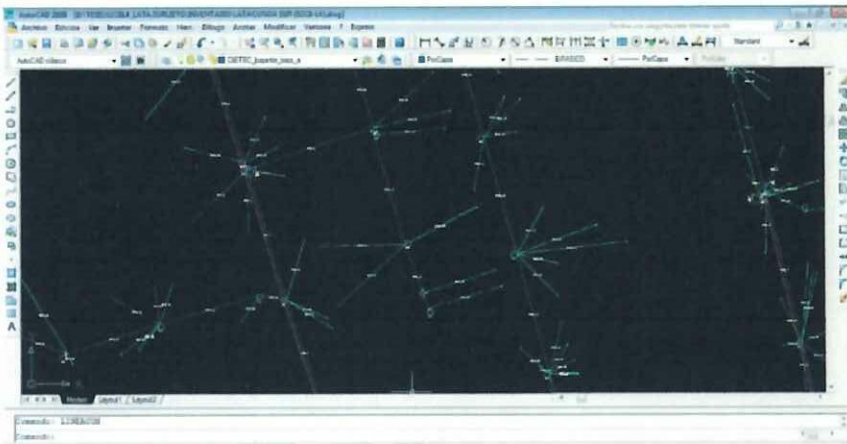
El programa está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas, permite organizar los objetos por medio de capas, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y grafismo. El dibujo de objetos seriados se gestiona mediante el uso de bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos.

AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo.

La extensión del archivo de AutoCAD es .dwg, aunque permite exportar en otros formatos (el más conocido es el .dxf).

El formato.dxf permite compartir dibujos con otras plataformas de dibujo CAD, reservándose AutoCAD el formato.dwg para sí mismo. El formato.dxf puede editarse con un procesador de texto básico, por lo que se puede decir que es abierto. En cambio, el.dwg sólo podía ser editado con AutoCAD, si bien desde hace poco tiempo se ha liberado este formato (DWG), con lo que muchos programas CAD distintos del AutoCAD lo incorporan, y permiten abrir y guardar en esta extensión, con lo cual lo del DXF ha quedado relegado a necesidades específicas.

FIGURA3.2; AUTOCAD.



FUENTE: AUTOCAD.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Microsoft Excel

Es un documento principal, diseñado para registrar y analizar números y datos, Excel toma el lugar de una calculadora o un libro. El programa de hoja de cálculo le facilita el trabajo con números, fórmulas y texto. Las herramientas de edición avanzada de Excel le permiten presentar el trabajo en un formato atractivo y de aspecto profesional.

Los archivos que se crean en Excel se les llaman libros de trabajo. A su vez, un libro consta de hojas de cálculo individuales. Un libro puede contener una o varias

hojas de cálculo, o ser entidades independientes. Dentro de cada hoja de cálculo puede introducir textos y números, realizar cálculos, organizar datos y más.

FIGURA3.3; MICROSOFT EXCEL.

ALIMENTADOR LATAUNGA SUR 52C8-L4, SUBESTACIÓN EL CALVARIO
CALCULO DE LA ENERGIA NO SUMINISTRADA PARA USUARIOS DE BAJA TENSION

ENERO					
CLIENTE	DAIC	LimDAIC	ETT	TIPPA	ENS
1#M-114209	32.7836	16,0	210	744	4,74
1#M-70733	33.8423	16,0	294	744	7,05

FEBRERO					
CLIENTE	DAIC	LimDAIC	ETT	TIPPA	ENS
1#M-102454	49.3693	16,0	148	672	7,35
1#M-84917	38.7208	16,0	130	672	2,65
1#M-118524	35.113	16,0	159	672	4,53

MARZO					
-------	--	--	--	--	--

FUENTE: MICROSOFT EXCEL.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

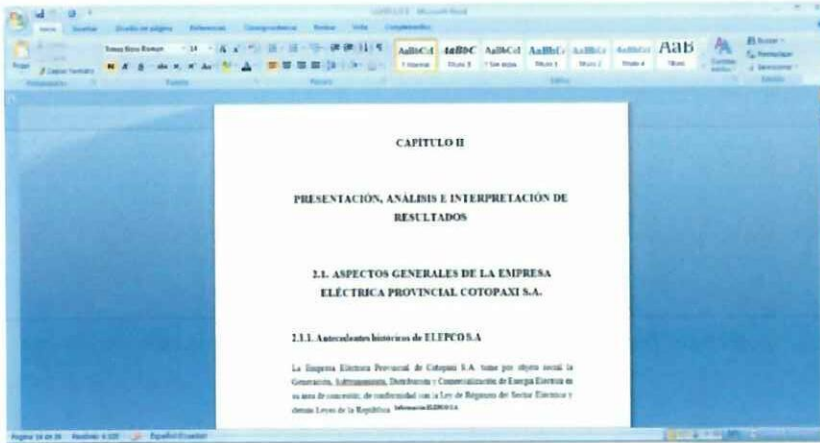
Microsoft Word

Es un procesador de textos de mayor uso, que sirve para crear, modificar y dar forma a diferentes tipos de documentos como por ejemplo, tesis, oficios, memos, trípticos, etc.

Usar un programa de procesamiento de texto significa que se puede escribir el texto de un documento y editarlo (realizar cambios) posteriormente sin tener que volver a escribir todo.

Los procesadores de texto, aparte de introducir texto, imágenes y dibujos, ayudan a trabajar con los mismos, aplicándoles estilos, diseños y formatos para que tomen una apariencia profesional.

FIGURA 3.4; MICROSOFT WORD.



FUENTE: MICROSOFT WORD.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

GPS Trimble-GeoXT (Sistema de Posición Global)

El GPS es un dispositivo electrónico que capta las señales enviadas periódicamente por una red de 24 satélites orbitando alrededor de la tierra. Estos satélites están a una altura de 20 mil Km sobre el nivel del mar, permitiendo determinar la dirección exacta del punto de conexión (postes, medidores y centros de transformación) o la posición de un objeto, una persona, un vehículo con una precisión hasta de centímetros.

Las señales GPS pueden viajar a través de nubes, vidrio y plástico, pero no a través de metales, montañas, edificios y árboles, por lo que es indispensable tener despejado el cielo sobre el GPS para que la unidad pueda ver a un mayor número de satélites y funcionen adecuadamente.

Para ubicar un punto se utilizan como mínimo cuatro satélites. El dispositivo GPS recibe las señales y las horas de cada uno de ellos. Con estos datos y por triangulación calcula la posición en el mundo donde se encuentra.

FIGURA3.5, GPS TRIMBLE-GEOXT.



FUENTE: GPS TRIMBLE-GEOXT (SISTEMA DE POSICIÓN GLOBAL).
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

3.6 Desarrollo de la Propuesta

Para analizar la calidad de servicio técnico, tomamos como referencia la base teórica de la regulación 004/01 emitidas por el Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, datos de las interrupciones y datos georeferenciales del alimentador.

3.6.1 Levantamiento de Datos y Georeferenciación del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4

3.6.1.1 Procedimiento

Este procedimiento permite llevar el inventario de cada uno de los elementos de la red eléctrica, como son; datos de conductores de red MV y BV, postes, estructuras, centros de transformación de distribución, fusibles, acometidas y medidores, entre otros elementos, con el fin de saber la situación actual en que se

encuentra el alimentador para hacer los respectivos análisis y mejorar la distribución de la red.

Después de tener los formularios para el levantamiento de datos, se consideró en primer lugar una charla por parte de los directivos de la Unidad de Centro de Información para Estudios Técnicos CIETEC, luego de esto se procedió a codificar los postes y transformadores (Ver figura 3.6) siguiendo la red del alimentador para poder tener puntos de referencia y tomar todos los datos necesarios. Para esta codificación se utilizó pintura esmalte color rojo fiesta, un pincel, guantes, un par de trepadoras con su respectivo arnés y escaleras para poder pintar a 4.5 m de altura en los postes, todo esto con su respectiva protección de seguridad.

FIGURA 3.6; CODIFICACIÓN DE POSTES.



FUENTE: ALIMENTADOR LATACUNGA SUR 52C8-L4.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Luego de codificar se procedió a determinar la secuencia de las fases, llenar los formularios del levantamiento de datos (Ver figura 3.7) y georeferenciar (Ver figura 3.8), los puntos de conexión (postes) y puntos de medición (medidores) con el GPS Trimble-GeoXT, iniciando con la línea trifásica de 13.8 KV desde la subestación el Calvario hasta encontrar con las derivaciones trifásicas o monofásicas de Medio Voltaje, incluso hasta los centros de transformación, sitio

desde el cual se procede con el levantamiento de las líneas de bajo voltaje y acometidas.

FIGURA3.7; LEVANTAMIENTO DE DATOS.



FUENTE: ALIMENTADOR LATACUNGA SUR 52C8-L4.
RECOPIADO POR: POSTULANTES

FIGURA3.8; GEOREFERENCIACIÓN.



FUENTE: ALIMENTADOR LATACUNGA SUR 52C8-L4
RECOPIADO POR: POSTULANTES

En caso de que las derivaciones de la línea de bajo voltaje, haya terminado se debe volver nuevamente a la línea de medio voltaje trifásica o monofásica del alimentador hasta encontrar una nueva derivación e iniciar nuevamente este proceso.

En el recorrido del levantamiento de datos, únicamente se recorrió la topología de la red de distribución de medio voltaje trifásico y monofásico y la red de bajo voltaje trifásico, bifásico y monofásico, disponiendo como única guía la cartografía del Cantón Latacunga, proporcionado por el Municipio, en los que constan las zonas pobladas por donde atraviesan las líneas que forman parte de este alimentador.

El recorrido realizado durante el trabajo de campo comprende las siguientes parroquias y barrios del cantón Latacunga sector Sur.

- Parroquia Juan Montalvo; Barrio el Calvario, Barrio Gualundum, Barrio Miraflores Alto.
- Parroquia la Matriz; Barrio San Agustín, Barrio Económico.
- Parroquia Ignacio Flores; Barrio la Laguna, Barrio el Loreto, Barrio Nintinacazo, Barrio las Bethlemitas, Barrio Pillig Tapalan, Barrio Tiobamba Sur, Barrio Ashpacuz, Barrio Sigsicalle Sur, Barrio Tiobamba Illuchi.
- Parroquia Belisario Quevedo; Galpón Loma

A continuación se detalla los sectores donde están distribuidas las redes del alimentador: Urbanización Rincón de Cotopaxi, San Carlos, El Loreto, El Remanso, El Bosque, La Laguna, Barrio Económico, Bethlemitas, Miraflores, Centro Educativo Jean Peageat, Ciudadela Nintinacazo, San Francisco, Calle Cariguayrazo, Calle 11 de Noviembre, Escuela Velasco Ibarra, Sigsicalle Sur, Pillig Tapalan, Tiobamba Illuchi tras Ashpacruz, Farmacia Sana Sana, Farmacia Cruz Azul, Clínica Latacunga, Agencia Banco de Pichincha, Av. Atahualpa, Av. Rumiñahui, Centro de Rehabilitación Pública, Calle 2 de mayo desde el hospital general hasta la Av. Rumiñahui, Discoteca SKY WAY, TV Color, Talleres del Consejo Provincial, Panadería Danecu, Coliseo Mayor, Sindicato de Elepco S.A, Discoteca Galaxi, Miraflores Alto, Colegio Primero de Abril, Prodicereal, Espe Producción, Comisariato Aki, OOPP, Edificio de la Contraloría, Instituto Ramón Barba Naranjo, Escuela 11 de Noviembre, Parque Náutico. Gasolineras: Fogón,

Zambrano, Plaza de San Agustín, Notaria, Registro de la Propiedad, Juanchos Sports, Brocandes, Envapac, Ex Plastipaxi Bebidas Naranja.

De este modo se realizó la totalidad del levantamiento del alimentador. La base de datos del levantamiento y georeferenciación del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4 se puede ver en el archivo magnético de Excel, levantamiento 3-1 y AutoCAD, levantamiento 3-2.

3.6.1.2 Tipos de Transformadores de Distribución

En el alimentador se encontró transformadores de distribución trifásicos y monofásicos; en este último hay convencionales y autoprotejidos.

3.6.1.2.1 Convencionales trifásicos.

En el alimentador de este estudio están instalados 54 transformadores de distribución trifásicos convencionales con un total de 2.84 MVA de potencia instalada y 1899 usuarios entre industriales, comerciales y residenciales. Cada transformador de distribución se detalla en el Anexo 3.1, con sus respectivos números de usuarios y potencia.

3.6.1.2.2 Convencionales monofásicos.

Se puede mencionar un total de 84 transformadores de distribución convencionales monofásicos y 1.99 MVA de potencia instalada, con un total de 1424 usuarios entre industriales, comerciales y residenciales, en el Anexo 3.2, se detallan los transformadores de distribución con los respectivos números de usuarios y capacidades.

3.6.1.2.3 Autoprotegidos monofásicos.

En el Anexo 3.3, se indican los códigos, potencias y número de usuarios de cada transformador de distribución autoprotegido, con un total de 39 transformadores, 1.03 MVA de potencia instalada y 990 usuarios entre industriales, comerciales y residenciales.

Al realizar el análisis de los centros de transformación de distribución se ha podido constatar, que, 177 transformadores entre convencionales y autoprotegidos se encuentran instalados en todo el Alimentador Latacunga Sur con una capacidad total de 5.8615 MVA de potencia instalada.

3.6.1.3 Tipos de Clientes/Cargas

En el alimentador se encontró cargas industriales, comerciales y residenciales, entre trifásicas, bifásicas y monofásicas.

3.6.1.3.1 Industriales.

En el levantamiento de datos del alimentador se obtuvo 101 clientes industriales, los cuales se indican en el Anexo 3.4, en el que consta el código y capacidad del transformador de distribución al que pertenecen dichos clientes.

3.6.1.3.2 Comerciales

En este ítem se puede mencionar que 25 usuarios son de tipo comercial. En el Anexo 3.5, se indican los transformadores de distribución con los respectivos números de usuarios y capacidades al que pertenecen.

3.6.1.3.3 Residenciales

En el Anexo 3.6, se indican el número de clientes con sus respectivos centros de transformación, capacidades y códigos a la que están instalados los usuarios. El Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4 cuenta con aproximadamente 4187 usuarios residenciales.

En este levantamiento total de clientes se ha podido constatar que el Alimentador Latacunga Sur cuenta con un total de 4313 usuarios entre industriales, comerciales y residenciales.

3.6.2 Análisis Técnico de las Interrupciones de Frecuencia y Duración, Sean Estos, Programadas y No Programadas del Alimentador Latacunga Sur

La regulación del CONELEC 004/01 es importante en el presente estudio, ya que en base a los índices (límites admisibles), de frecuencia y duración de las interrupciones se aprecia si se cumple o no con la regulación y se calcula la energía no suministrada.

Para realizar el análisis técnico se tomó en cuenta lo siguiente:

- a) La capacidad de los transformadores de distribución y el número de clientes, ya que esto sirve para saber cuál es la potencia y el número de clientes que salió fuera de servicio en una interrupción programada o no programada.
- b) El levantamiento y georeferenciación de datos del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, con el propósito de ver la ubicación exacta y las fases de las líneas involucradas en las interrupciones.

- c) La clasificación de las interrupciones mensuales del año 2010, obtenidas de los registros de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. Cabe mencionar que los registros de las interrupciones obtenidos en la empresa eléctrica no están bien clasificados por alimentador y no tiene una buena información por cada interrupción para poder clasificar y minimizar el estudio.

3.6.2.1 Control del Servicio Técnico en la Subetapa 1

3.6.2.1.1 Cálculo de la interrupción programada y no programada en Medio Voltaje.

A continuación se realiza los cálculos la frecuencia y duración de las interrupciones en red eléctrica de Medio Voltaje, cabe mencionar que los cálculos se realizaron para cada mes de interrupciones.

3.6.2.1.1.1 Frecuencia media de interrupción por KVA (FMIK).

Los datos importantes a tomar en cuenta para la subetapa 1 son los siguientes:

Fecha de interrupción: 04/02/2010

Causa: Programada

Duración de interrupción mayor a tres minutos: 3 horas con 59 segundos

Carga instalada: 5861.5 KVA

Carga fuera de servicio: 37.5 KVA

Desarrollo:

$$FMIK = \frac{\sum kVAfs}{kVA_{inst}}$$

Para sacar la carga fuera de servicio se toma de referencia la base de datos del levantamiento tanto del autocad como del Excel ya que en los datos de interrupciones proporcionados por la ELEPCO S.A no contaba con la carga fuera de servicio, motivo el cual como postulantes del presente trabajo se pudo completar ese dato a través del levantamiento.

En este caso como ha existido una sola interrupción programada se toma como único valor al transformador monofásico de 37.5 KVA con interrupción en la fase A por maniobras en el seccionador, en caso de tener más cargas involucradas de la fase de interrupción a las que están conectados los transformadores de distribución y dependiendo del número de interrupciones al mes, se le suma para sacar el total de KVA fuera de servicio.

$$FMIK = \frac{37.5KVA}{5861.5KVA}$$

$$FMIK = 0.006$$

3.6.2.1.1.2 Tiempo total de interrupción por KVA (TTIK).

Los datos importantes a tomar en cuenta para la subetapa 1 son los siguientes:

Fecha de interrupción: 04/02/2010

Duración de interrupción mayor a tres minutos: 3 horas con 59 segundos

Carga instalada: 5861.5 KVA

Carga fuera de servicio: 37.5 KVA

Desarrollo:

$$TTIK = \frac{\sum kVAfs * Tfs}{kVA_{mst}}$$

Para obtener el tiempo fuera de servicio Tfs que nos proporcionó la ELEPCO S.A en minutos y segundos, transformamos a horas, ya que según la regulación 004/01 de la calidad de servicio eléctrico en lo que a servicio técnico se refiere, se realizan los análisis de los índices en horas. Así.

Tiempo total de interrupción = 3,016 horas

Luego se saca el valor del KVA fuera de servicio por el tiempo fuera de servicio por interrupción; así.

$$\Sigma KVAfs * Tfs = 37,5KVA * 3,016 h = 112,87 KVAh$$

En este caso como ha existido una sola interrupción se toma como único valor el 112,87KVAh, en caso de tener más interrupciones se realiza el mismo procedimiento para cada interrupción, luego se suma los resultados independientes y aplicar la fórmula del TTIK al mes.

$$TTIK = \frac{112,87KVAh}{5861,5KVA} = 0,019horas$$

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A en esta etapa si cumple con la regulación 004/01 del CONELEC ya que los índices no sobrepasan los valores límites admisibles, como se puede ver en el Anexo 3-7A el cálculo de las interrupciones programadas y en el Anexo 3-7B de las interrupciones mensuales no programadas.

En el siguiente cuadro se puede ver un resumen de las interrupciones programadas y no programadas en la subetapa 1 anual.

CUADRO 3.1; INTERRUPCIONES PROGRAMADAS Y NO PROGRAMADAS EN LA SUBETAPA 1, ANUAL.

TOTAL SUBETAPA 1 AL AÑO			
INTERRUPCIÓN 2010	INDICES		# INTERRUP.
	FMIK	TTIK	
PROGRAMADA	2,466	9,891	7
NO PROGRAMADA	2,198	8,144	41

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

3.6.2.2 Control del Servicio Técnico en la Subetapa 2

3.6.2.2.1 Cálculo de la interrupción programada y no programada de usuarios en medio voltaje.

A continuación se realizan los cálculos de la frecuencia y la duración de las interrupciones para clientes en medio y bajo voltaje, cabe mencionar que los cálculos se realizaron para cada mes y por usuario.

3.6.2.2.1.1 Frecuencia de interrupciones por número de consumidores (FAIc).

Los datos importantes a tomar en cuenta en una interrupción para el cálculo de los índices en la subetapa 2 son los siguientes:

Fecha de interrupción: 11/04/2010

Causa: Programada

Cliente: 1 # M-A-6385

Número de interrupciones al mes: 1

Desarrollo:

$$FAIc = Nc$$

Para sacar el Nc, se procede a revisar en las interrupciones mensuales, las veces que ha salido fuera de servicio el cliente, dependiendo si la interrupción es programada o no programada y contabilizar. En este caso el cliente ha sufrido una sola interrupción programada durante el mes de abril.

$$FAIc = 1$$

3.6.2.2.1.2 Duración de las interrupciones por consumidor (DAIc).

Los datos importantes a tomar en cuenta en una interrupción para el cálculo de los índices en la subetapa 2 son los siguientes:

Fecha de interrupción: 11/04/2010

Causa: Programada

Duración de interrupción mayor a tres minutos: 33 minutos con 32 segundos

Cliente: 1 # M-A-6385

Ki: 0,5

Desarrollo:

$$DAIc = \sum (Ki * dic)$$

Para obtener la duración individual de la interrupción del consumidor (*dic*) que nos proporcionó la ELEPCO S.A en minutos y segundos transformamos a horas, ya que según la regulación 004/01 de la calidad de servicio eléctrico en lo que a servicio técnico se refiere, se realizan los análisis de los índices en horas. Así.

Tiempo total de interrupción = 0,56 horas

Luego se saca el valor K_i multiplicado por dic , esto se hace para cada interrupción y por usuario; así.

$$K_i * dic = 0,5 * 0,56 h = 0,28 h$$

Para sacar el factor de ponderación de las interrupciones, multiplicamos el valor constante de la interrupción programada ($K_i=0,5$) por el número de interrupciones sufridas al mes, en este caso el cliente a sufrido una sola interrupción, motivo el cual $K_i=0,5$.

En este caso como ha existido una sola interrupción se toma como único valor el 0,28h, en caso de tener más interrupciones se realiza el mismo procedimiento, luego se suma los resultados independientes por usuario y aplicar la fórmula mensual del DAIC.

$$DAIC = 0,5 * 0,56horas$$

$$DAIC = 0,28horas$$

Tomando de referencia la regulación 004/01 del CONELEC, se puede verificar que los índices no sobrepasan los valores límites admisibles, como se muestra en el Anexo 3-8A del cálculo de las interrupciones programadas y en el Anexo 3-8B de las interrupciones mensuales no programadas. Cabe mencionar que la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A en esta etapa si cumple con la regulación.

