

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



INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS
DE POTENCIA

TEMA:

“ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 SUBESTACIÓN EL CALVARIO “LATACUNGA SUR” DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A EN BASE AL TIPO DE USUARIO Y CONSUMO DE ENERGÍA”.

AUTORES:

CARRILLO PÉREZ CRISTIAN IVÁN

SUASNAVAS PICHUCHO RICARDO ALFREDO

DIRECTOR:

ING. MARCELO BARRERA

LATACUNGA – ECUADOR

JULIO DEL 2015

AUTORÍA

Nosotros, Cristian Iván Carrillo Pérez C.I 0503357550 y Ricardo Alfredo Suasnavas Pichucho C.I. 0503192502 declaramos que los resultados obtenidos y expuestos en el presente trabajo de investigación con el tema: **“ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 SUBESTACIÓN EL CALVARIO “LATACUNGA SUR” DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A EN BASE AL TIPO DE USUARIO Y CONSUMO DE ENERGÍA”**, son absolutamente de nuestra autoría; a excepción de las referencias bibliográficas que se incluyen en este texto.

Que los criterios emitidos en el trabajo de investigación así como también los contenidos, conclusiones, recomendaciones son de exclusiva responsabilidad de nuestra persona, como autores del presente trabajo.

Latacunga, 14 de Julio 2015

Cristian Iván Carrillo Pérez
C.I.0503357550

Ricardo Alfredo Suasnavas Pichucho
C.I. 0503192502

AUTORES:

AVAL DEL DIRECTOR

En calidad de Director de Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 SUBESTACIÓN EL CALVARIO “LATACUNGA SUR” DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A EN BASE AL TIPO DE USUARIO Y CONSUMO DE ENERGÍA”, de Autoría de los señores Cristian Iván Carrillo Pérez y Ricardo Alfredo Suasnavas Pichucho, egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia CIYA – UTC. Al respecto indicó que la misma cumple con los requisitos necesarios para que pueda ser presentada ante el Honorable Consejo Académico, particular que pongo en conocimiento para los fines legales correspondientes.

Latacunga, 28 de abril 2015

.....
Ing. Eléc. Marcelo Barrera

C.I.180184877-9

DIRECTOR DE TESIS

AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de **Asesor Metodológico** del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 SUBESTACIÓN EL CALVARIO “LATACUNGA SUR” DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A EN BASE AL TIPO DE USUARIO Y CONSUMO DE ENERGÍA”

De los señores estudiantes; Cristian Iván Carrillo Pérez y Ricardo Alfredo Suasnavas Pichucho postulantes de la Carrera de Ingeniería en Eléctrica,

CERTIFICO QUE:

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

Latacunga, 28 de abril 2015

.....

Dr. Edwin Vaca

ASESOR METODOLÓGICO

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **CARRILLO PÉREZ CRISTIAN IVÁN Y SUASNAVAS PICHUCHO RICARDO ALFREDO**, cuyo título versa **“ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 SUBESTACIÓN EL CALVARIO “LATACUNGA SUR” DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A EN BASE AL TIPO DE USUARIO Y CONSUMO DE ENERGÍA”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, abril del 2015

Atentamente,

.....

Lic. Sonia Castro
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 0501974729

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecemos a Dios por brindarnos la oportunidad de llegar a cumplir nuestras metas trazadas y que nuestros objetivos planteados se hagan realidad.

A nuestros padres y hermanos por ser el pilar fundamental para el desarrollo de este proyecto, ya que con su apoyo incondicional nos brindaron la fortaleza necesaria para alcanzar nuestro propósito.

Por su valiosa colaboración al:

Ing. Eléc. Julio Esparza Director del Departamento
CIETEC

Ing. Eléc. Luis Herrera

Ing. Eléc. Diego Parra

Ing. Eléc Vicente Quispe

Dr. Edwin Vaca asesor metodológico

Ing. Eléc. Marcelo Barrera tutor del trabajo de
grado

A cada uno de ustedes queremos agradecerles por el aporte de sus conocimientos y experiencia brindada para que se culmine el desarrollo de este proyecto, empleado tiempo y dedicación.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo quiero dedicar a mi familia, mis padres Iván y María que siempre fueron mi fortaleza, mis hermanos Jessica y Erik mi sobrina Monserrath y Valeria que supieron apoyarme y brindarme su cariño incondicional, a ellos que siempre tuvieron una palabra de aliento en los momentos difíciles y así poder llegar a cumplir mis metas y anhelos propuestos.

CRISTIAN IVÁN CARRILLO PÉREZ

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación, que es fruto de largas jornadas de trabajo y férvido deseo de superación, van dedicadas:

A Dios, a mis amados padres Alfredo y Consuelo quienes fueron artífices maestros de mi formación personal, ya que a costa de sus sacrificios, han sabido sembrar en mi valor y esperanza para verme llegar a cristalizar mis metas.

A MI ESPOSA, Nataly por estar en los momentos más difíciles y brindarme su amor y comprensión para poder así superar los obstáculos de la vida.

A MI HIJO, Christopher que es el motivo principal y la razón para alcanzar mi ponderante meta.

A MI HERMANA, Pamela quién supo brindarme su apoyo.

Y además dejarles una enseñanza que cuando se quiere alcanzar algo en la vida no hay obstáculo que lo impida.

RICARDO ALFREDO SUASNAVAS PICHUCHO

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
AUTORÍA.....	i
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Antecedentes Investigativos	3
1.2 Estudio de cargabilidad de transformadores.....	4
1.3 Sistemas de Distribución	5
1.3.1 Definición de redes eléctricas de distribución	5
1.3.2 Clasificación y característica de los sistemas de distribución.....	7
1.3.3 Redes de distribución para cargas residenciales.	7
1.3.4 Redes de distribución para cargas comerciales.....	8
1.3.5 Redes de distribución para cargas industriales.....	8
1.3.6 Elementos de las redes eléctricas de distribución	9
1.3.7 Características de la carga	10
1.3.8 Demanda	11
1.4 Transformadores.....	14
1.4.1 Generalidades de los transformadores	14
1.4.2 Transformadores de distribución.....	15
1.4.3 Factor de crecimiento	19
1.4.4 Curva de carga.....	19

1.4.5	Parámetros de la carga	22
1.5	Modelación Digital	25
1.5.1	Descripción de los paquetes computacionales (Software)	25
1.6	Cocinas de Inducción	27
1.6.1	Distribución de cocinas de inducción en el sistema.....	27
CAPÍTULO II		28
2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
2.1	Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A Aspectos Generales	28
2.1.1	Antecedentes históricos.....	28
2.1.2	Objetivos Institucionales	29
2.1.3	Misión	30
2.1.4	Visión	30
2.1.5	Políticas	30
2.1.6	Dedicación.....	31
2.2	Entrevista.....	32
2.2.1	Resultado.....	33
2.3	Diseño metodológico.....	34
2.3.1	Metodología para el desarrollo del estudio	35
2.3.2	Tipos de investigación.....	36
2.3.3	Técnicas de investigación	37
2.3.4	Levantamiento de datos y descripción del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4.....	39
2.4	Clasificación de transformadores de distribución	39
2.4.1	Convencionales trifásicos.....	40
2.4.2	Convencionales monofásicos	41
2.4.3	Auto protegidos monofásicos.....	41
2.4.4	Auto protegidos trifásicos	41
2.5	Tipos de Clientes.....	42
2.5.1	Clientes residenciales	42
2.5.2	Clientes comerciales.....	42
2.5.3	Clientes industriales	42

2.6	Datos del alimentador en el software CYMDIST	43
2.7	Mediciones instantáneas en horas pico 18h30 hasta 20h30	43
2.7.1	Modelación del estado actual año 2014 del alimentador 52C8L4 ..	46
2.7.2	Reporte simulación inicial 2014.....	47
2.8	Proyección de la demanda.....	52
2.8.1	Clasificación por tipo de cliente.....	52
2.8.2	Distribución de cocinas de inducción	60
2.8.3	Consumo de energía por cocina de inducción.....	62
2.8.4	Proyección de la energía por tipo de cliente	63
2.8.5	Demanda total requerida en el alimentador hasta el año 2024.....	68
2.8.6	Potencia total requerida en el Alimentador 52C8L4.....	70
2.9	Operacionalización De Variables	81
2.10	Verificación de la hipótesis.....	82
CAPÍTULO III.....		78
3.	PROPUESTA.....	78
3.1	Presentación.....	78
3.2	Justificación de la Propuesta.	79
3.3	Objetivos de la propuesta.	80
3.3.1	Objetivo general	80
3.3.2	Objetivos específicos	80
3.4	Propuesta	80
3.5	Soluciones propuestas	81
3.5.1	Propuesta para el cambio de capacidades en los transformadores de distribución.....	81
3.5.2	Transformadores sobrecargados por año y potencia requerida para satisfacer la demanda hasta el año 2024	82
3.6	Factibilidad Económica	99
3.6.1	Estudio Financiero	99
3.6.2	Incremento de potencia en los transformadores de distribución... ..	105
CONCLUSIONES		108
RECOMENDACIONES		109

GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	110
SIGLAS.....	111
BIBLIOGRAFIA	113
Trabajos citados	113
Bibliografía Consultada	115
ANEXOS	116

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINA
Gráfico 1 Ubicación De Sistemas De Distribución.....	6
Gráfico 2 Relación De Transformación	15
Gráfico 3 Transformadores Autoprotegidos	17
Gráfico 4 Transformadores Convencionales.....	18
Gráfico 5 Curva De Carga.....	20
Gráfico 6 Curva De Carga Residencial.....	20
Gráfico 7 Curva De Carga Comercial.....	21
Gráfico 8 Curva De Carga Industrial	22
Gráfico 9 Software Cymdist.....	25
Gráfico 10 Multímetro Fluke 789	26
Gráfico 11 Medición En Horas Pico	46
Gráfico 12 Proyección Usuarios Residenciales	55
Gráfico 13 Proyección De Usuarios Comerciales.....	57
Gráfico 14 Proyección De Usuarios Industriales	58
Gráfico 15 Proyección Total De Usuarios	59
Gráfico 16 Incorporación De Cocinas De Inducción En El Alimentador Según El Pme 2013-2022	62
Gráfico 17 Proyección De Energía Con Los (100 Kwh) Según El Pme 2013-2022	63
Gráfico 18 Proyección De Energía Clientes Residenciales (Kwh).....	64
Gráfico 19 Proyección De Energía Residencial Con Cocinas De Inducción (Kwh)	65
Gráfico 20 Proyección De Energía Cliente Comercial (Kwh).....	66
Gráfico 21 Proyección De Energía Cliente Industrial (Kwh).....	67
Gráfico 22 Proyección Total De Energía Por Tipo De Cliente (Kwh) Sin Cocinas De Inducción	68
Gráfico 23 Proyección De Energía Hasta El Año 2024 Con Cocinas De Inducción.....	69
Gráfico 24 Porcentaje De Energía Por Tipo De Cliente Hasta El Año 2024....	69

Gráfico 25 Ingreso De Parámetros De La Carga	116
Gráfico 26 Distribución De Carga	117
Gráfico 27 Datos Aguas Abajo	118

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1 Ingreso De Cocinas De Inducción Por Empresa Eléctrica.....	27
Tabla 2 Transformadores Instalados Con Servicio En El Alimentador Latacunga Sur	40
Tabla 3 Mediciones En Hora Pico	44
Tabla 4 Datos S/E El Calvario	47
Tabla 5 Porcentaje De Transformadores Por Cliente.....	47
Tabla 6 Límites De Cargabilidad	48
Tabla 7 Transformadores Sobrecargados.....	49
Tabla 8 Transformadores Subutilizados.....	50
Tabla 9 Transformadores En Estado Normal.....	51
Tabla 10 Clientes Residenciales	53
Tabla 11 Transformadores Por Categorías.....	54
Tabla 12 Proyección De Usuarios Residenciales.....	55
Tabla 13 Proyección De Usuarios Comerciales.....	56
Tabla 14 Proyección De Usuarios Industrial	57
Tabla 15 Proyección Total De Usuarios (Pme 2013-2022)	59
Tabla 16 Distribución De Cocinas De Inducción En Elepco S.A.....	60
Tabla 17 Distribución De Cocinas De Inducción En El Alimentador 52c8l4 (Pme 2013-2022)	61
Tabla 18 Proyección De Energía En Clientes Residenciales (Kwh).....	64
Tabla 19 Cargabilidad Por Año De Acuerdo A Los Reportes Del Software Cymdist	71
Tabla 20 Resumen De Datos Totales Software Cymdist Año 2022	78
Tabla 21 Resumen De Datos Totales Software Cymdist Año 2024.....	79
Tabla 22 Tramos Afectados Con Las Simulaciones	80
Tabla 23 Costos De Pérdidas En El Alimentador	80
Tabla 24 Representación De Las Variables	81
Tabla 25 Total Transformadores Sobrecargados Por Año.....	81
Tabla 26 Transformadores Sobrecargados 2014.....	82

Tabla 27 Inversión Económica De Transformadores Año 2014.....	83
Tabla 28 Total Transformadores Requeridos Año 2014.....	84
Tabla 29 Transformadores Sobrecargados 2015.....	85
Tabla 30 Inversión Económica De Transformadores Año 2015.....	86
Tabla 31 Total Transformadores Requeridos Año 2015.....	86
Tabla 32 Transformadores Sobrecargados 2016.....	87
Tabla 33 Inversión Económica De Transformadores Año 2016.....	88
Tabla 34 Total Transformadores Requeridos Año 2016.....	89
Tabla 35 Transformadores Sobrecargados 2018.....	90
Tabla 36 Inversión Económica De Transformadores Año 2018.....	90
Tabla 37 Total Transformadores Requeridos Año 2018.....	90
Tabla 38 Transformadores Sobrecargados 2019.....	91
Tabla 39 Inversión Económica De Transformadores Año 2019.....	92
Tabla 40 Total Transformadores Requeridos Año 2019.....	92
Tabla 41 Transformadores Sobrecargados 2020.....	93
Tabla 42 Inversión Económica De Transformadores Año 2020.....	93
Tabla 43 Total Transformadores Requeridos Año 2020.....	94
Tabla 44 Transformadores Sobrecargados 2021.....	94
Tabla 45 Inversión Económica De Transformadores Año 2021.....	95
Tabla 46 Total Transformadores Requeridos Año 2021.....	95
Tabla 47 Transformadores Sobrecargados 2023.....	96
Tabla 48 Inversión Económica De Transformadores Año 2023.....	97
Tabla 49 Total Transformadores Requeridos Año 2023.....	97
Tabla 50 Transformadores Sobrecargados 2024.....	98
Tabla 51 Inversión Económica De Transformadores Año 2024.....	98
Tabla 52 Total Transformadores Requeridos Año 2024.....	99
Tabla 53 Tabla Inversión Total Usd	100
Tabla 54 Tabla Flujos De Caja	100
Tabla 55 Tabla Van.....	102
Tabla 56 Tabla Tir	103
Tabla 57 Tabla Costo Beneficio.....	104
Tabla 58 Potencia Requerida (Kva) Año 2024 Para Alternativas De Solución.....	106

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se desarrolló en un estudio relacionado al aprovechamiento de la cargabilidad en los transformadores, el que determina el funcionamiento adecuado de la distribución de energía eléctrica, que no presente inconvenientes por causas de pérdidas de energía, tomando en consideración que durante la operación de dichos equipos se tenga que interrumpir el servicio de energía eléctrica al menor número de usuarios posibles, es con esto que la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, ha iniciado estudios técnicos de cargabilidad. Para efecto de estudio se tomó el Alimentador 52C8L4, con el objetivo de aprovechar la cargabilidad de los transformadores instalados en el Alimentador, se pretende mejorar la distribución de energía, con datos reales del consumo de los usuarios conectados a la red de distribución y mediciones realizadas en las bajantes de los transformadores, con ello permitirá cambiar los transformadores que presenten sobrecargas y plantear soluciones en el Alimentador, la modelación digital se realizará en el Software Cymdist, ahí se obtendrá la cargabilidad de cada uno de los transformadores, se realiza la proyección de la demanda de energía para cocinas de inducción en un lapso de 10 años y ver el efecto que ellas provocan en el Alimentador. Con ello permitirá modelar de manera óptima los transformadores de distribución que serán necesarios para la distribución de energía eléctrica en base a las normas técnicas y de calidad que tiene ELEPCO S.A.

ABSTRACT

The present research was developed in a study related to the use of the charge in transformers, which determines the proper operation of the electricity distribution without inconvenient due to energy losses, taking into consideration that during the operation of equipment has to deprive or prejudice of electric power to the lower number users whit this Electric Provincial Cotopaxi S.A. Company, has begun technical studies of charge, for the purpose of study, 52C8L4 feeder was taken in order to take advantage of the charge of the transformers installed in the feeder, intends to improve the distribution of power with actual consumption data from users connected to the distribution network and measurements to the transformers, It will allow relocating transformers that overloads and loss of energy in the system, and to propose a solution in the feeder, all results will be determined using the digital modeling in the Cymdist Software, to identify the results causing these changes, information that is used to improve the distribution system and It will do the projection of the demand for energy for induction in a period of 10 years and see the effect that they have in the feeder. This will allow modeling of ideal way the transformers in the feeder that will be necessary for the distribution of electricity based on technical standards and quality which has Elepco. S.A.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del estudio de cargabilidad de transformadores de distribución determinará el funcionamiento adecuado en base a la distribución de energía eléctrica a los usuarios, tomando en consideración que durante la operación de dichos equipos se tenga que interrumpir el servicio de energía eléctrica al menor número de usuarios posibles, es con esto que la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, ha iniciado estudios técnicos de cargabilidad.

El presente estudio pretende mejorar la cargabilidad de los transformadores de distribución, a través de los datos reales de consumo de energía de los usuarios conectados a la red de distribución del Alimentador Latacunga Sur y así poder cambiar los transformadores que presenten sobrecargas, por este motivo se ha considerado realizar un estudio de cargabilidad de transformadores y plantear soluciones en el Alimentador.

Todos los resultados serán determinados mediante la modelación de los transformadores de distribución en el software CYMDIST y con ello realizar los cambios de capacidades en el alimentador.

La investigación integra tres capítulos:

El Primer Capítulo, incorpora el MARCO TEÓRICO que se establece como la columna del estudio para desarrollar la investigación, mencionando los postulados y conceptos básicos que componen el estudio de cargabilidad de transformadores de distribución.

En el Segundo Capítulo, se establece la METODOLOGÍA la cuál es la encargada de aplicar el desarrollo del proyecto investigativo, el estudio forma parte de la

investigación de campo se complementa con niveles de investigación interpretativa, documental, de campo, descriptiva y proyectiva.

En el Tercer Capítulo, se desarrolla la PROPUESTA, postulando los cambios de capacidades de los transformadores con inconvenientes en el Alimentador, se describe la potencia requerida por los transformadores a ser modificados, mediante la proyección de la demanda de energía eléctrica hacia el año 2022 que incluye el incremento de consumo de energía en base al Programa de Cocción Eficiente (PEC) y la proyección de la demanda total hacia el año 2024.

Por último se establecen las conclusiones y recomendaciones, que se presentaron en el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A se encuentra a nivel nacional entre las empresas eléctricas más eficientes, en base a la gestión administrativa, financiera y operativa. Mejorando cada día la calidad de suministro de energía eléctrica hacia sus usuarios, se ve inmersa en iniciar con estudios técnicos, brindando las facilidades de realizarlos.

Motivo por el cual se procedió a buscar proyectos que lleven similitud con el desarrollo del estudio en diferentes Universidades, las cuales servirán de apoyo para acceder a la estructuración del mismo.

En el año 2011 se ha desarrollado la tesis titulada “PROPUESTA PARA EL ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL, SECTOR CDLA. BOLIVARIANA” Realizada por LOOR ZAMBRANO MICHAEL BYRON, VALLADARES MERA ALEX RICARDO, la misma que conserva similitud con esta investigación en lo que se refiere al proceso de análisis de la cargabilidad de los transformadores de distribución. Por lo que en su resumen destaca lo siguiente:

“El presente proyecto de tesis analiza la forma en que los usuarios del servicio eléctrico utilizan la energía en Guayaquil para cargas residenciales-comerciales en el sector de la ciudadela bolivariana. Se realizó un análisis de la actual carga en los transformadores de distribución monofásicos comparándola con su capacidad nominal, como resultado se logró identificar los transformadores monofásicos subutilizados en el sector de estudio de la ciudadela bolivariana”.

De igual manera en el año 2004 se ha desarrollado la tesis de grado titulada “ESTUDIO DE CARGABILIDAD OPTIMIZADA DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DE EMELNORTE” realizada por PAUL IVAN RECALDE ROJAS, la que especifica la selección de una muestra de transformadores monofásicos que fueron sometidos a mediciones necesarias para determinar su estado de carga, es decir se determina si están sobredimensionados, subdimensionados o dimensionados adecuadamente.

El grupo de tesisistas manifiestan que el presente estudio beneficiará directamente a la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A y en sí a los usuarios instalados en el área de concesión del Alimentador Latacunga Sur, se realizara de acuerdo a los nuevos índices de cargabilidad de los transformadores de distribución, proyectados con su respectivo incremento de energía en base a la proyección de demanda realizada.

1.2 Estudio de cargabilidad de transformadores

(MESA, 2010) Conceptualiza a la cargabilidad como: “La duración de la vida de un transformador, partiendo de que la vida útil de un transformador se puede asimilar a la vida de su aislamiento sólido. Un transformador que funciona a regímenes de carga muy elevados verá reducida la vida de su aislamiento a un ritmo mucho más alto que un transformador que trabaja en regímenes de carga inferiores, por lo tanto resultará fundamental analizar qué aspectos influyen sobre la cargabilidad de un transformador y como se pueden buscar las condiciones que permitan optimizar la utilización de éste a partir de esos parámetros que intervienen en su cargabilidad. ”

Pág. 28.

(Jose Nieto, Diciembre,2010) Establece: “Esta investigación consiste en el desarrollo de un sistema que permita administrar y tomar las decisiones adecuadas con respecto al estado de carga de cada equipo de transformación, a fines de evitar la salida de funcionamiento del mismo innecesariamente.”

El estudio para los postulantes se considera como el desarrollo de un sistema que permita cambiar de manera correcta a los transformadores sobrecargados, partiendo de los factores y parámetros que más influencia tienen en la cargabilidad de un transformador los mismos que se detallan a continuación:

- Nivel de potencia y tamaño del transformador.
- Tipo de refrigeración.
- Condiciones ambientales.

1.3 Sistemas de Distribución

Gilberto Enríquez Harper manifiesta: “Los sistemas de distribución son aquellos que llevan la potencia eléctrica hasta el consumidor haciendo la transferencia desde los sistemas de transmisión y Subtransmisión.”

Los sistemas de distribución para los postulantes se menciona que es la etapa de generación, transmisión, subtransmisión y distribución, la última etapa está compuesta de redes primarias y secundarias hasta llegar al transformador y de ahí hacia el usuario final.

1.3.1 Definición de redes eléctricas de distribución

La red de distribución de la energía eléctrica como principal componente del sistema eléctrico de potencia, desempeña la función de conectar la energía eléctrica a los usuarios, que son responsabilidad de las compañías distribuidoras de electricidad.

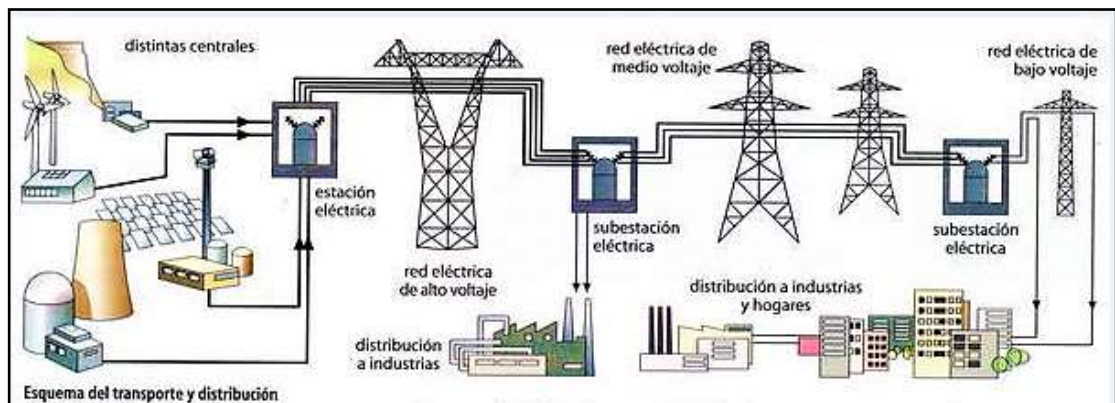
La distribución de energía eléctrica debe realizarse de tal manera que el cliente reciba un servicio continuo y sin interrupciones, con un valor de tensión adecuado para la operación eficiente de sus equipos eléctricos.

La distribución debe llevarse a cabo con redes bien diseñadas que soporten el crecimiento propio de la carga y que además sus componentes sean de la mejor calidad para que resistan el efecto de campo eléctrico y los efectos de la intemperie a las que se verán sometidas durante su vida útil.

Las redes eléctricas deben ser proyectadas y construidas de manera que tengan la flexibilidad suficiente para ampliarse progresivamente con cambios mínimos en las construcciones existentes y así asegurar un servicio adecuado y continuo para la carga presente y futura al mínimo costo de operación.

El Gráfico 1 muestra el esquema del sistema de distribución.

GRÁFICO 1 UBICACIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: www.fantasticenergy.blogspot.com

RECOPIADO POR: POSTULANTES

1.3.2 Clasificación y característica de los sistemas de distribución

En general desde el punto de vista de construcción se tiene dos tipos de instalaciones:

- **Aéreas**
- **Subterráneas**

Las instalaciones aéreas tiene costos iniciales bajos en comparación con las subterráneas, por periodos de tiempo acumulados anualmente pueden provocar un gran número de fallas en el servicio esto se debe a que están expuestos a contingencias físicas como son: descargas atmosféricas, lluvia, granizo, vientos, polvo, temblores, gases contaminantes, lluvia salina y otras como contacto con cuerpos extraños como ramas de árboles, vandalismo y choque de vehículos.

Por el contrario una red subterránea bien diseñada puede resultar mucho más confiable debido a que la mayoría de las contingencias mencionadas anteriormente no son características de este tipo de redes, lo que las hace más resistentes y estéticas particularmente en las zonas urbanas, no obstante tienen relativa desventaja de su alto costo ya que en distribución pueden ser hasta 10 veces más costosas que una red área equivalente.

1.3.3 Redes de distribución para cargas residenciales.

Están compuestas básicamente por edificios de apartamentos, multifamiliares, condominios, urbanizaciones. Estas cargas se caracterizan por ser eminentemente resistivas (alumbrado y calefacción) y aparatos electrodomésticos de pequeñas características reactivas. De acuerdo al nivel de vida y hábitos de los consumidores residenciales teniendo en cuenta que en los centros urbanos las personas se agrupan en sectores bien definidos, de acuerdo a las clases socioeconómicas, los abonados residenciales se clasifican así:

- Zona clase alta: conformado por usuarios que tienen un alto consumo de energía eléctrica.
- Zona clase media: conformado por usuarios que tienen un consumo moderado de energía eléctrica.
- Zona clase baja: conformado por usuarios de barrios populares que tienen un consumo bajo de energía eléctrica.
- Zona tugurial: conformado por usuarios de los asentamientos espontáneos sin ninguna planeación urbana y que presentan un consumo muy bajo de energía.

1.3.4 Redes de distribución para cargas comerciales.

Caracterizadas por ser resistivas y se localizan en áreas céntricas de las ciudades donde se realizan actividades comerciales. Además el componente inductivo baja el factor de potencia, hoy en día predominan cargas muy sensibles que introducen armónicos.

1.3.5 Redes de distribución para cargas industriales.

Tienen un componente importante de energía reactiva debido a la gran cantidad de motores instalados, con frecuencia es necesario corregir el factor de potencia. Además de las redes independientes para fuerza motriz, es indispensable distinguir otras para calefacción y alumbrado. A estas cargas se les controla el consumo de reactivos y se les realiza gestión de carga pues tienen doble tarifa (alta y baja) para evitar que su pico máximo coincida con el de la carga residencial.

1.3.6 Elementos de las redes eléctricas de distribución

El sistema eléctrico de distribución es de tipo radial y está formado de clientes residenciales, comerciales e industriales que se encuentran distribuidos en la zona sur de la ciudad de Latacunga, siendo beneficiarios 4397 usuarios que se encuentran conectados al Alimentador Sur.

Los principales elementos que se encuentran en el sistema de distribución son:

1.3.6.1 Subestación de Distribución

Está conformada por transformadores, interruptores, seccionadores, relés, cuya principal función es reducir los niveles de alto voltaje de las líneas de Transmisión o Subtransmisión, hasta niveles de medio voltaje para sus múltiples salida en base a la topología de la red.

1.3.6.2 Red primaria de distribución

Su principal función es transportar la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación hacia los transformadores de distribución, estas instalaciones son de tipo radial. El nivel de voltaje en red trifásica es 13.8 KV y 7.9 KV en red monofásica.

1.3.6.3 Red secundaria de distribución.

Es la encargada de distribuir la energía desde los transformadores de distribución hacia las acometidas de los usuarios, su característica es en circuito radial. Estos circuitos tienen niveles de voltaje de 208/120V, 220/127V, 210/121V en circuitos trifásicos, en circuitos monofásicos a 2 hilos 120V y en circuitos monofásicos a 3 hilos 240/120V, sirven para unir los centros de transformación de distribución con los consumidores o usuarios finales.

1.3.6.4 Transformadores de distribución.

Un transformador de distribución es un dispositivo estático, que permite transferir la energía eléctrica de un circuito a otro circuito sin cambiar su frecuencia, lo cual lo hace bajo el principio de inducción electromagnética y posee circuitos eléctricos aislados entre sí que son enlazados por un circuito magnético común.

1.3.6.5 Acometidas.

PANSINI, Anthony J (Tomo 2), manifiesta: “El circuito entre la línea de la compañía y la instalación eléctrica del abonado se denomina acometida. La acometida del abonado o conexión es el conjunto de conductores que se derivan de la red secundaria y se conecta a la instalación del usuario. Estos conductores se conocen también como bajada de acometida y es el último eslabón del trayecto que recorrer la energía eléctrica para llegar al usuario”.

Para los postulantes acometida se puede definir como: La unión que existe entre el circuito de conexión perteneciente a la empresa distribuidora y la instalación a cual se provee de energía del usuario. Los conductores con lo que se representa esta conexión son el último proceso con el que la energía brinda el servicio a los usuarios.

1.3.7 Características de la carga

La carga es una cantidad de potencia recibida o potencia dada esto sobre un intervalo de tiempo. Esto bien se puede aplicar en un sistema, a un consumidor individual o grupo de consumidores que se benefician de la carga instalada.

En la planeación de los sistemas de distribución una de las características importantes que establece el criterio de diseño, es lo que se conoce como la característica de la carga que varía según el tipo de usuario ya que hay criterios distintos según sea de tipo industrial, residencial o rural.

1.3.7.1 Área típica de carga.

Es una parte o sección de una población que tiene características más o menos uniformes en cuanto a las construcciones, nivel económico de los usuarios y tipo de actividad que desarrollan. Permite hacer con relativa facilidad levantamientos estadísticos en base a muestreos que permiten obtener la carga total del área y normalizar las soluciones de tipo técnico.

1.3.7.2 Muestreo de carga.

Consiste en seleccionar las áreas típicas de carga previamente clasificadas cuando menos 3 cuadras (o más según sea el tamaño del área) para obtener una muestra representativa que contenga como mínima la siguiente información: Número de consumidores y el consumo total en el mes de mayor registro de la muestra en kWh.

1.3.8 Demanda

Es la sumatoria que existe entre la carga y pérdidas de potencia que se presentan en un determinado instante en el que un conjunto de usuarios o un sistema consumen potencia.

1.3.8.1 Demanda pico

Es la mayor cantidad de demanda existente en un determinado periodo de tiempo, en esta incluye potencia y pérdidas. La toma de mediciones de voltaje y corriente en demanda pico se realizó desde las 18h30 hasta 20h30 en base a la corriente máxima que se produce en este horario en la cabecera del alimentador.

1.3.8.2 Demanda promedio mensual de energía Kwh

(CONELEC, 21 DE MAYO DE 2013) Establece: “La demanda de energía mensual promedio por cocina, se obtiene del equivalente energético en kWh del producto entre el consumo mensual promedio de GLP por hogar y la relación entre las eficiencias de la cocción con GLP y con electricidad.”

Para obtener el consumo mensual promedio de GLP por hogar en kWh, se considera un poder calórico del GLP de 45,67 GJ/kg y un factor de conversión de unidades energéticas de 3,6 GJ/MWh, resultando que 1 Cil15kg equivale a 190,29 kWh. Por lo tanto, el consumo mensual promedio por hogar en kWh es:

$$1, 12 \text{ Cil15kg} \times 190, 29 \text{ kWh/Cil15kg} = 212, 61 \text{ kWh}$$

La eficiencia en la cocción de alimentos varía según el tipo de equipo, la fuente de energía, forma y condiciones de uso. La eficiencia de una cocina a GLP es aproximadamente $n_{GLP} = 39,87\%$ (para una potencia de entrada equivalente a 475 W; la eficiencia de una cocina de inducción de uso doméstico tipo D es de $n_{Elec} = 84\%$. La relación entre las eficiencias de las cocinas a GLP y a electricidad es: $n_{GLP} / n_{Elec} = 0,47$.

La demanda de energía mensual promedio por cocina resulta del producto del consumo mensual promedio por hogar en kWh por la relación n_{GLP} / n_{Elec} :

$$212,61 \text{ kWh} \times 0,47 = 100,91 \text{ kWh}$$

Por otro lado, en el Informe del Consumo Eléctrico de Cocinas de Inducción elaborado por el MEER en el 2010, concluyó que el consumo promedio de las cocinas eléctricas fluctúa entre 90 y 100 kWh/mes.

Sobre lo expuesto, para determinar la demanda nacional de energía debido a la incorporación de cocinas eléctricas, el presente estudio asume una energía mensual promedio por cocina de 100 kWh”.

1.3.8.3 Proyección de la demanda

Es el incremento de potencia que existe en un lapso de tiempo en el que se efectúa el estudio, donde se debe tener en cuenta datos históricos de crecimiento de la demanda partiendo de las proyecciones establecidas por tipos de usuarios.

Según el PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022, establece: “El porcentaje de crecimiento de la demanda se categoriza en base al tipo de usuario entre residenciales, comerciales e industriales es de 4.8%, 5.7% y 5.1% respectivamente, se emplean las siguientes ecuaciones para el cálculo de la proyección de la demanda a desarrollarse”.

$$\text{Ecuación 1} \quad \mathbf{D. U. R = Kwh x 4.8 \% (PME 2013 - 2022)}$$

Dónde:

DUR = Demanda Usuarios Residenciales

Kwh = Consumo de Energía Usuarios

4.8 % = Tasa De Crecimiento (Varía De Acuerdo Al Tipo De Usuario) (PME 2013-2022).

1.3.8.4 Proyección de demanda con el ingreso de las cocinas de inducción

“Durante los años 2009, 2010 y 2011 el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable firmó varios convenios de cooperación con la Empresa Eléctrica Norte, para realizar la evaluación del comportamiento de la red de distribución eléctrica antes y después de la incorporación de cocinas de inducción y definir los presupuestos de inversión para la implementación.

Para determinar la demanda nacional de energía debido a la incorporación de cocinas eléctricas, el presente estudio asume una demanda de energía mensual promedio por cocina de 100 kWh”.

Ecuación 2 **$D.R.C.I = \#USUARIOS \times 100Kwh (PME)$**

Dónde:

DRCI = Demanda Residenciales con Cocinas de Inducción

USUARIOS = Número de usuarios

100 Kwh = Consumo de Energía por Cocinas (PME2013-2022).

Para obtener el incremento de demanda de energía total, se utiliza la demanda proyectada por usuarios residenciales más el incremento de energía por la inclusión de las cocinas de inducción que están presentes, de acuerdo a lo establecido.

