



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
INGENIERÍA ELÉCTRICA
TESIS DE GRADO

TEMA:

“ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA PROYECTADA HACIA EL AÑO 2022 EN LA RED SUBTERRÁNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CASCO COLONIAL DE LA CIUDAD DE AMBATO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

AUTORES: CHASILOA CHILUISA DIEGO XAVIER.
ORTEGA PROAÑO PABLO DAVID.

DIRECTOR DE TESIS: ING. ELÉC. KLÉVER MAYORGA.

ASESOR METODOLÓGICO: M. SC. HUGO ARMAS.

LATACUNGA – ECUADOR
JUNIO 2013

AUTORÍA

Nosotros, Diego Xavier Chasiloa Chiluisa y Pablo David Ortega Proaño, portadores de los números de cédula 050334728-8 y 050283163-9, declaramos que la presente Tesis de Grado, es fruto de nuestro esfuerzo, responsabilidad y disciplina, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

Atentamente,

Diego X. Chasiloa Ch.
C.I. 050334728-8

Pablo D. Ortega P.
C.I. 050283163-9

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con lo estipulado en el Artículo 26, Literal h) del Reglamento de graduación en el Nivel de Pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi, **CERTIFICO**, que los señores Chasiloa Chiluisa Diego Xavier y Ortega Proaño Pablo David, egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia CIYA, desarrollaron el trabajo de investigación de grado, de acuerdo a los planteamientos formulados en el Proyecto de Tesis, asesoría y dirección correspondiente.

En virtud de lo antes expuesto considero que están habilitados para presentarse al acto de defensa de tesis, cuyo tema es: “Alternativas de Solución para el Crecimiento de la Demanda Proyectada hacia el año 2022 en la Red Subterránea de Distribución del casco colonial de la ciudad de Ambato de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.”.

Atentamente,

Ing. Eléc. Kléver Mayorga
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN.

En calidad de Director de Planificación de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., a petición verbal de los interesados certifico que:

Los señores Chasiloa Chiluisa Diego Xavier, portador de la cédula de ciudadanía N° 050334728-8 y Ortega Proaño Pablo David, portador de la cédula de ciudadanía N° 050283163-9, realizaron la Tesis de Grado con el tema: **“ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA PROYECTADA HACIA EL AÑO 2022 EN LA RED SUBTERRÁNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CASCO COLONIAL DE LA CIUDAD DE AMBATO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.”**, bajo la supervisión de este Departamento, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la E.E.A.S.A.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados, hacer uso de este documento en forma de que estimen conveniente.

Atentamente,

Ing. Eléc. Luis Marcial.

Director de Planificación.

EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO RCN S.A.

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a mis amados padres Gabriel Chasiloa y Blanca Chiluisa, por su apoyo incondicional en toda mi educación, tanto académica, como en la vida, pues han sido mi motivación inculcándome valores que me han permitido ser mejor persona y en el futuro un buen profesional.

A mis hermanos Darwin y Joselyn quienes siempre han estado a mi lado, para que tomen mi dedición y esfuerzo como un ejemplo de superación.

A mi novia Cristina quien me apoyo y alentó para la culminación del presente trabajo. Gracias a todas estas personas importantes que forman parte de mi vida hoy puedo ver alcanzar mi meta.

Diego Xavier Chasiloa Chiluisa.

Dedicatoria.

El presente trabajo de investigación lo dedico a las
personas que más quiero en el mundo:

A mi mami Rocío, por sembrar en mí la semilla de la
sensibilidad y la comprensión, por tu cariño y amor
incondicional.

A mi papi Marco, por enseñarme a que debemos
tener la fortaleza de continuar hacia adelante no
importa las circunstancias que la vida nos presenta.

A mis hermanos Marquito y Santy, por siempre
darme su apoyo y cariño.

Pablo David Ortega Proaño.

Agradecimiento

El presente trabajo de tesis, primeramente agradecemos a Dios por su infinita bondad que ha permitido llegar a este punto.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por acogerme en sus aulas y darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. Igualmente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., por abrirme sus puertas y permitir efectuar el presente Trabajo de Investigación.

A nuestro director de tesis, Ing. Eléc. Kléver Mayorga, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha facilitado la culminación de este proyecto. También es oportuno agradecer a mis profesores pues todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida estudiantil a las que nos encantaría agradecer por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles. Algunas están aquí con nosotros y otras en nuestros recuerdos y corazones, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones.

Agradecemos de manera especial a las siguientes personas:

Ing. Eléc. Luis Marcial

Ing. Eléc. Iván Naranjo

Ing. Eléc. Carlos Solís

Ing. Eléc. Carlos Bonilla

Ing. Saúl Medina

Ing. Eléc. Franklin Melo

Sr. Luis Sánchez

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PORTADA.....	I
AUTORÍA.....	II
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN EEASA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XV
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
CEERTIFICACIÓN ABSTRACT.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XX

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1	Sistemas Eléctricos.....	1
1.1.1	Introducción.....	1
1.1.2	Componentes de un Sistema Eléctrico.....	2
1.1.2.1	Generación.....	3
1.1.2.2	Transmisión.....	3
1.1.2.3	Sistema de subtransmisión.....	3
1.1.2.4	Subestación de distribución.....	3
1.1.2.5	Sistema de Distribución.....	3

1.1.2.5.1	Red distribución primaria.....	4
1.1.2.5.2	Transformadores.....	4
1.1.2.5.3	Red secundaria.....	4
1.1.2.5.4	Acometida.....	5
1.1.2.5.5	Red de alumbrado público.....	5
1.1.2.5.6	Contadores de Energía (MEDIDORES).....	5
1.1.3	Clasificación de los Sistemas de Distribución en función de su construcción.....	7
1.1.3.1	Sistemas Aéreos.....	7
1.1.3.2	Sistemas Subterráneos.....	9
1.1.3.3	Sistemas mixtos.....	9
1.2	Sistema de Distribución Subterránea.....	9
1.2.1	Distribución Subterránea.....	9
1.2.2	Topología de Sistemas de Distribución Subterránea.....	10
1.2.3	Ventajas del Sistema de Distribución Subterránea.....	12
1.2.4	Componentes de los centros de transformación subterráneos.....	13
1.2.4.1	Aspecto Eléctrico.....	14
1.2.4.2	Aspecto Civil.....	21
1.3	Pérdidas de energía.....	22
1.3.1	Pérdidas técnicas de energía.....	22
1.3.1.1	Red de medio voltaje.....	23
1.3.1.2	Transformador de distribución.....	23
1.3.1.3	Red de bajo voltaje.....	23
1.3.1.4	Acometida.....	24
1.3.1.5	Contador de energía.....	24
1.3.1.6	Alumbrado Público.....	24
1.3.2	Pérdidas no técnicas de energía.....	24
1.3.2.1	Durante el registro.....	24
1.3.2.2	Financieras.....	25
1.3.2.3	Hurto.....	25

1.3.2.4	Fraude.....	25
1.4	Alternativas de optimización del servicio de energía eléctrica.....	25
1.4.1	Transferencia de carga.....	26
1.4.2	Balance de cargas eléctricas.....	26
1.4.3	Incremento de potencia en los centros de transformación.....	27
1.5	Equipos utilizados para la recopilación de datos.....	28
1.5.1	Medidor de estado sólido.....	28
1.5.2	Analizador de calidad de energía.....	28
1.6	Software de simulación.....	28
1.6.1	Descripción del software Cymdist.....	29
1.6.2	Ingreso de datos en el programa Cymdist.....	30
1.6.2.1	Transformadores de distribución.....	30
1.6.2.2	Modelación de una red secundaria.....	31
1.6.2.3	Cables.....	32
1.6.2.4	Cargas.....	32
1.6.2.5	Proyección anual de la demanda en Cymdist.....	33

CAPÍTULO II

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

2.1	Aspectos Generales de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.....	34
2.1.1	Antecedentes Históricos.....	34
2.1.2	Área de concesión.....	35
2.1.3	Misión.....	35
2.1.4	Visión.....	35
2.1.5	Principios Fundamentales.....	36
2.2	Interpretación y Análisis de Resultados.....	36
2.2.1	Entrevista.....	37

2.2.1.1	Ficha de entrevista.....	37
2.2.1.2	Resultado.....	38
2.2.2	Encuesta.....	39
2.2.2.1	Población.....	39
2.2.2.2	Análisis de los resultados por pregunta aplicada a clientes que se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.....	39
2.2.2.3	Análisis de los resultados por pregunta aplicada a clientes que no se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.....	45
2.2.3	Conclusiones.....	50
2.2.3.1	Conclusiones de las interrogantes aplicadas a clientes que se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.....	50
2.2.3.2	Conclusiones de las interrogantes aplicadas a clientes que no se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.....	50
2.2.4	Recomendaciones.....	51
2.2.4.1	Recomendaciones de las interrogantes aplicadas a clientes que se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.....	51
2.2.4.2	Recomendaciones de las interrogantes aplicadas a clientes que no se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.....	51
2.3	Verificación de la Hipótesis.....	52

CAPÍTULO III

3.1	PROPUESTA FACTIBLE.....	53
-----	-------------------------	----

Alternativas de Solución para el Crecimiento de la Demanda Proyectada hacia el año 2022 en la Red Subterránea de Distribución del casco colonial de la ciudad de Ambato de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.

3.2	Presentación.....	53
3.3	Justificación.....	55
3.4	Objetivos.....	56

3.4.1	General.....	56
3.4.2	Específicos.....	56
3.5	Descripción de Alimentadores Subterráneos que brindan servicio al centro de la ciudad de Ambato.....	56
3.5.1	Subestación Loreto.....	57
3.5.1.1	Descripción del alimentador Avenida 12 de Noviembre.....	59
3.5.1.2	Descripción del alimentador Subterráneo 1.....	59
3.5.2	Subestación Atocha.....	59
3.5.2.1	Descripción del alimentador Salida 2.....	62
3.6	Descripción de cámaras de transformación de la red subterránea de Ambato.....	62
3.6.1	Componentes de los centros de transformación subterráneos de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.....	64
3.6.1.1	Aspecto Eléctrico.....	64
3.7	Equipos utilizados para la recopilación de datos para el presente estudio.....	69
3.7.1	Medidor de estado sólido.....	69
3.7.2	Analizador de calidad de energía trifásico.....	70
3.8	Desarrollo de la Propuesta.....	72
3.8.1	Obtención de los datos de los usuarios conectados a cada alimentador, consumo, número de medidor, etc.....	72
3.8.2	Clasificación de los clientes por cámara de transformación, número de circuito, pozo o caja de revisión y consumo promedio.....	74
3.8.3	Impedancias de cables subterráneos utilizados para el ingreso en la base de datos del software Cymdist.....	75
3.8.4	Registro de datos de los totalizadores de las cámaras de transformación subterráneas.....	75
3.8.4.1	Cuantificación de la información registrada de los totalizadores.....	76
3.8.4.2	Cámaras de transformación subterráneas pertenecientes a la E.E.A.S.A.....	77

3.8.4.2.1	Alimentador Subterránea 1 (S/E LORETO).....	77
3.8.4.2.2	Alimentador 12 de Noviembre. (S/E LORETO).....	78
3.8.4.2.3	Alimentador Salida 2. (S/E ATOCHA).....	78
3.8.4.3	Mediciones de demanda máxima, media y mínima de cada centro de transformación.....	78
3.8.4.4	Curva de carga de los transformadores en estudio.....	82
3.8.5	Estado actual de los centros de transformación.....	82
3.8.6	Simulación de la red de media y bajo voltaje en el software para el análisis de sistemas de potencia: Cymdist.....	83
3.8.6.1	Recopilación de datos.....	84
3.8.6.2	Topología de la red.....	84
3.8.6.3	Análisis de cada cámara subterránea en Cymdist.....	87
3.8.6.4	Resumen de perfiles de voltaje de las cámaras de transformación....	87
3.8.7	Proyección de la demanda de los centros de transformación.....	88
3.8.7.1	Cámaras subterráneas proyectadas.....	89
3.8.7.2	Resumen de pérdidas de energía.....	93
3.8.8	Alternativas de solución y medidas de mejoramiento del servicio de energía eléctrica para el crecimiento de la demanda.....	95
3.8.8.1	Balance de carga.....	95
3.8.8.2	Transferencia de carga.....	96
3.8.8.3	Incremento de potencia en los centros de transformación.....	100
	CONCLUSIONES.....	103
	RECOMENDACIONES.....	104
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
	ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	CONTENIDO	PÁGINA
1.1	Componentes de un sistema eléctrico de potencia.....	2

1.2	Estructura de la red de distribución.....	4
1.3	Medidor electromagnético.....	5
1.4	Medidor electromagnético con registrador electrónico.....	6
1.5	Medidor totalmente electrónico.....	7
1.6	Red radial.....	11
1.7	Red anillo abierto.....	12
1.8	Red anillo cerrado.....	12
1.9	Transformador subterráneo.....	17
1.10	Transformador compacto Padmounted.....	20
1.11	Software Cymdist.....	30
1.12	Ingreso de datos de transformadores de distribución.....	31
1.13	Creación de una red secundaria.....	31
1.14	Ingreso de datos de los cables.....	32
1.15	Ingreso de datos de cargas.....	33
1.16	Aplicación de factores de crecimiento de carga.....	33
2.1	Opciones de porcentaje, pregunta # 1.....	40
2.2	Opciones de porcentaje, pregunta # 2.....	41
2.3	Opciones de porcentaje, pregunta # 3.....	42
2.4	Opciones de porcentaje, pregunta # 4.....	43
2.5	Opciones de porcentaje, pregunta # 5.....	44
2.6	Opciones de porcentaje, pregunta # 1.....	45
2.7	Opciones de porcentaje, pregunta # 2.....	46
2.8	Opciones de porcentaje, pregunta # 3.....	47
2.9	Opciones de porcentaje, pregunta # 4.....	48
2.10	Opciones de porcentaje, pregunta # 5.....	49
3.1	Diagrama unifilar de la Subestación Loreto.....	58
3.2	Diagrama unifilar de la Subestación Atocha.....	61
3.3	Cámara de transformación subterránea.....	63
3.4	Partes de una cámara de transformación.....	64
3.5	Operación del interruptor FRMU-TM.....	65

3.6	Transformador Pauwels.....	67
3.7	Armario de bajo voltaje.....	68
3.8	Medidor de estado sólido S4LANDIS+GYR.....	70
3.9	Analizador de calidad de energía trifásico PowerPad® Modelo 3945- b.....	72
3.10	Ingreso de las redes de bajo voltaje en Cymdist (Alimentador 12 de Noviembre).....	85
3.11	Ingreso de las redes de bajo voltaje en Cymdist (Alimentador Subterránea 1).....	86
3.12	Ingreso de las redes de bajo voltaje en Cymdist (Alimentador Salida 2).....	86
3.13	Perfiles de voltaje de las cámaras subterráneas.....	88
3.14	Perfiles de potencia.....	92
3.15	Pérdidas totales.....	94

ÍNDICE DE CUADROS

N°	CONTENIDO	PÁGINA
2.1	Pregunta # 1, valoración de opciones.....	40
2.2	Pregunta # 2, valoración de opciones.....	41
2.3	Pregunta # 3, valoración de opciones.....	42
2.4	Pregunta # 4, valoración de opciones.....	43
2.5	Pregunta # 5, valoración de opciones.....	44
2.6	Pregunta # 1, valoración de opciones.....	45
2.7	Pregunta # 2, valoración de opciones.....	46
2.8	Pregunta # 3, valoración de opciones.....	47
2.9	Pregunta # 4, valoración de opciones.....	48
2.10	Pregunta # 5, valoración de opciones.....	49
3.1	Características del transformador Pauwels.....	67
3.2	Reporte de abonados.....	73

3.3	Clasificación de los clientes por cámara de transformación.....	74
3.4	Características de cables utilizados en las redes subterráneas.....	75
3.5	Registro de datos del totalizador.....	76
3.6	CT del Alimentador Subterránea 1 (S/E Loreto).....	77
3.7	CT del Alimentador 12 de Noviembre (S/E Loreto).....	78
3.8	CT del Alimentador Salida 2 (S/E Atocha).....	78
3.9	Potencias máximas, medias, mínimas y FP de las doce cámaras.....	79
3.10	Estado actual de transformadores.....	83
3.11	Resumen de perfiles de voltaje.....	87
3.12	Tasa de crecimiento anual de la demanda.....	89
3.13	Resumen de la proyección de demanda de las cámaras.....	90
3.14	Número de centros de transformación con exceso de demanda al 2022.....	93
3.15	Pérdidas totales.....	93
3.16	Balance de carga.....	96
3.17	Descripción de las transferencias de carga.....	98
3.18	Descripción de cámaras para modificaciones a futuro.....	101
3.19	Número de cámaras y año para aumento de potencia.....	102

Resumen

El presente estudio plantea las Alternativas de Solución para el Crecimiento de la Demanda hacia el año 2022 en la Red Subterránea de Distribución del casco colonial de la ciudad de Ambato de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.

En este estudio se realiza primeramente un diagnóstico actual de las cámaras de transformación de distribución, para lo cual se simuló las redes de bajo voltaje, para obtener las potencias reales de demanda de cada transformador hasta el momento de la realización de la presente tesis.

Para alcanzar la propuesta planteada se actualizó la topología de la red de medio voltaje, y luego se realizó la base de datos de la red de bajo voltaje, así como tomar datos de registro de los totalizadores instalados en cada centro de transformación, a fin de determinar el comportamiento de los mismos.

Para ello fue necesaria la utilización de algunos implementos como base de datos, software, equipos de medición como registradores y totalizadores, que ayudan a conocer la potencia real consumida.

Por último, se analizan y razonan los resultados obtenidos, finalmente se proponen las alternativas de solución a tomar en los próximos años, a fin de que no exista ninguna cámara con sobrecargas.

Abstract

The objective of this research is to propose alternative most suitable solutions to the demand growth projected to the year 2022, in the underground electrical distribution of the Old colonial City in the Electrical company Regional Centro Norte S. A. in Ambato.

In this project applied a methodology based on field exploratory and descriptive research; they were employed methods such as: scientist, inductive-deductive, descriptive, since first visited each of the transformation underground center to observe the current state, then an analysis of the results obtained through simulation Cymdist software.

It was employed as information gathering techniques: interview and survey.

This work will contribute to take appropriate alternatives in the future, because the continuous growth of demand can overload the transformer.

In conclusion is expressed that so far the underground electrical distribution of Ambato provides a quality electrical power service to all its customers, however, the continued growth of power can cause that overload problems arise in the future.

So this recommended that the electrical company of Ambato done preventive to each of the transformation chamber and not just corrective maintenance.

CERTIFICADO ABSTRACT

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, yo Lic. Mishelle Velasteguí con la C. I. 050187099-2 **CERTIFICO**, que he realizado la respectiva revisión del Abstract; con el tema: **“Alternativas de solución para el Crecimiento de la Demanda proyectada hacia el año 2022 en la Red Subterránea de Distribución del casco colonial de la ciudad de Ambato de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.”**, cuyos autores son: Chasiloa Chiluisa Diego Xavier y Ortega Proaño Pablo David y Director de Tesis Ing. Eléc. Kléver Mayorga.

Latacunga, Marzo del 2013.

Lic. Mishelle Velasteguí.

C. I. 050187099-2

INTRODUCCIÓN

El servicio de energía eléctrica es posible a través de una serie de eventos que inicia en las centrales de generación que pueden ser: hidroeléctricas, térmicas, nucleares, etc., luego viene el proceso de transmisión, subtransmisión, subestaciones y finalmente la fase de distribución, la misma que puede ser en redes aéreas, subterráneas y mixtas.

La energía eléctrica entregada por la Empresa Eléctrica Distribuidora en su área de concesión, debe ser de calidad y confiable, en lo que se refiere a factores como continuidad del servicio, nivel de voltaje dentro de los parámetros correctos, es por eso que, la fase de distribución debe contar con un plan de control y planificación.

El crecimiento de la demanda es un factor de permanente incremento, y aún más en las ciudades importantes del país, no siendo la excepción el casco colonial de la ciudad de Ambato, que su principal actividad mercantil es el comercio.

Es por eso que se planteó la necesidad de conocer la potencia real de cada transformador de distribución perteneciente a la EEASA que está siendo utilizada por sus clientes.

Siempre con la misión de mejorar el servicio de energía eléctrica en el sistema de distribución de la ciudad de Ambato, y al proponer Alternativas de Solución para el Crecimiento de la Demanda Proyectada hacia el año 2022 en la Red Subterránea de Distribución del casco colonial de la ciudad de Ambato de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., se obtiene un gran beneficio al contar con las medidas a tomar en el futuro en las redes de bajo voltaje del sistema subterráneo.

El presente trabajo de investigación muestra una correcta fundamentación teórica sustentada por la investigación de campo, y la necesidad de proponer alternativas de solución para el crecimiento de la demanda en los próximos diez años; se plantea la propuesta, finalmente se concreta las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el transcurso de este estudio.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1 Sistemas Eléctricos.

1.1.1 Introducción.

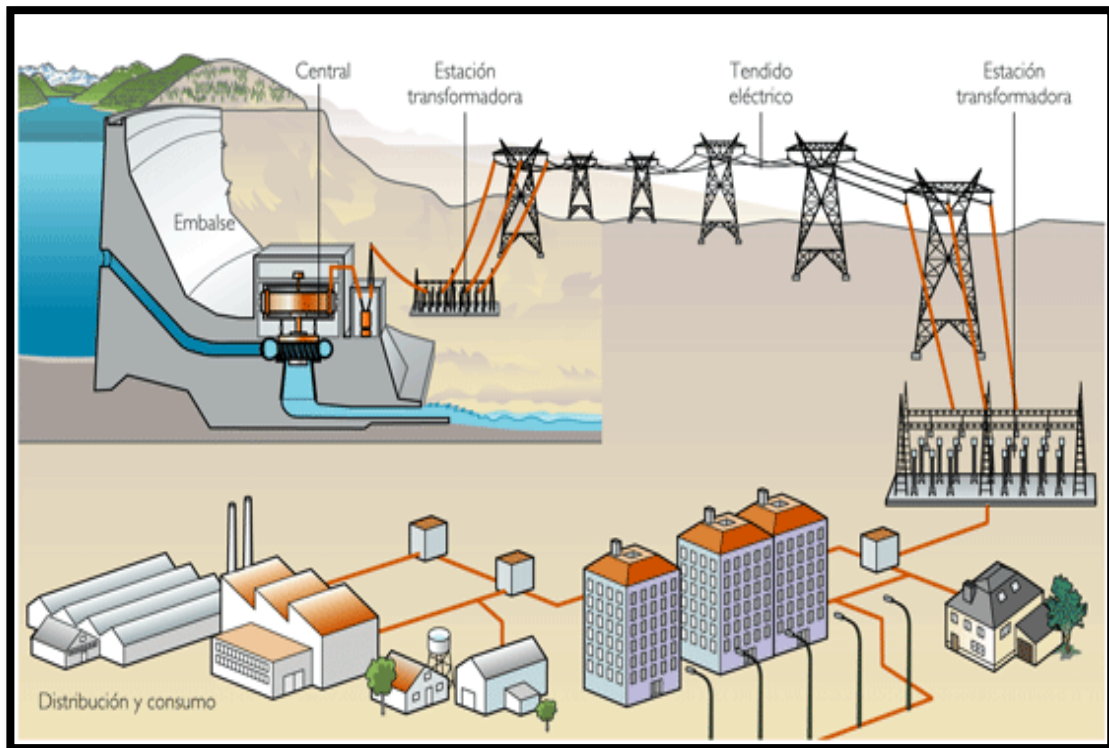
Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de elementos encargados de conducir la energía desde una subestación de potencia hasta el consumidor final, es decir, el cliente. En términos Básicamente la distribución de energía eléctrica comprende las líneas primarias de distribución, transformadores de distribución, líneas secundarias de distribución, acometidas y medidores.

Desde las subestaciones ubicadas cerca de las áreas de consumo, el servicio eléctrico es responsabilidad de la compañía distribuidora que ha de construir y mantener las líneas necesarias para llegar a los clientes.¹

Estas líneas construidas a distintos niveles de voltajes, y las instalaciones en que se reduce el valor de voltaje hasta los valores utilizables por los clientes, constituyen la red de distribución. Las redes de distribución pueden ser aéreas, subterráneas o mixtas.

1.1.2 Componentes de un Sistema Eléctrico.

GRÁFICO N° 1-1; COMPONENTES DE UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA



FUENTE: [HTTP://ALEJALOVE6415.BLOGSPOT.COM/2010_10_01_ARCHIVE.HTML](http://ALEJALOVE6415.BLOGSPOT.COM/2010_10_01_ARCHIVE.HTML)

RECOPIADO POR: POSTULANTES

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_suministro_el%C3%A9ctrico

1.1.2.1 Generación.

La electricidad es generada a partir de otras fuentes de energía, principalmente en centrales hidroeléctricas, donde se usa la fuerza mecánica de agua o en centrales termoeléctricas donde se produce electricidad a partir de la quema de carbón, petróleo y otros combustibles.²

1.1.2.2 Transmisión.

Es el conjunto de dispositivos para transportar o guiar la energía eléctrica desde una fuente de generación a los centros de consumo o cargas. Estos son utilizados normalmente cuando no es costeable producir la energía eléctrica en los centros de consumo o cuando afecta el medio ambiente (visual, acústico o físico), buscando siempre maximizar la eficiencia, haciendo las pérdidas por calor o por radiaciones las más pequeñas posibles.

1.1.2.3 Sistema de subtransmisión.

Es aquel sistema que transfiere la energía de los respectivos centros de producción o generación.

1.1.2.4 Subestación de distribución.

La subestación transforma la energía a un nivel de voltaje más bajo, adecuada para la distribución local, compuesta por la recepción de las líneas de transmisión o subtransmisión, transformador de reducción, salida de las líneas primarias, equipos de protección.

1.1.2.5 Sistema de Distribución.

Es la parte del sistema de suministro eléctrico cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales (medidor del cliente).

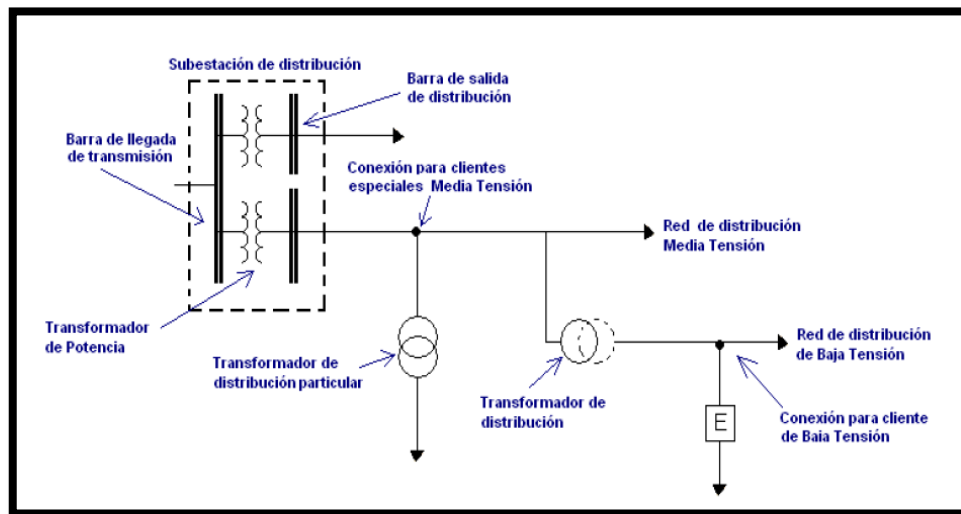
² http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/lecciones_fisica/energia_electrica.htm

1.1.2.5.1 Red distribución primaria.

Es el conjunto de líneas y seccionamientos que alimentan un área bien definida, compuesta por troncales trifásicos, laterales de dos fases y monofásicos, que enlazan a los transformadores de distribución.

Los sistemas eléctricos de distribución generalmente están estructurados por la fuente principal de energía.³

GRÁFICO N° 1-2; ESTRUCTURA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.



FUENTE: [HTTP://BIEEC.EPN.EDU.EC:8180/DSPACE/BITSTREAM/123456789/1165/6/T11028_CAPITULO_2.PDF](http://BIEEC.EPN.EDU.EC:8180/DSPACE/BITSTREAM/123456789/1165/6/T11028_CAPITULO_2.PDF)
RECOPIADO POR: POSTULANTES

1.1.2.5.2 Transformadores.

Son aquellos que reducen la energía de un nivel de voltaje primario al voltaje de utilización, montados en postes, cámaras subterráneas, cerca de los centros de consumo.

1.1.2.5.3 Red secundaria.

Son el conjunto de líneas que transportan la energía a lo largo de las calles a un nivel de voltaje de utilización que enlazan al transformador de distribución con las acometidas.

³ http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1165/6/T11028_CAPITULO_2.pdf

1.1.2.5.4 Acometida.

Transportan la energía de las redes de distribución secundaria a los empalmes del contador de energía de cada abonado, es decir, el medidor.

1.1.2.5.5 Red de alumbrado público.

Incluye las exigencias relativas al alumbrado y a su instalación en vías expresas, arterias principales, vías colectoras, calles, locales, cruces, plazas, parques, etc., formado por luminarias, lámparas, y los accesorios para el montaje.⁴

1.1.2.5.6 Contadores de Energía (MEDIDORES).

Los medidores de energía son equipos usados para la medida del consumo de energía. Los medidores para realizar el control del consumo de energía, pueden clasificarse en tres grupos:

➤ Medidor electromagnético.

Conocidos también como medidores de inducción, compuesto por un conversor electromecánico (básicamente un vatímetro con su sistema móvil de giro libre) que actúa sobre un disco, cuya velocidad de giro es proporcional a la potencia demandada.

GRÁFICO N° 1-3; MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO



FUENTE: [HTTP://WWW.SLIDESHARE.NET/WEIMARFX/MEDIDOR-ELECTRICO](http://www.slideshare.net/weimarfx/medidor-electrico)
RECOPIADO POR: POSTULANTES

⁴ <http://gama.fime.uanl.mx/~omeza/pro/LTD/LTD.pdf>

➤ **Medidor electromecánico con registrador electrónico.**

El disco giratorio del medidor de inducción se configura para generar un tren de pulsos mediante un captador óptico que sensa marcas grabadas en su cara superior. Estos pulsos son procesados por un sistema digital en cual calcula y registra los valores de energía y de demanda. El medidor y el registrador pueden estar alojados en la misma unidad o en módulos separados.

GRÁFICO N° 1-4; MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO CON REGISTRADOR ELECTRÓNICO



FUENTE: [HTTP://WWW.SLIDESHARE.NET/WEIMARFX/MEDIDOR-ELECTRICO](http://www.slideshare.net/weimarfx/medidor-electrico)
RECOPIADO POR: POSTULANTES

➤ **Medidor totalmente electrónico.**

La medición de energía y el registro se realizan por medio de un proceso análogo-digital (sistema totalmente electrónico) utilizando un microprocesador y memorias.

Estos medidores se pueden clasificar como:

Medidores de demanda: miden y almacenan la energía total y una única demanda en las 24 horas (un solo período, una sola tarifa).

Medidores multitarifa: miden y almacenan energía y demanda en diferentes tramos de tiempo de las 24 horas, a los que les corresponden diferentes tarifas.

Pueden registrar también la energía reactiva, factor de potencia y parámetros especiales adicionales.⁵

GRÁFICO N° 1-5; MEDIDOR TOTALMENTE ELECTRÓNICO



FUENTE: [HTTP://WWW.SLIDESHARE.NET/WEIMARFX/MEDIDOR-ELECTRICO](http://www.slideshare.net/weimarfx/medidor-electrico)
RECOPIADO POR: POSTULANTES

1.1.3 Clasificación de los Sistemas de Distribución en función de su construcción.

En función de su construcción estos se pueden clasificar en:

- Sistemas aéreos.
- Sistemas subterráneos.
- Sistemas mixtos.

1.1.3.1 Sistemas Aéreos.

Estos sistemas por su construcción se caracterizan por su sencillez y economía, razón por la cual su utilización está muy generalizada. Se emplean principalmente para:

- *Zonas urbanas con:*
 - a) carga residencial
 - b) carga comercial
 - c) carga industrial

⁵ <http://www.slideshare.net/weimarfx/medidor-electrico>

- *Zonas rurales con:*
 - a) carga doméstica
 - b) carga de pequeñas industrias
(bombas de agua, molinos, etc.)

Los sistemas aéreos están constituidos por transformadores, seccionadores, pararrayos, fusibles, cables desnudos, etc.: los que se instalan en postes o torres.

La configuración más sencilla para los sistemas aéreos es del tipo arbolar, la cual consiste en conductores desnudos de calibre grueso en el principio de la línea y de menor calibre en las derivaciones a servicios o al final de la línea. Cuando se requiere una mayor flexibilidad y continuidad del servicio es posible utilizar configuraciones más elaboradas.

Los movimientos de carga se llevan a cabo con seccionadores tipo cuchillas de operación con carga, que son instaladas de manera conveniente para efectuar maniobras tales como: trabajos de emergencia, ampliaciones del sistema, conexión de nuevos servicios, etc. En servicios importantes tales como: hospitales, edificios públicos, fábricas que por la naturaleza de su proceso de producción no permiten la falta de energía eléctrica en ningún momento; se instalan dos circuitos aéreos, los cuales pueden pertenecer a la misma subestación de distribución, o de diferentes subestaciones, esto se realiza independientemente a que la mayoría de estos servicios cuentan con plantas de emergencia con capacidad suficiente para alimentar sus áreas más importantes.

En éste tipo de sistema se encuentra muy generalizado el empleo de reconectores, como protección de la línea aérea, para eliminar la salida de todo el circuito cuando hay una falla transitoria.

1.1.3.2 Sistemas Subterráneos.

Un centro de transformación subterráneo es básicamente una instalación, que mediante los elementos que lo conforman puede cumplir varias funciones. De acuerdo a la necesidad del sistema, existen diferentes tipos de centros de transformación subterráneos, los mismos que pueden ser ubicados en cámaras o cuartos, y estos pueden servir para distribuir, transformar o interconectar la energía eléctrica. Las cámaras o cuartos, como se les llama generalmente a los centros de carga subterráneos, pueden estar ubicados tanto en las aceras de las calles, como en el interior de los edificios, teniendo el ingreso directamente desde la calle por medio de escaleras, o por puertas, si es en los edificios.

1.1.3.3 Sistemas mixtos.

Este sistema es muy parecido al sistema aéreo, siendo diferente únicamente en que los cables desnudos sufren una transición a cables aislados. Dicha transición se realiza en la parte alta del poste y el cable aislado es alojado en el interior de ductos para bajar del poste hacia un registro o pozo y conectarse con el servicio requerido. Este tipo de sistema tiene la ventaja de eliminar una gran cantidad de conductores, favoreciendo la estética del conjunto, disminuyendo notablemente el número de fallas en el sistema de distribución y por ende aumentando la confiabilidad del mismo.⁶

1.2 Sistema de Distribución Subterránea.

1.2.1 Distribución Subterránea.

Estos sistemas se construyen bajo el nivel de la superficie terrestre, en zonas urbanas con alta densidad de carga y considerables tendencias de crecimiento, debido a la confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al paisaje. Lógicamente, este aumento en la confiabilidad y en la estética involucra un

⁶ <http://www.slideshare.net/quasar.0360.7912/semana-9-distribucion-de-ee-utpleet2010-v10>

incremento en el costo de las instalaciones y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de sistema.

Los sistemas subterráneos están constituidos por transformadores tipo interior o sumergible, cajas de conexión, interruptores de seccionamiento, interruptores de seccionamiento y protección, cables aislados, etc.: los que se instalan en locales en interior de edificios o en bóvedas, registros y pozos construidos en aceras.

Los principales factores que se deben analizar al diseñar un sistema subterráneo son:

- Densidad de carga.
- Costo de la instalación.
- Grado de confiabilidad.
- Facilidad de operación.
- Seguridad.

1.2.2 Topología de Sistemas de Distribución Subterránea.

La topología de una red de distribución se refiere al esquema o a la forma en que se distribuye la energía por medio de la disposición de los segmentos de los circuitos de distribución.

Una topología se enfoca a la forma como se distribuye la energía a partir de la fuente de suministro hasta los centros de transformación o hacia el cliente final.

Para el diseño de una red subterránea se pueden considerar distintos tipos de topologías, las mismas que serán elegidas, en función de la localización geográfica, forma y distribución, clima, zona de influencia, diseño urbano, tráfico vehicular y peatonal, tipo de construcción, necesidades eléctricas actuales y potenciales, principalmente.

La topología de un sistema de distribución subterránea puede ser:

- Red radial.

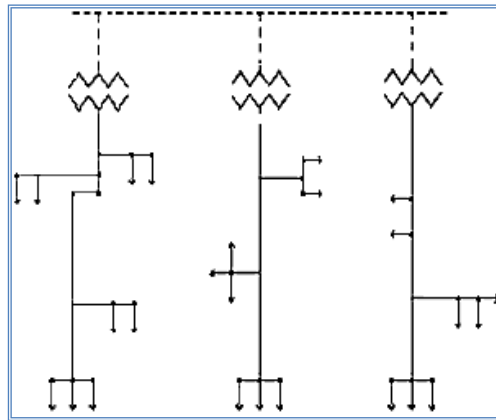
- Red anillo abierto.
- Red anillo cerrado.

A continuación se detalla cada una de las configuraciones.

➤ **Red radial**

Se caracteriza por la alimentación por uno solo de sus extremos transmitiendo la energía en forma radial. Como ventaja se debe destacar su simplicidad y facilidad para ser implementada; sin embargo, su principal desventaja es su falta de garantía en la continuidad de servicio.

GRÁFICO N° 1-6; RED RADIAL

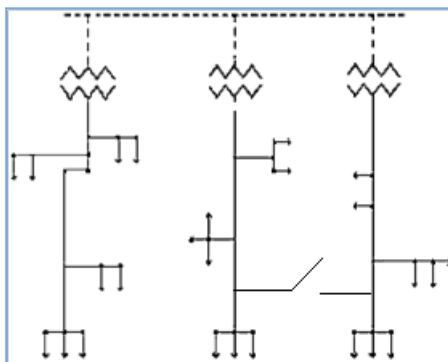


FUENTE: [HTTP://WWW.MEGAWATT.COM.PE/ARTICULOS/CONECTOR/CON13DISUB.HTM](http://www.megawatt.com.pe/articulos/conector/con13disub.htm)
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

➤ **Red anillo abierto**

Se caracteriza porque puede ser alimentada por dos posibles caminos eléctricos, dado que uno solo de estos dos caminos es efectivo, el suministro en caso de contingencia se realiza mediante esta posibilidad de anillo. Tiene a más de las ventajas de la red radial, la posibilidad de ser alimentada alternativamente desde una fuente u otra.