En el Anexo 3-8C se muestra un resumen de las interrupciones programadas y en el Anexo 3-8D de las interrupciones no programadas al año.

Para el cálculo de las interrupciones no programadas en medio voltaje se realizó el mismo procedimiento, tomando en cuenta el factor de ponderación de las interrupciones $K_i=1$.

3.6.2.2.2 Cálculo de la interrupción programada y no programada de usuarios en bajo voltaje.

El procedimiento y desarrollo para el cálculo de los índices de interrupción para clientes en bajo voltaje es similar a la de medio voltaje. A continuación se realiza el cálculo de la interrupción no programada como una muestra para sacar el FAIc, DAIc y posteriormente la energía no suministrada ENS.

3.6.2.2.2.1 Frecuencia de interrupciones por número de consumidores (FAIc).

Datos:

Fecha de interrupción: 22/01/2010

Causa: No programada

Cliente: 1 # M-114200

Número de interrupciones al mes: 1

Desarrollo:

$$FAIc = Nc$$

$$FAIc = 1$$

3.6.2.2.2.2 Duración de las interrupciones por consumidor (DAIc).

Datos:

Fecha de interrupción: 22/01/2010

Causa: No programada

Duración de interrupción mayor a tres minutos: 1 día, 8 horas, 47 minutos con 02 segundos

Cliente: 1 # M-114200

Ki: 1

Desarrollo:

$$DAIc = \sum (Ki * dic)$$

Tiempo total de interrupción = 32,78 horas

$$DAI_c = 1 * 32,78 \text{ horas} = 32,78 \text{ horas}$$

Como se puede apreciar, el valor del DAI_c no cumple con los índices ya que el valor sobrepasa los límites admisibles de CONELEC, por lo tanto, es necesario el cálculo de la energía no suministrada del cliente. (Ítems 3.6.2.2.2.3).

Según la regulación 004/01 del CONELEC, se puede comprobar que los índices no sobrepasan los valores límites admisibles en las interrupciones programadas (Ver Anexo 3-9A), mientras que en el Anexo 3-9B muestra las interrupciones mensuales no programadas.

A continuación se detalla en el cuadro 3.2 un resumen de los clientes en bajo voltaje que sobrepasan los límites admisibles del CONELEC en las interrupciones no programadas, por lo que, la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A en esta etapa no cumple con la regulación.

CUADRO 3.2; INDICE TOTAL DE CLIENTES EN BAJO VOLTAJE QUE SOBREPASAN LOS LÍMITES ADMISIBLES EN LA SUBETAPA 2 MENSUAL, INTERRUPCIÓN NO PROGRAMADA.

MES	CLIENTE	N_c	ΣKi	Σdic (horas)	FAI_c	DAI_c
ENERO	1	1	1,0	32,78	1	32,78
	1	1	1,0	33,84	1	33,84
FEBRERO	1	1	1,0	49,37	1	49,37
	1	1	1,0	29,72	1	29,72
	1	1	1,0	35,15	1	35,15
ABRIL	1	1	1,0	34,54	1	34,54
MAYO	25	1	1,0	37,95	1	37,95
JUNIO	1	1	1,0	28,67	1	28,67
	1	1	1,0	36,32	1	36,32
JULIO	1	1	1,0	38,47	1	38,47
AGOSTO	1	1	1,0	30,48	1	30,48
SEPTIEMBRE	1	1	1,0	27,41	1	27,41
	12	1	1,0	33,34	1	33,34
	1	1	1,0	25,45	1	25,45
OCTUBRE	1	2	2,0	9,99	2	19,99

NOVIEMBRE	1	1	1,0	32,55	1	32,55
	172	1	1,0	77,76	1	77,76
	1	2	2,0	81,51	2	163,02
	1	1	1,0	37,32	1	37,32
	16	2	2,0	40,98	2	81,95
	65	1	1,0	40,80	1	40,80
	45	1	1,0	37,97	1	37,97
	1	2	2,0	42,26	2	84,52
	1	1	1,0	37,19	1	37,19
DICIEMBRE	1	1	1,0	25,93	1	25,93
	1	1	1,0	29,44	1	29,44

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

En los Anexos 3-9C, 3-9D muestra el resumen de las interrupciones programadas y no programadas de clientes en bajo voltaje anual.

3.6.2.2.2.3 Cálculo de la energía no suministrada.

Para sacar la energía no suministrada de las interrupciones en los clientes que sobrepasan los límites admisibles planteadas por el CONELEC, se procede a verificar en el cálculo, los resultados obtenido con el índice de la regulación 004/01 del FAIc y del DAIC.

FAIc < LímFAIc y DAIC > LímDAIC

1 < 10 y 32,78 > 16

Como excedió los valores límites admisibles y haciendo la comparación de los resultados en las ecuaciones de energía no suministrada se seleccionó la ecuación del literal “b” de la regulación.

$$ENS = (DAIC - LimDAIC) * \frac{ETF}{THPA}$$

Los datos importantes a tomar en cuenta para el cálculo del ENS son los siguientes:

Cliente: 1 # M-114200

DAIc: 32,78 horas

LímDAIc: 16 horas

ETF: 210 KWh

THPA: 744 horas

La energía total facturada ETF, es el consumo mensual del cliente en el mes de interrupción, este dato se obtiene ingresando el número de medidor de cada cliente en el sistema AS400 de la empresa eléctrica.

El tiempo en horas del periodo de análisis THPA, es el periodo mensual que se ha considerado para el análisis de las interrupciones del año 2010.

Desarrollo:

$$THPA = 24h * 31 \text{ días}$$

$$THPA = 744 \text{ horas}$$

$$ENS = (32,78h - 16h) * \frac{210KWh}{744h}$$

$$ENS = 4.736KWh$$

En el Anexo 3-10, muestra el cálculo del ENS de las interrupciones no programadas en clientes de bajo voltaje del año 2010 por mes. La energía total no suministrada anual es de 3814.69 Kwh con un total de 355 usuarios que sobrepasan los límites admisibles.

En las interrupciones programadas no se realizó el cálculo de la energía no suministrada porque los índices de calidad no sobrepasan los límites admisibles del CONELEC, mientras que; en las interrupciones no programadas, los usuarios en bajo voltaje son los más afectados y el tiempo de duración de las interrupciones son altos.

3.6.3 Balance de las Cargas en Todo el Trayecto del Alimentador Latacunga Sur

En el estudio de balance de cargas y coordinación de protección del alimentador, hizo necesario realizar simulaciones, modelación digital en el programa CYMDIST, que permitió la optimización del alimentador.

3.6.3.1 Migración del Alimentador Latacunga Sur al Programa CYMDIST

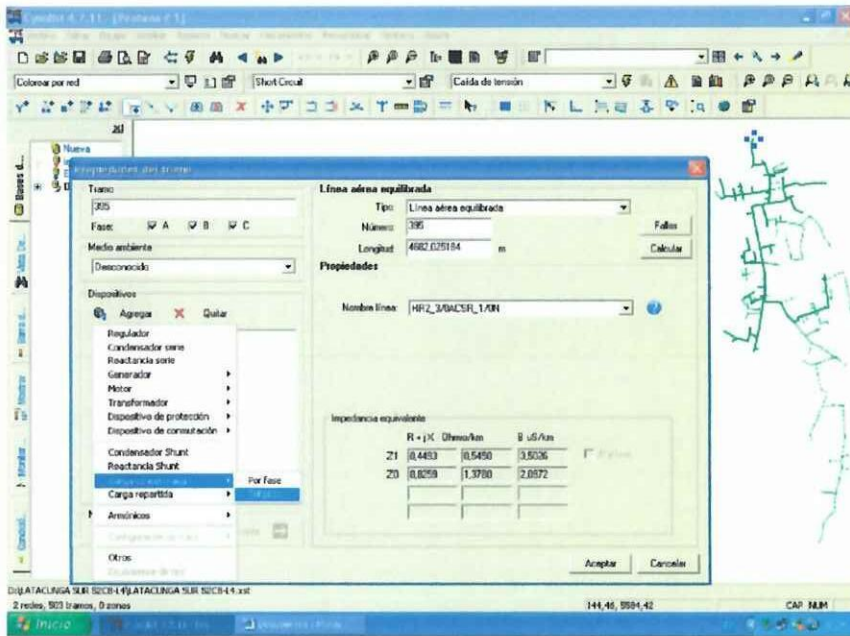
Para el análisis del alimentador en estudio se necesitó parámetros propios de la red actual, esto se ejecutó mediante el empleo de la interfaz del programa autocad, que migra la información georeferenciada al programa de modelación digital (CYMDIST) de la red, lo cual sigue un procedimiento que describe a continuación.

En el Anexo 3.11 muestra el diagrama unifilar de la red de medio voltaje existente, utilizado para el balance de cargas, para sacar la corriente de cortocircuito en el CYMDIST y para coordinar protecciones fusible-fusible en el CYMTCC a través de la corriente máxima de cortocircuito.

Migramos el diagrama unifilar del alimentador como mapa, del programa autocad al programa CYMDIST, para luego ir agregando la red eléctrica de distribución, dispositivos de protección, cargas y puntos de conexión con sus respectivos parámetros de todo el alimentador en estudio. Ver Figura 3-4.

Después de haber dibujado el alimentador de medio voltaje (Ver Figura 3-5), se procedió a ingresar datos importantes, tales como; la demanda máxima de 1.95MVA, factor de potencia 0.97, el centro de transformación de potencia de la subestación el Calvario es de 5.2 MVA y el voltaje nominal de 13.8 KV, estos datos se obtuvo de los registros de la subestación El Calvario, necesarios para realizar los análisis.

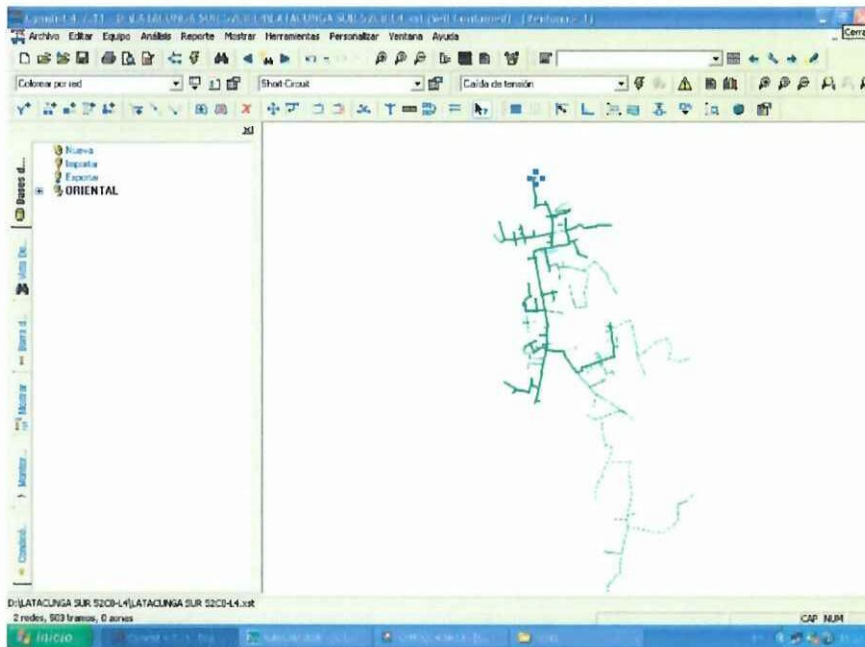
FIGURA3.9; MIGRACION DEL DIAGRAMA UNIFILAR AL CYMDIST.



FUENTE: CYMDIST.

RECOPILO POR: POSTULANTES.

FIGURA3.10; DIAGRAMA UNIFILAR DEL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR EN CYMDIST.



FUENTE: CYMDIST.

RECOPILO POR: POSTULANTES.

3.6.3.2 Análisis Actual Para el Balance de Cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4

Después de haber ingresado la red y los datos de acuerdo a los parámetros del alimentador en el programa CYMDIST, se procedió a realizar el análisis actual, tomando como referencia en el sector el monumento a la mama negra, entre la Av. Roosevelt y calle Marqués de Maenza, poste 51879.

El análisis actual de cargas, corrientes y voltaje se muestran en los siguientes cuadros.

CUADRO 3.3; CAIDA DE TENSION ACTUAL DEL ALIMENTADOR.

	V BASE	K VLL	K VLN	i(A)	KVA	KW	KVAR
A	119,6	13,8	7,942	64,1	509,1	494,4	121,3
B	119,3	13,720	7,921	100,1	793,2	769,1	194,0
C	119,6	13,8	7,942	78,4	622,6	604,2	150,1
Total:					1925	1868	465

FUENTE: CYMDIST.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

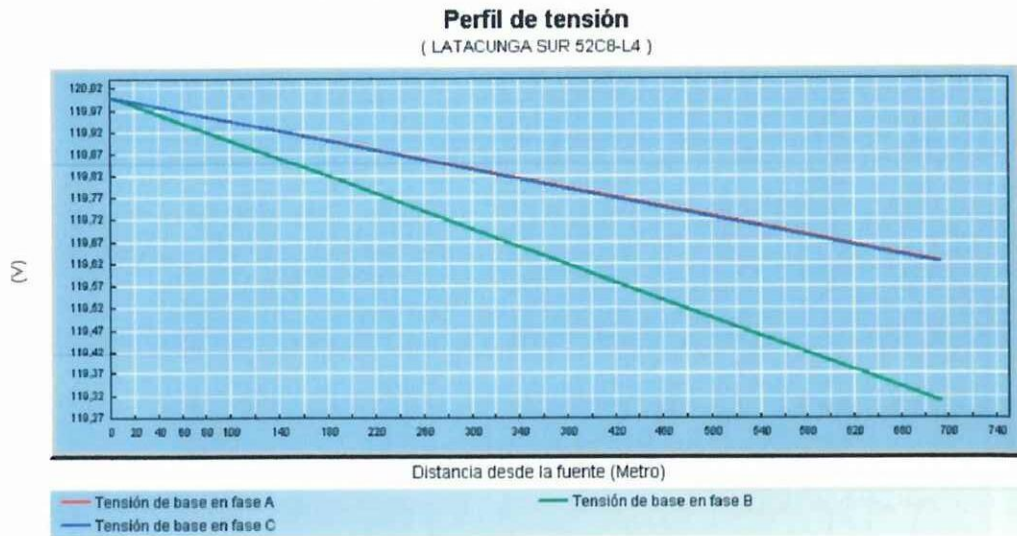
CUADRO 3.4; CARGAS ACTUALES AGUAS ABAJO.

	A	B	C	Total
kVA conectado	1583	2318	1961	5862 kVA

FUENTE: CYMDIST.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

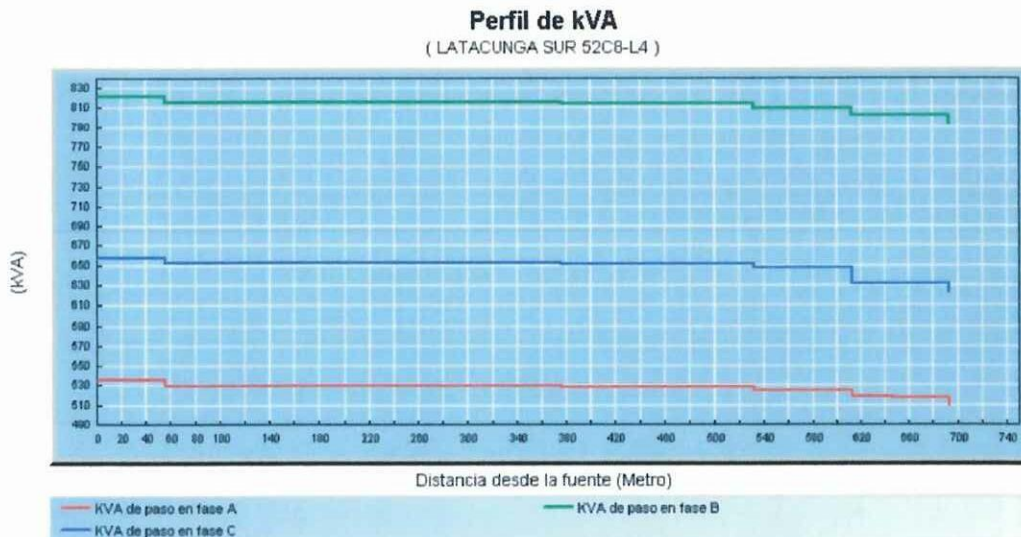
GRAFICO 3-1; PERFIL DE TENSION ACTUAL DEL ALIMENTADOR.



FUENTE: CYMDIST.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO 3-2; PERFIL DE CARGAS ACTUALES.



FUENTE: CYMDIST.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

En el análisis de las redes de distribución actual de perfil de voltaje se puede ver que la fase B tiene una caída de voltaje en relación a la fase A y C, y, como resultado del análisis del balance cargas se obtuvo que la fase B está sobrecargada con respecto a las fases C y A.

3.6.3.3 Análisis *Proyectado del Balance de Cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4*

Para el balance de cargas se tomó como referencia el análisis actual de alimentador con el fin de obtener resultados óptimos de la propuesta, para lo cual se ha visto conveniente realizar cambios de tramos en diferentes puntos de la red.

A continuación se muestran los cuadros y gráficos de los resultados obtenidos en cada análisis de la red para su respectivo balance de cargas.

Balance de cargas, análisis 1

En el tramo 26, sector la Laguna, entre la Av. Roosevelt y Av. Rumiñahui, poste 51941 se cambió la fase B a la fase A con una carga instalada de 40KVA de todo el ramal.

CUADRO 3.5; CAIDA DE TENSION DEL ALIMENTADOR, ANALISIS 1.

	VBASE	KVLL	KVLN	i(A)	KVA	Kw	KVAR
A	119,6	13,8	7,942	65,8	522,7	507,7	124,7
B	119,3	13,723	7,923	98,3	779,5	755,8	190,7
C	119,6	13,8	7,942	78,4	622,6	604,3	150,1
Total:					1925	1868	465

FUENTE: CYMDIST.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

CUADRO 3.6; CARGAS AGUAS ABAJO, ANALISIS 1.

	A	B	C	Total	
kVA conectado	1623	2278	1961	5862	kVA

FUENTE: CYMDIST.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

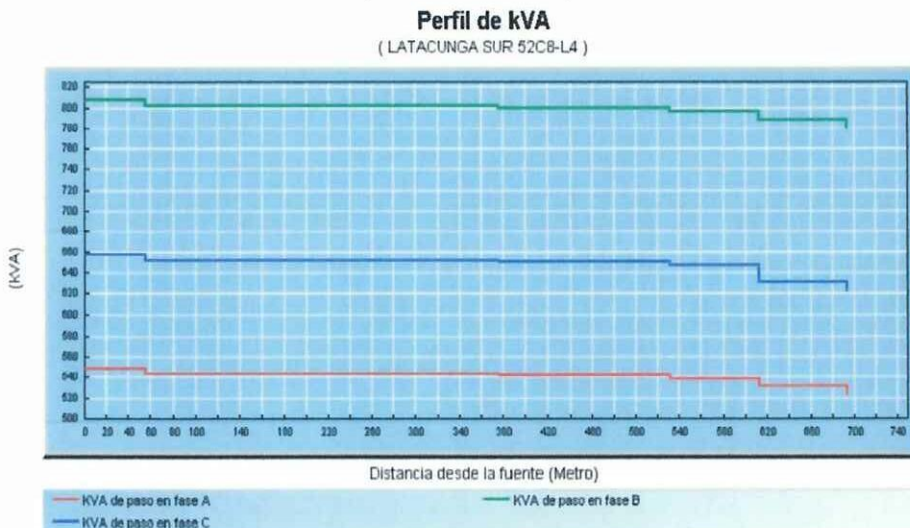
GRAFICO 3-3; PERFIL DE TENSION DEL ALIMENTADOR, ANALISIS 1.



FUENTE: CYMDIST.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO 3-4; PERFIL DE CARGAS, ANALISIS 1.



FUENTE: CYMDIST.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

Balance de cargas, análisis 2

En el tramo 129, sector el Loreto, entre la Av. Unidad Nacional y calle Ángel Subía, poste 105665 se cambió la fase B a la fase A del transformador 5288 con una carga instalada de 25KVA. Ver Anexo 3.12.

Balance de cargas, análisis 3

En el tramo 140, sector Nintinacazo, entre las calles Susana Donoso y Manuela Cañizares, poste 112743 se cambió la fase B a la fase A del ramal monofásico que va al transformador 7533 con una carga instalada de 50KVA. Ver Anexo 3.13.

Balance de cargas, análisis 4

En el tramo 252, entrada a las Bethlemitas, entre la Av. Primero de Abril y calle Sociedad de San Pablo, poste 52737 se cambió la fase B a la fase A del tramo monofásico que va al transformador 7885 con una carga instalada de 15KVA. Ver Anexo 3.14.

Balance de cargas, análisis 5

En el tramo 269 y 276, sector las Bethlemitas, entre las calles Hermanos del Buen Pastor y Madres Oblatas, se cambió la fase B a la fase A en el nodo de cruce entre los postes 52784 y 52804 del ramal monofásico que va a los transformadores 505, 384, 6220 y 6219 con una carga instalada de 142.5KVA de todo el ramal. Ver Anexo 3.15.

Balance de cargas, análisis 6

En el tramo 289, sector las Bethlemitas, entre las calles Combonianos y Jesuitas, se cambió la fase B a la fase A en el nodo de cruce entre los postes 52859 y 52860 del ramal monofásico que va a los transformadores 6055 y 8375 con una carga instalada de 30KVA de todo el ramal. Anexo 3.16.

Balance de cargas, análisis 7

Los siguientes análisis se realizaron en el sector las Bethlemitas.