Ecuación 3 **$D.T.R = P.D.U.R + D.R.C.I$**

Dónde:

DTR = Demanda Total Residenciales

P.D.U.R = Demanda de Usuarios Residenciales

D.R.C.I = Demanda Residenciales con Cocinas de Inducción

1.4 Transformadores

1.4.1 Generalidades de los transformadores

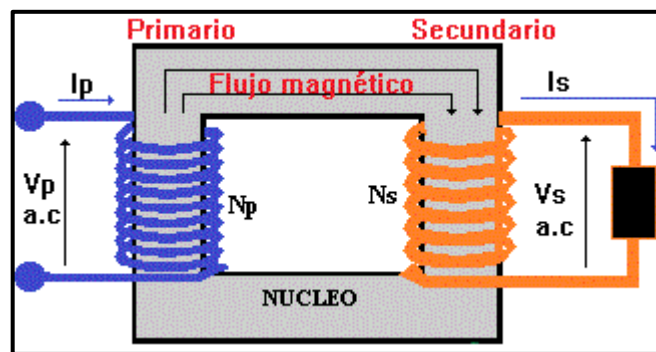
(Jesus, 2003) Menciona: “Los transformadores son una máquina eléctrica estática, destinada a funcionar con corriente alterna, constituida por dos arrollamientos primario y secundario, que permite transformar la energía eléctrica con una magnitud de V-I determinadas a otras con valores en general diferentes. La importancia de los transformadores se debe a que gracias a ellos ha sido posible el enorme desarrollo en la utilización de la energía eléctrica. Pág. 161.

El transformador se basa en los fenómenos de inducción electromagnética, además es el que convierte la energía eléctrica alterna de un determinado nivel de tensión en energía alterna de otro nivel de tensión que requiera su aplicación. Consta de un núcleo de chapas magnéticas al que rodean dos devanados denominados primarios y secundarios.

La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo, el que es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético”.

El Grafico 2 presenta la relación de transformación de un transformador ideal.

GRÁFICO 2 RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN



FUENTE: JESÚS FRAILE MORA
RECOPIADO POR: POSTULANTES

1.4.2 Transformadores de distribución

(Pérez, 2001) Menciona: “Los transformadores de distribución, reducen la tensión de Subtransmisión a tensiones aplicables en zonas de consumo. Tienen capacidad desde 5 hasta 500 kV (monofásicos y/o trifásicos). Pág. 8.

Para que a los sistemas de distribución de energía eléctrica llegue la energía producida hacia los usuarios quienes son los consumidores finales se requiere de un transformador de distribución. Mediante los procesos de generación, donde la

energía es producida en forma masiva esta se transmite desde la central de generación hasta la subestación. De las cuales se derivan los alimentadores primarios hacia las áreas de consumo, en donde son alimentados los transformadores de distribución, los que tienen como función principal transmitir la energía hacia los usuarios, a niveles de tensión convenientes”.

La mayoría de los transformadores de distribución se componen de:

- 1) Un núcleo magnético cerrado sobre el que se devanan dos o más bobinas de cobre independientes.
- 2) Un tanque lleno de aceite refrigerante y aislante en el que se sumerge la bobina con su núcleo.
- 3) La pasa tapas, a través de los cuales se introducen o sacan los conductores.

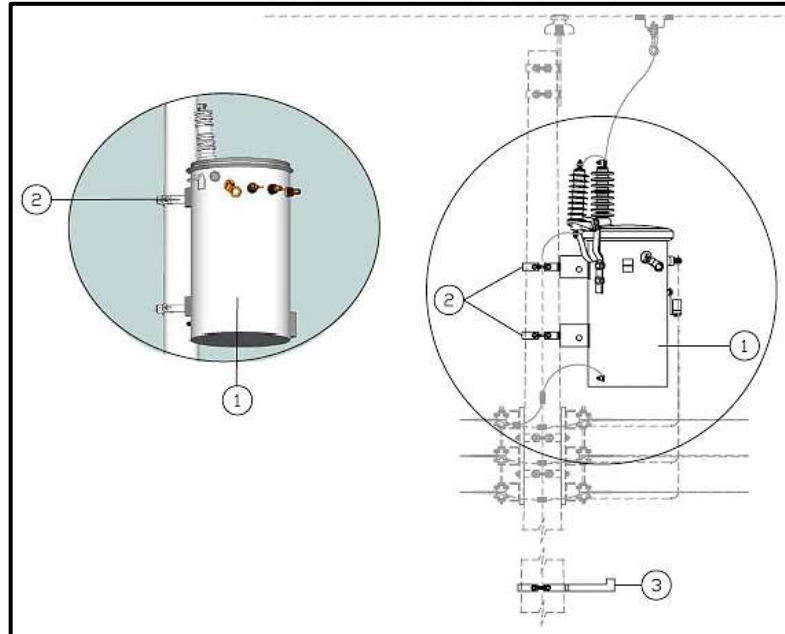
1.4.2.1 Los transformadores Auto Protegidos de distribución.

(Pansini, 1974 págs. 1-64) Menciona: “El transformador se incorpora dentro del tanque y junto con la unidad transformadora se coloca un enlace débil o elemento protector (Fusible) del primario y dos disyuntores para la protección del secundario. Mediante un dispositivo térmico sencillo, los disyuntores se abren cuando la intensidad de la corriente excede de un valor seguro determinado con anterioridad. ”

En este transformador el pararrayo es instalado en la parte exterior del tanque, es evidente que este tipo de transformador permite hacer una instalación más simple, económica y prolija. Además, es particularmente ventajoso en los sistemas de distribución primaria con una tensión más elevada (13.8 Kv) donde las conexiones y desconexiones se realizan mediante varillas de seguridad.

El gráfico 3 presenta las partes que conforman un transformador autoprotegido.

GRÁFICO 3 TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS



FUENTE: MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE

RECOPIACIÓN: POSTULANTES

1.4.2.2 *Los transformadores Convencionales de distribución.*

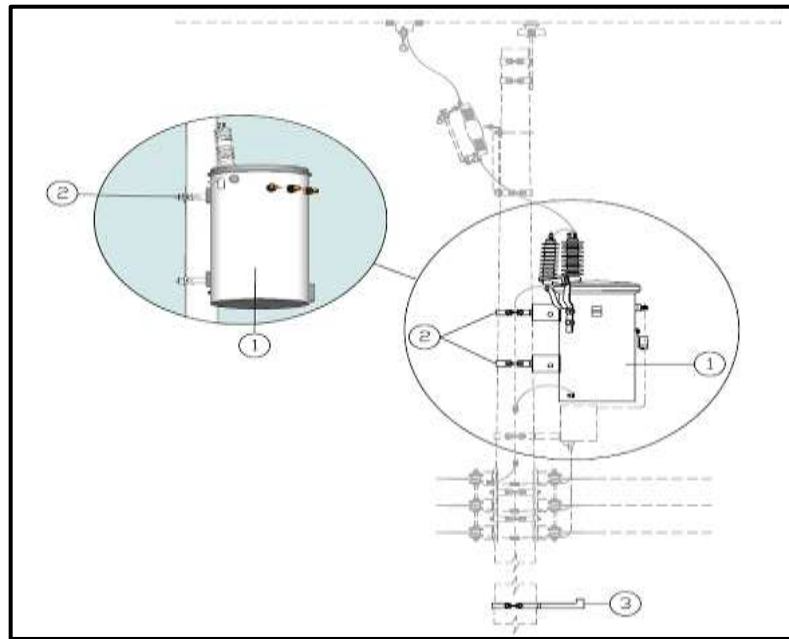
(Pansini, 1974 págs. 1-64) Menciona: “El transformador de distribución convencional está contenido en una caja con los dispositivos de protección, por lo común un cortocircuito fusible en el primario y un pararrayos se montan por separado en el poste o la cruceta.”

Estos transformadores como es común, 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-voltajes y sobre-carga son instalados externamente.

En el Alimentador Latacunga Sur están instalados 187 transformadores de distribución, dando servicio de energía eléctrica a clientes residenciales, comerciales e industriales a todo el trayecto de la red trifásica y monofásica.

El gráfico 4 presenta las partes que conforman un transformador convencional.

GRÁFICO 4 TRANSFORMADORES CONVENCIONALES



FUENTE: MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE

RECOPIACIÓN: POSTULANTES

1.4.2.3 Capacidad de Carga de los Transformadores.

La disponibilidad de carga de un transformador se puede definir como la carga pico que un transformador puede suministrar para un ciclo de carga específico, sin exceder los límites de calentamiento de los devanados.

1.4.3 Factor de crecimiento

“En el instante de determinar este parámetro se debe evitar la subestimación y la sobrestimación de las demandas futuras y en consecuencia de la capacidad del transformador de distribución. La tasa de crecimiento de la demanda en redes de distribución es diferente para cada clase de consumo, por lo que es necesario determinar una tasa de crecimiento en base a los siguientes factores”.

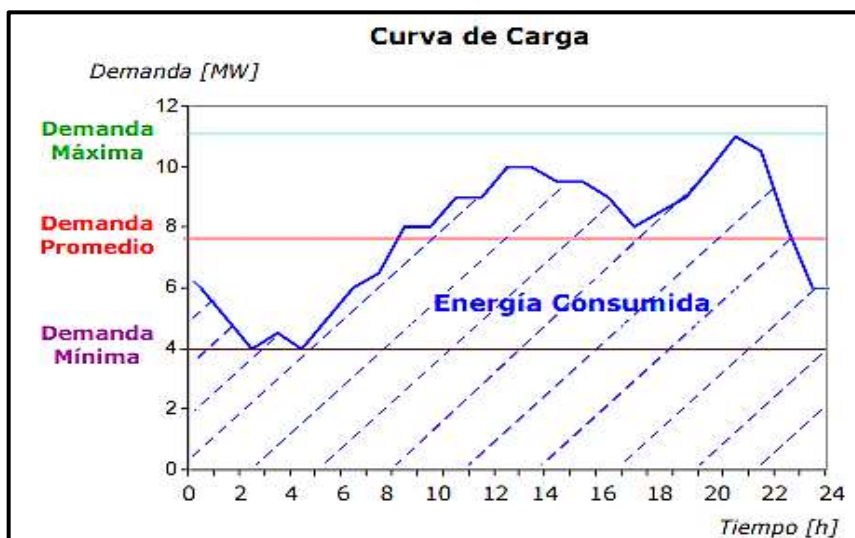
- El crecimiento demográfico.
- El aumento en el consumo por mejoramiento del nivel de vida.
- Los desarrollos industriales, comerciales, turísticos, agropecuarios y otros previsible.

1.4.4 Curva de carga

Es la representación gráfica de cómo varía la demanda en un periodo de tiempo determinado, esta curva nos permite obtener la energía consumida, que no es más que el área bajo la curva existente, además la forma de curva de carga depende básicamente del tipo de carga si es residencial, comercial e industrial.

El Gráfico 5 presenta una curva de carga típica. El área que está por debajo de la curva formada, es la energía demandada.

GRÁFICO 5 CURVA DE CARGA



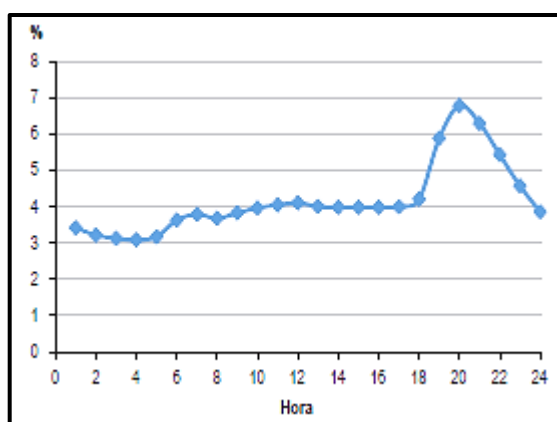
FUENTE: <http://catedras.facet.unt.edu.ar/>

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

1.4.4.1 Curva de Carga Tipo Residencial.

“La curva de carga del tipo residencial tiene la particularidad que su demanda máxima se presenta alrededor de las 19h00 a 22h00 aproximadamente, ya que como su nombre propio lo dice, los usuarios consumen mucho más cuando llegan a sus respectivas residencias en horas de la noche”. El Gráfico 6 muestra el perfil típico de este tipo de consumo.

GRÁFICO 6 CURVA DE CARGA RESIDENCIAL



FUENTE: PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022

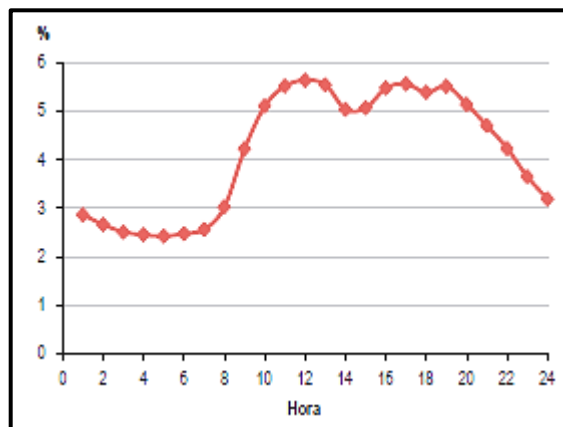
RECOPIACIÓN: POSTULANTES

1.4.4.2 Curva De Carga Tipo Comercial.

“La curva de carga del tipo comercial tiene la particularidad que su demanda máxima se presenta alrededor de las 13h30 a 16h00 aproximadamente, horario en que se registra mayor consumo para cargas comerciales, que corresponde al comportamiento de negocios y empresas”.

El gráfico 7 muestra la curva característica del consumo comercial.

GRÁFICO 7 CURVA DE CARGA COMERCIAL



FUENTE: PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022

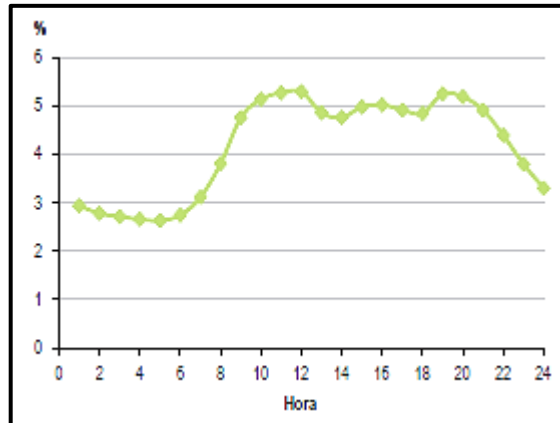
RECOPIACIÓN: POSTULANTES

1.4.4.3 Curva De Carga Tipo Industrial.

“La curva de carga del tipo industrial tiene la particularidad de que su demanda máxima se presenta alrededor de las 10h00 a 20h00 aproximadamente, horario en que se registra mayor consumo para cargas industriales.

El gráfico 8 presente la curva de carga típica de tipo industrial.

GRÁFICO 8 CURVA DE CARGA INDUSTRIAL



FUENTE: PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022

RECOPIACIÓN: POSTULANTES

1.4.5 Parámetros de la carga

La carga eléctrica es un aparato o conjunto de aparatos conectados a un sistema eléctrico y que demanda una potencia eléctrica, el valor de la potencia demandada es el valor de la carga.

1.4.5.1 Demanda Máxima.

“Es la cantidad de potencia que los consumidores utilizan en cualquier momento. Para caracterizar la carga se hace referencia a la Demanda Máxima, que es la mayor de todas las potencias demandadas que han ocurrido durante un periodo específico de tiempo.

En un sistema eléctrico se pueden tener variaciones súbitas de la demanda como la de arranque de un motor o puesta en servicio de un transformador pero se debe establecer un periodo mínimo de tiempo que se debe mantener este valor de potencia para que se considere como el máximo, normalmente los aparatos están

calibrados para considerar como Demanda Máxima aquella que se mantiene durante un periodo de 15 minutos”.

1.4.5.2 Capacidad Instalada.

(Castaño, 2004) Menciona: “Corresponde a la suma de las potencias nominales de los equipos (transformadores, generadores), instalados a líneas que suministran la potencia eléctrica a las cargas o servicios conectados. Es llamada también capacidad nominal del sistema, Pág. 1.9

1.4.5.3 Factor de carga.

El factor de carga nos permite reconocer cual es el comportamiento de la carga en el transcurso de tiempo, es decir cómo está siendo usada la energía en los horarios fuera del pico de carga con respecto al mismo y que tan eficiente es el sistema eléctrico. Por tanto es la relación entre la demanda promedio de un período establecido con respecto a la demanda máxima del mismo período. Mide de alguna manera, el grado de utilización de la instalación.

$$\text{Ecuación 4 FACTOR DE CARGA} = \frac{\text{DEMANDA PROMEDIO}}{\text{DEMANDA MÁXIMA}}$$

1.4.5.4 Factor De Demanda.

El factor de demanda en un intervalo de tiempo (t) de una carga es la razón entre la demanda máxima y la carga total instalada. Por lo general es menor que 1, siendo 1 solo cuando se encuentre dentro del intervalo considerado, todos los aparatos conectados al sistema estén absorbiendo sus potencias nominales lo cual es muy improbable.

$$\text{Ecuación 5 FACTOR DE DEMANDA} = \frac{\text{DEMANDA MÁXIMA}}{\text{CARGA CONECTADA}}$$

El factor de demanda indica el grado al cual la carga total instalada se opera simultáneamente.

1.4.5.5 Factor De Potencia.

Es la relación entre la potencia activa (W, kW o MW) y la potencia aparente (VA, kVA, MVA), determinada en el sistema o en uno de los componentes.

$$\text{Ecuación 6} \quad \text{Cos}\Phi = \frac{\text{POTENCIA ACTIVA}}{\text{POTENCIA APARENTE}}$$

Para sistemas de distribución se fija un valor mínimo de 0.9 para el factor de potencia. En el caso de tener valores inferiores a este se deberá corregir este factor por parte de los usuarios, la empresa electrificadora o por ambos. En redes que alimentan usuarios industriales se fija un 0.85 como mínimo.

El factor de potencia se corrige mediante la instalación de bancos de condensadores en las acometidas de los usuarios cuyas cargas así lo requieran o en los circuitos primarios. Es muy importante calcular bien los kVAR a compensar y la ubicación de los bancos de condensadores dentro del sistema.

1.4.5.6 Vida útil.

“La vida útil de un transformador está ligada a sus aislamientos sólidos por lo que el envejecimiento o deterioro de estos determinan la expectativa de vida de un transformador.

En los transformadores de distribución existe un factor imprescindible para su dimensionamiento, ya que este indica el deterioro acumulado de los equipos en el transcurso del tiempo y cuya pérdida es una función de los períodos de sobrecarga y a su vez de la temperatura de la máquina en condiciones de operación”.

1.5 Modelación Digital

1.5.1 Descripción de los paquetes computacionales (Software)

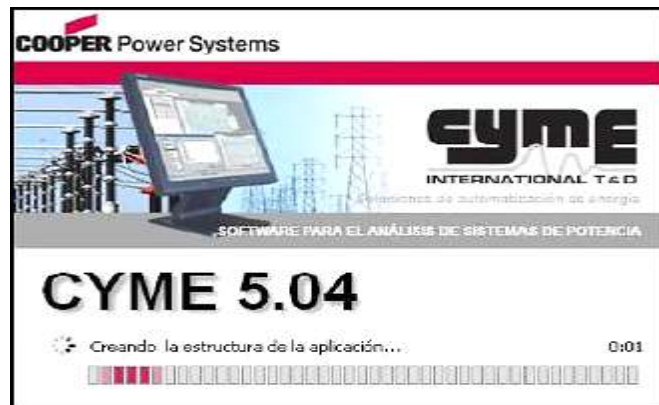
CYMDIST

Para la simulación de sistemas de distribución se utiliza el software CYMDIST, el que permite crear escenarios hipotéticos de futuras proyecciones en la red, siendo importante para estudiar y simular el comportamiento de las redes de distribución de energía eléctrica.

El módulo cumple las funciones del análisis de Flujo de Carga, Cortocircuito, Optimización de la configuración eléctrica. Su objetivo es analizar el desempeño en régimen permanente del sistema de potencia bajo diversas condiciones de funcionamiento. Los módulos y funciones complementarias del software CYMDIST permiten realizar análisis más especializados como los de confiabilidad, contingencia de armónicos, optimización de la configuración del sistema eléctrico sugieren maneras de minimizar las pérdidas que se presenten.

El gráfico 9 presenta la pantalla de inicio del software Cymdist versión 5.04 utilizado para la simulación del alimentador en estudio.

GRÁFICO 9 SOFTWARE CYMDIST



**FUENTE: ELEPCO S.A.
RECOPIACIÓN: POSTULANTES**

SOFTWARE DE CAMPO GIS

La arquitectura de ArcGIS es un sistema de información especializado en el manejo y análisis de información geográfica incluye una completa plataforma que permite el desarrollo de funcionalidad GIS para la captura y mantenimiento de datos de modo eficiente y de manera rápida. Este avance permite a las organizaciones distribuir funcionalidad GIS en base a las necesidades de cada usuario o grupo de usuarios concretos para capturar datos de posición y características de calidad para su sistema de información geográfica (GIS).

MULTÍMETRO FLUKE

El multímetro de procesos Fluke 789 combina un multímetro digital y un calibrador de corriente de lazo en un instrumento portátil y robusto. Este instrumento permitió realizar mediciones de voltaje y corriente en la red secundaria de transformadores trifásicos y monofásicos, durante la demanda máxima registrada por el consumidor en horas de demanda pico (18h30-20h30).

El gráfico 10 presenta el multímetro digital Fluke el que proporciona mediciones de corriente y tensión de verdadero valor eficaz.

GRÁFICO 10 MULTÍMETRO FLUKE 789



FUENTE: POSTULANTES
RECOPIADO POR: POSTULANTES

1.6 Cocinas de Inducción

Según el PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022 emitido por el CONELEC menciona que “Durante el 2009, 2010 y 2011, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable firmó varios convenios de cooperación con la Empresa Eléctrica Norte, para realizar la evaluación del comportamiento de la red de distribución eléctrica antes y después de la incorporación de cocinas de inducción y definir los presupuestos de inversión para la implementación”.

1.6.1 Distribución de cocinas de inducción en el sistema

El Plan de Migración del consumo de GLP a electricidad, iniciará en el año 2015, es por tal motivo que las empresas distribuidoras de electricidad deberán empezar a cambiar su infraestructura para así poder suministrar el servicio de energía con el incremento de carga y con la confiabilidad del servicio que se requiere. La Tabla 1 muestra las cocinas de inducción por cada empresa eléctrica.

TABLA 1 INGRESO DE COCINAS DE INDUCCIÓN POR EMPRESA ELÉCTRICA

Empresa	TTik	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CNEL-Bolívar	31	817	9.567	47.484	50.461	53.514	56.563	57.887	59.172
CNEL-El Oro	26	933	28.700	130.667	154.335	179.311	205.502	211.092	216.593
CNEL-Esmeraldas	21	700	16.450	108.383	115.913	123.873	132.168	136.606	141.037
CNEL-Guayas-Los Ríos	25	700	41.067	272.067	292.192	313.448	335.687	348.255	360.740
CNEL-Los Ríos	73	-	6.067	95.667	99.789	104.074	108.335	112.087	115.782
CNEL-Manabí	65	-	9.567	263.900	286.129	309.289	333.539	343.841	354.108
CNEL-Milagro	66	-	7.933	114.916	122.313	130.038	138.160	142.323	146.429
CNEL-Sta. Elena	22	700	11.900	109.783	115.344	121.150	127.256	132.880	138.605
CNEL-Sto. Domingo	63	-	14.333	135.783	146.762	158.407	170.309	178.854	183.385
CNEL-Sucumbios	139	-	6.067	81.667	85.079	88.480	91.967	96.998	102.204
E.E. Ambato	11	48.883	149.333	204.866	207.814	210.802	213.808	219.425	224.895
E.E. Azogues	18	5.133	17.400	26.267	27.114	28.016	28.929	29.240	29.516
E.E. Centro Sur	10	70.000	145.833	297.733	302.906	308.183	313.759	322.245	330.671
E.E. Cotacachi	3	28.583	86.566	88.549	93.790	99.322	104.863	106.999	109.043
E.E. Norte	33	9.800	90.184	190.651	192.601	194.531	196.259	209.545	213.607
E.E. Quito	2	72.450	291.667	566.167	661.905	762.142	867.280	880.405	912.926
E.E. Riobamba	12	15.167	65.800	134.167	137.112	140.111	143.132	145.906	148.561
E.E. Sur	11	18.434	86.566	148.049	152.867	156.789	160.740	163.881	166.836
Eléctrica de Gusaquil	4	77.700	315.000	483.234	509.394	536.223	563.700	574.117	584.048
E.E. Galápagos	34	1.800	4.600	8.000	8.300	8.700	9.000	9.400	9.600
Total S.N.L.		350.000	1.400.000	3.500.000	3.763.820	4.017.703	4.291.956	4.420.586	4.538.136
Total Nacional		351.600	1.404.600	3.508.000	3.762.120	4.026.403	4.300.956	4.429.986	4.547.936

FUENTE: PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022

RECOPIACIÓN: POSTULANTES

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra la factibilidad que posee el estudio de cargabilidad de transformadores del sistema de distribución de la empresa eléctrica provincial Cotopaxi, en el Alimentador 52C8L4 en este capítulo se realizó una investigación aplicando los siguientes métodos, instrumentos y técnicas para la recolección de información.

2.1 Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A Aspectos Generales

2.1.1 Antecedentes históricos.

La función principal de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A es la Generación, Transmisión, Subtransmisión, Distribución y Comercialización del servicio de energía eléctrica en toda su área de concesión.

La localización de la subestación El Calvario es en la parroquia Juan Montalvo del Cantón Latacunga, tiene la interconexión de 13.8 KV con la S/E La Cocha y con la S/E San Rafael, además está alimentada de la Central Illuchi 1 a 22 KV

de la Illuchi 2 a 13.8 KV. Tiene un transformador 4/5.2 MVA de capacidad que reduce el voltaje de 22 KV a 13.8 KV, su función específica es reducir los niveles de voltaje de las líneas de Transmisión y Subtransmisión hasta niveles de medio voltaje para su ramificación en múltiples salidas.

Cuatro alimentadores primarios Trifásicos a 13.8/7.9 KV se derivan de la subestación El Calvario los que se mencionan; Latacunga Sur, Industrial Sur, Redes Subterráneas (tres urbanos) y Oriental (rural-urbano marginal). El Diagrama Unifilar de la subestación se muestra en el ANEXO 1.

A continuación se especifican las zonas donde están distribuidos los transformadores del estudio:

El Calvario, Colegio Primero de Abril, Miraflores Alto, Gualundum, Redondel de la Mama Negra, Parque las Reliquias, Parque Náutico La Laguna, Iglesia La Laguna, Centro de Movilización, Unidad Educativa Barba Naranjo, Bomberos, Centro de Atención Ciudadana, Molinos Poulter, Tv Color, Urbanización San Carlos, Sigsicalle Sur, Vía Culahuango, Akí Súper Despensa, Loreto, El Remanso, Patronato Municipal, Monumento al León, La Colina, Ciudadela El Bosque, Ciudadela Las Betlemitas, Registro Civil, Ashpacruz, San Francisco, Pillig Loma, Pillig Tapalan, ProdiCereal, Niagara Mirador, Ferretería San Agustín, Manzanapamba, Salida Belisario Quevedo, Tiobamba, Gasolinera El Triángulo Petrocomercial.

2.1.2 Objetivos Institucionales

- Normar, estructurar y reorganizar la empresa con miras hacia un proceso de excelencia administrativa.
- Recuperar cartera vencida.
- Eficiencia y austeridad con los recursos económicos a fin de obtener resultados positivos en los balances.

- Capacitación para direccionar al personal a la misión planteada.
- Planificar, ejecutar y mantener el control absoluto de las obras de expansión del sistema eléctrico, para garantizar el suministro de un eficiente servicio eléctrico.
- Eficiente y oportuna prestación de servicios a los clientes.
- Obtener rentabilidad en los servicios adicionales que presta la empresa.

2.1.3 Misión

“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 socioeconómico de la sociedad y de los sectores productivos de la provincia.”

2.1.4 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.”

2.1.5 Políticas

Generar energía eléctrica en el Área de Concesión en la Provincia de Cotopaxi, procurando la continuidad, confiabilidad y eficiencia del servicio, así como la optimización de los recursos disponibles.

Mejoramiento de imagen empresarial, a través de la implementación de sistemas eficaces, oportunos y óptimos ofrecidos a todos nuestros clientes.

Reacondicionamiento del área de atención al público, se dará más facilidades a nuestros clientes tanto internos como externos, efectuándose la readecuación de

oficinas y áreas indispensables para el mejor funcionamiento y comunicación entre las mismas.

Procurar la obtención de los recursos financieros y materiales oportunamente y de acuerdo con lo establecido en el plan anual de adquisiciones de conformidad con Leyes, Reglamentos y Estatutos vigentes.

Minimizar la inversión en la iluminación pública y de esta manera liberar los recursos que serán utilizados en obras prioritarias de electrificación. Atender el desarrollo de los recursos humanos y su adecuada capacitación y su optimización.

Aprovechar al máximo los recursos provenientes del FERUM en proyectos de electrificación rural. Procurar la ampliación del área de concesión de ELEPCO S.A., gestionando la inclusión total del Cantón La Maná, como usuario final de la Empresa.

Con la finalidad de optimizar los servicios que brinda y dentro de los planes y estrategias fijados por la administración, ha previsto la reducción de tiempo en la instalación de medidores para una mejor atención al cliente; por lo que, se continuará con la política empleada por la empresa.

Mantener permanentemente informada a la ciudadanía sobre cualquier novedad que se presente en la prestación del servicio; a través de los medios de comunicación, especialmente en lo referente a las suspensiones programadas y a la emisión de planillas con el fin de que en forma oportuna acudan a cancelarlas.”

2.1.6 Dedicación

“La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. se dedica a la Generación, Transmisión, Subtransmisión, Distribución y Comercialización del servicio de energía eléctrica en toda su área de concesión.”

2.2 Entrevista

A continuación se presenta el resultado expuesto por el Director del departamento de CIETEC, a quién fue dirigida la entrevista, los resultados obtenidos serán necesarios y de gran ayuda para la ejecución de este estudio. Ver ANEXO 2 (Guía de entrevista).

Esta técnica fue realizada al Director del Departamento del CIETEC, donde nos permitió obtener información desde el punto de vista de la dirección técnica, para lo que se plantearon interrogantes.

1. **¿Cree Ud. que se debería realizar un estudio de cargabilidad de transformadores en el alimentador Latacunga Sur de la ELEPCO S.A.?**

Es importante que se realice el estudio de cargabilidad porque el sistema de distribución de energía eléctrica es dinámico y el consumo de la demanda de energía crece rápidamente.

2. **¿En Elepco en lo que respecta a alimentadores cuál es el porcentaje con el que crece la demanda en alimentadores en base a diseño de ELEPCO?**

Se estima que la carga crece en un 8% a nivel de toda la provincia, este porcentaje sería el crecimiento de cada alimentador.

3. **¿En base a demanda máxima cómo se vería afectado el sistema con una sobrecarga de transformadores que presenten saturación de la demanda en base a las incorporaciones de cocinas de inducción?**

Los transformadores se sobrecargarían, llegando incluso a quemarse por falta de capacidad de potencia del transformador, el nivel de voltaje no sería adecuado produciendo daños en las cargas de los clientes.

4. **¿A su criterio en el momento actual el alimentador está en condiciones de soportar carga en cualquier punto sin tener que hacer adecuaciones en los transformadores que están sobrecargados para su funcionamiento?**

El alimentador puede soportar un incremento en la carga, pero los transformadores sobrecargados necesitan la debida atención y deberán ser cambiados o reubicados.

5. **¿El software Cymdist de qué manera aporta para proyectar los sistemas de distribución?**

El software es una herramienta informática para realizar análisis y estudios técnicos de sistemas de distribución, simula casos con diferentes parámetros técnicos que permiten tomar decisiones y cambios en la red y brindar un buen servicio.

6. **¿Cuáles son los límites de cargabilidad en los transformadores que la empresa eléctrica considera como sobrecargados, subutilizados y en estado normal?**

En base a estudios se ha determinado los límites de cargabilidad, considerándose subutilizados con una carga menor al 60%, normales con una carga mayor a 60% y menor a 130% y sobrecargados con una carga mayor al 130%.

2.2.1 Resultado

De la entrevista efectuada se puede mencionar lo siguiente:

Mediante la entrevista dirigida al Director del Departamento del CIETEC, con la ayuda de las respuestas recibidas a cada una de las preguntas se llegó a la conclusión que la implementación de un estudio de cargabilidad en los transformadores de distribución, tiene un gran porcentaje de ayuda en la reducción

de pérdidas de energía lo que favorece de manera técnica y económica a la distribución del servicio de energía a los usuarios, con respecto a los análisis y estado actual que presenta el alimentador .

El porcentaje de error que es muy mínimo entre las Simulaciones efectuadas en el software Cymdist y las mediciones realizadas con el instrumento que se aplicó, se verificó que el software es confiable para el estudio, lo que permite realizar Simulaciones en estados de proyecciones en base al aumento de clientes o el ingreso de las cocinas de inducción, se obtiene de manera sistemática resultados del comportamiento que presenta el alimentador en base a los estudio y análisis que se desarrollan.

Por otra razón la aplicación de la entrevista fue para conocer la factibilidad de la implementación de nuevos estudios que permitan optimizar la energía eléctrica y disminuir las pérdidas que se presentan en un porcentaje mínimo, para poder determinar los beneficios que se podrían tener.

Con la implementación de este estudio se mejora la cargabilidad de los transformadores y con esto la distribución de energía eléctrica con los usuarios.

2.3 Diseño metodológico

La investigación sobre “ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 SUBESTACIÓN EL CALVARIO “LATACUNGA SUR” DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A EN BASE AL TIPO DE USUARIO Y CONSUMO DE ENERGÍA”. Está basado en la aplicación de un estudio que permita generar una propuesta para mejorar los rangos de cargabilidad de los transformadores que se encuentren con inconvenientes de sobrecarga, con el fin de que pueda ser tomada en cuenta con perspectiva de optimizar el servicio de energía eléctrica en el sector y proteger los aparatos instalados en el sistema, ya que aplicado en el alimentador de estudio se mejorará la calidad de energía hacia

los usuarios conectados en su área de concesión y con ello la empresa será beneficiaria de no tener muchas pérdidas de energía, por tal razón se empleará los métodos inductivo, deductivo y descriptivo en el desarrollo del estudio.

2.3.1 Metodología para el desarrollo del estudio

Las técnicas, métodos y tipos de investigación que se utilizarán están enfocadas en la utilización de la metodología de una investigación bibliográfica, de campo, descriptiva, cuasi-experimental y ex -post facto, directamente a la recolección de información general para el proyecto, entre las técnicas a utilizar se tiene: Observación directa del entorno operacional, esto se llevará acabo tomando contacto de forma directa con las actividades que lleva la empresa en cuanto se refiere a la manipulación de la información, además se entrevistará al Director del Departamento de CIETEC y se aplicará una encuesta al personal de empleados del departamento CIETEC; con esto se obtendrá los antecedentes necesarios sobre la situación de los transformadores en el Alimentador LATACUNGA SUR de la S/E EL CALVARIO y se conocerá las falencias y problemas que se presentan en la actualidad.

2.3.1.1 Método inductivo

A través del método inductivo se seleccionará el programa I SERIES, para ayudarnos a obtener el consumo promedio de energía en un lapso de tres meses por cada usuario conectado en el alimentador, además se eligió como herramienta básica del estudio el software CYMDIST para determinar la cargabilidad de cada uno de los transformador, mediante SIMULACIÓN, este método permite la formación de la hipótesis para su respectiva demostración.

2.3.1.2 Método deductivo

En el alimentador se procederá a determinar las características de los usuarios conectados a la red clasificándolos de acuerdo a su tipo de servicio en residenciales, comerciales e industriales y ellos se encuentran conectados en transformadores convencionales y auto protegidos, según su nivel de voltaje en trifásicos y monofásicos, lo que permitió establecer los parámetros de cargabilidad en los transformadores que presentan inconvenientes, con el fin de que cumpla todas las funciones que se van a implementar en el momento del desarrollo del estudio.

2.3.1.3 Método descriptivo

Este método se utilizará con el fin de realizar la descripción del sistema de distribución conformado por 187 transformadores conectados a su topología de la red, donde se abastecen 4397 usuarios del servicio de energía, lo que llevará a la búsqueda de alternativas de solución que serán propuestas para mejorar los índices de cargabilidad en los transformadores que presenten inconvenientes de sobrecarga, con el fin de mejorar la calidad de servicio de energía eléctrica.

2.3.2 Tipos de investigación

Investigación Aplicada

Esta investigación se empleó para determinar los parámetros de consumo de energía en el Alimentador Latacunga Sur, en base a la demanda existente de cada usuario lo que permitirá encontrar el límite de cargabilidad de los transformadores de distribución, con la proyección de la demanda a 10 años y el ingreso de las cocinas de inducción para plantear las alternativas de solución que se debe implementar en el alimentador 52C8L4.