GRÁFICO N° 1-7; RED ANILLO ABIERTO

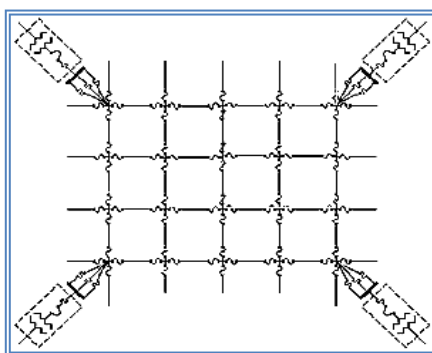


FUENTE: [HTTP://WWW.MEGAWATT.COM.PE/ARTICULOS/CONECTOR/CON13DISUB.HTM](http://www.megawatt.com.pe/articulos/conector/con13disub.htm)
RECOPIADO POR: POSTULANTES

➤ **Red anillo cerrado**

Se caracteriza por tener sus dos extremos alimentados, quedando estos puntos intercalados en el anillo logrando con ello el abastecimiento desde cualquiera de estos puntos. Tiene como ventaja principal su seguridad de continuidad de servicio, facilidad de operación y de mantenimiento.

GRÁFICO N° 1-8; RED ANILLO CERRADO



FUENTE: [HTTP://WWW.MEGAWATT.COM.PE/ARTICULOS/CONECTOR/CON13DISUB.HTM](http://www.megawatt.com.pe/articulos/conector/con13disub.htm)
RECOPIADO POR: POSTULANTES

1.2.3 Ventajas del Sistema de Distribución Subterránea.

- **Confiabilidad.-** Las redes subterráneas sirven típicamente a las áreas de alta densidad de carga. Una falla sin controlar en un área podría afectar el servicio

a varios clientes, es por eso que la necesidad de confiabilidad se vuelve obvia en esta situación.

- **Instalación.-** Trabajar en redes subterráneas significa operar en espacios confinados, tales como bocas de acceso y cámaras de transformadores. Los dispositivos creados para ser usados en redes de distribución deben ser simples de instalar con requerimientos mínimos de espacio
- **Economía.-** Al minimizar las complicaciones de la instalación y maximizando su confiabilidad, los dispositivos usados para sistemas subterráneos se vuelven económicos.
- **Versatilidad.-** Se debe tomar en cuenta que las redes de distribución cambian y se expanden continuamente. Los dispositivos usados en las redes de distribución deben permitir una fácil adaptación a la red para necesidades actuales y futuras.
- **Seguridad.-** La seguridad debe ser una consideración en todos los objetivos de diseño. La seguridad en el diseño incluye el suministro de tolerancias de diseño, hacer la instalación fácil y libre de errores y permitiendo su operación bajo condiciones no ideales.⁷

1.2.4 Componentes de los centros de transformación subterráneos.

Los componentes de los centros de transformación subterráneos pueden clasificarse en dos partes:

- Eléctrico.
- Civil

⁷ <http://www.megawatt.com.pe/articulos/conector/con13disub.htm>.

1.2.4.1 Aspecto Eléctrico.

Los elementos y equipos constitutivos es el conjunto de aparatos que se utilizan para protección, conexión y desconexión de los circuitos eléctricos.

a) Equipo de medio voltaje.

Los equipos que se encuentran instalados en los diferentes centros de transformación subterráneas tienen funciones y prestaciones diferentes, pero todos ellos se encuentran afectados por una problemática común. En funcionamiento normal, circulan por la instalación las corrientes de servicio, incluidas eventuales sobrecargas, admisibles hasta cierto valor y/o duración.

Los más destacados son:

- Seccionadores.
- Interruptores e interruptores seccionadores.
- Celdas.
- Fusibles de medio voltaje.
- Transformadores de distribución.
- Pararrayo.

b) Ventilación.

Los recintos destinados a los centros de transformación deben tener renovación de aire, con el fin de evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas de vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga).

c) Cables subterráneos.

Los cables que se emplean en las instalaciones subterráneas están aislados y protegidos contra los agentes del terreno donde se instalen, están compuestos básicamente por el conductor, por el cual fluye la corriente; el aislamiento, que soporta el voltaje aplicado; la cubierta, proporciona la protección contra el

ataque del tiempo y los agentes externos; las pantallas, permiten una distribución de los esfuerzos eléctricos en el aislamiento en forma radial y simétrica; y las armaduras metálicas, que se utilizan para dar protección adicional al cable contra esfuerzos de tensión extraordinarias.

d) Seccionadores.

El seccionador es un aparato mecánico de conexión y desconexión, solamente debe utilizarse para abrir o cerrar un circuito cuando no circula corriente por el mismo (ciertos seccionadores pueden operar con bajas corrientes, alrededor de 200 A). Si se opera el aparato con carga se produce un arco por las características inductivas y capacitivas de la carga.

e) Interruptores e interruptores seccionadores.

El interruptor es un aparato mecánico de conexión y protección, capaz de establecer, soportar e interrumpir intensidades en condiciones normales del circuito, permite abrir el circuito con corrientes de falla (sobrecargas y cortocircuito, aparte de la nominal) en servicio.

f) Celdas.

Las celdas son armarios, completamente cerrados, normalizados y precintados, con cristales para la observación de las indicaciones, donde se encuentran aparatos de maniobra del centro de carga. Las celdas, reúnen en un conjunto compacto, todas las funciones de medio voltaje que permiten la maniobra de las redes, así como la alimentación, conexión y protección de los transformadores de la misma.

Estas celdas suelen realizarse en perfiles y chapa metálica, con puerta de acceso en parte frontal inferior y con esquema eléctrico unifilar en la parte frontal superior.

g) Fusibles de medio voltaje.

El fusible es un aparato de maniobra y de protección que como seccionador no opera con corriente de carga o corriente de falla. El que actúa ante una falla es el fusible que está puesto como elemento de unión entre los dos polos, interrumpiendo el circuito. Es un elemento de maniobra porque permite abrir un circuito en forma visible, sin carga y es un elemento de protección porque tiene un fusible.

h) Transformadores de distribución.

El transformador de potencia es el aparato más importante de los centros de transformación. Es la máquina eléctrica capaz de transformar, por inducción electromagnética, un sistema de corriente alterna en otro de corriente alterna, pero de distinto voltaje e intensidad. En los centros de transformación transfiere la energía eléctrica entre el circuito de medio voltaje y el circuito de bajo voltaje.

El transformador más utilizado en los centros de transformación es el transformador trifásico. Las características más importantes, indicadas en su placa de características son:

- Potencia nominal: las potencias normalizadas en los transformadores de distribución se indican en KVA: 10, 25, 50, 200, 160, 250, 400, 630, 800, 1.000, 1.250, 1.600, 2.000 y 2.500.
- Relación de transformación.
- Voltaje de cortocircuito: el voltaje porcentual de cortocircuito en los transformadores trifásicos de distribución está comprendida entre 4 y 6%.
- Frecuencia.

GRÁFICO N° 1-9; TRANSFORMADOR SUBTERRANEO



FUENTE: [HTTP://WWW.DSPACE.ESPOL.EDU.EC/BITSTREAM/123456789/7956/1/D-38746.PDF](http://WWW.DSPACE.ESPOL.EDU.EC/BITSTREAM/123456789/7956/1/D-38746.PDF)

REALIZADO POR: POSTULANTES

Los transformadores, según el tipo de aislante, pueden ser en baño de aceite y tipo secos

- **En baño de aceite.** Con una cuba metálica que contiene el núcleo magnético, los bobinados y el aceite. La tapa de la cuba contiene las salidas aisladas de alto y bajo voltaje.

Son los utilizados muy mayoritariamente por las compañías distribuidoras para los centros de transformación de las redes públicas. A continuación se detalla los aislamientos de los transformadores en baño de aceite:

- **TIPO OA.**

Transformador sumergido en aceite y con enfriamiento natural. Es el enfriamiento más común y con resultados más económicos. En este tipo de unidades el aceite aislante circula por convección natural dentro de un tanque con paredes llanas o corrugadas, o bien provistos de enfriadores tubulares.

➤ **TIPO OA/FA.**

Transformador sumergido en aceite con enfriamiento a base de aire forzado. Básicamente es una unidad OA, a la cual se le han aumentado ventiladores, para una mayor disipación de calor; y por ende, aumentar los kVA a la salida del transformador.

➤ **TIPO OA/FA/FOA.**

Transformador sumergido en aceite con enfriamiento propio, con enfriamiento a base de aire forzado y a base de aire forzado.

➤ **TIPO FOA.**

Transformador sumergido en aceite con enfriamiento con aceite forzado con enfriadores de aire forzado. El aceite de estas unidades es enfriado cuando éste pasa por los cambiadores de calor de aire y aceite, ubicados afuera del tanque.

➤ **TIPO OW.**

Transformador sumergido en aceite con enfriamiento por agua. Este tipo de unidades está diseñado con un cambiador de calor tubular, ubicado fuera del tanque.

➤ **TIPO FOW.**

Transformador sumergido en aceite, con enfriamiento de aire forzado con enfriadores de agua forzada. El enfriamiento del aceite se hace por medio de agua sin tener ventiladores.

- **Con aislamiento seco.** El circuito magnético y los devanados son encapsulados en resina. El encapsulado se hace con una mezcla de resina y un endurecedor, con alúmina y sílice en vacío. Con estas sustancias tiene una gran resistencia al fuego (es autoextinguible), gran aislamiento y resistencia a

la agresión de atmósferas industriales. A continuación se detalla los aislamientos de los transformadores tipo seco:

➤ **TIPO AA.**

Transformadores tipo seco con enfriamiento propio. La característica es que no posee ningún líquido aislante para las funciones de aislamiento y de enfriamiento. El aire es el que cumple éstas funciones.

➤ **TIPO AFA10.**

Transformador tipo seco con enfriamiento por aire forzado. Este tipo de unidades está diseñado con un ventilador que empuja el aire por un ducto colocado en la parte interior de la unidad.

➤ **TIPO AA/FA.**

Transformador tipo seco con enfriamiento propio y con enfriamiento por aire forzado. Posee dos regímenes de operación, uno por enfriamiento natural y el otro con el enfriamiento forzado (ventiladores), dichos regímenes son controlados de forma automática por medio de un relé térmico.

i) Transformadores sobre base de concreto (Padmounted).

Básicamente es un transformador de distribución, con la diferencia que va encerrado en un gabinete y montado sobre una base de concreto con facilidad para la entrada y salida de conductores. Este tipo de instalaciones ha variado en el tamaño del gabinete, es decir, los fabricantes en competencia han reducida el volumen de los transformadores con el propósito de hacerlo más atractivo a la vista.

GRÁFICO N° 1-10; TRANSFORMADOR COMPACTO PADMOUNTED



FUENTE: [HTTP://WWW.DSPACE.ESPOL.EDU.EC/BITSTREAM/123456789/7956/1/D-38746.PDF](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7956/1/D-38746.PDF)
REALIZADO POR: POSTULANTES

j) Pararrayos.

Los pararrayos o llamados también limitadores de sobrevoltaje, son aparatos diseñados para proteger los componentes de las redes eléctricas contra los rayos y las corrientes transitorias de maniobra.

La secuencia del pararrayo es, normalmente la siguiente: en caso de sobrevoltaje, el pararrayo deriva una intensidad mayor y limita el sobrevoltaje a un valor determinado por sus características de voltaje - intensidad. Cuando desaparece el sobrevoltaje, la intensidad disminuye de manera inmediata.

Estos pararrayos protegen en primer lugar el tramo de cable subterráneo, pero protegen también los elementos del centro de carga, cuando la distancia entre los pararrayos y el centro de carga es inferior a 25 m. aproximadamente.⁸

⁸ <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7956/1/d-38746.pdf>

1.2.4.2 Aspectos civiles.

➤ *Ductos.*

Los ductos más usuales son de asbesto-cemento y de PVC grado eléctrico; el material de los ductos debe ser resistente a esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos. El material y la construcción de los ductos deben seleccionarse y diseñarse en tal forma que la falla de un cable en un ducto no se extienda a los cables de ductos adyacentes.

En los cruces de calles, o en lugares de tráfico pesado, será necesario colocar una losa de concreto armado sobre el banco de ductos para distribuir la carga. Los ductos deben tener una pendiente mínima del 1% para facilitar que el agua se drene hacia los registros.

El extremo de los ductos dentro de los pozos, bóvedas y otros recintos poseen los bordes redondeados y lisos para evitar daño a los cables.

El diámetro está en función del calibre de los conductores a protegerse, siendo el diámetro mínimo 110 mm.

➤ *Cajas de revisión.*

Se ha previsto el empleo de cajas de revisión para redes de medio o bajo voltaje, que pueden ser ubicadas en acera, calzada o en forma mixta.

El tipo de caja a utilizar depende del uso e importancia del mismo.

➤ *Acometidas*

Los conductores para la acometida desde la caja de revisión hasta el medidor, son tendidos en tubos de PVC empotrados en el suelo o la pared, caso contrario se utiliza tubería conduit metálica galvanizada (EMT), de la dimensión de acuerdo con los calibres, número de conductores, teniendo en cuenta un área libre no inferior al 60%. La tubería no posee más de dos curvas en todo el trayecto y su longitud total no excede los 15 m. hasta el tablero del medidor.

De cada caja se puede tomar máximo cuatro acometidas que alimentarán igual número de viviendas o inmuebles.

Se tiende tubería independiente para cada medidor, salvo en caso de edificaciones, multifamiliares o multicomerciales.⁹

1.3 Pérdidas de energía.

Es la diferencia entre la producción y el consumo. En el sistema de distribución equivale a la diferencia entre la energía que ingresa al sistema y la registrada.

Las pérdidas de energía representan un costo económico, y su porcentaje refleja el grado de eficiencia en la administración de la empresa; por lo tanto, es importante conocer su valor y las causas que lo producen.

Las pérdidas de energía se clasifican en:

- Técnicas
- No técnicas

1.3.1 Pérdidas técnicas de energía.

Es la energía que se pierde (disipa) durante la distribución de energía eléctrica desde la subestación hasta el consumidor final.

Las pérdidas técnicas son normales y no pueden ser eliminadas totalmente, sólo pueden reducirse a través del mejoramiento de la red.

En el análisis de un sistema de distribución, las pérdidas técnicas se hallan vinculadas a los equipos y subsistemas:

- Alimentador o red de medio voltaje.
- Transformadores de distribución.

⁹ Parte IV – Redes Subterráneas. Guías de Diseño de la E. E. A. R. C. N. S. A. Ambato, octubre 2007.

- Red de bajo voltaje o red secundaria.
- Acometidas.
- Contador de energía.
- Alumbrado público.

1.3.1.1 Red de medio voltaje.

Son pérdidas resistivas que dependen de la demanda, la longitud y la sección del conductor.

Un aumento de voltaje significa una disminución de la intensidad que circula por la línea, para transportar la misma potencia, y por tanto, las pérdidas por calentamiento de los conductores y por efectos electromagnéticos. A mayor voltaje, menor intensidad y, en consecuencia, menor pérdida energética, lo cual es muy importante si se toma en consideración el hecho de que las líneas de alto voltaje suelen recorrer largas distancias.

1.3.1.2 Transformador de distribución.

El transformador es un dispositivo estático que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro magnéticamente; es decir, por inducción, en lugar de conducción, esta característica hace que en la estructura interna del transformador se produzcan fenómenos magnéticos que producen pérdidas de energía. El origen de las pérdidas radica en dos causas, pérdidas en el núcleo (en vacío) y en las bobinas del transformador (resistivas).

1.3.1.3 Red de bajo voltaje.

Al igual que los alimentadores, son pérdidas resistivas que dependen de la longitud, demanda y la sección del conductor.

Las pérdidas son mayores, ya que, por el alimentador circulan grandes cantidades de corriente, las cuales incrementan el valor de las pérdidas.

1.3.1.4 Acometida.

Son pérdidas resistivas, que dependen de la longitud, la carga y la sección del conductor. A pesar que las distancias son cortas, el gran número que existe en la red incrementa el valor de pérdidas; además, la resistencia por unidad de longitud es alta.

1.3.1.5 Contador de energía.

Internamente se consume una potencia debido al paso de la corriente por la bobina de voltaje, también se tiene una pérdida en la bobina de corriente, pero su valor es pequeño, por tal motivo se desprecia su valor.

1.3.1.6 Alumbrado Público.

Las pérdidas producidas en la luminaria están asociadas fundamentalmente al balasto utilizado, los valores máximos permitidos para cada una de las unidades se especificación de acuerdo a normas; por tanto, las pérdidas están asociadas al tipo de luminarias utilizada, los valores de las pérdidas se especifican en los catálogos de los fabricantes.

Existen también pérdidas en los equipos de medición, protección y maniobra, pero no se lo detallan, porque su valor es relativamente bajo.

1.3.2 Pérdidas no técnicas de energía.

Es el resto de pérdidas de energía; es decir, la diferencia entre la energía entregada a los clientes y la energía que logra facturar la empresa, autoconsumos de la empresa, alumbrado público y otros registros, se tienen muchas causas que las producen, a continuación se clasifican en:

1.3.2.1 Durante el registro.

Es la energía consumida pero no registrada y se halla relacionada con la instalación del contador de energía, las causas se lo atribuyen a la empresa y al cliente. Su valor se deduce en unidades de energía (kWh)

1.3.2.2 Financieras.

Después del registro de energía, se puede introducir otra pérdida que es de tipo financiera y se refiere al proceso de facturación y recaudo, y se producen en la administración de la empresa. Su valor se deduce en unidades de monetarias (\$ USD).

La pérdida en la facturación se refiere a la manera incorrecta de cobrar. *La pérdida en el recaudo* es cuando solo una parte de la energía facturada es recaudada, esto produce que la empresa tenga una cartera morosa elevada.

1.3.2.3 Hurto.

Comprende a la energía que se obtiene ilegalmente de las redes de distribución de forma clandestina o directa, por usuarios que no tienen sistemas de medición.

1.3.2.4 Fraude

Corresponden a aquellos usuarios que manipulan los equipos de mediciones instalaciones para que registren consumos de energía eléctrica inferiores a los reales, como son: puentes en bornera, acometidas ilegales desde las redes de distribución, conexiones directas.

1.4 Alternativas de optimización del servicio de energía eléctrica.

Con el actual esquema de competitividad en el sector eléctrico todas las empresas deben procurar maximizar su rentabilidad mientras atienden las necesidades de sus clientes satisfaciendo los criterios de calidad del servicio establecidos por el organismo regulador.

Las empresas de distribución de energía eléctrica no pueden ser indiferentes a esta situación y deben procurar mejorar sus niveles de eficiencia. Las actividades a realizar para mejorar la eficiencia de una red de distribución se pueden clasificar en dos grandes grupos: expansión y operación.

La expansión tiene como objetivo adecuar bajo el criterio de máxima rentabilidad el sistema eléctrico propiamente dicho, teniendo en cuenta crecimientos futuros de la demanda y garantizando un suministro de energía eléctrica con niveles de calidad y confiabilidad determinados.

La operación se puede entender como el conjunto de medidas tomadas para mejorar las condiciones actuales del sistema, sin que ello suponga ampliación de cobertura en el suministro de energía eléctrica.

A continuación, se mencionan algunas alternativas de optimización del servicio de energía eléctrica:

- Transferencia de carga.
- Balance de carga.
- Incremento de potencia en los centros de transformación.

1.4.1 Transferencia de carga.

La transferencia de carga se determina debido a que las redes de distribución no presentan un comportamiento homogéneo en cuanto a la demanda de potencia en el lapso del día, sino que aparecen las demandas máximas de potencia en las horas pico, y debido a que algunos circuitos que están suministrando la máxima potencia exigida por su capacidad, mientras que otros que están subutilizados. Compensando las cargas la operación del sistema puede ser más eficiente.¹⁰

1.4.2 Balance de cargas eléctricas

El balance o equilibrio de cargas se refiere a lo mismo, es la distribución que debe hacer todo técnico o ingeniero eléctrico de las cargas existentes en una instalación eléctrica, de tal manera que las fases que la alimentan lo hagan más o menos en la misma proporción para todas. Si la instalación es monofásica es obvio que no se

¹⁰ <http://www.ingenieria.udea.edu.co>

requerirá ningún balance. Si la instalación es bifásica o trifásica por norma oficial tienes que hacerlo.

El equilibrio de las cargas tanto en estudios preliminares, como físicamente (midiendo las corrientes que circulan por los conductores alimentadores) siempre es una estimación, es sumamente complicado balancearlas y que se mantengan en constante equilibrio a lo largo de las 24 horas del día, es prácticamente imposible dado que su naturaleza es variable tanto en residencias como en comercios o en industrias, pero debe hacerse y debe buscarse que sea lo más cercano posible al equilibrio ideal en donde circularía exactamente la misma cantidad de corriente en las dos o en las tres fases requeridas para alimentarlas.

El desbalance permitido está entre el 5% hasta 10%, lo que quiere decir que las cargas totales conectadas a cada fase de un sistema bifásico o trifásico no deben ser diferentes una de la otra en un porcentaje mayor al 10%.¹¹

Estos aspectos o consideraciones en los sistemas eléctricos son muy importantes, ya que, ayudan a que el sistema sea confiable, eficaz y de calidad, mejorando niveles de voltaje y minimizando al máximo las pérdidas.

1.4.3 Incremento de potencia en los centros de transformación.

Esta alternativa se efectúa en aquellos centros de transformación en donde la potencia demandada o requerida por los clientes, supera a la capacidad nominal del transformador.

La finalidad de esta medida, es la de instalar otra unidad de transformación, en los centros subterráneos es recomendable la utilización de transformadores compactos, debido a que su volumen que es reducido y cumple las mismas funciones de un transformador convencional.

¹¹ <http://iguerrero.wordpress.com/2009/05/08/anteproyectos-de-instal-electricas-3/>

1.5 Equipos utilizados para la recopilación de datos.

Las redes subterráneas permiten mejorar evidentemente los aspectos técnicos y estéticos que la prestación del servicio requiere, pero el crecimiento día a día de la población y de modo especial en los centros históricos de las diferentes ciudades del país, que mayoritariamente son sectores netamente comerciales, hace que la demanda de potencia aumente (sobrecargando al transformador).

1.5.1 Medidor de estado sólido.

Es un medidor centralizado, que registra la demanda en los terminales de bajo voltaje del transformador; ha sido diseñado como la base fundamental para un sistema de medición completo como: voltaje, corriente, potencia, demanda, factor de potencia, armónicos, etc. Poseen además medios de interfaz como puede ser cable de transferencia de datos y software, los cuales permiten obtener los datos registrados en el medidor, para luego exportar y visualizar los valores.

1.5.2 Analizador de calidad de energía.

Son instrumentos portátiles de fácil uso, cuentan con numerosas e innovadoras funciones que proporcionan una lectura rápida y segura de los problemas que afectan a la red eléctrica. Los analizadores de calidad eléctrica ayudan a localizar, predecir, prevenir y solucionar problemas en sistemas de distribución e instalaciones eléctricas trifásicas, bifásicas y monofásicas, miden prácticamente todos los parámetros del sistema eléctrico, como voltaje, corriente, potencia, energía, desequilibrio, flicker, armónicos e interarmónicos. Capturan eventos como fluctuaciones, transitorios, interrupciones y cambios rápidos de voltaje.

1.6 Software de simulación.

El continuo avance tecnológico hace posible hoy en día contar con software o programas computacionales que permiten realizar una infinidad de tareas en todos los

ámbitos laborales, es por eso, que el sector eléctrico cuenta con algunas herramientas informáticas que permiten analizar y estudiar mediante la simulación el comportamiento de las redes eléctricas, desde la generación hasta la entrega del servicio de energía eléctrica a los consumidores.

Entre los software de simulación se encuentra el Cymdist. Este programa se utilizó para la realización el presente estudio, puesto que la Empresa Eléctrica Ambato, posee las licencias respectivas y a través de esta herramienta realiza sus estudios técnicos.

El Cymdist es una herramienta computacional que permite realizar análisis técnico de las redes de distribución, a continuación se describe de una manera más detallada su utilización.

1.6.1 Descripción del software Cymdist.

Permite realizar varios tipos de estudios en sistemas equilibrados o desequilibrados, monofásicos, bifásicos o trifásicos, con configuración radial, en anillo o mallada. CYMDIST incluye un editor completo de redes y las funciones siguientes:

- Análisis de flujo de carga y de caída de voltaje.
- Cálculo de cortocircuito.
- Balance, distribución y evaluación de cargas.
- Planificador de redes.
- Coordinación de dispositivos de protección.

Cymdist se emplea en la realización del presente estudio para modelar las redes de medio y bajo voltaje, para proporcionar alternativas de solución para el crecimiento de la demanda anualmente.

Además a través de una herramienta facilita ingresar un mapa de fondo mediante archivo .dwg compatible con el programa AutoCAD con referencias geográficas en que incluye los diagramas unifilares de la red a construir en la base de datos.

GRÁFICO N°1-11; SOFTWARE CYMDIST



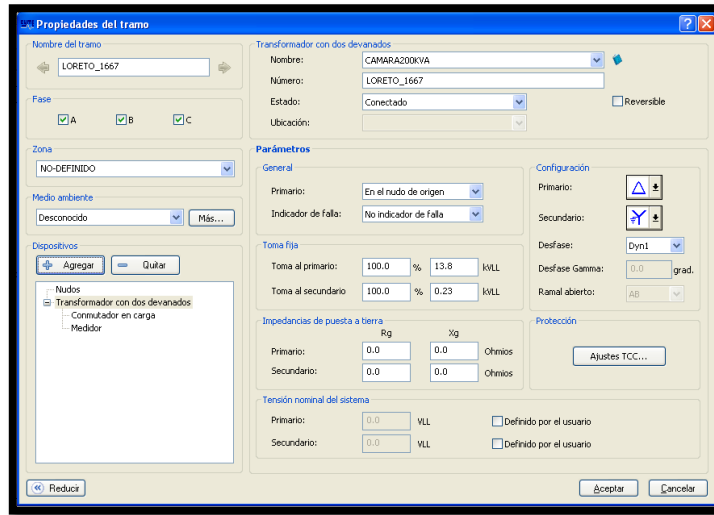
1.6.2 Ingreso de datos en el programa Cymdist.

La modelación en Cymdist consiste en ingresar los alimentadores en forma de tramos con sus respectivas fuentes que en este caso es la subestación que brinda la energía eléctrica, así mismo con los conductor que forman parte del alimentador y transformadores de distribución, terminada la red de medio voltaje se procede de forma similar pero en bajo voltaje, igualmente con su fuente, cable y cargas que son los clientes.

1.6.2.1 Transformadores de distribución.

Para la creación de un transformador de distribución se debe especificar un nombre, capacidad nominal en KVA, número de fases, número, estado que puede ser conectado o desconectado, configuración del transformador en el primario y secundario, en este caso posee una conexión triángulo – estrella con un desfase Dyn1.

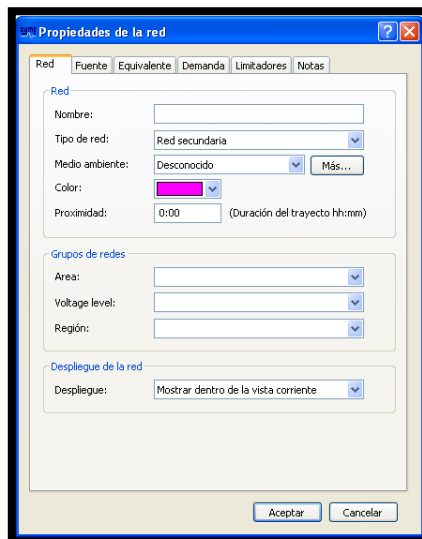
GRÁFICO N°1-12; INGRESO DE DATOS DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN



1.6.2.2 Modelación de una red secundaria.

Una red secundaria se crea de igual manera que un alimentador, solo es necesario cambiar en la pestaña Tipo de red a red secundaria, obviamente que se debe disponer el módulo complementario para la construcción y análisis en bajo voltaje.

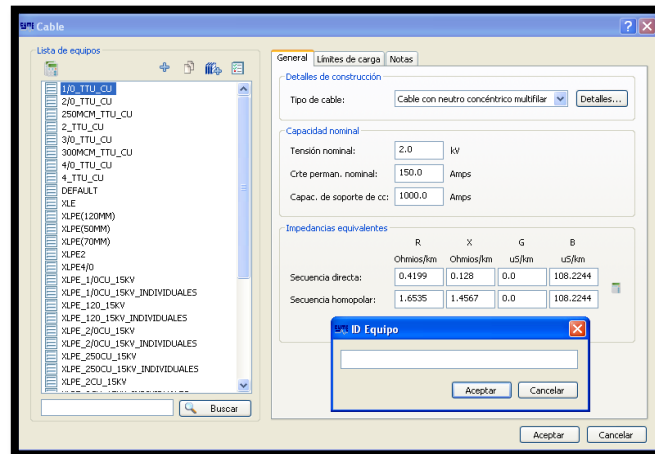
GRÁFICO N°1-13; CREACIÓN DE UNA RED SECUNDARIA.



1.6.2.3 Cables.

Para el ingreso de las características técnicas, eléctricas y operación de los cables a utilizar en la modelación de la red de bajo voltaje, es necesario, crear una base de datos en Cymdist, en el que especifican el nombre, tipo de cable, voltaje nominal, corriente nominal, así como las impedancias equivalentes como R, X, G y B, lo que se obtuvo luego de investigar la información referente a los cables que fueron utilizados en la red, como son los cables de cobre con aislamiento TTU.

GRÁFICO N°1-14; INGRESO DE DATOS DE LOS CABLES



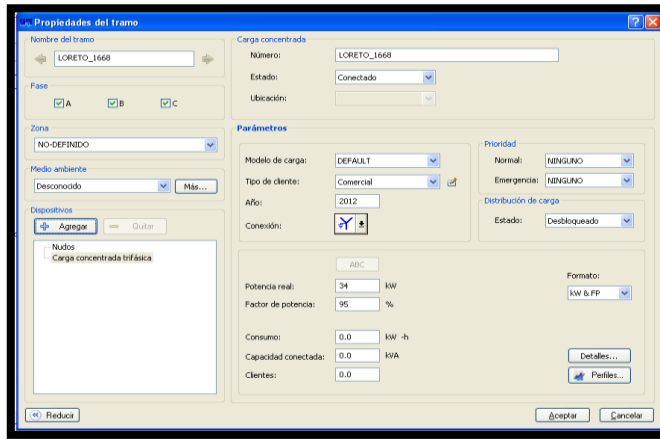
1.6.2.4 Cargas.

Para la creación de cargas se debe ingresar datos como el nombre, estado de la carga, tipo de cliente.

En lo que se refiere la potencia consumida por la misma existen varias opciones como KW – FP%, KVA – FP%.

Como etiqueta de información de cada carga además, es posible ingresar datos como consumo KW – h, capacidad conectada KVA y el número de clientes.

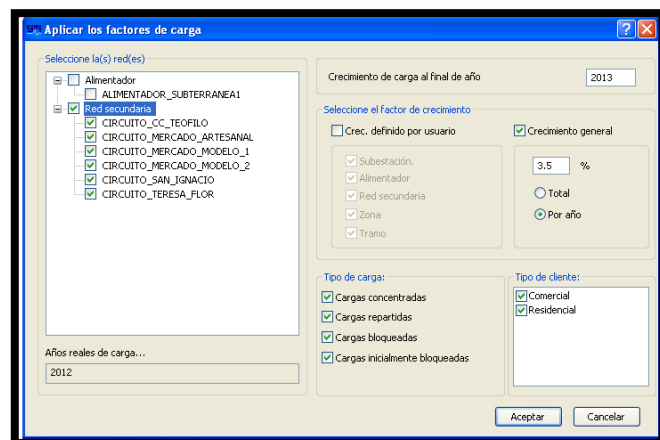
GRÁFICO N°1-15; INGRESO DE DATOS DE CARGAS



1.6.2.5 Proyección anual de la demanda en Cymdist.

El software Cymdist permite aplicar factores para el crecimiento de la demanda, a través de una herramienta, en la que se puede escoger las redes que se va a proyectar, el año al que se desea realizar la proyección, el factor de crecimiento de demanda en porcentaje (%), así como seleccionar qué cargas se quiere proyectar, pueden ser residenciales o comerciales, como también si existen cargas concentradas, repartidas o bloqueadas.

GRAFICO N°1-16; APLICACIÓN DE FACTORES DE CRECIMIENTO DE CARGA



CAPÍTULO II

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1 Aspectos Generales de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.

2.1.1 Antecedentes Históricos

La Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. constituida el 29 de Abril de 1.959, brinda el servicio de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica, cubriendo una amplia área de concesión, en el cual es notoria la presencia de las regiones Sierra y Oriente.

2.1.2 Área de concesión.

La Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., está en la obligación de brindar el servicio de energía eléctrica en su área de concesión superior a los 40.805 Km² a sus 230.000 clientes aproximadamente hasta el año 2012, distribuidos en las provincias de Tungurahua, Pastaza; Morona Santiago y Napo.

La prestación de este servicio implica un despliegue material, humano y tecnológico apreciable por un lado y permanente por otro; toda vez que, se debe laborar las 24 horas del día y los 365 días del año, en ambientes de trabajo de alto riesgo y condiciones climáticas bastante adversas, para atender adecuadamente las demandas de nuestra clientela.

A fin de responder satisfactoriamente a esas demandas, la EEASA ha debido en el transcurrir del tiempo adoptar esquemas organizativos que satisfagan dichas demandas, buscando permanentemente acortar los tiempos de respuesta para los diferentes trámites y la satisfacción del cliente.

A la fecha, la EEASA está comprometida con la implantación del Sistema de Gestión de Calidad, con un enfoque en los procesos para lograr simplicidad, agilidad y oportunidad en los trámites, tal como lo exige trabajar bajo los estándares de la norma ISO 9001-2008.

2.1.3. Misión

“Suministrar Energía Eléctrica, con las mejores condiciones de calidad y continuidad, para satisfacer las necesidades de los clientes en su área de concesión, a precios razonables y contribuir al desarrollo económico y social”.

2.1.4. Visión

"Constituirse en empresa líder en el suministro de energía eléctrica en el país".

2.1.5. Principios Fundamentales

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

2.2 Interpretación y Análisis de Resultados

En el desarrollo de esta investigación se efectúa una metodología fundamentada o cimentada en una investigación de campo, exploratoria, descriptiva y cuasi experimental; fueron empleados métodos como: científico, inductivo-deductivo, científico dialéctico, descriptivo, en conjunto con las técnicas de recolección de información tales como: entrevista, encuesta y la percepción a un universo específico.

Se trabaja con un universo correspondiente a 9.618 clientes pertenecientes a los tres alimentadores de la Subestación Loreto y Atocha, correspondiente al área urbana de la ciudad de Ambato, que está totalmente abastecida con el servicio público de energía eléctrica; para obtener resultados se ha aplicado únicamente a 99 clientes del centro de ciudad de Ambato, cuyo valor se obtuvo mediante el cálculo de la muestra, con un porcentaje de error no mayor al 10%.

La muestra se calcula en base a la siguiente fórmula.

$$n = \frac{PQ * N}{(N - 1) \left[\frac{E}{K} \right]^2 + PQ}$$

Donde:

Tamaño de la muestra.	n = ?
Coefficiente de muestreo (0,25)	PQ = 0,25
Población.	N = 9.618
Error que se admite al calcular (1% a 10%)	E = 0,1
Constante de corrección paramétrica (2)	K = 2

$$n = \frac{0,25 * 9.618}{(9.618 - 1) \left[\frac{0,1}{2} \right]^2 + 0,25} = 98,98$$

$n = 99$

Después de realizar los cálculos pertinentes obtuvimos una muestra de 99 clientes.

Cabe mencionar que se aplicó una segunda encuesta adicional dirigida a los clientes que no son abastecidos de la red subterránea de la ciudad de Ambato, para tener un conocimiento de las ventajas o mejoras con respecto a los clientes que si son parte de la red subterránea, el número de encuestas aplicadas fue de 26, cuya valor únicamente es como referencia

2.2.1 Entrevista

Esta técnica fue aplicada al Jefe de Redes Subterráneas en el Departamento de Diseño y Construcción, al Director del Departamento de Operación y Mantenimiento y al Sr. Luis Sánchez trabajador encargado de la red subterránea, mismo que permitió obtener información desde el punto de vista de la dirección técnica, para lo cual se plantearon cinco interrogantes.

2.2.1.1 Ficha de entrevista:

1. ¿Cree Ud. que se debería concluir con la construcción de la red subterránea en el centro de Ambato?

2. ¿Considera Ud. que sería necesario realizar un estudio y reconfiguración de la red subterránea proyectada hasta el año 2022?
3. ¿La red subterránea en la actualidad se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad con la configuración existente?
4. ¿Existe un cronograma establecido para el mantenimiento de la las cámaras subterráneas?
5. ¿Piensa Ud. que es necesario la automatización de la red subterránea mediante el programa SCADA u otro Software?

2.2.1.2 Resultado

La presente entrevista fue realizada a los ingenieros eléctricos Directores de los Departamentos, que se encargan específicamente de la Red Subterránea y la Operación y Mantenimiento de las redes de distribución de la E.E.A.S.A.

Las cámaras de transformación instaladas a lo largo de la red subterránea en el centro de la ciudad de Ambato, hasta la actual fecha están en funcionamiento y sin graves complicaciones, en el aspecto eléctrico y de operación, pero existe la posibilidad que en un futuro muy cercano podría presentarse fallas en las mismas, por lo cual se debería realizar un estudio de reconfiguración de la red y así estar preparados a estas eventuales fallas en las cámaras de transformación.

Mientras que en el aspecto civil de algunos centros de transformación existen algunos inconvenientes o problemas que afectan de manera directa la operación correcta de los mismos, ya que hasta la presente fecha se han inundado cuatro cámaras, por efecto de la filtración del agua y un sistema de drenaje que no cumple su objetivo; causando malestar a los clientes que están conectados a estas cámaras de transformación.

Al realizar un estudio de la reconfiguración en los circuitos de la red subterránea de bajo voltaje se podría extender el tiempo de funcionamiento correcto en los centros de transformación, ya que varias de estas cámaras ya se encuentran funcionando a su totalidad de su capacidad.

La empresa hasta el momento, no cuenta con un cronograma de revisiones de redes y cámaras subterráneas, para realizar el mantenimiento preventivo de todos los elementos del sistema.

De ahí la importancia de no hacer solo el mantenimiento correctivo, que es cuando se presenta la avería misma, sino que se debe hacer el mantenimiento preventivo, para advertir cualquier desperfecto que puede ocasionar en los centros de transformación.

2.2.2 Encuesta

Mediante esta técnica de recopilación de datos, se formularon preguntas que permitieron obtener con mayor certeza información en beneficio de la ejecución de este proyecto, para ello se planteó dos tipos de encuestas la primera está dirigida a los clientes que se alimentan de la red subterránea de distribución, y la segunda para los clientes que no se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A., cada una de las mismas constan de cinco interrogantes estrechamente ligadas al proyecto y a la calidad de servicio de energía en el sector.

2.2.2.1 Población

Esta técnica se aplicó, a los clientes dueños de locales, negocios y residencias pertenecientes al centro de la ciudad de Ambato, para aplicar la primera encuesta correspondió a 99 ciudadanos quienes son participes de la red subterránea, y para la segunda se optó por 26 personas únicamente como muestra referencial, los mismos que no participan de la red subterránea, con esta población se obtuvo los resultados.

2.2.2.2 Análisis de los resultados por pregunta aplicada a clientes que se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.