- ✓ En el tramo 293, entre las calles Las Bethlemitas y Jesuitas, poste 52874, se cambió la fase B a la fase A del ramal monofásico que va al transformador 6065 con una carga instalada de 25KVA.
- ✓ En el tramo 297, entre las calles Las Agustinos y Jesuitas, poste 52891, se cambió la fase B a la fase A del ramal monofásico que va al transformador 6053 con una carga instalada de 15KVA de todo el ramal.
- ✓ En el tramo 301 y 302, entre la Av. Primero de Abril y calle Los Jesuitas, se cambió la fase B a la fase A en el nodo de cruce entre los postes 52904 y 52900 del ramal monofásico que va al transformador 6052 con una carga instalada de 15KVA.
- ✓ En el tramo 303, entre la Av. Primero de Abril y calle Los Jesuitas, poste 52899, se cambió la fase B a la fase A del ramal monofásico que va al transformador 6050 con una carga instalada de 15KVA. Anexo 3.17.

Balance de cargas, análisis 8

En el tramo 133, sector Nintinacazo, entre la Av. Unidad Nacional y calle Manuelita Sáenz, poste 52435 se cambió la fase B a la fase A del transformador T132 con una carga instalada de 37.5KVA. Anexo 3.18.

Balance de cargas, análisis 9

En el tramo 42, sector La Matriz, entre la Av. Rumiñahui y Calle Rebeca Coronel, poste 51967 se cambió la fase C a la fase A en el transformador 7641 con una carga instalada de 10KVA. Anexo 3.19.

Se logró minimizar tanto la caída de voltaje como el balance de cargas en las fases A, B y C, pero, no se pudo balancear las cargas al cien por ciento ya que las cargas no son estables y porque la red monofásico de 7.9KV que está instalada

desde la Urbanización las Bethemitas del poste 52747 hasta el barrio Galpón Loma es muy extenso con una longitud de 3927 metros.

CUADRO 3.7; CAIDA DE VOLTAJE, ANALISIS 9.

	VBASE	K VLL	K VLN	i(A)	KVA	KW	KVAR
A	119,5	13,7	7,936	83,1	659,1	639,5	159,6
B	119,5	13,746	7,936	81,3	645,3	626,1	156,4
C	119,5	13,7	7,936	78,1	620,4	602,1	149,4
Total					1925	1868	465

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

3.6.4 Alternativas y Medidas de Mejoramiento en el Suministro de la Energía Eléctrica

En el presente ítems se desarrolla la descripción de las distintas alternativas que fueron consideradas para el mejoramiento del suministro de la energía eléctrica a los usuarios, tomando en consideración, los estudios de campo, recopilación de información existente, los criterios de orden ambiental (interrupciones) y la aplicación de los principios de protección.

A continuación se presentan las principales alternativas consideradas a desarrollar en el presente estudio para el buen suministro de energía eléctrica.

- ✓ Balance de cargas.
- ✓ Selección de fusibles para la coordinación de protecciones.
- ✓ Redistribución de centros de transformación.

3.6.4.1 Balance de Cargas

El balance de cargas es una de las alternativas más comunes e importantes que debe tomar en cuenta la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. Por tal motivo, dicha alternativa se puede constatar en el ítem 3.6.3 del balance de cargas a lo largo del Alimentador Latacunga Sur de Medio Voltaje.

Uno de los beneficios que se logra en el balance de carga en las redes de medio voltaje son.

- Mejorar el voltaje, minimizando las caídas de voltaje en cada fase a lo largo del alimentador.
- Mejorar la capacidad de conducción en las líneas.
- El beneficio de este análisis, puede ser realizado sin invertir capital económico en materiales. Ya que solo se necesita la mano de obra del personal que trabaja en la Empresa Eléctrica para su respectivo cambio de fases en puntos recomendados.
- Tener igual capacidad de cargas instaladas en las fases, a fin de evitar sobrecargas en las líneas.

En el cuadro 3.8 muestra el resumen del balance de cargas de todo el alimentador.

CUADRO 3.8; BALANCE DE CARGAS.

BALANCE DE CARGAS AGUAS ABAJO														
Nº ANÁLISIS	FASE (A)				FASE (B)				FASE (C)				TOTAL	
	KVLL	KVLN	KVA	%	KVLL	KVLN	KVA	%	KVLL	KVLN	KVA	%	KVA	%
Actual	13,8	7,942	1583	27,0	13,720	7,921	2318	39,5	13,8	7,942	1961	33,5	5862	100
Balance 1	13,8	7,942	1623	27,7	13,723	7,923	2278	38,9	13,8	7,942	1961	33,5	5862	100
Balance 2	13,8	7,941	1698	29,0	13,727	7,925	2203	37,6	13,8	7,941	1961	33,5	5862	100
Balance 3	13,8	7,941	1673	28,5	13,726	7,924	2228	38,0	13,8	7,941	1961	33,5	5862	100
Balance 4	13,8	7,940	1713	29,2	13,732	7,928	2188	37,3	13,8	7,940	1961	33,5	5862	100
Balance 5	13,7	7,938	1811	30,9	13,737	7,933	2091	35,7	13,7	7,938	1961	33,5	5862	100
Balance 6	13,7	7,938	1841	31,4	13,739	7,932	2061	35,2	13,7	7,938	1961	33,5	5862	100
Balance 7	13,7	7,937	1911	32,6	13,743	7,935	1991	34,0	13,7	7,937	1961	33,5	5862	100
Balance 8	13,7	7,936	1948	33,2	13,745	7,936	1953	33,3	13,7	7,936	1961	33,5	5862	100
Balance 9	13,7	7,936	1958	33,4	13,746	7,936	1953	33,3	13,7	7,936	1951	33,3	5862	100

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

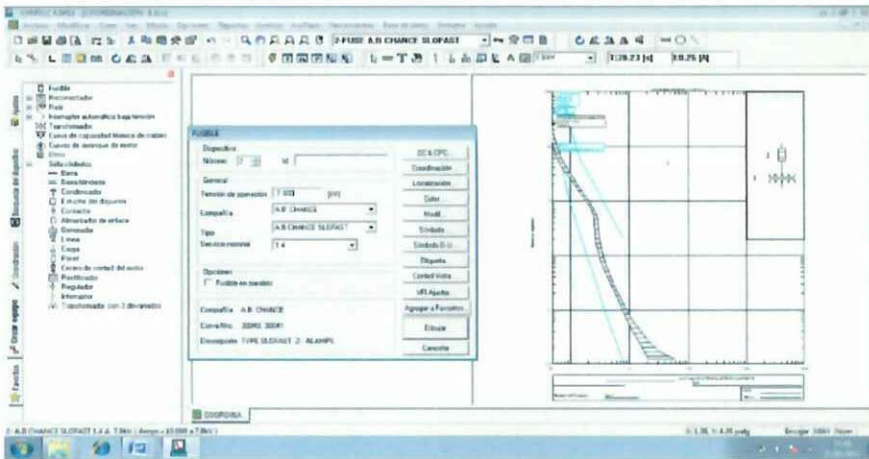
3.6.4.2 Selección de Fusibles Para la Coordinación de Protecciones

En el presente capítulo se realizó el estudio de la selección de fusibles para la coordinación de protecciones como otras de las alternativas para el mejoramiento del servicio eléctrico a los usuarios, para este análisis se utilizó el programa

CYMTCC que permite seleccionar fusibles para una buena coordinación de los dispositivos de protección contra sobre corrientes en el sistema industrial, comercial, residencial de distribución de energía eléctrica.

Para los análisis se procedió a ingresar los dispositivos con sus respectivas características de cada elemento, tomando en cuenta las corrientes de cortocircuito del tramo a coordinar, en la figura 3.6 se puede ver un ejemplo de la digitación de datos en el CYMTCC para la respectiva coordinación.

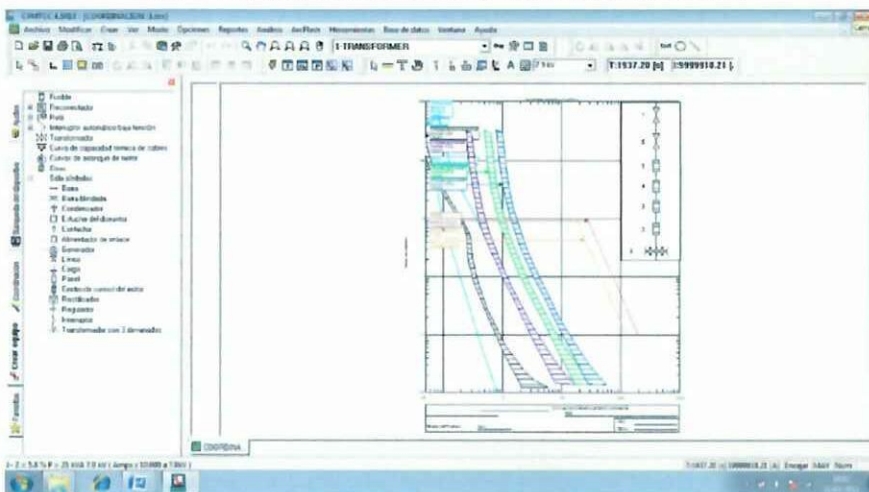
FIGURA3.11; DIGITACION DE DATOS EN CYMTCC, PARA COORDINACION DE PROTECCIONES.



FUENTE: CYMTCC.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

FIGURA3.12; EJEMPLO DE COORDINACION DE PROTECCIONES.



FUENTE: CYMDIST.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

La selección de fusibles para la coordinación de protecciones se encamina a los siguientes objetivos planteados en el estudio.

- En la troncal principal cambiar los seccionadores fusibles a seccionadores de barra.
- Selección del tipo de fusibles que debe utilizar para proteger a los transformadores y la red de distribución, evitando la suspensión total del alimentador.
- Coordinación aguas arriba desde el último fusible de cada tramo con la subestación El Calvario.
- Coordinación por tramo, tomando en cuenta el transformador de mayor capacidad, porque, a través de este transformador comienza a operar los fusibles y los transformadores de baja capacidad, en caso de fallas.
- Coordinación fusible-fusible con las corrientes máximas de cortocircuito.
- Reubicación de fusibles.

En la selección de fusibles para la protección de los transformadores de distribución trifásicos y monofásicos tanto autoprotegidos como convencionales del alimentador se lo hizo en el programa CYMTCC, tomando en cuenta la capacidad de cada transformador. Ver Anexo 1-13 de la selección del fusible A.B CHANCE slofast (dual).

Cabe mencionar que la selección del fusible para la protección del transformador autoprotegido se hizo igual que los convencionales, debido a que, la ELEPCO S.A no tiene la curva de daño del transformador y los técnicos están optando en poner protecciones en el transformador autoprotegido.

3.6.4.2.1 Selección y coordinación de fusibles ramal 1.

Esta coordinación se encuentra ubicada en el sector las Bethlemitas, calle Sociedad de San Pablo frente a la sede social de la Cooperativa de Vivienda San Francisco, en el ramal comprendido entre los postes 112847, 08745 y 105298 con

sus respectivos fusibles; se tomó la carga más elevada al transformador número 5770 de 25 KVA, poste 08838, con una corriente máxima de cortocircuito de 688A.

3.6.4.2.1.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4 A para el transformador monofásico de 25 KVA.
- ✓ Se reubica y elige un fusible de 20T en el poste 105298 con una corriente máxima de cortocircuito de 688 A, el dispositivo protege a los dos ramales monofásicos.
- ✓ En el poste 08745 se opta el fusible de 40T, con una corriente máxima de cortocircuito de 881A.
- ✓ En el poste 112847 se escoge el fusible de 65T con una corriente máxima de cortocircuito en el tramo de 994A.
- ✓ Se incrementa un fusible de 100T en el poste 52747 para protección del ramal monofásico, con una corriente máxima de cortocircuito de 1050A, siendo este, el último dispositivo de protección para el ramal 1.

En el Anexo 3.20 se puede ver la curva de coordinación de protección fusible-fusible del ramal 1, a través del análisis en el programa CYMTCC.

3.6.4.2.2 Selección y coordinación de fusibles ramal 2.

Este ramal se encuentra en el sector las Bethlemitas, entre la calle Sociedad de San Pablo y la calle Hermanos de la Caridad; se tomó la carga más elevada al transformador número T507 de 50 KVA, poste 51669, con una corriente máxima de cortocircuito de 1222A.

3.6.4.2.2.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 3.1A para el transformador monofásico de 50 KVA.

- ✓ En el poste 52993 se elige un fusible de 25T con una corriente máxima de cortocircuito de 1222A del transformador, siendo este, el único dispositivo para proteger el ramal 2.

En el Anexo 3.21, muestra la curva de coordinación de protección del ramal 2.

3.6.4.2.3 Selección y coordinación de fusibles ramal 3.

Se procedió a coordinar en el tramo que ingresa a las Bethlemitas, entre la Av. Unidad Nacional y la Av. Primero de Abril, el ramal comprendido entre los postes 52719, 52747, 52940 con sus respectivos fusibles; se tomó de referencia al transformador número 5292 de 25 KVA, poste 52979, con una corriente máxima de cortocircuito de 905A.

3.6.4.2.3.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4A para el transformador monofásico de 25 KVA.
- ✓ En el poste 52940 se reubica y elige un fusible de 25T con una corriente máxima de cortocircuito de 905A, este dispositivo es utilizado para proteger los dos ramales.
- ✓ Se incrementa en el poste 52914 un fusible de 50T con una corriente máxima de cortocircuito de 949A, para protección de ramal monofásico.
- ✓ Se opta en el poste 52747 un seccionador fusible trifásico de 80T con una corriente máxima de cortocircuito de 1302A para proteger la red que ingresa por la calle Hermanos del Buen Pastor.
- ✓ El en poste 52719 se escoge un seccionador fusible trifásico de 140T con una corriente máxima de cortocircuito de 1514A del transformador, siendo este, el último dispositivo de protección para el ramal 3.

La curva de coordinación de protección fusible-fusible del ramal 3, se puede ver en el Anexo 3.22.

3.6.4.2.4 Selección y coordinación de fusibles ramal 4.

Esta coordinación se encuentra ubicada en el sector Niágara, entre la Av. Unidad Nacional y la calle Copal; se tomó la carga más elevada al transformador número 7688 de 30 KVA, poste 104428, con una corriente máxima de cortocircuito de 1466A.

3.6.4.2.4.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 0.7A para el transformador trifásico de 30KVA.
- ✓ Se reubica los fusibles del poste 51799 al poste 103114 con un seccionador fusible trifásico de 25T y una corriente máxima de cortocircuito de 1466A del transformador, siendo éste, el único dispositivo de protección para el ramal 4.

En el Anexo 3.23, muestra la curva de coordinación de protección del ramal 4.

3.6.4.2.5 Selección y coordinación de fusibles ramal 5.

Este ramal se encuentra en el sector Nintinacazo, entre la Av. Unidad Nacional y los Ceibos; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 7886 de 15 KVA, poste 105035, con una corriente máxima de cortocircuito de 1318A.

3.6.4.2.5.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.0A para el transformador monofásico de 15 KVA.
- ✓ En el poste 107029 se escoge un fusible de 25T, con una corriente máxima de cortocircuito de 1318A del transformador, siendo este el único dispositivo para proteger el ramal 5.

En el Anexo 3.24, se puede ver la curva de coordinación de protección del ramal 5.

3.6.4.2.6 Selección y coordinación de fusibles ramal 6.

La coordinación se realizó en la entrada a la Ciudadela el Bosque, el ramal contiene dos fusibles en los postes 52661 y 113092; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 518 de 50 KVA, poste 113093, con una corriente máxima de cortocircuito de 1326A.

3.6.4.2.6.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 3.1A para el transformador monofásico de 50 KVA.
- ✓ Se reubica y elige el fusible de 30T en el poste 113092 con una corriente máxima de cortocircuito de 1326A, este dispositivo protege los dos ramales monofásicos.
- ✓ En el poste 52661 se escoge un seccionador fusible trifásico de 65T, con una corriente máxima de cortocircuito de 1539A del transformador, siendo éste, el último dispositivo de protección en el ramal 6.

En el Anexo 3.25, se puede ver la curva de coordinación de protección del ramal 6, a través del análisis en el programa CYMTCC.

3.6.4.2.7 Selección y coordinación de fusibles ramal 7.

El ramal se encuentra en la Av. Unidad Nacional, Recepciones la Colina; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 6305 de 50 KVA, poste 52651, con una corriente máxima de cortocircuito de 1447A.

3.6.4.2.7.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 3.1A para el transformador monofásico de 50 KVA.
- ✓ En el poste 52646 se elige un fusible de 25T, con una corriente máxima de cortocircuito de 1447A del transformador, siendo este el único dispositivo para proteger el ramal 7.

En el Anexo 3.26, se puede ver la curva de coordinación de protección para el ramal 7.

3.6.4.2.8 Selección y coordinación de fusibles ramal 8.

La coordinación se realizó en la Av. Unidad Nacional y calle Gabriela Mistral; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 8294 de 25 KVA, poste 113913, con una corriente máxima de cortocircuito de 1611A.

3.6.4.2.8.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4A para el transformador monofásico de 25 KVA.
- ✓ En la Av. Unidad Nacional, sector monumento el León, poste 102768 se cambió el seccionador fusible trifásico a un seccionador de barra.
- ✓ En el poste 106182 se escoge un fusible de 30T con una corriente máxima de cortocircuito de 1611A del transformador, este dispositivo protege al ramal monofásico.

En el Anexo 3.27, se puede ver la curva de coordinación de protección del ramal 8.

3.6.4.2.9 Selección y coordinación de fusibles ramal 9.

Este ramal se encuentra entre la calle Quito y Gabriela Mistral; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 5874 de 25 KVA, poste 52537, con una corriente máxima de cortocircuito de 1473A.

3.6.4.2.9.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4A para el transformador monofásico de 25 KVA.
- ✓ En el poste 52531 se elige el fusible de 25T, con una corriente máxima de 1473A del transformador, siendo este el único dispositivo para proteger el ramal 9.

En el Anexo 3.28, se puede ver la curva de coordinación de protección del ramal 9, a través del análisis en el programa CYMTCC.

3.6.4.2.10 Selección y coordinación de fusibles ramal 10.

El ramal se encuentra en la Av. Unidad Nacional y calle Gabriela Mistral; el ramal tiene dos seccionadores fusibles trifásicos en los postes 52500 y 52596; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número T1061 de 60 KVA, poste 52614, con una corriente máxima de cortocircuito de 1556A.

3.6.4.2.10.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4A para el transformador trifásico de 60 KVA.
- ✓ En la calle Luis Fernando Ruiz y calle Quito, poste 52596, se elige un seccionador fusible trifásico de 30T, con una corriente máxima de cortocircuito de 1556A.

- ✓ Se escoge un seccionador fusible trifásico de 65T en el poste 52500, con una corriente máxima de 1631A del transformador, siendo el último fusible en proteger el ramal 10.

En el Anexo 3.29, se puede ver la curva de coordinación de protección para el ramal 10.

3.6.4.2.11 Selección y coordinación de fusibles ramal 11.

Esta coordinación se encuentra entre la Av. Unidad Nacional y la calle Manuelita Sáenz; se tomó la carga más elevada al transformador número 7134 de 50 KVA, poste 112742, con una corriente máxima de cortocircuito de 1756A.

3.6.4.2.11.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.3A para el transformador trifásico de 50 KVA.
- ✓ Se escoge un seccionador fusible trifásico de 30T en el poste 105747 con una corriente máxima de cortocircuito de 1756A del transformador, siendo éste, el único dispositivo de protección para el ramal 11.

La curva de coordinación de protección fusible-fusible del ramal 11, se puede ver en el Anexo 3.30, a través del análisis en el programa CYMTCC.

3.6.4.2.12 Selección y coordinación de fusibles ramal 12.

Este ramal se encuentra en el sector la matriz, entre las calles Euclides Salazar y Atacazo; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 7202 de 15 KVA, poste 52246, con una corriente máxima de cortocircuito de 1604A.

3.6.4.2.12.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.0A para el transformador monofásico de 15 KVA.
- ✓ En el poste 52243 se incrementa y elige un fusible de 30T con una corriente máxima de cortocircuito de 1604A del transformador, siendo este el único dispositivo para proteger el ramal 12.

En el Anexo 3.31, se puede ver la curva de coordinación de protección del ramal 12.

3.6.4.2.13 Selección y coordinación de fusibles ramal 13.

El ramal se encuentra en la Av. Atahualpa y la calle Juan José Villacreses; el ramal contiene fusibles en los postes 52168, 52220, 52219 y 52379; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 5868 de 25 KVA, poste 52258, con una corriente máxima de cortocircuito de 1588A.

3.6.4.2.13.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4A para el transformador monofásico de 25 KVA.
- ✓ Se incrementa y escoge un fusible de 30T en el poste 52242 para el ramal de la calle Atacaso con una corriente máxima de cortocircuito de 1588A del transformador.
- ✓ En la Av. Roosevelt y Euclides Salazar, se reubica el fusible de 65T, del poste 52219 al poste 52218 con una corriente máxima de cortocircuito de 1751A.
- ✓ En el poste 52168, se elige un seccionador fusible trifásico de 100T con una corriente máxima de cortocircuito de 1880A, siendo este, el dispositivo a proteger el ramal 13.

- ✓ En el poste 52379 se cambió el seccionador fusible trifásico al seccionador de barra.
- ✓ Se retira el fusible del poste 52220.

En el Anexo 3.32, se puede ver la curva de coordinación fusible-fusible.

3.6.4.2.14 Selección y coordinación de fusibles ramal 14.

En la Av. Atahualpa y Av. Roosevelt se procedió a realizar la coordinación de protecciones en los postes 52032 y 52086 con sus respectivos fusibles; en este ramal se tomó para la coordinación al transformador número 1842 de 75 KVA, poste 112701, con una corriente máxima de cortocircuito de 1827A.