Investigación de Campo

Esta investigación se aplicó para determinar los límites de cargabilidad de los transformadores sobrecargados que afectan al alimentador, para buscar posibles soluciones prácticas que se podrían aplicar en la corrección de los inconvenientes que se presentan. Para la recolección de información de esta investigación se utilizó el instrumento más apropiado como es la entrevista al Director del Departamento de CIETEC y una Encuesta a los Ing. del departamento CIETEC de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

Investigación Bibliográfica

Esta investigación permite la recopilación de información de proyectos que contienen similares e idénticas características, que brinda una guía para el desarrollo del estudio, que a su vez permiten encontrar alternativas para el desarrollo en la comunidad científica, sobre bases técnicas que den la facilidad de ser aplicadas a la solución del problema en estudio dentro de la investigación de la cargabilidad de transformadores.

2.3.3 Técnicas de investigación

2.3.3.1 Entrevista

El desarrollo de las preguntas se las realizó conjuntamente con el Dr. Edwin Vaca, esta técnica fue aplicada al Ing. Julio Esparza Director del Departamento CIETEC, para conocer los inconvenientes que presentan los transformadores, en el alimentador 52C8L4 perteneciente a la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A a través de los postulantes, con la finalidad de determinar si el estudio es factible para su aplicación.

2.3.3.2 Encuesta

Esta técnica de recolección de información se la realizó a 10 Ingenieros pertenecientes al departamento del CIETEC ver ANEXO 3.

2.3.3.3 Población

La población a ser investigada está conformada por el Director del Departamento CIETEC, además para efectuar la encuesta se requiere del personal técnico conformado por 10 personas.

2.3.3.4 Muestra realizada a transformadores para mediciones

El alimentador 52C8L4 “Latacunga Sur” está conformado de 187 transformadores entre convencionales y auto protegidos, para el desarrollo del estudio se enfoca en 145 transformadores netamente residenciales, y con la muestra se determinará el número de transformadores a ser medidos, correspondiente a la zona urbana-rural de la ciudad de Latacunga.

$$\text{Ecuación 7 } n = \frac{N}{E^2(N-1)+1}$$

n = Tamaño de muestra

N = Población o muestra

E = 0.1 Error que se admite al calcular (1% a 15%)

$$n = \frac{145}{0.1^2(145 - 1) + 1}$$

$$n = 57$$

Cabe mencionar que los 57 transformadores obtenidos como muestra se les efectuaran mediciones instantáneas de voltaje y corriente en el horario de demanda máxima que comprende de 18h30 hasta 20h30, y con estos datos obtenemos la potencia aparente con la que funciona el transformador.

2.3.4 Levantamiento de datos y descripción del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4.

El desarrollo del proyecto está basado en mejorar la cargabilidad de los centros de transformación llevando a cabo el análisis de consumo de los usuarios y así obtener los datos en los transformadores que presenten inconvenientes de sobrecarga o estén sub utilizados y con esto mejorar el servicio de energía eléctrica.

Con la ayuda del software CYMDIST y el apoyo por parte de los miembros de la Unidad de Centro de Información para Estudios Técnicos CIETEC, se llevó a cabo la clasificación de los transformadores, según el tipo de usuario ya sean estos residenciales, comerciales e industriales, estos se derivan en transformadores auto protegidos y convencionales y con ello obtener los resultados requeridos.

Se tomó como referencia para el análisis de los resultados los consumos de los últimos tres meses de cada usuario del software I SERIES, para encontrar como los transformadores se encuentran operando y verificar que la capacidad instalada se encuentre en los rangos de operación mediante una simulación en el software CYMDIST del estado actual presente en la topología de la red.

De esta manera se efectuó la totalidad del levantamiento de datos requeridos en el estudio. La base de datos del levantamiento del Alimentador Latacunga Sur 52C8-L4 se puede apreciar en el archivo de Excel ANEXO 4.

2.4 Clasificación de transformadores de distribución

El alimentador en estudio está formado por transformadores de tipo convencional y auto protegido, de los cuales se derivan en trifásicos y monofásicos la Tabla 2 detalla específicamente el tipo y el total de transformadores de distribución conectados en el alimentador de estudio, con sus respectivas capacidades y número de usuarios.

TABLA 2 TRANSFORMADORES INSTALADOS CON SERVICIO EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR

TOTAL TRANSFORMADORES INSTALADOS EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR SALIDA 4						
TIPO DE TRAF0	FASES	CAP. INSTALADA (KVA)	CANTIDAD	TOTAL CAP. INSTALADA (KVA)	P. UNITARIA (KVA)	# DE USUARIOS
CONVENCIONAL	MONOF.	5	3	15	2362,5	2119
		10	15	150		
		15	34	510		
		25	31	775		
		37,5	7	262,5		
		50	13	650		
			103			
	TRIFASICOS	15	1	15	2495	1446
		30	13	390		
		45	5	225		
		50	14	700		
		60	4	240		
		75	6	450		
100		1	100			
125	3	375				
		47				
AUTOPROTEGIDO	MONOF.	5	1	5	882,5	830
		10	9	90		
		15	5	75		
		25	8	200		
		37,5	7	262,5		
		50	5	250		
			35			
	TRIFASICOS.	60	1	60	210	2
		150	1	150		
		2				
TOTAL			187		5950	4397

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

FUENTE: POSTULANTES

2.4.1 Convencionales trifásicos.

Se identifica en el alimentador 47 transformadores de distribución trifásicos convencionales, con una potencia total de 2495 KVA instalada para su distribución y 1446 usuarios, de los que se dividen en residencial, comercial e

industrial. Cada transformador convencional trifásico se detalla en el ANEXO 5, en el que se detalla el respectivo número de usuarios y potencia.

2.4.2 Convencionales monofásicos

El alimentador analizado consta de 103 transformadores de distribución monofásicos convencionales instalados con una potencia total de 2362,5 KVA instalada y 2119 usuarios entre residencial, comercial e industrial. Cada transformador de distribución se detalla en ANEXO 6, con sus respectivos números de usuarios y potencia.

2.4.3 Auto protegidos monofásicos.

El alimentador analizado consta de 35 transformadores de distribución auto protegidos monofásicos con una potencia total de 882,5 KVA instalada y 830 usuarios entre residencial, comercial e industrial. Cada transformador de distribución se detalla en el ANEXO 7, con sus respectivos números de usuarios y potencia.

2.4.4 Auto protegidos trifásicos

El alimentador analizado consta de 2 transformadores de distribución auto protegidos trifásicos con una potencia total de 210 KVA instalada y 2 usuarios entre residencial, comercial e industrial. Cada transformador de distribución se detalla en el ANEXO 8, con sus respectivos números de usuarios y potencia.

Resultado del análisis efectuado de los centros de transformación de distribución instalados en el Alimentador 52C8L4, se puede verificar que se encuentran instalados 187 transformadores de distribución entre convencionales y auto protegidos su capacidad total instalada es de 5950 KVA en el alimentador.

2.5 Tipos de Clientes.

Las cargas presentes en el Alimentador para motivo de estudio son de tipo residencial, comercial e industrial, especificadas entre trifásicas y monofásicas.

2.5.1 Clientes residenciales

Al momento de clasificar los usuarios por tipo de carga se obtuvo 3802 clientes residenciales, los cuales se indican en el ANEXO 9, en el que consta el número de transformador, capacidad nominal, fase, número de clientes y consumo (Kwh).

2.5.2 Clientes comerciales

En el proceso de clasificar los usuarios por tipo de carga se obtuvo 415 clientes comerciales, los cuales se indican en el ANEXO 10, en el que consta el número de transformador, capacidad nominal, fase, número de clientes y consumo (Kwh).

2.5.3 Clientes industriales

Se realizó la clasificación por tipo de carga donde se obtuvo como resultado 180 clientes industriales, los cuales se indican en el ANEXO 11, en el que consta el número de transformador, capacidad nominal, fase, número de clientes y consumo (Kwh).

El total de clientes que se encuentran conectados al Alimentador Latacunga Sur es 4397 clientes entre residenciales, comerciales e industriales con una demanda de energía 654936 Kwh.

2.6 Datos del alimentador en el software CYMDIST

Los resultados obtenidos de los parámetros del alimentador 52C8L4, están basados en la primera simulación del software, en donde se obtienen los parámetros técnicos de cómo se encuentra la cargabilidad en los transformadores.

2.7 Mediciones instantáneas en horas pico 18h30 hasta 20h30

Las mediciones se realizaron en las bajantes de los transformadores utilizando el Multímetro Fluke en compañía del personal técnico de ELEPCO S.A y así verificar en tiempo real la potencia consumida por los transformadores en horario de demanda máxima, estas se desarrollaron desde el 06 de octubre 2014 hasta el 05 de noviembre 2014, cumpliendo con la muestra obtenida de 57 transformadores.

La Tabla 3 detalla el número de transformador, poste, lugar de ubicación, mediciones de voltaje y corriente, fecha e intervalos de tiempo efectuados en cada uno de los mismos.

TABLA 3 MEDICIONES EN HORA PICO

TABLA DE MEDICIONES DE LOS TRANSFORMADORES DEL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR															
#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	Van (V)	Vbn (V)	Vcn (V)	Vab (V)	Vbc (V)	Vca (V)	Ia (A)	Ib(A)	Ic (A)	In (A)	FECHA	TIEMPO
1	113	113846	Calle Pichincha y Av. Roosevelt	121,5	121,6	121,7	211,5	210,7	210,6	31,3	33,5	17,2	12,1	06/10/2014	18:30 - 19:00
2	2691	112757	Av. Roosevelt y Junín	125,1	124,5	124,1	217,1	215	213,9	60,5	47,9	22,8	33,8		19:00 - 19:30
3	1390	114564	Av. Roosevelt y Pichincha	119,3	118,7	119,6	206,4	207,3	207,3	40,8	21,5	27,2	23,9		19:30 - 20:00
4	5928	51980	Av. Rumiñahui y Belisario Quevedo	120,8	120,5	121,9	207,5	206,1	210	22	57,6	26,5	20,65		20:00 - 20:30
5	5919	51990	Calle Dos de Mayo y Marquez de Maenza	123,4	122,1	124,4	213,1	215	215	46,5	45,4	31,3	21,15	08/10/2014	18:30 - 19:00
6	4229	145524	Av. Atahualpa y Cayambe	126	124	124,8	217	216,5	214	140,9	76,6	103,5	65,9		19:00 - 19:30
7	3652	52165	Av. Atahualpa y Jose Villacreces	127	127	127	219	214	214	47	44,45	38,2	14,15		19:30 - 20:00
8	7807	105858	Av. Unidad Nacional y Marco Tulio Varea	129	129	128	224,5	224,3	224,3	17,2	19,7	21,6	10,36		20:00 - 20:30
9	142	52598	Calle Sixto Lanas y Luis Fernando Ruiz	127,1	125,9	127,3	219,5	219,2	221,3	44,5	67,7	39,2	42,3	09/10/2014	18:30 - 19:10
10	140	52574	Calle Quito y Julio Hidalgo	115	115,6	116,1	200	200	201	18,6	38,7	13,13	21,16		19:10 - 19:50
11	141	52586	Calle Luis Fernando Ruiz y Quito	115	115	114,5	200	199	200	4,65	7,9	10,3	9,1		19:50 - 20:30
12	8127	110565	Calle Putzalagua y Reventador	122,4	122	122,3	211,9	211,3	211,4	43,2	65,1	13,6	33,4	10/10/2014	18:30 - 19:10
13	7165	50620	Av. Rumiñahui y Curaray	121,6	120,4	120,9	209,4	207	207,6	31,3	9,23	15,8	11,7		19:10 - 19:50
14	2695	52385	Calle Sanchez de Orellana y Sandoval	117,8	118,2	118,6	202,8	203	203,6	82,25	99,3	58,8	41,9		19:50 - 20:30
15	7809	156105	Av. Unidad Nacional y Gabriela Mistral	116,7	115,8	115,9	200,8	200	200,1	65,12	38,6	44,6	27,3	13/10/2014	18:30 - 19:10
16	7808	105775	Av. Unidad Nacional y Catalina Rivera	116	115,3	115,7	199,7	198	199	42,15	22,76	36,4	11,7		19:10 - 19:50
17	7722	10576	Av. Unidad Nacional y Atahualpa	119,6	119,9	119	205,5	206	205	82,7	57,25	83,67	45,1		19:50 - 20:30
18	7140	51932	Av. Roosevelt y Carabobo	126,8	127	127,4	217,8	218	218,2	45,39	41,15	37,7	15,8	15/10/2014	18:30 - 19:10
19	6305	52651	Av. Unidad Nacional y Colina	115	115,9		232			26,5	24,2		9,13		19:10 - 19:50
20	5874	52537	Calle Quito y Catalina Rivera	120,2	120,1		239,5			107,2	73,5		36,4		19:50 - 20:30
21	7845	116137	Av. Roosevelt y Primero de Abril	116,1	115,7		231,3			35,7	51,5		33,8	16/10/2014	18:30 - 19:10
22	8374	52888	Calle Los Cristianos y Las Carmelitas	120,7	121,6		241,1			14,4	9,1		2,1		19:10 - 19:50
23	6096	113085	Calle Quito y Catalina Rivera	121,8	121,4		242,2			18,1	19,9		3,6		19:50 - 20:30
24	6051	112878	Calle Hermanos del Buen Pastor y Marianitas	124,4	123,9		244,7			6,7	8,3		4,1	17/10/2014	18:30 - 19:10
25	104	51886	Calle Marquez de Maenza y Zamora	121,5	122		243,9			72,8	107,5		12,8		19:10 - 19:50
26	7384	52796	Calle Combonianos y Madres Oblatas	118,3	118		237,4			15	19,5		5,38		19:50 - 20:30
27	889	114135	Av. Unidad Nacional y El Gladiador	119,3	118,9		237,4			35,7	21,2		12,3	20/10/2014	18:30 - 19:10
28	4325	108185	Manzanapamba	115,9	116,4		230,1			11,6	19,6		5,1		19:10 - 19:50
29	8982	122587	Manzanapamba	122,1	121,6		243,4			8,7	6,2		2,5		19:50 - 20:30

#	# TRAFÓ	# POSTE	UBICACIÓN	Van (V)	Vbn (V)	Vcn (V)	Vab (V)	Vbc (V)	Vca (V)	la (A)	Ib(A)	Ic (A)	In (A)	FECHA	TIEMPO
30	6065	52876	Calle Las Bethlemitas y Los Jesuitas	115,1	115,6		231,7			8,9	11,6		1,2	22/10/2014	18:30 - 19:10
31	497	51791	Calle El Ébano y los Álamos	119,4	119,2		239			87,7	51,6		7,3		19:10 - 19:50
32	6612	120396	Calle el Gladiador y el Repentino	115,7	115,9		231,4			85,7	59,4		19,3		19:50 - 20:30
33	5292	52979	Pillictapalan	119,3	119		238			33,45	17,8		24,6	23/10/2014	18:30 - 19:10
34	6234	8531	Calle Rubén Terán y el Repentino	118,8	118,6		237,2			12,4	17,1		7,8		19:10 - 19:50
35	5288	105665	Av. Unidad Nacional y Angel Subia	119,5	119,3		237,2			22,3	24,2		5,9		19:50 - 20:30
36	5968	8558	Calle Rubén Terán y el Independiente	119	119,1		239,4			12,9	23,1		11,7	24/10/2014	18:30 - 19:10
37	542	122853	Calle el Repentino y el Alumno	115,3	115		231,3			43,76	34,8		18,1		19:10 - 19:50
38	507	51669	Calle Sociedad de San Pablo y Norte	117,7	118		236,5			65,8	78,2		21,6		19:50 - 20:30
39	6220	52814	Calle Madres Oblatas y Norte	116,3	116,2		231,6			97,4	83,7		25,5	27/10/2014	18:30 - 19:10
40	132	110411	Av. Unidad Nacional y Victoria Vásconez Cuví	115,8	115,2		230			23,5	15,8		13,3		19:10 - 19:50
41	7062	112802	Calle Isidro Labrador y las Iguanas	115,2	115,9		231,9			44,6	29,2		21,6		19:50 - 20:30
42	4228	112795	Calle Tomas de Berlanga y las Iguanas	123	123,4		243,7			83,9	57,1		34,2	29/10/2014	18:30 - 19:10
43	103	51878	Av. Roosevelt y Región Insular	119,7	119		238			96,3	79,2		18		19:10 - 19:50
44	4235	112741	Av. Roosevelt y Euclides Salazar	123,1	122,6		246			28,7	51,8		31,9		19:50 - 20:30
45	6626	112715	Av. Roosevelt y Ricardo Razo	121	121,6		243			30,5	28,1		6,21	30/10/2014	18:30 - 19:10
46	5382	105752	Calle Gabriela Mistral y Unidad Nacional	121	118		239,6			9,75	14,7		2,26		19:10 - 19:50
47	6837	112716	Av. Roosevelt y Jose Quevedo	120,2	120,6		240			41,3	25,5		11,6		19:50 - 20:30
48	7202	52246	Sigsicalle Sur	118,4	118,2		135,6			15,7	27,6		6,4	31/10/2014	18:30 - 19:10
49	139	52570	Calle Quito y Luis Fernando Ruiz	123,6	123,3		244,7			7,8	14,7		9,5		19:10 - 19:50
50	498	51757	Calle Rafael Cajiao Enriquez y el Ébano	126,2	126,7		241			55,4	88,1		8,2		19:50 - 20:30
51	8279	114168	Av. Unidad Nacional y el Copal	125	124,1		243,4			107,9	73,2		32,7	03/11/2014	18:30 - 19:10
52	516	52694	Calle los Avellanos (Ciudadela el Bosque)	119,5	118,7		238			43,7	55		19,1		19:10 - 19:50
53	514	52703	Calle la Caoba y los Canelos	122,6	121		242			101,8	75,4		29,3		19:50 - 20:30
54	9220	103509	Calle Humbolt y Gabriela Mistral	116,4	115,6		241,8			23,6	15,6		8,6	05/11/2014	18:30 - 19:00
55	9211	129636	Calle Humbolt y Antonio de Ulloa	125,7	125		244,5			20,3	21,6		18,7		19:00 - 19:30
56	4232	52237	Calle Euclides Salazar y Antonio de Ulloa	123	123,4		243			77,1	59,5		14,1		19:30 - 20:00
57	6255	52183	Calle Emilio Sandoval y Juan Jose Villacreces	117,8	117,3		235,8			26,9	11,8		13,5		20:00 - 20:30

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 11 MEDICIÓN EN HORAS PICO



FUENTE: ALIMENTADOR LATACUNGA SUR 52C8-L4.

RECOPIADO POR: POSTULANTES

2.7.1 Modelación del estado actual año 2014 del alimentador 52C8L4

Según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable MEER Diciembre 2011 postula; A fin de evaluar la operación de la red y las demandas sin la cocción por inducción, se recomienda hacer la distribución de la demanda registrada en la cabecera del alimentador en la modelación con el CYMDIST, empleando como variable de distribución la energía facturada promedio, por lo menos de los últimos 3 meses, en cada transformador de distribución.

Para la modelación se ingresa los parámetros de consumo de demanda máxima de los usuarios, del mes de Septiembre, Octubre y Noviembre del año 2014 estos parámetros son ingresados como cargas concentradas.

La Tabla 4 muestra los parámetros de corriente por fase de la cabecera del alimentador 52C8L4, tomando como referencia la potencia activa más alta que se

presentó a la 20h00 el día 24/11/2015 y mediante esta información se procedió a realizar la simulación inicial.

TABLA 4 DATOS S/E EL CALVARIO

DATOS DE LA SUBESTACIÓN EL CALVARIO ALIMENTADOR 52C8LA								
FECHA	HORA	Ia (A)	Ib (A)	Ic (A)	fp a	fp b	fp b	POTENC ACTIVA (kW)
24/11/2015	20:00	105,17	112,92	105,60	-97,25	-96,68	-97,31	2433,36
28/11/2015	20:05	102,12	116,62	100,46	-97,73	-97,05	-97,10	2420,58
28/11/2015	20:10	100,15	116,42	101,67	-97,63	-97,08	-97,03	2414,01

FUENTE: DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

2.7.2 Reporte simulación inicial 2014

Para el desarrollo del estudio se enfocó en los transformadores residenciales, con un total de 145, lo que representa el 78 %, mientras que los transformadores comerciales y privados no se encuentran inmersos en nuestro estudio debido a que no se puede considerar el cambio de la capacidad nominal de su transformador.

La Tabla 5 detalla el total de transformadores existentes en el alimentador.

TABLA 5 PORCENTAJE DE TRANSFORMADORES POR CLIENTE

TOTAL TRANSFORMADOS EN EL ALIMENTADOR		
CLIENTE	NÚMERO DE TRAFOS	PORCENTAJE (%)
RESIDENCIAL	145	78
COMERCIAL	12	6
PRIVADO	30	16
TOTAL	187	100

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

El análisis del alimentador en la simulación inicial en base al perfil actual de potencias en los transformadores, permite identificar 10 transformadores que están sobrecargados, 156 subutilizados y 21 en el rango normal de operación y se encuentra detallado en el ANEXO 12.

2.7.2.1 Cargabilidad de transformadores

De acuerdo a la entrevista realizada y con la finalidad de realizar la clasificación de los transformadores de distribución, se utilizó el criterio de la Dirección de Planificación de Elepco donde establecen que un transformador menor o igual al 60% de su cargabilidad se encuentra subutilizado, para valores mayores a 130% de su cargabilidad se considera sobrecargado y en el rango de 60% a 130% de su cargabilidad se encuentran en estado normal.

Mediante esta información se clasifica los transformadores de distribución en referencia a los límites de cargabilidad. La Tabla 6 detalla el total de transformadores residenciales en base a su cargabilidad.

TABLA 6 LÍMITES DE CARGABILIDAD

TRANSFORMADORES RESIDENCIALES ALIMENTADOR 52C8L4			
ESTADO DE CARGABILIDAD	RANGOS DE CARGABILIDAD	NÚMERO DE TRAFOS	PORCENTAJE
SUBUTILIZADO	< 60%	117	81%
NORMAL	ENTRE EL 60% A 130%	20	13%
SOBRECARGADO	> 130%	8	6%
TOTAL		145	100%

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

2.7.2.2 Estado de los transformadores en la situación actual año 2014

- **TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS**

De acuerdo al reporte de la primera simulación se establece que existen 8 transformadores monofásicos sobrecargados con una cargabilidad promedio de 164%.

La Tabla 7 detalla el porcentaje de cargabilidad que presenta cada uno de los transformadores sobrecargados de la situación actual en el año 2014, especificando su número de poste, la dirección del sector donde se encuentra ubicado, el número de clientes, consumo de energía, la potencia total con la que está operando y el factor de utilización que representa el porcentaje de sobrecarga existente.

TABLA 7 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS

TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS										
REPORTE CYMDIST										
#	# TRAFO	CAP. NOMINAL	FASE	# CLIENTE	CONSUMO (KWH)	POT. TOTAL (KVA)	CARGABILIDAD (%)	CLIENTE	TIPO	SECTOR
1	T_6612	10	B	65	6909	16	148,5	RESID.	CONV.	URB.
2	T_8279	25	C	46	9328	46	178,7	RESID.	CONV.	URB.
3	T_5500	15	C	42	4570	23	145,9	RESID.	CONV.	RUR.
4	T_1065	10	C	31	3267	16	156,4	RESID.	AUTOP.	RUR.
5	T_514	37,5	C	44	10834	53	138,3	RESID.	AUTOP.	URB.
6	T_127	15	C	53	5665	28	180,8	RESID.	CONV.	URB.
7	T_5868	15	C	57	5463	28	182,6	RESID.	CONV.	RUR.
8	T_4232	10	C	30	3604	19	180,7	RESID.	CONV.	URB.

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

- **TRANSFORMADORES SUBUTILIZADOS**

Se detalla en base al reporte de la primera simulación que existen 117 transformadores entre monofásicos y trifásicos, subutilizados con una cargabilidad promedio de 20%.

La Tabla 8 indica una muestra de 20 transformadores donde se detalla el porcentaje de cargabilidad que presenta cada uno transformadores subutilizados en la primera simulación. Todos los 117 transformadores se visualizan en el ANEXO 13.

TABLA 8 TRANSFORMADORES SUBUTILIZADOS

TRANSFORMADORES SUBUTILIZADOS										
REPORTE CYMDIST										
#	# TRAFO	CAP. NOMINAL	FASE	# CLIENTE	CONSUMO (KWH)	POT. TOTAL (KVA)	CARGABILIDAD (%)	CLIENTE	TIPO	SECTOR
1	T_8378	50	ABC	90	13377	21	41,5	RESID.	CONV.	URB.
2	T_5919	50	ABC	51	9391	15	29,1	RESID.	CONV.	URB.
3	T_5928	60	ABC	51	6866	11	17,7	RESID.	CONV.	URB.
4	T_5916	50	ABC	83	12480	20	38,7	RESID.	CONV.	URB.
5	T_7165	50	ABC	28	2123	3	6,6	RESID.	CONV.	URB.
6	T_8127	45	ABC	73	8203	13	28,3	RESID.	CONV.	URB.
7	T_4229	75	ABC	188	27396	44	56,6	RESID.	CONV.	URB.
8	T_2695	45	ABC	77	11067	18	38,1	RESID.	CONV.	URB.
9	T_5291	25	C	1	50	0	1	RESID.	CONV.	URB.
10	T_131	50	ABC	65	11122	18	34,5	RESID.	CONV.	URB.
11	T_5288	25	B	13	1297	3	11,2	RESID.	CONV.	URB.
12	T_8377	45	ABC	54	8164	13	28,1	RESID.	CONV.	URB.
13	T_139	37,5	C	31	2703	13	34,5	RESID.	CONV.	URB.
14	T_140	75	ABC	43	3915	6	8,1	RESID.	CONV.	URB.
15	T_141	30	ABC	9	980	2	5,1	RESID.	CONV.	URB.

**FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES**

- **ESTADO NORMAL**

En base al reporte obtenido de la primera simulación existen 20 transformadores entre monofásicos y trifásicos, en estado normal con una cargabilidad promedio de 86%. La Tabla 9 indica se detalla el porcentaje de cargabilidad que presenta cada transformador en estado normal en el año 2014.

TABLA 9 TRANSFORMADORES EN ESTADO NORMAL

TRANSFORMADORES ESTADO NORMAL										
REPORTE CYMDIST										
#	# TRAF0	CAP. NOMINAL	FASE	# CLIENTE	CONSUMO (KWH)	POT. TOTAL (KVA)	CARGABILIDAD (%)	CLIENTE	TIPO	SECTOR
1	T_103	25	C	49	5028	25	96,3	RESID.	CONV.	URB.
2	T_6855	25	B	56	11617	26	99,9	RESID.	CONV.	URB.
3	T_7809	30	ABC	59	12745	20	65,9	RESID.	CONV.	URB.
4	T_1061	60	ABC	68	24910	40	64,4	RESID.	CONV.	URB.
5	T_6587	10	B	34	3558	8	76,5	RESID.	CONV.	URB.
6	T_6546	10	B	47	4475	10	96,2	RESID.	CONV.	RURAL
7	T_542	10	B	55	4736	11	101,8	RESID.	AUTOP.	URB.
8	T_7886	15	C	21	3350	16	106,9	RESID.	CONV.	URB.
9	T_5292	25	C	32	3573	17	68,4	RESID.	CONV.	RURAL
10	T_N15	10	C	14	1503	7	72	RESID.	AUTOP.	RURAL
11	T_7845	5	A	14	4185	7	129,7	RESID.	CONV.	URB.
12	T_516	37,5	C	47	5686	28	72,6	RESID.	AUTOP.	URB.
13	T_9532	25	C	28	3636	18	69,6	RESID.	AUTOP.	URB.
14	T_7202	15	C	33	2993	15	95,5	RESID.	CONV.	URB.
15	T_9220	15	C	31	2790	14	89,1	RESID.	CONV.	URB.
16	T_9211	10	C	20	2173	11	104	RESID.	CONV.	URB.
17	T_N126	25	C	49	4245	21	81,3	RESID.	AUTOP.	URB.
18	T_6844	25	C	27	3935	19	75,4	RESID.	CONV.	URB.
19	T_7062	10	B	46	4277	10	91,9	RESID.	CONV.	URB.
20	T_4228	25	B	67	8658	19	74,5	RESID.	CONV.	URB.

**FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES**

Del resultado de la simulación inicial efectuada se detalla que existen 8 transformadores sobrecargados, donde se requiere dar soluciones a los sobrecargados con un recambio de mayor capacidad para cada transformador, por lo que es necesario realizar la proyección de la demanda y se hace referencia el PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN PME 2013 – 2022 que postula el ingreso de cocinas de inducción desde el año 2015 hasta el 2022, lo que lleva a proyectar la demanda con cocinas de inducción siendo esta una carga adicional para el sistema eléctrico.

Además menciona que el cambio de la matriz energética evolucionará la manera de cocinar alimentos, debido al cambio de GLP por electricidad, el incremento de energía será reflejado en los clientes residenciales.

2.8 Proyección de la demanda

Según el PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN PME 2013 – 2022, la proyección de la demanda se convierte en el eje fundamental a partir del cual se desarrolla la planificación, debido a que considera una serie de hipótesis debidamente sustentadas que contemplan la evolución histórica de la demanda eléctrica a nivel nacional, los impactos producidos por la incorporación de cargas especiales al sistema, económicas y tecnológicas que se reflejan en el comportamiento de la demanda eléctrica.

Se presenta el estudio de proyección de demanda eléctrica del Ecuador para el período 2013 - 2022, en el que se construye el escenario base para la proyección de potencia y energía.

2.8.1 Clasificación por tipo de cliente

Para efecto del ingreso de las cocinas de inducción se requiere clasificar el tipo de cliente ya sea residencial, comercial e industrial, siendo los residenciales motivo

de desarrollo del estudio para efecto de proyección de la demanda con cocinas de inducción.

2.8.1.1 Clientes residenciales

Se va a incorporar cocinas de inducción por cada usuario residencial existente en el alimentador, lo que ocasiona que aumente una carga adicional de energía al sistema, por tanto se requiere de un análisis para verificar la capacidad de los transformadores que alimentan, es por ello que se procede en el ANEXO 14, a clasificar los transformadores.

La Tabla 10 especifica una muestra de la clasificación de los usuarios residenciales donde contiene por transformador el número total de usuarios residenciales y su consumo.

TABLA 10 CLIENTES RESIDENCIALES

#	# DE TRAFO	CAP. NOMINAL (KVA)	FASE	RESIDENCIAL	
				USUARIO	CONSUMO (kWh)
1	T_103	25	C	39	4060
2	T_104	37,5	A	21	4346
3	T_1061	60	ABC	65	12827
4	T_1065	10	C	24	2217
5	T_113	30	ABC	39	5211
6	T_127	15	C	44	3733
7	T_131	50	ABC	55	7618
8	T_132	37,5	B	26	4323
9	T_139	37,5	C	31	2703
10	T_1390	75	ABC	45	5501
11	T_140	75	ABC	41	3850
12	T_141	30	ABC	9	980
13	T_142	60	ABC	63	10286
14	T_2691	45	ABC	57	6825
15	T_2695	45	ABC	64	6468

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 11 especifica la condición actual del sistema de distribución en los transformadores residenciales, además el número de usuarios y el consumo total en Kwh inmersos en el estudio de cargabilidad.

TABLA 11 TRANSFORMADORES POR CATEGORÍAS

TRANSFORMADORES POR TIPO DE CLIENTE				
CATEGORÍA	RESIDENCIAL	COMERCIAL	PRIVADO	TOTAL
NÚMER. TRAFOS	145	12	30	187
CLIENTES	3785	367	168	4320
CONSUMO (Kwh)	441045	96111	48234	585390

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

2.8.1.2 *Proyección de usuarios*

En el PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN PME 2013 – 2022, estima la cantidad de clientes a proyectar hasta el horizonte del estudio, es decir para el período 2013 – 2022, esta metodología fue aplicada para proyectar los usuarios residenciales, comerciales e industriales, se obtuvo como resultado de agregar las proyecciones de demanda de las distintas categorías analizadas.

RESIDENCIALES

Para la proyección de usuarios residenciales se toma el 3.9 % desde el periodo 2015- 2022 alcanzando un total de 5136 clientes. El ANEXO 15 detalla los usuarios residenciales hacia el 2022.

La Tabla 12 muestra la proyección de los usuarios residenciales presentes por año en el alimentador en base al porcentaje de crecimiento que se toma referencia del PME 2013-2022.

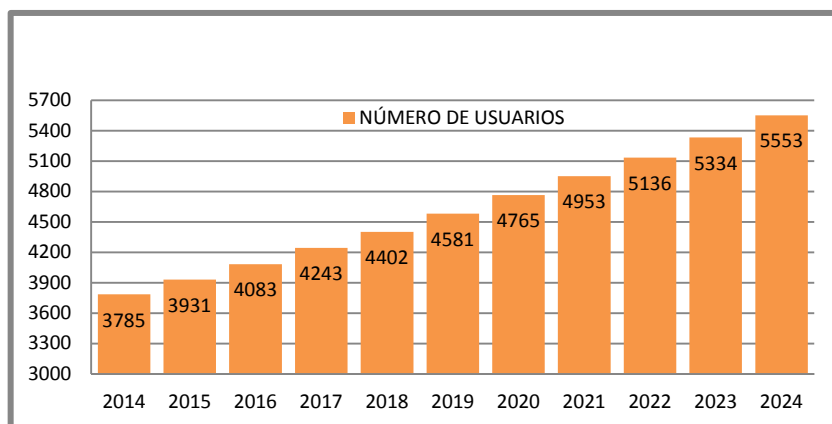
**TABLA 12 PROYECCIÓN DE USUARIOS RESIDENCIALES
(3,9 % PME 2013-2022)**

#	# TRAFIO	FASE	CAP. NOMINAL	# CLIENTES	INCREMENTO DE USUARIOS											
					RESIDENCIAL	AÑO										
						2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	25	C	39	3,9%	39	41	42	44	45	47	49	51	53	55	57
2	T_8378	50	ABC	75	3,9%	75	78	81	84	87	91	94	98	102	106	110
3	T_5919	50	ABC	49	3,9%	49	51	53	55	57	59	62	64	67	69	72
4	T_5928	60	ABC	44	3,9%	44	46	47	49	51	53	55	58	60	62	65
5	T_5916	50	ABC	46	3,9%	46	48	50	52	54	56	58	60	62	65	67
6	T_6855	25	B	47	3,9%	47	49	51	53	55	57	59	61	64	66	69
7	T_7165	50	ABC	27	3,9%	27	28	29	30	31	33	34	35	37	38	40
8	T_8127	45	ABC	60	3,9%	60	62	65	67	70	73	75	78	81	85	88
9	T_4229	75	ABC	140	3,9%	140	145	151	157	163	170	176	183	190	198	205
10	T_2695	45	ABC	64	3,9%	64	66	69	72	75	77	81	84	87	90	94
11	T_5291	25	C	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	T_131	50	ABC	55	3,9%	55	57	59	62	64	67	69	72	75	78	81
13	T_5288	25	B	8	3,9%	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12
14	T_7809	30	ABC	41	3,9%	41	43	44	46	48	50	52	54	56	58	60
15	T_8377	45	ABC	49	3,9%	49	51	53	55	57	59	62	64	67	69	72

**FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES**

El Grafico 12 indica el crecimiento de los usuarios residenciales a nivel del alimentador 52C8L4, con una base inicial de 3785 usuarios en el año 2014 y llegando a la proyección del año 2024 con un total de 5553 usuarios, se detalla que se incrementan 1768 usuarios distribuidos en todos los años presentes en la proyección.

GRÁFICO 12 PROYECCIÓN USUARIOS RESIDENCIALES



ELABORADO POR: POSTULANTES

COMERCIALES

El sector comercial presenta una tendencia creciente del 3.5 %, alcanzando un total de 489 usuarios en el horizonte de estudio. El ANEXO 16 detalla los usuarios comerciales hacia el 2022.

La Tabla 13 muestra el porcentaje de crecimiento de los usuarios comerciales en el alimentado aplicando el porcentaje que estipula el PME 2013-2022.