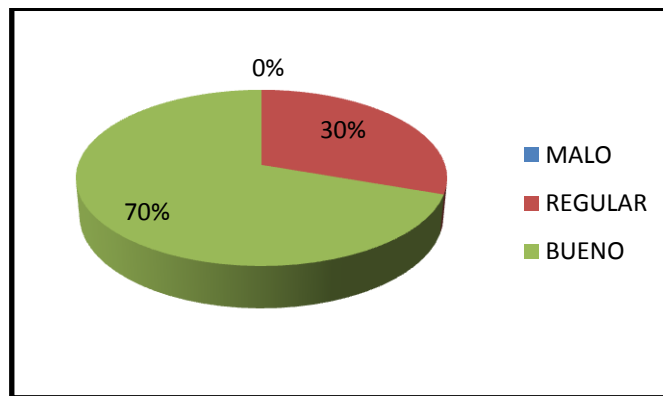
1. ¿Cómo considera el servicio eléctrico de la red subterránea que actualmente le proporciona la EEASA?

CUADRO 2.1
PREGUNTA # 1, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 1		
Opciones	Frecuencia	%
MALO	0	0
REGULAR	30	30
BUENO	69	70
TOTAL	99	100

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

GRÁFICO # 2.1
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 1



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

Interpretación y Análisis

Esta interrogante concerniente a la calidad del servicio eléctrico de la EEASA, el 70% de los encuestados mencionan que el servicio de energía eléctrica es bueno, mientras que el 30% califica como regular, de ahí la importancia de tomar medidas o alternativas para optimizar el servicio de energía eléctrica para no causar molestias a los clientes.

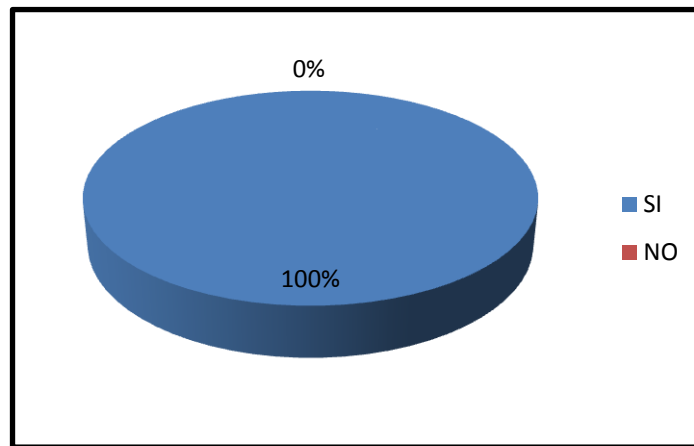
2. ¿Le gustaría que el servicio de energía eléctrica mejore en su sector?

CUADRO 2.2
PREGUNTA # 2, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 2		
Opciones	Frecuencia	%
SI	99	100
NO	0	0
TOTAL	99	100

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

GRÁFICO # 2.2
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 2



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

Interpretación y Análisis

En lo que se refiere a esta interrogante acerca de mejorar el servicio de energía eléctrica, el 100% de los encuestados coinciden en que se debe mejorar el servicio de energía de la red subterránea de distribución de la ciudad de Ambato y así no tener cortes de energía imprevistos.

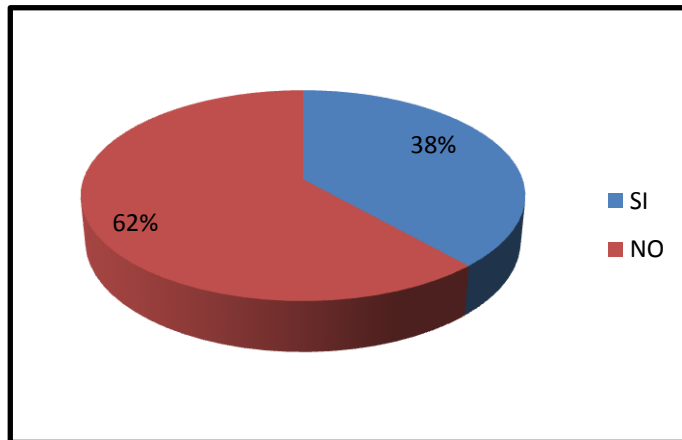
3. ¿Ud. Ha observado si los trabajadores de la EEASA realizan el mantenimiento de la red eléctrica subterránea de esta zona?

CUADRO 2.3
PREGUNTA # 3, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 3		
Opciones	Frecuencia	%
SI	38	38
NO	61	62
TOTAL	99	100

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

GRÁFICO # 2.3
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 3



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

Interpretación y Análisis

Esta pregunta referida al mantenimiento de la red eléctrica subterránea, el 62% de los encuestados manifiesta que no han observado al personal de la empresa realizar un permanente mantenimiento de los centros de transformación, mientras que el 38% menciona que si se ha realizado el respectivo mantenimiento de las redes eléctricas subterráneas, de ahí la importancia de contar con un cronograma de mantenimiento preventivo de todos los equipos instalados subterráneamente.

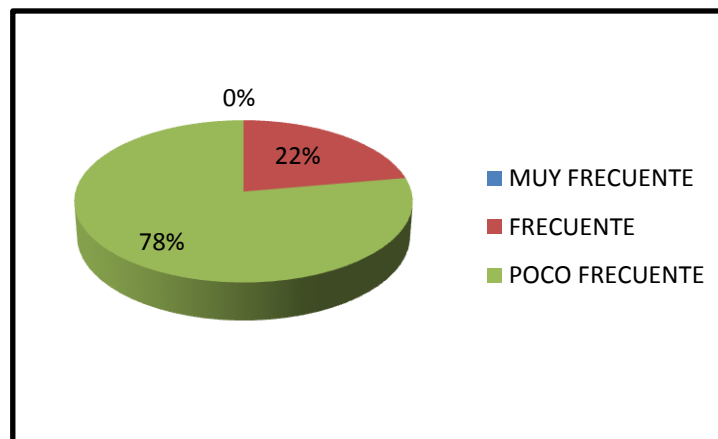
4. ¿Considera que los cortes de energía eléctrica imprevistos son?

CUADRO 2.4
PREGUNTA # 4, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 4		
Opciones	Frecuencia	%
MUY FRECUENTE	0	0
FRECUENTE	22	22
POCO FRECUENTE	77	78
TOTAL	99	100

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

GRÁFICO # 2.4
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 4



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

Interpretación y Análisis

Esta interrogante que se refiere a los cortes de energía imprevistos, el 78% de las personas encuestadas da a conocer que los cortes imprevistos en su sector son poco frecuentes, mientras que el 22% menciona que son frecuentes los cortes de energía, por lo tanto en la mayoría de los usuarios no han sufrido cortes de energía eléctrica, es por eso que siempre se debe mejorar el servicio de energía, con el fin de minimizar al máximo los cortes imprevistos que causan molestias a los clientes.

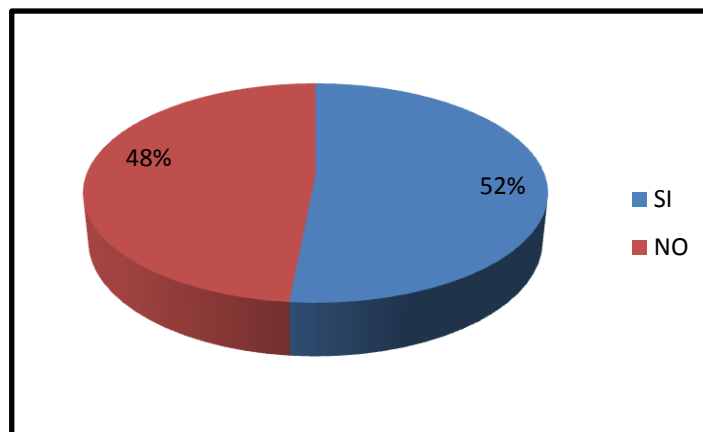
5. ¿La EEASA informa previamente a los clientes sobre los cortes o suspensiones de energía en su sector?

CUADRO 2.5
PREGUNTA # 5, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 5		
Opciones	Frecuencia	%
SI	51	52
NO	48	48
TOTAL	99	100

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

GRÁFICO # 2.5
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 5



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

Interpretación y Análisis

Esta pregunta concierne a la comunicación previa que debe existir sobre los cortes o suspensiones de energía por parte de la EEASA, el 52% de los encuestados da a conocer que si son comunicados de las suspensiones de servicio, en especial a través de los medios escritos y estaciones de radio de la ciudad, mientras que el 48% no tienen conocimiento de los cortes programados, es por eso que la empresa debería plantear nuevas estrategias de comunicación hacia los clientes, para tener conocimiento de los cortes o suspensiones de energía en su sector.

2.2.2.3 Análisis de los resultados por pregunta aplicada a clientes que no se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.

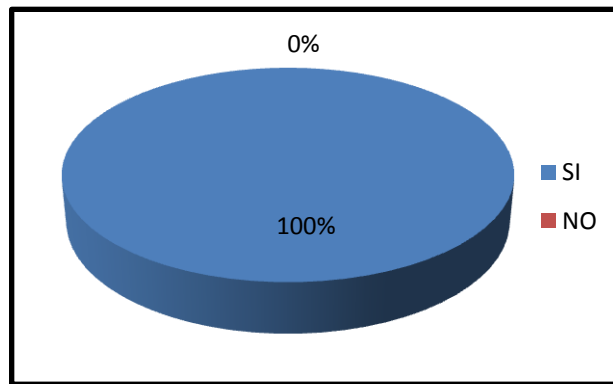
- 1. ¿Piensa Usted que debería continuarse con la expansión de la red subterránea en el resto de la ciudad de Ambato para el servicio de energía eléctrica en su sector?**

CUADRO 2.6
PREGUNTA # 1, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 1		
Opciones	Frecuencia	%
SI	26	100
NO	0	0
TOTAL	26	100

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

GRÁFICO # 2.6
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 1



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

Interpretación y Análisis

Esta pregunta concierne a la expansión de la red subterránea de distribución a lo largo de todo el centro de la ciudad de Ambato, el 100% de los encuestados está de acuerdo que se construya la red subterránea en su sector y mejorar el servicio de energía eléctrica, por lo que es indispensable que la E.E.A.S.A. realice estudios para continuar con la expansión de la red subterránea.

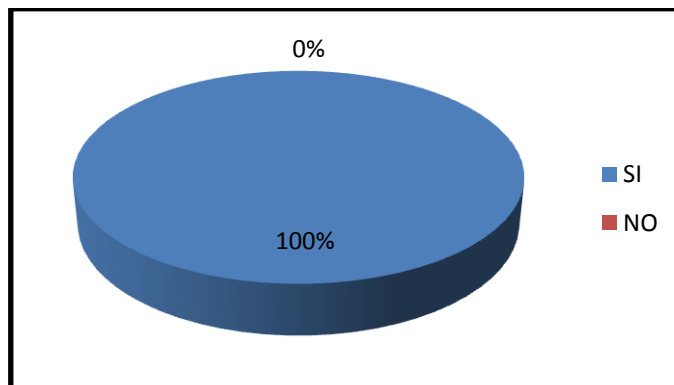
2. ¿Cree Usted que mediante la construcción de la red subterránea se reducirán los riesgos y peligros a causa de las redes eléctricas ubicadas en las cercanías de las viviendas o locales comerciales?

CUADRO 2.7
PREGUNTA # 2, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 2		
Opciones	Frecuencia	%
SI	26	100
NO	0	0
TOTAL	26	100

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

GRÁFICO # 2.7
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 2



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

Interpretación y Análisis

Esta pregunta referida a los riesgos y peligros que existen a causa de las redes aéreas ubicadas en las cercanías de las viviendas o locales comerciales, el 100% de los encuestados piensa que se reducirán al máximo estos problemas, mediante la construcción de la red subterránea de distribución en su sector ya que las líneas aéreas en su totalidad desaparecerán.

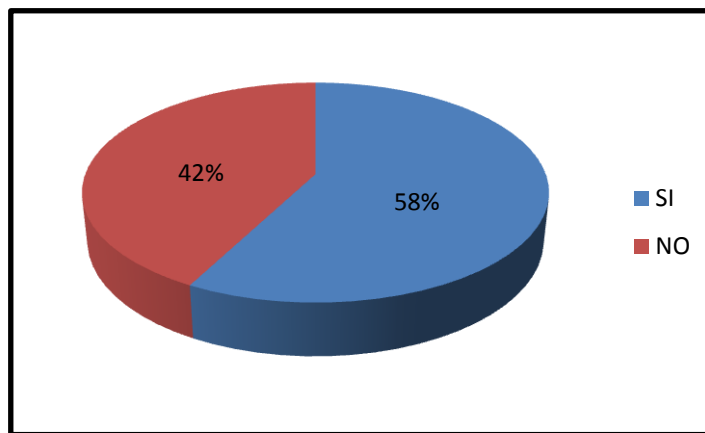
3. ¿Cree Usted que con la construcción de la red subterránea existirá un mejoramiento en el voltaje y reducción de cortes de energía?

CUADRO 2.8
PREGUNTA # 3, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 3		
Opciones	Frecuencia	%
SI	15	58
NO	11	42
TOTAL	26	100

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

GRÁFICO # 2.8
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 3



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

Interpretación y Análisis

En lo que se refiere a esta interrogante acerca del posible mejoramiento del voltaje y reducción de cortes de energía con la construcción de la red, el 58% de los encuestados cree si será posible gozar de estos beneficios con la construcción del sistema subterráneo en su sector, mientras que el 42% piensa que no mejorará la calidad del servicio eléctrico, por eso es importante realizar estudios para verificar la factibilidad de crear un nuevo alimentador para estos clientes y así incrementar la confiabilidad al momento de seguir con la construcción de la red subterránea.

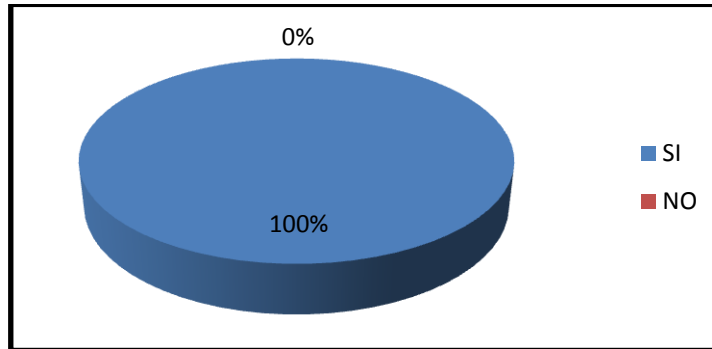
4. ¿Mejorará el aspecto estético de su sector con la construcción de la red subterránea?

CUADRO 2.9
PREGUNTA # 4, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 4		
Opciones	Frecuencia	%
SI	26	100
NO	0	0
TOTAL	26	100

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

GRÁFICO # 2.9
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 4



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

Interpretación y Análisis

Esta pregunta que se refiere a la estética o imagen urbana de su sector, el 100% de las personas encuestadas piensa que si mejorará y habrá un cambio considerable en el aspecto estético de su zona mediante la construcción de la red subterránea por lo tanto todos los clientes encuestados están de acuerdo con la construcción de la red subterránea.

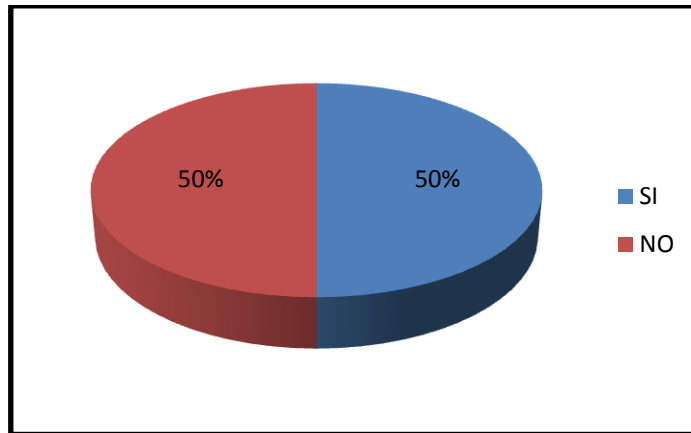
5. ¿Estaría de acuerdo con los posibles cortes o suspensiones e incomodidades del servicio de energía a causa del proceso constructivo la red subterránea?

CUADRO 2.10
PREGUNTA # 5, VALORACIÓN DE OPCIONES

PREGUNTA 5		
Opciones	Frecuencia	%
SI	13	50
NO	13	50
TOTAL	26	100

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

GRÁFICO # 2.10
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA # 5



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

Interpretación y Análisis

Esta pregunta está fundamentada en las posibles suspensiones o cortes de energía e incomodidades que pueden presentarse en el proceso constructivo de la red subterránea, el 50% de los encuestados estarían de acuerdo en asumir las incomodidades porque las molestias son pasajeras, mientras que el 50% restante de las personas no están de acuerdo, porque afectarían en el desempeño económico de sus negocios, y mediante esto encaminaría a un mejor servicio a largo tiempo.

2.2.3 Conclusiones.

2.2.3.1 Conclusiones de las interrogantes aplicadas a clientes que se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.

1. La mayoría de los encuestados manifiestan que el servicio de energía eléctrica es bueno, debido a que la empresa efectúa un trabajo continuo.
2. El 100% de los usuarios que se alimentan de esta red están de acuerdo con que se debe ejecutar un mejoramiento progresivo en la misma.
3. Los usuarios señalan que no existe la presencia permanente de los trabajadores en las cámaras de transformación para su respectivo mantenimiento.
4. La mayoría de usuarios no han sufrido cortes de energía continuos, mientras que un porcentaje menor si han sido afectados por este hecho.
5. El 52% de los encuestados si son informados de los cortes de energía, mientras que el 48% restante no tiene conocimiento previamente a los cortes.

2.2.3.2 Conclusiones de las interrogantes aplicadas a clientes que no se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.

1. El 100% de los usuarios está de acuerdo con la idea de realizar la expansión de la red subterránea, puesto que de esta manera se minimizará los peligros existentes de las redes aéreas.
2. Con la construcción de la red subterránea se reducirían los riesgos de descargas eléctricas, ya que las redes se encuentran en su mayoría junto a las viviendas.
3. Mediante la red subterránea los niveles de voltaje mejorarían, evitando el hurto de energía y reducción de los cortes.
4. El aspecto estético de la ciudad mejora con la construcción de la red subterránea ya que todas las redes aéreas se eliminarían.
5. En esta interrogante la mitad de los usuarios estarían de acuerdo con los cortes de energía por la construcción de la red subterránea.

2.2.4 Recomendaciones.

2.2.4.1 Recomendaciones de las interrogantes aplicadas a clientes que se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.

1. Seguir brindando un servicio de calidad hacia los usuarios y así no ocasionar cortes de energía.
2. Mejorar el servicio de energía a los usuarios, ya que ellos se encuentran en un sector totalmente comercial.
3. Establecer un cronograma de trabajo para dar el mantenimiento preventivo a las cámaras de transformación.
4. Referente a los cortes de energía se debería eliminar, ya que los mismos ocasionan molestias a los usuarios.
5. La empresa debería plantear nuevas estrategias de comunicación hacia los usuarios referente a los cortes de energía.

2.2.4.2 Recomendaciones de las interrogantes aplicadas a clientes que no se alimentan de la red subterránea de distribución de la E.E.A.S.A.

1. Realizar un estudio para la construcción de la red subterránea en los sectores que se encuentran aledaños al centro de la ciudad.
2. Realizar un cambio de un sistema aéreo a un sistema subterráneo, lo cual disminuiría los accidentes de electrocución.
3. Realizar la instalación de las redes de distribución muy bien protegidas para que no exista hurto de energía.
4. Por parte de la empresa debería preocuparse en la expansión de la red subterránea ya que referente a lo estético cambiaría la imagen de la ciudad.
5. Se debería realizar conferencias con los usuarios de los sectores en los cuales se va a realizar la expansión de la red subterránea y así exponer las ventajas de la misma.

2.3 Verificación de la Hipótesis

Partiendo de la hipótesis planteada en el presente proyecto, una vez analizados e interpretados los resultados conseguidos mediante las técnicas de investigación aplicadas se puede decir que existe una gran importancia e interés que poseen las soluciones para el crecimiento de la demanda, determina que la interrogante:

“Alternativas de solución para el crecimiento de la demanda proyectada hacia el año 2022 en la red subterránea de distribución del casco colonial de la ciudad de Ambato de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.”.

Es factible, y los resultados de las entrevistas y encuestas confirman dicha interrogante, siendo viable a elaboración del presente proyecto.

CAPÍTULO III

3.1 Propuesta Factible.

**Alternativas de Solución para el Crecimiento de la Demanda
Proyectada hacia el año 2022 en la Red Subterránea de Distribución
del casco colonial de la ciudad de Ambato de la Empresa Eléctrica
Ambato Regional Centro Norte S. A.**

3.2 Presentación.

El casco colonial de la ciudad de Ambato al ser un sector netamente comercial, la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A. inicia la construcción de la red subterránea a finales del año 2000, la misma que fue concluida en el año 2008 en

su II etapa, actualmente se está llevando a cabo la III etapa, con el objetivo de dar un mejor servicio de energía eléctrica a los clientes de este sector.

El contenido analítico está basado específicamente a proponer medidas o alternativas de solución a las doce cámaras de distribución subterráneas de las treinta y ocho existentes pertenecientes a la EEASA, que presentarán algún tipo de problema o inconveniente en su funcionamiento, ocasionado por el continuo crecimiento de demanda por parte de los clientes.

La referencia de que los doce centros de transformación presentarán inconvenientes en el abastecimiento de potencia, fue tomada de un estudio realizado en Diciembre 2011.¹²

Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, se realizó lo siguiente:

- a) Toma de datos de los totalizadores de las cámaras de transformación pertenecientes a la E.E.A.S.A., en las fechas 15 de octubre 2012 – 15 de noviembre del 2012.
- b) Topología de la red de medio y bajo voltaje en el software Cymdist.
- c) Análisis de la información, simulación en el software Cymdist.
- d) Obtención de reportes de perfiles de voltaje, capacidad nominal de conductores, caídas de voltaje, corrientes y potencias de los centros de transformación, y,
- e) Proponer alternativas de solución al presente trabajo de investigación.

Para llevar a cabo este proceso, se utilizaron las partes III y IV referentes a Redes Aéreas y Redes Subterráneas respectivamente de las Guías de Diseño de la Empresa Eléctrica Ambato, leyes, normas, reglamentos y estatutos vigentes para sector eléctrico ecuatoriano.

¹² “Análisis de cargabilidad de los transformadores de distribución subterránea que pertenecen a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A. en el casco central de la ciudad de Ambato” postulada por Carvajal Carlos y Parra Edison.

3.3 Justificación

El motivo del presente trabajo de investigación es el de plantear alternativas o medidas de solución a tomar en los próximos años, por el continuo crecimiento de la demanda en el sector comercial de la ciudad de Ambato, y, para obtener un estado actual de los centros de transformación, mediante al análisis de la red de medio y bajo voltaje.

El estudio de alternativas de optimización del servicio de energía eléctrica de la red subterránea de una empresa distribuidora de energía eléctrica es fundamental, ya que el crecimiento de la demanda de potencia es continuo, es por eso que si la potencia demandada sobrepasa del valor de la potencia instalada, se está sobrecargando al transformador.

Al transformador se puede sobrecargarlo con un porcentaje máximo del 30% por dos horas, si se excede este valor, las consecuencias ocasionadas pueden ser disminución de la vida útil de los equipos instalados en la cámara de transformación, averías en las protecciones que pueden ser en medio y bajo voltaje, y por ende los cortes de energía no programados, causando malestar en los clientes abastecidos por las redes subterráneas.

Mediante las técnicas de investigación aplicadas como fueron la entrevista y la encuesta, el presente trabajo recoge las inquietudes y opiniones de los clientes e ingenieros del Departamento de Planificación, Departamento de Operación y Mantenimiento y Departamento de Diseño y Construcción, las mismas que ayudaron a la obtención de información de las cámaras de transformación en estudio.

Para la elaboración de este trabajo de investigación fue utilizada la topología actual de la red de medio y bajo voltaje actualizada hasta el 15 de noviembre del 2012.

3.4 Objetivos.

3.4.1 General.

Proponer alternativas de solución para el crecimiento de la demanda proyectada hacia el año 2022 en la red subterránea de distribución del casco colonial de la ciudad de Ambato de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.

3.4.2 Específicos.

- Recopilar información referente a la red subterránea de distribución de la ciudad de Ambato.
- Analizar la situación actual de la demanda existente en la red subterránea de distribución.
- Proponer alternativas de solución para el crecimiento de la demanda de la red subterránea de distribución como son: incremento de potencia o cambio de transformador, balance y transferencias de carga.

3.5 Descripción de Alimentadores Subterráneos que brindan servicio al centro de la ciudad de Ambato.

Para la descripción de los alimentadores subterráneos que sirven al centro de la ciudad de Ambato, se toma como referencia el “Proyecto de Red Subterránea de la ciudad de Ambato Medio Voltaje Existente al 2006”, existente en el Departamento de Diseño y Construcción de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. y que se encuentra en el ANEXO 1-1, en el cual se muestra información puntual de cables instalados, voltaje primario, secundario y las salidas que contienen las cámaras de transformación instaladas en el centro de Ambato, además de esto, es necesario, contar con la topología de las redes de bajo voltaje de cada una de la cámaras subterráneas, el mismo que se indica en el ANEXO 1-2.

El sistema de distribución subterráneo del centro de la ciudad de Ambato se encuentra conformado por los alimentadores Avenida 12 de Noviembre, Subterráneo 1 y Salida 2 provenientes los primeros de la Subestación Loreto, ubicada en el oeste de la ciudad, y el último, de la Subestación Atocha, ubicada al noreste de la ciudad, los cuales tienen un voltaje nominal de 13,8 KV, la topología de los alimentadores dentro de la ciudad así como sus cámaras de transformación se encuentran en el ANEXO 1-3, 1-4 Y 1-5.

3.5.1 Subestación Loreto.

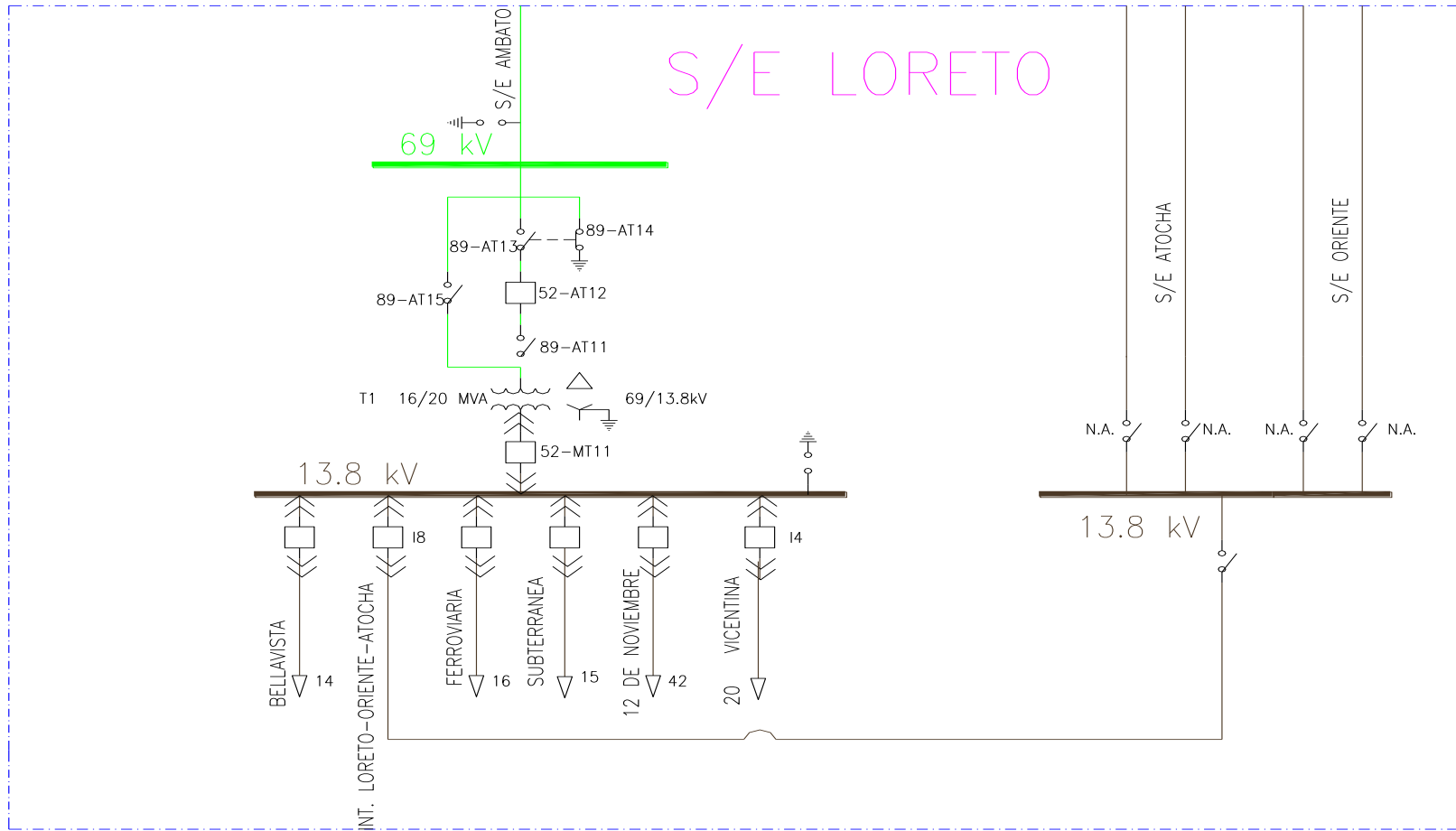
La Subestación Loreto está alimentada con un voltaje de 69 KV que proviene de la subestación Ambato del Sistema Nacional Interconectado, con una longitud de 4 Km. desde la misma, con una capacidad de 500 A y con un diámetro de conductor de 300 MCM, tipo ACSR de aluminio.

El transformador de la subestación Loreto está conectada con una conexión triángulo – estrella (Δ -Y), el nivel de medio voltaje es de 13,8 KV, las que se distribuyen a los cinco alimentadores que se presentan a continuación, con sus respectivas demandas actualizadas al 15 de enero del 2013:

- Bellavista (2.014 KVA)
- Int. Loreto – Oriente – Atocha.
- Ferroviaria (1.424 KVA)
- Subterránea (5.170,5 KVA)
- 12 de Noviembre (5.987,5 KVA)
- Vicentina (970 KVA)

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama unifilar de la subestación Loreto.

GRÁFICO N° 3-1; DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACIÓN EL LORETO.



FUENTE: EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

3.5.1.1 Descripción del alimentador Avenida 12 de Noviembre.

El alimentador primario Avenida 12 de Noviembre, es tipo radial subterráneo, que puede mallarse con los alimentadores Subterráneo 1 y Salida 2, trabaja con un nivel de 13,8 KV, y tiene una carga instalada de 5.987,5 KVA.

La red subterránea de medio voltaje trifásica existente está conformada por tres cables tipo XLPE de cobre, calibre 120 MCM aislado para 15 KV.

3.5.1.2 Descripción del alimentador Subterráneo 1.

El alimentador subterráneo 1, es tipo radial subterráneo, que puede mallarse con los alimentadores Avenida 12 de Noviembre y Salida 2, trabaja con un nivel de 13,8 KV, y tiene una carga instalada de 5.170,5 KVA.

La red subterránea de medio voltaje trifásica existente está conformada por tres cables tipo XLPE de cobre, calibre 120 MCM aislado para 15 KV.

3.5.2 Subestación Atocha.

La Subestación Atocha está alimentada con un voltaje de 69 KV, que proviene de las subestaciones Samanga o Huachi.

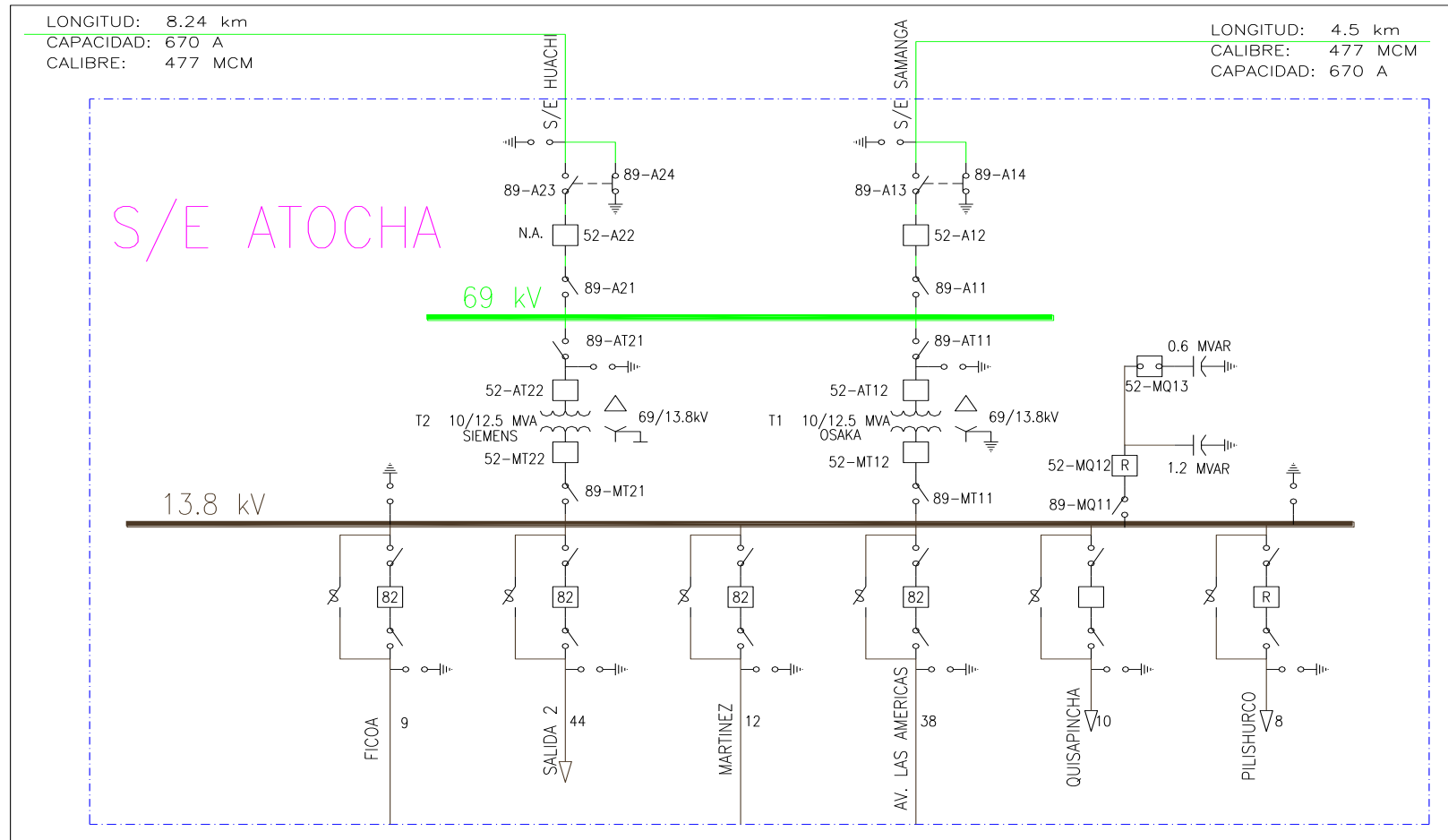
La S/E Samanga está separada con una longitud de 4,5 Km. de la S/E Atocha, con una capacidad de 670 A. y un diámetro de conductor de 477 MCM; mientras que la S/E Huachi está separada con una longitud de 8,24 Km, de la S/E Atocha, consigo lleva una capacidad de 670 A. y con un diámetro de conductor de 477 MCM.

Los transformadores de la subestación Atocha está conectada con una conexión triángulo – estrella (Δ -Y), el nivel de medio voltaje es de 13,8 KV las que se distribuyen a los seis alimentadores que se presentan a continuación, con sus respectivas demandas actualizadas al 15 de enero del 2013:

- Ficoa (3.126 KVA)
- Salida 2 (3.758 KVA).
- Martínez (2.986 KVA).
- Av. Las Américas (4.173 KVA).
- Quisapincha (2.598 KVA).
- Pilishurco (3569 KVA).

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama unifilar de la subestación Atocha.

GRÁFICO N° 3-2; DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN ATOCHA



FUENTE: EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO.
 RECOPIADO POR: POSTULANTES.

3.5.2.1 Descripción del alimentador Salida 2.

El alimentador Salida 2, es tipo radial subterráneo, que pueden mallarse con los alimentadores Avenida 12 de Noviembre y Subterráneo 1, trabaja con un nivel de 13,8 KV, y tiene una carga instalada de 3.522 KVA.

La red subterránea de medio voltaje trifásica existente está conformada por tres cables tipo XLPE de cobre, calibre 120 MCM aislado para 15 KV.

3.6 Descripción de cámaras de transformación de la red subterránea de Ambato.

Las cámaras de transformación están ubicadas en los subsuelos de edificios en sitios colindantes con la acera por la que va la alimentación primaria, donde se instalan centros de transformación en cámara subterránea, cámaras de transformación con transformadores trifásicos y cámaras de transformación con banco de transformadores, distribuidas en el área comprendida en el centro de la ciudad de Ambato.

De ninguna manera se permite la ubicación en los niveles superiores. En el centro de la ciudad, no se permite bajo ningún concepto, la utilización de transformadores instalados en postes.

Las cámaras subterráneas se construyen bajo el nivel de la acera o de la calzada, los muros perimetrales y la loza de cubierta son de hormigón armado, sobre el piso pavimentado esta la base de la unidad compacta que es de acero estructural.

La cámara de transformación posee en el interior, el ingreso libre e independiente por parte del personal de la EEASA y una rápida extinción de incendios, son criterios fundamentales para su ubicación.

El espacio mínimo de la cámara de transformación tiene un área no menor a 3x4 metros cuadrados y 2.8 m de altura.

En el interior de la cámara de transformación, están ubicados los equipos de seccionamiento en medio y bajo voltaje, centro de transformación, puestas a tierra y equipos adicionales (ventilación, succión de agua, etc.).

Ningún sistema de tuberías o ductos extraños a la instalación eléctrica entra o atraviesa a la cámara.

En el piso se encuentran las canaletas donde se alojan los cables de medio y bajo voltaje.

La Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., posee las normas de diseño y construcción para dentro y fuera de éstas cámaras, considerando que sus componentes o elementos eléctricos están completamente aislados, la cámara cuenta con todos los implementos necesarios por ello se puede ingresar a ella con mínimos elementos de seguridad, esta cuenta con iluminación necesaria, infraestructura, señalización, ventilación y sobre todo con los equipos eléctricos – electrónicos de última tecnología.