3.6.4.2.14.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4A para el transformador trifásico de 75 KVA.
- ✓ En la calle Chimborazo y Carihuayraza, poste 52120, se aumenta un seccionador fusible trifásico de 40T, con una corriente máxima de cortocircuito de 1827A del transformador.
- ✓ Se reubica y elige un seccionador fusible trifásico de 80T, poste 52086 al poste 52073 de la calle Santiago Zamora con una corriente máxima de cortocircuito de 1904A.
- ✓ En la Av. Atahualpa, poste 52032 se escoge un seccionador fusible trifásico de 140T con una corriente máxima de cortocircuito de 2015A, el dispositivo protege al ramal 14.

En el Anexo 3.33, se puede ver la curva de coordinación fusible-fusible del ramal 14, a través de los análisis en el programa CYMTCC.

3.6.4.2.15 Selección y coordinación de fusibles ramal 15.

La coordinación se realizó en la Av. Rumiñahui y la Av. Roosevelt, el ramal contiene fusibles en los postes 51955 y 50618; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 5928 de 60 KVA, poste 51980, con una corriente máxima de cortocircuito de 2022A.

3.6.4.2.15.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4A para el transformador trifásico de 60 KVA.
- ✓ Se incrementa y elige un seccionador fusible trifásico de 40T en el poste 51966 con una corriente máxima de cortocircuito de 2022A del transformador,
- ✓ En el poste 51955 se escoge un seccionador fusible trifásico de 80T con una corriente máxima de cortocircuito de 2094A, siendo éste, el último dispositivo de protección en el ramal 15.
- ✓ Se retira el fusible del poste 50618. En el Anexo 3.34, se puede ver la curva de coordinación de protección fusible-fusible del ramal 15.

3.6.4.2.16 Selección y coordinación de fusibles ramal 16.

Este ramal se encuentra entre la Av. Roosevelt y la calle Carabobo; se tomó de referencia para la coordinación al transformador número 109 de 45 KVA, poste 51937, con una corriente máxima de cortocircuito de 2217A.

3.6.4.2.16.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 3.1A para el transformador monofásico de 45 KVA.
- ✓ En el poste 51932 se escoge un fusible de 40T con una corriente máxima de cortocircuito de 2217A del transformador, siendo este el único

dispositivo para proteger el ramal 16. En el Anexo 3.35, se puede ver la curva de coordinación de protección del ramal 16.

3.6.4.2.17 Selección y coordinación de fusibles ramal 17.

En la Av. Roosevelt y la calle San Isidro Labrador, en el redondel monumento la mama negra se procedió a realizar la coordinación de protecciones en los postes 112790 y 112791 con sus respectivos fusibles; en este ramal se tomó para la coordinación al transformador número T4227 de 25 KVA, poste 51915, con una corriente máxima de cortocircuito de 2065A.

3.6.4.2.17.1 Resultado.

- ✓ Se selecciona el fusible slofast de 1.4A para el transformador monofásico de 25 KVA.
- ✓ En la calle San Isidro Labrador, poste 112791, se elige un fusible de 40T, con una corriente máxima de cortocircuito de 2065A del transformador.
- ✓ En el poste 112790 se escoge un seccionador fusible trifásico de 80T con una corriente máxima de cortocircuito de 2304A, este en el último dispositivo de protección utilizado para la coordinación en el ramal 17.

En el Anexo 3.36 se puede ver la curva de coordinación fusible-fusible del ramal 17, a través de los análisis en el programa CYMTCC.

El cuadro de resumen de la selección de los fusibles actuales y proyectados para la coordinación de protecciones se puede ver en el Anexo 3.37 y en el Anexo 3.38 se puede ver el resultado de la selección de fusibles para coordinación de protecciones fusible-fusible en base al diagrama unifilar existente del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4 (Anexo 3.11). A continuación presentamos el cuadro de selección de fusibles proyectados para la coordinación de protecciones del Alimentador Latacunga Sur.

CUADRO 3.9: FUSIBLES ACTUALES PARA LA COORDINACION DE PROTECCIONES DE LAS REDES ELECTRICAS DE DISTRIBUCION.

COORDINACIÓN	POSTE	DIRECCIÓN	FUSIBLE PROYECTADO
RAMAL 1	109258	Barrio TiobambaSur, entrada a Galpón Loma	20T
	08745	Barrio Ashpacruz vía a la parada de buses	40T
	112847	Barrio Ashpacruz vía al Niágara	65T
	52747	Calle Sociedad de San Pablo, por la sede social de la cooperativa de vivienda San Francisco	100T
RAMAL 2	52993	Calle Sociedad de San Pablo y Hermanos de la Caridad, las Bethlemitas	25T
	52940	Barrio PilligTapalan	25T
	52914	Av. Primero de Abril y calle de Los Jesuitas, esquina	50T
RAMAL 3	52747	Calle Sociedad de San Pablo, por la sede social de la cooperativa de vivienda San Francisco	80T
	52719	Av. Unidad Nacional y Av. Primero de Abril, entrada a las Bethlemitas	140T
RAMAL 4	103114	Av. Unidad Nacional y calle del Copal	25T
RAMAL 5	107029	Av. Unidad Nacional y calle los Ceibos, mecánica Pichincha	25T
RAMAL 6	113092	Calle Avellanos y Algarrobos, entrada a las canchas	30T
	52661	Av. Unidad Nacional, entrada a la Ciudadela el Bosque	65T
RAMAL 7	52646	Av. Unidad Nacional, esquina del cine	25T
RAMAL 8	102768	Av. Unidad Nacional por monumento el León	-
	106182	Av. Unidad Nacional y calle Gabriela Mistral, semáforo	30T
RAMAL 9	52531	Calle Quito y Gabriela Mistral	25T
RAMAL 10	52596	Calle Sixto Lanas y Luis F. Ruiz	30T
	52500	Av. Unidad Nacional y calle Gabriela Mistral	65T
RAMAL 11	105747	Av. Unidad Nacional y calle Manuelita Sáenz, esquina	30T

RAMAL 12	52243	Calles Euclides Salazar y Atacazo, terreno	30T
RAMAL 13	52379	Av. Unidad Nacional y Av. Atahualpa, esquina del AKI	S/B
	52242	Calles Euclides Salazar y Atacazo, esquina	30T
	52218	Av. Roosevelt y calle Euclides Salazar, esquina	65T
	52220	Av. Roosevelt y calle Padre Enrique Terán	-
	52168	Av. Atahualpa y calle Juan José villacreses, entrada a San Carlos	100T
RAMAL 14	52120	Calle Chimborazo y Carihuayrazo	40T
	52073	Av. Rumiñahui y calle Santiago Zamora	80T
	112758	Calle Santiago Zamora y Av. Rumiñahui, Parque las Replicas	-
	52032	Av. Roosevelt y Av. Atahualpa	140T
	52091	Av. Roosevelt y calle Pichincha	-
RAMAL 15	51966	Av. Rumiñahui y calle Fernando Sánchez de Orellana	40T
	50618	Av. Rumiñahui y calle Curaray	-
	51955	Av. Roosevelt y Av. Rumiñahui, esquina	80T
RAMAL 16	51932	Av. Roosevelt y calle Carabobo, esquina	40T
	112791	Calle San Isidro Labrador	40T
RAMAL 17	112790	Av. Roosevelt y Marqués de Maenza, esquina	80T

FUENTE: POSTULANTES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

3.6.4.3 Redistribución de Centros de Transformación

Según el levantamiento de datos y la georefenciación se encontró los transformadores de distribución sobrecargados, por tal motivo; se ha visto conveniente realizar el estudio de la redistribución de centros de transformación del alimentador en estudio como uno de las alternativas importantes para el mejoramiento de la calidad de servicio de la energía eléctrica a los clientes, tomando como base la capacidad de cada transformador de distribución actual con su respectivo número de clientes y la potencia de las luminarias.

Para el cálculo de las demandas de diseño de los transformadores de distribución se utilizó las siguientes fórmulas recopiladas de las guías de diseño.

$$AP = (KW_T * K)$$

$$DMP = \frac{\# \text{ usuarios} * DMU}{FD} + AP$$

$$KVA(T) = \frac{DMP}{1.3}$$

Donde:

DMP: Demanda máxima proyectada.

DMU: Demanda máxima unitaria actual en KVA.

FD: Factor de diversidad.

AP: Carga total del alumbrado público.

W: Potencia total de las luminarias conectados a la red del transformador de distribución.

K: 1.25, constante.

Para el cálculo de la demanda máxima unitaria actual de los clientes se tomaron en cuenta dos categorías según el área de su construcción, categoría B y categoría C. Ver tabla 3.1.

En el anexo 3.39 se puede apreciar el cuadro de la demanda diversificada por número de clientes conectados al transformador de distribución.

TABLA 3.1; DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA MAXIMA PROYECTADA.

Categoría	Área de construcción (m ²)	DMU (KVA) actual
A	Superiores a 251	3.6
B	151 a 250	2.5
C	61 a 150	1.5
D	Menor a 60	0.8

FUENTE: EASSA. GUIAS DE DISEÑO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Para establecer la capacidad del transformador de distribución KVA (T), se escogió la capacidad nominal superior más próxima a la demanda de diseño obtenida (DMP), y permitir un 30% de sobrecarga en el transformador.

3.6.4.3.1 Cálculo de la demanda de diseño actual de los transformadores de distribución.

Datos:

Transformador: T7062/10KVA actual.

Categoría: C

Usuarios: 30

DMU actual: 1.5 KVA

FD: 2.6

Potencia total de las luminarias (KW_T): 2.215 KW

K: 1.25

Desarrollo:

Como primer paso se realizó el cálculo del alumbrado público, tomando en cuenta la potencia total de las luminarias que están conectados en cada transformador de distribución.

$$AP = (KW_T * K) = (2.215KW * 1.25)$$

$$AP = 2.77 \text{ KW}$$

Después se efectuó al cálculo de la demanda máxima proyectada del transformador de distribución.

$$DMP = \frac{\# \text{ usuarios} * DMU}{FD} + AP$$

$$DMP = \frac{30 * 1.5}{2.6} + 2.77 = 20.08 \text{ KW}$$

Por último se precedió a calcular la capacidad del transformador proyectado.

$$KVA(T) = \frac{DMP}{1.3} = \frac{20.08}{1.3}$$

$$KVA(T) = 15.4KVA \approx 25KVA .$$

Haciendo referencia la capacidad actual y proyectada del transformador de distribución, se puede constatar que se encuentra sobrecargado, por lo que es necesario su cambio, con el fin de evitar interrupción de energía a los usuarios.

En los anexo 3.40; 3.41 y 3.42; se puede ver los cuadros de resultados realizados sobre la redistribución de todos los transformadores de distribución que pertenecen al Alimentador Latacunga Sur. En los siguientes cuadros 3.10; 3,11 y 3,12 se muestran el resumen de los transformadores de distribución sobrecargados.

CUADRO 3.10: TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN SOBRECARGADOS, AUTOPROTEGIDOS MONOFASICOS.

AUTOPROTEGIDOS MONOFASICOS									
Nº POSTE	COD.	ACTUAL (KVA)	Nº USUARIOS	DMU (KVA) ACTUAL	FD	LUMIN TOTAL (KW)	AP (KW)	DMP	KVA (T)
1	112795	10	56	1,5	2,88	0.550	0,69	29,85	23,0
2	52926	10	25	1,5	2,5	0.690	0,86	15,86	12,2
3	8752	15	46	1,5	2,8	1.200	1,50	26,14	20,1
4	112741	15	34	1,5	2,67	0.450	0,56	19,66	15,1

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

CUADRO 3.11: TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN SOBRECARGADOS, CONVENCIONAL TRIFASICOS.

CONVENCIONALES TRIFASICOS									
Nº POSTE	COD.	ACTUAL (KVA)	Nº USUARIOS	DMU (KVA)ACTUAL	FD	LUMIN TOTAL(KW)	AP(KW)	DMP	KVA (T)
1	51964	60	169	1,5	3,08	5.350	6,69	88,99	68,5
2	52132	45	121	1,5	3,08	3.210	4,01	62,94	48,4

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

CUADRO 3.12: TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN SOBRECARGADOS, CONVENCIONALES MONOFASICOS.

CONVENCIONALES MONOFASICOS											
Nº POSTE	COD.	ACTUAL(KVA)	Nº USUARIOS	DMU (KVA)ACTUAL	FD	LUMIN TOTAL(KW)	AP(KW)	DMP	KVA(T)		
1	112802	T7062	10	30	1,5	2,6	2,215	2,77	20,08	15,4	25,0
2	50594	6855	25	52	1,5	2,85	1.650	2,06	29,43	22,6	25,0
3	52237	4232	10	44	1,5	2,79	0.560	0,70	24,36	18,7	25,0
4	52258	5868	25	62	1,5	2,91	0.570	0,71	32,67	25,1	37,5
5	52289	T127	15	40	1,5	2,74	1.390	1,74	23,64	18,2	25,0
6	52246	7202	15	35	1,5	2,68	0.445	0,56	20,15	15,5	25,0
7	52722	7845	5	6	1,5	1,58	3.810	4,76	10,46	8,0	10,0
8	52796	7384	5	8	1,5	1,75	0.700	0,88	7,73	5,9	10,0
9	102616	5500	15	36	1,5	2,7	1.370	1,71	21,71	16,7	25,0
10	112866	6934	15	35	1,5	2,68	0.765	0,96	20,55	15,8	25,0
11	8856	7239	10	24	1,5	2,48	0.490	0,61	15,13	11,6	15,0

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Para culminar con el presente estudio se procedió a verificar el cálculo de la demanda máxima proyectada (DMP) con los datos de voltaje y corriente medidos en el campo de los 17 transformadores que según los cálculos se encontraban sobrecargados, al realizar la verificación con los dos tipos de análisis se ha comprobado que 16 transformadores de distribución están en relación con los dos resultados, mientras que un transformador de distribución no está sobrecargado, como se muestra en el Anexo 3.43.

En los Anexos; 3.44, 3.45, 3.46 y 3.47 se puede ver la redistribución de los transformadores de distribución proyectados a 10 años.

Otra alternativa en el estudio de planteamiento de soluciones es; configurar la red monofásica de 7.9KV a red trifásica de 13.8KV que está instalada a lo largo desde la Urbanización las Bethemitas del poste 52747 hasta la Urbanización Vista Hermosa, poste 8778, que tiene una longitud de 2738 metros, para dar más confiabilidad al sistema eléctrico de distribución de los sectores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía Citada:

- (DONALD, Fink/H.wayneBeaty) "Manual de Ingeniería Eléctrica"
- ELEPCO S.A, Guías de Diseño.
- EEA S.A, Guías de Diseño, ISO 9001:2000, 2007.
- CYME INTERNATIONAL T&D, Cymdist 4.7, Power Engineering Software Solutions, Manual de Referencia. 2007.
- GRUPO AUTORES, Instalaciones Eléctricas, Editorial Mcgraw-hill, Universidad de Castilla-La Mancha (España), Ciudad Real y Toledo, 2007.

Bibliografía Consultada:

- CONELEC, Regulación N° 004/01. Normativa, Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, 2001.
- GIRÓN, Alex V. Metodología de Planificación y Expansión para el Diseño de Redes Eléctricas de Distribución Radiales-Urbanas, 2006.
- VÁSQUEZ, Raúl F. Metodología General para el Análisis de los Circuitos de Distribución de la CNF, S.A. 2007.
- MAZARIEGOS, Rodolfo A. Estudio de los Índices de Confiabilidad para Redes Eléctricas de Distribución Radial 13.8KV, (2005).
- BRAND, Luis J. Protecciones de Sistemas Eléctricos, Santiago Chile, 1976.
- ENRIQUEZ, Gilberto, Protección de Sistemas Eléctricos Industriales y Comerciales, Editorial Limusa, 2005.
- VLADIMIRO, Miranda Phd. IEE, Fellow. Planificación de Sistemas Eléctricos de Distribución, 2006.
- TORRES, Orlys E. Protección de Sistemas Eléctricos de Distribución, Conferencia Selección de fusibles y su Coordinación, 2010.

Bibliografía Virtual:

- <httppdf.rincondelvago.com/sistema-electrico-de-potencia.html>
- <httpwww.matmor.com/descripcion.html>
- httpdspace.ups.edu.ec/bitstream/12345678923713/capitulo_1_inventario_de_redes_electricas_de_alta_y_Bajo_tension_del_alimentador_al_orienteta_bacay_de_e.e.a.c.a.-2000.pdf
- <httpsas.editorialcep.com/muestra/electricistas.pdf>
- [http://prof.usb.ve/robert/archivos_compartidos/papers%20alves/36_evaluacion%20de%20la%20cse%20en%20eleggua%20\(cvie-02\).pdf](http://prof.usb.ve/robert/archivos_compartidos/papers%20alves/36_evaluacion%20de%20la%20cse%20en%20eleggua%20(cvie-02).pdf)
- <www.electricosinter.com/cms...manual-para-linieros.doc>
- <http://gama.fime.uanl.mx/~omeza/pro/ltd/ltd.pdf>
- <http://www.scielo.cl/pdf/rfacing/v11n1/art05.pdf>
- <httpwww.iie.org.mx/gee/art13.pdf>
- http://www.utp.edu.co/~planeamiento/prod_aca/tesis/confiabilidad%20distribucion.pdf
- <http://web.ing.puc.cl/~power/paperspdf/aarriagada.pdf>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3279/1/5798.pdf>
- http://www.uclm.es/area/ing_rural/Instalaciones/Protecciones.pdf

LISTA DE ANEXOS

Nº	CONTENIDO
1.1	Diagrama unifilar del sistema de subtransmisión y distribución, ELEPCO S.A.
1.2	Diagrama unifilar de la subestación el Calvario, ELEPCO S.A
1.3	Diagrama unifilar de un sistema radial.
1.4	Formulario para el levantamiento de datos de redes, medio y bajo voltaje.
1.5	Formulario para el levantamiento de datos de medidores.
1.6	Croquis Latacunga Sur.
1.7	Curva de fusión mínima hilos fusibles tipo T de 1-200 amperios Nominales.
1.8	Curvas de fusión máxima y despeje total hilos fusibles tipo T de 1-200 amperios nominales.
1.9	Corrientes de fusión para hilos fusibles tipo T (lento).
1.10	Curva de daño del transformador de distribución.
1.11	Características gráficas de las exigencias impuestas al fusible que protege un transformador.
1.12	Relación entre la corriente máxima de limpieza del fusible y las curvas de daño del transformador de distribución.
1.13	Selección del fusible A.B chance slofast (dual), adecuado para la protección de transformadores de distribución.
1.14	Tabla de coordinación de fusibles tipo T para la protección de redes eléctricas. (M-E EEI-NEMA).
2.1	Ficha de encuesta.
3.1	Transformadores convencionales trifásicos.
3.2	Transformadores convencionales monofásicos.
3.3	Transformadores autoprotegidos monofásicos.
3.4	Clientes industriales.
3.5	Clientes comerciales.
3.6	Clientes residenciales.

- 3-7A Cálculo de la interrupción programada, mensual.
- 3.7B Cálculo de la interrupción no programada, mensual.
- 3.8A Cálculo de las interrupciones programadas, mensual.
- 3.8B Cálculo de las interrupciones no programadas, mensuales.
- 3.8C Cálculo de las interrupciones programadas, anual.
- 3.8D Cálculo de las interrupciones no programadas, anual.
- 3.9A Cálculo de las interrupciones programadas, mensual.
- 3.9B Cálculo de las interrupciones no programadas, mensual.
- 3.9C Cálculo de las interrupciones programadas, anual.
- 3.9D Cálculo de las interrupciones no programadas, anual.
- 3.10 Cálculo del ENS, interrupciones no programadas.
- 3.11 Diagrama unifilar de la red de medio voltaje actual, utilizada para el balance de cargas y selección de fusibles.
- 3.12 Balance de cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, análisis 2.
- 3.13 Balance de cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, análisis 3.
- 3.14 Balance de cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, análisis 4.
- 3.15 Balance de cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, análisis 5.
- 3.16 Balance de cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, análisis 6.
- 3.17 Balance de cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, análisis 7.
- 3.18 Balance de cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, análisis 8.
- 3.19 Balance de cargas del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4, análisis 9.
- 3.20 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 1.
- 3.21 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 2.
- 3.22 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 3.
- 3.23 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 4.
- 3.24 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 5.
- 3.25 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 6.
- 3.26 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 7.
- 3.27 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 8.
- 3.28 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 9.
- 3.29 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 10.
- 3.30 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 11.