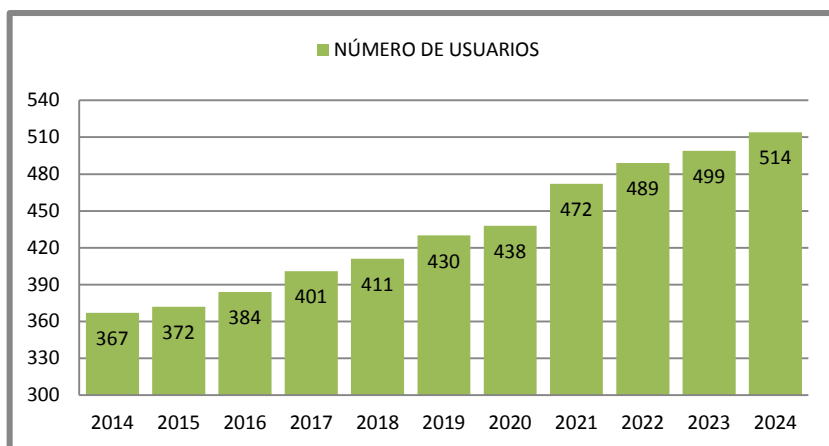
**TABLA 13 PROYECCIÓN DE USUARIOS COMERCIALES
(3,5 % PME 2013-2022)**

#	# TRAF0	FASE	CAP. NOMINAL	# CLIENTES	COMERCIAL	INCREMENTO DE USUARIOS										
						AÑO										
						2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	25	C	39	3,5%	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8
2	T_8378	50	ABC	75	3,5%	15	16	16	17	17	18	18	19	20	20	21
3	T_5919	50	ABC	49	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	T_5928	60	ABC	44	3,5%	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8
5	T_5916	50	ABC	46	3,5%	36	37	39	40	41	43	44	46	47	49	51
6	T_6855	25	B	47	3,5%	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	13
7	T_7165	50	ABC	27	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	T_8127	45	ABC	60	3,5%	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11
9	T_4229	75	ABC	140	3,5%	33	34	35	37	38	39	41	42	43	45	47
10	T_2695	45	ABC	64	3,5%	11	11	12	12	13	13	14	14	14	15	16
11	T_5291	25	C	1	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	T_131	50	ABC	55	3,5%	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11
13	T_5288	25	B	8	3,5%	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7
14	T_7809	30	ABC	41	3,5%	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17
15	T_8377	45	ABC	49	3,5%	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
16	T_139	37,5	C	31	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	T_140	75	ABC	41	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
18	T_141	30	ABC	9	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	T_142	60	ABC	63	3,5%	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
20	T_1061	60	ABC	65	3,5%	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4

**FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES**

El Gráfico 13 indica el crecimiento de los usuarios comerciales a nivel del alimentador 52C8L4, con una base inicial de 367 usuarios en el año 2014 y llegando a la proyección del año 2024 con un total de 514 usuarios presentes en el horizonte de estudio.

GRÁFICO 13 PROYECCIÓN DE USUARIOS COMERCIALES



ELABORADO POR: POSTULANTES

INDUSTRIALES

Como resultado de la proyección se estima un crecimiento promedio anual del 2.9%, alcanzando un total de 213 usuarios en el horizonte de estudio. La Tabla 14 especifica una muestra de 10 transformadores de la proyección por año del alimentador que corresponde a usuarios industriales, el porcentaje de crecimiento según el PME 2013-2022 es de 2.9%. El ANEXO 17 detalla los clientes industriales hacia el 2022.

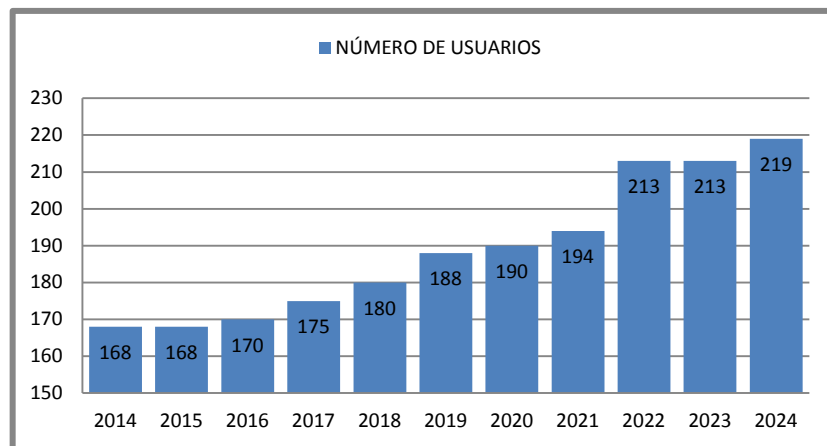
TABLA 14 PROYECCIÓN DE USUARIOS INDUSTRIAL (2,9 % PME 2013-2022)

#	# TRAF0	FASE	CAP. NOMINAL	# CLIENTES	INCREMENTO DE USUARIOS INDUSTRIAL	AÑO											
						2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
						1	T_103	25	C	39	2,9%	4	4	4	4	4	5
2	T_8378	50	ABC	75	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	T_5919	50	ABC	49	2,9%	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	
4	T_5928	60	ABC	44	2,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5	T_5916	50	ABC	46	2,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6	T_6855	25	B	47	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	T_7165	50	ABC	27	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	T_8127	45	ABC	60	2,9%	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	
9	T_4229	75	ABC	140	2,9%	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	
10	T_2695	45	ABC	64	2,9%	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

El Grafico 14 indica el crecimiento de los usuarios industriales a nivel del alimentador 52C8L4, con una base inicial de 168 usuarios en el año 2014 y llegando a la proyección del año 2024 con un total de 219 usuarios.

GRÁFICO 14 PROYECCIÓN DE USUARIOS INDUSTRIALES



ELABORADO POR: POSTULANTES

2.8.1.3 Proyección total de usuarios presentes en el alimentador

Para el desarrollo del estudio se procede a sumar todas las proyecciones por categorías para identificar el aumento de usuarios hasta el 2022, siendo base fundamental los usuarios residenciales para el estudio. Alcanzando un total de 5838 usuarios que estarán presentes en el Alimentador 52C8L4. El ANEXO 18 detalla el total de usuarios hacia el 2022.

La Tabla 15 especifica el total de usuarios por año que se encuentran en el alimentador; sumando la proyección de usuarios residenciales, comerciales e industriales para motivo del estudio.

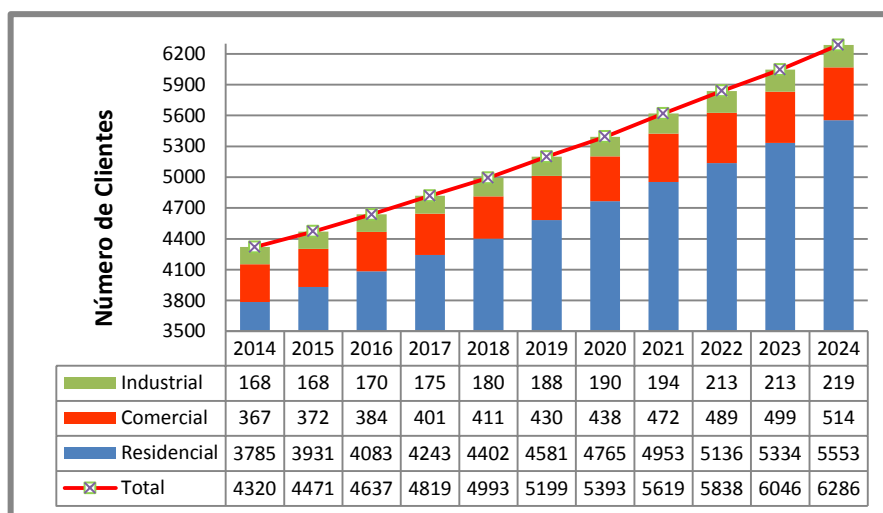
TABLA 15 PROYECCIÓN TOTAL DE USUARIOS (PME 2013-2022)

#	# TRAF0	FASE	CAP. NOMINAL	INCREMENTO TOTAL USUARIOS										
				AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
				2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	25	C	49	51	52	55	56	59	61	64	66	68	70
2	T_8378	50	ABC	90	94	97	101	104	109	112	117	122	126	131
3	T_5919	50	ABC	51	53	55	57	59	61	64	66	70	72	75
4	T_5928	60	ABC	51	53	54	57	59	61	63	67	69	71	74
5	T_5916	50	ABC	83	86	90	93	96	100	103	107	110	115	119
6	T_6855	25	B	56	58	61	63	65	68	70	72	76	78	82
7	T_7165	50	ABC	28	29	30	31	32	34	35	36	38	39	41
8	T_8127	45	ABC	73	75	79	81	85	89	91	94	98	102	106
9	T_4229	75	ABC	188	194	202	210	218	226	235	243	252	262	272
10	T_2695	45	ABC	77	79	83	86	90	92	97	100	104	108	113
11	T_5291	25	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	T_131	50	ABC	65	67	70	73	75	79	81	84	89	92	95
13	T_5288	25	B	13	13	14	15	15	16	16	16	18	18	19
14	T_7809	30	ABC	59	61	63	66	69	71	74	76	80	82	85
15	T_8377	45	ABC	54	56	58	60	63	65	68	70	73	75	79

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

El Gráfico 15 indica el crecimiento total de los usuarios residenciales, comerciales e industriales que existirán en el alimentador, además se detalla un total de 4320 usuarios conectados a la red en el año 2014 y con un crecimiento total de 6286 usuarios hasta el año 2024.

GRÁFICO 15 PROYECCIÓN TOTAL DE USUARIOS



ELABORADO POR: POSTULANTES

2.8.2 Distribución de cocinas de inducción

El plan de migración de consumo de GLP a electricidad iniciará el 2015, es por ello que la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A, deberá preparar su infraestructura para poder suministrar el servicio con este incremento de carga y con la confiabilidad de servicio que se requiere. La distribución total de cocinas se detalla en el ANEXO 19.

La Tabla 16 indica el porcentaje de incorporación de cocinas de inducción por año, siendo los años 2015 y 2016 que presentan mayor incidencia con un porcentaje de 78% de la distribución total de cocinas de inducción hasta el año 2022.

TABLA 16 DISTRIBUCIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN EN ELEPCO S.A

INCORPORACIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN POR AÑO								
PORCENTAJE	25,95%	52,64%	1,80%	4,76%	5,02%	5,03%	1,94%	1,86%
AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
TOTAL	28583	86566	88549	93790	99322	104863	106999	109043

ELABORADO POR: POSTULANTES
FUENTE: PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013-2022

La Tabla 17 muestra el porcentaje de distribución por año de la cocinas de inducción haciendo referencia en el año 2016 que es el año que representa el mayor índice de inclusión de cocinas.

TABLA 17 DISTRIBUCIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 (PME 2013-2022)

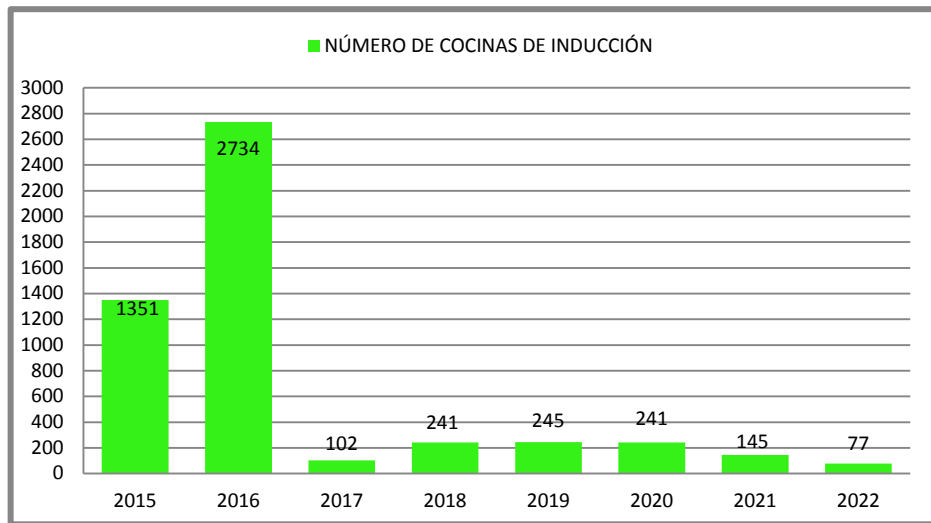
#	# TRAFO	FASE	CAP. NOMINAL	TOT. USUARIOS 2022	25,95%	52,64%	1,80%	4,76%	5,02%	5,03%	1,94%	1,86%
					2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
COCINAS A DISTRIBUIR												
1	T_103	25	C	53	14	28	1	3	3	3	1	0
2	T_8378	50	ABC	102	27	54	2	5	5	5	2	2
3	T_5919	50	ABC	67	18	36	1	3	3	3	2	1
4	T_5928	60	ABC	60	16	32	1	3	3	3	1	1
5	T_5916	50	ABC	62	16	33	1	3	3	3	2	1
6	T_6855	25	B	64	17	34	1	3	3	3	2	1
7	T_7165	50	ABC	37	10	20	1	2	1	1	1	1
8	T_8127	45	ABC	81	21	43	1	4	4	4	2	2
9	T_4229	75	ABC	190	50	101	3	9	10	10	4	3
10	T_2695	45	ABC	87	23	46	2	4	4	4	2	2
11	T_5291	25	C	1	0	1	0	0	0	0	0	0
12	T_131	50	ABC	75	20	40	1	4	4	4	1	1
13	T_5288	25	B	11	3	6	0	1	1	0	0	0
14	T_7809	30	ABC	56	15	30	1	3	3	3	1	0
15	T_8377	45	ABC	67	18	36	1	3	3	3	2	1
16	T_139	37,5	C	42	11	22	1	2	2	2	1	1
17	T_140	75	ABC	56	15	30	1	3	3	3	1	0
18	T_141	30	ABC	12	3	6	0	1	1	1	0	0
19	T_142	60	ABC	86	23	46	2	4	4	4	2	1
20	T_1061	60	ABC	88	23	47	2	4	4	4	2	2

**FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES**

Las empresas distribuidoras deberían realizar estudios de cargabilidad de los elementos que intervienen en la cadena de suministro del servicio eléctrico, mediante herramientas de análisis técnico.

En el Gráfico 16 se observa un plan agresivo de implementación de cocinas de inducción en los años 2015-2016 equivalente al 25,95% y 52,64% respectivamente, en estos años se presentarán mayores inconvenientes de cargabilidad en los transformadores de distribución del alimentador 52C8L4.

GRÁFICO 16 INCORPORACIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL ALIMENTADOR SEGÚN EL PME 2013-2022



ELABORADO POR: POSTULANTES

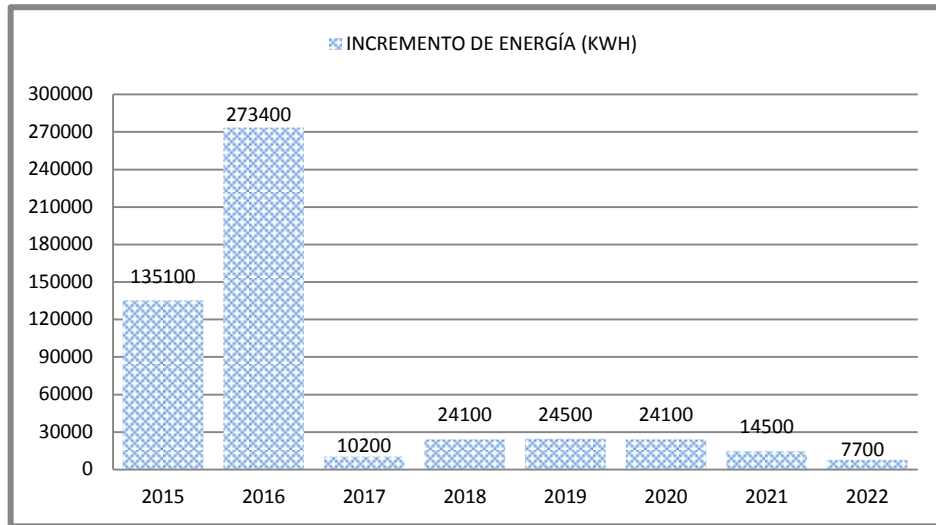
2.8.3 Consumo de energía por cocina de inducción

“Durante los años 2009, 2010 y 2011, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable firmó varios convenios de cooperación con la Empresa Eléctrica Norte, para realizar la evaluación del comportamiento de la red de distribución eléctrica antes y después de la incorporación de cocinas de inducción y definir los presupuestos de inversión es para la implementación.”

Para encontrar el incremento de energía por cocinas de inducción a cada usuario residencial se utilizó la ecuación 2, este incremento de energía será subsidiado hasta el año 2018 debido a que facturará a solo 0,04 centavos por Kwh.

El Gráfico 17 detalla el incremento de energía anual desde el año 2014 hasta el año 2022 en el alimentador 52C8L4, haciendo referencia al PME 2013-2022 que menciona el consumo de 100 Kwh por usuario residencial.

GRÁFICO 17 PROYECCIÓN DE ENERGÍA CON LOS (100 KWH) SEGÚN EL PME 2013-2022



ELABORADO POR: POSTULANTES

2.8.4 Proyección de la energía por tipo de cliente

2.8.4.1 Proyección de la energía de usuarios residenciales con cocinas de inducción

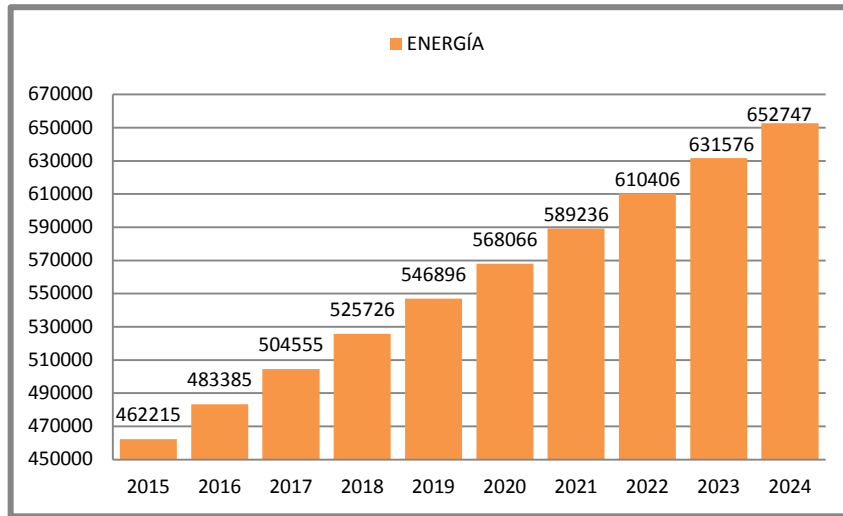
Para obtener la proyección de energía de usuarios residenciales se realiza:

Según el PME 2013-2022, donde estima que la energía facturada, tendrá una tasa de crecimiento promedio anual del 4,8% en el período 2013 – 2024. En el ANEXO 20 se especifica la proyección de la demanda en clientes residenciales.

Con la ecuación 1 se realizó la proyección por año de la demanda de clientes residenciales siendo el resultado del Consumo de Energía de los Usuarios por la Tasa de Crecimiento especificada en el (PME 2013-2022).

En el Gráfico 18, se muestra el crecimiento que tendrá el alimentador con la proyección de la demanda en clientes residenciales.

GRÁFICO 18 PROYECCIÓN DE ENERGÍA CLIENTES RESIDENCIALES (Kwh)



ELABORADO POR: POSTULANTES

Para obtener la proyección de energía de usuarios residenciales con cocinas de inducción se emplea la ecuación 3, que se obtiene mediante la sumatoria de la proyección de energía de usuarios residenciales más la energía de cocinas de inducción. La Tabla 18 muestra el incremento de energía por año de los usuarios residenciales en base a la proyección de energía con el 4.8% (PME 2013-2022) y los 100 kWh por cocinas de inducción.

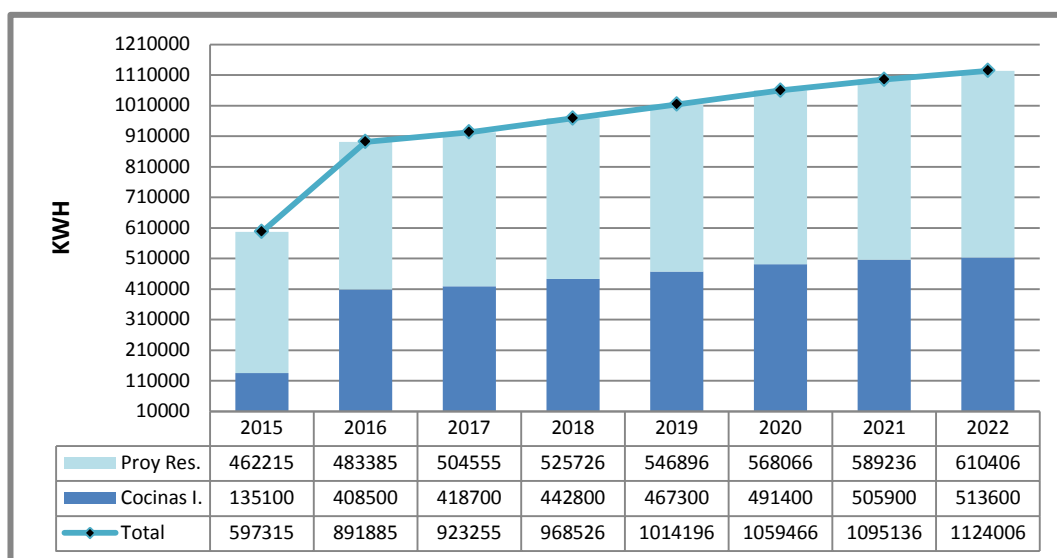
TABLA 18 PROYECCIÓN DE ENERGÍA EN CLIENTES RESIDENCIALES (Kwh)

#	# TRAF0	PROYECCIÓN DE ENERGÍA RESIDENCIAL+ INCREMENTO DE ENERGÍA DE COCINAS DE INDUCCIÓN (Kwh)								
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	T_103	5028	5655	8650	8945	9440	9934	10429	10724	10919
2	T_8378	13377	12104	17934	18565	19496	20427	21357	21988	22619
3	T_5919	9391	10399	14393	14887	15580	16274	16968	17562	18056
4	T_5928	6866	6870	10312	10653	11195	11736	12277	12619	12960
5	T_5916	12480	8655	12278	12701	13325	13948	14571	15094	15517
6	T_6855	11617	7948	11634	12021	12607	13193	13779	14265	14651
7	T_7165	2123	3169	5269	5468	5767	5967	6166	6366	6565
8	T_8127	8203	9522	14162	14602	15342	16082	16822	17362	17901
9	T_4229	27396	23511	34459	35606	37354	39202	41050	42298	43446
10	T_2695	11067	9078	13989	14499	15210	15920	16631	17141	17652

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

El Gráfico 19 presenta la demanda total por año que requiere el alimentador 52C8L4, por cada año de incorporación.

GRÁFICO 19 PROYECCIÓN DE ENERGÍA RESIDENCIAL CON COCINAS DE INDUCCIÓN (Kwh)



ELABORADO POR: POSTULANTES

2.8.4.2 *Proyección de la demanda en usuarios comerciales*

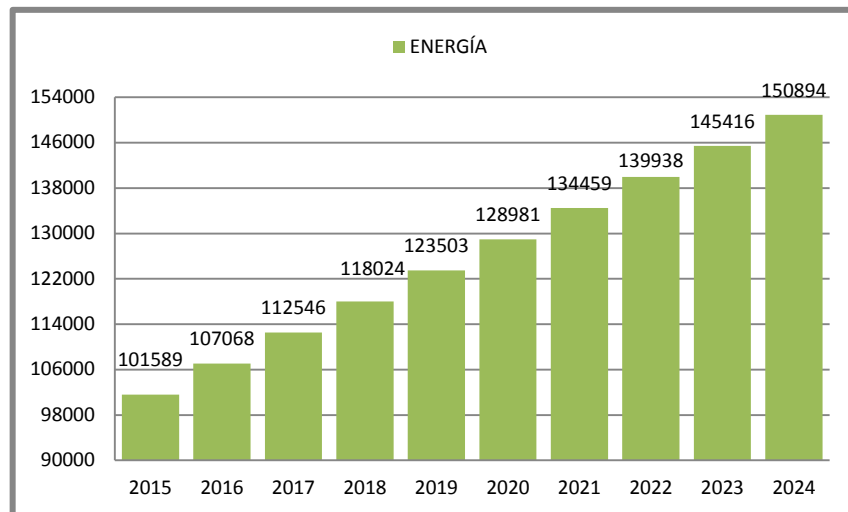
El PME 2013-2022 manifiesta que, la energía facturada del sector comercial presenta en general una tendencia creciente a lo largo del período histórico con tasas de crecimiento desde el 2004 de alrededor del 7,5% a excepción del 2007 (4,3%) que refleja la desaceleración registrada en la economía nacional.

El crecimiento promedio histórico 2001 - 2012 fue del 7,3% y del 7,5% en el período 2008 - 2012. Como resultado de la proyección se estima un crecimiento promedio anual 2013 - 2022 del 5,7%, en el horizonte de estudio. En el ANEXO 21 se especifica la proyección de la demanda de usuarios comerciales.

Con la ecuación 1 se realizó la proyección por año de la demanda de usuarios comerciales con la Tasa de Crecimiento que especifica el (PME 2013-2022).

El Gráfico 20 muestra el crecimiento que tendrá el alimentador con la proyección de la demanda de los usuarios comerciales.

GRÁFICO 20 PROYECCIÓN DE ENERGÍA CLIENTE COMERCIAL (Kwh)



ELABORADO POR: POSTULANTES

2.8.4.3 Proyección de la demanda en usuarios industriales

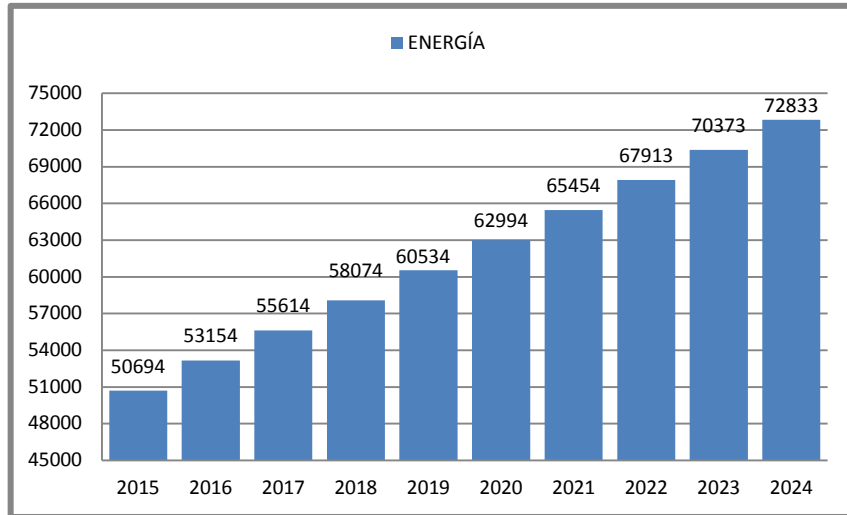
El PME 2013-2022 manifiesta que, la energía facturada del sector industrial presenta una tendencia creciente a lo largo del período histórico con tasas de crecimiento variables que van desde una caída en el 2001 (-2,9%) a un incremento del 6,2% en el 2012.

El crecimiento promedio histórico 2001 - 2012 fue del 6,8% y del 8,4% en el período 2008 - 2012. Como resultado de la proyección se estima un crecimiento promedio anual 2013 - 2022 del 5,1% en el horizonte del estudio. En el ANEXO 22 se especifica la proyección de la demanda de clientes industriales.

Con la ecuación 1 se cumplió la proyección por año de la demanda de usuarios industriales con la Tasa de Crecimiento que especifica el (PME 2013-2022).

El Gráfico 21, muestra el crecimiento que tendrá el alimentador con la proyección de la demanda en clientes industriales.

GRÁFICO 21 PROYECCIÓN DE ENERGÍA CLIENTE INDUSTRIAL (Kwh)



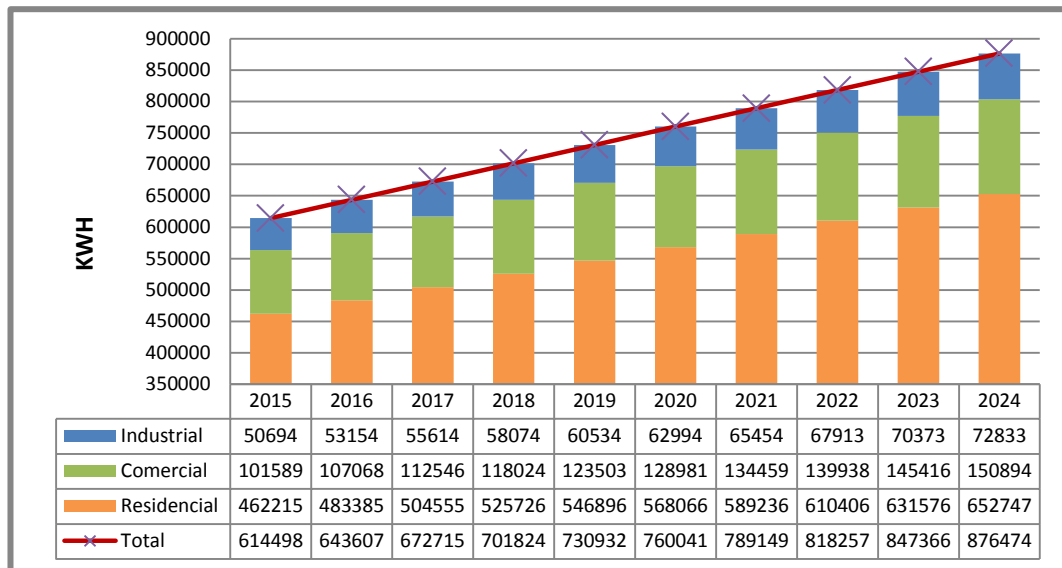
ELABORADO POR: POSTULANTES

2.8.4.4 Proyección de demanda total en el Alimentador 52C8L4 año 2022

La proyección de la demanda total (usuarios y energía) se la obtuvo como resultado de la sumatoria de las proyecciones de demanda de las distintas categorías: residencial, comercial e industrial y con ello se obtiene el incremento de la demanda en el alimentador 52C8L4. En el ANEXO 23 se muestra el incremento total de demanda requerida hasta el año 2022.

El Gráfico 22, especifica la proyección de la demanda total por categoría de usuarios residenciales, comerciales e industriales, teniendo en el año 2015 un consumo total de 614498 kWh y llegando hasta el año 2024 con un incremento total de energía de 876474 kWh obteniendo el resultado de la proyección de la demanda para cubrir durante los años que se requieren energía.

GRÁFICO 22 PROYECCIÓN TOTAL DE ENERGÍA POR TIPO DE CLIENTE (Kwh) SIN COCINAS DE INDUCCIÓN



ELABORADO POR: POSTULANTES

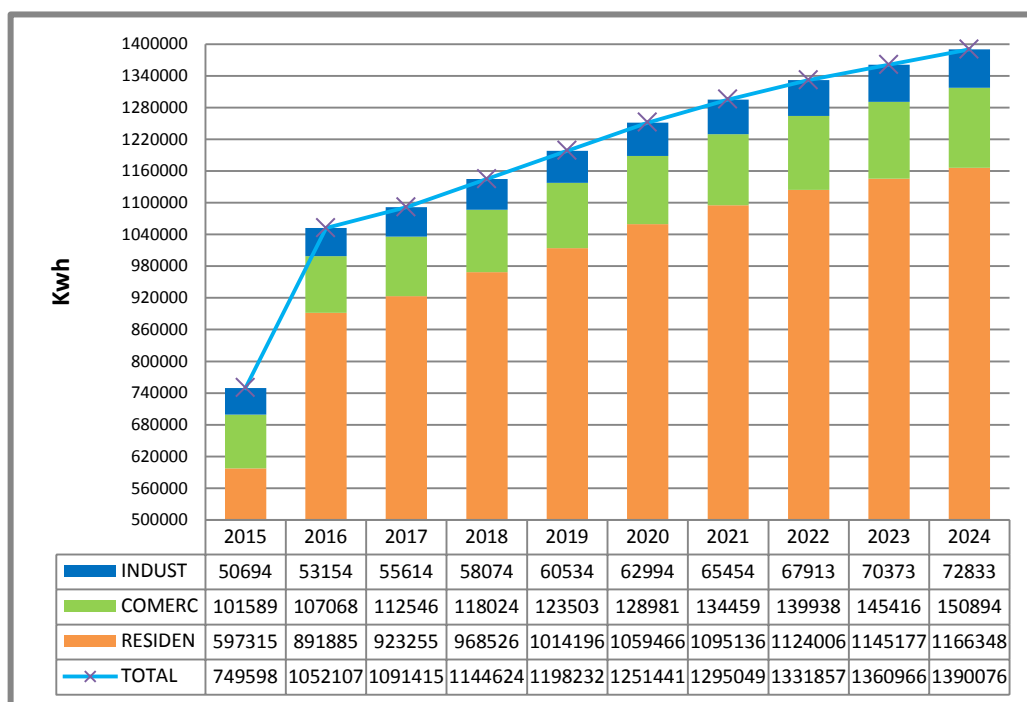
2.8.5 Demanda total requerida en el alimentador hasta el año 2024

La proyección de demanda total del alimentador 52C8L4 se obtuvo al agregar las proyecciones de demanda de usuarios residenciales, comerciales e industriales, teniendo en consideración que hasta el año 2022 ingresan las cocinas de inducción, a partir del año 2023 se lleva a cabo la proyección de la demanda sin cocinas de inducción teniendo solo proyección de demandas en las categorías de usuarios existentes.

En la ecuación 3 presenta la sumatoria total de demanda de clientes residenciales que necesita el alimentador, hasta el año 2022 que es el tope para incorporar cocinas a nivel del país, cabe recalcar que la proyección de demanda por categoría de clientes está realizada hasta el año 2024. Por motivo de diseño se debe realizar la proyección de demanda para 10 años.

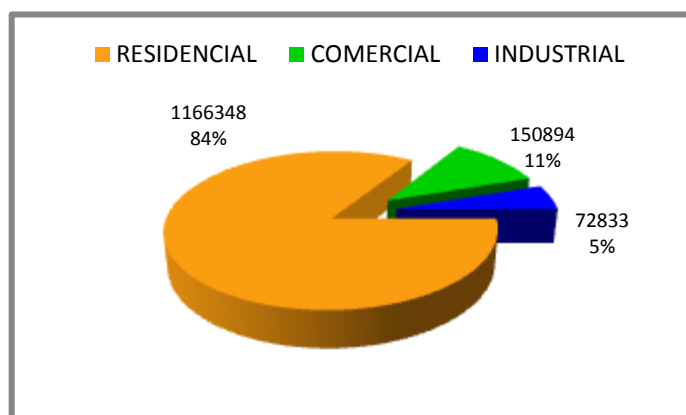
El Gráfico 23, presenta el resumen de la demanda total proyectada hasta el año 2024, incluidos los dos aspectos que se hace referencia para el cálculo total. En el ANEXO 24 se detalla la demanda total proyectada de los años 2023-2024.

GRÁFICO 23 PROYECCIÓN DE ENERGÍA HASTA EL AÑO 2024 CON COCINAS DE INDUCCIÓN



ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 24 PORCENTAJE DE ENERGÍA POR TIPO DE CLIENTE HASTA EL AÑO 2024



ELABORADO POR: POSTULANTES

El Gráfico 24 presenta el porcentaje de energía por tipo de usuario de acuerdo a la proyección hasta el año 2024, donde el 84% pertenece a los usuarios residenciales con 1166348 Kwh, mientras que en los usuarios comerciales el consumo de energía será 150894 Kwh con el 11% y por último los usuarios industriales consumirán 72823Kwh equivalente al 5% en el alimentador 52C8L4

2.8.6 Potencia total requerida en el Alimentador 52C8L4

2.8.6.1 Potencia requerida por transformador

Mediante las SIMULACIONES realizadas en el Software CYMDIST por cada año se detalla lo siguiente; Actualmente la potencia del alimentador es de 2578,5 kVA, en el año 2022 con la inclusión de las cocinas de inducción se proyecta una potencia de 5111,6 kVA, hasta el año 2024 que es la proyección total se cuenta con una potencia 5341,1 kVA. Se refleja un aumento de potencia total de 2762,6 kVA durante los años de proyección. En el ANEXO 25 se detalla el porcentaje de cargabilidad y la capacidad que se requiere anualmente hasta el año 2024 en cada transformador.

La Tabla 19 se muestra la cargabilidad por año y los Kva que requiere cada transformador presente en el alimentador 52C8L4, en base a las simulaciones efectuadas.