GRÁFICO N° 3-3; CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEA



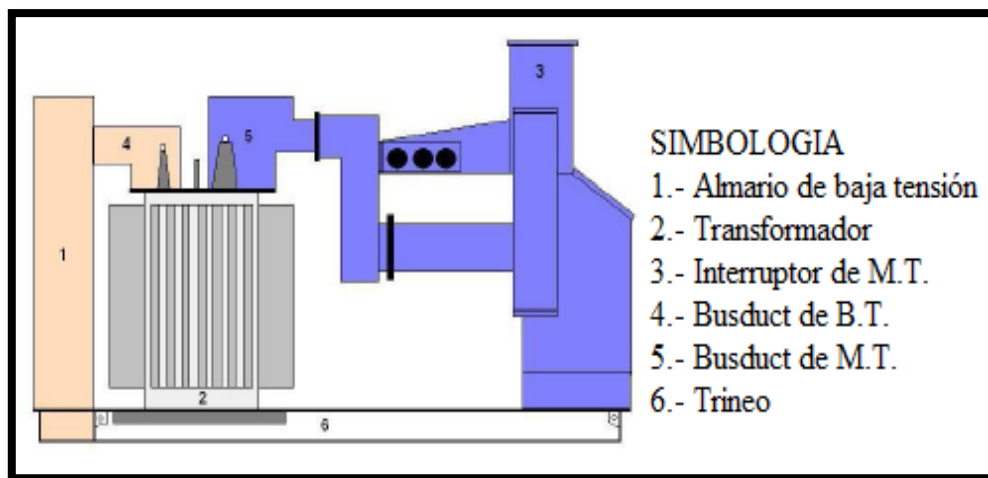
FUENTE: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MERCADO MODELO 2
RECOPIADO POR: POSTULANTES

3.6.1 Componentes de los centros de transformación subterráneos de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A.

3.6.1.1 Aspecto Eléctrico.

Los elementos de las cámaras de transformación subterránea son los que a continuación se detallan:

GRÁFICO N° 3-4; PARTES DE UNA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN



FUENTE: [HTTP://BIEEC.EPN.EDU.EC:8180/DSPACE/BITSTREAM/123456789/1099/6/10921CAP1.PDF](http://BIEEC.EPN.EDU.EC:8180/DSPACE/BITSTREAM/123456789/1099/6/10921CAP1.PDF)

REALIZADO POR: POSTULANTES

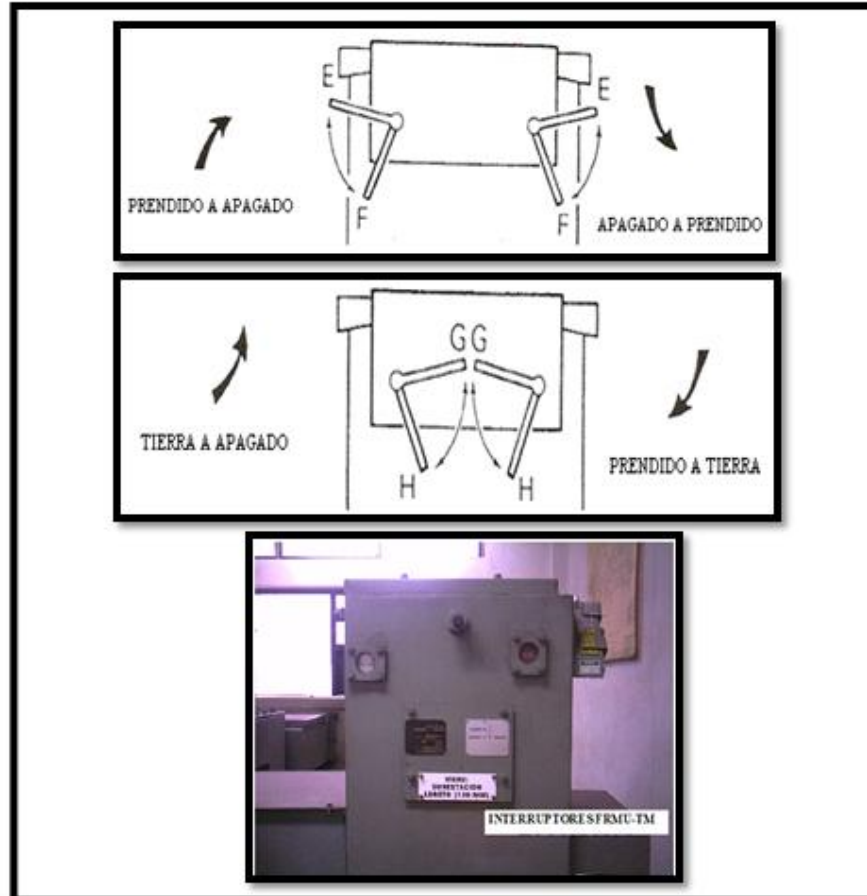
a) Interruptores.

El interruptor de medio voltaje consiste de una unidad principal (Ring Main Unit) en aceite (tipo FRMU), desde uno hasta cinco switches en aceite (tipo EOS).

Posee un equipo de seccionamiento y protección contra sobrecorrientes, ya que es difícil realizar muchas funciones de mantenimiento y operación mientras la red está energizada.

Operación del Interruptor.

GRAFICO N°3-5; OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR FRMU-TM



FUENTE: POSTULANTES.

REALIZADO POR: POSTULANTES

Los timbres del interruptor son operados por el mecanismo en el frente de la unidad, el fusible del interruptor es activado por un mecanismo en el lado derecho.

Un mango existente en la derecha es usado para todas las operaciones, la simbología en el mango es la que indica la aplicación, todos los interruptores operan bajo aceite la cual está controlando los mecanismos proveyendo una

acción, la velocidad de operación es de acuerdo al operador. Este tipo de interruptor tienen tres tipos de posiciones: prendido, apagado y tierra.

La posición de prendido en el interruptor es cuando el centro de transformación está en funcionamiento, la posición de apagado es cuando esta cámara está fuera de servicio y la de tierra es para poder realizar cualquiera de estas dos posiciones.¹³

b) Transformador.

Los transformadores de distribución son los equipos encargados de cambiar el voltaje primario a un valor menor de tal manera que el cliente pueda utilizarla sin necesidad de equipos e instalaciones costosas y peligrosas.

En si el transformador de distribución es la liga entre los alimentadores primarios y los alimentadores secundarios.

La capacidad del transformador se selecciona en función de la magnitud de la carga, debiéndose tener especial cuidado en considerar los factores que influyen en ella, tales como el factor de demanda y el factor de coincidencia.

El transformador tipo PAUWELS, se diferencia con los demás por gran seguridad que ofrece, para que el personal de operación y mantenimiento trabaje sin peligros de electrocución. El principio de funcionamiento de este elemento es el mismo al de los otros transformadores existentes en el mercado.

¹³ <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1099/6/10921cap1.pdf>

GRÁFICO N°3-6; TRANSFORMADOR PAUWELS



FUENTE: POSTULANTES

RECOPIADO POR: POSTULANTES

CUADRO N°3-1 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR PAUWELS

PAUWELS TRAF0 BELGIUM		0000	HORA DE REGISTROS:	00:00	
POTENCIAS:	400, 300, 250, 225, 200, 160	KVA	DATOS REGISTRADOS:		
TAPS:	MV	BV	INTENSIDAD:		
1	14.490		L1:	820	A
2	14.145		L2:	780	A
3	13.800	231	L3:	740	A
4	13.455		VOLTAJE:		
5	13.110		L1 - L2:	210	V
INTENSIDAD (A):	PRIMARIO	SECUNDA RIO	L2 - L3:	210	V
	16,73	999,7	L3 - L1:	211	V
VOLTAJE DE C. C. EN %:	4,72		TEMP. TRAF0:	35	° C
TIPO DE REFRIGERACIÓN:	ONAN		NIVEL DE ACEITE:	LLENO	
TIPO DE CONEXIÓN:	Dyn5			TRANSPARE NTE	
AÑO DE FABRICACIÓN:	1.995		TAP ACTUAL:	1	
FRECUENCIA:	60	HZ			
PESO TOTAL:	1.290	KG			

FUENTE: POSTULANTES

REALIZADO POR: POSTULANTES

c) Armario de Bajo Voltaje.

Los tableros son equipos que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella. La cantidad de tableros que sea necesario se determina con la finalidad de salvaguardar la seguridad, y tratando de obtener la mejor funcionalidad en la operación de la plataforma.

GRÁFICO N°3-7; ARMARIO DE BAJO VOLTAJE



FUENTE: POSTULANTES

RECOPIADO POR: POSTULANTES

Descripción de materiales del armario de bajo voltaje.

- Armario.
- Ventilación.
- Disyuntor general.
- Disyuntores de salidas.
- Transformadores de corriente.
- Amperímetros.
- Contador de electricidad.
- Fusible automático.
- Conmutador de multímetro.

- Voltímetro.
- Fusible automático.
- Termostato.
- Caldeo.
- Interruptor de puerta.
- Alumbrado.
- Enchufe bipolar + tierra
- Isoladores.
- Terminales.

3.7 Equipos utilizados para la recopilación de datos para el presente estudio.

La recopilación de los datos necesarios para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, fue necesaria la utilización de dos equipos, los cuales fueron el medidor de estado sólido, que están instalados en la parte exterior de cada una de las cámaras de transformación, además se debe contar con el cable adecuado para la transferencia de datos y el software del medidor. El otro equipo utilizado fue el analizador de calidad de energía trifásica, que permite obtener datos de mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas, este equipo fue instalado en cada una de las salidas del transformador.

3.7.1 Medidor de estado sólido.

El medidor de estado sólido S4LANDIS+GYR posee las siguientes características:

- Es capaz de mantener 42 días de información de perfiles de carga de 15 minutos en cuatro canales con 32Kbytes o 54 días de información de perfiles de carga de 5 minutos en cuatro canales con 128Kbytes de memoria.
- Tiene la capacidad de grabar cualquier combinación de las siguientes variables: kWh (enviado), kWh (recibido), voltajes transitorios (picos/valles),

voltios-cuadrado-hora por fase, amperios-cuadrado-hora por fase, amperios-cuadrado-hora calculado en corriente del neutro.

- Provee información en tiempo real: ángulos de fase, voltajes y corrientes de fase, y contadores de errores de diagnóstico.
- Ejecuta continuamente un análisis diagnóstico completo del equipo de medición, el cableado de servicio, y las características de carga. Esto permite que el S4 vigile continuamente el servicio y la carga ante fallas en el equipo, instalación incorrecta del cableado, condiciones de carga, condiciones de calidad de potencia deficientes, y alteración o violación del equipo.
- Puerto Óptico/ DEL (Diodo Emisor de Luz) de Calibración, para la programación y grabación de información del medidor.

GRÁFICO N°3-8; MEDIDOR DE ESTADO SÓLIDO S4LANDIS+GYR



FUENTE: CONTROL DE PÉRDIDAS EEASA

RECOPIADO POR: POSTULANTES

3.7.2 Analizador de calidad de energía trifásico.

Para obtener otros datos referentes a los consumos, fue necesaria la instalación de registradores en cada una de las salidas de la red de bajo voltaje a la salida del transformador, ya que este equipo entrega datos por fase, a continuación se detalla algunas características del registrador PowerPad® Modelo 3945-B.

- Mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas de RMS verdaderas a 256 muestras/ciclo, más CC.
- Formas de ondas a color en tiempo real.
- Configuración de pantalla fácil de usar.
- Escala y reconocimiento automáticos de sondas amperimétricas.
- Medición de corriente y voltaje RMS verdadera.
- Mide voltios, amperios y potencia CC.
- Visualiza y captura armónicos de voltaje, corriente y potencia hasta el 50o orden, incluida la dirección, en tiempo real.
- Captura transitorios hasta a 1/256 o de un ciclo.
- Almacena una completa base de datos registrados.
- Visualización de diagrama fasorial.
- VA, VAR y W por fase y trifásico.
- kVAh, VARh y kWh por fase y trifásico.
- Cálculo y visualización de corriente del neutro para las tres fases.
- Visualización del factor K del transformador.
- Visualización del factor de potencia, visualización del factor de potencia de desplazamiento.
- Captura hasta 50 transitorios.
- Visualización del flicker de corto plazo.
- Desequilibrio de fases (corriente y voltaje).
- Alarmas, sobrevoltajes y subvoltajes
- Función de impresión de pantalla: captura formas de ondas u otros datos de la pantalla.



FUENTE: DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN EEASA.
RECOPIADO POR: POSTULANTES

3.8 Desarrollo de la Propuesta

Una vez determinada la información referente a la red subterránea de Ambato, a continuación, se detalla la elaboración del presente trabajo de investigación, partiendo de la obtención de los datos y registros necesarios para luego mediante el paquete computacional simular las redes de distribución subterráneas y analizar los resultados obtenidos, finalmente, proponer las medidas o alternativas de solución factibles a tomar en los próximos años.

3.8.1 Obtención de los datos de los usuarios conectados a cada alimentador, consumo, número de medidor, etc.

Los datos que se obtuvo de cada una de las cámaras de transformación subterránea fueron el número de medidor, número de cuenta, dirección, fecha facturada y energía facturada de cada uno de los usuarios de cada centro de transformación.

A continuación, se presenta una muestra del cuadro de reporte de abonados que son abastecidos de energía eléctrica por medio de las redes subterráneas, ya que debido a la extensión de los clientes, es demasiada desplegar toda la información.

Esta información fue tomada del Sistema Comercial SISCOM, perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato.

CUADRO N°3-2 REPORTE DE ABONADOS

CUENTA	NOMBRE	DIRECCION	NUM_M ED	JUL/2 011	AGO/2 011	SEP/2 011	OCT/2 011	NOV/2 011	DIC/2 011	ENE/2 012	FEB/2 012	MAR/2 012	ABR/2 012	MAY/2 012	JUN/2 012
1	MIÑO COLINA GONZALO	MONTALVO 03-10 ROCAFUERTE	136337	156	131	141	168	142	133	116	155	141	155	77	143
2	RODRIGUEZ CARRILLO NELSON GONZALO	MONTALVO 03-10 ROCAFUERTE	136117	215	224	190	229	216	201	233	231	218	193	201	188
3	MIÑO S. SUSANA	MONTALVO 03-10 ROCAFUERTE	223676 3	70	89	59	52	74	102	80	86	91	100	68	110
4	MIÑO COLINA GONZALO (ROMPRAD)	MONTALVO 03-10 ROCAFUERTE	223657 7	321	373	359	413	402	392	420	447	417	446	394	391
5	MIÑO COLINA GONZALO	MONTALVO 03-10 ROCAFUERTE	223627 7	105	115	80	89	132	145	82	129	132	140	95	169
6	MIÑO COLINA GONZALO	MONTALVO 03-10 ROCAFUERTE	223654 8	294	271	247	264	285	389	277	306	283	313	301	303
7	CAMARA DE INDUSTRIAS	MONTALVO 03-31 ROCAFUERTE	106636	1170	1347	934	1081	1072	1121	998	1173	1120	1038	1125	941
8	GADMA CASA DE MONTALVO	MONTALVO 03-50 BOLIVAR	99967	363	397	512	382	340	305	441	339	321	414	403	378
9	LICEO EUGENIA MERA	MONTALVO 03-32 ROCAFUERTE	112735	693	853	878	714	928	960	154	120	740	1095	688	833
10	CHICO NUNEZ JORGE WASHINGTON	MONTALVO 03-53 BOLIVAR	112644	1	16	379	399	388	253	338	320	362	346	348	242
11	CHICO NUNEZ JORGE WASHINGTON	MONTALVO 03-53 BOLIVAR	112645	171	96	138	121	105	90	115	124	78	84	126	89
12	VASCONEZ GUARDERAS HECTOR RAMIRO	MONTALVO 03-61 BOLIVAR	150103	148	125	120	140	143	241	167	179	177	339	198	142
13	VASCONEZ GUARDERAS HECTOR MARIO	MONTALVO 03-61 BOLIVAR	112249	133	72	176	192	290	360	239	293	335	448	244	334
14	ANDA NOHEMI	MONTALVO 03-71 BOLIVAR	140893	872	836	840	871	820	103	200	120	111	123	164	150
15	GADMA CASA DE MONTALVO	MONTALVO 03-72 BOLIVAR	326194 97	95	256	259	236	247	2660	239	4942	2394	2066	219	2085
16	BORJA MARTINEZ LUIS FELIPE	MONTALVO 05-16 SUCRE	172806	37	60	36	28	70	347	123	91	84	156	100	293
17	MOLINA CORREA LUCRECIA BEATRIZ	MONTALVO 05-21 SUCRE	729614 9	163	147	172	202	180	170	233	197	176	212	187	175
18	MOLINA CORREA LUCRECIA BEATRIZ	MONTALVO 05-21 SUCRE	140930	189	177	174	191	181	181	191	194	170	193	167	218
19	MOLINA CORREA LUCRECIA BEATRIZ	MONTALVO 05-21 SUCRE	140935	400	343	323	303	318	257	296	295	259	303	285	254
20	MOLINA CORREA LUCRECIA BEATRIZ	MONTALVO 05-21 SUCRE	227415 0	109	84	80	79	76	96	9	80	79	114	43	97
21	MOLINA CORREA LUCRECIA BEATRIZ	MONTALVO 05-21 SUCRE	140942	179	165	231	290	204	190	256	248	203	268	178	187

Con el historial del consumo de energía de los clientes, que son abastecidos por las redes de distribución subterránea, como se muestra en el cuadro anterior corresponde a los consumos del año 2012, primeramente para obtener un valor promedio, se tomó dos muestras la primera del primer semestre y la segunda del otro semestre, una vez obtenidos los dos datos promedios, el presente trabajo de investigación se realizó con el mayor consumo de entre los dos valores semestrales.

3.8.2 Clasificación de los clientes por cámara de transformación, número de circuito, pozo o caja de revisión y consumo promedio.

Posteriormente, se procedió a ordenar la información para una mejor visualización, los pozos o cajas de revisión con sus respectivos clientes y consumos promedios obtenidos anteriormente, como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO N°3-3 CLASIFICACIÓN DE LOS CLIENTES POR CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN

<i>Vargas Torres y 12 de Nov.: CT 143 (200 KVA)</i>								
CIRCUITO 1			CIRCUITO 2			CIRCUITO 3		
POZO	# CUENTA	DEM. PROM.	POZO	# CUENTA	DEM. PROM.	POZO	# CUENTA	DEM. PROM.
143.1.29	143642	5605,3	143.2.37	0	0	143.3.46	0	0
143.1.28	58571		143.2.36	82969	429,8	143.3.45	0	0
	6930	1505,3		82970	250,7	143.3.44	89778	233,8
143.1.27	0	0		102700	273		1687	449,5
143.1.26	1745	1524,3		96373	9,5		1684	398,2
143.1.25	7071	65,8		96383	151,2		217858	40,6
	125619	17,7		96372	31,2		217859	16
	7072	33		96381	57,3		217860	1,3
	10823	385,2		96370	134,3		1686	23,2
143.1.24	0	0		96369	54,7	143.3.43	1694	469,8
143.1.23	7075	166,3		96382	107,8		53570	300
	71346	209,8		6910	161	143.3.42	1700	200,8
	71347	75,7		96374	62,7		1701	391
	97256	770,2		96379	14,8		1702	853
	71348	225,3		96376	0,2		1699	29,8
	71349	185		96368	14		1695	639,2
143.1.22	0	0		96380	5,2		1696	130
143.1.21	0	0		96378	54,8		1697	235

3.8.3 Impedancias de cables subterráneos utilizados para el ingreso en la base de datos del software Cymdist.

A continuación, se presenta las impedancias de los cables utilizados en las redes subterráneas de medio y bajo voltaje que alimentan al centro de la ciudad de Ambato, las mismas que fueron ingresadas en la base de datos del software, para luego graficar la red e ir seleccionando el tipo de cable utilizado en cada tramo del circuito.

CUADRO N°3-4 CARACTERÍSTICAS DE CABLES UTILIZADOS EN LAS REDES SUBTERRÁNEAS

Número o MCM	In (A)	R Ohmios/Km	X Ohmios/Km	G uS/Km	B uS/Km
4	85	1,0597	0,1542	0	78,3339
2	115	0,6693	0,1411	0	91,7331
1/0	150	0,4199	0,128	0	108,2244
2/0	175	0,3346	0,1247	0	117,5008
3/0	200	0,2657	0,1214	0	128,8386
4/0	230	0,21	0,1148	0	140,1764
250	255	0,1804	0,1115	0	150,4835
350	285	0,1367	0,1076	0	172,1283

FUENTE: [HTTP://ES.SCRIBD.COM/DOC/9617090/TABLAS-DE-CONDUCTORES-ELECTRICOS](http://es.scribd.com/doc/9617090/Tablas-de-Conductores-Electricos)

REALIZADO POR: POSTULANTES

3.8.4 Registro de datos de los totalizadores de las cámaras de transformación subterráneas.

Esta información fue obtenida de los totalizadores instalados en cada una de los centros de transformación, que son el motivo del presente trabajo de investigación, la función principal de los totalizadores son registrar la demanda en las redes de bajo voltaje a una hora determinada en intervalos de tiempo que para el presente estudio fue de 15 minutos.

3.8.4.1 Cuantificación de la información registrada de los totalizadores.

Los datos que se obtuvo de los totalizadores de cada una de las cámaras de transformación subterránea fueron corrientes por fase, voltajes por fase, KWh, kVARh, kVAh rms, registrados en lenguaje natural del equipo, (VER CUADRO N°3-5), por la gran cantidad de registros tomados se optó por mostrar una pequeña parte para tomar como referencia; luego se exportó al software Microsoft Excel para cambiar formato de celdas y realizar los cálculos necesarios para obtener datos reales.

CUADRO N°3-5; REGISTRO DE DATOS DEL TOTALIZADOR

Device ID	092860790 CT-201707	
Serial Number	92860790	
Kh	1,8	
Interval Length	15	
Transformer Factor	160	
Transformer Factor Applied	False	
Meter Multiplier	1	
Meter Multiplier Applied	False	
CT	1	
CT Applied	False	
PT	1	
PT Applied	False	
Sag Threshold	90%	
Swell Threshold	110%	
Daylight Time	False	
Pulse Values	False	
Event	Start Time	Finish Time
Power loss	41217,94507	41218,0146
Power loss	41223,25694	41223,394
Power loss	41228,2609	41228,2635

Luego de exportar los datos a Microsoft Excel de las cámaras de transformación en estudio se procedió a filtrar los valores de corrientes, voltajes, KWh, kVARh, kVAh rms registrados en el totalizador, cuyo tiempo de referencia fue tomado el de 30 días,

del 15 de octubre del 2012 al 15 de noviembre del mismo año, (VER ANEXO N°3-2) equivalentes a un mes, con estos datos y mediante la aplicación de fórmulas (VER ECUACIÓN (1), (2), (3), y (4)) se obtuvo valores reales de potencia activa (P), aparente (S) y reactiva (Q), así como del factor de potencia (fp). (VER CUADRO N° 3-9).

Esto se realizó a las 12 cámaras de transformación subterránea pertenecientes a la E.E.A.S.A. (VER CUADROS N° 3-6, N° 3-7, N° 3-8).

3.8.4.2 Cámaras de transformación subterráneas pertenecientes a la E.E.A.S.A.

En los siguientes cuadros se describen los tres alimentadores que constituyen la red subterránea del centro de la ciudad de Ambato, con sus respectivas cámaras de transformación en estudio y potencia instalada, clasificado por alimentador:

3.8.4.2.1 Alimentador Subterránea 1 (S/E LORETO)

CUADRO N°3-6; CT DEL ALIMENTADOR SUBTERRÁNEA 1 (S/E LORETO)

N°	DIRECCIÓN	UBICACION	POTENCIA INSTALADA (KVA)
1	Cevallos y Mariano Egüez	C. C. Teófilo López	200
2	J. B. V. y Mariano Egüez	Mercado Artesanal 2	250
3	Cevallos y Tomás Sevilla	Mercado Modelo 2	200
4	Vargas Torres y 12 de Noviembre	Escuela Teresa Flor	200
5	Maldonado y 12 de Noviembre	Hotel San Ignacio	250
6	Tomás Sevilla y J. B. V.	Mercado Modelo 1	250

3.8.4.2.2 Alimentador 12 de Noviembre. (S/E LORETO)

CUADRO N°3-7; CT DEL ALIMENTADOR 12 DE NOVIEMBRE (S/E LORETO)

N°	DIRECCIÓN	UBICACION	POTENCIA INSTALADA (KVA)
1	Cevallos y Mera	Edificio Asoc. de Empleados	400
2	Castillo y Sucre	Ex – Banco Central	160
3	Sucre y Lalama	Parque Cevallos	400
4	12 de Noviembre y Espejo	E.E.A.S.A.	160

3.8.4.2.3 Alimentador Salida 2. (S/E ATOCHA)

CUADRO N°3-8; CT DEL ALIMENTADOR SALIDA 2 (S/E ATOCHA)

N°	DIRECCIÓN	UBICACION	POTENCIA INSTALADA (KVA)
1	Mera y Rocafuerte	Mera y Rocafuerte	200
2	Bolívar y Montalvo	Parque Montalvo	300

3.8.4.3 Mediciones de demanda máxima, media y mínima de cada centro de transformación.

Estos datos se obtuvieron de las lecturas de los totalizadores instalados en cada una de los centros de transformación subterráneas, luego del proceso de depuración de datos.

A continuación se presentan los siguientes cuadros:

CUADRO N°3-9; POTENCIAS MÁXIMAS, MEDIAS, MÍNIMAS Y FP DE LAS DOCE CÁMARAS

Edif. Aso. Empleados CT – 400 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	267,55	36,29	272,16	0,99
Media	122,47	22,10	126,96	0,95
Mínima	46,22	3,31	51,41	0,86

Parque Montalvo CT – 300 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	227,23	19,01	230,59	0,99
Media	96,66	9,01	99,43	0,96
Mínima	9,98	0,19	10,56	0,87

CC. Teófilo López CT – 200 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	160,06	23,40	162,14	0,99
Media	65,30	14,81	68,74	0,92
Mínima	18,00	2,74	22,32	0,76

E.E.A.S.A. CT – 160 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	140,92	40,65	141,4	1,00
Media	78,63	10,23	12,98	0,92
Mínima	6,76	1,42	0,91	0,98

Escuela Teresa Flor CT – 200 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	154,44	25,78	158,69	0,99
Media	77,52	12,87	80,62	0,95
Mínima	29,02	1,01	32,62	0,87

Hotel San Ignacio CT – 250 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	179,81	27,55	182,50	0,99
Media	85,41	15,86	88,96	0,95
Mínima	30,62	3,46	35,04	0,85

Mera y Rocafuerte CT – 200 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	176,83	46,08	180,72	0,99
Media	79,46	22,92	84,51	0,92
Mínima	11,09	7,27	13,68	0,80

Mercado Modelo 2 CT – 200 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	173,47	15,36	176,35	0,99
Media	69,85	7,54	72,10	0,95
Mínima	18,62	0,05	20,74	0,83

Parque Cevallos CT – 400 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	290,76	55,08	295,32	0,99
Media	130,35	26,69	135,41	0,92
Mínima	34,80	3,84	39,96	0,76

Ex Banco Central CT – 160 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	114,32	6,89	115,13	0,99
Media	66,75	10,32	73,54	0,95
Mínima	15,83	4,93	20,53	0,82

Mercado Modelo 1 CT – 250 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	198,65	47,81	201,75	1,00
Media	101,45	26,98	109,73	0,92
Mínima	39,66	7,73	46,31	0,98

Mercado Artesanal 2 CT – 250 KVA				
DEMANDA	P (KW)	Q (KVAR)	S (KVA)	FP
Máxima	175,83	27,42	179,49	0,99
Media	68,32	10,81	73,21	0,95
Mínima	17,96	1,03	22,96	0,82

3.8.4.4 Curva de carga de los transformadores en estudio.

Las potencias máximas, medias y mínimas de cada uno de los transformadores se obtuvieron a través de los cálculos pertinentes realizados en Excel, las curvas de carga se presentan en el (ANEXO 3-1).

3.8.5 Estado actual de los centros de transformación.

Las fórmulas aplicadas para obtener las potencias real (P), aparente (S), reactiva (Q), y el FP de los datos registrados en los totalizadores de cada cámara muestran a continuación:

➤ Potencia real (P)
$$KW = \left(\frac{KWh}{t} \right) \times F.T. \quad \text{ECUACIÓN (1)}$$

➤ Potencia reactiva (Q)
$$KVAR = \left(\frac{KVARh}{t} \right) \times F.T. \quad \text{ECUACIÓN (2)}$$

➤ Potencia aparente (S)
$$KVA = \left(\frac{KVAhrms}{t} \right) \times F.T. \quad \text{ECUACIÓN (3)}$$

➤ Factor de potencia (FP)
$$FP = \frac{KWh}{KVAhrms} \quad \text{ECUACIÓN (4)}$$

Donde:

KWh = Energía real consumida en un tiempo.

$KVARh$ = Energía reactiva consumida en un tiempo.

$KVAhrms$ = Energía aparente consumida en un tiempo.

t = Intervalo de tiempo en la toma de medidas del totalizador [h].

$F.T.$ = Factor de transformación o relación del transformador.

En el siguiente cuadro se expresa la situación actual de los centros de transformación subterránea según mediciones realizadas hasta el 15 de noviembre del 2012, mediante la potencia real obtenida de los totalizadores ubicados en los centro de transformación.

CUADRO N°3-10; ESTADO ACTUAL DE TRANSFORMADORES

N°	Dirección del transformador	Ubicación	Potencia Instalada (KVA)	Potencia Real (KVA)	Porcentaje de cargabilidad (%)
1	Cevallos y Mera	Edif. Asoc. Empleados	400	273	68,25
2	Bolívar y Montalvo	Parque Montalvo	300	231	77,00
3	Cevallos y Mariano Egüez	C. C. Teófilo López	200	163	81,50
4	12 de Noviembre y Espejo	E. E. A. S. A.	160	142	88,75
5	Vargas Torres y 12 de Nov.	Escuela Teresa Flor	200	159	79,50
6	Maldonado y 12 de Nov.	Hotel San Ignacio	250	183	73,20
7	Mera y Rocafuerte	Mera y Rocafuerte	200	181	90,50
8	Cevallos y Tomás Sevilla	Mercado Modelo 2	200	177	88,50
9	Sucre y Lalama	Parque Cevallos	400	296	74,00
10	Castillo y Sucre	Ex Banco Central	160	115	71,87
11	Tomás Sevilla y J. B. V.	Mercado Modelo 1	250	202	88,80
12	J. B. V. y Mariano Egüez	Mercado Artesanal 2	250	180	72,00

3.8.6 Simulación de la red de media y bajo voltaje en el software para el análisis de sistemas de potencia: Cymdist.

Al disponer de la base de datos de la red medio voltaje ya simulado en el programa Cymdist, obtenido del estudio realizado en Diciembre 2011 con el tema “Análisis de cargabilidad de los transformadores de distribución subterránea que pertenecen a la

Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A. en el casco central de la ciudad de Ambato” postulada por Carvajal Carlos y Parra Edison, se optó por actualizar dicha información en el caso de que se hubieran realizado cambios en la red de medio voltaje, culminado esto se procede a ingresar las redes de bajo voltaje con la información y datos obtenidos gracias a los totalizadores y registradores.

Una vez ingresada los datos de la red de bajo voltaje en el lenguaje del programa Cymdist se ejecuta la simulación para verificar valores de caídas de voltaje, capacidad nominal del conductor y corrientes en cada uno de los circuitos de cada una de los centros de transformación.

3.8.6.1 Recopilación de datos.

Como primer paso antes del análisis en Cymdist, se procede a identificar las subestaciones que dan servicio a la red subterránea, alimentadores que forman parte de esta, potencia instalada y real de cada transformador, características de conductores para medio voltaje y cables en el caso de bajo voltaje, y potencias máximas consumidas por los clientes.

3.8.6.2 Topología de la red

Una vez obtenida la información de la red de medio voltaje realizada en el estudio ya mencionado anteriormente, se procede a cambiar las cargas concentradas por los transformadores de distribución con sus características.

Para crear la red de baja voltaje en el programa, es necesario disponer de un mapa georeferenciado con la disposición de las canalizaciones, puntos de interconexión, y cajas de revisión.

A través del Departamento de Diseño y Construcción se obtuvo los planos de las redes de bajo voltaje, el mismo que fue exportado a Cymdist para tener una referencia en el trazado de los circuitos.

En síntesis, la Subestación Loreto entrega energía a los alimentadores 12 de Noviembre y Subterránea 1, mientras que la Subestación Atocha abastece al alimentador Salida 2, los mismos que sirven al casco colonial de Ambato con un voltaje nominal de 13,8 KV, se procede a subir la información de las redes de bajo voltaje salientes de cada transformador de distribución, tomando varios aspectos como características de cables, potencia demandada y topología propia de la red.

GRÁFICO N°3-10; INGRESO DE LAS REDES DE BAJO VOLTAJE EN CYMDIST (ALIMENTADOR 12 DE NOVIEMBRE)

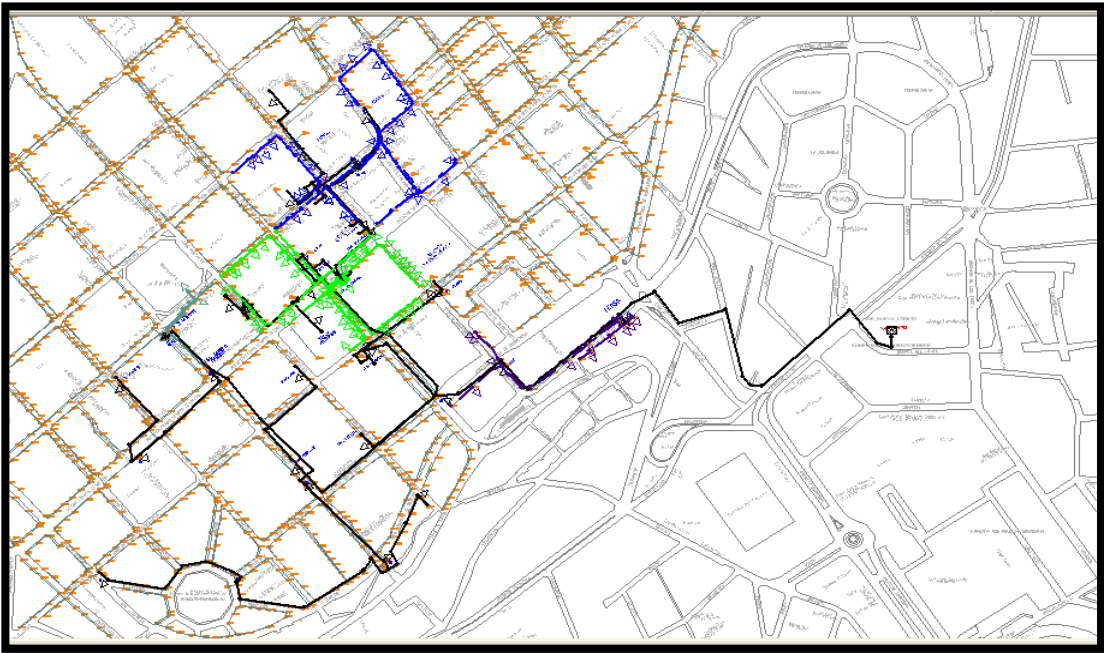


GRÁFICO N°3-11; INGRESO DE LAS REDES DE BAJO VOLTAJE EN CYMDIST (ALIMENTADOR SUBTERRÁNEA 1)

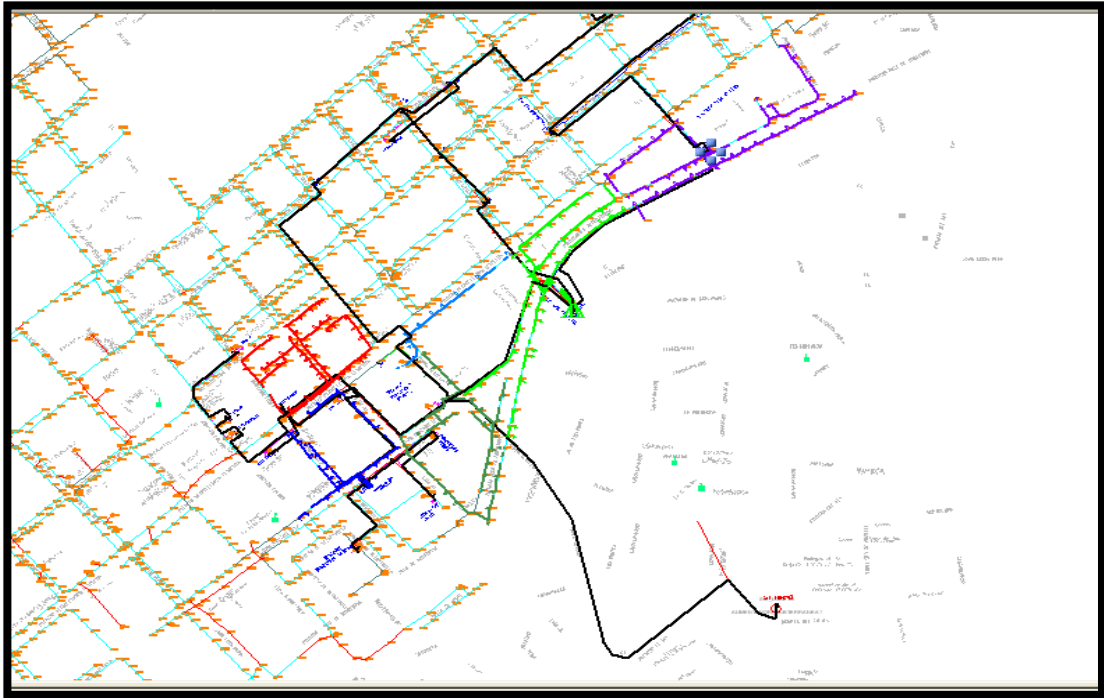
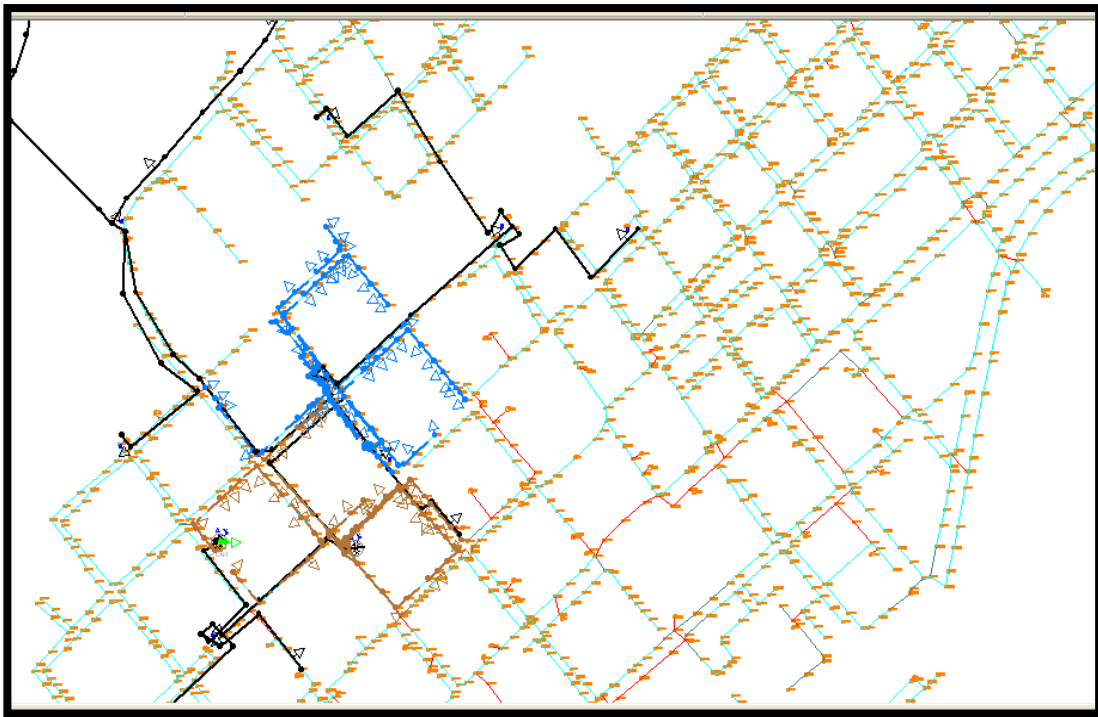


GRÁFICO N°3-12; INGRESO DE LAS REDES DE BAJO VOLTAJE EN CYMDIST (ALIMENTADOR SALIDA 2)



3.8.6.3 Análisis de cada cámara subterránea en Cymdist.

Una vez concluida el proceso del ingreso de valores en Cymdist se realiza la respectiva simulación de los alimentadores, luego del cual se expresa lo siguiente:

El análisis actual de voltajes, corrientes y potencias de cada centro de transformación se muestran en el ANEXO 3-3.