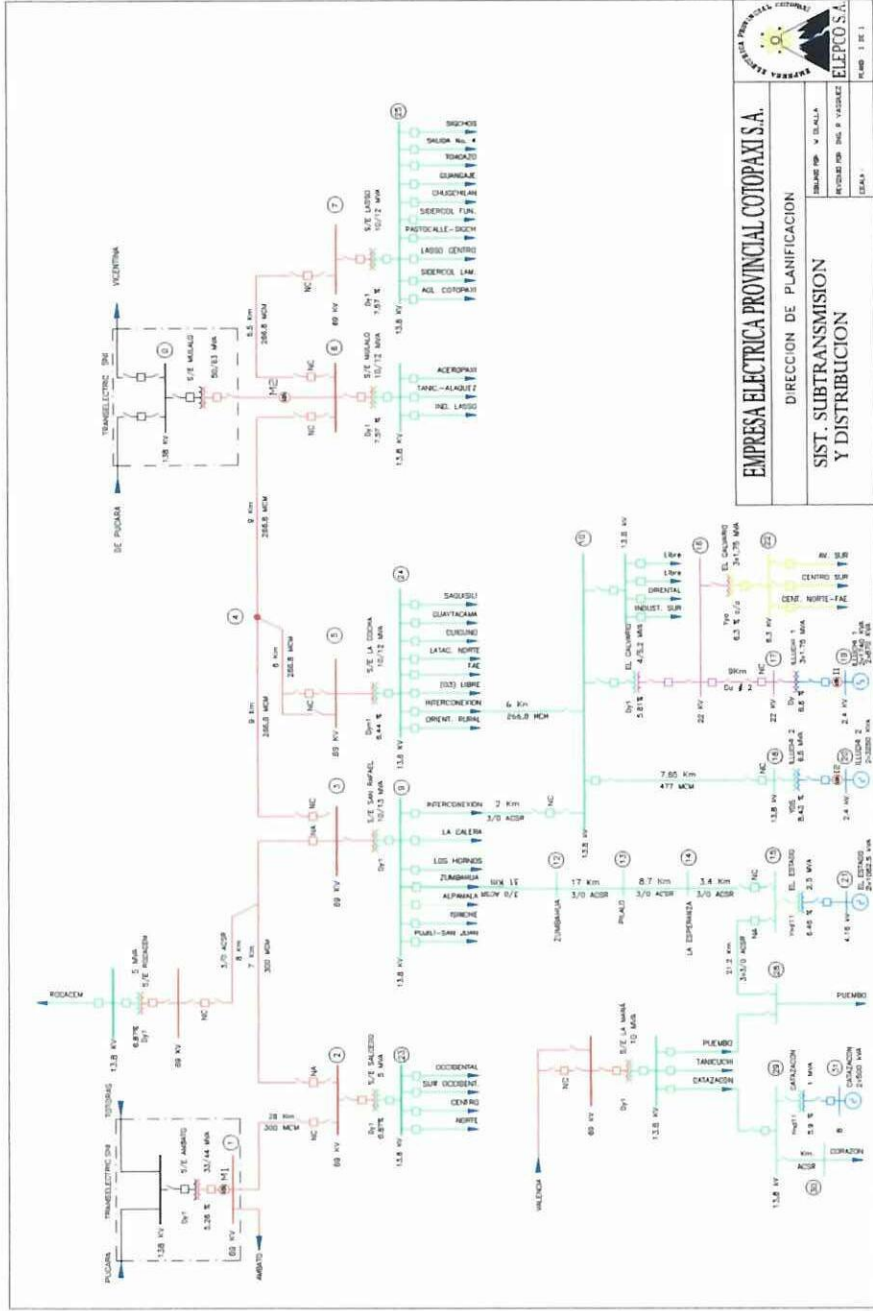
- 3.31 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 12.
- 3.32 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 13.
- 3.33 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 14.
- 3.34 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 15.
- 3.35 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 16.
- 3.36 Coordinación de protección fusible-fusible, ramal 17.
- 3.37 Fusibles actuales y proyectados para la coordinación de protecciones de las redes de distribución.
- 3.38 Diagrama unifilar de la selección de fusibles y coordinación de protecciones fusible-fusible.
- 3.39 Demandas diversificadas.
- 3.40 Redistribución de los transformadores de distribución, convencionales trifásicos.
- 3.41 Redistribución de los transformadores de distribución, autoprotegidos monofásicos.
- 3.42 Redistribución de los transformadores de distribución, convencionales monofásicos.
- 3.43 Verificación del cálculo de la demanda de diseño con los datos medidos en el campo.
- 3.44 Redistribución de 17 centros de transformación sobrecargados, proyectado a 10 años.
- 3.45 Redistribución de transformadores convencionales trifásicos, proyectado a 10 años.
- 3.46 Redistribución de transformadores convencionales monofásicos, proyectado a 10 años.
- 3.47 Redistribución de transformadores autoprotegidos monofásicos, proyectado a 10 años.

NOTA: El presente trabajo investigativo se encuentra en el archivo magnético de datos como: Portada e índice, capítulos I, II, III y sus respectivos anexos.

ANEXOS

CAPITULO I

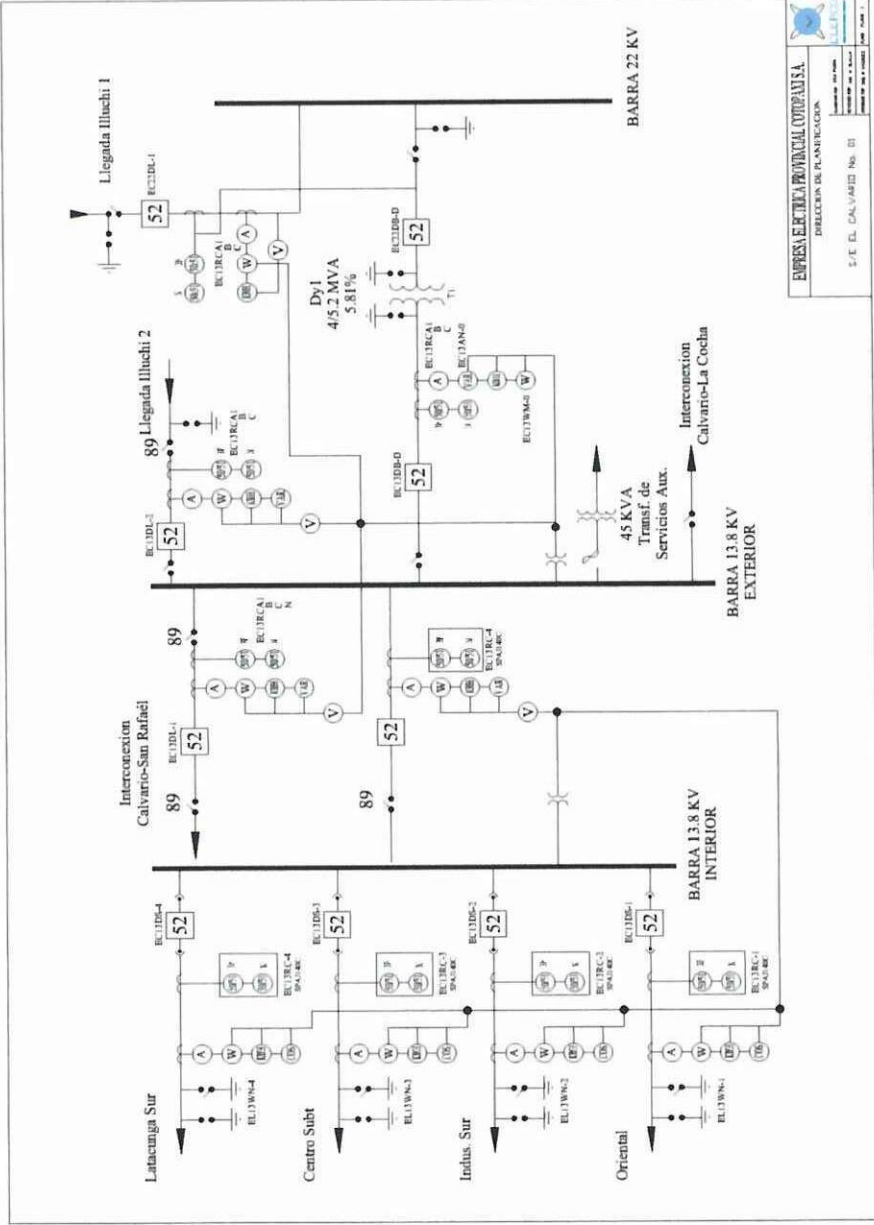
ANEXO 1-1; DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION, ELEPCO S.A.



 EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.	
DIRECCION DE PLANIFICACION Y DISTRIBUCION	
IBARRA (P. V. BUALA) REVISADO POR ING. P. VALENZUELA (EPC)	EL EPCO S.A. 1988 - 1 DE 1

FUENTE: ELEPCO S.A. GUJAS DE DISEÑO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

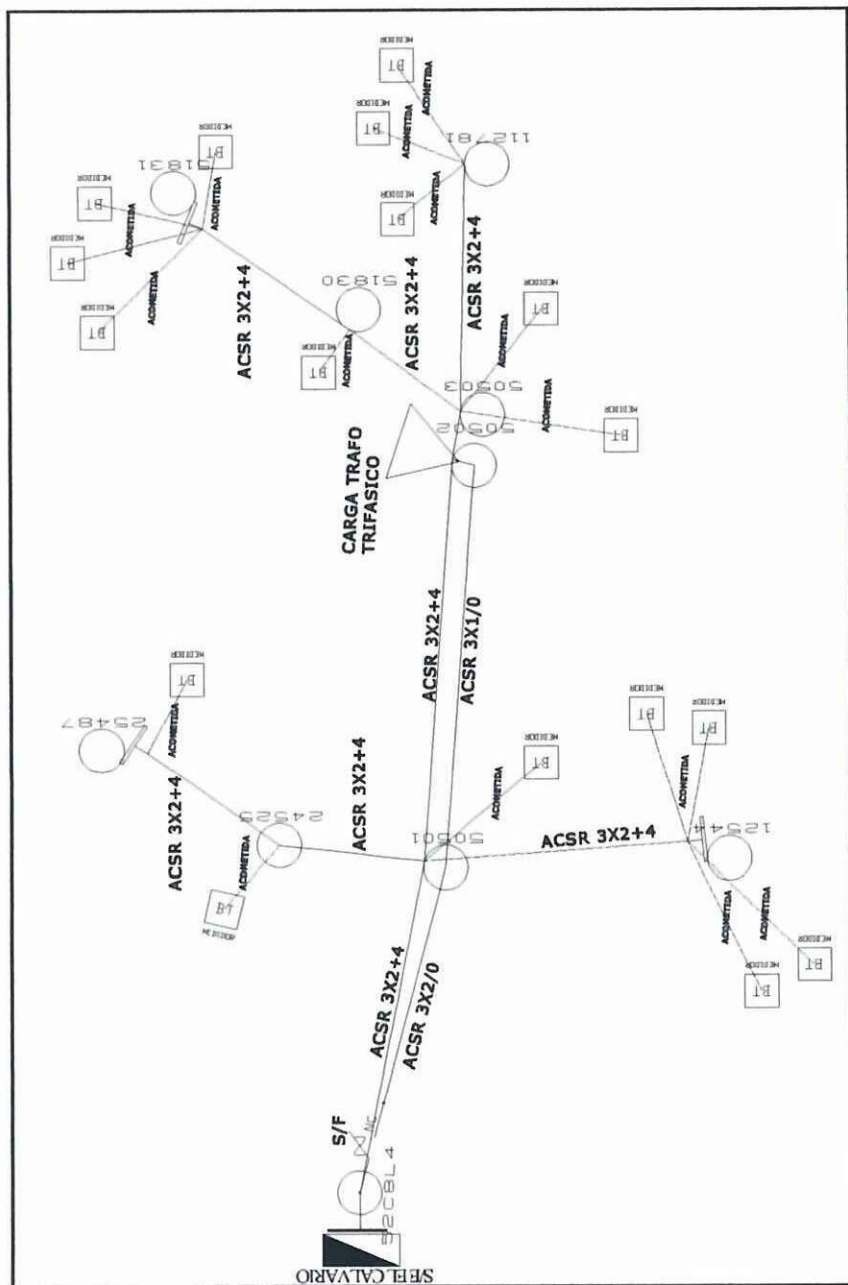
ANEXO 1-2: DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN EL CALVARIO, ELEPCO S.A



EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COMPAÑÍA S.A. DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN	
Elaborado por: J.L.L.P. Revisado por: J.L.L.P. Aprobado por: J.L.L.P.	Fecha: 10/05/01 Hoja: 1 de 1
S.E. EL CALVARIO No. 01	

FUENTE: ELEPCO S.A. GUÍAS DE DISEÑO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO I-3; DIAGRAMA UNIFILAR DE UN SISTEMA RADIAL.



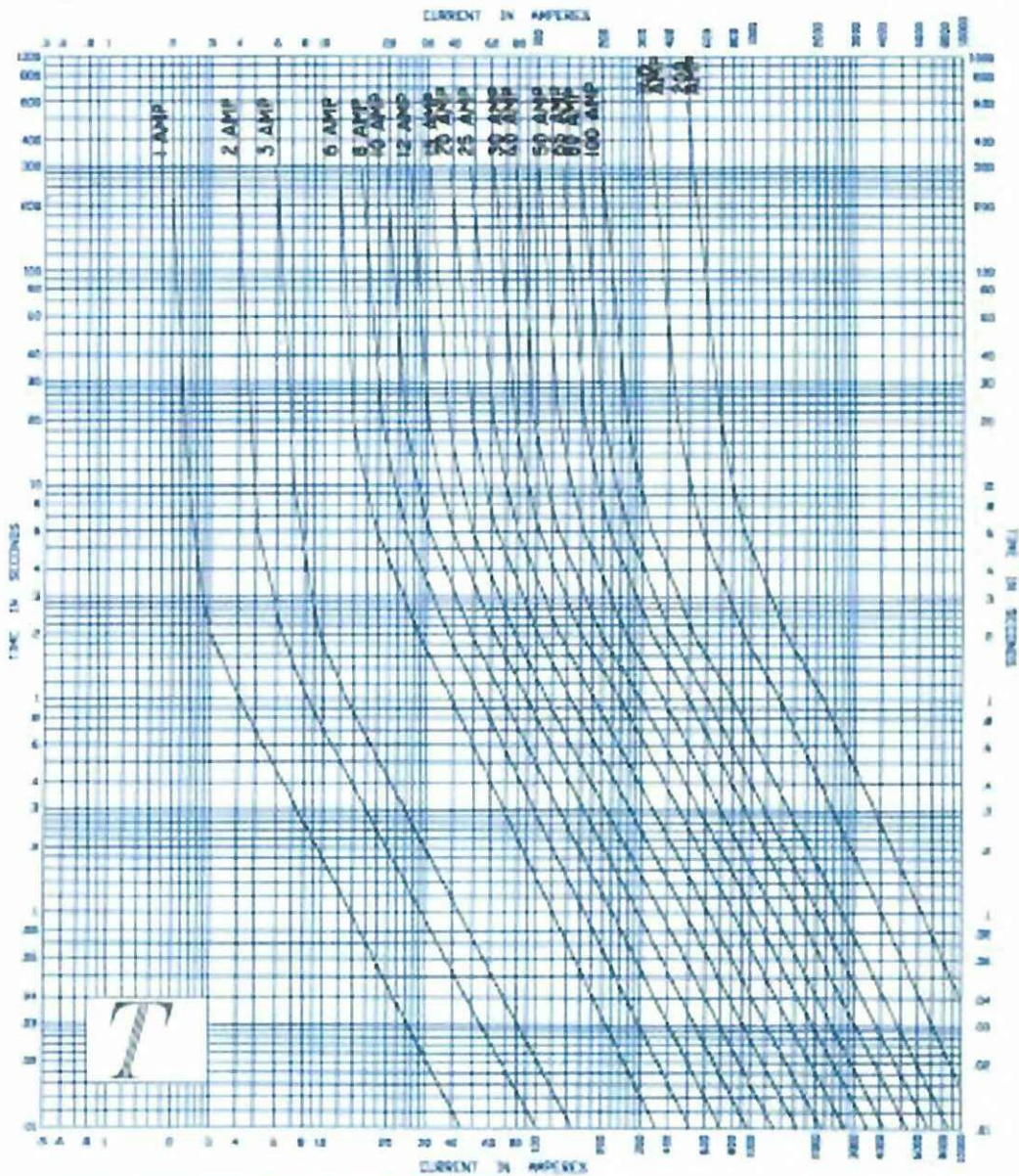
FUENTE: ALIMENTADOR LATACUNGA SUR 52C8-L4.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 1-6; CROQUIS LATAACUNGA SUR.



FUENTE: ELEPCO S.A. GUIAS DE DISEÑO.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

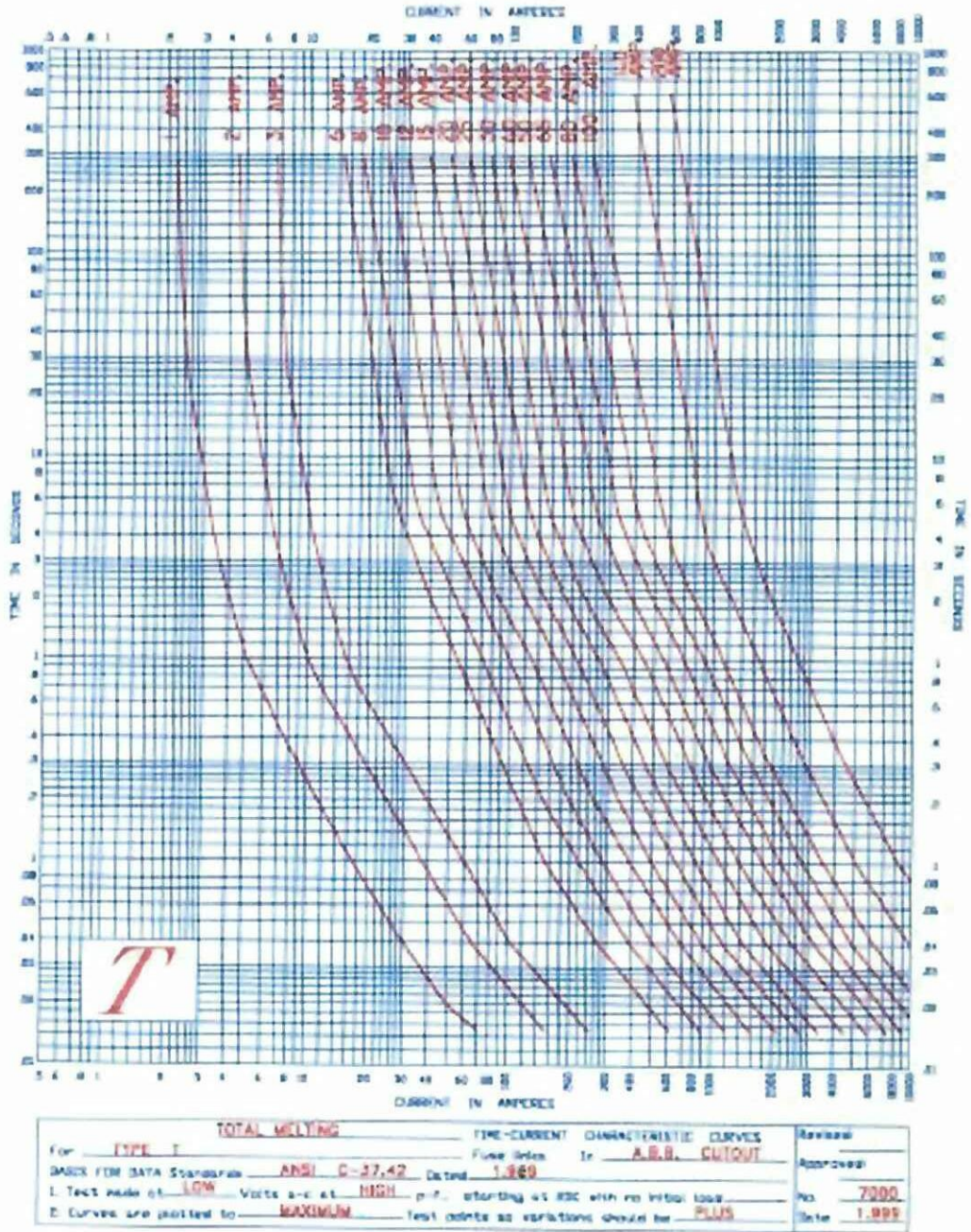
ANEXO1-7; CURVA DE FUSION MINIMA HILOS FUSIBLES TIPO T DE 1 – 200 AMPERIOS NOMINALES



MINIMUM MELTING		TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES		Revised
For LUFESER TYPE T		Fuse data in A.B.B. CUTOUT		Approved
BASIS FOR DATA Standards ANSI C-37.42		Date 1.989		No. 7000
1. Tests made at LOW Volts and at HIGH p-f, starting at 25C with no wind load				Date 1.996
2. Curves are plotted to MINIMUM		Test points as variations should be PLUS		

FUENTE: WWW.ELECTRICOSINTER.COMCMS.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO1-8; CURVAS DE FUSION MAXIMAS Y DESPEJE TOTAL HILOS FUSIBLES TIPO T DE 1 – 200AMPERIOS NOMINALES



FUENTE: WWW.ELECTRICOSINTER.COMCMS.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 1-9: CORRIENTES DE FUSION PARA HILOS FUSIBLES TIPO T (LENTO)

CORRIENTE NOMINAL PERMANENTE (Amperios)	CORRIENTE DE FUSION 300 O 600		CORRIENTE DE FUSION 10 SEGUNDOS		CORRIENTE DE FUSION 0.1 SEGUNDOS		RELACION DE VELOCIDAD
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
REGIMENES PREFERIDOS							
6	12	14.4	15.3	23	120	144	10
10	19.5	23.4	26.5	40	224	269	11.5
15	31	37.2	44.5	67	388	466	12.5
25	50	60	73.5	109	635	762	12.7
40	80	96	120	178	1040	1240	13
65	128	153	195	291	1650	1975	12.9
100	200	240	319	475	2620	3150	13.1
140	310	372	520	775	4000	4800	12.9
200	480	576	850	1275	6250	7470	13
REGIMENES NO PREFERIDOS O INTERMEDIOS							
8	15	18	20.5	31	166	199	11.1
12	25	30	34.5	52	296	355	11.8
20	39	47	57	85	496	595	12.7
30	63	76	93	138	812	975	12.9
50	101	121	152	226	1310	1570	13
80	160	192	248	370	2080	2500	13
REGIMENES INFERIORES A 6 AMPERIOS							
1	2	2.4	2.4	3	17.5	21	-
2	4	4.8	5	6	37.5	45	-
3	6	7.2	7.2	9	48	58	-
4	8	9.6	10	12.5	48	58	-
5	10	11.6	11.6	17	95	125	-