TABLA 19 CARGABILIDAD POR AÑO DE ACUERDO A LOS REPORTES DEL SOFTWARE CYMDIST

CARGABILIDAD POR AÑO EN BASE A LOS REPORTES DEL SOFTWARE CYMDIST																										
PROYECCIÓN POR AÑO DE ESTUDIO					2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
#	# TRAFO	TIPO DE CLIENTE	CAP. NOMINAL	FASE	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)
1	T_103	RESID.	25	C	26	100,8	30	118,2	39	149,6	40	153,9	41	160,2	43	166,7	45	172,9	46	176,9	47	179,9	47	183	48	186,2
2	T_8378	RESID.	50	ABC	21	41,5	32	62	51	98,3	54	104	57	111,3	61	118,6	65	126	68	131,8	71	137,3	74	141,9	76	146,3
3	T_5919	RESID.	50	ABC	15	29,1	22	43,1	35	67,7	37	71,4	39	76,2	41	81	44	85,8	46	90	48	93,5	50	96,6	51	99,6
4	T_5928	RESID.	60	ABC	11	17,7	17	27,1	27	44	28	46,4	30	49,7	32	53	34	56,3	36	58,8	37	61,1	39	63,1	40	65
5	T_5916	RESID.	50	ABC	20	38,7	28	55,1	42	82	45	86,9	48	92,9	51	99	54	105	57	110,4	59	115,2	62	119,4	64	123,6
6	T_6855	RESID.	25	B	26	99,9	35	135,2	52	194,9	55	206,1	59	220,2	63	234,3	68	253,8	72	267	76	278,5	79	288,6	82	298,7
7	T_7165	RESID.	50	ABC	3	6,6	6	11,6	11	21,9	12	23,1	13	24,9	13	26,2	14	27,6	15	28,8	15	30	16	30,8	16	31,5
8	T_8127	RESID.	45	ABC	13	28,3	20	43,7	33	72,7	35	76,5	38	81,9	40	87,3	43	92,8	45	97,1	47	101,2	48	104,2	50	107,2
9	T_4229	RESID.	75	ABC	44	56,6	64	83,6	102	130,5	108	137,9	115	147,5	123	157,4	131	167,2	138	175,1	143	182,3	148	188,4	153	194,5
10	T_2695	RESID.	45	ABC	18	38,1	26	57,3	42	91,2	45	96,6	48	103,4	51	110,1	54	116,8	57	122,4	59	127,7	61	131,9	63	136
11	T_5291	RESID.	25	C	0	1	0	1	1	2,3	1	2,3	1	2,3	1	2,3	1	2,3	1	2,4	1	2,4	1	2,4	1	2,4
12	T_131	RESID.	50	ABC	18	34,5	26	50,8	40	78,9	43	83,3	46	89,2	49	95,2	52	101,1	54	105,6	57	109,9	59	113,5	60	117,2
13	T_5288	RESID.	25	B	3	11,2	4	15,9	6	24,7	7	25,9	7	28,1	8	30,4	8	32,3	9	33,6	9	34,7	9	35,9	9	37
14	T_7809	RESID.	30	ABC	20	65,9	29	93	43	136,1	45	144,3	48	154,4	52	164,4	55	174,5	58	182,8	60	190	62	197	65	203,9
15	T_8377	RESID.	45	ABC	13	28,1	20	42,5	32	68,4	33	72,2	36	77,1	38	82	40	86,9	42	91,2	44	94,8	45	97,8	47	100,8
16	T_139	RESID.	37,5	C	14	36,1	17	45,8	24	62,9	25	64,7	26	67,2	27	69,8	28	72,2	28	73,9	29	75,8	29	76,8	30	77,9
17	T_140	RESID.	75	ABC	6	8,1	10	13,5	19	24,4	20	25,6	21	27,5	22	29,4	24	31,3	25	32,6	26	33,6	26	34,5	27	35,4
18	T_141	RESID.	30	ABC	2	5,1	3	8,1	4	13,8	4	14,5	5	15,8	5	17,1	6	18,4	6	19,1	6	19,6	6	20,2	6	20,7
19	T_142	RESID.	60	ABC	18	29,4	27	43,9	43	69,5	45	73,6	48	78,6	51	83,6	55	88,6	57	92,8	59	96,3	61	99,4	63	102,5
20	T_1061	RESID.	60	ABC	40	64,4	55	89,4	80	127,8	85	135,8	91	145,1	97	154,4	103	163,7	108	171,9	113	179,7	118	186,6	122	193,5

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
 ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 20, detalla el resumen total de los parámetros que tiene el Alimentador hasta el año 2022, especificando la proyección de la demanda con el ingreso de cocinas de inducción.

**TABLA 20 RESUMEN DE DATOS TOTALES SOFTWARE CYMDIST
AÑO 2022**

Resumen total	AÑO 2014				AÑO 2015				AÑO 2022			
	kW	kVAR	kVA	FP(%)	kW	kVAR	kVA	FP(%)	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	2503,08	619,4	2578,58	97,07	3027,57	749,16	3118,88	97,07	4961,79	1228,63	5111,64	97,07
Generadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción total	2503,08	619,4	2578,58	97,07	3027,57	749,16	3118,88	97,07	4961,79	1228,63	5111,64	97,07
Carga leída (no regulada)	1407,25	537,68	1506,47	93,41	1917,42	623,78	2016,34	95,09	3764,89	835,01	3856,38	97,63
Carga utilizada (regulada)	1407,25	537,68	1506,47	93,41	1917,42	623,78	2016,34	95,09	3750,83	830,92	3841,76	97,63
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cargas totales	1407,25	537,68	1506,47	93,41	1917,42	623,78	2016,34	95,09	3750,83	830,92	3841,76	97,63
Capacitancia del cable	0	0,69	0,69	0	0	0,68	0,68	0	0	0,66	0,66	0
Capacitancia de la línea	0	11,21	11,21	0	0	11,13	11,13	0	0	10,86	10,86	0
Capacitancia shunt total	0	11,89	11,89	0	0	11,81	11,81	0	0	11,52	11,52	0
Pérdidas en las líneas	46,91	44,62	64,74	72,46	64,14	61,05	88,55	72,44	153,89	146,86	212,72	72,34
Pérdidas en los cables	0	0	0	95,43	0	0	0	95,43	0	0	0	95,43
Pérdidas en los transformadores	1048,92	48,98	1050,06	99,89	1046,01	76,14	1048,77	99,74	1057,07	262,36	1089,15	97,06
Pérdidas totales	1095,83	93,61	1099,82	99,64	1110,15	137,19	1118,59	99,25	1210,96	409,23	1278,24	94,74

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST

ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 21, detalla el resumen total de los parámetros que tiene el Alimentador 52C8L4 en el año 2024, mostrando el crecimiento de demanda en los próximos 10 años.

**TABLA 21 RESUMEN DE DATOS TOTALES SOFTWARE CYMDIST
AÑO 2024**

Resumen total	AÑO 2024			
	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	5184,54	1283,86	5341,14	97,07
Generadores	0	0	0	0
Producción total	5184,54	1283,86	5341,14	97,07
Carga leída (no regulada)	3972,52	847,17	4061,85	97,8
Carga utilizada (regulada)	3957,04	842,9	4045,81	97,81
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0
Motores	0	0	0	0
Cargas totales	3957,04	842,9	4045,81	97,81
Capacitancia del cable	0	0,66	0,66	0
Capacitancia de la línea	0	10,83	10,83	0
Capacitancia shunt total	0	11,49	11,49	0
Pérdidas en las líneas	166,51	158,89	230,16	72,35
Pérdidas en los cables	0	0	0	95,43
Pérdidas en los transformadores	1061	293,55	1100,86	96,38
Pérdidas totales	1227,51	452,44	1308,24	93,83

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES**

Se detalla que la sumatoria de potencias de cada transformador es igual a la Producción Total, mientras que la sumatoria de consumo de energía de los usuarios por carga concentrada es igual a cargas totales. Y para encontrar las pérdidas totales es la diferencia entre la producción total y las cargas totales.

La Tabla 22 detalla las condiciones anormales por fase en cada tramo que se encuentra con anomalías en el alimentador 52C8L4. Respecto a la proyección de demanda existente.

TABLA 22 TRAMOS AFECTADOS CON LAS SIMULACIONES

CONDICIONES ANORMALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN									
Condiciones anormales	Fase	Nombre del Tramo	%	Nombre del Tramo	%	Nombre del Tramo	%	Nombre del Tramo	%
		AÑO 2014			AÑO 2015		AÑO 2022		AÑO 2024
Sobrecarga	A	3133_MTA	129,74%	3133_MTA	177,95%	3133_MTA	347,26%	3133_MTA	375,94%
	B	3343_MTA	143,68%	3343_MTA	220,08%	3347_MTA	389,41%	3347_MTA	410,29%
	C	13104_MTA	227,58%	13104_MTA	244,90%	13104_MTA	342,46%	13104_MTA	359,93%
Baja tensión	A	13133_MTA	92,59%	13133_MTA	91,02%	13133_MTA	84,58%	13133_MTA	83,39%
	B	13343_MTA	92,10%	13343_MTA	89,39%	13347_MTA	83,06%	13347_MTA	82,19%
	C	13308_MTA	95,10%	12995_MTA	94,23%	12995_MTA	90,37%	12995_MTA	89,96%
Alta tensión	A	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%
	B	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%
	C	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 23 determina el costo de pérdidas por año es igual a los MWh año por 0,03 centavos de dólar, que existen en las líneas de distribución y transformadores.

TABLA 23 COSTOS DE PÉRDIDAS EN EL ALIMENTADOR

COSTO DE PERDIDAS EN TRANSFORMADORES Y LINEAS DE DISTRIBUCION												
PROYECCIÓN	AÑO 2014			AÑO 2015			AÑO 2022			AÑO 2024		
	kW	MWh año	USD año	kW	MWh año	USD año	kW	MWh año	USD año	kW	MWh año	USD año
Líneas	46,97	411,5	12,34	64,14	561,9	16,86	153,9	1348	40,44	166,5	1459	43,76
Cables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transformadores	1049	9187	275,6	1046	9163	274,9	1057	9260	277,8	1061	9294	278,8
Pérdidas totales	1096	9598	288	1110	9725	291,8	1211	10608	318,2	1228	10753	322,6

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES**

2.9 Operacionalización De Variables

TABLA 24 REPRESENTACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>• VARIABLE INDEPENDIENTE Analizar la demanda de consumo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comportamiento de la demanda ▪ Mediciones en bajo voltaje. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software Cymdist. ▪ Multímetro Fluke
<p>• VARIABLE DEPENDIENTE Diagnosticar la cargabilidad de los transformadores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reportes de los transformadores sobrecargados ▪ Límites de cargabilidad de los transformadores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculos ▪ Ficha técnica

FUENTE: POSTULANTES
RECOPIACIÓN: POSTULANTES

2.10 Verificación de la hipótesis

Con la hipótesis planteada en el presente proyecto, el análisis de demanda de consumo permitirá diagnosticar la cargabilidad de los transformadores.

Se logró determinar con el análisis de demanda, que el 25% de los transformadores de distribución presentes en el alimentador se encuentra sobrecargados hasta el año 2024, el 5% representa los transformadores de la simulación inicial, por lo que requieren mejorar su cargabilidad y distribución de energía. Con esto se verifica la hipótesis planteada siendo afirmativa la misma.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

“ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 SUBESTACIÓN EL CALVARIO “LATACUNGA SUR” DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A EN BASE AL TIPO DE USUARIO Y CONSUMO DE ENERGÍA”.

3.1 Presentación.

El alimentador Latacunga Sur forma parte de los 4 alimentadores primarios trifásicos a 13,8/7,9 Kv que conforman la Subestación el Calvario, perteneciente a la Parroquia Juan Montalvo del Cantón Latacunga, brindando el servicio de energía eléctrica a un total de 4397 usuarios de los cuales 3802 son netamente residenciales.

Para desarrollar el estudio de cargabilidad de los transformadores se realizó el siguiente proceso.

Para la recolección de consumos de energía de los tres meses del Software I Series se toma el postulado del MEER que emplea como variable de distribución la energía facturada promedio por lo menos de los 3 últimos meses, información que se llevará a cabo para realizar las simulaciones en el software CYMDIST.

Para el desarrollo de la proyección de energía en los transformadores se toma en consideración la inclusión de cocinas de inducción realizando las simulaciones en el software CYMDIST.

Para llevar a cabo este proceso se tomarán en cuenta los índices de cargabilidad que presentarán los transformadores en el alimentador por año, para obtener la cargabilidad necesaria en el efecto del estudio de la proyección de energía por motivo de la migración del GLP a energía.

3.2 Justificación de la Propuesta.

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, tiene como objetivo distribuir el servicio de energía de calidad, de acuerdo a la inclusión de Plan Maestro De ELECTRIFICACIÓN 2013-2022, donde especifica la migración del consumo de GLP a electricidad el que iniciará en el 2015, para ello las empresas eléctricas deberán preparar su infraestructura para poder suministrar el servicio de energía con este incremento de carga.

Las empresas distribuidoras se ven en la obligación de realizar un estudio de cargabilidad de los elementos de distribución que intervienen en el suministro del servicio eléctrico, por tal motivo esta investigación está orientada en definir la cargabilidad de los transformadores mediante una herramienta de análisis técnico como es el software CYMDIST.

El estudio de cargabilidad permitirá identificar la potencia requerida para satisfacer la demanda a proyectarse.

De acuerdo a los porcentajes de cargabilidad se postulará la potencia requerida por los transformadores sobrecargados, se buscará mejorar la calidad de servicio eléctrico a los usuarios conectados en su área de concesión.

3.3 Objetivos de la propuesta.

3.3.1 Objetivo general

Determinar los límites de cargabilidad en los transformadores de distribución del alimentador 52C8L4 de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A y postular las alternativas de cambio de capacidades en base al crecimiento energía y número de clientes.

3.3.2 Objetivos específicos

- Categorizar los transformadores por tipos de usuarios residencial, comercial e industrial, para determinar los límites de cargabilidad en base a la simulación inicial en el software CYMDIST.
- Definir los transformadores sobrecargados que requieren cambio de capacidades en base de la proyección de energía por año, teniendo en cuenta la inclusión de cocinas de inducción.
- Proponer alternativas de cambio de capacidades en los transformadores sobrecargados en base a la potencia obtenida hasta el año 2024.

3.4 Propuesta

“ANÁLISIS DE LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA DETERMINAR LA CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS HASTA EL AÑO 2024 EN EL ALIMENTADOR LATACUNGA SUR 52C8L4, CONSIDERANDO LA ENERGÍA DE COCINAS DE INDUCCIÓN QUE INGRESAN EN EL PERÍODO 2015-2022.”

3.5 Soluciones propuestas

3.5.1 Propuesta para el cambio de capacidades en los transformadores de distribución

Para abastecer la proyección de energía hasta el año 2024 en el alimentador 52C8L4, se requiere el cambio de capacidades en los transformadores que presentan sobrecarga en base al estudio y simulaciones realizadas en el Software CYMDIST.

La Tabla 25 detalla que existen 41 transformadores sobrecargados de un total de 145 transformadores existentes en el alimentador equivalente al 28,3%.

TABLA 25 TOTAL TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS POR AÑO

TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS POR AÑO		
AÑO	NÚMERO	PORCENTAJE
2014	8	5,5%
2015	6	4,1%
2016	12	8,3%
2017		
2018	2	1,4%
2019	4	2,8%
2020	2	1,4%
2021	3	2,1%
2022		
2023	2	1,4%
2024	2	1,4%
TOTAL	41	28,3%

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES

Mediante el cambio de capacidades se lograría alcanzar porcentajes de cargabilidad normal en el rango del 80% a 100%, soportando así el incremento de energía.

3.5.2 Transformadores sobrecargados por año y potencia requerida para satisfacer la demanda hasta el año 2024

3.5.2.1 Año 2014

Con la simulación realizada en el software Cymdist se encontró 8 transformadores sobrecargados con una potencia necesaria de 239 Kva para satisfacer la demanda actual, se deberá aumentar la capacidad en los equipos de transformación debido a que la potencia instalada es de 137,5 Kva.

La Tabla 26 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada, año en el que presenta la sobrecarga y el total de potencia necesaria de 454 Kva para cubrir la demanda hasta el año 2024.

TABLA 26 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2014

#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMI NAL	FASE	2014			2024		
						TOT USUA R.	(KVA)	CARGA (%)	TOT USUA R.	(KVA)	CARGA (%)
1	T_6612	120396	Calle El Gladiador y Pabellón Nacional	10	B	65	16	148,6	95	48	412,6
2	T_8279	114168	Av. Unidad Nacional y El Copal	25	C	46	49	187	66	77	287,8
3	T_5500	102616	Pillictapalan	15	C	42	24	152,7	60	46	286,5
4	T_1065	52926	Pillicloma	10	C	31	17	163,8	44	34	318,2
5	T_514	52703	Calle La Caoba y Los Canelos	37,5	C	44	56	144,8	65	90	229
6	T_127	52289	Calle Putzalahua vía a Culahuango	15	C	53	30	189,3	77	62	375,8
7	T_5868	52258	Calle Putzalahua vía a Culahuango	15	C	57	28	182,6	82	60	364,2
8	T_4232	52237	Calle Antonio de Ulloa (Sigsicalle Sur)	10	C	30	19	180,7	43	37	340,5
POTENCIA TOTAL				137,5		239			454		

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 27 muestra el costo unitario de cada transformador que requiere el cambio de capacidad en base a la demanda proyectada hasta el año 2024. La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi debe invertir 32.552 Usd para cubrir el gasto de la adquisición de los nuevos transformadores que reemplazarán a los que presentan sobrecarga.

TABLA 27 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2014

#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	POTEN. REQUER. 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2014						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_6612	120396	Calle El Gladiador y Pabellón Nacional	10	B	48	25	1688	25	1688			3376
2	T_8279	114168	Av. Unidad Nacional y El Copal	25	C	77	37,5	2156	37,5	2156			4312
3	T_5500	102616	Pillictapalan	15	C	46	25	1688	25	1688			3376
4	T_1065	52926	Pillicloma	10	C	34	15	1340	25	1688			3028
5	T_514	52703	Calle La Caoba y Los Canelos	37,5	C	90	37,5	2156	37,5	2156	25	1688	6000
6	T_127	52289	Calle Putzalahua vía a Culahuango	15	C	62	25	1688	25	1688	15	1340	4716
7	T_5868	52258	Calle Putzalahua vía a Culahuango	15	C	60	25	1688	25	1688	15	1340	4716
8	T_4232	52237	Calle Antonio de Ulloa (Sigsicalle Sur)	10	C	37	25	1688	15	1340			3028
PRECIO TOTAL (USD)												32552	

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 28 especifica el número de transformadores monofásicos que se necesitan adquirir con sus respectivas capacidades, precios unitarios por transformador y el costo total de la adquisición de los equipos.

TABLA 28 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2014

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2014				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
4	MONOFÁSICO	15	1340	5360
11	MONOFÁSICO	25	1688	18568
4	MONOFÁSICO	37,5	2156	8624
19	PRECIO TOTAL (USD)			32552

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

Para que el proyecto se ejecute y se cumpla con el cambio de transformadores, la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi requiere desarrollar estudios en bajo voltaje para reconfigurar el sistema eléctrico y con ello realizar el cambio de capacidades en los transformadores sobrecargados de acuerdo a la potencia establecida.

3.5.2.2 Año 2015

En este año se encuentran 6 transformadores sobrecargados con una potencia necesaria de 112 Kva para satisfacer la demanda, además se debe aumentar la capacidad en los equipos de transformación debido a que su potencia instalada es 70 Kva.

La Tabla 29 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada, año en el que presenta la sobrecarga y el total de potencia necesaria de 273 Kva para cubrir la demanda hasta el año 2024.

TABLA 29 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2015

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	2015			2024		
						TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)	TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)
1	T_6855	50594	Calle Arsenio Poultier y Av. Rumiñahui	25	B	58	37	141,4	82	90	327,2
2	T_6546	122882	Calle El Pabellón Nacional y El Restaurador	10	B	49	17	159,6	69	51	431,9
3	T_542	122853	Calle El Alumno y El Repentino	10	B	57	18	171,7	80	38	341,9
4	T_7845	116137	Av. Roosevelt y Primero de Abril	5	A	14	10	185,7	20	23	395
5	T_9211	129636	Calle Humbolt (Sigsicalle Sur)	10	C	21	14	135,7	29	24	226,7
6	T_7062	112802	Calle Isidro Labrador y Tomás de Berlanga	10	B	48	16	151,9	68	47	409,3
POTENCIA TOTAL				70		112			273		

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 30 muestra el costo unitario del transformador que requiere el cambio de capacidad en base a la demanda proyectada hasta el año 2024. La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi para cubrir el gasto de la adquisición de los nuevos transformadores debe invertir 18.808 Usd.

TABLA 30 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2015

#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMI NAL	FASE	POTEN. REQUER . 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2015						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_6855	50594	Calle Arsenio Poul tier y Av. Rumiñahui	25	B	90	37,5	2156	37,5	2156	15	1340	5652
2	T_6546	122882	Calle El Pabellón Nacional y El Restaurador	10	B	51	25	1688	25	1688			3376
3	T_542	122853	Calle El Alumno y El Repentino	10	B	38	25	1688	15	1340			3028
4	T_7845	116137	Av. Roosevelt y Primero de Abril	5	A	23	25	1688					1688
5	T_9211	129636	Calle Humbolt (Sigsicalle Sur)	10	C	24	25	1688					1688
6	T_7062	112802	Calle Isidro Labrador y Tomás de Berlanga	10	B	47	25	1688	25	1688			3376
PRECIO TOTAL (USD)													18808

**FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 31 especifica el número de transformadores que se necesita adquirir con sus respectivas capacidades.

TABLA 31 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2015

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2015				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
2	MONOFÁSICO	15	1340	2680
7	MONOFÁSICO	25	1688	11816
2	MONOFÁSICO	37,5	2156	4312
11	PRECIO TOTAL (USD)			18808

**FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES**

3.5.2.3 Año 2016

Este año presenta la mayor cantidad de transformadores sobrecargados con un total de 12, debido que es el porcentaje más alto de incorporación de cocinas de

inducción, es por ello que se ve la necesidad de aumentar la capacidad en los equipos de transformación.

La Tabla 32 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada, año en el que presenta el porcentaje de sobrecarga y el total de potencia necesaria de 763 Kva para soportar la demanda hasta el año 2024.

TABLA 32 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2016

#	# TRAFÓ	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	2016			2024		
						TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)	TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)
1	T_103	51878	Av. Roosevelt y Región Insular	25	C	52	41	160,3	70	52	
2	T_4229	145524	Av. Atahualpa y Cayambe	75	ABC	202	113	145,1	272	168	212,3
3	T_7809	156105	Av. Unidad Nacional y Gabriela Mistral	30	ABC	63	46	148,5	85	69	218,4
4	T_1061	52614	Calle Sixto Lamas y Angel Subia	60	ABC	73	86	138,3	99	130	205,6
5	T_5874	52537	Av. Quito y Catalina Rivera	25	A	57	34	131,9	78	50	190
6	T_6587	122829	Calle El Amigo del Pueblo y El Repentino	10	B	37	23	216,6	49	36	325
7	T_7886	105035	Calle Algarrobos y Los Ceibos	15	C	23	25	158,8	30	31	199,6
8	T_6934	112866	Av. Sociedad de San Francisco (Ashpacruz)	15	A	46	24	149,7	63	34	214,8
9	T_7202	52246	Sigsicalle Sur	15	C	35	27	172,7	48	34	214,2
10	T_9220	103509	Calle Humbolt (Sigsicalle Sur)	15	C	33	26	169,5	46	33	209,6
11	T_N-126	52232	Calle Euclides Salazar y Quilindaña	25	C	52	39	151,1	72	49	187,8
12	T_4228	112795	Calle Tomás de Berlanga y Las Iguanas	25	B	72	50	188,7	98	77	285
POTENCIA TOTAL				335		534			763		

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 33 muestra el costo unitario de cada transformador que requiere el cambio de capacidad en base a la demanda proyectada hasta el año 2024.

En este año se requiere invertir por parte de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi la cantidad de 48.044 Usd que cubrirán el gasto de la adquisición de los nuevos transformadores.

TABLA 33 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2016

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	POTEN. REQUER. 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2016						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_103	51878	Av. Roosevelt y Región Insular	25	C	52	25	1688	25	1688			3376
2	T_4229	145524	Av. Atahualpa y Cayambe	75	ABC	168	45	2800	30	2580			5380
3	T_7809	156105	Av. Unidad Nacional y Gabriela Mistral	30	ABC	69	45	2800	30	2580			5380
4	T_1061	52614	Calle Sixto Lamas y Angel Subia	60	ABC	130	45	2800	45	2800	45	2800	8400
5	T_5874	52537	Av. Quito y Catalina Rivera	25	A	50	25	1688	25	1688			3376
6	T_6587	122829	Calle El Amigo del Pueblo y El Repentino	10	B	36	25	1688	15	1340			3028
7	T_7886	105035	Calle Algarrobos y Los Ceibos	15	C	31	15	1340	15	1340			2680
8	T_6934	112866	Av. Sociedad de San Francisco (Ashpacruz)	15	A	34	25	1688	15	1340			3028
9	T_7202	52246	Sigsicalle Sur	15	C	34	25	1688	15	1340			3028
10	T_9220	103509	Calle Humbolt (Sigsicalle Sur)	15	C	33	15	1340	15	1340			2680
11	T_N-126	52232	Calle Euclides Salazar y Quilindaña	25	C	49	25	1688	25	1688			3376
12	T_4228	112795	Calle Tomás de Berlanga y Las Iguanas	25	B	77	37,5	2156	37,5	2156			4312
PRECIO TOTAL (USD)												48044	

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 34 especifica el número de transformadores a ser adquiridos con sus respectivas capacidades y precio unitario.

TABLA 34 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2016

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2016				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
7	MONOFÁSICO	15	1340	9380
9	MONOFÁSICO	25	1688	15192
2	MONOFÁSICO	37,5	2156	4312
2	TRIFÁSICO	30	2580	5160
5	TRIFÁSICO	45	2800	14000
25	PRECIO TOTAL (USD)			48044

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

3.5.2.4 Año 2017

Con la simulación efectuada en el software Cymdist se determina que en este año no existirán transformadores sobrecargados, en la Tabla 16 indica que existe el porcentaje menor de incorporación de cocinas de inducción con el 1,80%.

3.5.2.5 Año 2018

Se encuentran 2 transformadores sobrecargados ubicados en Manzanapamba y calle Combonianos y Madres Oblatas con una potencia necesaria de 21 Kva para satisfacer la demanda.

La Tabla 35 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada, año en el que presenta la sobrecarga y el total de potencia necesaria de 27 Kva para cubrir la demanda hasta el año 2024.

TABLA 35 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2018

#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMI NAL	FASE	2018			2024		
						TOT USUA R.	(KVA)	CARGA (%)	TOT USUA R.	(KVA)	CARGA (%)
1	T_7539	8856	Manzanapamba	10	A	32	14	137,6	41	18	171
2	T_7384	52796	Calle Combonianos y Madres Oblatas	5	A	11	7	131,8	15	9	166,7
POTENCIA TOTAL				15		21			27		

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 36 presenta el costo unitario de cada transformador que se requiere para el cambio de capacidad en base a la demanda proyectada hasta el año 2024. La inversión que debería realizar la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi es de 3.028 Usd.

TABLA 36 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2018

#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMI NAL	FASE	POTEN. REQUER . 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2018						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_7539	8856	Manzanapamba	10	A	18	25	1688					1688
2	T_7384	52796	Calle Combonianos y Madres Oblatas	5	A	9	15	1340					1340
PRECIO TOTAL (USD)												3028	

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 37 especifica el número de transformadores que se necesita adquirir con sus respectivas capacidades.

TABLA 37 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2018

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2018				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
1	MONOFÁSICO	15	1340	1340
1	MONOFÁSICO	25	1688	1688
2	PRECIO TOTAL (USD)			3028

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

3.5.2.6 Año 2019

En el presente año se encuentran 4 transformadores sobrecargados por lo que requiere una potencia de 168 Kva, para satisfacer la demanda de energía.

La Tabla 38 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada, año en el que presenta la sobrecarga y el total de potencia necesaria de 194 Kva para cubrir la demanda hasta el año 2024.

TABLA 38 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2019

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	2019			2024		
						TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)	TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)
1	T_8378	59961	Calle Curaray y Av. Rumiñahui	50	ABC	109	68	131,8	131	83	160,4
2	T_5292	52979	Pillictapalan	25	C	39	34	132,1	46	38	148,1
3	T_N15	52960	Pillictapalan	10	C	17	14	135,1	21	15	149,3
4	T_516	52694	Ciudadela El Bosque	37,5	C	56	52	134,3	69	58	151,1
POTENCIA TOTAL				122,5		168			194		

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 39 muestra el costo unitario de cada transformador que requiere el cambio de capacidad. La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi deberá invertir 13.812 Usd para adquisición de nuevos equipos de transformación.

TABLA 39 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2019

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	POTEN. REQUER. 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2019						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_8378	59961	Calle Curaray y Av. Rumiñahui	50	ABC	83	45	2800	45	2800			5600
2	T_5292	52979	Pillictapalan	25	C	38	25	1688	15	1340			3028
3	T_N15	52960	Pillictapalan	10	C	15	15	1340					1340
4	T_516	52694	Ciudadela El Bosque	37,5	C	58	37,5	2156	25	1688			3844
PRECIO TOTAL (USD)													13812

**FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 40 especifica el número de transformadores que se necesita adquirir con sus respectivas capacidades.

TABLA 40 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2019

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2019				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
2	MONOFÁSICO	15	1340	2680
2	MONOFÁSICO	25	1688	3376
1	MONOFÁSICO	37,5	2156	2156
2	TRIFÁSICO	45	2800	5600
7	PRECIO TOTAL (USD)			13812

**FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES**

3.5.2.7 Año 2020

Con el desarrollo de la simulación realizada se encuentran 2 transformadores sobrecargados con una potencia necesaria de 104 Kva.

La Tabla 41 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada, año en el que presenta la sobrecarga y el total de potencia necesaria de 120 Kva para cubrir la demanda hasta el año 2024.

TABLA 41 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2020

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	2020			2024		
						TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)	TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)
1	T_7722	10576	Av. Unidad Nacional y Emilio Sandoval	50	ABC	102	70	135,1	119	82	156,7
2	T_6844	52177	Calle Jose Villacreces y Ricardo Vásquez	25	C	33	34	132,8	40	38	145,8
POTENCIA TOTAL				75		104			120		

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 42 muestra la inversión que debería realizar la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi de 7.756 Usd, en base a la demanda proyectada hasta el año 2024.

TABLA 42 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2020

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	POTEN. REQUER. 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2020						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_7722	10576	Av. Unidad Nacional y Emilio Sandoval	50	ABC	82	45	2800	45	2800			5600
2	T_6844	52177	Calle Jose Villacreces y Ricardo Vásquez	25	C	38	37,5	2156					2156
PRECIO TOTAL (USD)												7756	

**FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 43 presenta el total de transformadores que se necesita adquirir con sus respectivas capacidades de acuerdo a las fases indicadas.

TABLA 43 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2020

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2020				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
1	MONOFÁSICO	37,5	2156	2156
2	TRIFÁSICO	45	2800	5600
3	PRECIO TOTAL (USD)			7756

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

3.5.2.8 Año 2021

Del resultado del reporte obtenido para este año en la simulación realizada muestra 3 transformadores sobrecargados con una potencia necesaria de 98 Kva para satisfacer la demanda.

La Tabla 44 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada, año en el que presenta la sobrecarga y el total de potencia necesaria de 108 Kva para cubrir la demanda hasta el año 2024.

TABLA 44 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2021

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	2021			2024		
						TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)	TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)
1	T_2695	52385	Emilio Sandoval y Av. Unidad Nacional	45	ABC	100	63	135,5	113	70	149,3
2	T_5002	102641	Diagonal a la Gasolinera el Triángulo	15	A	35	21	134	39	23	146,6
3	T_7344	102620	Niágara Sur	10	A	27	14	131,8	31	15	144,4
POTENCIA TOTAL				70		98			108		

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi tendría que considerar la inversión de 8.408 Usd para cubrir la adquisición de los nuevos transformadores, la Tabla 45 muestra el costo unitario por transformador.

TABLA 45 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2021

#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMI NAL	FASE	POTEN. REQUER . 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2021						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_2695	52385	Emilio Sandoval y Av. Unidad Nacional	45	ABC	70	45	2800	30	2580			5380
2	T_5002	102641	Diagonal a la Gasolinera el Triángulo	15	A	23	25	1688					1688
3	T_7344	102620	Niágara Sur	10	A	15	15	1340					1340
PRECIO TOTAL (USD)												8408	

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 46 especifica el número de transformadores monofásicos y trifásicos que se necesita adquirir con sus respectivas capacidades.

TABLA 46 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2021

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2021				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
1	MONOFÁSICO	15	1340	1340
1	MONOFÁSICO	25	1688	1688
1	TRIFÁSICO	30	2580	2580
1	TRIFÁSICO	45	2800	2800
4	PRECIO TOTAL (USD)			8408

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

3.5.2.9 Año 2022

Con el reporte de la simulación efectuada en el software Cymdist para este año se determina que no existirán transformadores sobrecargados, en la Tabla 16 se observa el porcentaje de incorporación de cocinas de inducción con el 1,86%.

3.5.2.10 Año 2023

De acuerdo al resultado del reporte obtenido en el software Cymdist en este año el alimentador tendrá 2 transformadores sobrecargados con una potencia necesaria de 75 kV para satisfacer la demanda que a partir de este año ya no presenta inclusión de cocinas de inducción.

La Tabla 47 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada, año en el que presenta la sobrecarga y el total de potencia necesaria de 76 Kva para cubrir la demanda hasta el año 2024.

TABLA 47 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2023

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	2023			2024		
						TOT USUARIA	(KVA)	CARGA (%)	TOT USUARIA	(KVA)	CARGA (%)
1	T_7808	105775	Av Unidad Nacional y Catalina Rivera	30	ABC	61	41	131,2	63	42	135,2
2	T_9532	123482	Av. Unidad Nacional entrada a la Colina	25	C	38	34	131,3	40	34	133,7
POTENCIA TOTAL				55		75			76		

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES**

Para cubrir la inversión de 4.956 Usd la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi deberá adquirir los transformadores detallados en la Tabla 48.

TABLA 48 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2023

#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMI NAL	FASE	POTEN. REQUER . 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2023						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_7808	105775	Av Unidad Nacional y Catalina Rivera	30	ABC	42	45	2800					2800
2	T_9532	123482	Av. Unidad Nacional entrada a la Colina	25	C	34	37,5	2156					2156
PRECIO TOTAL (USD)												4956	

**FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES**

La Tabla 49 especifica que se necesitará adquirir un transformador monofásico de 37.5 Kva y un transformador trifásico de 45 Kva.

TABLA 49 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2023

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2023				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
1	MONOFÁSICO	37,5	2156	2156
1	TRIFÁSICO	45	2800	2800
2	PRECIO TOTAL (USD)			4956

**FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES**

3.5.2.11 Año 2024

En este año se concluye la demanda proyectada para 10 años, con la simulación realizada en el software Cymdist se encuentran 2 transformadores sobrecargados con una potencia necesaria de 83 Kva.

La Tabla 50 especifica la ubicación del transformador, el número de poste, fase instalada y el total de potencia que se necesita para cubrir la demanda.

TABLA 50 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS 2024

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	2024		
						TOT USUAR.	(KVA)	CARGA (%)
1	T_5916	51974	Calle Quito y Marques de Maenza	50	ABC	119	69	132,9
2	T_4325	108185	Manzanapamba	10	A	27	14	131
POTENCIA TOTAL				60	83			

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 51 muestra hasta este año la inversión necesaria por parte de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi con un monto de 6.720 Usd para cubrir el gasto de la adquisición de los nuevos transformadores que reemplazarán a los que presentan sobrecarga.

TABLA 51 INVERSIÓN ECONÓMICA DE TRANSFORMADORES AÑO 2024

#	# TRAFO	# POSTE	UBICACIÓN	CAP. NOMINAL	FASE	POTEN. REQUER. 2024	TRANSFORMADORES A INSTALARSE AÑO 2024						PRECIO (USD)
							KVA	USD	KVA	USD	KVA	USD	
1	T_5916	51974	Calle Quito y Marques de Maenza	50	ABC	69	45	2800	30	2580			5380
2	T_4325	108185	Manzanapamba	10	A	14	15	1340					1340
PRECIO TOTAL (USD)												6720	

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tabla 52 especifica el número de transformadores que se necesita adquirir con sus respectivas capacidades.

TABLA 52 TOTAL TRANSFORMADORES REQUERIDOS AÑO 2024

INVERSIÓN EN TRANSFORMADORES AÑO 2024				
UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
1	MONOFÁSICO	15	1340	1340
1	TRIFÁSICO	30	2580	2580
1	TRIFÁSICO	45	2800	2800
3	PRECIO TOTAL (USD)			6720

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

3.6 Factibilidad Económica

3.6.1 Estudio Financiero

El estudio económico contemplan las gestiones financieras necesarias para determinar el valor de la inversión del proyecto y flujo de fondos previstos permitiendo una planificación del proyecto.

1) Inversión

La inversión para el presente proyecto está destinada para la adquisición de transformadores de distribución, misma que está conformada por aquellos bienes que van a ser adquiridos por la entidad auspiciante ELEPCO S.A, detallados por los rubros correspondientes.