Los perfiles de voltajes graficados se muestran en el ANEXO 3-4.

Finalmente, las gráficas de la capacidad nominal de los conductores se observan en el ANEXO 3-5.

Por la excesiva información de reportes obtenidos del Cymdist, se muestra solo de una cámara. El reporte sumario de una cámara se observa en el ANEXO 3-9.

3.8.6.4 Resumen de perfiles de voltaje de las cámaras de transformación.

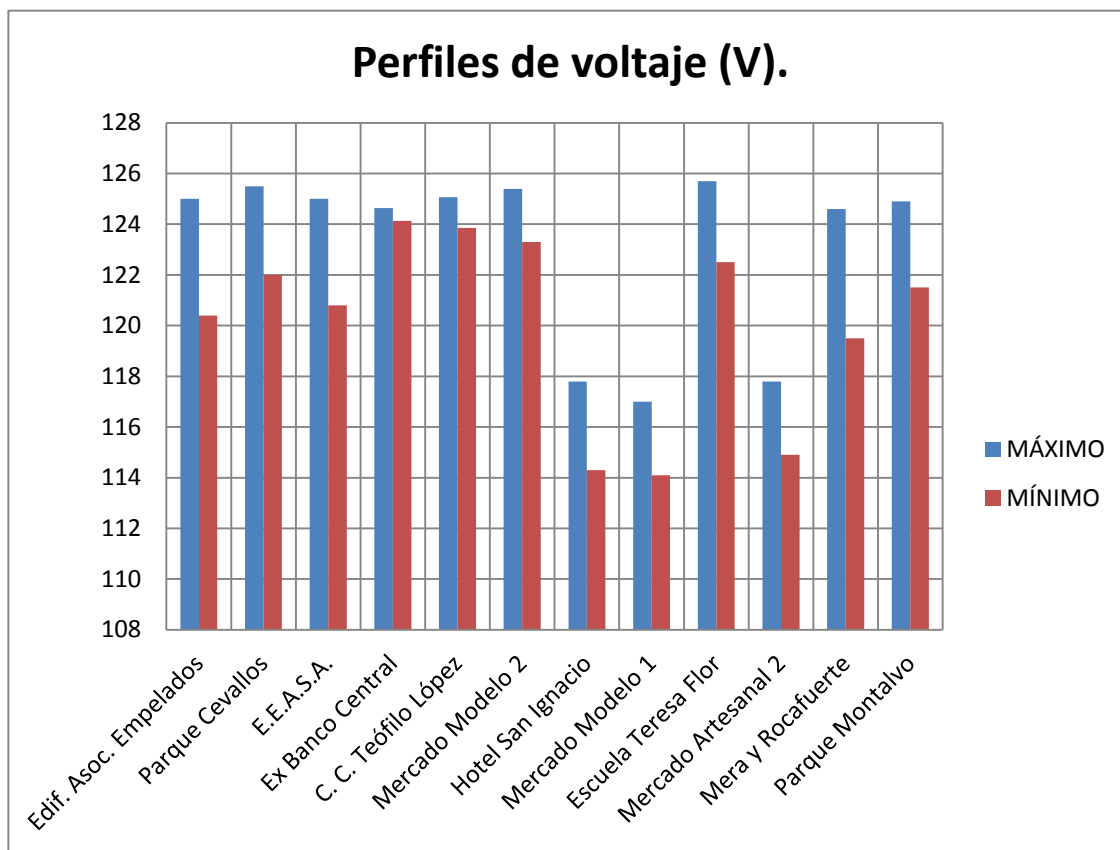
A continuación, se muestra el cuadro resumen de los perfiles de voltaje en cada una de los centros de transformación:

CUADRO N°3-11; RESUMEN DE PERFILES DE VOLTAJE

N°	DIRECCION	UBICACIÓN	PERFIL DE VOLTAJE (V)		DISTANCIA MÁX. AL ÚLTIMO CLIENTE (M)
			Máximo	Mínimo	
1	Cevallos y Mera	Edif. Asoc. Empelados	125,0	120,4	191
2	Sucre y Lalama	Parque Cevallos	125,5	122,0	200
3	12 de Noviembre y Espejo	E.E.A.S.A.	125,0	120,8	65
4	Castillo y Sucre	Ex Banco Central	124,64	124,13	229
5	Cevallos y Mariano Egüez	C. C. Teófilo López	125,07	123,85	186
6	Cevallos y Tomás Sevilla	Mercado Modelo 2	125,4	123,3	197
7	Maldonado y 12 de Nov.	Hotel San Ignacio	117,8	114,3	227
8	Tomás Sevilla y J. B. V.	Mercado Modelo 1	117,0	114,1	274
9	Vargas Torres y 12 de Nov.	Escuela Teresa Flor	125,7	122,5	203
10	J. B. V. y Mariano Egüez	Mercado Artesanal 2	117,8	114,9	191
11	Mera y Rocafuerte	Mera y Rocafuerte	124,6	119,5	152
12	Bolívar y Montalvo	Parque Montalvo	124,9	121,5	203

Para una mejor visualización, a continuación, se presentan los perfiles de voltaje de cada cámara de transformación en forma gráfica.

GRAFICO N°3-13; PERFILES DE VOLTAJE DE LAS CÁMARAS SUBTERRÁNEAS



3.8.7 Proyección de la demanda de los centros de transformación.

Los centros de transformación subterráneos del centro de la ciudad de Ambato hasta la presente fecha brindan un servicio de energía eléctrica de calidad y confiable, pero, debido a su actividad económica del sector que es netamente comercial, hace necesario la proyección a futuro de la potencia que se necesitará anualmente para cubrir la demanda total de los clientes; el tiempo de proyección se considera el de 10 años. Por lo tanto se debe analizar las demandas anuales actuales e históricas.

Los datos tomados del Centro de Control de la E.E.A.S.A., que se refieren a la tasa de crecimiento anual de los tres alimentadores, los porcentajes se muestran en el cuadro

a continuación., se observa que el crecimiento de la demanda anual es evidente, tomando en cuenta que la red subterránea fue concluida en el año 2008 en su II Etapa.

CUADRO N°3-12; TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA DEMANDA

Año	Tasa de crecimiento (%)
2009 – 2010	2,5 %
2010 – 2011	3,5 %
2011 – 2012	3,5 %

FUENTE: CENTRO DE CONTROL E. E. A. S. A.
RECOPIADO POR: POSTULANTES

La tasa de crecimiento se muestra desde el año 2009, debido a que a mediados del año 2008 fue culminada la construcción de la red subterránea de la ciudad de Ambato en su II Etapa, es por eso que, solo se presentan datos históricos de los últimos tres años.

En base a los porcentajes mostrados en el cuadro anterior, se puede señalar que el crecimiento en los dos últimos años ha sido constante, entonces para la proyección de las demandas para este estudio será el de 3,5 %; además, este porcentaje es utilizado ya que, en base a estudios y análisis realizados por los ingenieros del Departamento de Planificación de la EEASA consideran que es la tasa de crecimiento que más se asemeja a la realidad del crecimiento de la demanda anual.

Los cuadros detallados de las proyecciones anualmente hasta el año 2022 de cada circuito de las cámaras subterráneas obtenidas del software Cymdist se muestran en el ANEXO 3-6.

3.8.7.1 Cámaras subterráneas proyectadas.

A continuación, se observa un resumen del crecimiento de la demanda de cada cámara por año.

CUADRO N°3-13; RESUMEN DE LA PROYECCIÓN DE DEMANDA DE LAS CÁMARAS Y PORCENTAJE DE CARGABILIDAD

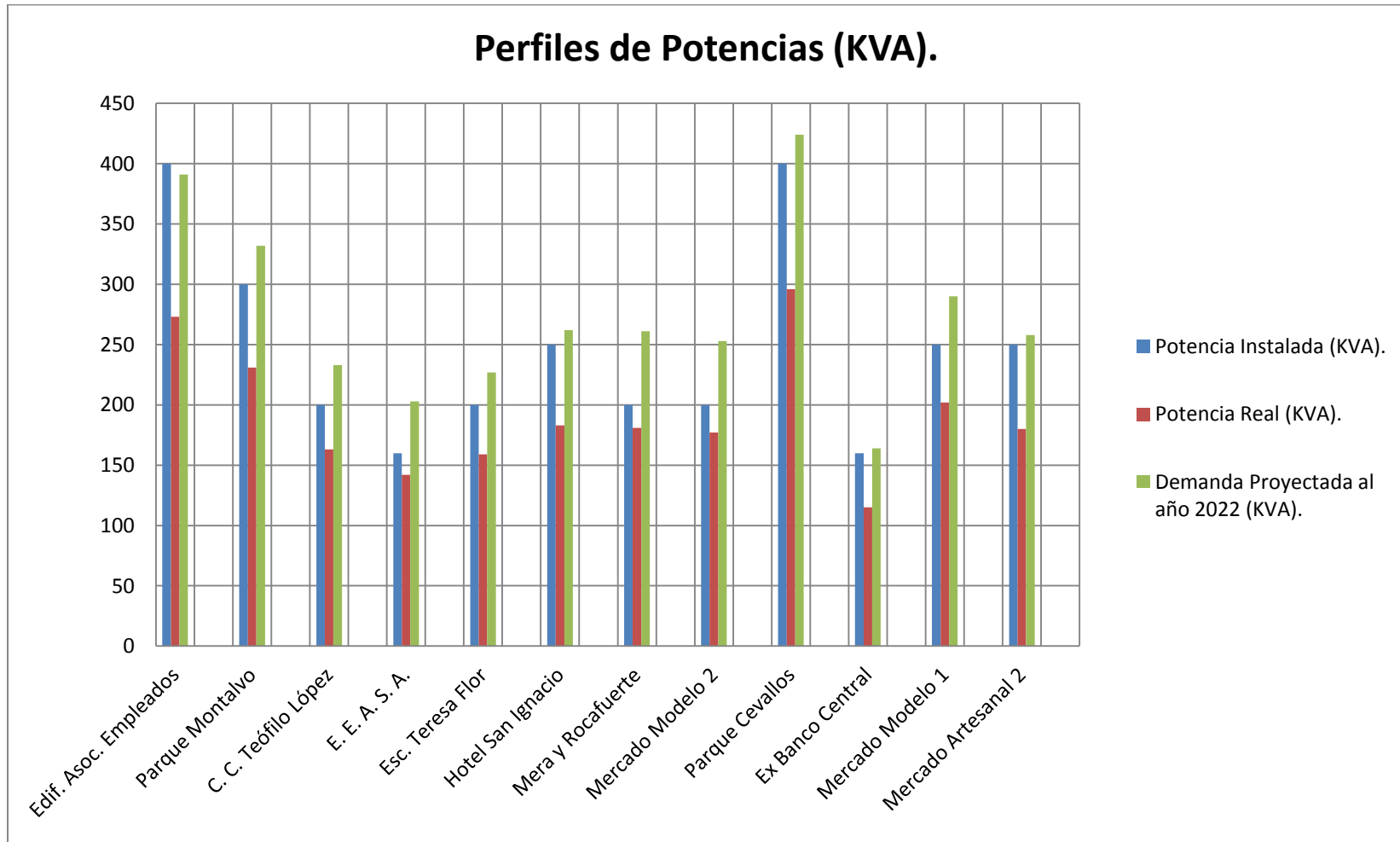
N°	UBICACIÓN DEL TRANSFORMADOR	POTENCIA INSTALADA (KVA)	POTENCIA REAL		PROYECCIÓN A 10 AÑOS SIN SOBRECARGA DEL 30%																			
			15/11/12		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
			KVA	%	kVA	%	kVA	%	kVA	%	kVA	%	kVA	%	kVA	%	kVA	%	kVA	%	kVA	%	kVA	%
1	Cevallos y Mera (Edif. Asoc. Empleados)	400	273	68,3	283	70,8	293	73,3	304	76	315	78,8	326	81,5	338	84,5	351	87,8	364	91	377	94,3	391	97,8
2	Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo)	300	231	77	239	79,7	248	82,7	257	85,7	267	89	276	92	287	95,7	297	99	308	102,7	320	106,7	332	110,7
3	Cevallos y Mariano Egüez (C. C. Teófilo López)	200	163	81,5	169	84,5	175	87,5	182	91	188	94	195	97,5	202	101	210	105	217	108,5	225	112,5	233	116,5
4	12 de Noviembre y Espejo (E. E. A. S. A.)	160	142	88,8	147	91,9	152	95	158	98,8	163	101,9	169	105,6	176	110	182	113,8	189	118,1	196	122,5	203	126,9
5	Vargas Torres y 12 de Nov. (Esc. Teresa Flor)	200	159	79,5	165	82,5	171	85,5	177	88,5	183	91,5	190	95	197	98,5	204	102	211	105,5	219	109,5	227	113,5
6	Maldonado y 12 de Nov. (Hotel San Ignacio)	250	183	73,2	189	75,6	196	78,4	203	81,2	211	84,4	219	87,6	227	90,8	235	94	244	97,6	253	101,2	262	104,8
7	Mera y Rocafuerte Mera y Rocafuerte	200	181	90,5	188	94	195	97,5	202	101	210	105	217	108,5	225	112,5	234	117	243	121,5	252	126	261	130,5
8	Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2)	200	177	88,5	183	91,5	190	95	197	98,5	204	102	212	106	219	109,5	227	113,5	236	118	244	122	253	126,5
9	Sucre y Lalama (Parque Cevallos)	400	296	74	306	76,5	318	79,5	329	82,3	341	85,3	354	88,5	367	91,8	380	95	394	98,5	409	102,3	424	106
10	Castillo y Sucre (Ex Banco Central)	160	115	71,9	119	74,4	123	76,9	128	80	132	82,5	137	85,6	142	88,8	147	91,9	152	95	158	98,8	164	102,5
11	Tomás Sevilla y J. B. V. (Mercado Modelo 1)	250	202	80,8	209	83,6	217	86,8	225	90	233	93,2	241	96,4	250	100	260	104	269	107,6	279	111,6	290	116
12	J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 2)	250	180	72	187	74,8	194	77,6	201	80,4	208	83,2	216	86,4	224	89,6	232	92,8	240	96	249	99,6	258	103,2

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

Del cuadro anterior de las cámaras proyectadas hacia el 2022, se puede indicar que once de los doce centros de transformación van a manifestar algún tipo de inconveniente, que puede ser sobrecarga en los cables y conductores, transformadores, o caídas fuera del rango del nivel de voltaje permitido, de ahí la importancia de proponer alternativas de solución ante este problema; mientras que una sola cámara no presentará ningún problema con el crecimiento de la demanda por lo menos hasta el año 2022.

Para una mejor visualización, a continuación, se presentan los perfiles de potencia de cada cámara de transformación en forma gráfica.

GRAFICO N°3-14; PERFILES DE POTENCIA.



En el siguiente cuadro, se detalla la cantidad de centros de transformación con sobrecarga anualmente dentro de los próximos diez años.

CUADRO N°3-14; NÚMERO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CON EXCESO DE DEMANDA AL 2022

AÑO	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CON EXCESO DEMANDA AL 2022
2015	1
2016	3
2017	3
2018	4
2019	6
2020	7
2021	9
2022	11

3.8.7.2 Resumen de pérdidas de energía.

El software Cymdist además permite visualizar reportes de pérdidas en medio voltaje, transformadores de distribución, redes de voltaje secundarias, conductores y cables, una vez corrido flujos de potencia de toda la red, a continuación se muestra la tabla de pérdidas de potencia.

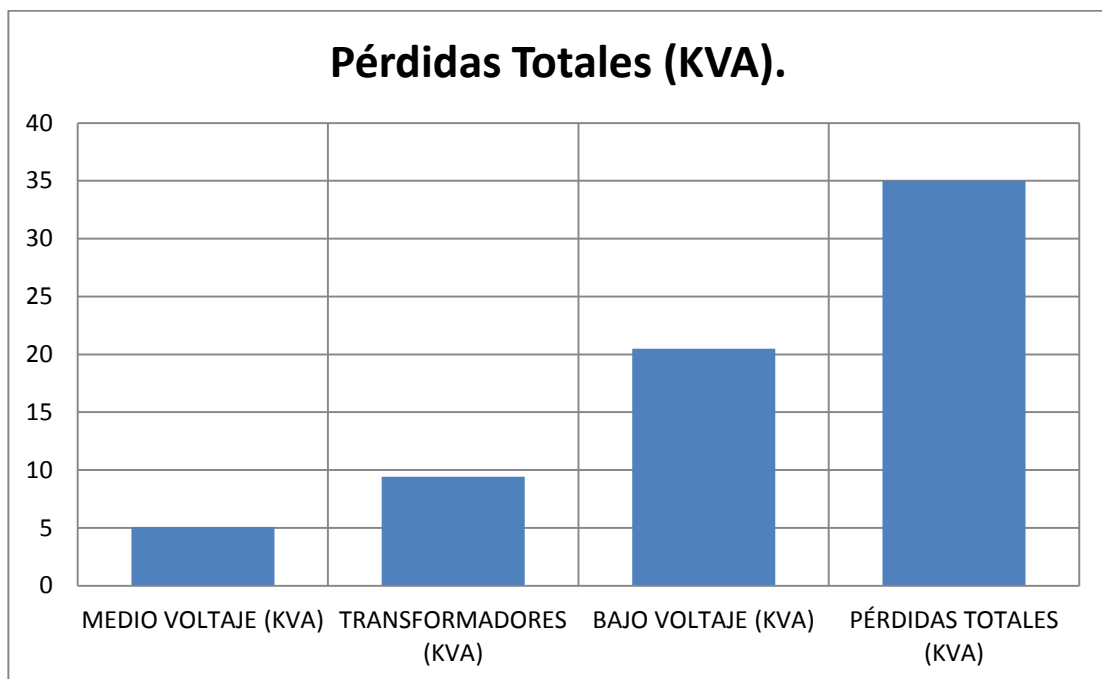
CUADRO N°3-15; RESUMEN DE PÉRDIDAS TOTALES

N°	CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	PÉRDIDAS MEDIO VOLTAJE (KVA)	PÉRDIDAS TRANSFORMADORES (KVA)	PÉRDIDAS BAJO VOLTAJE (KVA)	PÉRDIDAS TOTALES (KVA)
1	Cevallos y Mera (Edif. Asoc. Empleados)	0,50	1,50	2	4
2	Sucre y Lalama (Parque Cevallos)	0,75	1,25	3	5
3	12 de Noviembre y Espejo (E. E. A. S. A.)	0,25	0,75	1	2
4	Castillo y Sucre (Ex Banco Central)	0,125	0,125	0,75	1
5	Cevallos y Mariano Egüez (C. C. Teófilo López)	0,25	0,25	0,50	1

6	Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2)	0,40	0,60	1	2
7	Maldonado y 12 de Nov. (Hotel San Ignacio)	0,50	1	2,50	4
8	Tomás Sevilla y J. B. V. (Mercado Modelo 1)	0,50	0,75	1,75	3
9	Vargas Torres y 12 de Nov. (Esc. Teresa Flor)	0,35	0,35	1,30	2
10	J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 2)	0,40	0,60	2	3
11	Mera y Rocafuerte (Mera y Rocafuerte)	0,50	1	2,5	4
12	Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo)	0,55	1,25	2,2	4
Total Pérdidas (KVA)		5,07	9,42	20,5	35

Se menciona que el cuadro anterior solo se refiere a pérdidas técnicas, ya que las pérdidas no técnicas son ocasionadas al momento de facturación, contabilidad o hurto de la energía eléctrica, es decir, son pérdidas adicionales que no dependen del funcionamiento o configuración del sistema de distribución, sino que son ocasionadas por errores humanos.

GRAFICO N°3-15; PERDIDAS TOTALES.



3.8.8 Alternativas de solución y medidas de mejoramiento del servicio de energía eléctrica para el crecimiento de la demanda.

A continuación se detallan las propuestas o alternativas de solución válidas para el crecimiento de la demanda en los próximos 10 años, basadas en el análisis de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

- Balance de cargas.
- Transferencia de carga.
- Incremento de potencia en los centros de transformación subterránea.

3.8.8.1 Balance de carga.

El balance de carga se debe tomar en cuenta en los sistemas de distribución, ya que, esta técnica ayuda significativamente mejorando la confiabilidad, eficacia y calidad de la energía que se entrega a los clientes, es por eso que las cargas en las fases deben estar lo más equilibradas posibles, la EEASA considera un rango de desbalance de cargas del 5% hasta el 10%.

Los cuadros que hacen referencia a las potencias reales actuales y la reconfiguración de las cargas para lograr el balance de las mismas se presentan en el ANEXO 3-7.

Los resultados del balance de cargas en las redes de bajo voltaje de las cámaras subterráneas se muestran el cuadro a continuación.

CUADRO N°3-16; RESUMEN DEL BALANCE DE CARGA

N°	CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	Estado Actual		Luego del Balance de Cargas	
		Pérdidas (KVA)	Porcentaje desbalance (%)	Pérdidas (KVA)	Porcentaje desbalance (%)
1	Cevallos y Mera (Edif. Asoc. Empleados)	4	23.25	3.29	4.87
2	Sucre y Lalama (Parque Cevallos)	5	13.46	4.24	4.08
3	12 de Noviembre y Espejo (E. E. A. S. A.)	2	34.48	1.47	8
4	Castillo y Sucre (Ex Banco Central)	1	25	0.71	0
5	Cevallos y Mariano Egüez (C. C. Teófilo López)	1	12	0.82	8.33
6	Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2)	2	10	1.46	5
7	Maldonado y 12 de Nov. (Hotel San Ignacio)	4	14.58	3.29	4.34
8	Tomás Sevilla y J. B. V. (Mercado Modelo 1)	3	10	2.49	4.41
9	Vargas Torres y 12 de Nov. (Esc. Teresa Flor)	2	3.77	1.39	1.88
10	J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 2)	3	16.92	2.41	3.33
11	Mera y Rocafuerte (Mera y Rocafuerte)	4	28.57	3.52	3.33
12	Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo)	4	19.51	3.67	5.12

3.8.8.2 Transferencia de carga.

La transferencia de carga es un aspecto muy importante, porque permite reducir una cierta cantidad de potencia de una cámara, la misma que, se transfiere a otro centro de transformación que presente ciertas condiciones técnicas y de operación para hacer factible la transferencia de potencia sin sobrecargarlo al mismo.

El procedimiento para realizar las transferencias de carga de un centro de transformación hacia otro, se muestra de una manera específica en el ANEXO 3-8.

Para realizar las posibles transferencias de carga fue necesaria la utilización del programa Cymdist, el mismo que proyecta la demanda futura anual ingresando un

porcentaje anual de crecimiento el mismo que fue de 3,5% para el presente trabajo de investigación.

Con los valores de las potencias futuras se analiza y verifica las transferencias factibles a realizar.

A continuación, se presenta de forma resumida las cámaras a transferir y las cámaras aledañas, especificando la demanda de potencia a transferir y el año de intervención.

CUADRO N°3-17; DESCRIPCIÓN DE LAS TRANSFERENCIAS DE CARGA

CÁMARA A TRANSFERIR				CÁMARA RECEPTORA				
CÁMARA	DEMANDA REQUERIDA Y EN QUÉ AÑO	POTENCIA A TRANSFERIR	POTENCIA LUEGO DE LA TRANSFERENCIA	CÁMARA	DEMANDA REAL Y EN QUÉ AÑO	POTENCIA TRANSFERIDA	POTENCIA LUEGO DE LA TRANSFERENCIA	OBSERVACIONES
Parque Montalvo (300 KVA)	308 KVA Año 2020	50 KVA	258 KVA	Sindicato de Choferes (300 KVA)	197 KVA Año 2020	50 KVA	247 KVA	
C. C. Teófilo López (200KVA)	202 KVA Año 2018	48 KVA	154 KVA	Mercado Artesanal 1 (400 KVA)	295 KVA Año 2018	48 KVA	343 KVA	
E.E.A.S.A. (160 KVA)	163 KVA Año 2016	32 KVA	131 KVA	Parque 12 de Noviembre (300 KVA)	246 KVA Año 2016	32 KVA	278 KVA	Se debe instalar otra unidad de transformación.
Esc. Teresa Flor (200 KVA)	204 KVA Año 2019	30 KVA	174 KVA	5 de Junio y Primera Imprenta (250 KVA)	194 KVA Año 2019	30 KVA	223 KVA	Se debe instalar otra unidad de transformación.
Hotel San Ignacio (250 KVA)	253 KVA Año 2021	33 KVA	220 KVA	Maldonado y Primera Imprenta (250 KVA)	190 KVA Año 2021	33 KVA	223 KVA	Se debe instalar otra unidad de transformación.
Mera y Rocafuerte (200 KVA)	202 KVA Año 2015	37 KVA	165 KVA	Medalla Milagrosa (300 KVA)	176 KVA Año 2015	37 KVA	213 KVA	
Mercado Modelo 2 (200 KVA)	204 KVA Año 2016	44 KVA	164 KVA	T. Sevilla y S. Bolívar (250 KVA)	160 KVA Año 2016	44 KVA	204 KVA	

CÁMARA A TRANSFERIR				CÁMARA RECEPTORA				OBSERVACIONES
CÁMARA	DEMANDA REQUERIDA Y EN QUÉ AÑO	POTENCIA A TRANSFERIR	POTENCIA LUEGO DE LA TRANSFERENCIA	CÁMARA	DEMANDA REAL Y EN QUÉ AÑO	POTENCIA TRANSFERIDA	POTENCIA LUEGO DE LA TRANSFERENCIA	
Parque Cevallos (400 KVA)	409 KVA Año 2021	30 KVA	379 KVA	Dirección de Educación (300 KVA)	267 KVA Año 2021	30 KVA	297 KVA	Se debe instalar otra unidad de transformación.
Ex Banco Central (160 KVA)	164 KVA Año 2022	13 KVA	151 KVA	Dirección de Educación (300 KVA)	276 KVA Año 2022	13 KVA	289 KVA	Se debe instalar otra unidad de transformación.
Mercado Artesanal 2 (250 KVA)	258 KVA Año 2022	30 KVA	228 KVA	Mercado Artesanal 1 (400 KVA)	343 KVA Año 2022	30 KVA	377 KVA	Se debe instalar otra unidad de transformación.
Mercado Modelo 1 (250 KVA)	250 KVA Año 2018	40 KVA	210 KVA	Mercado Modelo 2 (200 KVA)	219 KVA Año 2018	40 KVA	259 KVA	No se puede llevar a cabo la transferencia de carga.

3.8.8.3 Incremento de potencia en los centros de transformación subterránea.

El cambio de transformador no se toma en cuenta por algunos motivos, ya que se debe considerar algunos aspectos generales, por ejemplo, gasto que implica remover el transformador del centro de transformación y la cesación del mismo, compra de un nuevo transformador de mayor capacidad, y, si no es posible realizar transferencia de carga hacia otras cámaras aledañas, es inevitable la suspensión del servicio de energía eléctrica por cambio de transformador y la inconformidad de los clientes.

Es por eso que, en el siguiente cuadro se plantea el incremento de potencia en los próximos años, a través de transformadores compactos tipo Pad Mounted, empotrados en los mismos centros de transformación, de capacidad mínima de 100 KVA, ya que las soluciones deben ser para un lapso de tiempo extendido, porque de nada serviría remediar el problema para un período transitorio.

Las normas de la EEASA permiten sobrecargar a los transformadores un porcentaje del 30% por dos horas, para obtener el máximo provecho de su rendimiento y funcionamiento.

CUADRO N°3-18; DESCRIPCIÓN DE CÁMARAS PARA MODIFICACIONES A FUTURO

N°	UBICACIÓN DEL TRANSFORMADOR	POTENCIA INSTALADA (KVA)	POTENCIA REAL LUEGO DE LA TRANSFERENCIA (KVA)	POTENCIA PROYECTADA (KVA)	AÑO DE INTERVENCIÓN	CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR COMPACTO (KVA)
1	Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo)	300	258	309	2025	160
2	Cevallos y Mariano Egüez (C. C. Teófilo López)	200	154	206	2026	100
3	12 de Noviembre y Espejo (E. E. A. S. A.)	160	131	163	2022	100
4	Vargas Torres y 12 de Nov. (Esc. Teresa Flor)	200	174	201	2023	100
5	Maldonado y 12 de Nov. (Hotel San Ignacio)	250	220	254	2025	160
6	Mera y Rocafuerte (Mera y Rocafuerte)	200	165	205	2021	100
7	Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2)	200	164	204	2022	100
8	Sucre y Lalama (Parque Cevallos)	400	279	401	2031	200
9	Castillo y Sucre (Ex Banco Central)	160	151	162	2024	100
10	Tomás Sevilla y J. B. V. (Mercado Modelo 1)	250	210	252	2023	160
11	J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 2)	250	228	254	2025	160

Las capacidades de los transformadores a instalarse toman en cuenta los años de vida útil de un transformador que es de diez años, de acuerdo a las normas vigentes de la EEASA.

A continuación, se detallan el número de cámaras que se deberá incrementar la potencia a través de la instalación de un nuevo transformador compacto, empotrado en la misma cámara de transformación, con su respectivo año de intervención.

CUADRO N°3-19; NUMERO DE CÁMARAS Y AÑO PARA AUMENTO DE POTENCIA

Año para realizar el incremento de transformador.	Centros de transformación para incremento de potencia.	Capacidad nominal del transformador compacto.
2021	1	100 KVA
2022	2	100 KVA
2023	1	100 KVA
	1	160 KVA
2024	1	100 KVA
2025	3	160 KVA
2026	1	100 KVA
2031	1	200 KVA

CONCLUSIONES

1. Desde su construcción las redes subterráneas no han presentado cambios en su topología, sin embargo, por el incremento de la demanda se tiene valores de voltaje bajos, es así, que de los reportes del presente estudio se obtiene que la caída máxima es del 5%, sobrepasando los límites exigidos del 3,5% en el sector urbano de las Guías de Diseño de la Empresa Eléctrica Ambato, sin embargo cumplen con la Regulación CONELEC 004/01.
2. El incremento o adición de nuevas cargas en la red subterránea no están instaladas en forma equilibrada, lo que se evidencia en las mediciones efectuadas, donde las cámaras presentan un alto porcentaje de desbalance de carga en especial en: Edificio Asociación de Empleados, Mera y Rocafuerte y EEASA; con un porcentaje de: 23,2%, 28,5% y 34,4% respectivamente.
3. Los centros de transformación que presentarán inconvenientes de sobrecarga en los cinco años subsiguientes son: Mera y Rocafuerte en el año 2015, EEASA y Mercado Modelo 2 en el año 2016, y C.C. Teófilo López en el año 2018, en las que serán necesario realizar transferencia de carga o incrementar la potencia a través de nuevas unidades de transformación.
4. En la cámara de transformación del Mercado Modelo 1, no es posible realizar transferencias de carga, debido a que los centros de transformación aledaños también presentarán problemas de sobrecarga en los años posteriores.
5. La cámara de transformación ubicada en el Edificio de la Asociación de Empleados con una capacidad es de 400 KVA proyectada al año 2022, es la única que no presentará ningún problema o inconveniente en su capacidad de abastecer de energía eléctrica a los clientes.

6. De acuerdo al estudio realizado proyectado al año 2022, a excepción de la cámara del Mercado Modelo 1, se pueden realizar transferencia de carga en bajo voltaje, con potencias desde los 13 KVA hasta 50 KVA, para los casos de incremento de unidades, se toma como referencia los 10 años de vida útil, según lo especificado en las Guías de de Diseño de la EEASA.

RECOMENDACIONES.

1. Debido al crecimiento de demanda, en las cámaras donde los límites de caídas de voltajes no se cumplen, se recomienda realizar análisis técnicos en las redes de bajo voltaje, para que se puedan tomar los correctivos necesarios, y así elevar el nivel de voltaje en los extremos de los circuitos.
2. En los centros de transformación subterráneos que presentan altos porcentajes de desbalance, superiores al rango permitido del 5% - 10%, realizar nuevas mediciones con mayor tiempo de registro de datos y de confirmar la información, proceder a tomar las acciones técnicas que fuera del caso.
3. Se recomienda que el incremento de potencia en las cámaras de transformación, tengan una capacidad de acuerdo a la proyección anual y tomándose en cuenta la vida útil del transformador, además de ser posible utilizar transformadores tipo seco, por el espacio físico reducido que varias cámaras disponen.
4. Al no ser factible realizar transferencia de carga en el centro de transformación del Mercado Modelo 1, deberá instalarse una unidad adicional con una potencia de 160 KVA.

5. A pesar del estudio proyectado hacia el año 2022, la cámara ubicada en el Edificio de la Asociación de Empleados de 400 KVA, no presentará sobrecarga de potencia, se recomienda mantener un constante monitoreo y control; y en los casos de solicitudes de factibilidad de servicio en edificios aledaños, tratar de proporcionar desde esta cámara.
6. Se recomienda realizar las transferencias de carga detalladas en el CUADRO N° 3-17 (págs. 101 y 102), de esta manera alivianar la carga en estos centros de transformación y que no presenten sobrecarga a corto plazo.
7. De acuerdo al análisis realizado de la cargabilidad de los centros de transformación y su respectiva a la topología de la red subterránea, se recomienda la implementación de un nuevo alimentador, que permitirá: redistribuir la carga instalada de los alimentadores existentes, transferir carga en casos emergentes y dar mayor confiabilidad al sistema, con el objeto de brindar a los clientes un servicio de energía eléctrica confiable y segura.
8. En base a la alternativa de incrementar la potencia instalada a través de un transformador compacto ubicada en la misma cámara de transformación, se recomienda realizar la respectiva calibración de protecciones en la cabecera de cada subestación, en los años que entren en funcionamiento estos nuevos transformadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía Citada

- Guías de Diseño de la E.E.A.S.A.R.C.N. Ambato, octubre 2007.
- IRWIN, David: Análisis básico de circuitos en ingeniería, Prentice Hall, Segunda edición, 2001.
- CHESTER, Dawes: Circuitos Trifásicos, Primera y Segunda edición 1992.
- Redes eléctricas de alta y baja tensión para conducir y distribuir la energía, Tercera Edición, Editorial Gustavo Gili, S.A.
- YEBRA, Juan: Sistemas Eléctricos de Distribución, Primera Edición 2009, Editorial Reverté.

Bibliografía Consultada

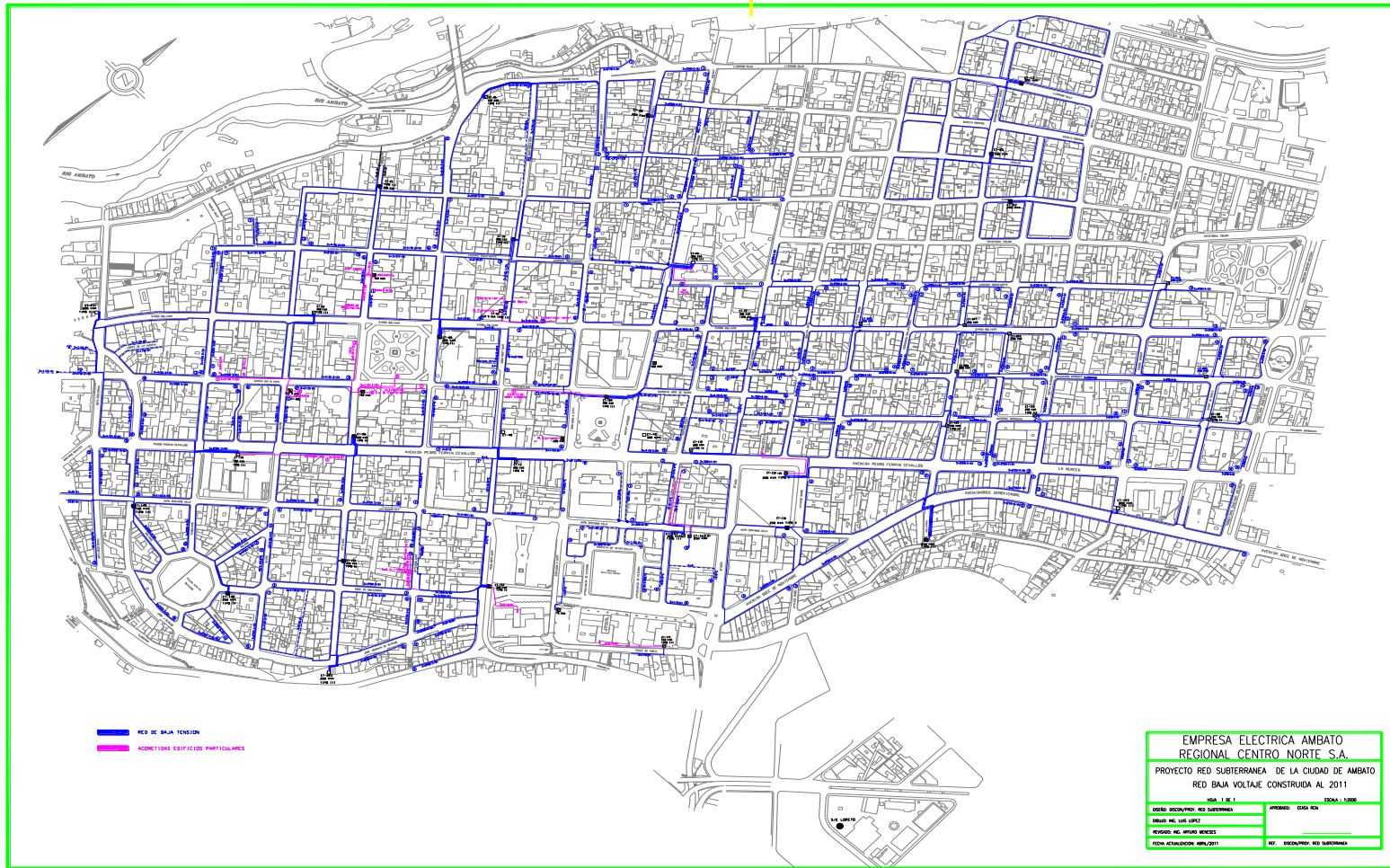
- BOYLESTAD, Robert: Análisis Introductorio de Circuitos, Prentice Hall, Octava Edición, 2000.
- SCHAUM, Mcgrawhill: Circuitos Eléctricos, Segunda Edición.
- ENRIQUEZ, Gilberto, Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión, Editorial Limusa, 2000.
- NILSSON, James: Circuitos Eléctricos, Adisson Wesley, Cuarta edición, 1996.