* TODOS LOS VALORES ESTAN INDICADOS EN AMPERICOS

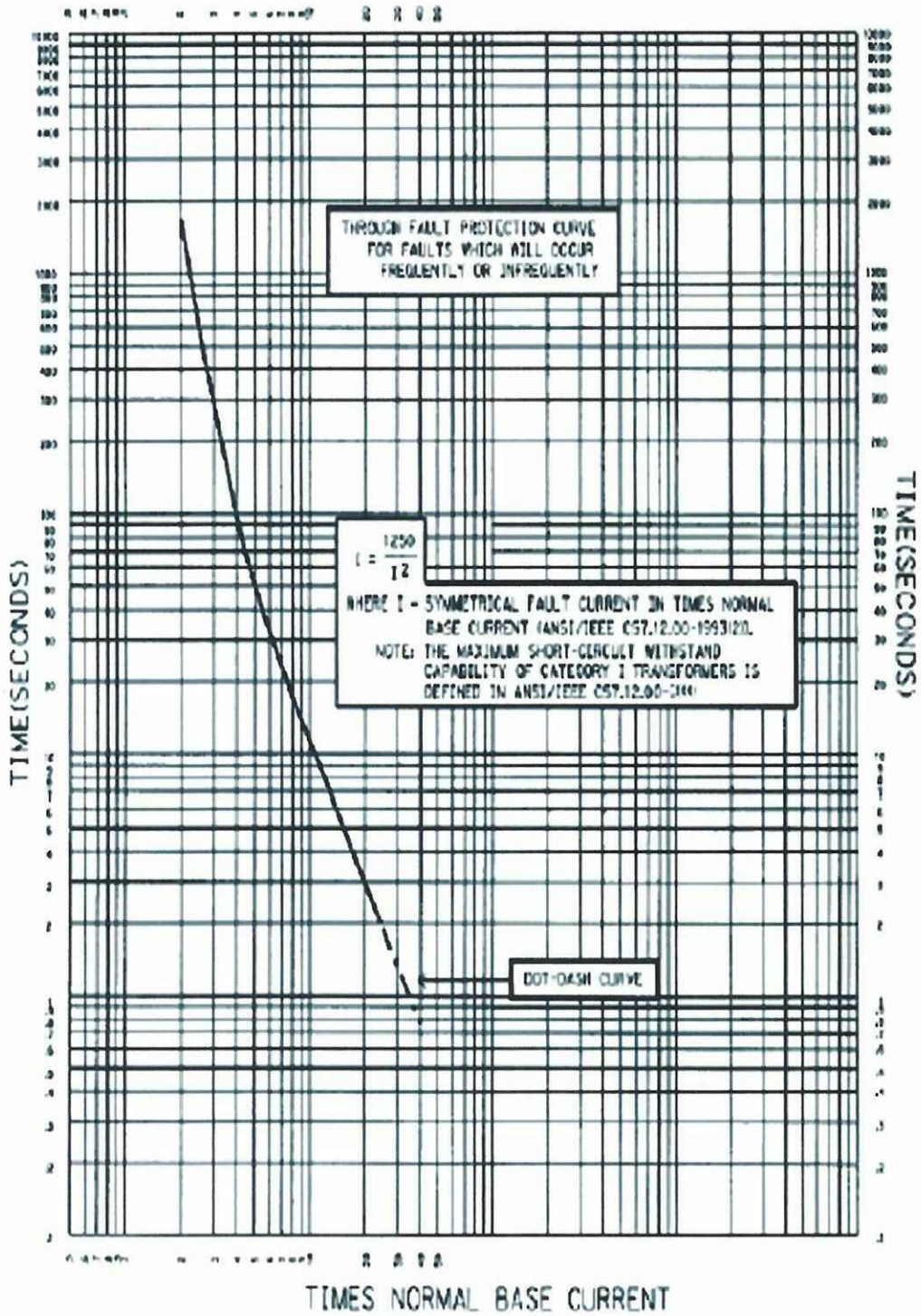
+ NO SE INDICA NINGUN VALOR PUESTO QUE EL REQUISITO ES QUE LOS VALORES NOMINALES 1 2 Y 3 AMPERICOS DEBEN COORDINAR CON EL VALOR DE 6 AMPERICOS PERO NO NECESARIAMENTE ENTRE ELLOS

~ 300 SEGUNDOS PARA HILOS FUSIBLES DE 100 AMPERICOS NOMINALES Y MENORES; 600 SEGUNDOS PARA HILOS FUSIBLES DE 140 Y 200 AMPERICOS NOMINALES

FUENTE: WWW.ELECTRICOSINTER.COMCMS.

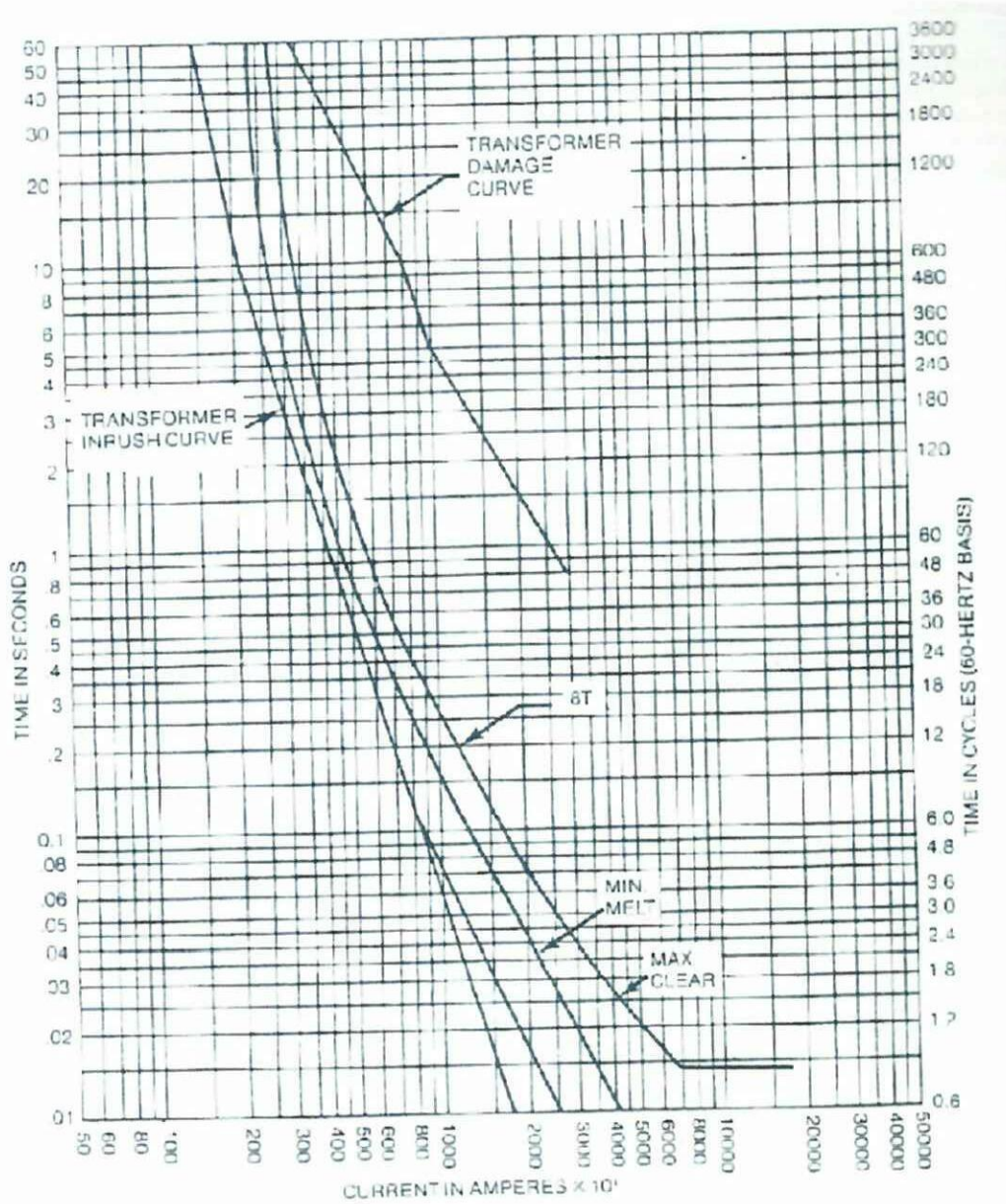
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 1-10; CURVA DE DAÑO DEL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN



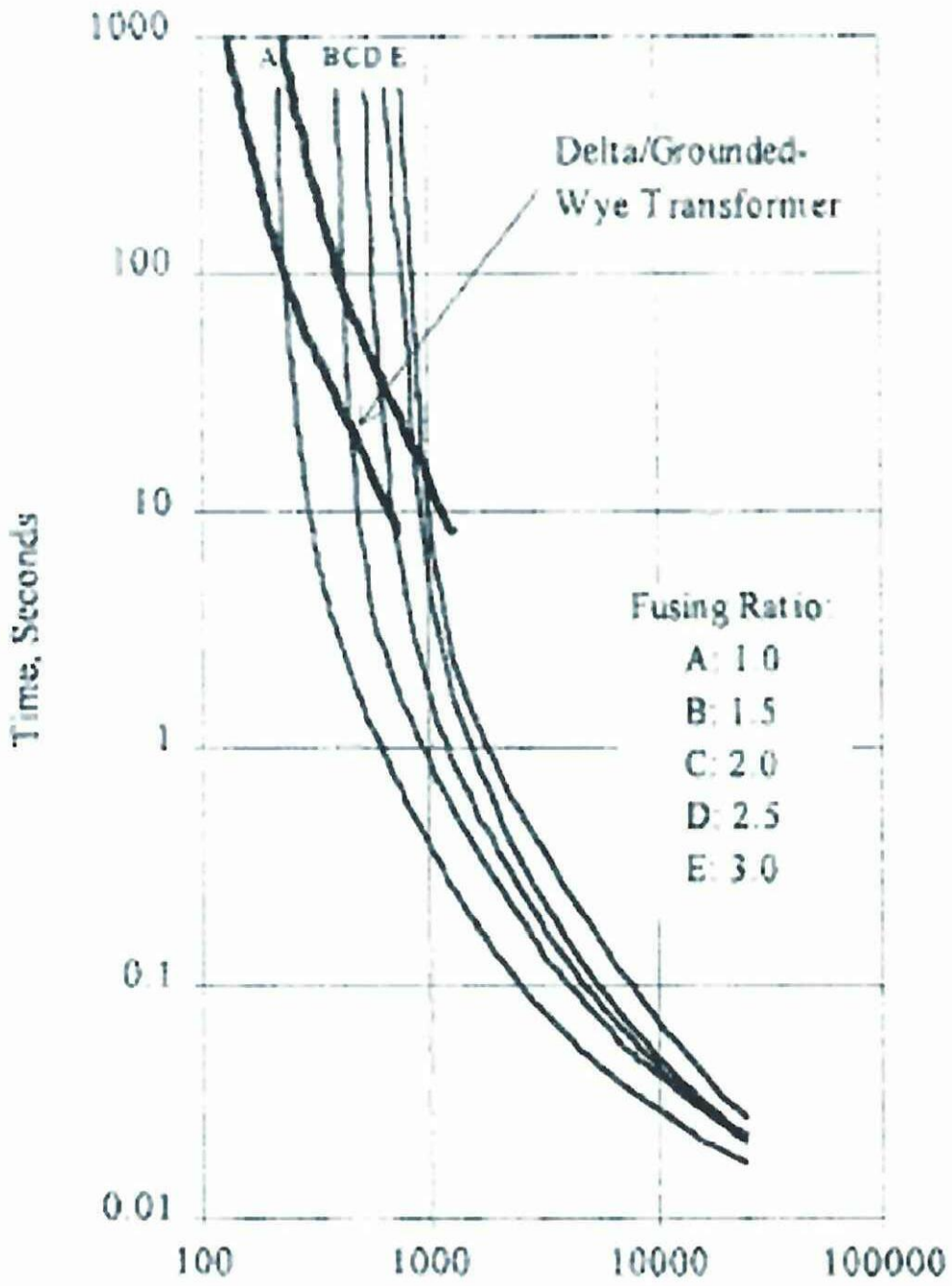
FUENTE: DR. ORLYS ERNESTO TORRES BREFFE (2010).
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 1-11; CARACTERÍSTICAS GRÁFICAS DE LAS EXIGENCIAS IMPUESTAS AL FUSIBLE QUE PROTEGE UN TRANSFORMADOR.



FUENTE: DR. ORLYS ERNESTO TORRES BREFFE (2010).
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 1-12; RELACIÓN ENTRE LA CORRIENTE MÁXIMA DE LIMPIEZA DEL FUSIBLE Y LAS CURVAS DE DAÑO DEL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN.



FUENTE: DR. ORLYS ERNESTO TORRES BREFFE (2010).
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 1-13; SELECCIÓN DEL FUSIBLE A.BB CHANCE SLOFAST (DUAL), ADECUADO PARA LA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

TRANSFORMADOR MONOFÁSICO		TRANSFORMADOR TRIFÁSICO	
POTENCIA	F/SLOFAST (DUAL) (A).	POTENCIA	F/SLOFAST (DUAL) (A).
5	0.3	12	0.2
10	0.6	15	0.3
15	1.0	30	0.7
25	1.4	32	0.7
37.5	2.1	45	1
45	3.1	50	1.3
50	3.1	60	1.4
		75	1.4
		100	2.1
		125	2.1

FUENTE: CYMTCC.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 1-14; TABLA DE COORDINACIÓN DE FUSIBLES TIPO T PARA LA PROTECCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS. (M-E EEI-NEMA).

Protecting Fuse Link Rating - Amperes	Protected Link Rating - Amperes																		
	1T	2T	3T	6T	8T	10T	12T	15T	20T	25T	30T	40T	50T	65T	80T	100T	140T	200T	
1K						350	680	920	1200	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
2K						350	680	920	1200	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
3K						350	680	920	1200	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
6K						350	680	920	1200	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
8K							375	800	1200	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
10K								530	1100	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
12K									680	1280	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
15K										730	1700	2500	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
20K											990	2100	3200	4100	5000	6100	9700	15200	
25K												1400	1500	4100	5000	6100	9700	15200	
30K													1500	3100	5000	6100	9700	15200	
40K														1700	3800	6100	9700	15200	
50K															1750	4400	9700	15200	
65K																2200	9700	15200	
80K																	2700	15200	
100K																	4000	13800	
140K																		7500	

FUENTE: WWW.COOPERPOWER.COM.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXOS

CAPITULO II

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
ENCUESTA REALIZADA PARA LOS CLIENTES RESIDENCIALES,
COMERCIALES E INDUSTRIALES QUE FORMAN PARTE EN EL
ALIMENTADOR LATACUNGA SUR, (52C8-L4) DE LA EMPRESA
ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

Objetivo

Evaluar la situación actual del alimentador y recopilar información suficiente y necesaria para satisfacer los requerimientos de la presente investigación.

Instrucciones

- Estimado usuario, por ningún motivo ponga Ud. Su nombre, firma u otro dato que pueda identificarlo, el presente cuestionario guardará confidencialmente la información recabada.
- El desarrollo de la encuesta tiene la finalidad de mejorar el servicio de energía eléctrico hacia usted, por lo que agradezco su apertura y sinceridad al presente cuestionario, para lo cual es necesario que marque con una "X" las respuestas que va a seleccionar. Su colaboración ayudará a obtener una información muy veraz.

CUESTIONARIO

1.- ¿Esta Ud. conforme con el servicio eléctrico que le brinda la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A?

Si

No

2. ¿Que pediría a la empresa eléctrica para que mejore el servicio eléctrico?

- Incrementar centros de transformación (transformadores) en zonas sobrecargados.
- Balancear las cargas del alimentador.
- Instalaciones de redes eléctricas en perfectas condiciones.

3. ¿Ha observado si los trabajadores de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. realizan mantenimiento al sistema eléctrico de distribución de su sector?

Si No

4. En caso de una interrupción del suministro de energía eléctrica en su sector, la reposición del servicio eléctrico por parte de la empresa eléctrica ha sido inmediata?

Si No

5. ¿Conoce Ud. de un estudio de la calidad de servicio eléctrico aplicado en el alimentador Latacunga Sur?

No lo conozco

Lo conozco

¿Cuál es?

6. ¿Aconseja Ud. realizar un análisis técnico para mejorar la calidad de servicio eléctrico?

Si No

7. ¿Conoce Ud. algún tipo de software para la modelación del sistema de distribución?

No lo conozco

Lo conozco

¿Cuál es?

8. ¿Conoce Ud. Si la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. cumple con los parámetros de calidad de energía que estipula la Ley del Sector Eléctrico o la regulación 004/01 emitida por el CONELEC?

Si No

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

OBSERVACIONES.....
.....
.....
.....

ANEXOS

CAPITULO III

ANEXO 3.1; TRANSFORMADORES CONVENCIONALES TRIFÁSICOS

Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS	Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS
1	6201	30	1	31	3652	50	69
2	7094	50	82	32	7137	30	53
3	T-102	60	1	33	4551	30	1
4	4226	75	2	34	7722	50	75
5	T-106	50	1	35	2695	45	71
6	T-4628	75	1	36	131	50	63
7	7140	50	52	37	7807	30	27
8	8378	50	86	38	21	30	1
9	7165	50	28	39	7134	50	3
10	5550	60	169	40	7809	30	53
11	6846	100	1	41	4233	15	1
12	7520	50	1	42	4239	125	2
13	6816	30	3	43	140	75	42
14	7658	50	1	44	141	60	8

FUENTE: LEVANTAMIENTO DE DATOS 52C8-L4.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.2 TRANSFORMADORES CONVENCIONALES MONOFÁSICOS

Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS	Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS
1	T7062	10	30	36	4532	37,5	12
2	T-4227	25	2	37	7924	25	0
3	6855	25	52	38	7701	25	0
4	7194	15	2	39	7190	15	24
5	6916	15	2	40	6305	50	8
6	6390	37,5	35	41	8231	15	0
7	8148	15	1	42	7700	15	0
8	6512	25	21	43	7886	15	16
9	7535	25	1	44	5522	25	32
10	6258	50	21	45	498	50	29
11	6844	25	26	46	497	50	34
12	6255	50	28	47	7053	37,5	18
13	6256	50	25	48	7845	5	6
14	6842	50	29	49	7885	15	2

FUENTE: LEVANTAMIENTO DE DATOS 52C8-L4.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.3 TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS MONOFÁSICOS

Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS	Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS
1	T-103	25	46	21	N15	10	11
2	T-104	37,5	35	22	T-507	50	61
3	T4228	10	56	23	508	50	38
4	109	45	1	24	T-509	50	65
5	7641	10	1	25	T-511	37,5	0
6	126	25	40	26	8373	50	4
7	T-132	37,5	27	27	3298	15	0
8	135	25	58	28	513	10	11
9	138	15	1	29	550	25	30
10	518	50	35	30	4323	10	15
11	519	37,5	29	31	543	10	11
12	517	50	27	32	544	15	46
13	516	37,5	45	33	545	10	1
14	515	50	39	34	8536	10	10
15	889	25	33	35	8539	10	2
16	T538	15	26	36	5002	15	21
17	T-506	10	1	37	133	37,5	38
18	T-505	37,5	14	38	514	37,5	42

FUENTE: LEVANTAMIENTO DE DATOS 52C8-L4.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.4 CLIENTES INDUSTRIALES

Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS	Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS
1	7094	50	3	31	6076	50	1
2	T103	25	1	32	7190	15	3
3	6201	30	1	33	6305	50	1
4	T102	60	1	34	889	25	6
5	4226	75	2	35	580	50	2
6	T106	50	1	36	4244	75	1
7	T4628	75	1	37	5522	25	4
8	7140	50	8	38	7688	30	1
9	109	45	1	39	498	50	1
10	T8	32	1	40	6162	30	2

FUENTE: LEVANTAMIENTO DE DATOS 52C8-L4.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.5 CLIENTES COMERCIALES

Nº	COD.	KVA	Nº USUARIOS
1	5550	60	3
2	5916	50	1
3	6916	30	1
4	7722	50	1
5	131	50	1
6	21	30	1
7	7134	50	2
8	135	25	1
9	6305	50	2
10	889	25	2
11	5522	25	1
12	T538	15	1
13	T-506	10	1
14	6066	25	1

FUENTE: LEVANTAMIENTO DE DATOS 52C8-L4.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.6 CLIENTES RESIDENCIALES

Nº	COD.	KVA	Nº CLIENTES	Nº	COD.	KVA	Nº CLIENTES
1	7094	50	79	37	6842	50	29
2	T103	25	45	38	6840	50	29
3	T104	37,5	35	39	6625	25	15
4	T7062	10	30	40	6837	50	36
5	T4227	25	2	41	6626	50	23
6	T4228	10	56	42	126	25	40
7	7140	50	44	43	4232	10	44
8	6512	25	21	44	5868	25	62
9	8148	15	1	45	127	15	40
10	4230	30	1	46	7202	15	35
11	8378	50	74	47	4235	15	34
12	7165	50	27	48	7513	15	1
13	5550	60	160	49	7722	50	69
14	6816	30	3	50	131	50	62

FUENTE: LEVANTAMIENTO DE DATOS 52C8-L4.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

CÁLCULO DE LOS INDICES DE FRECUENCIA Y DURACIÓN DE INTERRUPCIONES, SUBETAPA 1

ANEXO 3-7A; CÁLCULO DE LA INTERRUPCION PROGRAMADA, MENSUAL.

INTERRUPCIÓN PROGRAMADA					
MES	ΣKVA_{fs}	KVA_{inst}	$\Sigma(KVA_{fs} * T_{fs})$	FMIK	TTIK
Enero 2010	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000
Febrero 2010	37,5	5861,5	112,8675	0,006	0,019
Marzo 2010	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000
Abril 2010	5861,5	5861,5	3282,44	1,000	0,560
Mayo 2010	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000
Junio 2010	5861,5	5861,5	50057,21	1,000	8,540
Julio 2010	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000
Agosto 2010	347,5	5861,5	900,025	0,059	0,154
Septiembre 2010	652,5	5861,5	691,65	0,111	0,118
Octubre 2010	1692,5	5861,5	2932,45	0,289	0,500
Noviembre 2010	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000
Diciembre 2010	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.7B; CÁLCULO DE LA INTERRUPCION NO PROGRAMADA, MENSUAL.