TABLA 53 TABLA INVERSIÓN TOTAL USD

UNIDAD	FASE	KVA	PRECIO UNIT (USD)	TOTAL (USD)
18	MONOFÁSICO	15	1340	24120
31	MONOFÁSICO	25	1688	52328
11	MONOFÁSICO	37,5	2156	23716
4	TRIFÁSICO	30	2580	10320
12	TRIFÁSICO	45	2800	33600
76	PRECIO TOTAL (USD)			144084

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

Teniendo una inversión total de \$144.084

2) Flujo de caja

El flujo de caja es un estado financiero que mide los movimientos de efectivo, constituye las entradas y salidas de dinero, para el presente proyecto se realiza la proyección de ingresos hasta 9 años, con la tasa de crecimiento de energía proyectada en usuarios residenciales del 4,8%, comerciales el 5,7% e industriales el 5,1% y para los egresos corresponden al 2% de la inversión total del proyecto.

TABLA 54 TABLA FLUJOS DE CAJA

DETALLE	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
CONSUMO DE ENERGÍA (kWh)	476.608	494.658	519.114	543.762	568.312	587.360	604.909	618.860	632.810
COSTO PROMEDIO DE ENERGÍA (USD/kWh)	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093
TOTAL INGRESO	44.324,54	46.003,19	48.277,60	50.569,87	52.853,02	54.624,48	56.256,54	57.553,98	58.851,33
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	2.881,68	2.881,68	2.881,68	2.881,68	2.881,68	2.881,68	2.881,68	2.881,68	2.881,68
TOTAL FLUJO	41.442,86	43.121,51	45.395,92	47.688,19	49.971,34	51.742,80	53.374,86	54.672,30	55.969,65

FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: POSTULANTES

3) Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento o Tasa de Actualización (TMAR)

Es aquella tasa a la que debe retornar la inversión, esto implica que tasas de rendimiento menores a las pre-establecidas para el retorno de dicha inversión no podrán ser tomadas en cuenta, representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto.

Cálculo de la Tmar

$$TMAR = in+f+ (in*f)$$

Teniendo los siguientes datos obtenidos de la página web del Banco Central de Ecuador

Tmar=Tasa mínima aceptable de rendimiento

in=% inflación anual (mayo 2014-mayo 2015 4,55%)

f= % de riesgo país anual (junio 2015 8,24%)

$$TMAR= 4,55\%+8,24\%+(4,55\%*8,24\%)$$

$$TMAR=13,16\%$$

4) Evaluación financiera del proyecto

A través de la evaluación financiera y una vez determinado el flujo de fondos se procede a conocer y aplicar los diferentes métodos e indicadores para evaluar el proyecto

a) El Valor Presente Neto

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de flujos descontados a la inversión inicial. Para obtener el VAN se traslada los flujos de fondos al presente a través de la tasa de descuento. Para aceptar un proyecto el VAN tiene que ser mayor que cero.

$$\sum_{t=1}^n \frac{FNC_t}{(1+i)^t}$$

Dónde:

VPN: Valor presente neto

t: número de periodos

n: Tiempo en Años

FNC: Flujo Neto de Caja

i: tasa de descuento

TABLA 55 TABLA VAN

VALOR PRESENTE NETO PROYECTO										
RUBROS	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO DE CAJA		41.442,86	43.121,51	45.395,92	47.688,19	49.971,34	51.742,80	53.374,86	54.672,30	55.969,65
TASA DSCTO:		13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%
FLUJOS ACTUALIZADOS		36.623	33.675	31.328	29.083	26.931	24.643	22.464	20.334	18.396
INVERSION TOTAL	144.084,00									
VAN DEL PROYECTO	99.393,51									

ELABORADO POR: POSTULANTES

El van del proyecto es de 99393,51, siendo el proyecto viable.

b) Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento por la cual el valor presente neto es igual a cero; es decir es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{BNt}{(1+i)^t} - I_0 = 0$$

TIR: Tasa interna de retorno

t: número de periodos

n: Tiempo en Años

FNC: Flujo Neto de Caja

i: tasa de descuento

I₀: Inversión Total

TABLA 56 TABLA TIR

TASA INTERNA DE RETORNO										
RUBROS	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO DE CAJA		41.442,86	43.121,51	45.395,92	47.688,19	49.971,34	51.742,80	53.374,86	54.672,30	55.969,65
TASA DSCTO:		29,00%	29,00%	29,00%	29,00%	29,00%	29,00%	29,00%	29,00%	29,00%
FLUJOS ACTUALIZADOS		32.126	25.913	21.147	17.221	13.989	11.228	8.979	7.129	5.658
INVERSION TOTAL	144.084,00									
VAN	0									

ELABORADO POR: POSTULANTES

La Tasa Interna de Retorno del proyecto por la cual el Valor Actual Neto es 0 es de 29%, lo que nos indica que es rentable ya que es una tasa superior a la TMAR de 13,16%.

c) Relación Beneficio / Costo

Representa la rentabilidad que origina el proyecto por cada dólar invertido.

$$\frac{\sum_{t=0}^n \frac{FNC}{(1+i)^t}}{INVERSION}$$

Dónde:

t: número de periodos

n: Tiempo en Años

FNC: Flujo Neto de Caja

i: tasa de descuento

I: Inversión Total

TABLA 57 TABLA COSTO BENEFICIO

COSTO BENEFICIO										
RUBROS	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO DE CAJA		41.442,86	43.121,51	45.395,92	47.688,19	49.971,34	51.742,80	53.374,86	54.672,30	55.969,65
TASA DSCTO:		13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%
FLUJOS ACTUALIZADOS		36.623	33.675	31.328	29.083	26.931	24.643	22.464	20.334	18.396
INVERSION TOTAL	144.084,00	243.478								
TMAR DEL PROYECTO	1,69									

ELABORADO POR: POSTULANTES

En el proyecto se obtendrá una ganancia de \$0,69 por cada dólar de inversión.

3.6.2 Incremento de potencia en los transformadores de distribución

Luego de haber realizado las proyecciones necesarias, se indica las diferentes potencias para realizar los cambios en los transformadores sobrecargados y con ello brindar soluciones al alimentador, se postulan las potencias requeridas como se indican en la Tabla 58.

La Unidad del Centro de Información para Estudios Técnicos CIETEC de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, establece que un transformador de distribución se puede sobrecargar máximo 30% de su capacidad nominal permitiéndole funcionar adecuadamente.

Para expresar cambios de capacidades de transformadores como soluciones, se deja de manera postulada la potencia requerida por transformador sobrecargado, debido a que es necesario realizar estudios de repotenciación de redes secundarias.

Según el PROGRAMA DE REFORZAMIENTO DEL SISTEMA NACIONAL DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR (EC-L1136) “establece que, el programa de reforzamiento de la red de distribución secundaria contemplará intervenciones concretas para la remodelación de alimentadores, el cambio de acometidas, medidores y circuito interno en clientes residenciales, el reforzamiento de alimentadores primarios, el reforzamiento de subestaciones y el reforzamiento de líneas de Subtransmisión, todas éstos en líneas y circuitos existentes”.

TABLA 58 POTENCIA REQUERIDA (KVA) AÑO 2024 PARA ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

#	# TRAF0	# POSTE	UBICACIÓN	FASE	2014			2024		
					TOTAL USUARIOS	(KVA)	CARGA (%)	TOTAL USUARIOS	(KVA)	CARGA (%)
1	T_6612	120396	Calle El Gladiador y Pabellón Nacional	B	65	16	148,6	95	48	412,6
2	T_8279	114168	Av. Unidad Nacional y El Copal	C	46	49	187	66	77	287,8
3	T_5500	102616	Pillictapalan	C	42	24	152,7	60	46	286,5
4	T_1065	52926	Pillicloma	C	31	17	163,8	44	34	318,2
5	T_514	52703	Calle La Caoba y Los Canelos	C	44	56	144,8	65	90	229
6	T_127	52289	Calle Putzalahua vía a Culahuango	C	53	30	189,3	77	62	375,8
7	T_5868	52258	Calle Putzalahua vía a Culahuango	C	57	28	182,6	82	60	364,2
8	T_4232	52237	Calle Antonio de Ulloa (Sigsicalle Sur)	C	30	19	180,7	43	37	340,5
9	T_6855	50594	Calle Arsenio Poulitier y Av. Rumiñahui	B	56	26	99,9	82	90	327,2
10	T_6546	122882	Calle El Pabellón Nacional y El Restaurador	B	47	10	96,2	69	51	431,9
11	T_542	122853	Calle El Alumno y El Repentino	B	55	11	101,8	80	38	341,9
12	T_7845	116137	Av. Roosevelt y Primero de Abril	A	14	7	129,7	20	23	395
13	T_9211	129636	Calle Humboldt (Sigsicalle Sur)	C	20	11	108,9	29	24	226,7
14	T_7062	112802	Calle Isidro Labrador y Tomás de Berlanga	B	46	10	92	68	47	409,3
15	T_103	51878	Av. Roosevelt y Región Insular	C	49	26	100,8	70	52	199,4
16	T_4229	145524	Av. Atahualpa y Cayambe	ABC	188	44	56,6	272	168	212,3
17	T_7809	156105	Av. Unidad Nacional y Gabriela Mistral	ABC	59	20	65,9	85	69	218,4
18	T_1061	52614	Calle Sixto Lamas y Ángel Subía	ABC	68	40	64,4	99	130	205,6
19	T_5874	52537	Av. Quito y Catalina Rivera	A	53	12	46,4	78	50	190
20	T_6587	122829	Calle El Amigo del Pueblo y El Repentino	B	34	8	76,5	49	36	325

#	# TRAFIO	# POSTE	UBICACIÓN	FASE	2014			2024		
					TOT. USUAR	(KVA)	CARGA (%)	TOT. USUAR	(KVA)	CARGA (%)
21	T_7886	105035	Calle Algarrobos y Los Ceibos	C	21	17	112	30	31	199,6
22	T_6934	112866	Av. Sociedad de San Francisco (Ashpacruz)	A	43	7	47,5	63	34	214,8
23	T_7202	52246	Sigsicalle Sur	C	33	15	100	48	34	214,2
24	T_9220	103509	Calle Humboldt (Sigsicalle Sur)	C	31	14	93,2	46	33	209,6
25	T_N-126	52232	Calle Euclides Salazar y Quilindaña	C	49	22	85,1	72	49	187,8
26	T_4228	112795	Calle Tomás de Berlanga y Las Iguanas	B	67	19	74,5	98	77	285
27	T_7539	8856	Manzanapamba	A	28	3	29	41	18	171
28	T_7384	52796	Calle Combonianos y Madres Oblatas	A	10	2	42,7	15	9	166,7
29	T_8378	59961	Calle Curaray y Av. Rumiñahui	ABC	90	21	41,5	131	83	160,4
30	T_5292	52979	Pillictapalan	C	32	18	71,6	46	38	148,1
31	T_N15	52960	Pillictapalan	C	14	8	75,3	21	15	149,3
32	T_516	52694	Ciudadela El Bosque	C	47	29	76	69	58	151,1
33	T_7722	10576	Av. Unidad Nacional y Emilio Sandoval	ABC	82	23	45,1	119	82	156,7
34	T_6844	52177	Calle José Villa creces y Ricardo Vásquez	C	27	20	78,9	40	38	145,8
35	T_2695	52385	Emilio Sandoval y Av. Unidad Nacional	ABC	77	18	38,1	113	70	149,3
36	T_5002	102641	Diagonal a la Gasolinera el Triángulo	A	27	5	33,7	39	23	146,6
37	T_7344	102620	Niágara Sur	A	21	3	30	31	15	144,4
38	T_7808	105775	Av. Unidad Nacional y Catalina Rivera	ABC	44	12	38,8	63	42	135,2
39	T_9532	123482	Av. Unidad Nacional entrada a la Colina	C	28	19	72,9	40	34	133,7
40	T_5916	51974	Calle Quito y Marques de Maenza	ABC	83	20	38,7	119	69	132,9
41	T_4325	108185	Manzanapamba	A	19	3	27,9	27	14	131

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES

CONCLUSIONES

- Bajo el estudio planteado y el análisis realizado, se determinó que el 25% de los transformadores de distribución presentes en el alimentador se encontraran sobrecargados hasta el año 2024, además se estableció que el 5% de los transformadores actualmente están sobrecargados.
- Los sectores que presentan el mayor índice de cargabilidad en los transformadores son Niagara Mirador, Pillictapalan, Pillicloma, Culahuango, Sigsicalle Sur y la Ciudadela El Bosque, en su mayoría se encuentran ubicados en la zona rural del alimentador con una cargabilidad promedio de 169%.
- Se determinó que el consumo de energía se incrementará por la inclusión de cocinas de inducción en un 127% entre los años 2014 y 2022.
- Determinamos que el mayor número de transformadores sobrecargados se presentaron en el año 2016, con un total de 12 transformadores siendo el punto más crítico.
- La inversión que requiere implementar la Empresa Eléctrica en la adquisición de nuevos equipos de transformación tendrá una rentabilidad de \$ 0,69 por cada dólar de inversión.
- De las proyecciones de energía realizadas hasta el año 2024 se concluye que existirán 33 transformadores monofásicos y 8 transformadores trifásicos sobrecargados.
- El porcentaje de variación de potencia que existe entre las simulaciones en el software CYMDIST y las mediciones en horario pico que se efectuaron con el multímetro Fluke de acuerdo del 3% que.

RECOMENDACIONES

- Realizar cambios oportunos de acuerdo a la potencia requerida en los transformadores sobrecargados anualmente (tabla 25), y con estas capacidades establecidas ubicar los centros de transformación para que no se vean afectados con la sobrecarga a corto plazo.
- Implementar una base de datos histórica para realizar un seguimiento del tiempo de servicio que tiene cada transformador, para poder realizar una adecuada planificación en la sustitución de los transformadores que se encuentren por finalizar su vida útil.
- Se recomienda urgentemente realizar el cambio de la capacidad de los transformadores que presenten mayor índice de cargabilidad en el año 2014.
- En el alimentador es necesario realizar estudios integrales de remodelación de redes en los centros de transformación que se encuentran sobrecargados en bajo voltaje y reconfigurar sus circuitos secundarios para brindar un abastecimiento de energía de manera más eficiente, de acuerdo a la proyección total de demanda que se obtuvo.
- Realizar pruebas de rutina en aquellos transformadores que sean remplazados, con el objetivo que puedan ser reutilizados y por ende reducir el costo de inversión en equipos nuevos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

ARMÓNICOS.- son distorsiones de las ondas sinusoidales de tensión y corriente de los sistemas eléctricos, debido al uso de cargas con impedancia no lineal.

CYMDIST.- es una herramienta que nos permite el análisis de caída de tensión por fase, de flujo de carga, el cálculo de corrientes de cortocircuito, (flujos de falla y tensiones de falla), la coordinación de protecciones, el dimensionamiento y ubicación óptima de condensadores, el balance y distribución de cargas.

DIELÉCTRICO.- es un medio material en el cual puede existir un campo eléctrico en estado de reposo.

FACTOR DE POTENCIA.- Denominamos factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura.

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.- es la producción de una diferencia de potencia eléctrica (o voltaje) a lo largo de un conductor situado en un campo magnético cambiante. Es la causa fundamental del funcionamiento de los generadores, motores eléctricos y la mayoría de las demás máquinas eléctricas.

SISTEMA RADIAL.- Se caracteriza por la alimentación por uno solo de sus extremos transmitiendo la energía en forma radial a los receptores y el emisor

SIGLAS

#	≈	Número
CIETEC	≈	Unidad de Centro de Información para Estudios Técnicos.
CONELEC	≈	Consejo Nacional de Electricidad.
CosΦ	≈	Factor de potencia.
DRCI	≈	Demanda Residenciales con Cocinas de Inducción.
DTR	≈	Demanda Total Residenciales.
DUC	≈	Demanda Usuarios Comerciales.
DUI	≈	Demanda Usuarios Industriales.
DUR	≈	Demanda Usuarios Residenciales.
ELEPCO	≈	Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi.
FERUM	≈	Programa De Energización Rural Y Electrificación Urbano-Marginal
FNC	≈	Flujo Neto de Caja.
Fp	≈	Factor de potencia.
GJ/kg	≈	Gigajoule/kilogramo.
GJ/M	≈	Gigajoule/megavatio-hora.
GLP	≈	Gas Licuado de Petróleo.
I	≈	Unidad de corriente (Amperio).
KV	≈	Unidad de voltaje (Kilovoltios).
KVA	≈	Unidad de Potencia (Kilo voltamperio).
KVAR	≈	Unidad de Potencia (Kilovoltio amperio reactivo).
kW	≈	Unidad de medida de Potencia (Kilovatio).
KWh	≈	Unidad de medida de energía (Kilovatio hora).
KWh/mes	≈	Unidad de medida de energía mes (Kilovatio hora mes).
MEER	≈	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
MVA	≈	Unidad de Potencia (Mega voltamperio).
MW	≈	Unidad de medida de potencia (Megavatio).
MWh	≈	Unidad de medida de energía (Megavatio hora).
P	≈	Potencia.

PME	≈	Plan Maestro de Electrificación.
S.A	≈	Sociedad Anónima.
S/E	≈	Subestación.
TDP	≈	Total de Demanda Proyectada 2015-2022.
TIR	≈	Tasa Interna de Retorno.
TMAR	≈	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento o Tasa de Actualización.
TTik	≈	Tiempo Total de Interrupción por KVA - horas.
USD	≈	Dólar de Estados Unidos
V	≈	Unidad de medida de voltaje (voltios).
VAN	≈	El Valor Presente Neto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía citada

- CASTAÑO, Samuel Ramirez. 2004. Redes de distribución de energía. Manizales : Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia, 2004. Vol. 3. 958-9322-86-7.
- CONELEC. 21 DE MAYO DE 2013. PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACION 2013-2022. Cuenca : MEER, 21 DE MAYO DE 2013. 009/13.
- HARPER, Gilberto Enriquez. 1980. Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia eléctrica. México : LIMUSA, 1980. Vol. 2. 968-18-0532-1.
- JESÚS, Fraile Mora. 2003. Maquinas Eléctricas. Madrid : Amelia Nieva, 2003. 84-481-3913-5.
- JOSE NIETO, Pedro Manzano, Jesús Urbina, Milagros Peña. Diciembre,2010. Sistema de supervisión de carga en transformadores de distribución para compañías de distribución eléctrica. Valencia, Venezuela : Revista Ingeniería UC, Diciembre,2010. Vol. 17, 03.
- MESA, José Luis Alcon. 2010. Estudio de la capacidad de carga segura en transformadores de potencia. MADRID : Universidad De Madrid Carlos III, 2010. 001.
- MORON, Juan Antonio Yebra. 2009. Sistemas Eléctricos de Distribución. Barcelona Bogotá Buenos Aires Caracas México : REVERTÉ, 2009. Vol. Primera. 978-607-7815-00-6.
- PANSINI, Anthony J. 1974. Transporte y distribución de la energía eléctrica. BUENOS AIRES / MEXICO : GLEM S.A, 1974. Vol. 1 Y 2.
- PÉREZ, Pedro Avelino. 2001. Transformadores de distribución. México D.F : Reverte, 2001. 968-6708-48-0.

- RENOVABLE, MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA. 2013.
Metodologia para determinar el impacto de la incorporacion masiva de cocinas de induccion sobre el sistema electrico de distribucion. Quito : s.n., 2013.

Bibliografía Consultada

- Programa de eficiencia energética para cocción por inducción y calentamiento de agua con electricidad en sustitución del gas licuado de petróleo en el sector residencial. MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE.
www.infinite.com.ec/MEER/CocinasResumen.pdf
- SISTEMAS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION Juan Antonio Yebra Morón. Barcelona 2009.
- Metodología para determinar el impacto de la incorporación masiva de cocinas de inducción sobre el sistema eléctrico de distribución. MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE.
www.ENERGÍA.gob.ec/2013/08/page/3/
- Estudio de incidencia del programa cocción eficiente en los sistemas de subtransmisión, alimentadores primarios, acometidas y medidores pertenecientes a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.
issuu.com/empresaelectricaambato/docs/revista_eeasa2014

ANEXOS

ANEXO 1 Diagrama Unifilar De La Empresa

ANEXO 1.1 Diagrama Unifilar De La Red Existente

ANEXO 2 Guía De Entrevista

ANEXO 3 Encuesta

ANEXO 4 Levantamiento Alimentador Latacunga Sur

ANEXO 5 Transformadores Convencionales Trifásico

ANEXO 6 Transformadores Convencionales Monofásicos

ANEXO 7 Transformadores Auto protegidos monofásicos

ANEXO 8 Transformadores Auto protegidos Trifásicos

ANEXO 9 Clientes Residenciales

ANEXO 10 Clientes Comerciales

ANEXO 11 Clientes Industriales

ANEXO 12 Reporte Inicial Software Cymdist

ANEXO 13 Transformadores Subutilizados

ANEXO 14 Clasificación De Clientes Residenciales

ANEXO 15 Proyección De Usuarios Residenciales

ANEXO 16 Proyección De Usuarios Comerciales

ANEXO 17 Proyección De Usuarios Industriales

ANEXO 18 Proyección Total Usuarios

ANEXO 19 Distribución De Cocinas De Inducción

ANEXO 20 Proyección De La Energía Residenciales

ANEXO 21 Proyección De La Demanda Comerciales

ANEXO 22 Proyección De La Demanda Industriales

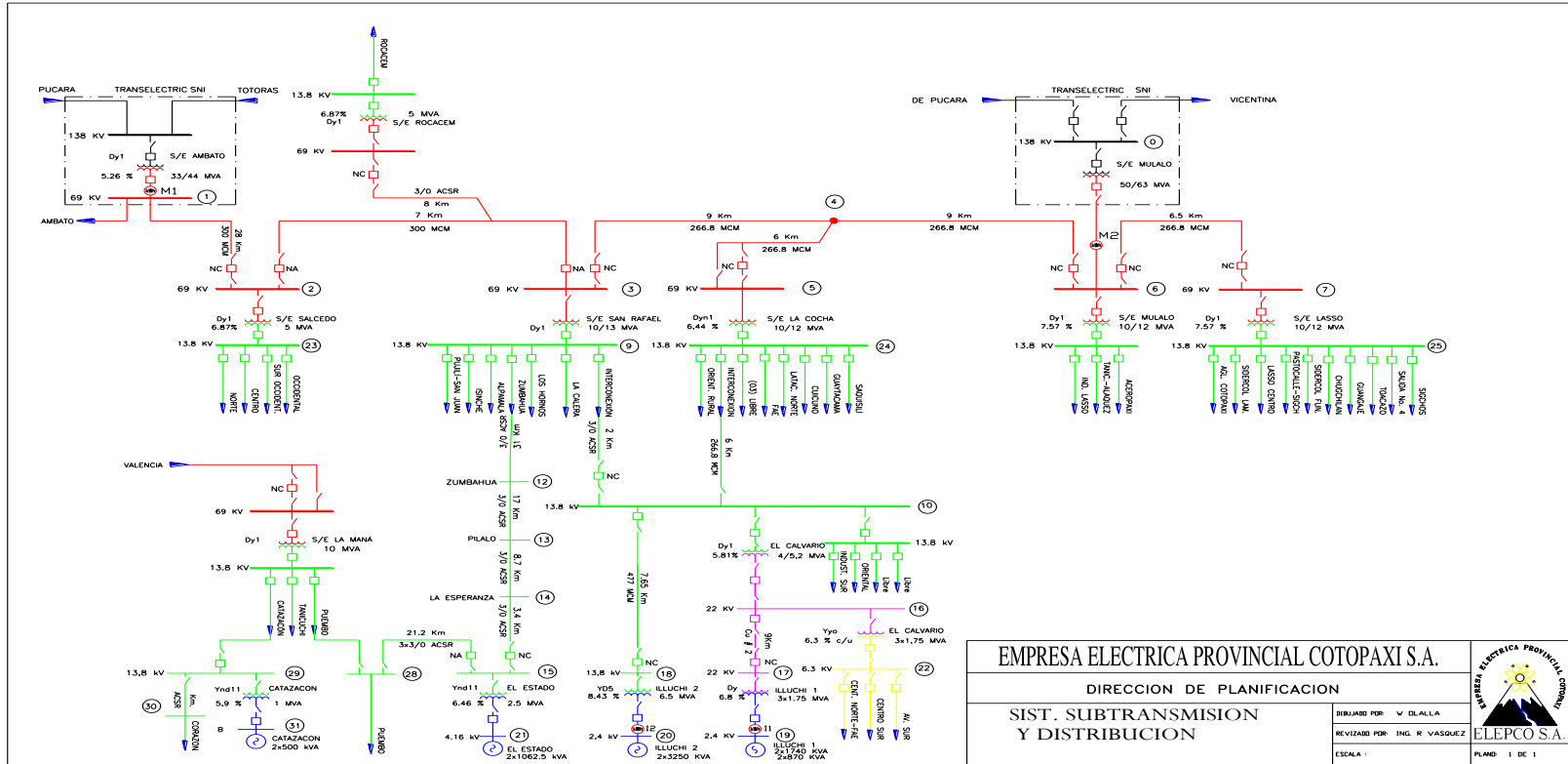
ANEXO 23 Proyección de Demanda Total Del Alimentador 52C8L4

ANEXO 24 Demanda Total Requerida por el Alimentador

ANEXO 25 Porcentaje De Variación De Potencia

ANEXOS CAPITULO I

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

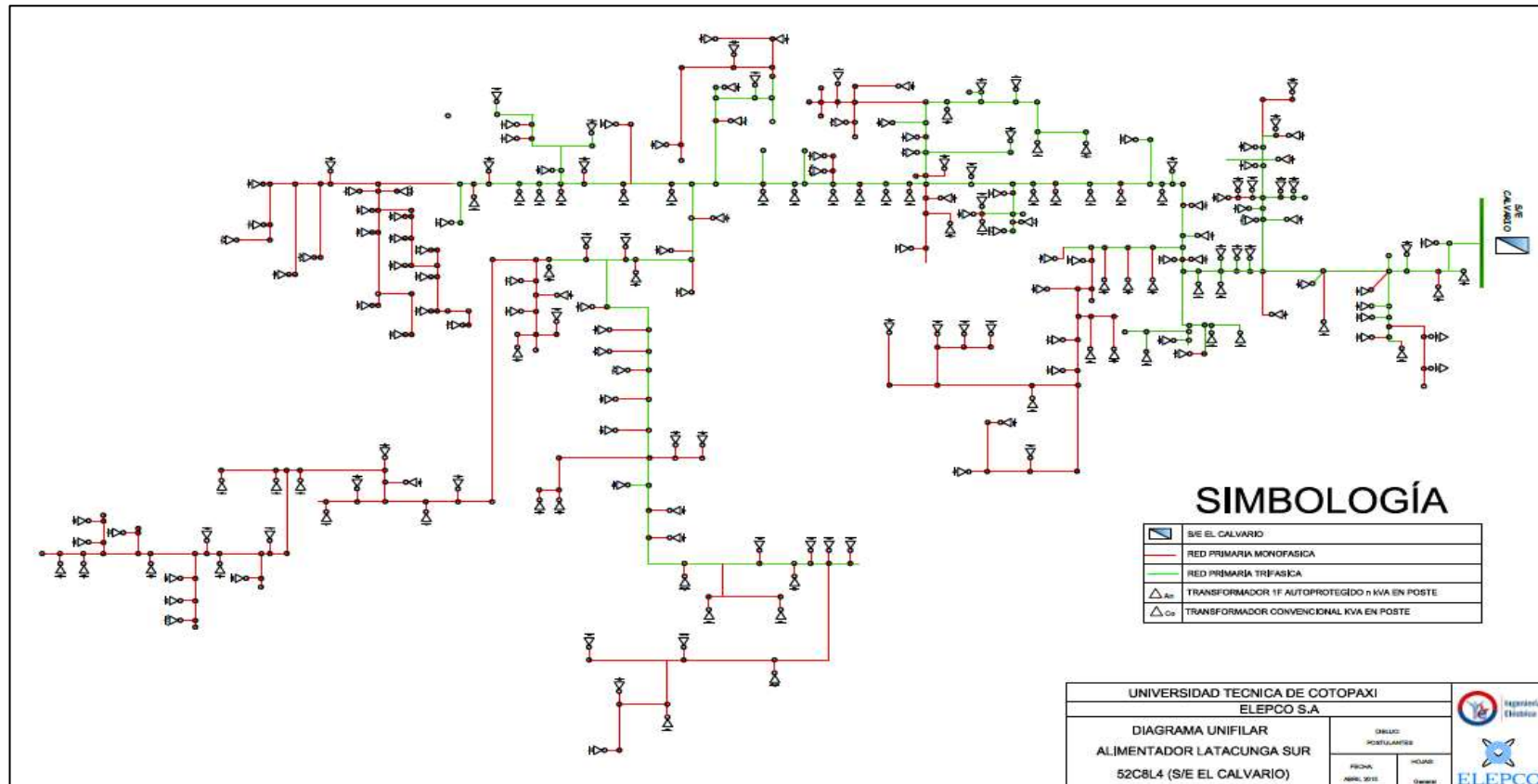


FUENTE: ELEPCO S.A. GUIAS DE DISEÑO.

RECOPIADO POR: POSTULANTES.

ANEXOS CAPITULO II

ANEXO 2 DIAGRAMA UNIFILAR EN AUTOCAD DE LA RED DE MEDIO VOLTAJE



ELABORADO POR: POSTULANTE

ANEXO 3 ENCUESTA

1. ¿Cree Ud. Que las sobrecargas representan una de las causas más comunes para los cortes de servicio y con ellos las molestias de los usuarios. ?

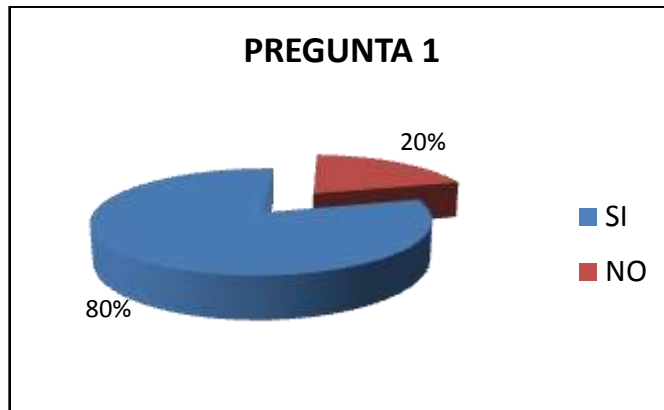
TABLA 2. 1 PREGUNTA 1, RESULTADOS OBTENIDOS

ITEM	ALTERNATIVAS	PERSONAS	(%)
1	SI	8	80
2	NO	2	20
TOTAL			100

FUENTE: ING. CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 1 PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 1



ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e Interpretación

De los 10 Ing. encuestados, 8 manifiestan que las sobrecargas si representan las causas más comunes de los cortes de servicio y tan solo 2 manifiestan que no.

Es así que podemos notar claramente que en gran número las sobrecargas son la principal causa de los cortes de servicio, por lo que es necesario mejorar la cargabilidad de los transformadores.

2. ¿Son de manera continua los cortes de servicio eléctrico que se presentan en el alimentador?

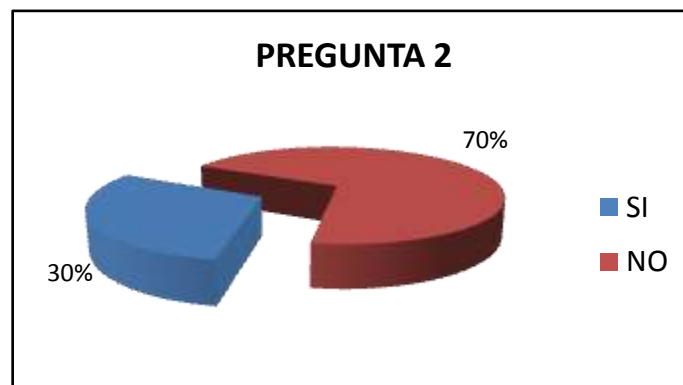
TABLA 2. 2 PREGUNTA 2, RESULTADOS OBTENIDOS

ITEM	ALTERNATIVAS	PERSONAS	(%)
1	SI	3	30
2	NO	7	70
TOTAL			100

FUENTE: ING. CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 2 PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 2



ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e Interpretación

De la población investigada, 3 Ing. mencionan que los cortes de servicio son frecuentes en el alimentador en base a los reportes de los usuarios, mientras que 7 Ing. mencionan que no son frecuentes los cortes de servicio.

Mediante la gráfica se puede deducir que los cortes de energía no son frecuentes ni afectan al alimentador.

3. ¿Cuándo existen una interrupción del servicio de energía en las redes de distribución en que promedio de tiempo asiste la empresa a reparar el daño?

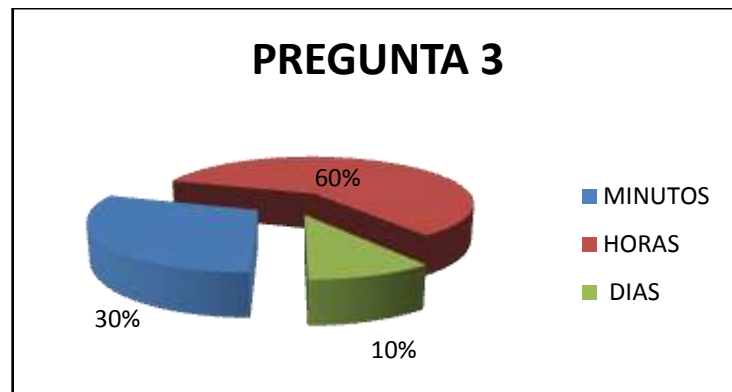
TABLA 2. 3 PREGUNTA 3, RESULTADOS OBTENIDOS

ITEM	ALTERNATIVAS	PERSONAS	(%)
1	MINUTOS	3	30
2	HORAS	6	60
3	DIAS	1	10
TOTAL		10	100

FUENTE: ING. CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 3 PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 3



ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e Interpretación

De 10 Ing. encuestados, 3 califican que los empleados de la empresa en minutos ubican la falla para reponer el servicio especificando que esto pasa dentro de la ciudad, 6 Ing. hacen referencia que se demoran horas en reparar el servicio de energía eléctrica esto dependiendo del sector y 1 Ing. menciona que se demoran días dependiendo la zona que sea afectada en lugares muy alejados de la ciudad. Se puede apreciar que los empleados de la empresa atienden, los inconvenientes que presentan en cortes de energía dependiendo del diferente horario, para que no se queden sin servicio de energía eléctrica.

4. ¿Con la ayuda del software Cymdist se efectúan análisis para identificar que transformadores están con inconvenientes?

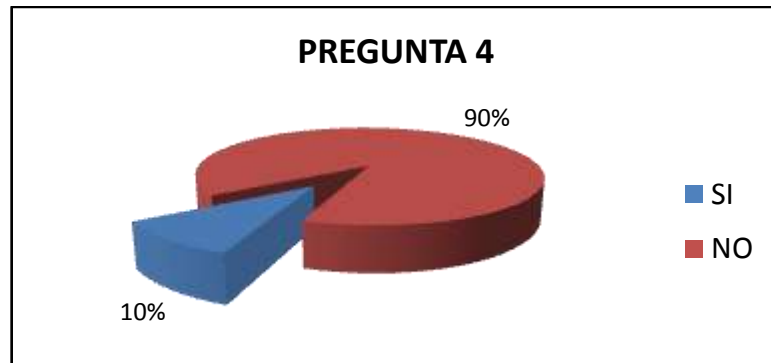
TABLA 2. 4 PREGUNTA 4, RESULTADOS OBTENIDOS

ITEM	ALTERNATIVAS	PERSONAS	(%)
1	SI	1	10
2	NO	9	90
TOTAL		10	100

FUENTE: ING. CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 4 PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 4



ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e Interpretación

Se puede identificar que en esta pregunta, que no se efectúan análisis para identificar que transformadores presentan inconvenientes, esto debido a que solo el software analiza media tensión.

5. ¿Cree usted que es necesario que se deban efectuar mejoras en las redes eléctricas en el alimentador para mejorar el servicio de energía eléctrica?