Bibliografía Virtual

- <http://biblioteca.epn.edu.ec/catalogo/fulltext/CD-1263.pdf>
- http://www.procobre.org/procobre/pdf/inst_electricas_confiabilidad.pdf
- <http://www.stilar.net/Archivos%20Web/Ejemplo%20de%20Informe%20Audiotoria%20energetica.pdf>
- [www.conelec.gov.ec/images/documentos/capitulo7.doc+sistema+de+subtransmision+de+la+empresa+electrica+ambato&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ec.](http://www.conelec.gov.ec/images/documentos/capitulo7.doc+sistema+de+subtransmision+de+la+empresa+electrica+ambato&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ec)

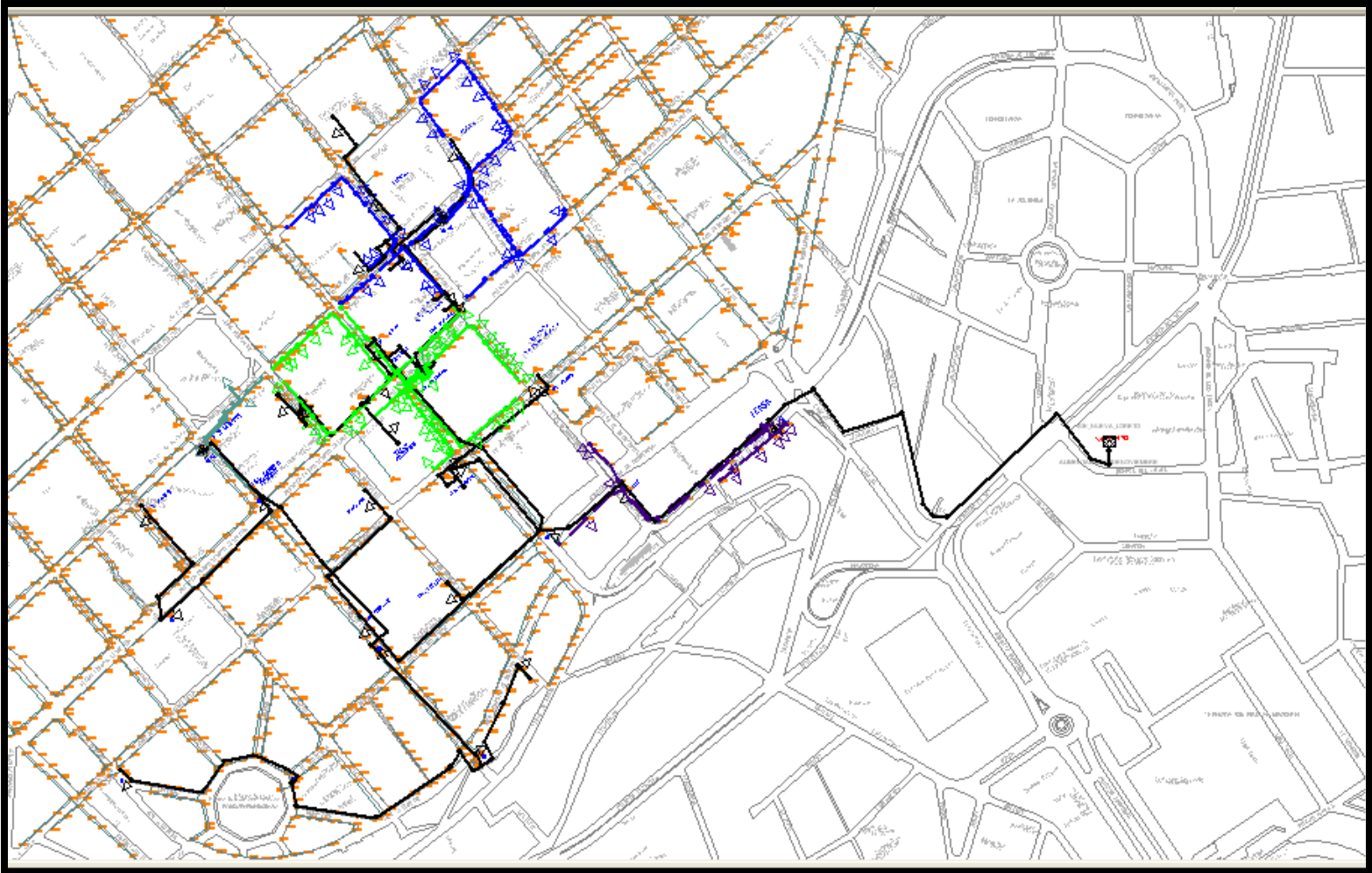
ANEXOS I

ANEXO 1-2; PLANO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJO VOLTAJE 2011



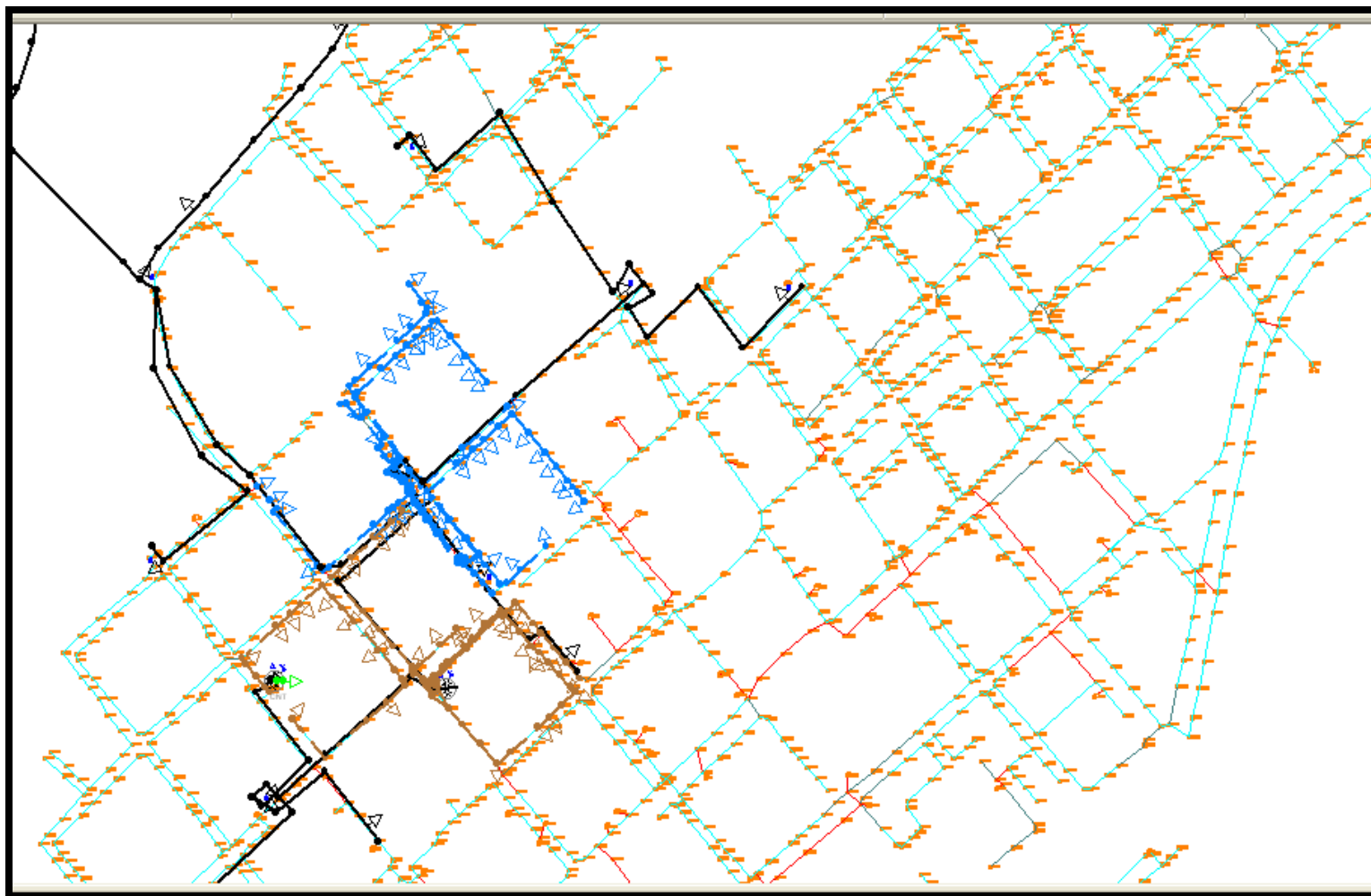
FUENTE: DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
RECOPIADO POR: POSTULANTES

ANEXO 1-3; ALIMENTADOR 12 DE NOVIEMBRE CON REDES DE BAJO VOLTAJE



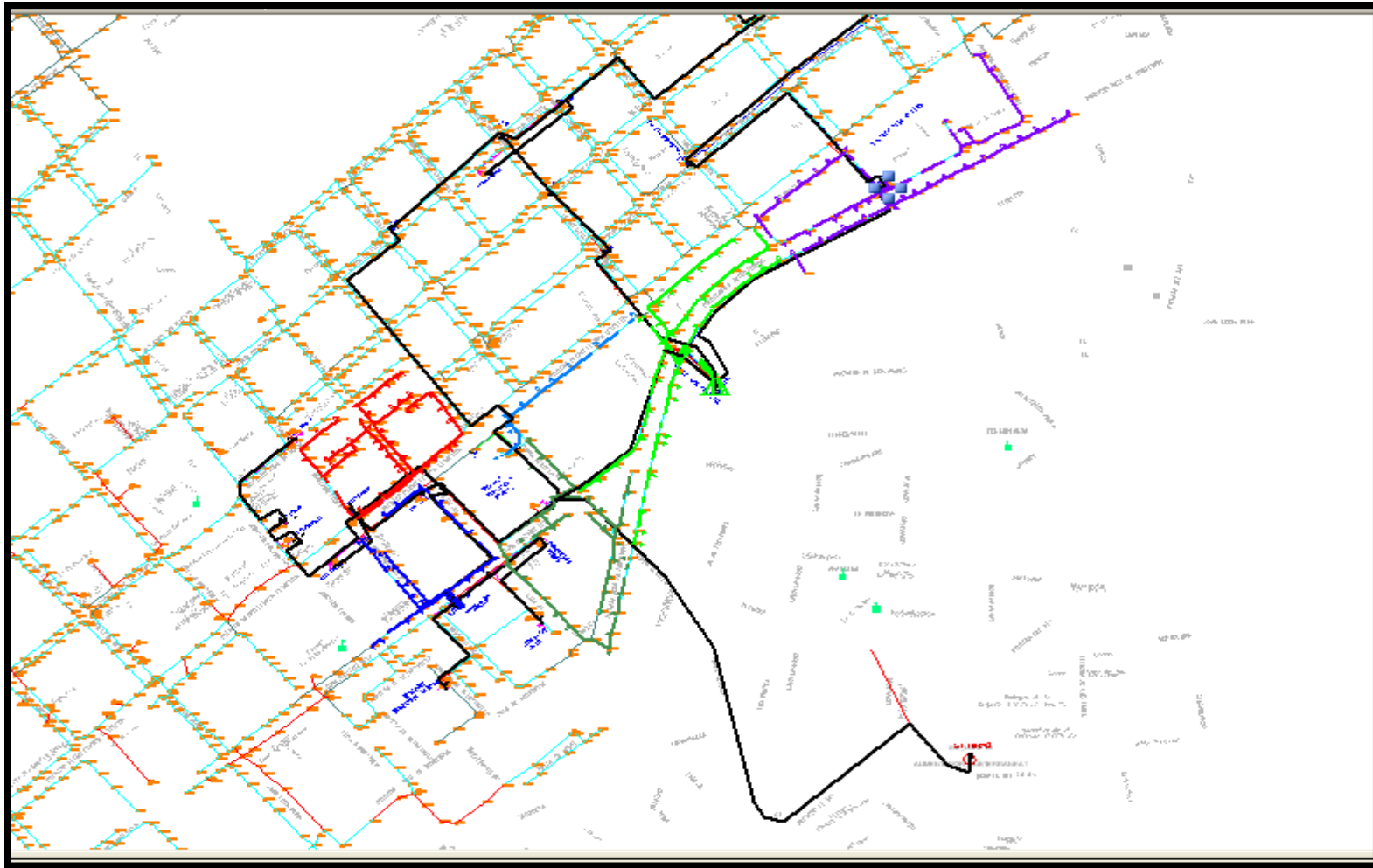
FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
RECOPIADO POR: POSTULANTES

ANEXO 1-4; ALIMENTADOR SALIDA 2 CON REDES DE BAJO VOLTAJE



FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
RECOPIADO POR: POSTULANTES

ANEXO 1-5; ALIMENTADOR SUSTERRANEA 1 CON REDES DE BAJO VOLTAJE



FUENTE: SOFTWARE CYMDIST
RECOPIADO POR: POSTULANTES

ANEXOS II

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.
ENTREVISTA REALIZADA A LOS DIRECTORES DEPARTAMENTALES
DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE
S.A.

La entrevista será realizada a los Directores Departamentales de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., ya que ellos se encuentran en permanente contacto con el sistema eléctrico y tomando decisiones con la finalidad de remediar dificultades.

CUESTIONARIO.

1. ¿Cree Ud. que se debería concluir con la construcción de la red subterránea en el centro de Ambato?
.....
2. ¿Considera Ud. que sería necesario realizar un estudio y reconfiguración de la red subterránea proyectada hasta el año 2022?
.....
3. ¿La red subterránea en la actualidad se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad con la configuración existente?
.....
4. ¿Existe un cronograma establecido para el mantenimiento de la las cámaras subterráneas?
.....

5. ¿Piensa Ud. que es necesario la automatización de la red subterránea mediante el programa SCADA u otro Software?

.....

GRACIAS.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.

**ENCUESTA REALIZADA A LOS USUARIOS QUE SE ALIMENTAN DE LA
RED SUBTERRÁNEA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA
AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.**

La encuesta será realizada a los propietarios de los domicilios y negocios del centro de la ciudad de Ambato, la misma que constituye un acercamiento de la Empresa Eléctrica Ambato regional Centro Norte S. A. hacia usted, con la intención de mejorar el servicio de energía eléctrica.

Instructivo: Coloque una X en el paréntesis de la respuesta que Ud. considere correcta.

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo considera el servicio eléctrico de la red subterránea que actualmente le proporciona la EEASA?

Malo ()

Regular ()

Bueno ()

2. ¿Le gustaría que el servicio de energía eléctrica mejore en su sector?

Si ()

No ()

3. ¿Ud. ha observado si los trabajadores de la EEASA realizan el mantenimiento de la red eléctrica subterránea de esta zona?

Si ()

No ()

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.

**ENCUESTA REALIZADA A LOS USUARIOS QUE NO SE ALIMENTAN DE
LA RED SUBTERRÁNEA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA
ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.**

La encuesta será realizada a los propietarios de los domicilios y negocios del centro de la ciudad de Ambato, la misma que constituye un acercamiento de la Empresa Eléctrica Ambato regional Centro Norte S. A. hacia usted, con la intención de mejorar el servicio de energía eléctrica.

Instructivo: Coloque una X en el paréntesis de la respuesta que Ud. considere correcta.

CUESTIONARIO

1. ¿Piensa Usted que debería continuarse con la expansión de la red subterránea en el resto de la ciudad de Ambato para el servicio de energía eléctrica en su sector?

Si ()

No ()

2. ¿Cree Usted que mediante la construcción de la red subterránea se reducirán los riesgos y peligros a causa de las redes eléctricas ubicadas en las cercanías de las viviendas o locales comerciales?

Si ()

No ()

3. ¿Cree Usted que con la construcción de la red subterránea existirá un mejoramiento en el voltaje y reducción de cortes de energía?

Si ()

No ()

4. ¿Mejorará el aspecto estético de su sector con la construcción de la red subterránea?

Si ()

No ()

5. ¿Estaría de acuerdo con los posibles cortes o suspensiones e incomodidades del servicio de energía a causa del proceso constructivo la red subterránea?

Si ()

No ()

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

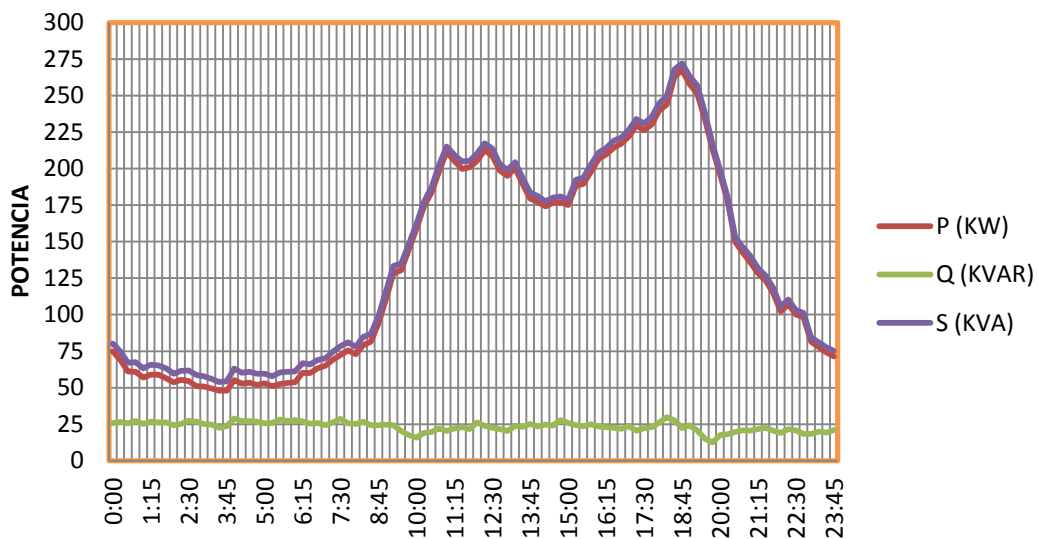
OBSERVACIONES.....

.....

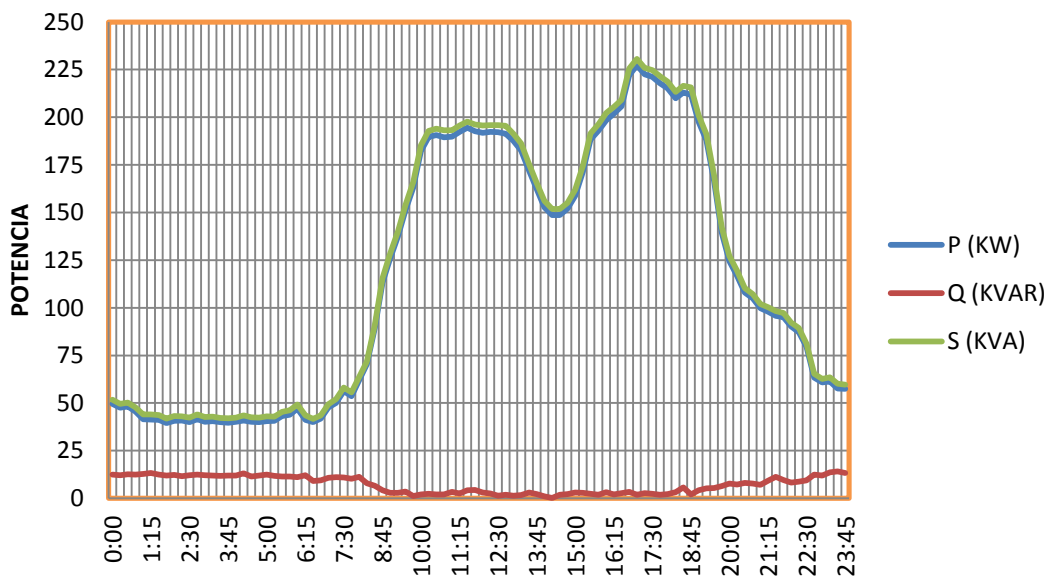
ANEXOS III

ANEXO 3-1; CURVAS DE CARGA DE LOS TRANSFORMADORES

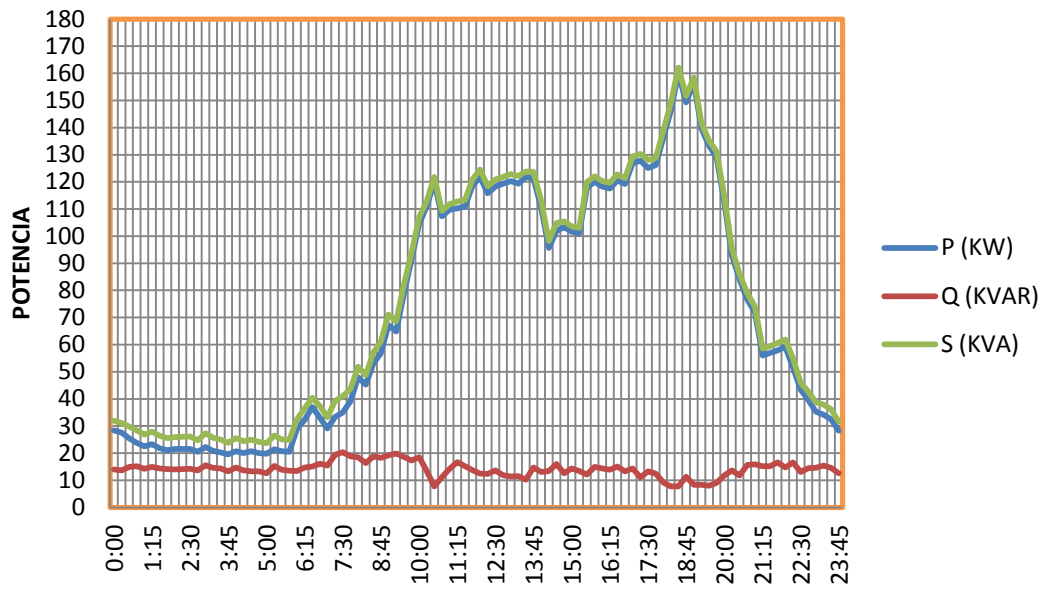
Asoc. de Empleados CT - 400 KVA



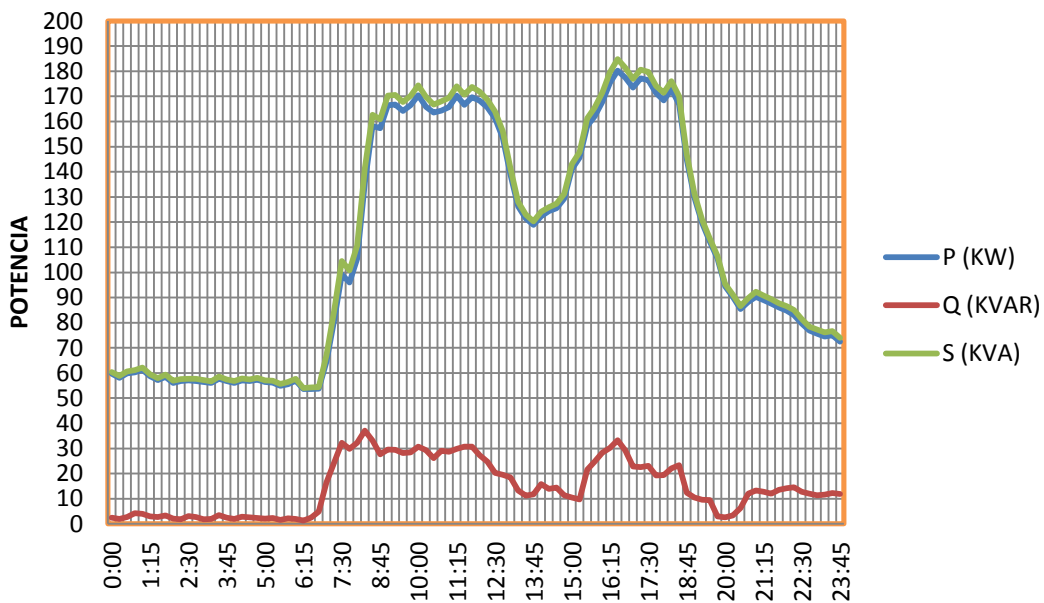
Parque Montalvo CT - 300 KVA



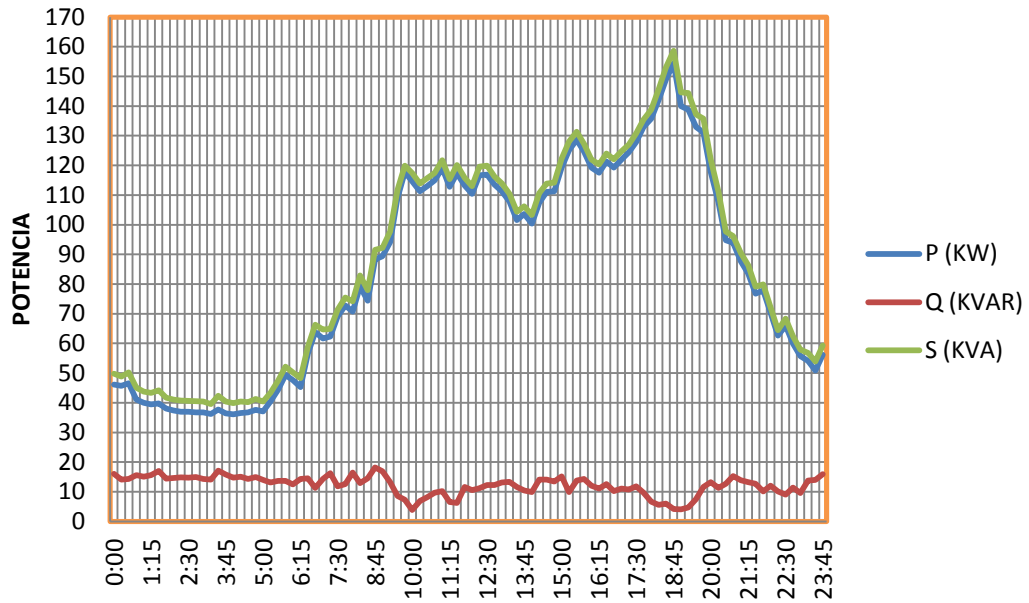
C. C. Teófilo López CT - 200 KVA



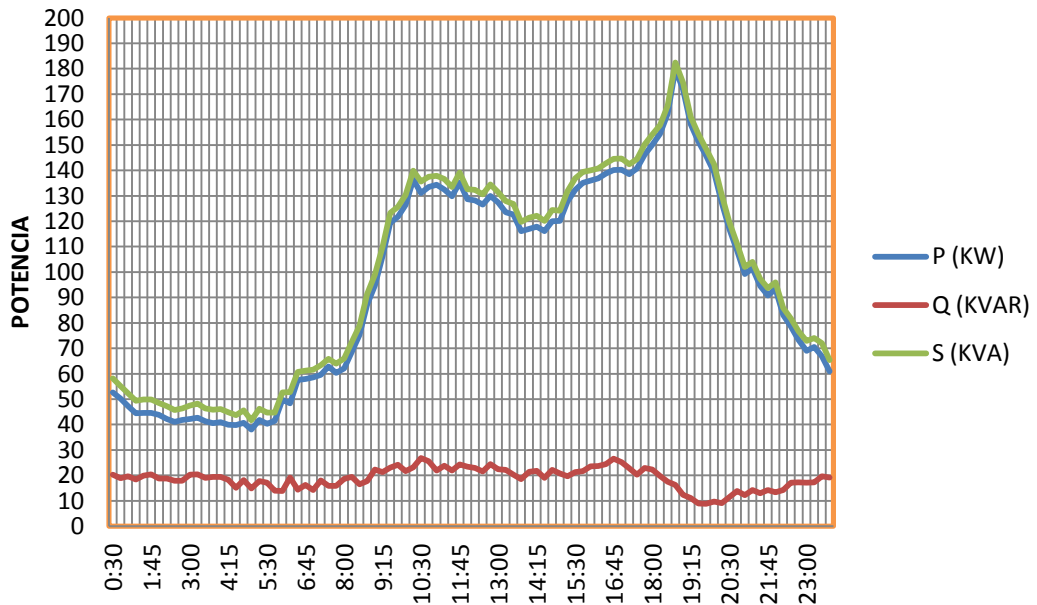
E. E. A. S. A. CT - 160 KVA



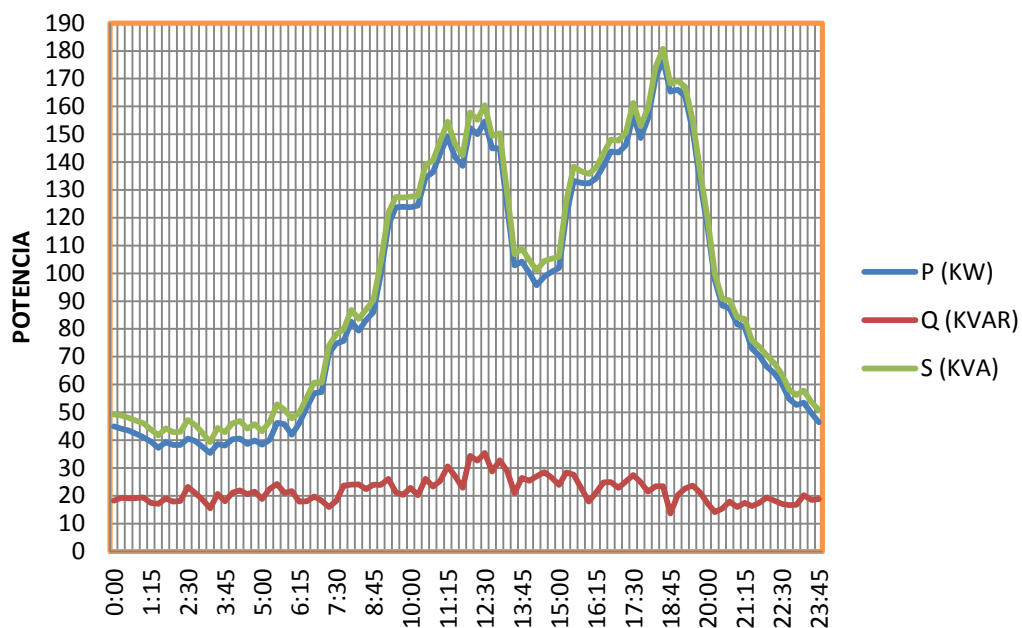
Esc. Teresa Flor CT - 200 KVA



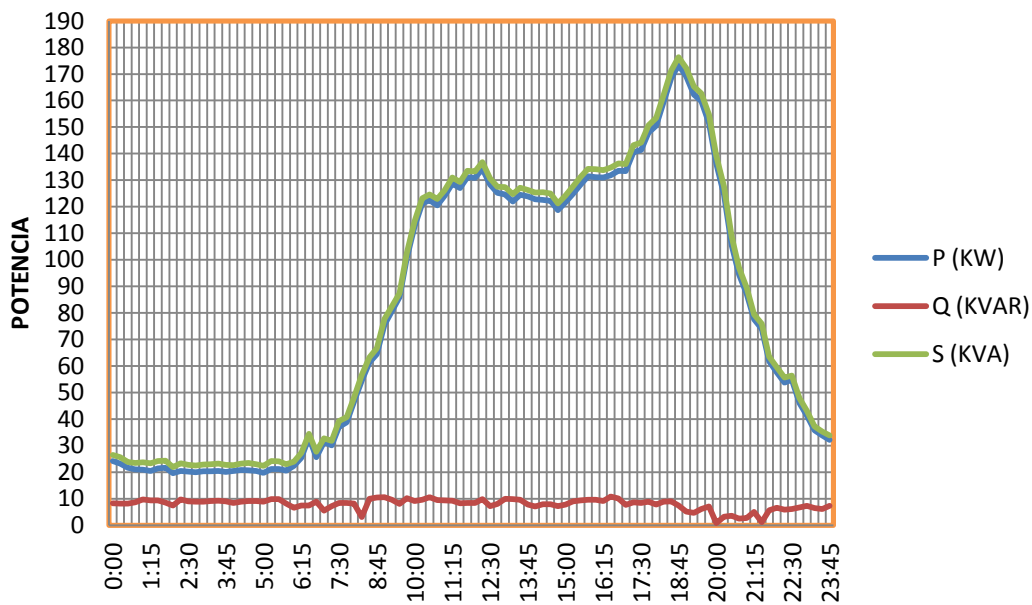
Hotel San Ignacio CT - 250 KVA



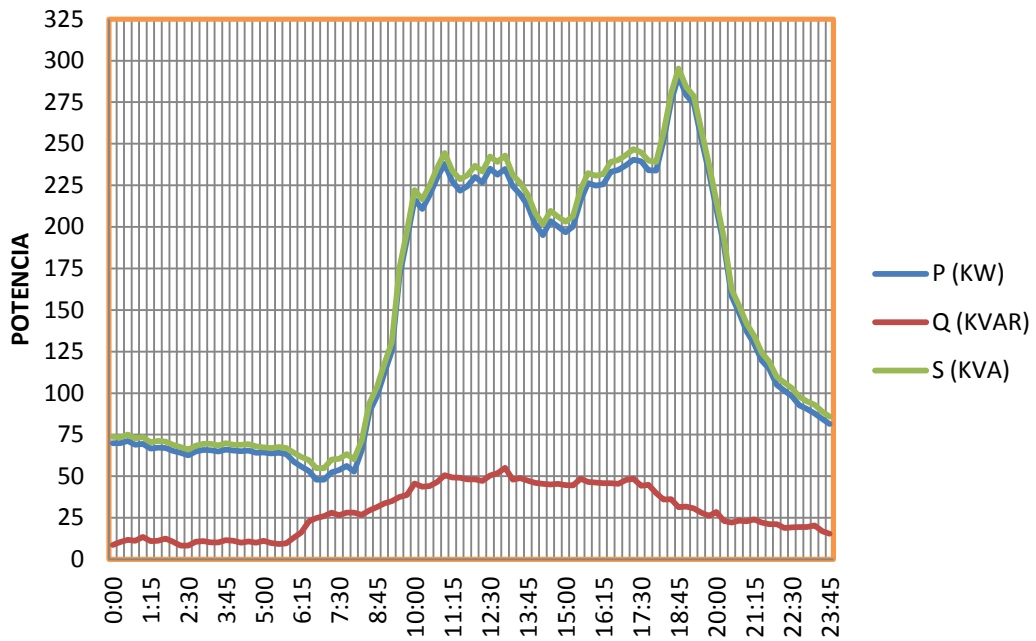
Mera y Rocafuerte CT - 200 KVA



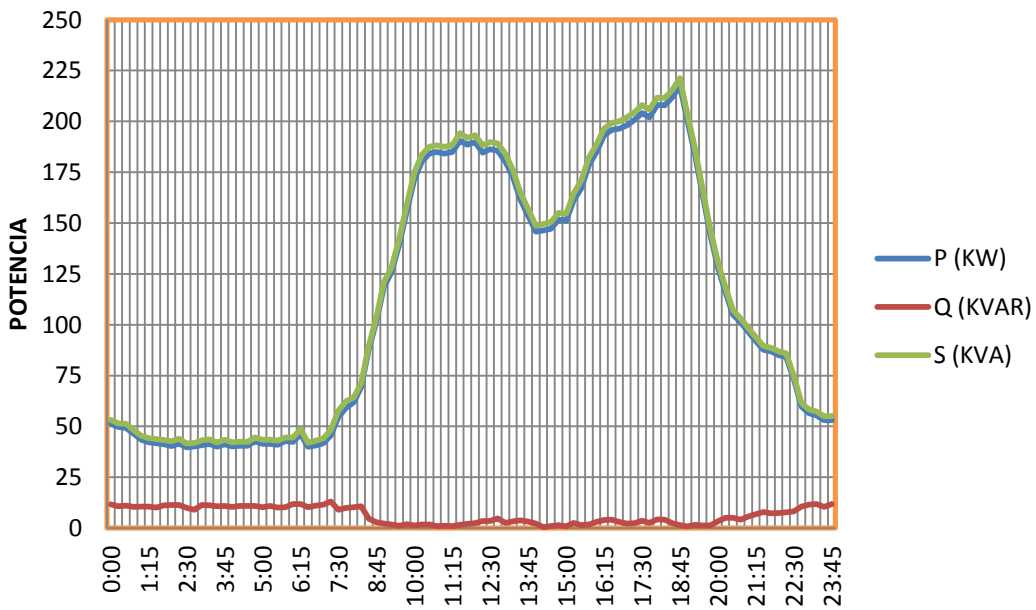
Mercado Modelo 2 CT - 200 KVA



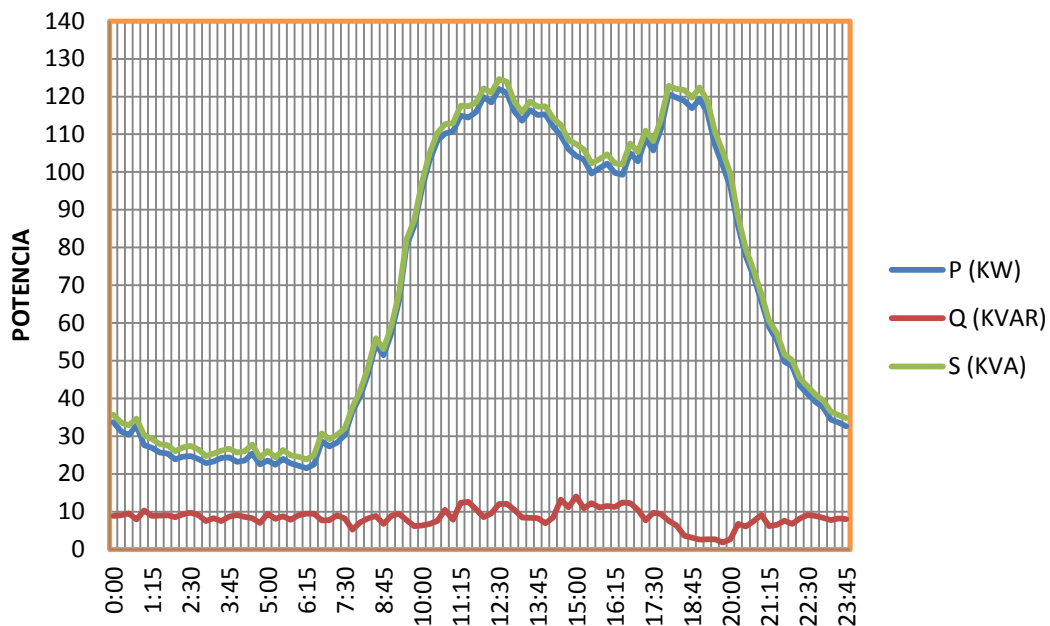
Parque Cevallos CT - 400 KVA



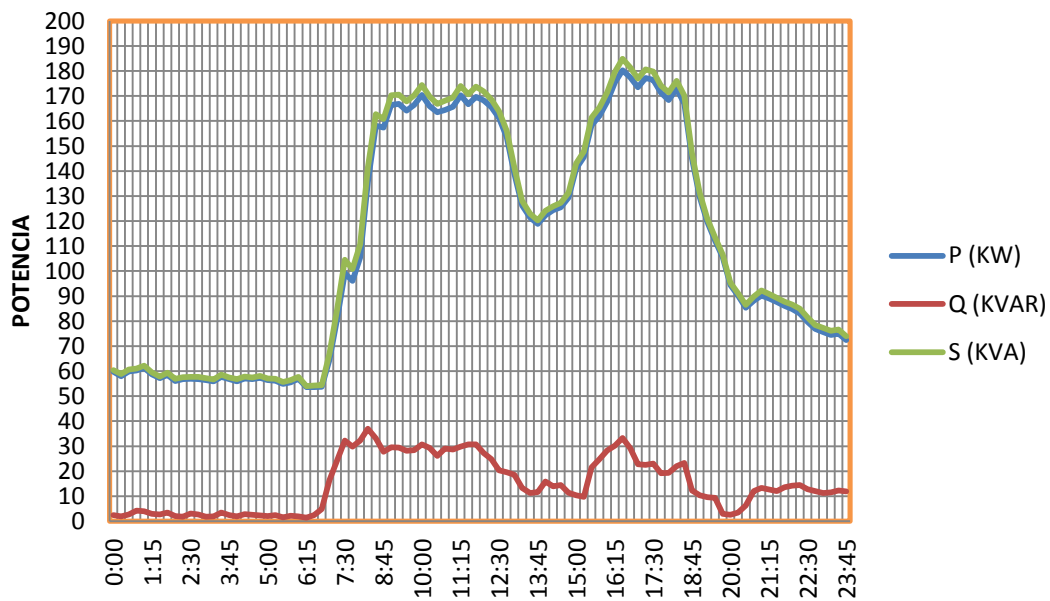
Mercado Modelo 1 CT - 250 KVA



Ex Banco Central CT - 160 KVA



Mercado Artesanal 2 CT - 250 KVA



ANEXO 3-2; REGISTRO DE DATOS DEL TOTALIZADOR DE LA CÁMARA DE LA ESCUELA TERESA FLOR

Time	Ia	Ib	Ic	Va	Vb	Vc	kWh	kVARh	kVAh	FP	KW	KVAR	KVA
15/10/2012 22:15	1,291	1,201898	1,453	125,921	125,252	124,868	0,119	0,013	0,122	0,972	76,032	8,16	78,24
15/10/2012 22:30	1,1547	1,105586	1,333	124,338	123,596	123,24	0,108	0,014	0,112	0,97	69,312	8,928	71,424
15/10/2012 22:45	0,9428	0,881952	1,106	124,788	124,048	123,564	0,087	0,016	0,09	0,964	55,776	10,08	57,888
15/10/2012 23:00	0,9428	0,816529	1,054	125,188	124,611	124,064	0,086	0,017	0,089	0,963	54,912	10,848	57,024
15/10/2012 23:15	0,882	0,881952	1	124,724	124,177	123,774	0,082	0,02	0,086	0,956	52,704	12,768	55,104
15/10/2012 23:30	0,882	0,881952	0,882	124,451	123,887	123,353	0,076	0,019	0,08	0,957	48,768	12,288	50,976
15/10/2012 23:45	0,8165	0,816529	0,817	124,82	124,242	123,645	0,075	0,02	0,078	0,956	48	12,672	50,208
16/10/2012 0:00	0,8165	0,745386	0,882	124,9	124,419	123,774	0,072	0,019	0,076	0,953	46,272	12,384	48,576
16/10/2012 0:15	0,8165	0,745386	0,745	124,772	124,21	123,515	0,07	0,017	0,073	0,957	44,736	11,136	46,752
16/10/2012 0:30	0,8165	0,816529	0,882	124,82	124,242	123,58	0,073	0,02	0,077	0,953	46,656	12,576	48,96
16/10/2012 0:45	0,7454	0,745386	0,817	125,044	124,563	123,822	0,069	0,019	0,072	0,948	43,968	12,192	46,368
16/10/2012 1:00	0,8165	0,745386	0,745	125,188	124,66	123,968	0,067	0,02	0,071	0,947	42,912	12,576	45,312
16/10/2012 1:15	0,7454	0,666693	0,817	125,363	124,852	124,161	0,068	0,02	0,072	0,948	43,488	12,768	45,888
16/10/2012 1:30	0,7454	0,745386	0,745	125,092	124,547	123,903	0,067	0,02	0,071	0,945	42,816	12,96	45,312
16/10/2012 1:45	0,7454	0,745386	0,745	125,379	124,868	124,21	0,065	0,02	0,069	0,941	41,664	13,056	44,256
16/10/2012 2:00	0,8165	0,745386	0,745	125,459	124,932	124,322	0,067	0,02	0,071	0,945	42,912	12,864	45,408
16/10/2012 2:15	0,7454	0,745386	0,817	125,395	124,884	124,242	0,068	0,021	0,072	0,939	43,2	13,728	45,984
16/10/2012 2:30	0,8165	0,745386	0,745	125,188	124,708	123,984	0,066	0,021	0,07	0,942	42,144	13,248	44,736
16/10/2012 2:45	0,6667	0,666693	0,667	125,395	124,772	124,097	0,063	0,019	0,067	0,946	40,512	12,288	42,816
16/10/2012 3:00	0,7454	0,745386	0,667	125,284	124,692	124,016	0,062	0,02	0,066	0,939	39,936	12,96	42,528
16/10/2012 3:15	0,7454	0,666693	0,745	125,523	125,044	124,403	0,062	0,021	0,067	0,935	39,936	13,248	42,72
16/10/2012 3:30	0,6667	0,745386	0,667	125,092	124,611	124	0,062	0,021	0,066	0,936	39,552	13,344	42,24
16/10/2012 3:45	0,7454	0,745386	0,667	125,395	124,836	124,145	0,062	0,021	0,067	0,937	39,936	13,248	42,624
16/10/2012 4:00	0,7454	0,666693	0,745	125,14	124,66	123,968	0,064	0,023	0,068	0,93	40,704	14,496	43,776

ANEXO 3-3; CAÍDAS DE VOLTAJE, CORRIENTES Y POTENCIAS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACION.