INTERRUPCIÓN NO PROGRAMADA					
MES	ΣKVA_{fs}	KVA_{inst}	$\Sigma(KVA_{fs} * T_{fs})$	FMIK	TTIK
Enero 2010	45	5861,5	21,15	0,008	0,004
Febrero 2010	847,5	5861,5	550,125	0,145	0,094
Marzo 2010	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000
Abril 2010	2435	5861,5	9040,8375	0,415	1,542
Mayo 2010	455	5861,5	2544,4	0,078	0,434
Junio 2010	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000
Julio 2010	1225	5861,5	282,5	0,209	0,048
Agosto 2010	4085	5861,5	8701,6	0,697	1,485
Septiembre 2010	1404,5	5861,5	1274,03	0,240	0,217
Octubre 2010	1310	5861,5	7191,45	0,223	1,227
Noviembre 2010	350	5861,5	707,6	0,060	0,121
Diciembre 2010	725	5861,5	17425,25	0,124	2,973

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

**CALIDAD DE SERVICIO TÉCNICO APLICADA A CLIENTES EN
MEDIO VOLTAJE, MENSUAL (SUBETAPA 2)**

ANEXO 3.8A; CÁLCULO DE LAS INTERRUPCIONES PROGRAMADAS, MENSUAL.

MES	CLIENTE	N_c	ΣKi	Σdic (horas)	FAI_c	DAI_c
ABRIL	24	1	0,5	0,56	1	0,28
JUNIO	24	1	0,5	8,54	1	4,27
SEPTIEMBRE	5	1	0,5	1,06	1	0,53
OCTUBRE	24	1	0,5	6,32	1	3,16

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.8B; CÁLCULO DE LAS INTERRUPCIONES NO PROGRAMADAS, MENSUAL.

MES	CLIENTE	N_c	ΣKi	Σdic (horas)	FAI_c	DAI_c
FEBRERO	9	1	1,0	0,49	1	0,49
	1	1	1,0	0,73	1	0,73
MARZO	1	1	1,0	0,65	1	0,65
ABRIL	1	1	1,0	0,08	1	0,08
	5	1	1,0	3,11	1	3,11
MAYO	22	1	1,0	0,14	1	0,14
	2	2	2,0	1,37	2	2,75
AGOSTO	9	1	1,0	2,39	1	2,39
	3	2	2,0	4,87	2	9,74
	2	1	1,0	1,12	1	1,12
	2	1	1,0	3,75	1	3,75
SEPTIEMBRE	9	1	1,0	0,81	1	0,81
	3	1	1,0	1,14	1	1,14
OCTUBRE	22	2	2,0	2,00	2	4,00
	1	3	2,0	4,79	3	9,58
	1	3	2,0	3,31	3	6,62

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.8C; CÁLCULO DE LAS INTERRUPCIONES PROGRAMADAS, ANUALES.

CLIENTES	FAIc	DAIc	CLIENTES	FAIc	DAIc
1 # M-A-6385	3	7,71	1 # M-00776A	3	7,71
1 # M-79628	3	7,71	1 # M-94782	3	7,71
1 # M-57432	3	7,71	1 # M-12339	3	7,71
1 # M-67371	3	7,71	1 # M-62506	3	7,71
1 # M-12567	3	7,71	1 # M-55187	3	7,71
1 # M-117482	3	7,71	1 # M-74837	3	7,71
1 # M-90209	4	8,24	1 # M-90078	3	7,71
1 # M-102252	4	8,24	1 # M-51500	3	7,71
1 # M-96162	4	8,24	1 # M-66717	3	7,71
1 # M-98616	4	8,24	1 # M-96971	3	7,71
1 # M-80154	3	7,71	1 # M-68914	3	7,71
1 # M-102416	3	7,71	1 # M-84800	4	8,24

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.8D; CÁLCULO DE LAS INTERRUPCIONES NO PROGRAMADAS, ANUALES.

CLIENTES	FAIc	DAIc	CLIENTES	FAIc	DAIc
1 # M-12339	6	7,82	1 # M-98616	8	11,00
1 # M-62506	6	7,82	1 # M-A-6385	3	4,14
1 # M-55187	6	7,82	1 # M-79628	3	4,14
1 # M-74837	6	7,82	1 # M-57432	3	4,14
1 # M-66717	8	11,24	1 # M-12567	3	4,14
1 # M-96971	6	7,82	1 # M-117482	4	5,28
1 # M-68914	6	7,82	1 # M-80154	3	4,14
1 # M-90078	2	2,87	1 # M-102416	4	6,75
1 # M-51500	6	7,82	1 # M-00776 ^a	5	7,89
1 # M-84800	7	17,73	1 # M-94782	4	9,73
1 # M-S/N	1	0,65	1 # M-90078	3	4,14
1 # M-67371	4	4,23	1 # M-102423	1	1,12
1 # M-90209	6	16,99	1 # M-102422	1	1,12
1 # M-102252	6	16,99	1 # M-63490	1	1,14
1 # M-96162	5	11,00			

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

CALIDAD DEL SERVICIO TÉCNICO APLICADA A CLIENTES EN BAJOVOLTAJE (SUBETAPA 2)

ANEXO 3.9A; CÁLCULO DE LAS INTERRUPCIONES PROGRAMADAS, MENSUAL.

MES	CLIENTE	N_c	ΣKi	Σdic (horas)	FAI_c	DAI_c
FEBRERO	38	1	0,5	0,61	1	0,30
AGOSTO	53	1	0,5	1,27	1	0,64
	119	1	0,5	2,89	1	1,44
SEPTIEMBRE	542	1	0,5	1,06	1,0	0,53
	54	1	0,5	3,46	1,0	1,73

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.9B; CÁLCULO DE LAS INTERRUPCIONES NO PROGRAMADAS, MENSUAL.

MES	CLIENTE	N_c	ΣKi	Σdic (horas)	FAI_c	DAI_c
ENERO	1	1	1,0	2,27	1	2,27
	1	1	1,0	1,13	1	1,13
	1	1	1,0	1,15	1	1,15
	1	1	1,0	8,32	1	8,32
	1	1	1,0	8,27	1	8,27
	1	1	1,0	0,44	1	0,44
	1	1	1,0	32,78	1	32,78
	1	1	1,0	33,84	1	33,84
	22	1	1,0	0,79	1	0,79
FEBRERO	35	2	2,0	3,46	2	6,91
	1	1	1,0	49,37	1	49,37
	163	1	1,0	0,49	1	0,49
	1	1	1,0	29,72	1	29,72
	1	1	1,0	2,62	1	2,62
	1	1	1,0	3,71	1	3,71

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

**CALIDAD DE SERVICIO TÉCNICO APLICADA A CLIENTES EN
BAJOVOLTAJE, (SUBETAPA 2) 2010.**

ANEXO 3.9C; CÁLCULO DE LAS INTERRUPCIONES PROGRAMADAS, ANUALES.

CLIENTES	FAIc	DAIc	CLIENTES	FAIc	DAIc	CLIENTES	FAIc	DAIc
1 # M-64772	1	0,30	1 # M-117980	1	0,30	1 # M-92813	1	0,64
1 # M-105550	1	0,30	1 # M-86861	1	0,30	1 # M-51774	1	0,64
1 # M-67314	1	0,30	1 # M-10689	1	0,64	1 # M-59910	1	0,64
1 # M-131822	1	0,30	1 # M-96523	1	0,64	1 # M-59911	1	0,64
1 # M-71175	1	0,30	1 # M-94987	1	0,64	1 # M-95017	1	0,64
1 # M-12731	1	0,30	1 # M-554	1	0,64	1 # M-57731	1	0,64
1 # M-39212	1	0,30	1 # M-133016	1	0,64	1 # M-63178	1	0,64
1 # M-62807	1	0,30	1 # M-120622	1	0,64	1 # M-62324	1	0,64
1 # M-36498	1	0,30	1 # M-96503	1	0,64	1 # M-62325	1	0,64
1 # M-36129	1	0,30	1 # M-14117	1	0,64	1 # M-62326	1	0,64
1 # M-121880	1	0,30	1 # M-10679	1	0,64	1 # M-62327	1	0,64
1 # M-30316	1	0,30	1 # M-66406	1	0,64	1 # M-860088	1	1,44
1 # M-60699	1	0,30	1 # M-114213	1	0,64	1 # M-86096	1	1,44

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.9D; CÁLCULO DE LAS INTERRUPCIONES NO PROGRAMADAS, ANUALES.

CLIENTES	FAIc	DAIc	CLIENTES	FAIc	DAIc	CLIENTES	FAIc	DAIc
1 # M-79133	2	5,33	1 # M-74263	2	6,91	1 # M-114828	2	6,91
1 # M-88501	1	1,13	1 # M-85728	2	6,91	1 # M-113836	2	6,91
1 # M-64715	1	1,15	1 # M-84297	2	6,91	1 # M-78708	2	6,91
1 # M-30460	1	8,32	1 # M-78072	2	6,91	1 # M-64460	2	6,91
1 # M-39364	1	8,27	1 # M-71259	2	6,91	1 # M-102456	1	49,37
1 # M-A0230	2	3,54	1 # M-81950	2	6,91	1 # M-99218	1	0,49
1 # M-114200	1	32,78	1 # M-72793	2	6,91	1 # M-99232	1	0,49
1 # M-70735	4	36,70	1 # M-113856	2	6,91	1 # M-67205	1	0,49
1 # M-76828	2	1,85	1 # M-73008	2	6,91	1 # M-97293	1	0,49
1 # M-76820	2	1,85	1 # M-64521	2	6,91	1 # M-70972	1	0,49
1 # M-121133	2	1,85	1 # M-96724	2	6,91	1 # M-95751	1	0,49
1 # M-121060	2	1,85	1 # M-68126	2	6,91	1 # M-97346	1	0,49
1 # M-41505	2	1,85	1 # M-087901	2	6,91	1 # M-95793	1	0,49

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.

RECOPILADO POR: POSTULANTES.

**CÁLCULO DE LA ENERGIA NO SUMINISTRADA APLICADA A
CLIENTES EN BAJOVOLTAJE (SUBETAPA 2)**

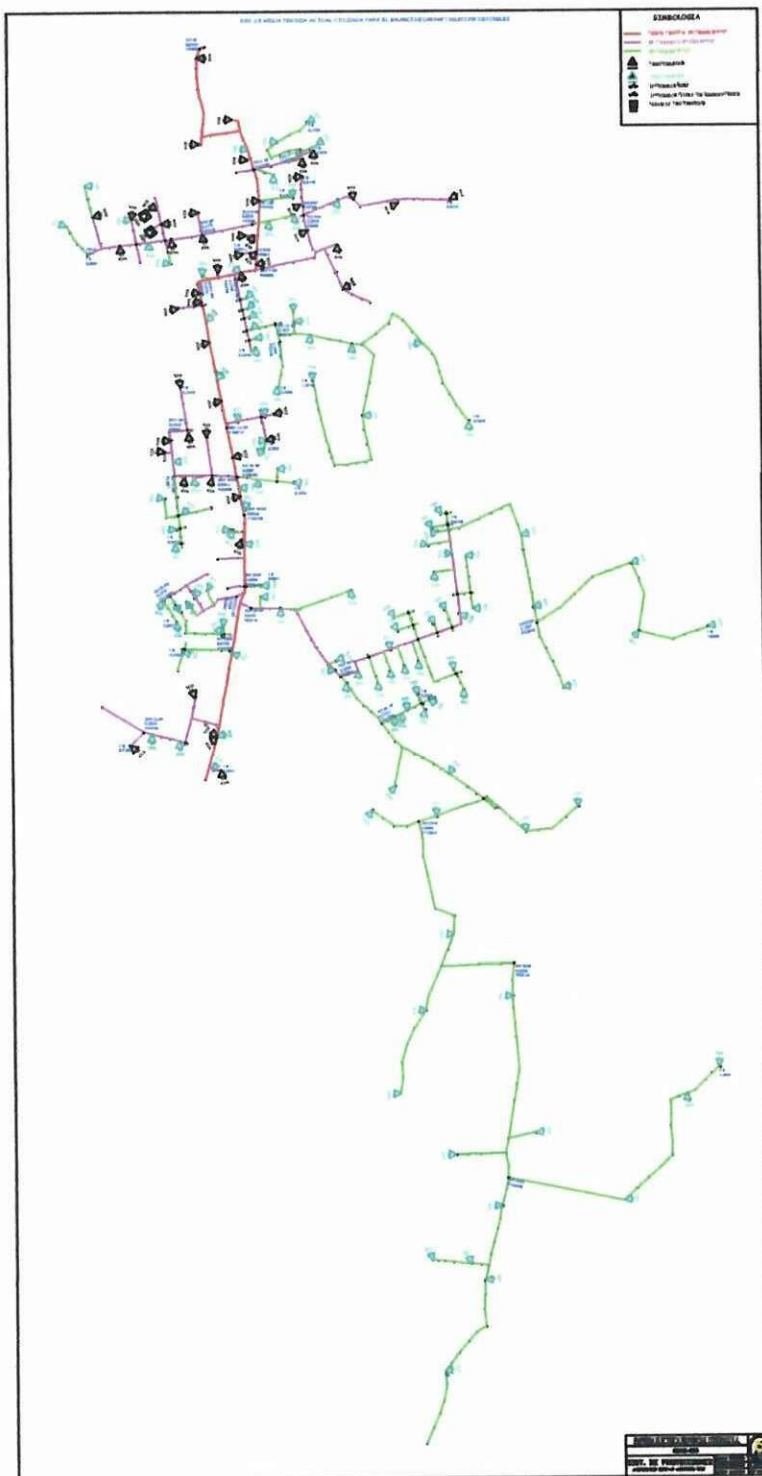
ANEXO 3.10; CÁLCULO DEL ENS, INTERRUPCIONES NO PROGRAMADAS.

MES	CLIENTE	DAIc (h)	LimDAIc (h)	ETF (Kwh)	THPA (h)	ENS (Kwh)
ENERO	1 # M-14200	32,78	16,0	210	744	4,736
	1 # M-70735	33,84	16,0	294	744	7,051
FEBRERO	1 # M-02456	49,37	16,0	148	672	7,35
	1 # M-84927	29,72	16,0	130	672	2,65
	1 # M-18522	35,15	16,0	159	672	4,53
ABRIL	1 # M-77163	34,54	16,0	148	720	3,81
MAYO	1 # M-45178	37,95	16,0	98	744	2,892
	1 # M-35963	37,95	16,0	68	744	2,007
	1 # M-50035	37,95	16,0	77	744	2,272
	1 # M-82590	37,95	16,0	405	744	11,951
	1 # M-75226	37,95	16,0	412	744	12,157
	1 # M-39558	37,95	16,0	20	744	0,590
	1 # M-10994	37,95	16,0	70	744	2,066
	1 # M-9800170	37,95	16,0	66	744	1,948
	1 # M-02296	37,95	16,0	268	744	7,908
	1 # M-21376	37,95	16,0	287	744	8,469
	1 # M-21056	37,95	16,0	36	744	1,062
	1 # M-02638	37,95	16,0	101	744	2,980
	1 # M-12718	37,95	16,0	87	744	2,567
	1 # M-72380	37,95	16,0	180	744	5,311
	1 # M-95812	37,95	16,0	0	744	0,000
	1 # M-17983	37,95	16,0	26	744	0,767
	1 # M-11577	37,95	16,0	65	744	1,918
	1 # M-41222	37,95	16,0	0	744	0,000
	1 # M-56962	37,95	16,0	120	744	3,541
	1 # M-39234	37,95	16,0	34	744	1,003
	1 # M-31092	37,95	16,0	15	744	0,443
	1 # M-05524	37,95	16,0	19	744	0,561
	1 # M-72154	37,95	16,0	105	744	3,098
1 # M-32241	37,95	16,0	170	744	5,016	
1 # M-95349	37,95	16,0	80	744	2,361	
JUNIO	1 # M-13753	28,67	16,0	223	720	3,926

FUENTE: CÁLCULO DE INTERRUPCIONES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.11; DIAGRAMA UNIFILAR DE LA RED DE MEDIOVOLTAJE ACTUAL, UTILIZADA PARA EL BALANCE DE CARGAS Y SELECCIÓN DE FUSIBLES.

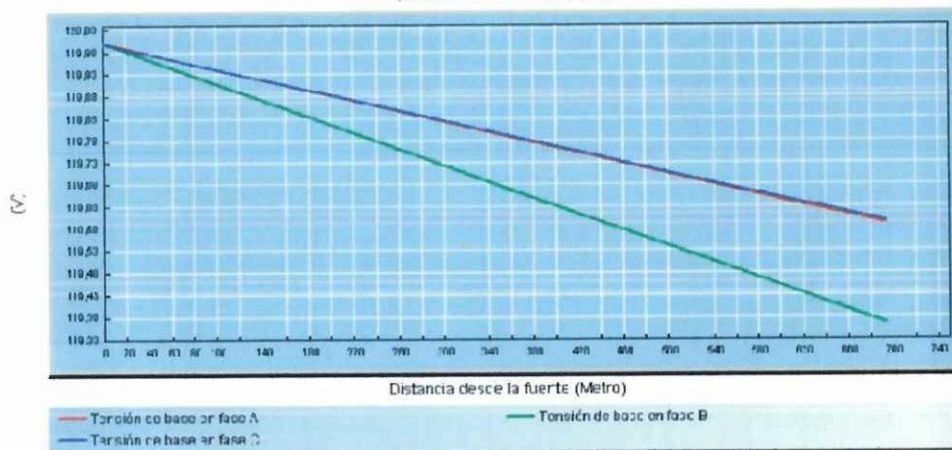


ANEXO 3.12; BALANCE DE CARGAS DEL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR 52C8-L4, ANALISIS 2.

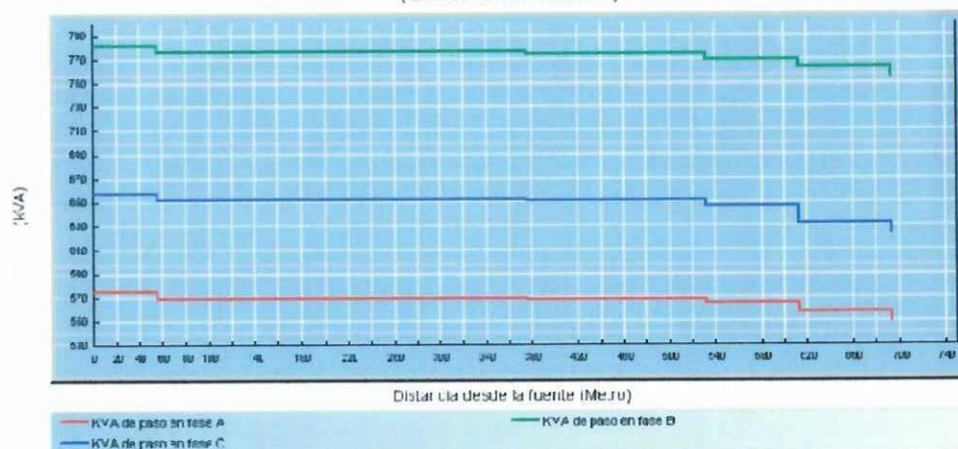
	V BASE	KVLL	KVLN	i(A)	KVA	KW	KVAR
A	119,6	13,8	7,941	69,1	548,7	532,8	131,2
B	119,4	13,727	7,925	95,0	753,2	730,3	184,0
C	119,6	13,8	7,941	78,4	622,7	604,4	150,0
Total:				1925	1867	465	

	A	B	C	Total
kVA conectado	1698	2203	1961	5862 kVA

Perfil de tensión
(LATACUNGA SUR 52C8-L4)



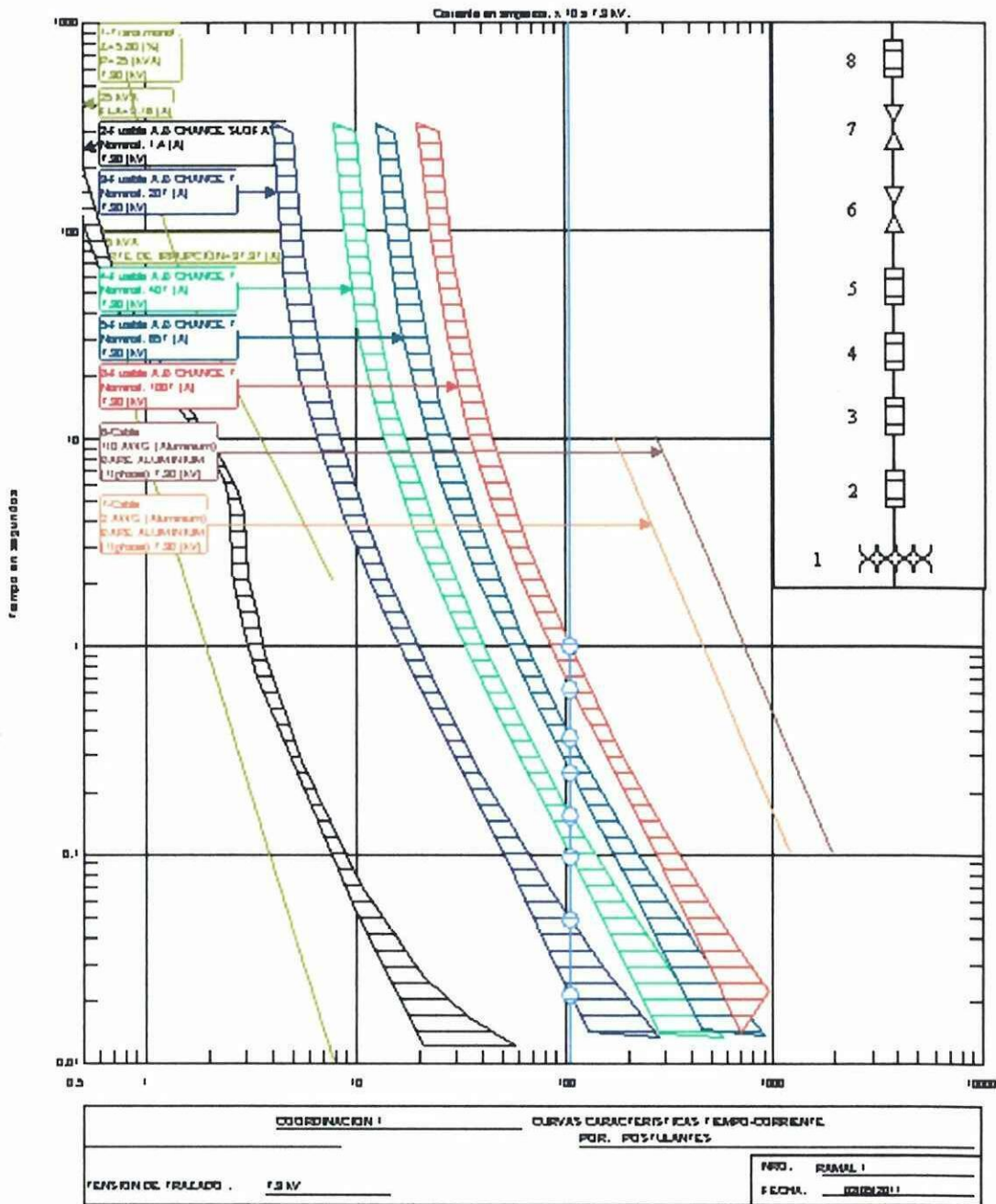
Perfil de kVA
(LATACUNGA SUR 52C8-L4)



FUENTE: CYMDIST.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.20; COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN FUSIBLE-FUSIBLE, RAMAL 1.