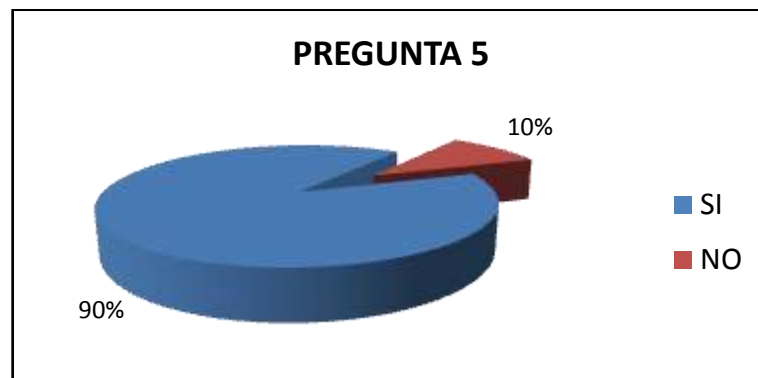
TABLA 2. 5 PREGUNTA 5, RESULTADOS OBTENIDOS

ITEM	ALTERNATIVAS	PERSONAS	(%)
1	SI	9	90
2	NO	1	10
TOTAL		10	100

FUENTE: ING. CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 5 PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 5



ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e Interpretación

Los Ing. Encuestados menciona que si es necesario remodelar las líneas es por esto que en la actualidad la empresa eléctrica se encuentra en trabajos de remodelación en media y baja tensión, esto debido a que por disposición de la empresa se está procediendo a cambiar las líneas para los nuevos medidores de 220V que ingresan al sistema en etapas, por lo que es necesario un cambio de redes.

6. ¿Se realiza estudios de proyección de la demanda, que determine qué tipo de usuarios van hacer beneficiarios de la energía eléctrica?

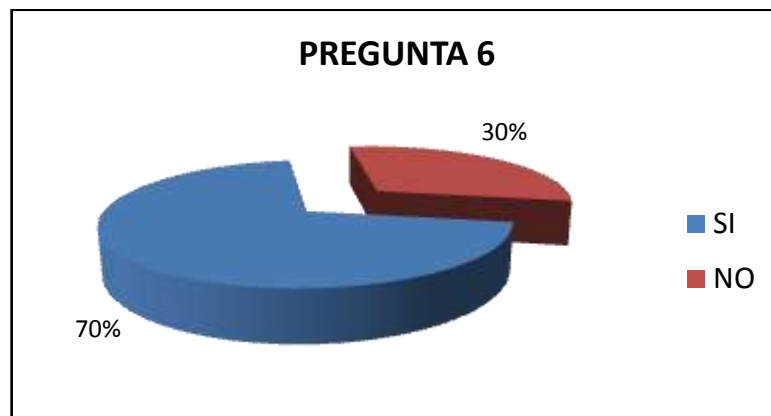
TABLA 2. 6 PREGUNTA 6, RESULTADOS OBTENIDOS

ITEM	ALTERNATIVAS	PERSONAS	(%)
1	SI	7	70
2	NO	3	30
TOTAL		10	100

FUENTE: ING. CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 6 PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 6



ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e Interpretación

En base a los encuestados se menciona que si clasifican los usuarios de acuerdo a su tipo de servicio, es por esto que si se desarrollan estudios de proyección de la demanda especificando el sector y el tipo de usuario.

7. ¿La empresa eléctrica realiza mediciones frecuentes en los transformadores, esto con el fin de llevar un cronograma de incremento de la demanda?

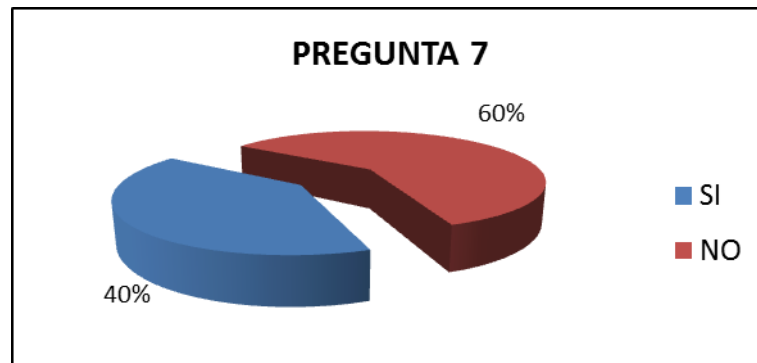
TABLA 2. 7 PREGUNTA 7, RESULTADOS OBTENIDOS

ITEM	ALTERNATIVAS	PERSONAS	(%)
1	SI	4	40
2	NO	6	60
TOTAL		10	100

FUENTE: ING. CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO 7 PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 7



ELABORADO POR: POSTULANTES

Análisis e Interpretación

Se puede identificar que no se realizan con totalidad las mediciones es por esto que se ve reflejado en el estudio que se desea implementar, para beneficiar la vida útil de los transformadores.

ANEXO 3.1 MODELACIÓN EN EL SOFTWARE CYMDIST DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Parámetros de la carga

Para la simulación de la carga se debe ingresar el consumo, los clientes, capacidad conectada, el tipo de cliente y la fase en la que se encuentra conectada la carga. En el Gráfico 25 muestra lo que ingresa la energía consumida y el número de clientes y se trabaja en el formato de kW & kVAR, además el software CYMDIST dispone de formatos como: kVA & FP y kW & FP estos son de acuerdo a la información que se disponga.

GRÁFICO 25 INGRESO DE PARÁMETROS DE LA CARGA

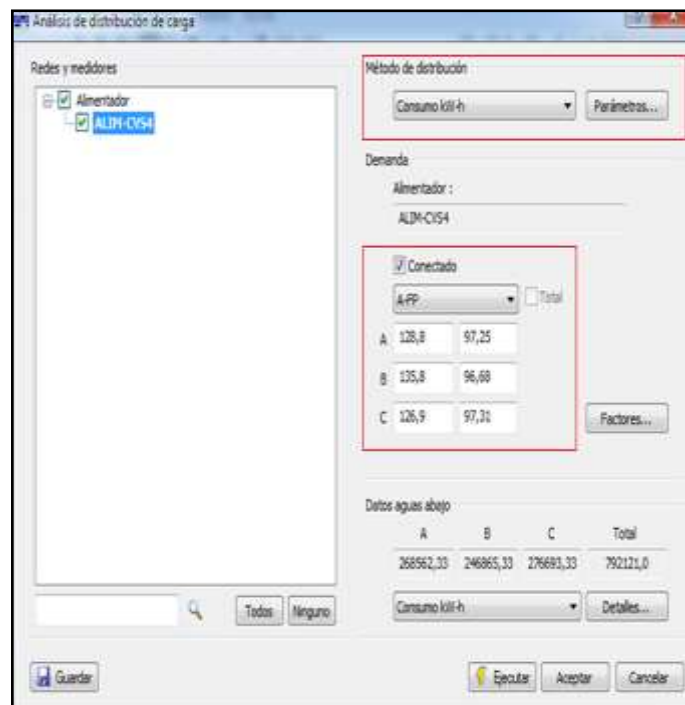
	A	B	Total	Formato	
Potencia real:	0,0	0,0	20,34	20,34	kW
Potencia reactiva:	0,0	0,0	3,63	3,63	kVAR
Consumo:	0,0	0,0	4395,0	4395,0	kW
Capacidad conectada:	0,0	0,0	25,0	25,0	kVA
Clientes:	0,0	0,0	51,0	51,0	
Tasa de cambio:	0,0	0,0	0,0		%

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES

Distribución de carga

En el Gráfico 26 presenta la distribución de la carga que se trabajó con corrientes y factor de potencia A-FP, además el método de distribución que se emplea es el de Consumos kW-h, el software CYMDIST puede distribuir carga en base a los kVA-FP, kW-FP y KW-KVAR.

GRÁFICO 26 DISTRIBUCIÓN DE CARGA



FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4

ELABORADO POR: POSTULANTES

En el Gráfico 24 se detalla los parámetros de datos de aguas abajo ingresados para la modelación, donde se especifica el total de kVA, Capacidad conectada, clientes y consumos que están inmersos en el estudio.

GRÁFICO 27 DATOS AGUAS ABAJO

Alimentador : ALIM-CVS4

Filtrar por tipo de cliente: Todos los tipos de cliente

	A	B	C	Total
Datos de carga				
kVA Capacidad conectada	2046,7	1951,7	1951,7	5950,0
Consumo kW-h	219298,7	205296,7	230340,7	654936,0
Carga real total				
kVA	340,0	383,5	808,6	1532,1
kW	290,6	323,2	793,6	1407,4
kVAR	176,5	206,4	155,0	537,9
Número de clientes	1572,7	1327,7	1496,7	4397,0
Carga real bloqueada				
kVA	0,0	0,0	0,0	0,0
kW	0,0	0,0	0,0	0,0
kVAR	0,0	0,0	0,0	0,0
Número de clientes	0,0	0,0	0,0	0,0
Condensador Shunt kVAR				
Fijo	0,0	0,0	0,0	0,0
Controlado	0,0	0,0	0,0	0,0
Conectado por omisión	0,0	0,0	0,0	0,0
Desconectado por omisión	0,0	0,0	0,0	0,0
Medidores aguas abajo				
kW	0,0	0,0	0,0	0,0
kVAR	0,0	0,0	0,0	0,0

Cerrar

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 4 LEVANTAMIENTO ALIMENTADOR LATACUNGA SUR

#	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	NÚMERO DE CARGA	TIPO DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	FASE	TIPO DE CLIENTE CYME	SECTOR DEL TRANSFORMADOR	NUMERO DE USUARIOS Y CONSUMO (Kwh)							
								RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TOTAL DEMANDA	
								USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)
1	T_6255	CARGA_6255	CONVENCIONAL	50	C	Residencial	URBANO	28	3259	0	0	0	0	28	3259
2	T_507	CARGA_T_507	AUTOPROTEGIDO	50	A	Residencial	URBANO	64	7508	5	605	0	0	69	8113
3	T_508	CARGA_T_508	AUTOPROTEGIDO	50	A	Residencial	URBANO	39	4887	0	0	0	0	39	4887
4	T_6058	CARGA_T_6058	CONVENCIONAL	15	B	Residencial	RURAL	2	196	0	0	0	0	2	196
5	T_6097	CARGA_T_6097	CONVENCIONAL	25	A	Residencial	URBANO	19	2081	0	0	0	0	19	2081
6	T_6240	CARGA_T_6240	CONVENCIONAL	25	B	Residencial	URBANO	13	1316	1	184	0	0	14	1500
7	T_8331	CARGA_T_8331	CONVENCIONAL	15	A	Residencial	URBANO	4	313	0	0	0	0	4	313
8	T_2695	CARGA_T2695	CONVENCIONAL	45	ABC	Residencial	URBANO	64	6468	11	4072	2	527	77	11067
9	T_4236	CARGA_T4236	AUTOPROTEGIDO	15	A	Residencial	URBANO	14	1921	0	0	0	0	14	1921
10	T_4243	CARGA_T4243	CONVENCIONAL	100	ABC	PRIVADO	URBANO	0	0	0	0	1	100	1	100
11	T_4325	CARGA_T4325	CONVENCIONAL	10	A	Residencial	RURAL	17	1728	1	1	1	68	19	1797
12	T_5377	CARGA_T5377	CONVENCIONAL	15	A	Residencial	RURAL	23	2278	2	370	4	185	29	2833
13	T_5770	CARGA_T5770	AUTOPROTEGIDO	25	A	Residencial	RURAL	25	1377	0	0	0	0	25	1377
14	T_5868	CARGA_T5868	CONVENCIONAL	15	C	Residencial	RURAL	43	2975	4	1008	10	1480	57	5463
15	T_6051	CARGA_T6051	CONVENCIONAL	15	A	Residencial	URBANO	4	488	3	456	1	1058	8	2002
16	T_6061	CARGA_T6061	CONVENCIONAL	25	B	Residencial	URBANO	8	661	1	92	0	0	9	753
17	T_6063	CARGA_T6063	CONVENCIONAL	25	A	Residencial	URBANO	15	1649	0	0	0	0	15	1649
18	T_6064	CARGA_T6064	CONVENCIONAL	25	A	Residencial	RURAL	15	1633	0	0	0	0	15	1633
19	T_6066	CARGA_T6066	CONVENCIONAL	25	C	Residencial	URBANO	17	2495	1	97	0	0	18	2592
20	T_6096	CARGA_T6096	CONVENCIONAL	15	A	Residencial	URBANO	11	1032	0	0	0	0	11	1032
21	T_6220	CARGA_T6220	CONVENCIONAL	50	A	Residencial	RURAL	76	7866	5	671	2	357	83	8894
22	T_6256	CARGA_T6256	CONVENCIONAL	50	B	Residencial	URBANO	25	3319	0	0	0	0	25	3319
23	T_6837	CARGA_T6837	CONVENCIONAL	50	C	Residencial	URBANO	36	3797	0	0	1	52	37	3849
24	T_7384	CARGA_T7384	CONVENCIONAL	5	A	Residencial	URBANO	8	1151	2	226	0	0	10	1377
25	T_7809	CARGA_T7809	CONVENCIONAL	30	ABC	Residencial	URBANO	41	5714	12	2548	6	4483	59	12745
26	T_7886	CARGA_T7886	CONVENCIONAL	15	C	Residencial	URBANO	20	2467	0	0	1	883	21	3350
27	T_8127	CARGA_T8127	CONVENCIONAL	45	ABC	Residencial	URBANO	60	7082	8	714	5	407	73	8203
28	T_8215	CARGA_T8215	CONVENCIONAL	10	B	Residencial	URBANO	8	785	1	5	0	0	9	790
29	T_8375	CARGA_T8375	CONVENCIONAL	15	C	Residencial	URBANO	7	731	0	0	1	91	8	822
30	T_140	CARGA_TRAFO_140	CONVENCIONAL	75	ABC	Residencial	URBANO	41	3850	2	65	0	0	43	3915

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 5 TRANSFORMADORES CONVENCIONALES TRIFASICO

TRANSFORMADORES CONVENCIONALES TRIFASICOS													
ITEM	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	TIPO DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	FASE	TIPO DE CLIENTE CYME	NUMERO DE USUARIOS Y CONSUMO (Kwh)							
						RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TOTAL DEMANDA	
						USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)
1	T_2695	CONVENCIONAL	45	ABC	Residencial	64	6468	11	4072	2	527	77	11067
2	T_4243	CONVENCIONAL	100	ABC	PRIVADO	0	0	0	0	1	100	1	100
3	T_7809	CONVENCIONAL	30	ABC	Residencial	41	5714	12	2548	6	4483	59	12745
4	T_8127	CONVENCIONAL	45	ABC	Residencial	60	7082	8	714	5	407	73	8203
5	T_140	CONVENCIONAL	75	ABC	Residencial	41	3850	2	65	0	0	43	3915
6	T_8299	CONVENCIONAL	50	ABC	Comercial	0	0	1	48	0	0	1	48
7	T_29	CONVENCIONAL	30	ABC	Comercial	0	0	3	2933	0	0	3	2933
8	T_8849	CONVENCIONAL	50	ABC	PRIVADO	0	0	0	0	1	59	1	59
9	T_4226	CONVENCIONAL	75	ABC	PRIVADO	0	0	1	2779	1	2047	2	4826
10	T_106	CONVENCIONAL	50	ABC	PRIVADO	0	0	1	340	0	0	1	340
11	T_4628	CONVENCIONAL	75	ABC	PRIVADO	0	0	1	1222	0	0	1	1222
12	T_7140	CONVENCIONAL	50	ABC	Residencial	47	7873	3	239	0	0	50	8112
13	T_8378	CONVENCIONAL	50	ABC	Residencial	75	8973	15	4404	0	0	90	13377
14	T_7165	CONVENCIONAL	50	ABC	Residencial	27	2070	1	53	0	0	28	2123
15	T_6816	CONVENCIONAL	30	ABC	Comercial	1	204	2	293	0	0	3	497
16	T_5916	CONVENCIONAL	50	ABC	Residencial	46	6732	36	5630	1	118	83	12480
17	T_5928	CONVENCIONAL	60	ABC	Residencial	44	5029	6	1441	1	396	51	6866
18	T_5919	CONVENCIONAL	50	ABC	Residencial	49	8205	0	0	2	1186	51	9391
19	T_2691	CONVENCIONAL	45	ABC	Residencial	57	6825	2	959	0	0	59	7784
20	T_111	CONVENCIONAL	15	ABC	Comercial	1	359	0	0	0	0	1	359
21	T_1390	CONVENCIONAL	75	ABC	Residencial	45	5501	5	883	2	154	52	6538
22	T_114	CONVENCIONAL	45	ABC	PRIVADO	1	10	0	0	2	1092	3	1102
23	T_7149	CONVENCIONAL	125	ABC	PRIVADO	1	50	0	0	0	0	1	50
24	T_8	CONVENCIONAL	60	ABC	PRIVADO	0	0	0	0	1	2853	1	2853
25	T_4230	CONVENCIONAL	30	ABC	PRIVADO	0	0	1	2433	0	0	1	2433
26	T_4229	CONVENCIONAL	75	ABC	Residencial	140	17663	33	8120	15	1613	188	27396
27	T_3652	CONVENCIONAL	50	ABC	Residencial	32	4289	16	2707	0	0	48	6996
28	T_4551	CONVENCIONAL	30	ABC	PRIVADO	0	0	1	11497	0	0	1	11497
29	T_7722	CONVENCIONAL	50	ABC	Residencial	56	7846	24	5996	2	708	82	14550
30	T_131	CONVENCIONAL	50	ABC	Residencial	55	7618	8	2371	2	1133	65	11122
31	T_7807	CONVENCIONAL	30	ABC	Residencial	22	2684	2	883	4	3378	28	6945
32	T_21	CONVENCIONAL	30	ABC	Comercial	1	149	0	0	0	0	1	149
33	T_7134	CONVENCIONAL	50	ABC	PRIVADO	0	0	4	4356	0	0	4	4356
34	T_4237	CONVENCIONAL	30	ABC	PRIVADO	0	0	1	2393	0	0	1	2393
35	T_8377	CONVENCIONAL	45	ABC	Residencial	49	6442	4	1466	1	256	54	8164
36	T_4239	CONVENCIONAL	125	ABC	Residencial	2	295	0	0	0	0	2	295
37	T_141	CONVENCIONAL	30	ABC	Residencial	9	980	0	0	0	0	9	980
38	T_142	CONVENCIONAL	60	ABC	Residencial	63	10286	3	1101	0	0	66	11387
39	T_1061	CONVENCIONAL	60	ABC	Residencial	65	12827	3	12083	0	0	68	24910
40	T_7808	CONVENCIONAL	30	ABC	Residencial	30	5145	10	1694	4	660	44	7499
41	T_6076	CONVENCIONAL	50	ABC	PRIVADO	0	0	0	0	1	1192	1	1192
42	T_580	CONVENCIONAL	50	ABC	PRIVADO	0	0	0	0	2	1145	2	1145
43	T_4244	CONVENCIONAL	75	ABC	PRIVADO	0	0	1	100	0	0	1	100
44	T_7688	CONVENCIONAL	30	ABC	PRIVADO	1	0	0	0	1	246	2	246
45	T_6162	CONVENCIONAL	30	ABC	PRIVADO	0	0	1	28	1	651	2	679
46	T_8376	CONVENCIONAL	125	ABC	Residencial	1	56	0	0	1	12650	2	12706
47	T_113	CONVENCIONAL	30	ABC	Residencial	39	5211	0	0	0	0	39	5211

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 6 TRANSFORMADORES CONVENCIONALES MONOFASICOS

ITEM	TRANSFORMADORES CONVENCIONALES MONOFASICOS														
	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	NÚMERO DE CARGA	TIPO DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	FASE	TIPO DE CLIENTE CYME	SECTOR DEL TRANSFORMADOR	NUMERO DE USUARIOS Y CONSUMO (Kwh)							
								RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TOTAL DEMANDA	
USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)								
1	T_6255	CARGA_6255	CONVENCIONAL	50	C	Residencial	URBANO	28	3259	0	0	0	0	28	3259
2	T_6058	CARGA_T_6058	CONVENCIONAL	15	B	Residencial	RURAL	2	196	0	0	0	0	2	196
3	T_6097	CARGA_T_6097	CONVENCIONAL	25	A	Residencial	URBANO	19	2081	0	0	0	0	19	2081
4	T_6240	CARGA_T_6240	CONVENCIONAL	25	B	Residencial	URBANO	13	1316	1	184	0	0	14	1500
5	T_8331	CARGA_T_8331	CONVENCIONAL	15	A	Residencial	URBANO	4	313	0	0	0	0	4	313
6	T_4325	CARGA_T4325	CONVENCIONAL	10	A	Residencial	RURAL	17	1728	1	1	1	68	19	1797
7	T_5377	CARGA_T5377	CONVENCIONAL	15	A	Residencial	RURAL	23	2278	2	370	4	185	29	2833
8	T_5868	CARGA_T5868	CONVENCIONAL	15	C	Residencial	RURAL	43	2975	4	1008	10	1480	57	5463
9	T_6051	CARGA_T6051	CONVENCIONAL	15	A	Residencial	URBANO	4	488	3	456	1	1058	8	2002
10	T_6061	CARGA_T6061	CONVENCIONAL	25	B	Residencial	URBANO	8	661	1	92	0	0	9	753
11	T_6063	CARGA_T6063	CONVENCIONAL	25	A	Residencial	URBANO	15	1649	0	0	0	0	15	1649
12	T_6064	CARGA_T6064	CONVENCIONAL	25	A	Residencial	RURAL	15	1633	0	0	0	0	15	1633
13	T_6066	CARGA_T6066	CONVENCIONAL	25	C	Residencial	URBANO	17	2495	1	97	0	0	18	2592
14	T_6096	CARGA_T6096	CONVENCIONAL	15	A	Residencial	URBANO	11	1032	0	0	0	0	11	1032
15	T_6220	CARGA_T6220	CONVENCIONAL	50	A	Residencial	RURAL	76	7866	5	671	2	357	83	8894
16	T_6256	CARGA_T6256	CONVENCIONAL	50	B	Residencial	URBANO	25	3319	0	0	0	0	25	3319
17	T_6837	CARGA_T6837	CONVENCIONAL	50	C	Residencial	URBANO	36	3797	0	0	1	52	37	3849
18	T_7384	CARGA_T7384	CONVENCIONAL	5	A	Residencial	URBANO	8	1151	2	226	0	0	10	1377
19	T_7886	CARGA_T7886	CONVENCIONAL	15	C	Residencial	URBANO	20	2467	0	0	1	883	21	3350
20	T_8215	CARGA_T8215	CONVENCIONAL	10	B	Residencial	URBANO	8	785	1	5	0	0	9	790

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 7 TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS MONOFASICOS

ITEM	TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS MONOFASICOS														
	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	NÚMERO DE CARGA	TIPO DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	FASE	TIPO DE CLIENTE CYME	SECTOR DEL TRANSFORMADOR	NUMERO DE USUARIOS Y CONSUMO (Kwh)							
								RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TOTAL DEMANDA	
								USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)
1	T_507	CARGA_T_507	AUTOPROTEGIDO	50	A	Residencial	URBANO	64	7508	5	605	0	0	69	8113
2	T_508	CARGA_T_508	AUTOPROTEGIDO	50	A	Residencial	URBANO	39	4887	0	0	0	0	39	4887
3	T_4236	CARGA_T4236	AUTOPROTEGIDO	15	A	Residencial	URBANO	14	1921	0	0	0	0	14	1921
4	T_5770	CARGA_T5770	AUTOPROTEGIDO	25	A	Residencial	RURAL	25	1377	0	0	0	0	25	1377
5	T_9555	MTA_L_101136	AUTOPROTEGIDO	10	A	PRIVADO	URBANO	2	202	3	0	0	0	5	202
6	T_9328	MTA_L_113602	AUTOPROTEGIDO	5	B	Residencial	RURAL	4	214	0	0	0	0	4	214
7	T_9343	MTA_L_114907	AUTOPROTEGIDO	25	B	Residencial	URBANO	3	238	0	0	0	0	3	238
8	T_9175	MTA_L_120504	AUTOPROTEGIDO	15	C	Comercial	URBANO	0	0	2	1695	0	0	2	1695
9	T_9532	MTA_L_124172	AUTOPROTEGIDO	25	C	Residencial	URBANO	23	2128	1	867	4	641	28	3636
10	T_9531	MTA_L_124807	AUTOPROTEGIDO	25	B	Residencial	URBANO	12	1495	2	2052	7	765	21	4312
11	T_9530	MTA_L_125128	AUTOPROTEGIDO	25	A	Residencial	URBANO	32	3881	2	74	4	689	38	4644
12	T_9771	MTA_L_125136	AUTOPROTEGIDO	15	B	Comercial	URBANO	0	0	1	883	0	0	1	883
13	T_9768	MTA_L_130251	AUTOPROTEGIDO	25	B	Residencial	URBANO	5	233	0	0	0	0	5	233
14	T_9983	MTA_L_142096	AUTOPROTEGIDO	37,5	B	PRIVADO	URBANO	0	0	0	0	1	212	1	212
15	T_104	MTA_L_2867	AUTOPROTEGIDO	37,5	A	Residencial	URBANO	21	4346	8	2705	1	63	30	7114
16	T_4235	MTA_L_2981	AUTOPROTEGIDO	15	C	Residencial	URBANO	16	1370	1	142	1	82	18	1594
17	T_132	MTA_L_3015	AUTOPROTEGIDO	37,5	B	Residencial	URBANO	26	4323	2	535	0	0	28	4858
18	T_518	MTA_L_3096	AUTOPROTEGIDO	50	A	Residencial	URBANO	42	4625	2	233	0	0	44	4858
19	T_517	MTA_L_3098	AUTOPROTEGIDO	50	A	Residencial	URBANO	30	3389	0	0	0	0	30	3389
20	T_516	MTA_L_3101	AUTOPROTEGIDO	37,5	C	Residencial	URBANO	45	5416	2	270	0	0	47	5686
21	T_514	MTA_L_3104	AUTOPROTEGIDO	37,5	C	Residencial	URBANO	42	7389	2	3445	0	0	44	10834
22	T_506	MTA_L_3136	AUTOPROTEGIDO	10	A	PRIVADO	URBANO	0	0	1	76	0	0	1	76
23	T_505	MTA_L_3154	AUTOPROTEGIDO	37,5	A	Residencial	URBANO	17	1533	7	419	0	0	24	1952
24	T_1065	MTA_L_3181	AUTOPROTEGIDO	10	C	Residencial	RURAL	24	2217	0	0	7	1050	31	3267
25	T_N15	MTA_L_3187	AUTOPROTEGIDO	10	C	Residencial	RURAL	12	1204	0	0	2	299	14	1503
26	T_509	MTA_L_3196	AUTOPROTEGIDO	50	A	Residencial	URBANO	68	7666	1	26	1	121	70	7813
27	T_511	MTA_L_3197	AUTOPROTEGIDO	37,5	A	PRIVADO	URBANO	1	107	0	0	0	0	1	107
28	T_513	MTA_L_3199	AUTOPROTEGIDO	10	A	Residencial	RURAL	10	831	0	0	1	129	11	960
29	T_550	MTA_L_3204	AUTOPROTEGIDO	25	A	Residencial	URBANO	34	2397	2	258	5	708	41	3363
30	T_545	MTA_L_3212	AUTOPROTEGIDO	10	A	PRIVADO	URBANO	1	251	0	0	0	0	1	251
31	T_8539	MTA_L_3214	AUTOPROTEGIDO	10	A	Residencial	RURAL	7	412	0	0	1	103	8	515
32	T_542	MTA_L_3347	AUTOPROTEGIDO	10	B	Residencial	URBANO	51	4560	3	65	1	111	55	4736
33	T_N-126	MTA_L_3354	AUTOPROTEGIDO	25	C	Residencial	URBANO	42	3412	5	695	2	138	49	4245
34	T_5002	MTA_L_3364	AUTOPROTEGIDO	15	A	Residencial	URBANO	26	3100	0	0	1	161	27	3261
35	T_7641	MTA_L_9087	AUTOPROTEGIDO	10	C	PRIVADO	URBANO	0	0	1	3122	0	0	1	3122

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 8 TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS TRIFASICOS

TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS TRIFASICOS															
ITEM	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	NÚMERO DE CARGA	TIPO DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	FASE	TIPO DE CLIENTE CYME	SECTOR DEL TRANSFORMADOR	NUMERO DE USUARIOS Y CONSUMO (Kwh)							
								RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TOTAL DEMANDA	
								USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)
1	T_102	MTA_L_2857	AUTOPROTEGIDO	60	ABC	PRIVADO	URBANO	0	0	1	3700	0	0	1	3700
2	T_9385	MTS_L_12484	AUTOPROTEGIDO	150	ABC	PRIVADO	URBANO	0	0	1	7190	0	0	1	7190

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 9 CLIENTES RESIDENCIALES

CLIENTES RESIDENCIALES					
ITEM	# DE TRAF0	CAP. NOMINAL (KVA)	FASE	RESIDENCIAL	
				USUARIO	CONSUMO (kWh)
1	T_103	25	C	39	4060
2	T_104	37,5	A	21	4346
3	T_1061	60	ABC	65	12827
4	T_1065	10	C	24	2217
5	T_113	30	ABC	39	5211
6	T_127	15	C	44	3733
7	T_131	50	ABC	55	7618
8	T_132	37,5	B	26	4323
9	T_139	37,5	C	31	2703
10	T_1390	75	ABC	45	5501
11	T_140	75	ABC	41	3850
12	T_141	30	ABC	9	980
13	T_142	60	ABC	63	10286
14	T_2691	45	ABC	57	6825
15	T_2695	45	ABC	64	6468
16	T_3652	50	ABC	32	4289
17	T_4228	25	B	60	7526
18	T_4229	75	ABC	140	17663
19	T_4232	10	C	24	2422
20	T_4235	15	C	16	1370

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 10 CLIENTES COMERCIALES

CLIENTES COMERCIALES					
ITEM	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	FASE	NUMERO DE USUARIOS Y CONSUMO (Kwh)	
				COMERCIAL	
				USUARIO	CONSUMO (Kwh)
1	T_507	50	A	5	605
2	T_6240	25	B	1	184
3	T_2695	45	ABC	11	4072
4	T_4325	10	A	1	1
5	T_5377	15	A	2	370
6	T_5868	15	C	4	1008
7	T_6051	15	A	3	456
8	T_6061	25	B	1	92
9	T_6066	25	C	1	97
10	T_6220	50	A	5	671
11	T_7384	5	A	2	226
12	T_7809	30	ABC	12	2548
13	T_8127	45	ABC	8	714
14	T_8215	10	B	1	5
15	T_140	75	ABC	2	65
16	T_9555	10	A	3	0
17	T_8299	50	ABC	1	48
18	T_8707	15	B	1	1594
19	T_29	30	ABC	3	2933
20	T_9175	15	C	2	1695
21	T_9532	25	C	1	867
22	T_9531	25	B	2	2052
23	T_9530	25	A	2	74
24	T_9771	15	B	1	883
25	T_7190	15	A	2	69
26	T_102	60	ABC	1	3700
27	T_103	25	C	6	383
28	T_4226	75	ABC	1	2779
29	T_104	37,5	A	8	2705
30	T_106	50	ABC	1	340

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 11 CLIENTES INDUSTRIALES

CLIENTES INDUSTRIALES					
ITEM	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	FASE	NUMERO DE USUARIOS Y CONSUMO (Kwh)	
				INDUSTRIAL	
				USUARIO	CONSUMO (Kwh)
1	T_2695	45	ABC	2	527
2	T_4243	100	ABC	1	100
3	T_4325	10	A	1	68
4	T_5377	15	A	4	185
5	T_5868	15	C	10	1480
6	T_6051	15	A	1	1058
7	T_6220	50	A	2	357
8	T_6837	50	C	1	52
9	T_7809	30	ABC	6	4483
10	T_7886	15	C	1	883
11	T_8127	45	ABC	5	407
12	T_8375	15	C	1	91
13	T_9532	25	C	4	641
14	T_9531	25	B	7	765
15	T_9530	25	A	4	689
16	T_9983	37,5	B	1	212
17	T_8849	50	ABC	1	59
18	T_103	25	C	4	585
19	T_4226	75	ABC	1	2047
20	T_104	37,5	A	1	63
21	T_7062	10	B	2	589
22	T_4228	25	B	3	435
23	T_5916	50	ABC	1	118
24	T_5928	60	ABC	1	396
25	T_5919	50	ABC	2	1186
26	T_1390	75	ABC	2	154
27	T_114	45	ABC	2	1092
28	T_8	60	ABC	1	2853
29	T_4229	75	ABC	15	1613
30	T_7722	50	ABC	2	708

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 12 REPORTE INICIAL SOFTWARE CYMDIST

REPORTE INICIAL 2014 SOFTWARE CYMDIST											
#	Código	Nro. equipo	Cap Nom (kVA)	Fase	Total Cliente	kWh total	Pérdidas totales (kVA)	Potencia total de paso (kVA)	Carga (%)	Tipo conc	Tot kW conc
1	Transformador	T_102	60	ABC	1	3700	0,2	6	9,6	PRIVADO	4,91
2	Transformador	T_103	25	C	49	5028	1,1	25	96,3	Residencial	23,93
3	Transformador	T_4226	75	ABC	2	4826	0,3	8	10	PRIVADO	6,4
4	Transformador	T_8378	50	ABC	90	13377	0,5	21	41,5	Residencial	17,75
5	Transformador	T_6816	30	ABC	3	497	0,1	1	2,6	Comercial	0,66
6	Transformador	T_6916	15	B	2	64	0,1	0	0,9	PRIVADO	0,11
7	Transformador	T_5919	50	ABC	51	9391	0,3	15	29,1	Residencial	12,46
8	Transformador	T_5928	60	ABC	51	6866	0,3	11	17,7	Residencial	9,11
9	Transformador	T_5916	50	ABC	83	12480	0,4	20	38,7	Residencial	16,56
10	Transformador	T_29	30	ABC	3	2933	0,1	5	15,2	Comercial	3,89
11	Transformador	T_7641	10	C	1	3122	1,1	15	149,5	PRIVADO	14,86
12	Transformador	T_6855	25	B	56	11617	1,3	26	99,9	Residencial	20,84
13	Transformador	T_8299	50	ABC	1	48	0,2	0	0,1	Comercial	0,06
14	Transformador	T_8707	15	B	1	1594	0,1	4	22,8	Comercial	2,86
15	Transformador	T_7165	50	ABC	28	2123	0,2	3	6,6	Residencial	2,82
16	Transformador	T_8127	45	ABC	73	8203	0,3	13	28,3	Residencial	10,88
17	Transformador	T_4229	75	ABC	188	27396	1,2	44	56,6	Residencial	36,35
18	Transformador	T_7149	125	ABC	1	50	0,4	0	0,1	PRIVADO	0,07
19	Transformador	T_8	60	ABC	1	2853	0,2	5	7,4	PRIVADO	3,79
20	Transformador	T_4230	30	ABC	1	2433	0,1	4	12,6	PRIVADO	3,23

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 13 TRANSFORMADORES SUBUTILIZADOS

TRANSFORMADORES SUBUTILIZADOS										
REPORTE CYMDIST										
#	# TRAF0	CAP. NOMINAL	FASE	# CLIENTE	CONSUMO (KWH)	POT. TOTAL (KVA)	CARGA BILIDAD (%)	CLIENTE	TIPO	SECTOR
1	T_8378	50	ABC	90	13377	21	41,5	RESID.	CONV.	URB.
2	T_5919	50	ABC	51	9391	15	29,1	RESID.	CONV.	URB.
3	T_5928	60	ABC	51	6866	11	17,7	RESID.	CONV.	URB.
4	T_5916	50	ABC	83	12480	20	38,7	RESID.	CONV.	URB.
5	T_7165	50	ABC	28	2123	3	6,6	RESID.	CONV.	URB.
6	T_8127	45	ABC	73	8203	13	28,3	RESID.	CONV.	URB.
7	T_4229	75	ABC	188	27396	44	56,6	RESID.	CONV.	URB.
8	T_2695	45	ABC	77	11067	18	38,1	RESID.	CONV.	URB.
9	T_5291	25	C	1	50	0	1	RESID.	CONV.	URB.
10	T_131	50	ABC	65	11122	18	34,5	RESID.	CONV.	URB.
11	T_5288	25	B	13	1297	3	11,2	RESID.	CONV.	URB.
12	T_8377	45	ABC	54	8164	13	28,1	RESID.	CONV.	URB.
13	T_139	37,5	C	31	2703	13	34,5	RESID.	CONV.	URB.
14	T_140	75	ABC	43	3915	6	8,1	RESID.	CONV.	URB.
15	T_141	30	ABC	9	980	2	5,1	RESID.	CONV.	URB.
16	T_142	60	ABC	66	11387	18	29,4	RESID.	CONV.	URB.
17	T_5874	25	A	53	7491	12	46,4	RESID.	CONV.	URB.
18	T_6097	25	A	19	2081	3	12,9	RESID.	CONV.	URB.
19	T_6096	15	A	11	1032	2	10,7	RESID.	CONV.	URB.
20	T_4239	125	ABC	2	295	1	0,4	RESID.	CONV.	URB.
21	T_7808	30	ABC	44	7499	12	38,8	RESID.	CONV.	URB.
22	T_4532	37,5	C	11	835	4	10,7	RESID.	CONV.	URB.
23	T_6305	50	A	13	1689	3	5,2	RESID.	CONV.	RURAL
24	T_9531	25	B	21	4312	9	37,1	RESID.	AUTOP.	URB.
25	T_497	50	B	50	7974	17	34,3	RESID.	CONV.	URB.
26	T_498	50	C	47	6076	30	58,2	RESID.	CONV.	URB.
27	T_7190	15	A	7	796	1	8,2	RESID.	CONV.	URB.
28	T_9328	5	B	4	214	0	9,2	RESID.	AUTOP.	RURAL
29	T_5973	15	B	14	1105	2	15,8	RESID.	CONV.	RURAL
30	T_5981	25	B	28	3124	7	26,9	RESID.	CONV.	RURAL