EDIF. ASOCIACIÓN DE EMPLEADOS CT - 400 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	24.4	194.4	181.8	69.0
B	119.9	13.8	8.0	24.4	194.4	181.8	69.0
C	119.9	13.8	8.0	24.4	194.4	181.8	69.0
Total:					583	545	207

PARQUE CEVALLOS CT - 400 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	13.0	103.5	96.3	38.0
B	119.9	13.8	8.0	13.0	103.5	96.3	38.0
C	119.9	13.8	8.0	13.0	103.5	96.3	38.0
Total:					310	289	114

E.E.A.S.A. CT - 160 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	120.0	13.8	8.0	76.6	610.5	602.5	98.4
B	120.0	13.8	8.0	76.6	610.5	602.5	98.4
C	120.0	13.8	8.0	76.6	610.5	602.5	98.4
Total:					1832	1808	295

EX BANCO CENTRAL CT - 160 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	4.8	38.3	36.0	12.9
B	119.9	13.8	8.0	4.8	38.3	36.0	12.9
C	119.9	13.8	8.0	4.8	38.3	36.0	12.9
Total:					115	108	39

C. C. TEOFILO LOPEZ CT - 200 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	23.3	185.5	180.7	42.1
B	119.9	13.8	8.0	23.3	185.5	180.7	42.1
C	119.9	13.8	8.0	23.3	185.5	180.7	42.1
Total:					557	542	126

MERCADO MODELO 2 CT - 200 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	30.1	239.9	238.8	-22.9
B	119.9	13.8	8.0	30.1	239.9	238.8	-22.9
C	119.9	13.8	8.0	30.1	239.9	238.8	-22.9
Total:					720	716	-69

HOTEL SAN IGNACIO CT - 250 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	33.8	268.8	255.9	82.3
B	119.9	13.8	8.0	33.8	268.8	255.9	82.3
C	119.9	13.8	8.0	33.8	268.8	255.9	82.3
Total:					806	768	247

MERCADO MODELO 1 CT - 250 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	94.0	748.8	738.3	125.0
B	119.9	13.8	8.0	94.0	748.8	738.3	125.0
C	119.9	13.8	8.0	94.0	748.8	738.3	125.0
Total:					2247	2215	375

ESCUELA TERESA FLOR CT – 200 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	16.0	127.3	127.1	7.5
B	119.9	13.8	8.0	16.0	127.3	127.1	7.5
C	119.9	13.8	8.0	16.0	127.3	127.1	7.5
Total:					382	381	23

MERCADO ARTESANAL 2 CT – 250 KVA

Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	7.6	60.1	56.5	20.5
B	119.9	13.8	8.0	7.6	60.1	56.5	20.5
C	119.9	13.8	8.0	7.6	60.1	56.5	20.5
Total:					180	170	62

MERA Y ROCAFUERTE CT – 200 KVA

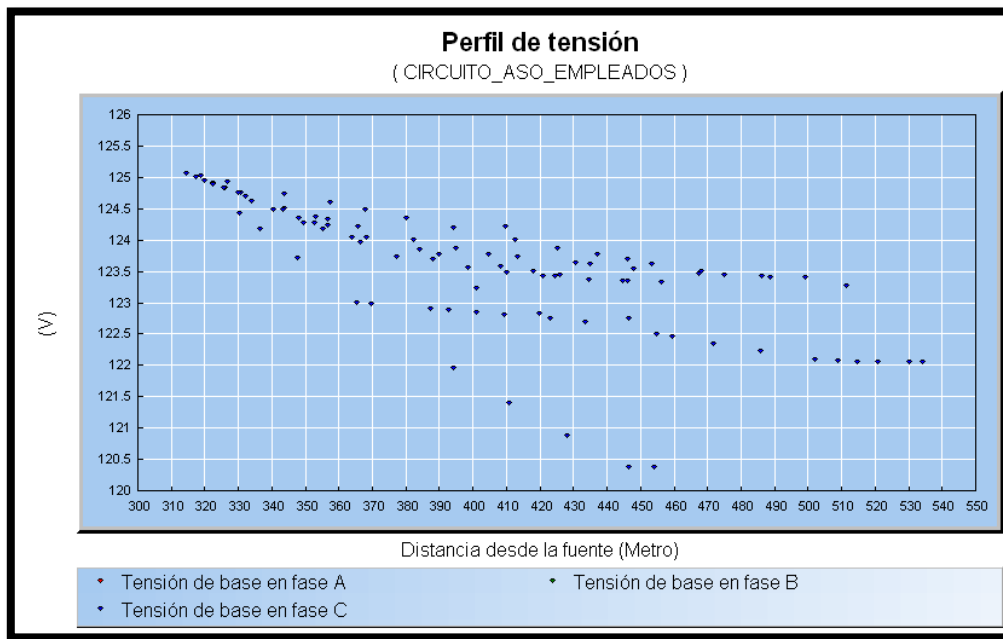
Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.8	13.8	8.0	63.0	501.5	497.6	62.7
B	119.9	13.8	8.0	63.0	501.5	497.6	62.7
C	119.8	13.8	8.0	63.0	501.5	497.6	62.7
Total:					1505	1493	188

PARQUE MONTALVO CT – 300 KVA

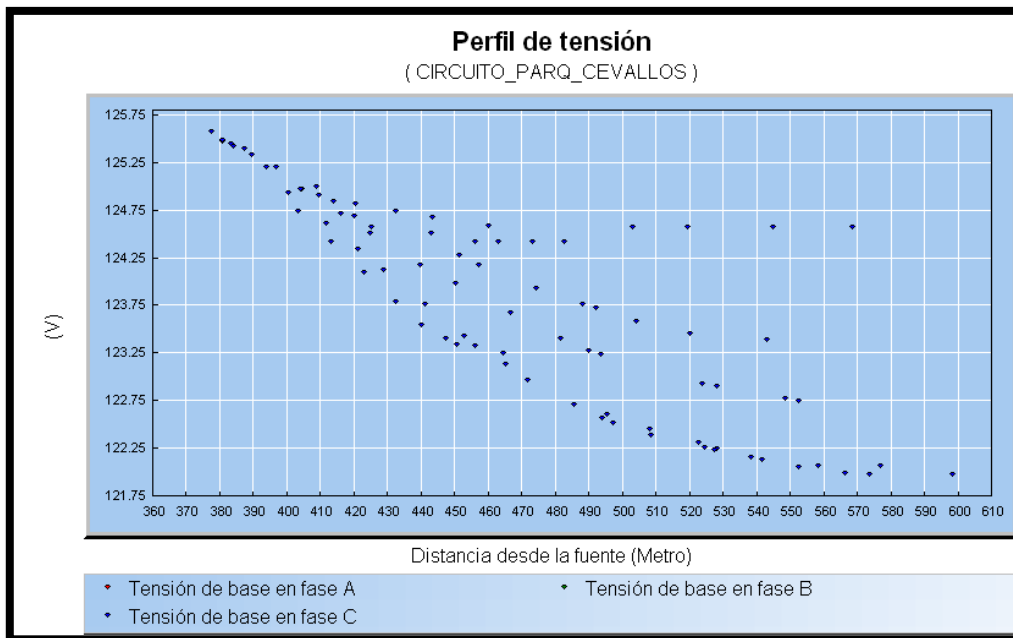
Voltage Drop Box							
	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	kVAR
A	119.9	13.8	8.0	28.5	226.7	225.1	26.6
B	119.9	13.8	8.0	28.5	226.7	225.1	26.6
C	119.9	13.8	8.0	28.5	226.7	225.1	26.6
Total:					680	675	80

ANEXO 3-4; PERFILES DE VOLTAJE DE LAS CÁMARAS DE TRANSFORMACION.

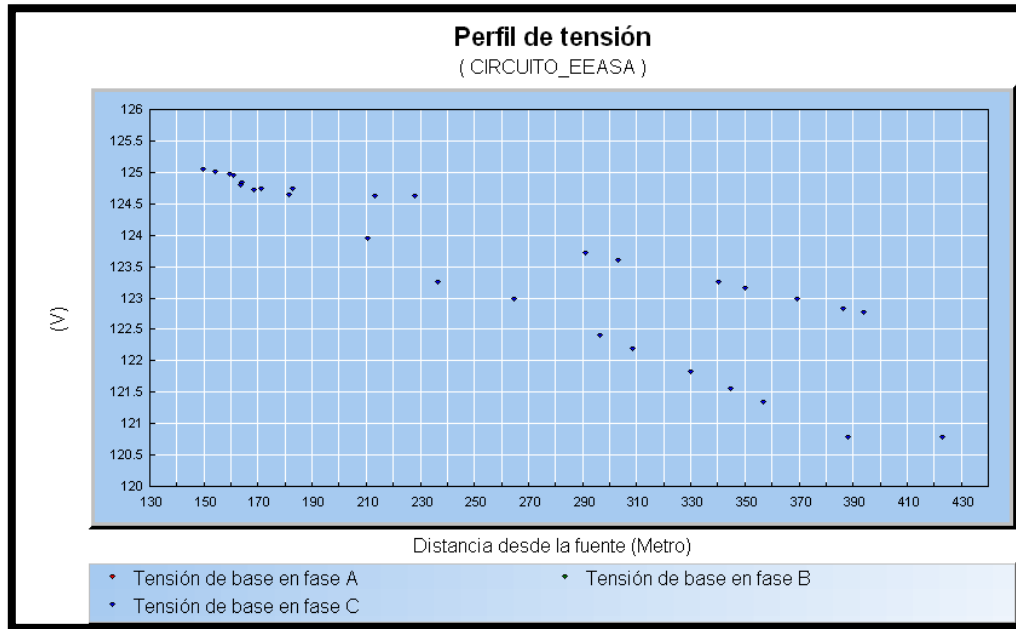
EDIF. ASOCIACIÓN DE EMPLEADOS CT - 400 KVA



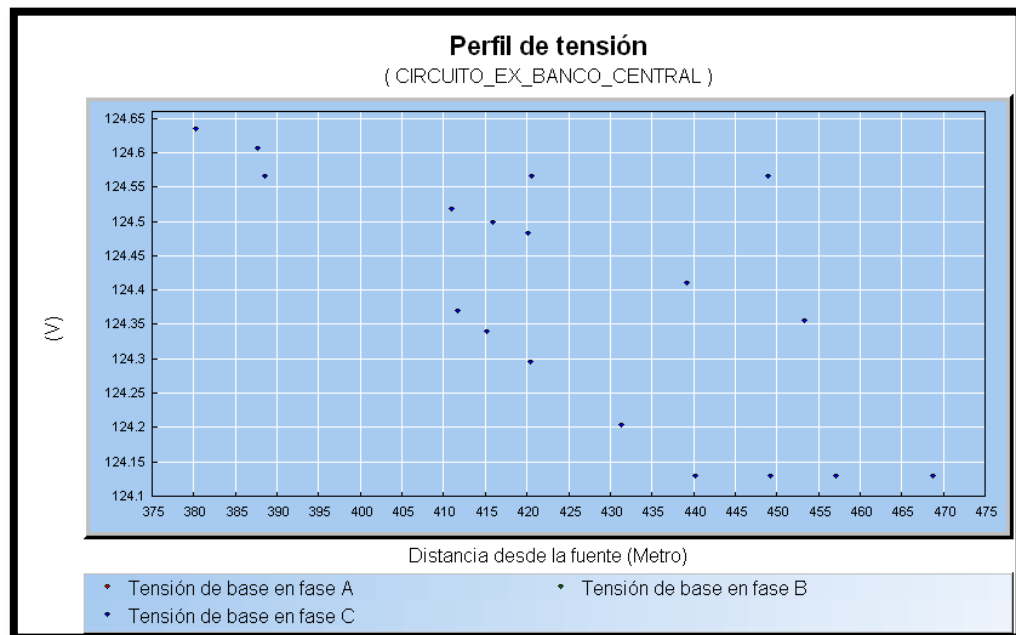
PARQUE CEVALLOS CT – 400 KVA



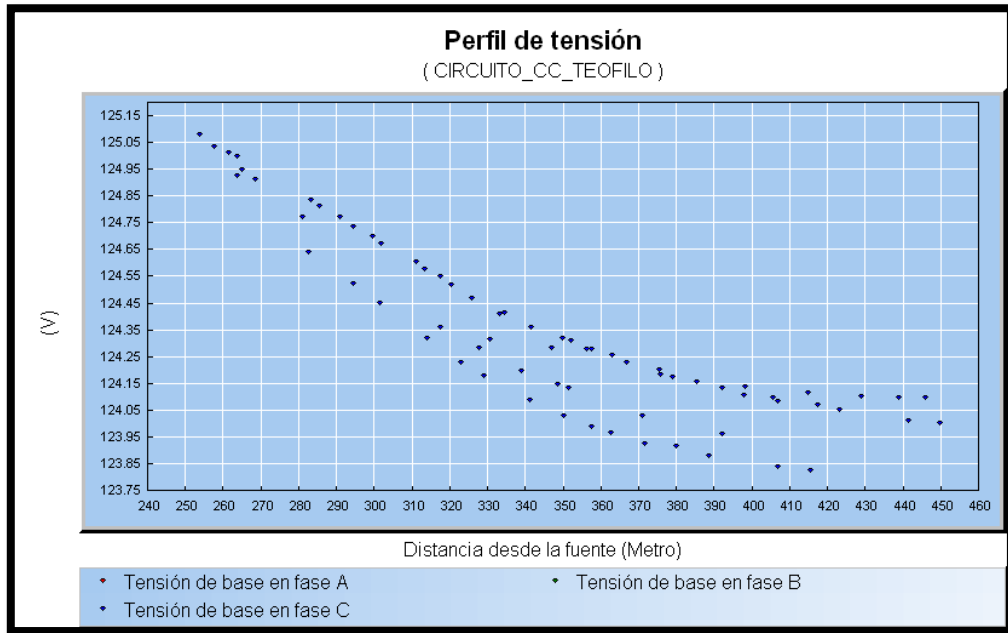
E.E.A.S.A. CT – 160 KVA



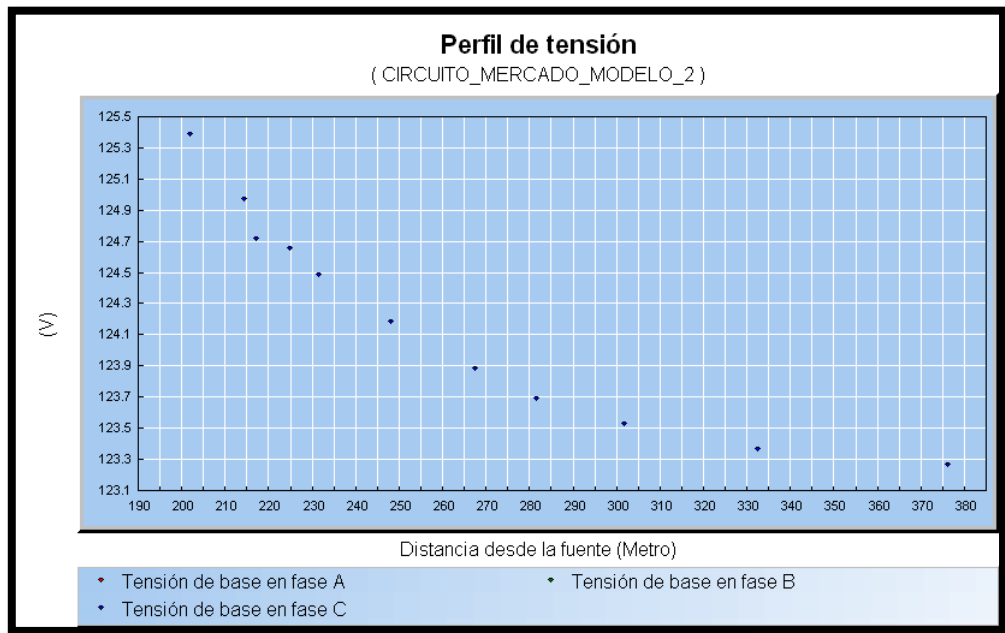
EX BANCO CENTRAL CT – 160 KVA



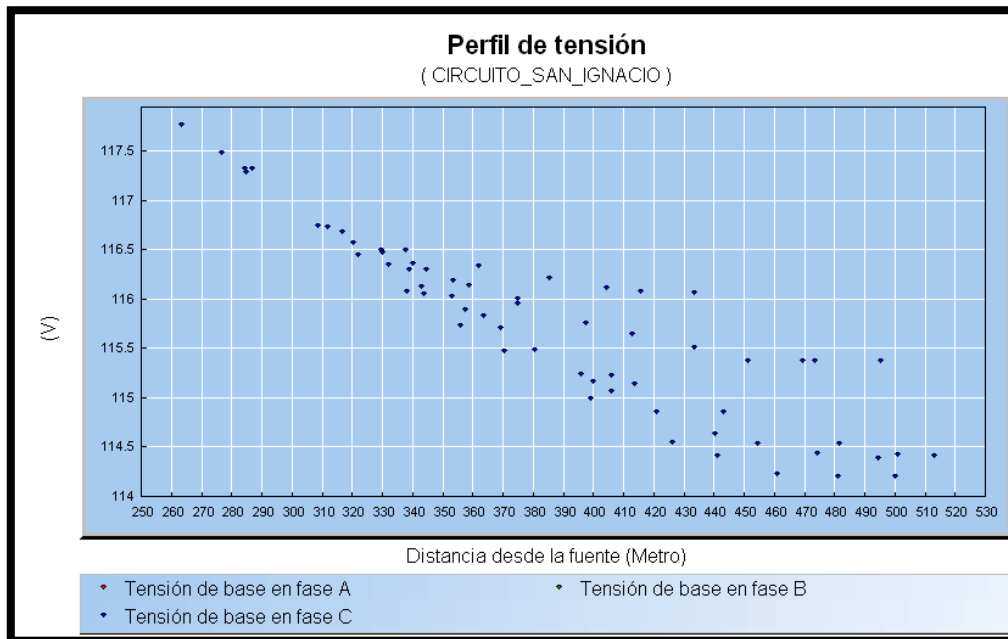
C. C. TEOFILO LOPEZ CT – 200 KVA



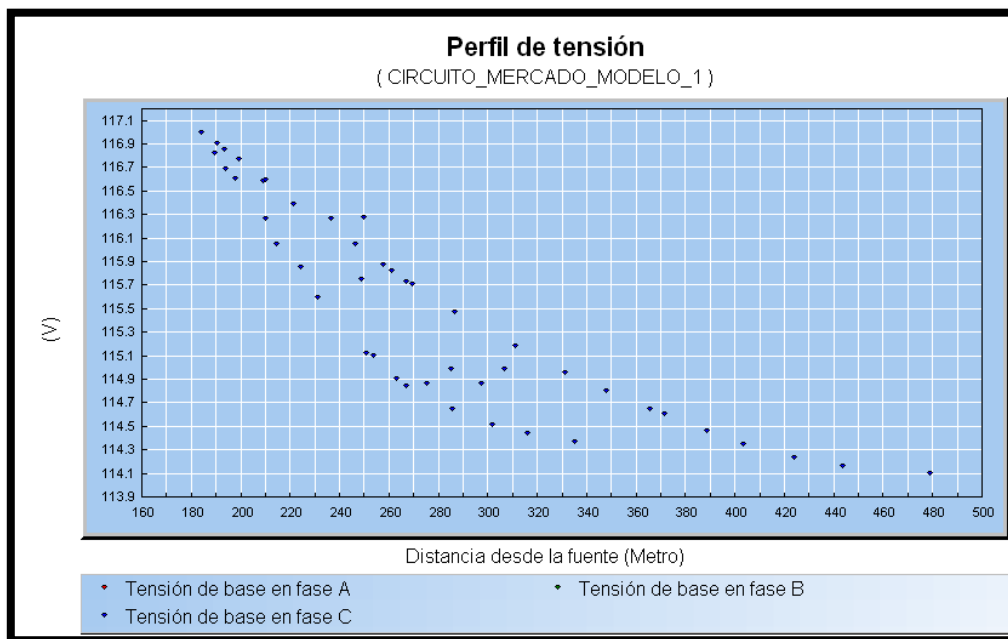
MERCADO MODELO 2 CT – 200 KVA



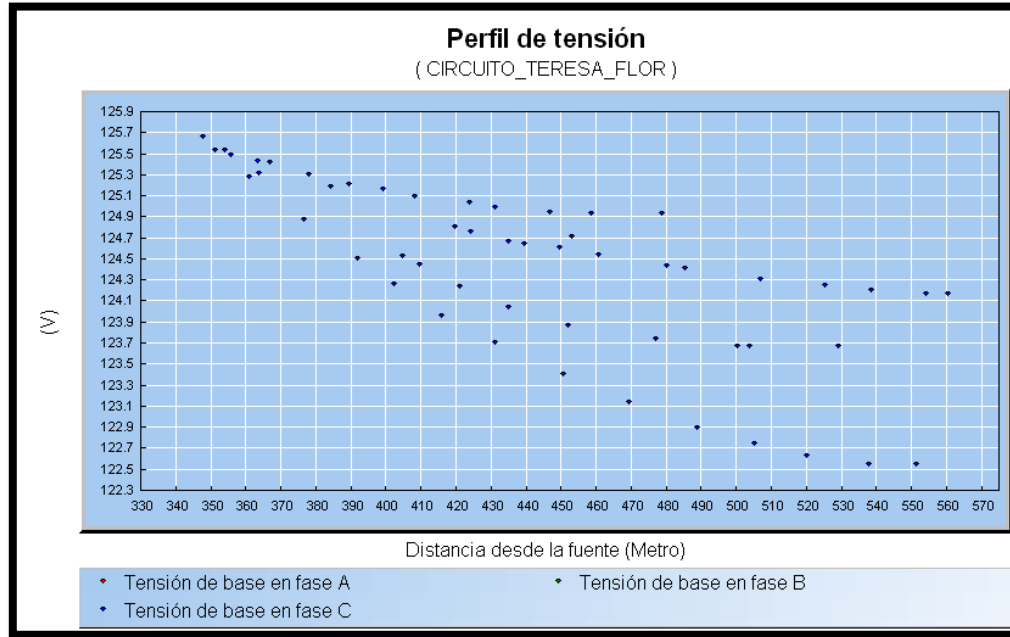
HOTEL SAN IGNACIO CT – 250 KVA



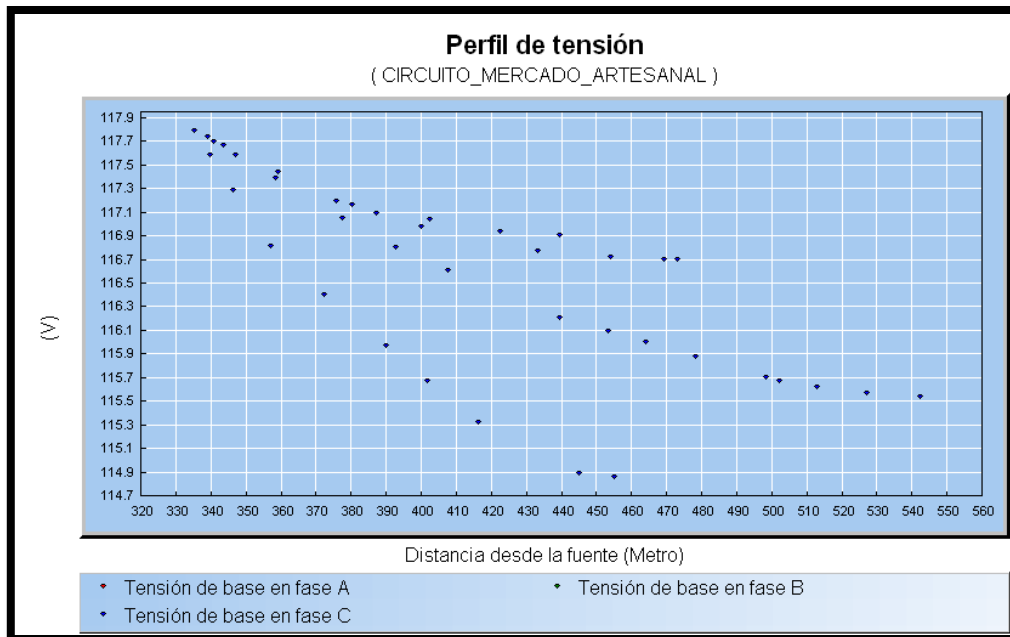
MERCADO MODELO 1 CT – 250 KVA



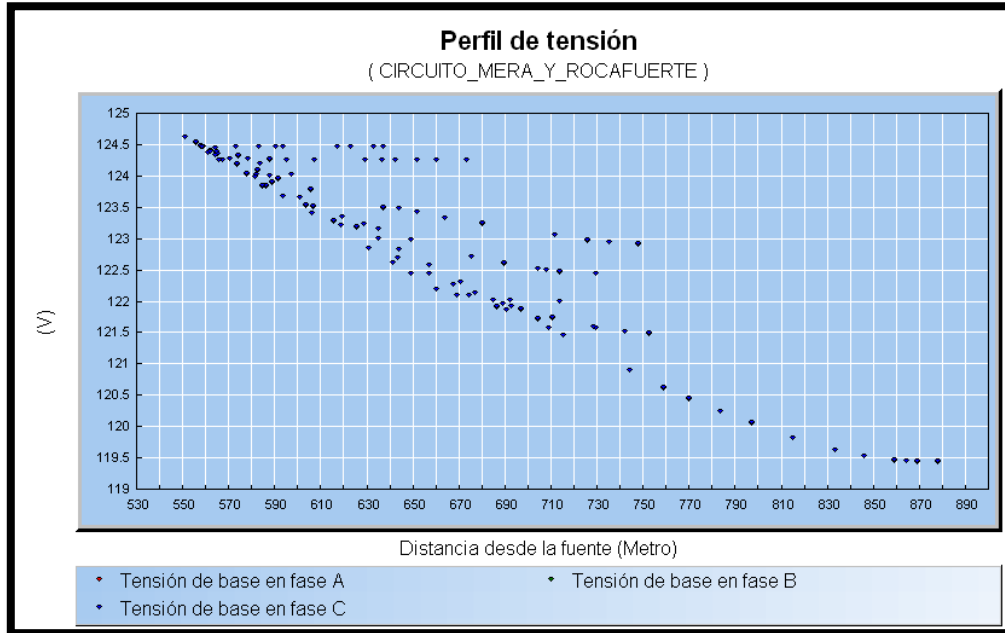
ESCUELA TERESA FLOR CT – 200 KVA



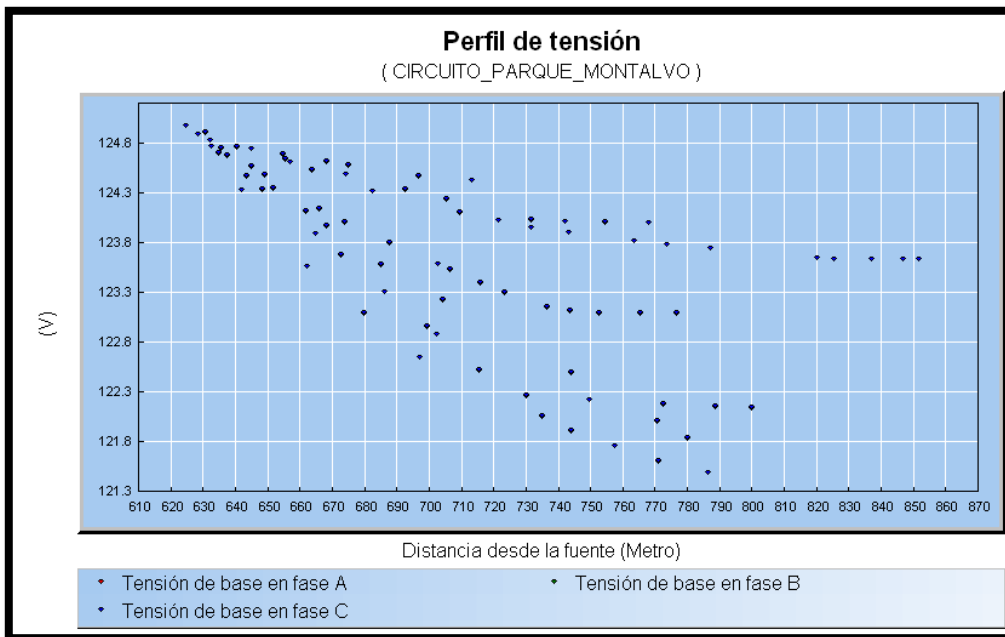
MERCADO ARTESANAL 2 CT – 250 KVA



NERA Y ROCAFUERTE CT – 200 KVA

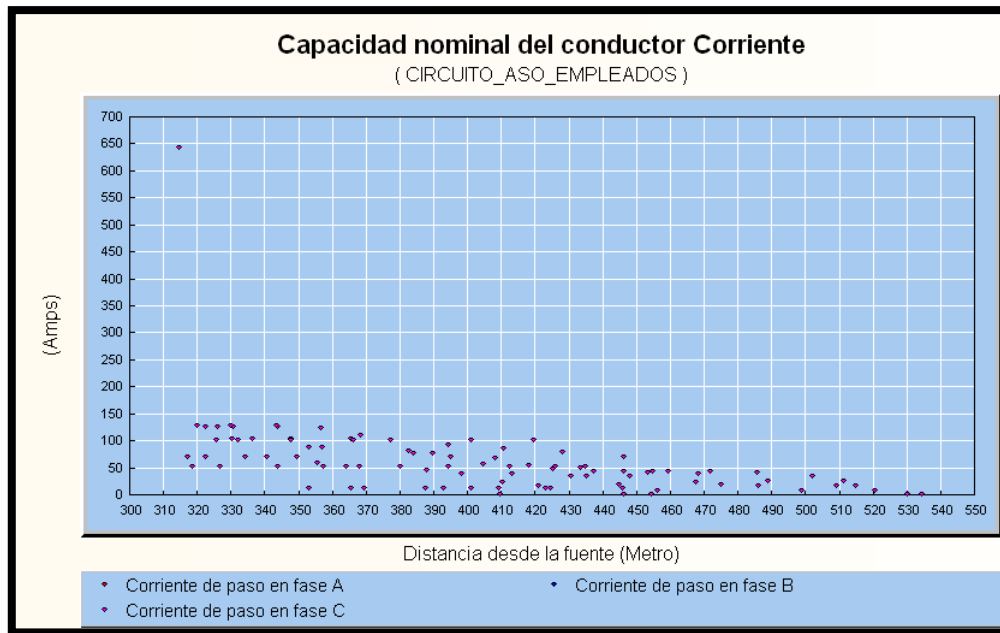


PARQUE MONTALVO CT – 300 KVA

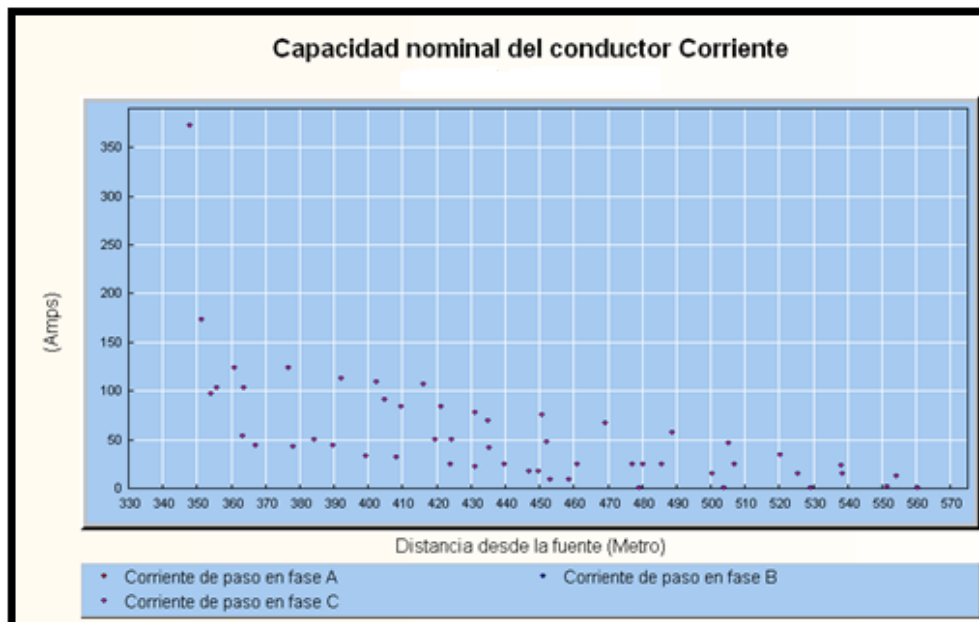


ANEXO 3-5; CAPACIDADES NOMINALES DE CONDUCTORES

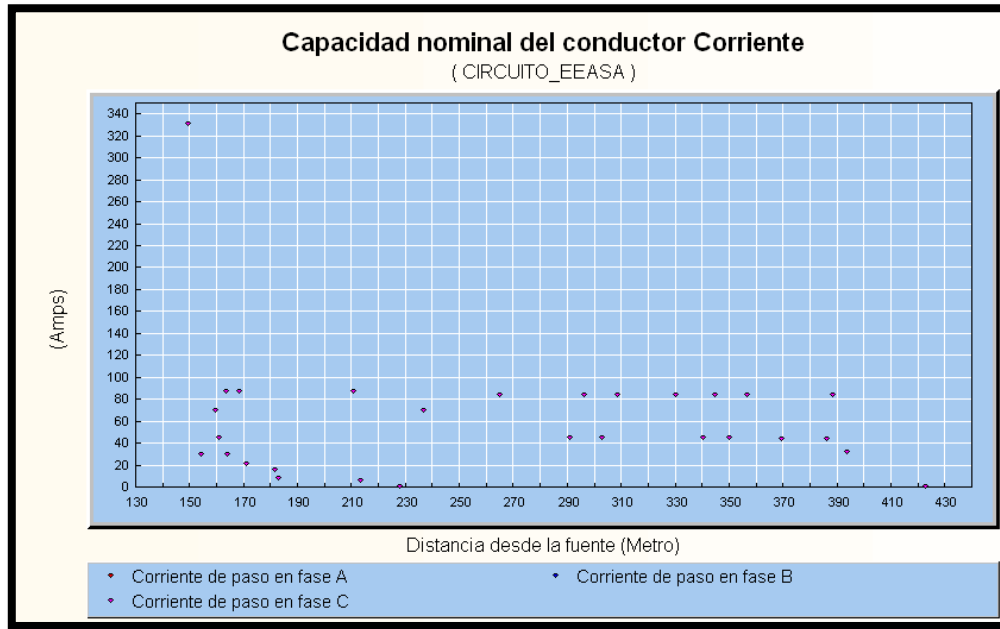
EDIF. ASOCIACIÓN DE EMPLEADOS CT - 400 KVA



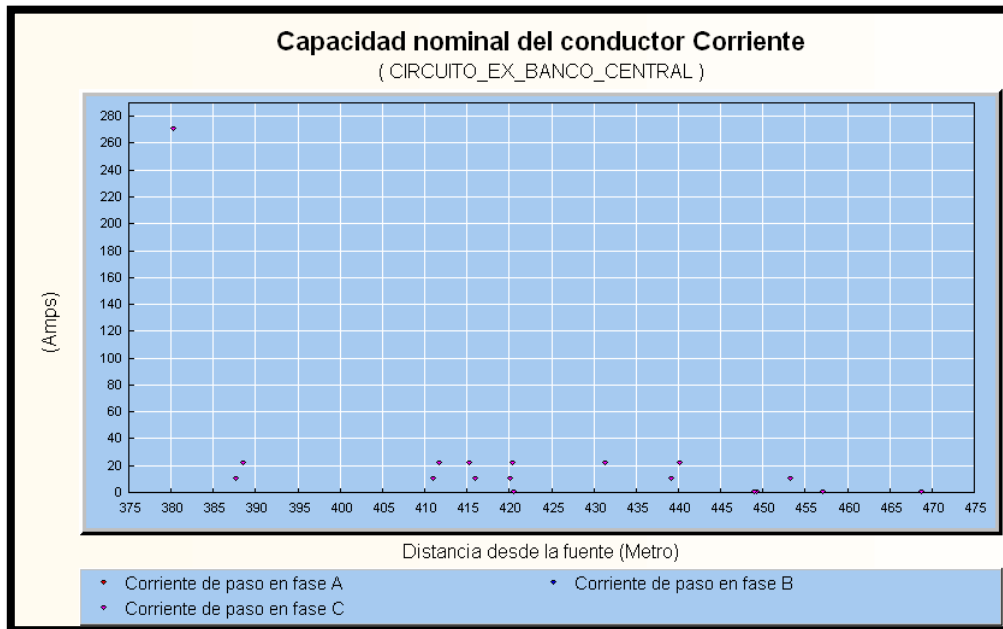
PARQUE CEVALLOS CT – 400 KVA



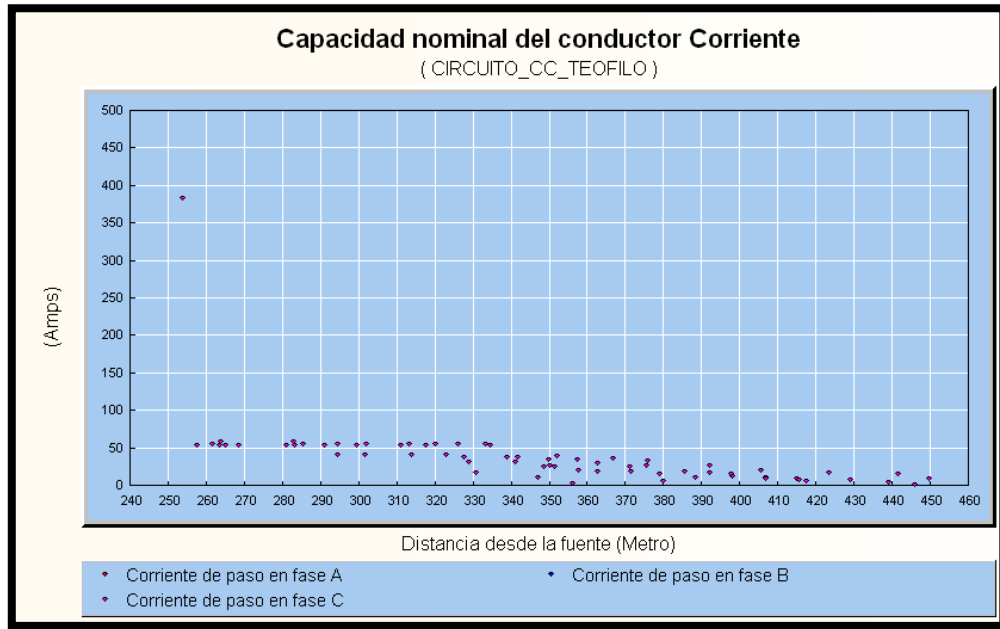
E.E.A.S.A. CT – 160 KVA



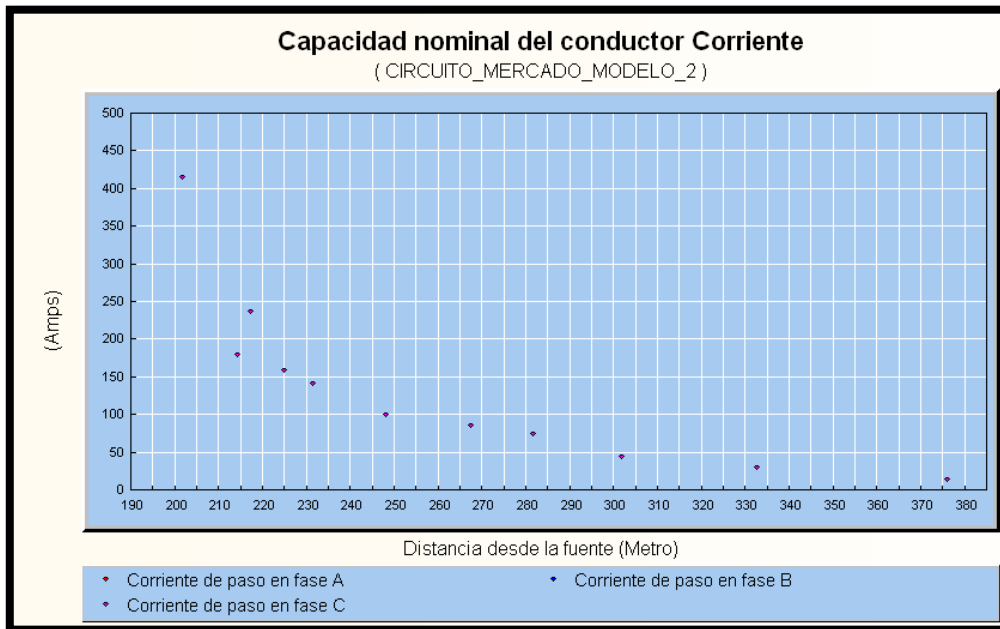
EX BANCO CENTRAL CT – 160 KVA



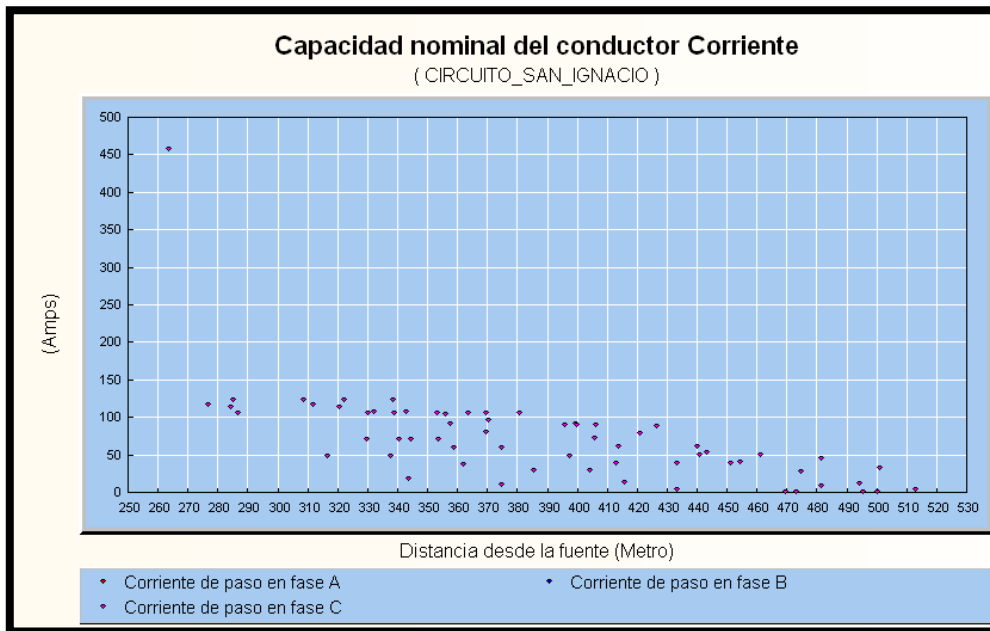
C. C. TEOFILO LOPEZ CT – 200 KVA



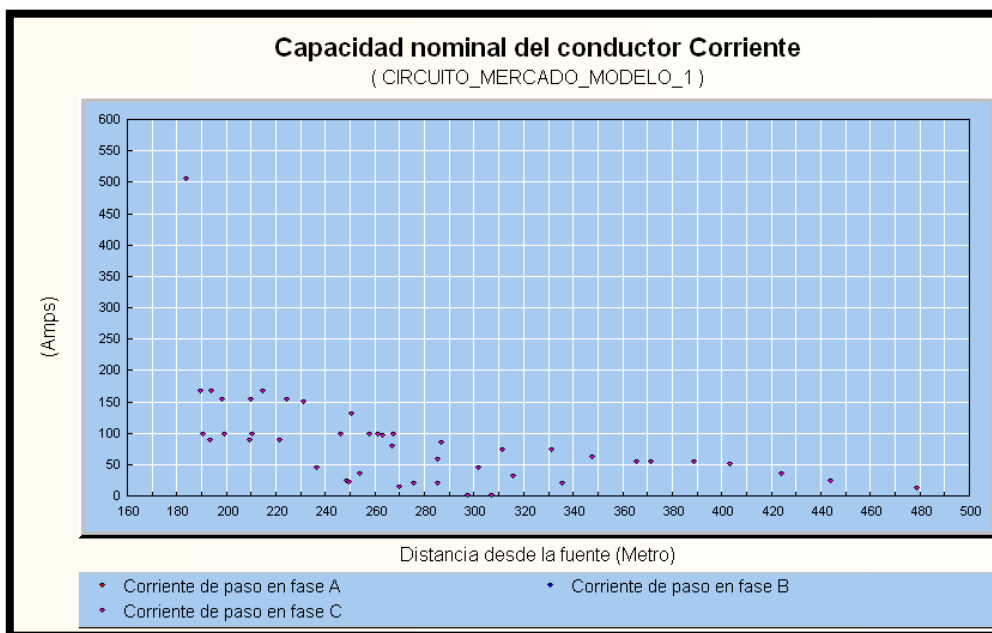
MERCADO MODELO 2 CT – 200 KVA



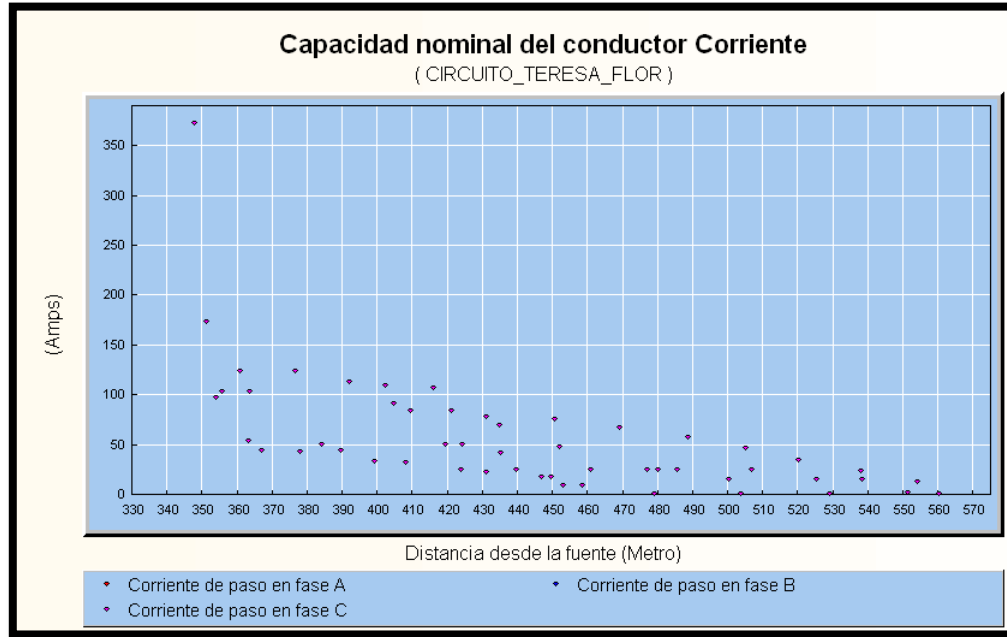
HOTEL SAN IGNACIO CT – 250 KVA



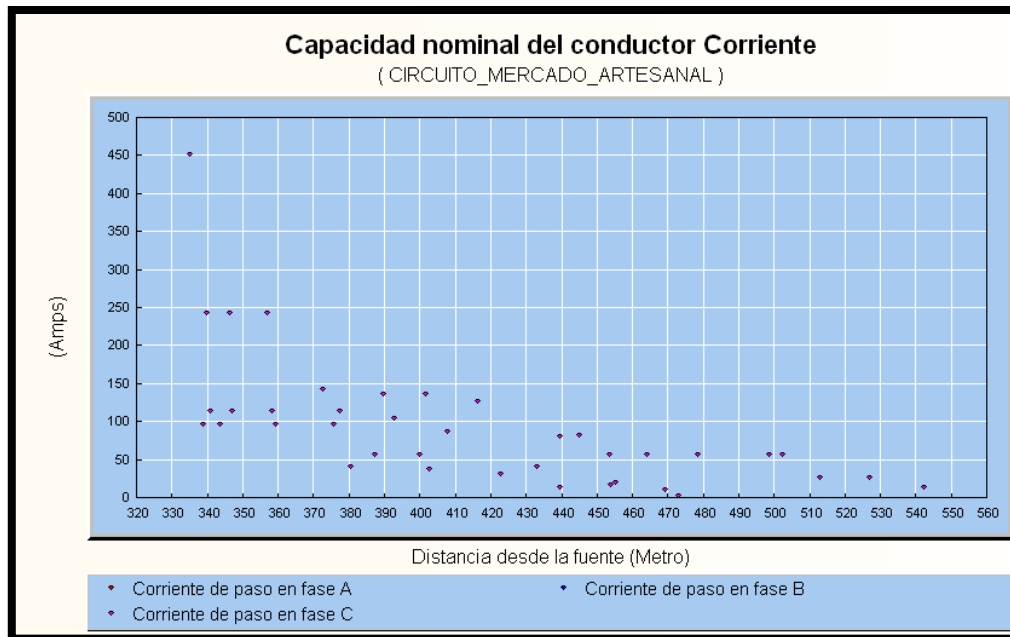
MERCADO MODELO 1 CT – 250 KVA



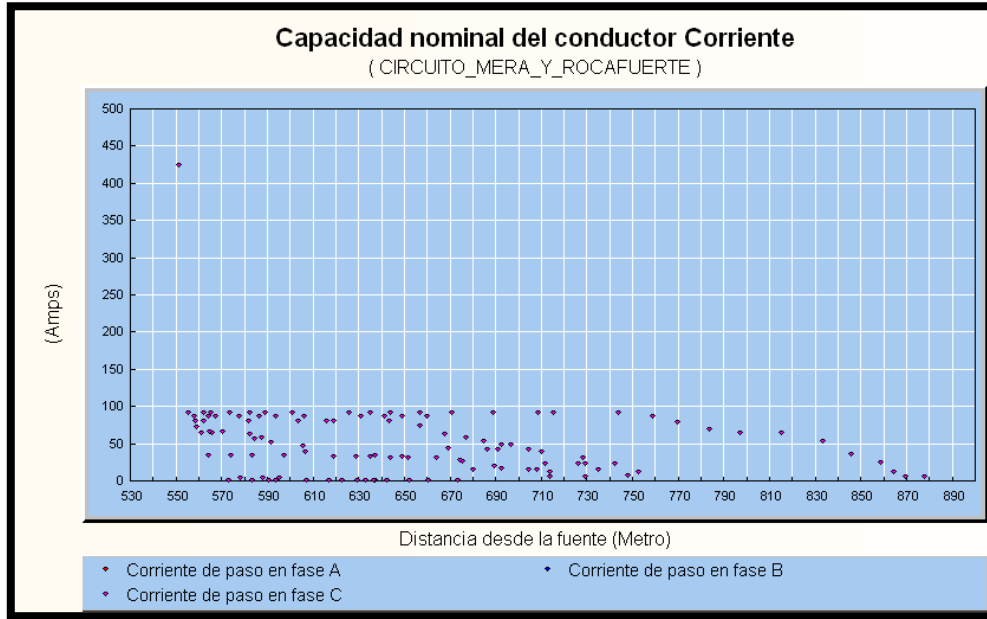
ESCUELA TERESA FLOR CT – 200 KVA



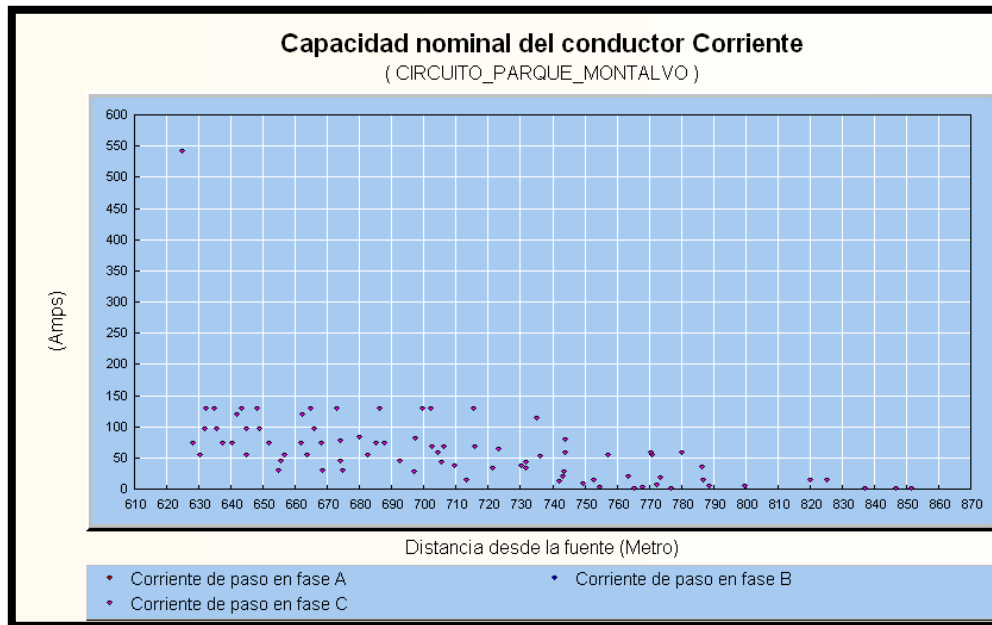
MERCADO ARTESANAL 2 CT – 250 KVA



NERA Y ROCAFUERTE CT – 200 KVA



PARQUE MONTALVO CT – 300 KVA



ANEXO 3-6; PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DE DEMANDA AL 2022

Cevallos y Mera (Edif. Asoc. Empleados) CT – 400KVA											
Circuito	Potencia Real (KVA)	Proyección a 10 años (KVA)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
C.E.	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1	42	44	45	47	49	51	53	56	58	61	63
2	33	35	37	39	41	43	45	48	50	53	55
3	39	40	41	42	43	45	46	47	49	51	53
4	42	43	44	46	47	48	49	50	51	52	54
5	42	43	45	46	48	50	52	54	56	57	59
6	43	44	46	48	50	51	53	55	57	59	61
Tot. Circ. (KVA)	269	278	288	299	310	321	332	345	357	370	383
Pérdidas (KVA)	4	5	5	5	5	5	6	6	7	7	8
Total (KVA)	273	283	293	304	315	326	338	351	364	377	391

Sucre y Lalama (Parque Cevallos) CT – 400 KVA											
Circuito	Potencia Real (KVA)	Proyección a 10 años (KVA)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
C.E.	5	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11
1	49	51	53	54	56	58	60	62	64	67	69
2	45	47	49	52	54	57	60	63	66	69	72
3	49	50	52	53	55	57	58	59	61	63	65
4	46	48	49	51	53	55	57	59	61	63	65
5	45	46	48	50	51	53	55	57	59	61	63
6	52	53	55	56	58	59	61	63	65	67	69
Tot. Circ. (KVA)	291	301	313	323	335	347	360	372	386	400	414
Pérdidas (KVA)	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10
Total (KVA)	296	306	318	329	341	354	367	380	394	409	424

12 de Noviembre y Espejo (E. E. A. S. A.) CT – 160KVA											
Circuito	Potencia Real (KVA)	Proyección a 10 años (KVA)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
C.E.	44	46	47	48	50	52	54	56	58	60	62
1	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27
2	26	27	29	30	32	33	35	36	38	40	42
3	19	19	20	21	21	22	23	24	25	25	27
4	29	30	31	32	33	34	36	37	38	40	41
Tot. Circ. (KVA)	140	145	150	155	160	166	173	179	185	192	199
Pérdidas (KVA)	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Total (KVA)	142	147	152	158	163	169	176	182	189	196	203

Castillo y Sucre (Ex Banco Central) CT – 160KVA											
Circuito	Potencia Real (KVA)	Proyección a 10 años (KVA)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
C.E.	100	104	108	111	114	118	122	126	130	135	140
1	8	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13
2	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10
Tot. Circ. (KVA)	114	118	122	127	131	136	141	146	151	157	163
Pérdidas (KVA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total (KVA)	115	119	123	128	132	137	142	147	152	158	164

Cevallos y Mariano Egüez (C. C. Teófilo López) CT – 200 KVA											
Circuito	Potencia Real (KVA)	Proyección a 10 años (KVA)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
C. E.	70	72	74	76	79	82	85	89	91	95	98
1	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
2	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36
3	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
4	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Tot. Circ. (KVA)	162	168	174	180	187	194	201	209	215	223	231
Pérdidas (KVA)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Total (KVA)	163	169	175	182	188	195	202	210	217	225	233

Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2) CT – 200 KVA											
Circuito	Potencia Real (KVA)	Proyección a 10 años (KVA)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
C. E.	99	102	106	110	114	118	122	127	132	136	141
1	76	79	82	85	88	91	94	97	101	105	109
Tot. Circ. (KVA)	175	181	188	195	202	209	216	224	233	241	250
Pérdidas (KVA)	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Total (KVA)	177	183	190	197	204	212	219	227	236	244	253

Maldonado y 12 de Nov. (Hotel San Ignacio) CT – 250 KVA											
Circuito	Potencia Real (KVA)	Proyección a 10 años (KVA)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	44	46	48	49	51	53	55	57	59	61	63
2	48	50	51	53	55	57	59	61	63	65	67
3	46	47	49	50	53	54	56	58	60	63	65
4	41	42	44	46	47	49	51	53	55	57	59
Tot. Circ. (KVA)	179	185	192	198	206	213	221	229	237	246	254
Pérdidas (KVA)	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8
Total (KVA)	183	189	196	203	211	219	227	235	244	253	262

Tomás Sevilla y J. B. V. (Mercado Modelo 1) CT – 250 KVA											
Circuito	Potencia Real (KVA)	Proyección a 10 años (KVA)									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	66	68	70	73	76	78	81	84	87	90	93
2	63	66	69	72	74	77	80	84	87	91	95
3	70	72	75	77	79	82	85	87	90	93	96
Tot. Circ. (KVA)	199	206	214	222	229	237	246	255	264	274	284
Pérdidas (KVA)	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6
Total (KVA)	202	209	217	225	233	241	250	260	269	279	290

Vargas Torres y 12 de Nov. (Esc. Teresa Flor) CT – 200 KVA											
Circuito	Potencia	Proyección a 10 años (KVA)									
	Real (KVA)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	53	55	58	60	63	66	69	72	75	78	82
2	51	53	55	57	58	60	62	64	66	68	70
3	53	55	56	58	59	61	63	65	67	69	71
Tot. Circ. (KVA)	157	163	169	175	180	187	194	201	208	215	223
Pérdidas (KVA)	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4
Total (KVA)	159	165	171	177	183	190	197	204	211	219	227

J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 2) CT – 250 KVA											
Circuito	Potencia	Proyección a 10 años (KVA)									
	Real (KVA)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	65	69	72	76	80	84	88	92	96	101	106
2	58	59	61	62	63	65	67	69	70	72	74
3	54	56	58	60	61	63	65	67	69	71	73
Tot. Circ. (KVA)	177	184	191	198	204	212	220	228	235	244	253
Pérdidas (KVA)	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5
Total (KVA)	180	187	194	201	208	216	224	232	240	249	258

Mera y Rocafuerte CT – 200 KVA											
Circuito	Potencia	Proyección a 10 años (KVA)									
	Real (KVA)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	30	31	32	33	34	35	37	39	40	41	43
2	26	27	28	29	30	31	32	34	35	37	38
3	33	34	36	37	39	40	41	42	44	46	47
4	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	31
5	35	37	38	39	41	42	44	45	47	49	50
6	28	29	31	32	34	35	37	39	41	42	44
Tot. Circ. (KVA)	177	183	191	197	205	211	219	228	236	245	253
Pérdidas (KVA)	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8
Total (KVA)	181	188	195	202	210	217	225	234	243	252	261

Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo) CT – 300 KVA											
Circuito	Potencia	Proyección a 10 años (KVA)									
	Real (KVA)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	41	42	42	44	46	47	48	49	50	52	53
2	33	34	35	36	37	38	39	41	43	44	45
3	39	41	43	45	46	48	51	53	55	57	60
4	40	41	43	44	46	48	49	51	53	55	57
5	33	35	37	39	41	43	46	48	51	53	56
6	41	42	43	44	46	47	48	49	50	52	53
Tot. Circ. (KVA)	227	235	243	252	262	271	281	291	302	313	324
Pérdidas (KVA)	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	8
Total (KVA)	231	239	248	257	267	276	287	297	308	320	332

ANEXO 3-7; BALANCE DE CARGA

Cevallos y Mera (Edif. Asoc. Empleados) CT – 400KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
C. E.	28	28
1	42	40
2	33	41
3	39	41
4	42	39
5	42	41
6	43	39
Total Circuitos (KVA)	269	269
Pérdidas (KVA)	4	3.29
Desbalance máximo (%)	23.25%	4.87%

Sucre y Lalama (Parque Cevallos) CT – 400 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
C. E.	5	5
1	49	49
2	45	48
3	49	48
4	46	47
5	45	47
6	52	47
Total Circuitos (KVA)	291	291
Pérdidas (KVA)	5	4.24
Desbalance máximo (%)	13.46%	4.08%

12 de Noviembre y Espejo (E. E. A. S. A.) CT – 160KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
C. E.	44	44
1	22	24
2	26	24
3	19	25
4	29	23
Total Circuitos (KVA)	140	140
Pérdidas (KVA)	2	1.47
Desbalance máximo (%)	34.48%	8%

Castillo y Sucre (Ex Banco Central) CT – 160KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
C. E.	100	100
1	8	7
2	6	7
Total Circuitos (KVA)	114	114
Pérdidas (KVA)	1	0.71
Desbalance máximo (%)	25%	0%

Cevallos y Mariano Egüez (C. C. Teófilo López) CT – 200 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
C. E.	70	70
1	22	23
2	25	24
3	22	22
4	23	23
Total Circuitos (KVA)	162	162
Pérdidas (KVA)	1	0.82
Desbalance máximo (%)	12%	8.33%

Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2) CT – 200 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
C. E.	99	99
1	76	76
Total Circuitos (KVA)	175	175
Pérdidas (KVA)	2	1.46
Desbalance máximo (%)	-	-

Maldonado y 12 de Nov. (Hotel San Ignacio) CT – 250 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
1	44	44
2	48	45
3	46	46
4	41	44
Total Circuitos (KVA)	179	179
Pérdidas (KVA)	4	3.29
Desbalance máximo (%)	14.58%	4.34%

Tomás Sevilla y J. B. V. (Mercado Modelo 1) CT – 250 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
1	66	66
2	63	68
3	70	65
Total Circuitos (KVA)	199	199
Pérdidas (KVA)	3	2.49
Desbalance máximo (%)	10%	4.41%

Vargas Torres y 12 de Nov. (Esc. Teresa Flor) CT – 200 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
1	53	53
2	51	52
3	53	52
Total Circuitos (KVA)	157	157
Pérdidas (KVA)	2	1.39
Desbalance máximo (%)	3.77%	1.88%

J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 2) CT – 250 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
1	65	60
2	58	58
3	54	59
Total Circuitos (KVA)	177	177
Pérdidas (KVA)	3	2.41
Desbalance máximo (%)	16.92%	3.33%

Mera y Rocafuerte CT – 200 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
1	30	29
2	26	30
3	33	30
4	25	29
5	35	30
6	28	29
Total Circuitos (KVA)	177	177
Pérdidas (KVA)	4	3.52
Desbalance máximo (%)	28.57%	3.33%

Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo) CT – 300 KVA		
Circuito	Potencia real actual por circuito (KVA)	Potencia real con cargas balanceadas (KVA)
1	41	37
2	33	38
3	39	38
4	40	37
5	33	39
6	41	38
Total Circuitos (KVA)	227	227
Pérdidas (KVA)	4	3.67
Desbalance máximo (%)	19.51%	5.12%

ANEXO 3-8; TRANSFERENCIA DE CARGA

Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo) 300 KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo) 300 KVA	Bolívar y Quito (Sindicato de Choferes) 300KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 231	Potencia Real (KVA): 138,40
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2020	
Potencia Real (KVA): 308	Potencia Real (KVA): 197
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 50 Circuito 1	Destino de la transferencia: Circuito 6
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 258	Potencia Real (KVA): 247

Cevallos y Mariano Egüez (C. C. Teófilo López) 200KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
Cevallos y Mariano Egüez (C. C. Teófilo López) 200KVA	J. B. V. y Mariano Egüez (M. Artesanal 1) 400KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 163	Potencia Real (KVA): 224
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2018	
Potencia Real (KVA): 202	Potencia Real (KVA): 295
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 48 Circuito 1	Destino de la transferencia: Circuito 2
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 154	Potencia Real (KVA): 343

12 de Noviembre y Espejo (E. E. A. S. A.) 160KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
12 de Noviembre y Espejo (E. E. A. S. A.) 160KVA	Mera y 12 de Noviembre (Parque 12 de Nov.) 300KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 142	Potencia Real (KVA): 202
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2016	
Potencia Real (KVA): 163	Potencia Real (KVA): 246
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 32 Circuito 2	Destino de la transferencia: Centro de transformación
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 131	Potencia Real (KVA): 278
<i>Observaciones: Se debe instalar otra unidad de transformación.</i>	

Vargas Torres y 12 de Nov. (Esc. Teresa Flor) 200KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
Vargas Torres y 12 de Nov. (Esc. Teresa Flor) 200KVA	5 de Junio y Primera Imprenta 250KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 159	Potencia Real (KVA): 141
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2019	
Potencia Real (KVA): 204	Potencia Real (KVA): 194
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 30 Circuito 3	Destino de la transferencia: Centro de transformación
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 174	Potencia Real (KVA): 223
<i>Observaciones: Se debe instalar otra unidad de transformación.</i>	

Tomás Sevilla y J. B. V. (Mercado Modelo 1) 250 KVA

En la cámara del mercado Modelo 1 no es posible realizar transferencia de carga, ya que las cámaras aledañas a este centro de transformación también presentarán

problemas de sobrecarga en los años posteriores; por lo tanto, es recomendable instalar un nuevo transformador compacto tipo Pad Mounted, el cual solventará al crecimiento de la demanda.

Maldonado y 12 de Nov. (Hotel San Ignacio) 250KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
Maldonado y 12 de Nov. (Hotel San Ignacio) 250KVA	Maldonado y Primera Imprenta 250KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 183	Potencia Real (KVA): 129
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2021	
Potencia Real (KVA): 253	Potencia Real (KVA): 190
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 33 Circuito 2	Destino de la transferencia: Circuito 3
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 220	Potencia Real (KVA): 223
<i>Observaciones: Se debe instalar otra unidad de transformación.</i>	

Mera y Rocafuerte (Mera y Rocafuerte) 200KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
Mera y Rocafuerte 200KVA	Lalama y Rocafuerte (Medalla Milagrosa) 300KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 181	Potencia Real (KVA): 150
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2015	
Potencia Real (KVA): 202	Potencia Real (KVA): 176
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 37 KVA	Destino de la transferencia: Circuito 1 Circuito 4
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 165	Potencia Real (KVA): 213

Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2) 200KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2) 200KVA	Maldonado y Primera Imprenta 250 KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 177	Potencia Real (KVA): 129
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2016	
Potencia Real (KVA): 204	Potencia Real (KVA): 160
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 44 Circuito 1	Destino de la transferencia: Circuito 1
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 164	Potencia Real (KVA): 204

Sucre y Lalama (Parque Cevallos) 400KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
Sucre y Lalama (Parque Cevallos) 400KVA	Espejo y Bolívar (Direc. de Educación) 300KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 296	Potencia Real (KVA): 180
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2021	
Potencia Real (KVA): 409	Potencia Real (KVA): 267
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 30 Circuito 3	Destino de la transferencia: Circuito 3
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 379	Potencia Real (KVA): 297
<i>Observaciones: Se debe instalar otra unidad de transformación.</i>	

Castillo y Sucre (Ex Banco Central) 160KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
Castillo y Sucre (Ex Banco Central) 160KVA	Espejo y Bolívar (Direc. de Educación) 300KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 115	Potencia Real (KVA): 180
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2022	
Potencia Real (KVA): 164	Potencia Real (KVA): 276
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 13 Circuito 2	Destino de la transferencia: Circuito 1
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 151	Potencia Real (KVA): 289
<i>Observaciones: Se debe instalar otra unidad de transformación.</i>	

J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 2) 250KVA

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	CÁMARA RECEPTORA
J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 2) 250KVA	J. B. V. y Mariano Egüez (Mercado Artesanal 1) 400KVA
ESTADO ACTUAL	
Potencia Real (KVA): 180	Potencia Real (KVA): 224
PROYECCIÓN DE DEMANDA AÑO 2022	
Potencia Real (KVA): 258	Potencia Real (KVA): 343
TRANSFERENCIA DE CARGA	
Potencia a transferir (KVA): 30 Circuito 2	Destino de la transferencia: Centro de Transformación
ESTADO DESPUÉS DE LA TRANSFERENCIA	
Potencia Real (KVA): 228	Potencia Real (KVA): 377
<i>Observaciones: Se debe instalar otra unidad de transformación.</i>	

ANEXO 3-9; REPORTE SUMARIO DE LA CÁMARA DEL PARQUE CEVALLOS

Flujo de carga - Reporte sumario por red

Parámetros del estudio	
Nombre del estudio	
Fecha	Wed Dec 05 2012
Tiempo	17h08m46s
Método de cálculo	Caída de tensión - Desequilibrada
Precisión	0.1 %
Factores de carga	Global (P=100.00%, Q=100.00%)
Factores de motor	Como definido
Factores de generador	Como definido
Condensadores shunt	On
Modelo de carga de sensibilidad	De la biblioteca

Alimentador: ALIMENTADOR_12DENOVEMBRE
Tensión de fuente: 13.80 kVLL, 0.00 Grad.

Resumen total	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	1428,68	164,22	1438,09	99,35
Generadores	0	0	0	0
Producción total	1428,68	164,22	1438,09	99,35
Carga leída (no regulada)	1032,39	12,22	1032,46	99,99
Carga utilizada (regulada)	1032,39	12,22	1032,47	99,99
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0
Motores	0	0	0	0
Cargas totales	1032,39	12,22	1032,47	99,99
Capacitancia del cable	0	0	0	0
Capacitancia de la línea	0	0,98	0,98	0
Capacitancia shunt total	0	0,98	0,98	0
Pérdidas en las líneas	0,51	1,11	1,23	41,79
Pérdidas en los cables	0	0	0	0
Pérdidas en los transformadores	5,45	21,81	22,48	24,25
Pérdidas totales	5,97	22,93	23,69	25,18

Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	1	LORETO_1661	102.86 %
	B	1	LORETO_1661	102.86 %
	C	1	LORETO_1661	102.86 %
Baja tensión	A	0	332	99.95 %
	B	0	332	99.95 %
	C	0	332	99.95 %
Alta tensión	A	0	LORETO_1228	104.35 %
	B	0	LORETO_1228	104.35 %
	C	0	LORETO_1228	104.35 %

Costo anual de las pérdidas del sistema	kW	kW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	0,51	4,49	0.13
Pérdidas en los cables	0	0	0.00
Pérdidas en los transformadores	5,45	47,77	1.43
Pérdidas totales	5,97	52,26	1.57

Red secundaria: CIRCUITO_PARQ_CEVALLOS

Resumen total	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	0	0	0	0
Generadores	0	0	0	0
Producción total	0	0	0	0
Carga leída (no regulada)	381,85	125,51	401,95	95
Carga utilizada (regulada)	381,94	125,67	402,08	94,99
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0
Motores	0	0	0	0
Cargas totales	381,94	125,67	402,08	94,99
Capacitancia del cable	0	0,01	0,01	0
Capacitancia de la línea	0	0	0	0
Capacitancia shunt total	0	0,01	0,01	0
Pérdidas en las líneas	0	0	0	0
Pérdidas en los cables	8,38	4,4	9,47	88,54
Pérdidas en los transformadores	0	0	0	0
Pérdidas totales	8,38	4,4	9,47	88,54

Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	0	LORETO_1195	31.25 %
	B	0	LORETO_1195	31.25 %
	C	0	LORETO_1195	31.25 %
Baja tensión	A	0	LORETO_1173	99.98 %
	B	0	LORETO_1173	99.98 %
	C	0	LORETO_1173	99.98 %
Alta tensión	A	0	LORETO_1569	104.28 %
	B	0	LORETO_1569	104.28 %
	C	0	LORETO_1569	104.28 %

Costo anual de las pérdidas del sistema	kW	kW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	0	0	0.00
Pérdidas en los cables	8,38	73,45	2.20
Pérdidas en los transformadores	0	0	0.00
Pérdidas totales	8,38	73,45	2.20