FUENTE: CYMTC.

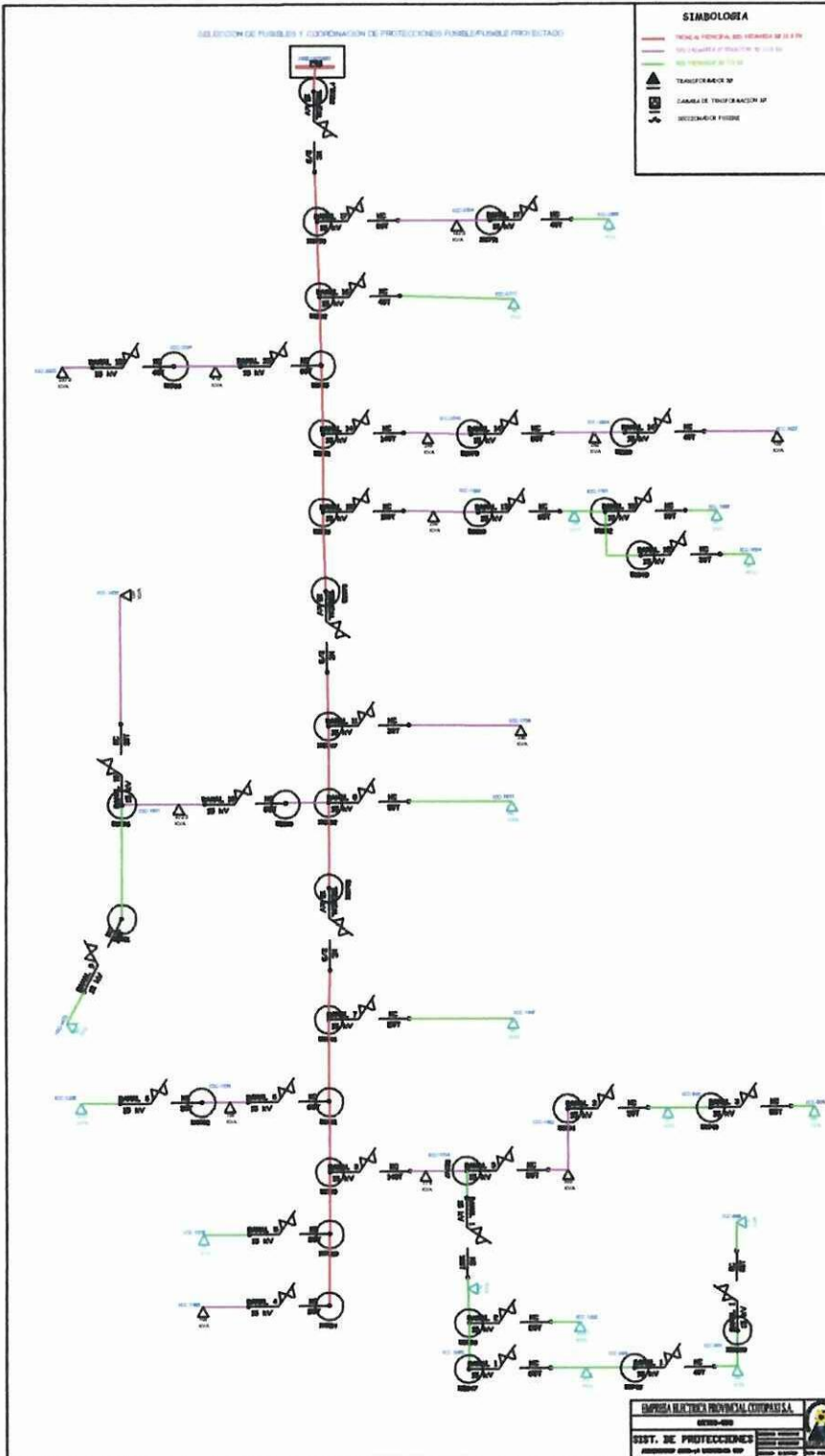
RECOPILO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.37: FUSIBLES ACTUALES Y PROYECTADOS PARA LA COORDINACION DE PROTECCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCION.

COORDINACIÓN	POSTE	DIRECCIÓN	FUSIBLE ACTUAL	ICC	FUSIBLE PROYECTADO	OBSERVACIÓN
RAMAL 1	109258	Barrio Tiobamba Sur, entrada a Galpón Loma	5H	688	20T	Se instala el fusible para dos ramales monofásicos
	08745	Barrio Ashpacruz vía a la parada de buses	6H	881	40T	-
	112847	Barrio Ashpacruz vía al Niágara	7H	994	65T	-
	52747	Calle Sociedad de San Pablo, por la sede social de la cooperativa de vivienda San Francisco	-	-	100T	Incremento de fusible para el ramal monofásico
RAMAL 2	52993	Calle Sociedad de San Pablo y Hermanos de la Caridad, las Bethlemitas	10T	1222	25T	-
	52940	Barrio PilligTapalan	6H	905	25T	Se instala el fusible para dos ramales monofásicos
	52914	Av. Primero de Abril y calle de Los Jesuitas, esquina	-	949	50T	Incremento de fusible para el ramal monofásico
RAMAL 3	52747	Calle Sociedad de San Pablo, por la sede social de la cooperativa de vivienda San Francisco	7H	1302	80T	Se instala el fusible para el ramal trifásico
	52719	Av. Unidad Nacional y Av. Primero de Abril, entrada a las Bethlemitas	15T	1514	140T	-

FUENTE: SELECCIÓN DE FUSIBLES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.38; DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SELECCION DE FUSIBLES Y COORDINACION DE PROTECCIONES FUSIBLE-FUSIBLE.



ANEXO 3.39; DEMANDAS DIVERSIFICADAS.

# USUARIO	FD	# USUARIO	FD	# USUARIO	FD	# USUARIO	FD
1	1.04	31	2.62	61	2.91	91	3.02
2	1.15	32	2.64	62	2.91	92	3.03
3	1.27	33	2.65	63	2.92	93	3.03
4	1.37	34	2.67	64	2.93	94	3.03
5	1.48	35	2.68	65	2.93	95	3.03
6	1.58	36	2.70	66	2.94	96	3.04
7	1.67	37	2.71	67	2.94	97	3.04
8	1.75	38	2.72	68	2.94	98	3.04
9	1.83	39	2.73	69	2.95	99	3.04
10	1.90	40	2.74	70	2.95	100	3.05
11	1.96	41	2.76	71	2.96	101	3.05
12	2.02	42	2.77	72	2.96	102	3.05
13	2.08	43	2.78	73	2.97	103	3.05
14	2.13	44	2.79	74	2.97	104	3.06
15	2.18	45	2.80	75	2.97	105	3.06
16	2.22	46	2.80	76	2.98	106	3.06
17	2.26	47	2.81	77	2.98	107	3.06
18	2.30	48	2.82	78	2.98	108	3.06
19	2.33	49	2.83	79	2.99	109	3.07
20	2.37	50	2.84	80	2.99	110	3.07
21	2.40	51	2.85	81	2.99	111	3.07
22	2.43	52	2.85	82	3.00	112	3.07
23	2.45	53	2.86	83	3.00	113	3.07
24	2.48	54	2.87	84	3.00	114	3.07
25	2.50	55	2.87	85	3.01	115	3.08
26	2.52	56	2.88	86	3.01	116	3.08
27	2.55	57	2.89	87	3.01	117	3.08
28	2.57	58	2.89	88	3.02	118	3.08
29	2.59	59	2.90	89	3.02	119	3.08
30	2.60	60	2.90	90	3.02	120	3.08

FUENTE: EEASA.GUIAS DE DISEÑO.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.40; REDISTRIBUCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN, CONVENCIONALES TRIFASICOS.

CONVENCIONALES TRIFASICOS									
Nº	COD.	ACTUAL (KVA)	Nº USUARIOS	DMU (KVA) ACTUAL	FD	LUMIN TOTAL (KW)	AP (KW)	DMP	KVA (T)
1	6201	30	1	2,4	1,04	0,25	0,31	2,62	2,0
2	7094	50	82	1,5	3	4,55	5,69	46,69	35,9
3	T-102	60	1	1,5	1,04	0,25	0,31	1,75	1,3
4	4226	75	2	2,4	1,15	0,25	0,31	4,49	3,5
5	T-106	50	1	1,5	1,04	0,35	0,44	1,88	1,4
6	T-4628	75	1	2,4	1,04	1,95	2,44	4,75	3,7

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.41; REDISTRIBUCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN, AUTOPROTEGIDOS MONOFASICOS.

AUTOPROTEGIDOS MONOFASICOS									
Nº	COD.	ACTUAL (KVA)	Nº USUARIOS	DMU (KVA) ACTUAL	FD	LUMIN TOTAL (KW)	AP (KW)	DMP	KVA (T)
1	T-103	25	46	1,5	2,8	1,885	2,36	27,00	20,8
2	T-104	37,5	35	1,5	2,68	1,75	2,19	21,78	16,8
3	T4228	10	56	1,5	2,88	0,55	0,69	29,85	23,0
4	109	45	1	2,4	1,04	0,25	0,31	2,62	2,0
5	7641	10	1	2,4	1,04	0,25	0,31	2,62	2,0

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

CONVENCIONALES MONOFASICOS										
Nº	COD.	ACTUAL (KVA)	Nº USUARIOS	DMU (KVA) ACTUAL	FD	LUMIN TOTAL (KW)	AP (KW)	DMP	KVA (T)	KVA (T)
1	T7062	10	30	1,5	2,6	2,215	2,77	20,08	15,4	15,4
2	T-4227	25	2	1,5	1,15	0,24	0,30	2,91	2,2	2,2
3	6855	25	52	1,5	2,85	1,65	2,06	29,43	22,6	22,6
4	7194	15	2	2,4	1,15	0,14	0,18	4,35	3,3	3,3
5	6916	15	2	1,5	1,15	0,14	0,18	2,78	2,1	2,1
6	6390	37,5	35	1,5	2,68	2,425	3,03	22,62	17,4	17,4

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

Nº	POSTE	COD. TRAF0	KVA ACTUAL	Nº USUAR.	DATOS MEDIDOS EN EL CAMPO							RELACIÓN	KVA, DD	KVA PROYEC		
					FASE A			FASE B			FASE C					
					(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)				(A)	(A)
1	112795	T4228	10	56	88	120,6		32,40	128,3	222,2	26,76	27,56	23,0	25,0		
2	52926	1065	10	25	28,3	22,3		9,50	124,5	215,6	6,30	6,49	12,2	15,0		
3	8752	544	15	46	76,2	92		13,00	125,5	217,3	21,10	21,74	20,1	25,0		
4	112741	4235	15	34	51,7	59,6		14,20	129,4	224,1	14,40	14,83	15,1	25,0		

FUENTE: POSTULANTES.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.44: REDISTRIBUCIÓN DE 17 CENTROS DE TRANSFORMACION SOBRECARGADOS, PROYECTADO A 10 AÑOS.

Nº	POSTE	COD. TRAF0	KVA ACTUAL	Nº USUAR.	Vo	INCREMENTO AL AÑO POR PERSONA (Vf)										Vfmax a 10 años	DMU PROVEC.	FD	AP	DMP	KVA(T)	
						2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021						32,8	37,5
						2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021							
1	112795	T4228	10	56	235,2	239,20	243,26	247,40	251,61	255,88	260,23	264,66	269,16	273,73	278,39	73	1,7	2,97	0,69	42,62	32,8	37,5
2	52926	1065	10	25	105	106,79	108,60	110,45	112,32	114,23	116,18	118,15	120,16	122,20	124,28	33	1,7	2,65	0,86	21,84	16,8	25
3	8752	544	15	46	193,2	196,48	199,82	203,22	206,68	210,19	213,76	217,40	221,09	224,85	228,67	60	1,7	2,94	1,50	36,30	27,9	30
4	112741	4235	15	34	142,8	145,23	147,70	150,21	152,76	155,36	158,00	160,68	163,42	166,19	169,02	44	1,7	2,80	0,56	27,57	21,2	25
5	51964	5550	60	169	709,8	721,87	734,14	746,62	759,31	772,22	785,35	798,70	812,28	826,08	840,13	221	1,7	3,18	6,69	124,88	96,1	100
6	52132	5931	45	121	508,2	516,84	525,63	534,56	543,65	552,89	562,29	571,85	581,57	591,46	601,51	158	1,7	3,12	4,01	90,26	69,4	75
7	112802	T7062	10	30	126	128,14	130,32	132,54	134,79	137,08	139,41	141,78	144,19	146,64	149,14	39	1,7	2,73	2,77	27,21	20,9	25
8	50594	6855	25	52	218,4	222,11	225,89	229,73	233,63	237,61	241,65	245,75	249,93	254,18	258,50	68	1,7	2,94	2,06	41,40	31,8	37,5
9	52237	4232	10	44	184,8	187,94	191,14	194,39	197,69	201,05	204,47	207,95	211,48	215,08	218,73	58	1,7	2,89	0,70	34,56	26,6	30
10	52258	5868	25	62	260,4	264,83	269,33	273,91	278,56	283,30	288,12	293,01	297,99	303,06	308,21	81	1,7	2,99	0,71	46,83	36,0	37,5
11	52289	T127	15	40	168	170,86	173,76	176,71	179,72	182,77	185,88	189,04	192,25	195,52	198,85	52	1,7	2,85	1,74	32,95	25,3	30
12	52246	7202	15	35	147	149,50	152,04	154,63	157,25	159,93	162,65	165,41	168,22	171,08	173,99	46	1,7	2,80	0,56	28,36	21,8	25
13	52722	7845	5	6	25,2	25,63	26,06	26,51	26,96	27,42	27,88	28,36	28,84	29,33	29,83	8	1,7	1,75	4,76	12,39	9,5	10
14	52796	7384	5	8	33,6	34,17	34,75	35,34	35,94	36,55	37,18	37,81	38,45	39,10	39,77	10	1,7	1,90	0,88	10,24	7,9	10
15	102616	5500	15	36	151,2	153,77	156,38	159,04	161,75	164,50	167,29	170,14	173,03	175,97	178,96	47	1,7	2,81	1,71	30,20	23,2	25
16	112866	6934	15	35	147	149,50	152,04	154,63	157,25	159,93	162,65	165,41	168,22	171,08	173,99	46	1,7	2,80	0,96	28,76	22,1	25
17	8856	7239	10	24	100,8	102,51	104,26	106,03	107,83	109,66	111,53	113,42	115,35	117,31	119,31	31	1,7	2,92	0,61	18,89	14,5	15

FUENTE: POSTULANTES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.45: REDISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES CONVENCIONALES TRIFÁSICOS, PROYECTADO A 10 AÑOS.

Nº	POSTE	COD. TRAF0	KVA ACTUAL	Nº USUAR.	Vo	INCREMENTO AL AÑO POR PERSONA (Vf)										Vfmax a 10 años	DMU PROYEC.	FD	AP	DMP	KVA(T)	
						2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021							
1	112784	6201	30	1	4,2	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	0,31	2,54	2,0	CE
2	5052	7094	50	82	344,4	350,25	356,21	362,26	368,42	374,69	381,06	387,53	394,12	400,82	407,64	107	1,7	3,06	5,69	65,28	50,2	75
3	51876	T-102	60	1	4,2	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	0,31	2,54	2,0	CE
4	5180	4226	75	2	8,4	8,54	8,69	8,84	8,99	9,14	9,29	9,45	9,61	9,78	9,94	3	1,7	1,27	0,31	3,81	2,9	CE
5	51894	T-106	50	1	4,2	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	0,44	2,66	2,0	CE
6	51896	T-4628	75	1	4,2	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	2,44	4,66	3,6	CE

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.46: REDISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES CONVENCIONALES MONOFÁSICOS, PROYECTADO A 10 AÑOS.

Nº	POSTE	COD. TRAF0	KVA ACTUAL	Nº USUAR.	Vo	INCREMENTO AL AÑO POR PERSONA (Vf)										Vfmax a 10 años	DMU PROYEC.	FD	AP	DMP	KVA(T)	
						2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021							
1	51915	T-4227	25	2	8,4	8,54	8,69	8,84	8,99	9,14	9,29	9,45	9,61	9,78	9,94	3	1,7	1,27	0,30	3,80	2,9	CE
2	51973	7194	15	2	8,4	8,54	8,69	8,84	8,99	9,14	9,29	9,45	9,61	9,78	9,94	3	1,7	1,27	0,18	3,68	2,8	CE
3	51627	6916	15	2	8,4	8,54	8,69	8,84	8,99	9,14	9,29	9,45	9,61	9,78	9,94	3	1,7	1,27	0,18	3,68	2,8	CE
4	51620	6390	37,5	35	147	149,50	152,04	154,63	157,25	159,93	162,65	165,41	168,22	171,08	173,99	46	1,7	2,8	3,03	30,83	23,72	37,5
5	51942	8148	15	1	4,2	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	0,31	2,54	2,0	CE

FUENTE: POSTULANTES.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXO 3.47: REDISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS MONOFÁSICOS, PROYECTADO A 10 AÑOS.

Nº	POSTE	COD. TRAF0	KVA ACTUAL	Nº USUAR.	Vo	INCREMENTO AL AÑO POR PERSONA (Vf)											Vfmax a 10 años	DMU PROVEC.	FD	AP	DMP	KVA(T)
						2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021							
1	51878	T-103	25	46	193,20	196,48	199,82	203,22	206,68	210,19	213,76	217,40	221,09	224,85	228,67	60	1,7	2,9	2,36	37,63	28,9	30
2	51886	T-104	37,5	35	147,00	149,50	152,04	154,63	157,25	159,93	162,65	165,41	168,22	171,08	173,99	46	1,7	2,8	2,19	29,99	23,1	37,5
3	51937	109	45	1	4,20	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	0,31	2,54	2,0	CE
4	51967	7641	10	1	4,20	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	0,31	2,54	2,0	CE
5	52232	126	25	40	168,00	170,86	173,76	176,71	179,72	182,77	185,88	189,04	192,25	195,52	198,85	52	1,7	2,85	0,48	31,69	24,4	25
6	52435	T-132	37,5	27	113,40	115,33	117,29	119,28	121,31	123,37	125,47	127,60	129,77	131,98	134,22	35	1,7	2,68	1,64	24,04	18,5	37,5
7	112742	135	25	58	243,60	247,74	251,95	256,24	260,59	265,02	269,53	274,11	278,77	283,51	288,33	76	1,7	2,98	1,88	45,16	34,7	30
8	52526	138	15	1	4,20	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	0,31	2,54	2,0	CE
9	113093	518	50	35	147,00	149,50	152,04	154,63	157,25	159,93	162,65	165,41	168,22	171,08	173,99	46	1,7	2,8	2,91	30,71	23,6	50
10	113090	519	37,5	29	121,80	123,87	125,98	128,12	130,30	132,51	134,76	137,05	139,38	141,75	144,16	38	1,7	2,72	1,32	25,03	19,3	37,5
11	52690	517	50	27	113,40	115,33	117,29	119,28	121,31	123,37	125,47	127,60	129,77	131,98	134,22	35	1,7	2,68	0,68	23,09	17,8	50
12	52694	516	37,5	45	189,00	192,21	195,48	198,80	202,18	205,62	209,12	212,67	216,29	219,96	223,70	59	1,7	2,9	0,71	35,22	27,1	37,5
13	52705	515	50	39	163,80	166,58	169,42	172,30	175,23	178,20	181,23	184,31	187,45	190,63	193,88	51	1,7	2,85	0,61	31,05	23,9	50
14	51727	889	25	33	138,60	140,96	143,35	145,79	148,27	150,79	153,35	155,96	158,61	161,31	164,05	43	1,7	2,78	4,84	31,24	24,0	25
15	51813	T538	15	26	109,20	111,06	112,94	114,86	116,82	118,80	120,82	122,88	124,97	127,09	129,25	34	1,7	2,67	0,75	22,41	17,2	25
16	52745	T-506	10	1	4,20	4,27	4,34	4,42	4,49	4,57	4,65	4,73	4,81	4,89	4,97	1	1,7	1	0,31	2,54	2,0	CE
17	52788	T-505	37,5	14	58,80	59,80	60,82	61,85	62,90	63,97	65,06	66,16	67,29	68,43	69,60	18	1,7	2,3	1,73	15,26	11,7	37,5
18	52939	945	10	11	46,20	46,99	47,78	48,60	49,42	50,26	51,12	51,99	52,87	53,77	54,68	14	1,7	2,13	0,09	11,57	8,9	10

FUENTE: POSTULANTES.
RECOPIADO POR: POSTULANTES.