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 14 CLASIFICACIÓN DE CLIENTES RESIDENCIALES

CLASIFICACION DE CLIENTES RESIDENCIALES																			
#	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	NÚMERO DE CARGA	CAPACIDAD NOMINAL	FASE	NÚMERO DE CLIENTES	CONSUMO DE CLIENTE (KWH)	POTENCIA TOTAL (KVA)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (%)	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE TRAFO	SECTOR DEL TRAFO	NUMERO DE USUARIOS Y CONSUMO (Kwh)							
												RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TOTAL DEMANDA	
												USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)	USUARIO	CONSUMO (Kwh)
1	T_103	MTA_L_2860	25	C	49	5028	25	96,3	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	39	4060	6	383	4	585	49	5028
2	T_8378	MTA_L_2890	50	ABC	90	13377	21	41,5	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	75	8973	15	4404	0	0	90	13377
3	T_5919	MTA_L_2913	50	ABC	51	9391	15	29,1	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	49	8205	0	0	2	1186	51	9391
4	T_5928	MTA_L_2911	60	ABC	51	6866	11	17,7	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	44	5029	6	1441	1	396	51	6866
5	T_5916	MTA_L_2909	50	ABC	83	12480	20	38,7	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	46	6732	36	5630	1	118	83	12480
6	T_6855	MTA_L_2900	25	B	56	11617	26	99,9	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	47	5962	9	5655	0	0	56	11617
7	T_7165	MTA_L_2895	50	ABC	28	2123	3	6,6	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	27	2070	1	53	0	0	28	2123
8	T_8127	CARGA_T8127	45	ABC	73	8203	13	28,3	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	60	7082	8	714	5	407	73	8203
9	T_4229	MTA_L_2946	75	ABC	188	27396	44	56,6	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	140	17663	33	8120	15	1613	188	27396
10	T_2695	CARGA_T2695	45	ABC	77	11067	18	38,1	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	64	6468	11	4072	2	527	77	11067
11	T_5291	MTA_L_3006	25	C	1	50	0	1	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	1	50	0	0	0	0	1	50
12	T_131	MTA_L_3008	50	ABC	65	11122	18	34,5	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	55	7618	8	2371	2	1133	65	11122
13	T_5288	MTA_L_3012	25	B	13	1297	3	11,2	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	8	1022	5	275	0	0	13	1297
14	T_7809	CARGA_T7809	30	ABC	59	12745	20	65,9	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	41	5714	12	2548	6	4483	59	12745
15	T_8377	MTA_L_3045	45	ABC	54	8164	13	28,1	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	49	6442	4	1466	1	256	54	8164
16	T_139	MTA_L_3052	37,5	C	31	2703	13	34,5	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	31	2703	0	0	0	0	31	2703
17	T_140	CARGA_TRAFO_140	75	ABC	43	3915	6	8,1	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	41	3850	2	65	0	0	43	3915
18	T_141	MTA_L_3060	30	ABC	9	980	2	5,1	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	9	980	0	0	0	0	9	980
19	T_142	MTA_L_3062	60	ABC	66	11387	18	29,4	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	63	10286	3	1101	0	0	66	11387
20	T_1061	MTA_L_3064	60	ABC	68	24910	40	64,4	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	65	12827	3	12083	0	0	68	24910
21	T_5874	MTA_L_3069	25	A	53	7491	12	46,4	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	51	7447	0	0	2	44	53	7491
22	T_6097	CARGA_T_6097	25	A	19	2081	3	12,9	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	19	2081	0	0	0	0	19	2081
23	T_6096	CARGA_T6096	15	A	11	1032	2	10,7	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	11	1032	0	0	0	0	11	1032
24	T_4239	MTA_L_3049	125	ABC	2	295	1	0,4	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	2	295	0	0	0	0	2	295
25	T_7808	MTA_L_3079	30	ABC	44	7499	12	38,8	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	30	5145	10	1694	4	660	44	7499
26	T_4532	MTA_L_3081	37,5	C	11	835	4	10,7	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	11	835	0	0	0	0	11	835
27	T_6305	MTA_L_3088	50	A	13	1689	3	5,2	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	RURAL	9	1156	4	533	0	0	13	1689
28	T_9531	MTA_L_124807	25	B	21	4312	9	37,1	RESIDENCIAL	AUTOPROTEGIDO	URBANO	12	1495	2	2052	7	765	21	4312
29	T_497	MTA_L_3125	50	B	50	7974	17	34,3	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	46	5881	2	612	2	1481	50	7974
30	T_498	MTA_L_3123	50	C	47	6076	30	58,2	RESIDENCIAL	CONVENCIONAL	URBANO	45	5490	1	586	1	0	47	6076

FUENTE: CIETEC ELEPCO S.A

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 15 PROYECCIÓN DE USUARIOS RESIDENCIALES

#	# TRAF0	FASE	CAP. NOMINAL	# CLIENTES	INCREMENTO DE USUARIOS											
					RESIDEN CIAL	AÑO										
						2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	25	C	39	3,9%	39	41	42	44	45	47	49	51	53	55	57
2	T_8378	50	ABC	75	3,9%	75	78	81	84	87	91	94	98	102	106	110
3	T_5919	50	ABC	49	3,9%	49	51	53	55	57	59	62	64	67	69	72
4	T_5928	60	ABC	44	3,9%	44	46	47	49	51	53	55	58	60	62	65
5	T_5916	50	ABC	46	3,9%	46	48	50	52	54	56	58	60	62	65	67
6	T_6855	25	B	47	3,9%	47	49	51	53	55	57	59	61	64	66	69
7	T_7165	50	ABC	27	3,9%	27	28	29	30	31	33	34	35	37	38	40
8	T_8127	45	ABC	60	3,9%	60	62	65	67	70	73	75	78	81	85	88
9	T_4229	75	ABC	140	3,9%	140	145	151	157	163	170	176	183	190	198	205
10	T_2695	45	ABC	64	3,9%	64	66	69	72	75	77	81	84	87	90	94
11	T_5291	25	C	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	T_131	50	ABC	55	3,9%	55	57	59	62	64	67	69	72	75	78	81
13	T_5288	25	B	8	3,9%	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12
14	T_7809	30	ABC	41	3,9%	41	43	44	46	48	50	52	54	56	58	60
15	T_8377	45	ABC	49	3,9%	49	51	53	55	57	59	62	64	67	69	72
16	T_139	37,5	C	31	3,9%	31	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45
17	T_140	75	ABC	41	3,9%	41	43	44	46	48	50	52	54	56	58	60
18	T_141	30	ABC	9	3,9%	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13
19	T_142	60	ABC	63	3,9%	63	65	68	71	73	76	79	82	86	89	92
20	T_1061	60	ABC	65	3,9%	65	68	70	73	76	79	82	85	88	92	95
21	T_5874	25	A	51	3,9%	51	53	55	57	59	62	64	67	69	72	75
22	T_6097	25	A	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25	26	27	28
23	T_6096	15	A	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16
24	T_4239	125	ABC	2	3,9%	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
25	T_7808	30	ABC	30	3,9%	30	31	32	34	35	36	38	39	41	42	44
26	T_4532	37,5	C	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16
27	T_6305	50	A	9	3,9%	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13
28	T_9531	25	B	12	3,9%	12	12	13	13	14	15	15	16	16	17	18
29	T_497	50	B	46	3,9%	46	48	50	52	54	56	58	60	62	65	67
30	T_498	50	C	45	3,9%	45	47	49	50	52	54	57	59	61	63	66
31	T_7190	15	A	5	3,9%	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7
32	T_9328	5	B	4	3,9%	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
33	T_5973	15	B	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16
34	T_5981	25	B	28	3,9%	28	29	30	31	33	34	35	37	38	40	41
35	T_5968	15	B	18	3,9%	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	26
36	T_6235	25	B	6	3,9%	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9
37	T_8215	10	B	8	3,9%	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12
38	T_8155	50	B	36	3,9%	36	37	39	40	42	44	45	47	49	51	53
39	T_6232	25	B	6	3,9%	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9
40	T_6228	25	B	7	3,9%	7	7	8	8	8	8	9	9	10	10	10

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES**

ANEXO 16 PROYECCIÓN DE USUARIOS COMERCIALES

#	# TRAF0	FASE	CAP. NOMINAL	# CLIENTES	INCREMENTO DE USUARIOS											
					COMERCIAL	AÑO										
						2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	25	C	39	3,5%	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8
2	T_8378	50	ABC	75	3,5%	15	16	16	17	17	18	18	19	20	20	21
3	T_5919	50	ABC	49	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	T_5928	60	ABC	44	3,5%	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8
5	T_5916	50	ABC	46	3,5%	36	37	39	40	41	43	44	46	47	49	51
6	T_6855	25	B	47	3,5%	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	13
7	T_7165	50	ABC	27	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	T_8127	45	ABC	60	3,5%	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11
9	T_4229	75	ABC	140	3,5%	33	34	35	37	38	39	41	42	43	45	47
10	T_2695	45	ABC	64	3,5%	11	11	12	12	13	13	14	14	14	15	16
11	T_5291	25	C	1	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	T_131	50	ABC	55	3,5%	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11
13	T_5288	25	B	8	3,5%	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7
14	T_7809	30	ABC	41	3,5%	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17
15	T_8377	45	ABC	49	3,5%	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
16	T_139	37,5	C	31	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	T_140	75	ABC	41	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
18	T_141	30	ABC	9	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	T_142	60	ABC	63	3,5%	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
20	T_1061	60	ABC	65	3,5%	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
21	T_5874	25	A	51	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	T_6097	25	A	19	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	T_6096	15	A	11	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	T_4239	125	ABC	2	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	T_7808	30	ABC	30	3,5%	10	10	11	11	11	12	12	13	13	14	14
26	T_4532	37,5	C	11	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	T_6305	50	A	9	3,5%	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
28	T_9531	25	B	12	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
29	T_497	50	B	46	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
30	T_498	50	C	45	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	T_7190	15	A	5	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
32	T_9328	5	B	4	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	T_5973	15	B	11	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	T_5981	25	B	28	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	T_5968	15	B	18	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
36	T_6235	25	B	6	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	T_8215	10	B	8	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38	T_8155	50	B	36	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	T_6232	25	B	6	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	T_6228	25	B	7	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES**

ANEXO 17 PROYECCIÓN DE USUARIOS INDUSTRIALES

#	# TRAF0	FASE	CAP. NOMINAL	# CLIENTES	INCREMENTO DE USUARIOS											
					INDUSTRIAL	AÑO										
						2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	25	C	39	2,9%	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
2	T_8378	50	ABC	75	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	T_5919	50	ABC	49	2,9%	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
4	T_5928	60	ABC	44	2,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	T_5916	50	ABC	46	2,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	T_6855	25	B	47	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	T_7165	50	ABC	27	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	T_8127	45	ABC	60	2,9%	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7
9	T_4229	75	ABC	140	2,9%	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20
10	T_2695	45	ABC	64	2,9%	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
11	T_5291	25	C	1	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	T_131	50	ABC	55	2,9%	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
13	T_5288	25	B	8	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	T_7809	30	ABC	41	2,9%	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8
15	T_8377	45	ABC	49	2,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	T_139	37,5	C	31	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	T_140	75	ABC	41	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	T_141	30	ABC	9	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	T_142	60	ABC	63	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	T_1061	60	ABC	65	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	T_5874	25	A	51	2,9%	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
22	T_6097	25	A	19	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	T_6096	15	A	11	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	T_4239	125	ABC	2	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	T_7808	30	ABC	30	2,9%	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
26	T_4532	37,5	C	11	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	T_6305	50	A	9	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	T_9531	25	B	12	2,9%	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9
29	T_497	50	B	46	2,9%	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
30	T_498	50	C	45	2,9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	T_7190	15	A	5	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	T_9328	5	B	4	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	T_5973	15	B	11	2,9%	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
34	T_5981	25	B	28	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	T_5968	15	B	18	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	T_6235	25	B	6	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	T_8215	10	B	8	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	T_8155	50	B	36	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	T_6232	25	B	6	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	T_6228	25	B	7	2,9%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES**

ANEXO 18 PROYECCIÓN TOTAL USUARIOS

#	# TRAFO	FASE	CAP. NOMINAL	INCREMENTO TOTAL USUARIOS										
				AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
				2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	25	C	49	51	52	55	56	59	61	64	66	68	70
2	T_8378	50	ABC	90	94	97	101	104	109	112	117	122	126	131
3	T_5919	50	ABC	51	53	55	57	59	61	64	66	70	72	75
4	T_5928	60	ABC	51	53	54	57	59	61	63	67	69	71	74
5	T_5916	50	ABC	83	86	90	93	96	100	103	107	110	115	119
6	T_6855	25	B	56	58	61	63	65	68	70	72	76	78	82
7	T_7165	50	ABC	28	29	30	31	32	34	35	36	38	39	41
8	T_8127	45	ABC	73	75	79	81	85	89	91	94	98	102	106
9	T_4229	75	ABC	188	194	202	210	218	226	235	243	252	262	272
10	T_2695	45	ABC	77	79	83	86	90	92	97	100	104	108	113
11	T_5291	25	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	T_131	50	ABC	65	67	70	73	75	79	81	84	89	92	95
13	T_5288	25	B	13	13	14	15	15	16	16	16	18	18	19
14	T_7809	30	ABC	59	61	63	66	69	71	74	76	80	82	85
15	T_8377	45	ABC	54	56	58	60	63	65	68	70	73	75	79
16	T_139	37,5	C	31	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45
17	T_140	75	ABC	43	45	46	48	50	52	54	57	59	61	63
18	T_141	30	ABC	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13
19	T_142	60	ABC	66	68	71	74	76	80	83	86	90	93	96
20	T_1061	60	ABC	68	71	73	76	79	83	86	89	92	96	99
21	T_5874	25	A	53	55	57	59	61	64	66	69	72	75	78
22	T_6097	25	A	19	20	21	21	22	23	24	25	26	27	28
23	T_6096	15	A	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16
24	T_4239	125	ABC	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
25	T_7808	30	ABC	44	45	47	49	50	53	55	57	59	61	63
26	T_4532	37,5	C	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16
27	T_6305	50	A	13	13	14	14	15	16	16	17	17	18	19
28	T_9531	25	B	21	21	22	23	24	25	25	28	28	29	30
29	T_497	50	B	50	52	54	56	58	60	62	65	68	71	73
30	T_498	50	C	47	49	51	52	54	56	59	61	63	65	68
31	T_7190	15	A	7	7	7	8	8	8	8	10	10	10	10
32	T_9328	5	B	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
33	T_5973	15	B	14	14	15	15	16	16	17	17	19	20	20
34	T_5981	25	B	28	29	30	31	33	34	35	37	38	40	41
35	T_5968	15	B	20	21	21	22	23	24	25	27	27	28	29
36	T_6235	25	B	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9
37	T_8215	10	B	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	13
38	T_8155	50	B	36	37	39	40	42	44	45	47	49	51	53
39	T_6232	25	B	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9
40	T_6228	25	B	7	7	8	8	8	8	9	9	10	10	10

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES**

ANEXO 19 DISTRIBUCIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN

#	# TRAF0	FASE	CAP. NOMINAL	TOT. USUARIOS 2022	25,95%	52,64%	1,80%	4,76%	5,02%	5,03%	1,94%	1,86%
					2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
COCINAS A DISTRIBUIR												
1	T_103	25	C	53	14	28	1	3	3	3	1	0
2	T_8378	50	ABC	102	27	54	2	5	5	5	2	2
3	T_5919	50	ABC	67	18	36	1	3	3	3	2	1
4	T_5928	60	ABC	60	16	32	1	3	3	3	1	1
5	T_5916	50	ABC	62	16	33	1	3	3	3	2	1
6	T_6855	25	B	64	17	34	1	3	3	3	2	1
7	T_7165	50	ABC	37	10	20	1	2	1	1	1	1
8	T_8127	45	ABC	81	21	43	1	4	4	4	2	2
9	T_4229	75	ABC	190	50	101	3	9	10	10	4	3
10	T_2695	45	ABC	87	23	46	2	4	4	4	2	2
11	T_5291	25	C	1	0	1	0	0	0	0	0	0
12	T_131	50	ABC	75	20	40	1	4	4	4	1	1
13	T_5288	25	B	11	3	6	0	1	1	0	0	0
14	T_7809	30	ABC	56	15	30	1	3	3	3	1	0
15	T_8377	45	ABC	67	18	36	1	3	3	3	2	1
16	T_139	37,5	C	42	11	22	1	2	2	2	1	1
17	T_140	75	ABC	56	15	30	1	3	3	3	1	0
18	T_141	30	ABC	12	3	6	0	1	1	1	0	0
19	T_142	60	ABC	86	23	46	2	4	4	4	2	1
20	T_1061	60	ABC	88	23	47	2	4	4	4	2	2
21	T_5874	25	A	69	18	37	1	3	4	4	1	1
22	T_6097	25	A	26	7	14	0	1	1	1	1	1
23	T_6096	15	A	15	4	8	0	1	1	1	0	0
24	T_4239	125	ABC	3	1	2	0	0	0	0	0	0
25	T_7808	30	ABC	41	11	22	1	2	2	2	1	0
26	T_4532	37,5	C	15	4	8	0	1	1	1	0	0
27	T_6305	50	A	12	3	6	0	1	1	1	0	0
28	T_9531	25	B	16	4	9	0	1	1	1	0	0
29	T_497	50	B	62	16	33	1	3	3	3	2	1
30	T_498	50	C	61	16	32	1	3	3	3	2	1
31	T_7190	15	A	7	2	4	0	0	0	0	1	0
32	T_9328	5	B	5	1	3	0	0	0	0	1	0
33	T_5973	15	B	15	4	8	0	1	1	1	0	0
34	T_5981	25	B	38	10	20	1	2	2	2	1	0
35	T_5968	15	B	24	6	13	1	1	1	1	1	0
36	T_6235	25	B	8	2	4	1	0	0	0	1	0
37	T_8215	10	B	11	3	6	0	1	1	0	0	0
38	T_8155	50	B	49	13	26	1	2	2	2	2	1
39	T_6232	25	B	8	2	4	1	0	0	0	1	0
40	T_6228	25	B	10	3	5	0	0	1	1	0	0

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES

**ANEXO 20 PROYECCION DE DEMANDA TOTAL DEL
ALIMENTADOR 52C8L4 POR TIPO DE CLIENTES.**

PROYECCION DE DEMANDA CLIENTE RESIDENCIAL

#	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	PROYECCION DE LA DEMANDA (Kwh) RESIDENCIAL 4,8% (PME 2013-2022)									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	4255	4450	4645	4840	5034	5229	5424	5619	5814	6009
2	T_8378	9404	9834	10265	10696	11127	11557	11988	12419	12849	13280
3	T_5919	8599	8993	9387	9780	10174	10568	10962	11356	11750	12143
4	T_5928	5270	5512	5753	5995	6236	6477	6719	6960	7202	7443
5	T_5916	7055	7378	7701	8025	8348	8671	8994	9317	9640	9963
6	T_6855	6248	6534	6821	7107	7393	7679	7965	8251	8538	8824
7	T_7165	2169	2269	2368	2467	2567	2666	2766	2865	2964	3064
8	T_8127	7422	7762	8102	8442	8782	9122	9462	9801	10141	10481
9	T_4229	18511	19359	20206	21054	21902	22750	23598	24446	25293	26141
10	T_2695	6778	7089	7399	7710	8020	8331	8641	8952	9262	9573
11	T_5291	52	55	57	60	62	64	67	69	72	74
12	T_131	7984	8349	8715	9081	9446	9812	10178	10543	10909	11275
13	T_5288	1071	1120	1169	1218	1267	1316	1365	1414	1464	1513
14	T_7809	5988	6263	6537	6811	7085	7360	7634	7908	8182	8457
15	T_8377	6751	7060	7370	7679	7988	8297	8607	8916	9225	9534
16	T_139	2833	2962	3092	3222	3352	3481	3611	3741	3871	4000
17	T_140	4035	4220	4404	4589	4774	4959	5144	5328	5513	5698
18	T_141	1027	1074	1121	1168	1215	1262	1309	1356	1403	1450
19	T_142	10780	11273	11767	12261	12755	13248	13742	14236	14730	15223
20	T_1061	13443	14058	14674	15290	15905	16521	17137	17753	18368	18984
21	T_5874	7804	8162	8519	8877	9234	9592	9949	10307	10664	11022
22	T_6097	2181	2281	2381	2481	2580	2680	2780	2880	2980	3080
23	T_6096	1082	1131	1181	1230	1280	1329	1379	1428	1478	1527
24	T_4239	309	323	337	352	366	380	394	408	422	437
25	T_7808	5392	5639	5886	6133	6380	6627	6874	7121	7368	7615
26	T_4532	875	915	955	995	1035	1075	1116	1156	1196	1236
27	T_6305	1211	1267	1322	1378	1433	1489	1544	1600	1655	1711
28	T_9531	1567	1639	1710	1782	1854	1926	1997	2069	2141	2213
29	T_497	6163	6446	6728	7010	7292	7575	7857	8139	8422	8704
30	T_498	5754	6017	6281	6544	6808	7071	7335	7598	7862	8125

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES**

ANEXO 21 PROYECCION DE DEMANDA CLIENTE COMERCIAL

#	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	PROYECCION DE LA DEMANDA (Kwh) COMERCIAL 5,7% (PME 2013-2022)									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	405	427	448	470	492	514	536	558	579	601
2	T_8378	4655	4906	5157	5408	5659	5910	6161	6412	6663	6914
3	T_5919	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	T_5928	1523	1605	1687	1770	1852	1934	2016	2098	2180	2262
5	T_5916	5951	6272	6593	6914	7235	7555	7876	8197	8518	8839
6	T_6855	5977	6300	6622	6944	7267	7589	7911	8234	8556	8878
7	T_7165	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83
8	T_8127	755	795	836	877	917	958	999	1040	1080	1121
9	T_4229	8583	9046	9509	9971	10434	10897	11360	11823	12286	12748
10	T_2695	4304	4536	4768	5000	5233	5465	5697	5929	6161	6393
11	T_5291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	T_131	2506	2641	2776	2912	3047	3182	3317	3452	3587	3722
13	T_5288	291	306	322	338	353	369	385	400	416	432
14	T_7809	2693	2838	2984	3129	3274	3419	3565	3710	3855	4000
15	T_8377	1550	1633	1717	1800	1884	1967	2051	2134	2218	2302
16	T_139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	T_140	69	72	76	80	84	87	91	95	98	102
18	T_141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	T_142	1164	1227	1289	1352	1415	1478	1540	1603	1666	1729
20	T_1061	12772	13460	14149	14838	15527	16215	16904	17593	18282	18970
21	T_5874	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	T_6097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	T_6096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	T_4239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	T_7808	1791	1887	1984	2080	2177	2273	2370	2466	2563	2660
26	T_4532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	T_6305	563	594	624	655	685	715	746	776	806	837
28	T_9531	2169	2286	2403	2520	2637	2754	2871	2988	3105	3222
29	T_497	647	682	717	752	786	821	856	891	926	961
30	T_498	619	653	686	720	753	786	820	853	887	920

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 22 PROYECCION DE DEMANDA CLIENTE INDUSTRIAL

#	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	PROYECCION DE LA DEMANDA (Kwh) INDUSTRIAL 5,1% (PME 2013-2022)									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	T_103	615	645	675	704	734	764	794	824	854	883
2	T_8378	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	T_5919	1246	1307	1367	1428	1488	1549	1609	1670	1730	1791
4	T_5928	416	436	457	477	497	517	537	558	578	598
5	T_5916	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178
6	T_6855	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	T_7165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	T_8127	428	449	469	490	511	532	552	573	594	615
9	T_4229	1695	1778	1860	1942	2024	2107	2189	2271	2353	2436
10	T_2695	554	581	608	635	661	688	715	742	769	796
11	T_5291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	T_131	1191	1249	1306	1364	1422	1480	1537	1595	1653	1711
13	T_5288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	T_7809	4712	4940	5169	5398	5626	5855	6083	6312	6541	6769
15	T_8377	269	282	295	308	321	334	347	360	374	387
16	T_139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	T_140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	T_141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	T_142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	T_1061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	T_5874	46	48	51	53	55	57	60	62	64	66
22	T_6097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	T_6096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	T_4239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	T_7808	694	727	761	795	828	862	896	929	963	997
26	T_4532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	T_6305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	T_9531	804	843	882	921	960	999	1038	1077	1116	1155
29	T_497	1557	1632	1708	1783	1859	1934	2010	2085	2161	2236
30	T_498	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 23 TOTAL DE DEMANDA PROYECTADA 2022-2024

#	NÚMERO DE TRANSFORMADOR	PROYECCION TOTAL DE DEMANDA (Kwh)	
		2023	2024
1	T_103	11487	11733
2	T_8378	27673	28354
3	T_5919	18840	19294
4	T_5928	14760	15103
5	T_5916	23291	23941
6	T_6855	22214	22822
7	T_7165	6004	6107
8	T_8127	18296	18697
9	T_4229	55132	56525
10	T_2695	23152	23721
11	T_5291	152	154
12	T_131	22149	22708
13	T_5288	2760	2824
14	T_7809	23058	23706
15	T_8377	17177	17582
16	T_139	7231	7360
17	T_140	10092	10280
18	T_141	2363	2410
19	T_142	23275	23832
20	T_1061	43690	44994
21	T_5874	16248	16608
22	T_6097	5060	5160
23	T_6096	2678	2727
24	T_4239	662	677
25	T_7808	14174	14551
26	T_4532	2396	2436
27	T_6305	3422	3508
28	T_9531	7642	7869
29	T_497	16468	16861
30	T_498	13628	13925
31	T_7190	1705	1744
32	T_9328	706	717
33	T_5973	2788	2842

**FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4
ELABORADO POR: POSTULANTES**

ANEXO 24 DEMANDA ANUAL POR TRANSFORMADOR CON COCINAS DE INDUCCION

CARGABILIDAD POR AÑO EN BASE A LOS REPORTES DEL SOFTWARE CYMDIST																										
PROYECCIÓN POR AÑO DE ESTUDIO					2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
#	# TRAFO	TIPO DE CLIENTE	CAP. NOMINAL	FASE	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)
1	T_103	RESID.	25	C	26	100,8	30	118,2	39	149,6	40	153,9	41	160,2	43	166,7	45	172,9	46	176,9	47	179,9	47	183	48	186,2
2	T_8378	RESID.	50	ABC	21	41,5	32	62	51	98,3	54	104	57	111,3	61	118,6	65	126	68	131,8	71	137,3	74	141,9	76	146,3
3	T_5919	RESID.	50	ABC	15	29,1	22	43,1	35	67,7	37	71,4	39	76,2	41	81	44	85,8	46	90	48	93,5	50	96,6	51	99,6
4	T_5928	RESID.	60	ABC	11	17,7	17	27,1	27	44	28	46,4	30	49,7	32	53	34	56,3	36	58,8	37	61,1	39	63,1	40	65
5	T_5916	RESID.	50	ABC	20	38,7	28	55,1	42	82	45	86,9	48	92,9	51	99	54	105	57	110,4	59	115,2	62	119,4	64	123,6
6	T_6855	RESID.	25	B	26	99,9	35	135,2	52	194,9	55	206,1	59	220,2	63	234,3	68	253,8	72	267	76	278,5	79	288,6	82	298,7
7	T_7165	RESID.	50	ABC	3	6,6	6	11,6	11	21,9	12	23,1	13	24,9	13	26,2	14	27,6	15	28,8	15	30	16	30,8	16	31,5
8	T_8127	RESID.	45	ABC	13	28,3	20	43,7	33	72,7	35	76,5	38	81,9	40	87,3	43	92,8	45	97,1	47	101,2	48	104,2	50	107,2
9	T_4229	RESID.	75	ABC	44	56,6	64	83,6	102	130,5	108	137,9	115	147,5	123	157,4	131	167,2	138	175,1	143	182,3	148	188,4	153	194,5
10	T_2695	RESID.	45	ABC	18	38,1	26	57,3	42	91,2	45	96,6	48	103,4	51	110,1	54	116,8	57	122,4	59	127,7	61	131,9	63	136
11	T_5291	RESID.	25	C	0	1	0	1	1	2,3	1	2,3	1	2,3	1	2,3	1	2,3	1	2,4	1	2,4	1	2,4	1	2,4
12	T_131	RESID.	50	ABC	18	34,5	26	50,8	40	78,9	43	83,3	46	89,2	49	95,2	52	101,1	54	105,6	57	109,9	59	113,5	60	117,2
13	T_5288	RESID.	25	B	3	11,2	4	15,9	6	24,7	7	25,9	7	28,1	8	30,4	8	32,3	9	33,6	9	34,7	9	35,9	9	37
14	T_7809	RESID.	30	ABC	20	65,9	29	93	43	136,1	45	144,3	48	154,4	52	164,4	55	174,5	58	182,8	60	190	62	197	65	203,9
15	T_8377	RESID.	45	ABC	13	28,1	20	42,5	32	68,4	33	72,2	36	77,1	38	82	40	86,9	42	91,2	44	94,8	45	97,8	47	100,8
16	T_139	RESID.	37,5	C	14	36,1	17	45,8	24	62,9	25	64,7	26	67,2	27	69,8	28	72,2	28	73,9	29	75,8	29	76,8	30	77,9
17	T_140	RESID.	75	ABC	6	8,1	10	13,5	19	24,4	20	25,6	21	27,5	22	29,4	24	31,3	25	32,6	26	33,6	26	34,5	27	35,4
18	T_141	RESID.	30	ABC	2	5,1	3	8,1	4	13,8	4	14,5	5	15,8	5	17,1	6	18,4	6	19,1	6	19,6	6	20,2	6	20,7
19	T_142	RESID.	60	ABC	18	29,4	27	43,9	43	69,5	45	73,6	48	78,6	51	83,6	55	88,6	57	92,8	59	96,3	61	99,4	63	102,5
20	T_1061	RESID.	60	ABC	40	64,4	55	89,4	80	127,8	85	135,8	91	145,1	97	154,4	103	163,7	108	171,9	113	179,7	118	186,6	122	193,5
21	T_5874	RESID.	25	A	12	46,4	18	71	30	116,8	32	123	34	131,4	37	140,5	39	149,5	41	155,8	42	161,8	44	166,6	45	171,5
22	T_6097	RESID.	25	A	3	12,9	5	21	9	36,7	10	38,3	10	40,8	11	43,3	12	45,8	12	48,2	13	50,5	13	51,9	14	53,3
23	T_6096	RESID.	15	A	2	10,7	3	17,9	5	32,3	5	33,6	6	36,4	6	39,2	6	42	7	43,4	7	44,6	7	45,8	7	46,9
24	T_4239	RESID.	125	ABC	1	0,4	1	0,6	2	1	2	1,1	2	1,1	2	1,2	2	1,2	2	1,3	2	1,3	2	1,4	2	1,4
25	T_7808	RESID.	30	ABC	12	38,8	17	55,8	26	84,1	27	89,2	29	95,3	31	101,4	33	107,5	35	112,7	36	117	38	121,1	39	125,2

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST ALIMENTADOR 52C8L4

ELABORADO POR: POSTULANTES

ANEXO 25 PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE POTENCIA

Para realizar las mediciones en horas de demanda máxima, se utilizó el Multímetro Fluke y se comparó con los datos obtenidos en el software CYMDIST en los transformadores tomados de la muestra realizada (57 transformadores), con esto se estableció el rango de variación de potencia que existe.

Las mediciones instantáneas de voltaje y corriente se las realizó en las bajantes de los transformadores en el horario de demanda máxima que comprende de 18h30 hasta 20h30, con estos datos obtenemos la potencia aparente con la que funciona el transformador.

La Tabla 59 muestra los resultados de potencia en demanda máxima obtenidos del Fluke y CYMDIST, donde se observa un rango de error de +/- 3,2 %, con lo que se obtiene valores más reales para realizar el estudio y conocer el estado actual del alimentador.

TABLA 59 PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE

KVA MEDIDO FLUKE (57 TRAFOS)	866,19
KVA CYMDIST (57 TRAFOS)	895,62
VARIACIÓN POTENCIA	3,2%

FUENTE: CYMDIST SIMULACIÓN INICIAL
ELABORADO POR: POSTULANTES

Se utiliza la siguiente fórmula para encontrar el porcentaje de variación que existe.

$$\% \text{ Variación de potencia} = \frac{P_{mayor} - P_{menor}}{P_{mayor}} * 100$$

$$\% \text{ Variación de potencia} = \frac{895,62 - 866,19}{895,62} * 100$$

$$\% \text{ Variación de potencia} = \frac{29,43}{895,62} * 100$$

$$\% \text{ Variación de potencia} = 0,032 * 100$$

$$\% \text{ Variación de potencia} = 3,2$$

FICHA DE ENTREVISTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS**

ENTREVISTA

TEMA: “ESTUDIO DE CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES EN EL ALIMENTADOR 52C8L4 SUBESTACION EL CALVARIO “LATACUNGA SUR” DE LA EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A EN BASE AL TIPO DE USUARIO Y CONSUMO DE ENERGÍA”.

OBJETIVO: Esta entrevista tiene como principal objetivo recopilar información técnica del estado actual del Alimentador 52C8L4 con el fin de obtener información necesaria para efectuar el desarrollo del estudio.

DIRIGIDO: al Jefe de la Unidad del Centro de Información para Estudios Técnicos CIETEC. ELEPCOS.A. ING. JULIO ESPARZA.

CUESTIONARIO

1. ¿Cree Ud. que se debería realizar un estudio de cargabilidad de transformadores en el alimentador Latacunga Sur de la ELEPCO S.A.?

Respuesta:

.....
.....
.....
.....

2. ¿En Elepco en lo que respecta a alimentadores cual es el porcentaje de crecimiento de la demanda, en base a diseño de ELEPCO?

Respuesta:

.....
.....
.....
.....

3. ¿En base a demanda máxima cómo se vería afectado el sistema con una sobrecarga de transformadores que presenten saturación de la demanda en base a las incorporaciones de cocinas de inducción?

Respuesta:

.....
.....
.....
.....

4. ¿Cómo previene la empresa eléctrica a las variaciones de cargas en los transformadores que ya tiene su vida útil cumplida?

Respuesta:

.....
.....
.....
.....

5. ¿A su criterio en el momento actual el alimentador está en condiciones de soportar carga en cualquier punto sin tener que hacer adecuaciones en los transformadores que están sobre cargados para su funcionamiento?

Respuesta:

.....
.....

6. ¿El software Cymdist de qué manera aporta para proyectar los sistemas de distribución?

Respuesta:

.....
.....
.....
.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

.....

ENTREVISTADO

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

FICHA DE ENCUESTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

OBJETIVO: Esta encuesta tiene como principal objetivo recopilar información técnica del estado actual del Alimentador 52C8L4 con el fin de obtener información necesaria para efectuar el desarrollo del estudio.

DIRIGIDO: a los ingenieros del departamento CIETEC. ELEPCOS.A.

CUESTIONARIO

En esta técnica de recopilación de datos, se aplicaron preguntas que permitieron obtener con mayor claridad información con el objetivo de la realización de este estudio para ello se aplicó 7 interrogantes todas inmersas al tema de estudio.

1. ¿Cree Ud. Que las sobrecargas representan una de las causas más comunes para los cortes de servicio y con ellos las molestias de los usuarios. ?

SI NO

2. ¿Son de manera continua los cortes de servicio eléctrico que se presentan en el alimentador?

SI NO

3. ¿Cuándo existen una interrupción del servicio de energía en las redes de distribución en que promedio de tiempo asiste la empresa a reparar el daño?

MINUTOS HORAS DIAS

4. ¿Con la ayuda del software Cymdist se efectúan análisis para identificar que transformadores están con inconvenientes?

SI NO

5. ¿Cree usted que es necesario que se deban efectuar mejoras en las redes eléctricas en el alimentador para mejorar el servicio de energía eléctrica?

SI NO

6. ¿Se realiza estudios de proyección de la demanda, que determine qué tipo de usuarios van hacer beneficiarios de la energía eléctrica?

SI NO

7. ¿La empresa eléctrica realiza mediciones frecuentes en los transformadores, esto con el fin de llevar un cronograma de incremento de la demanda?

SI NO

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN