

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. SISTEMAS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

1.1. Introducción

Los sistemas de distribución incluyen todos los elementos de transporte de energía eléctrica comprendidos entre las subestaciones primarias, donde la transmisión de potencia se reduce a niveles de distribución, y las bajadas de servicio a los abonados.

Un sistema de distribución normal consta de: redes de subtransmisión, subestaciones de distribución, que transforman la energía a un voltaje más bajo, adecuada para la distribución local, alimentadores, los cuales alimentan un área bien definida; estaciones transformadoras de distribución, montadas sobre postes, en casetas o cámaras subterráneas, cerca de los centros de consumo, para transformar la energía alto voltaje de los usuarios finales.

Luego se tiene las redes de distribución de bajo voltaje que transportan la energía a lo largo de las calles y por acometidas que transportan la energía desde las redes de bajo voltaje a los empalmes de los usuarios.

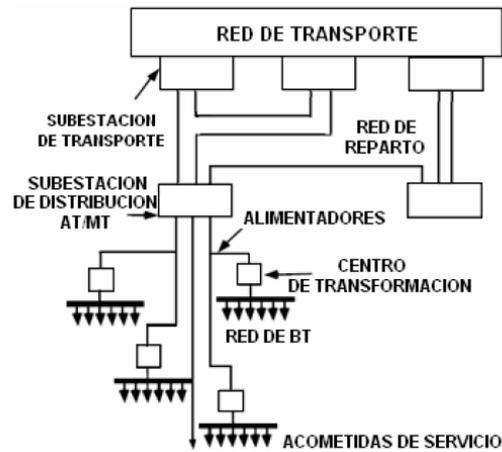
La función de los sistemas de distribución es recibir la energía eléctrica de las centrales de producción o estaciones primarias y distribuir a los usuarios al voltaje adecuado, con la conveniente continuidad y calidad de suministro para los distintos usos.

1.2. Redes de Distribución

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

En la Grafico N° 1-1; se muestra la estructura de la red de distribución.

GRAFICO N° 1-1; ESTRUCTURA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: [HTTP://WWW.ENSYS.PE/ARTICULOS/CONECTOR/CONECTORES13DISTSUB.HTML](http://www.ensys.pe/articulos/conector/conectores13distsub.html)

RECOPIADO POR: POSTULANTES

Ésta es llevada a través de líneas de subtransmisión, hasta la subestación, donde el voltaje es disminuido en una determinada área local.

1.3. Elementos de Redes de Distribución

Los principales elementos que componen el sistema de distribución son:

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

1.3.1. Red Primaria de Distribución

La red de distribución primaria toma la energía del lado de bajo voltaje de la subestación y la reparte a los primarios de los transformadores de distribución del sistema de distribución secundaria, a las instalaciones de alumbrado público y/o a las conexiones para los usuarios.

1.3.2. Red Secundaria de Distribución

Es aquella destinada a transportar la energía eléctrica suministrada alto voltaje de servicio de los abonados desde las salidas de bajo voltaje de los transformadores hasta las acometidas.

1.3.3. Transformadores de Distribución

Son los transformadores que reducen el voltaje del alimentador primario, a un voltaje secundario útil para el usuario o equipo.
<http://www.monografias.com/trabajos11/tradi/tradi.shtml>

Pueden ser instalados con una potencia de hasta una capacidad de 75 KVA, en subestaciones, sobre pedestales o en cámaras subterráneas para capacidades superiores.



Monofásicos

Transformadores Monofásicos de distribución auto-enfriados, sumergidos en aceite, con una variación de temperatura de 65°C sobre la del ambiente, cumpliendo los lineamientos de la norma ANSI/IEEC57.12.

Potencia: Hasta 167 KVA.

Niveles de Voltaje: Bajo voltaje hasta 1.2 KV. Medio voltaje hasta 34.5 KV.



Trifásicos

Transformadores Trifásicos de distribución auto-enfriados, sumergidos en aceite, con una variación de temperatura de 65°C sobre la del ambiente, cumpliendo los lineamientos de la norma ANSI/IEEC57.12.

Potencia: Hasta 5000KVA.

Niveles de Voltaje: Bajo voltaje hasta 1.2 KV. Medio voltaje hasta 34.5 KV.



Pad mounted Monofásico

Transformadores tipo Pad mounted auto enfriado, sumergidos en aceite dieléctrico, que cumplen lo estipulado en las normas ANSI C57-12.

Configuración: Tipo malla o radial de acuerdo a lo solicitado por el cliente.

Potencia: Hasta 167 KVA.

Niveles de voltaje: Bajo voltaje hasta 1.2 KV. Medio voltaje hasta 34.5 KV.



Pad mounted Trifásico

Transformadores tipo Padmounted autoenfriado, sumergidos en aceite dieléctrico, que cumplen lo estipulado en las normas ANSI C57-12.

Configuración: Tipo malla o radial de acuerdo a lo solicitado por el cliente.

Potencia: Hasta 5000 KVA.

Niveles de voltaje: Bajo voltaje hasta 1.2 KV. Medio voltaje hasta 34.5 KV.

TRIFÁSICOS DE MEDIA POTENCIA



Fabricamos Transformadores Trifásicos con una Potencia de 5MVAONAN hasta 6.25MVAONAF, con voltajes de Distribución hasta 34.5KV.

TRIFÁSICOS ESPECIALES



Ecuatran con la finalidad de satisfacer las necesidades de sus clientes, ha desarrollado algunos productos que son utilizados principalmente en el sector Petrolero. Estos equipos son:

- Transformadores Multifrecuenciales (35-90Hz)
- Transformadores Multitap (Según Requerimientos del Cliente)
- Transformadores de Frente Muerto

TRANSFORMADORES SECOS



Fabricamos transformadores auto-enfriados por aire bajo la Norma StdC57.12.01-2005.

En el proceso de fabricación, el bobinado para este tipo de transformadores se lo realiza con materiales de clase térmica H (200°C), tales como:

NOMEX™ Tipo 410 para el aislamiento entre capas, un papel laminado con altos valores inherentes de resistencia dieléctrica, flexibilidad y resiliencia (absorción de energía), retardante al calor, no sufre combustión en el aire y no se derrite en la presencia de llamas.

Laminados de fibra de vidrio reforzado GlasticSG200, para dar soporte y aislamiento a la bobina del núcleo.

Perfiles de pultrusión a base de fibra de vidrio sin fin dispuestos unidireccionalmente y en sentido longitudinal aglomerados con resina de poliéster para los ductos entre el bobinado.

1.3.4. Acometidas

Circuitos desde los secundarios de los transformadores hasta los breakers de entrada en la caja del medidor.

1.4. Sistema de Distribución Subterránea

1.4.1. Distribución Subterránea

En ninguna parte de la distribución de la energía eléctrica los problemas de instalación, conexión y de protección de los conductores y de equipo son tan complejos como en los sistemas subterráneos. Es por esa razón que hay diseños especiales para los dispositivos usados en sistemas de distribución subterránea.

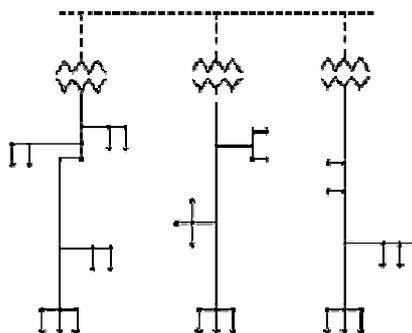
1.4.1.1. Tipos de sistemas de distribución subterránea

Generalmente existen dos tipos de sistemas de distribución los cuales se detallan a continuación:

- **Sistema Radial**

Es analógico a una rueda con rayos emanando desde el centro. La potencia principal se envía a un punto central y desde allí se divide en circuitos con ramificaciones en serie para suministrar servicios a clientes individuales.

GRAFICO N° 1-2; SISTEMA RADIAL.

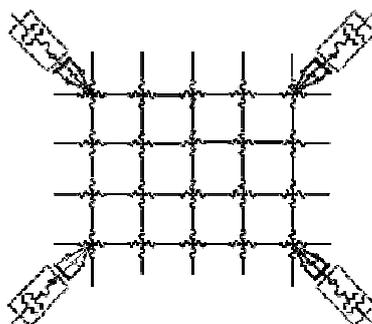


FUENTE: [HTTP://WWW.ENSYS.PE/ARTICULOS/CONECTOR/CONECTORES13DISTSUB.HTML](http://www.ensys.pe/articulos/conector/conectores13distsub.html)
RECOPIADO POR: POSTULANTES

- **Sistema Tipo Red**

Se parece a una rejilla en paralelo y dada su facilidad de lectura se ha convertido en el estándar para los sistemas de distribución subterráneos donde existe una densidad elevada de carga.

GRAFICO N° 1-3; SISTEMA TIPO RED.



FUENTE: [HTTP://WWW.ENSYS.PE/ARTICULOS/CONECTOR/CONECTORES13DISTSUB.HTML](http://www.ensys.pe/articulos/conector/conectores13distsub.html)
RECOPIADO POR: POSTULANTES

1.4.1.2. Ventajas del Sistema de Distribución Subterránea

- **Confiabilidad.**-Las redes subterráneas sirven típicamente a áreas de alta densidad de carga. Como resultado, una falla sin controlar en un área podría afectar el servicio a varios clientes. La necesidad de confiabilidad se vuelve obvia en esta situación.
- **Instalación.**-Trabajando en redes subterráneas significará trabajar en espacios confinados, tales como bocas de acceso y bóvedas de transformadores. Los dispositivos creados para ser usados en redes de distribución deben ser simples de instalar con requerimientos mínimos de espacio.
- **Economía.**- Minimizando las complicaciones de la instalación y maximizando su confiabilidad, los dispositivos usados para sistemas subterráneos se vuelven económicos.
- **Versatilidad.**-Siempre recuerde que como otros circuitos de distribución, 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.

1.4.2. Tipos de cámaras de Transformación

1.4.2.1. Cámaras de Transformación Subterránea

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. El nivel del suelo está a -3.20 metros, en el piso se encuentran las canaletas donde se alojan los cables de media y bajo voltaje.

Tienen diferentes ductos: ingreso de personal, entrada y salida de los cables, ventilación para el ingreso y salida de aire, pozo de succión para recoger las aguas lluvias y que son evacuadas por una bomba tipo sumidero.

La Empresa Eléctrica Ambato S.A., tienen las normas de seguridad dentro y fuera de estas 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 con iluminación necesaria, infraestructura, señalización, ventilación, y sobre todo con los equipos eléctricos-electrónicos de última tecnología.

GRAFICO N°1-4; INGRESO CÁMARA SUBTERRÁNEA.



1.4.2.2. Cámaras a Nivel del Suelo

Están construidas sobre las aceras o espacios disponibles a nivel del área de instalación, las paredes son de mampostería de ladrillo, la estructura soportante y la cubierta de hormigón armado, todos los elementos son enlucidos y pintados, el piso es similar al de la cámara subterránea, con canaletas para alojar la cablería, tienen puertas de hierro y persianas de ventilación.

GRAFICO N°1-5; VISTA FRONTAL DE CÁMARA A NIVEL DEL SUELO.



1.5. Características Generales y Definiciones utilizadas en Redes de Distribución

1.5.1. Capacidad

Es la potencia nominal que un equipo o sistema eléctrico tiene para entregar. En los datos de placa de los diferentes aparatos del sistema se lee la capacidad por ejemplo:

- Generador de 70 MVA
- Transformador de 75 KVA

1.5.2. Carga instalada

Es la sumatoria de las potencias nominales de todos los aparatos y equipos que se encuentran conectados a un sistema eléctrico sea que estén en operación ó no, o que potencialmente puedan conectarse al sistema. Se expresa en KVA, KW. Esta carga conectada puede referirse a todo un sistema o parte de él.

1.5.3. Demanda

Es la cantidad de potencia que un consumidor utiliza de la red o del sistema en un intervalo de tiempo dado, llamado intervalo de demanda.

La demanda de un sistema o instalación también puede definirse como la carga medida en los terminales del receptor en un intervalo definido de tiempo. La demanda puede darse tanto en KVA, KVAR, KW, A o como porcentajes de la demanda máxima (Por Unidad).

1.5.4. Demanda promedio (DP)

Es el promedio de la demanda solicitada por el usuario durante un intervalo de tiempo dado. Se hace énfasis en la demanda promedio ya que las cargas instantáneas no son importantes puesto que se presentan durante períodos de tiempo muy cortos.

$$D_p = \frac{\text{Energía consumida en un intervalo de tiempo}}{\text{el intervalo de tiempo}}$$

1.5.5. Demanda máxima (DM_{máx.})

Es la máxima condición de carga que se presenta en un sistema o instalación durante un tiempo específico. La demanda máxima es expresada en unidades apropiadas dependiendo del tipo de carga, tales como KVA, KW, KVAR o A.

La demanda máxima es de gran interés, ya que representa las condiciones más severas de operación impuestas a un sistema desde el punto de vista térmico y de caídas de voltaje. Puede ser tomada como la demanda máxima instantánea, pero en la práctica se define también para la demanda máxima un intervalo de demanda. La mayoría de estos intervalos usados en medidores de demanda son 5, 15, 30, 60 minutos, sin embargo, también se puede definir cuál es la demanda máxima diaria, semanal, mensual o anual.

1.5.6. Curvas de carga

Están formadas por las demandas máximas que se presentan en un intervalo de tiempo dado, por ejemplo, si la curva de carga es diaria, se tomará las demandas máximas presentadas durante el día.

El análisis de estas curvas constituye una base para determinar las tendencias de la carga y permite seleccionar los equipos de transformación y protección. También se pueden obtener datos que indican el comportamiento propio de la carga y de ésta en relación con la capacidad instalada. Por ejemplo si el período tomado para la curva de carga es de un año, la demanda máxima será un dato importante para ser, por ejemplo, utilizado para la planeación del crecimiento y expansión de un sistema eléctrico.

A continuación se muestran algunas curvas de carga típicas. Cabe mencionar que los valores están expresados como un porcentaje de la demanda máxima (p.u.). La

importancia de estas curvas radica en que su forma determina el comportamiento eléctrico de las cargas residenciales, comerciales y de la pequeña industria.

FIGURA N° 1-1; CURVA DE CARGA SECTOR RESIDENCIAL.



FIGURA N° 1-2; CURVA DE CARGA SECTOR COMERCIAL.

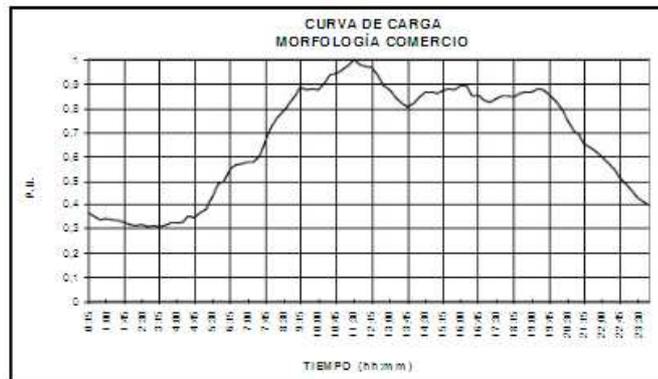


FIGURA N° 1-3; CURVA DE CARGA PEQUEÑA INDUSTRIA.

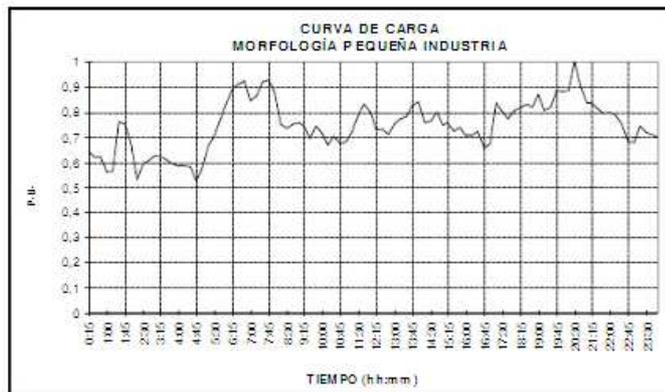
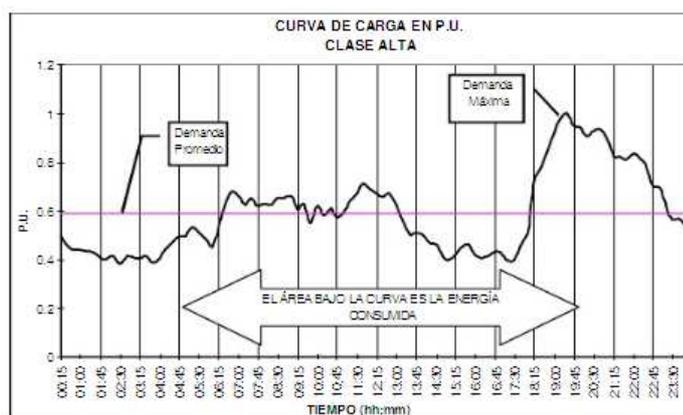


FIGURA N° 1-4; ELEMENTOS DE LA CURVA DE CARGA.



1.5.7. Factor de potencia ($\cos \phi$)

Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente. La incidencia más importante del factor de potencia se da en el porcentaje de pérdidas y en la regulación de voltaje por lo tanto en la calidad y economía del servicio de energía.

$$FP = \cos \phi = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}}$$

1.6. Descripción y Topología Actual de los Alimentadores Subterráneos que brindan servicio al centro de la ciudad de Ambato

Para el estudio de demanda de la red subterránea, se realizó una descripción de los alimentadores subterráneos que suministran energía eléctrica al centro de la ciudad de Ambato, primero se referenció en el “Proyecto de Red Subterránea de la ciudad de Ambato Media Tensión del 2008”, existente en el Departamento de Diseño y Construcción de la Empresa Eléctrica Ambato S.A., que se encuentra en el ANEXO 3.1, se encontró la información de cables instalados, voltajes primario, secundario, esquemas de barras y las salidas que contienen las cámaras de

transformación instaladas en el centro de la ciudad. En los datos mencionados se procedió a una revisión y actualización para luego puntualizar nuestro estudio en las potencias y ubicaciones de las cámaras de transformación en cada uno de los alimentadores.

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, los recorridos de los alimentadores dentro de la ciudad así como sus cámaras de transformación se encuentran en los ANEXO 3-2, ANEXO 3-3, ANEXO 3-4.

1.6.1. 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 el nivel de voltaje a las salidas es de 220/127V., y tiene una carga instalada de 5637,5 KVA.

1.6.1.1. Cámaras de transformación

El alimentador Avenida 12 de Noviembre, tiene cámaras de transformación ubicadas en el subsuelos de edificios, donde se dispone de centros de transformación en cámara subterránea, cámaras de transformación con transformadores trifásicos y cámaras de transformación con transformadores monofásicos, distribuidas en el área comprendida entre la Avenida 12 de Noviembre, calle Juan León Mera, Avenida Unidad Nacional y la calle Simón Bolívar del centro de la ciudad de Ambato.

En el ANEXO 3-7, se muestra la topología del Alimentador 12 de Noviembre (S/E Loreto).

1.6.2. 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 4770,5 KVA.

1.6.2.1. Cámaras de transformación

El alimentador Subterráneo 1, tiene cámaras de transformación ubicadas en el subsuelos de edificios, donde se dispone de centros de transformación en cámara subterránea, cámaras de transformación con transformadores trifásicos, cámaras de transformación con transformadores monofásicos y cámaras de transformación con banco de transformadores, distribuidas en el área comprendida entre las calles Espejo, Francisco Flor, Avenida Pedro Fermín Cevallos y la calle 13 de Abril del centro de la ciudad de Ambato.

En el ANEXO 3-8, se muestra la topología del Alimentador Subterráneo 1 (S/E Loreto).

1.6.3. Alimentador Salida 2

A continuación se describe el alimentador Salida 2, involucrado en la red subterránea del centro de la ciudad de Ambato, que parte de la subestación Atocha.

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 3272 KVA.

1.6.3.1. Cámaras de transformación

El alimentador Salida 2, tiene cámaras de transformación ubicadas en el subsuelos de edificios, 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 entre la Avenida Unidad Nacional, calles Francisco Flor, Simón Bolívar y Lizardo Ruiz del centro de la ciudad de Ambato.

En el ANEXO 3-9, se muestra la topología del Alimentador Salida 2 (S/E Atocha).

CAPÍTULO II

**PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN 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 1959, brinda servicios de generación (auto productor), distribución y comercialización de energía de energía eléctrica, cubriendo una amplia área de concesión, en la cual es notoria la presencia de la región Sierra y Oriente.

2.1.2. Área de concesión

Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., EEASA, está en la obligación de brindar el servicio de energía eléctrica en su área de concesión superior a los 40.805 Km² a sus 211.148 clientes distribuidos en las provincias de Tungurahua, Pastaza; Morona Santiago y Napo.

La prestación de ese 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 altamente peligrosos 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, estamos altamente comprometidos con la implantación de nuestro Sistema de Gestión de Calidad, con un enfoque en los procesos para lograr

simplicidad, agilidad y oportunidad en los trámites, tal como lo exige el trabajar bajo los estándares de la norma ISO 9001 - 2008.

En ese permanente esfuerzo de servir mejor, se inscribe la tercera edición del Instructivo de Servicio que al clarificar convenientemente los deberes y derechos de cada una de las partes, contribuirá a que el servicio de energía eléctrica se ajuste a la normativa vigente y se torne consecuentemente provechoso, tanto más cuanto, se incluye información que se orienta hacia el uso racional de la energía.

Aspiramos muy sinceramente cumplir con este cometido, por lo que apreciaremos en alto grado sus valiosos comentarios que permitan una mejor presentación del documento que, con mucha satisfacción y por tercera ocasión, ponemos en sus manos.

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, participativa, comprometida en el mejoramiento continuo.

- Disponer de un sistema eléctrico confiable, utilizando tecnología adecuada.
- Tener procesos automatizados e integrados.

2.1.6. Principales debilidades

- Imagen no muy buena del sector eléctrico, (mal administrador).
- Ausencia de inversión en empresas generadoras.
- Inadecuada infraestructura eléctrica en determinados sectores del área de concesión, (parcialidad).
- No disponer de una tarifa regulada que cubra los costos del servicio eléctrico.

2.1.7. Plan estratégico

En su Plan Estratégico EEASA 2007 – 2011, se contemplan varios objetivos:

- a. Objetivos Estratégicos Financieros:
 - Conseguir anualmente resultados positivos.
 - Disminuir los costos y gastos.
 - Disminuir el ciclo comercial.
 - Reducir pérdidas de energía.
- b. Objetivos Estratégicos de Clientes:
 - Mejorar continuamente la calidad del servicio técnico y comercial en el suministro de energía en el área de concesión de la Empresa.
 - Implementar planes de acercamiento y participación de la Empresa con la comunidad.
 - Fortalecer la imagen corporativa.
 - Minimizar el impacto ambiental generado por la actividad empresarial.
- c. Objetivos Estratégicos de Procesos:

- Mejorar los procesos institucionales.
 - Cumplir el marco regulatorio.
 - Optimizar la infraestructura empresarial.
- d. Objetivos Estratégicos de Capital Intangible:
- Impulsar permanentemente el cambio y la innovación.
 - Gestionar al personal bajo el enfoque de competencias.
 - Fortalecer la cultura empresarial.
 - Integrar los sistemas informáticos departamentales en uno solo institucional.

2.2. Análisis e Interpretación de Resultados

El desarrollo de este proyecto de investigación se realiza mediante una metodología fundamentada en una investigación de campo, investigación exploratoria, descriptiva y cuasi experimental; que emplea los métodos científico, inductivo-deductivo, científico dialectico, descriptivo, aliados con técnicas de recolección de información tales como: la entrevista, encuesta y la percepción, dirigidas a un universo específico. Inicialmente se propuso trabajar con un universo correspondiente a 68 familias pertenecientes a la Subestación Loreto, que se encuentra ubicado entre la calle Junín y Av. El rey, sector de la plaza de Carrizos, lugar que corresponde al área urbana de la ciudad de Ambato, que está totalmente con el servicio público de energía eléctrica, por medio de redes subterráneas y 5 Ingenieros de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. profesionales que tienen una relación de trabajo con las redes subterráneas; pero considerando obtener resultados más valederos, se ha determinado aplicar solamente 30 usuarios del centro de la ciudad de Ambato, ya que los usuarios son dueños de locales y negocios que abastecen bastante demanda y 3 Ingenieros de la Empresa Eléctrica Ambato S.A., quienes se hallan en contacto directo del desarrollo de la presente investigación.

2.2.1. Entrevista

Esta técnica fue realizada al Jefe del Departamento de Planificación, al Jefe de Redes Subterráneas, al Director del Departamento de Operación y Mantenimiento, mismo que permitió obtener información desde el punto de vista de la dirección técnica, para lo cual se plantearon ¿5? interrogantes.

2.2.1.1. Ficha de entrevista

1. ¿Ud., nos podría dar alguna opinión, acerca de cómo están operando actualmente los transformadores instalados en la red subterránea?
2. ¿Cree Ud. Que la reconfiguración de los circuitos de la red subterránea de medio voltaje mejorará la confiabilidad del sistema?
3. ¿Se da mantenimiento oportuno a la Red Subterránea para que a un futuro no colapse?
4. ¿Tiene Ud. Conocimiento de la tasa de crecimiento actual en cuanto a la demanda de potencia de los transformadores de la red subterránea?
5. ¿Cree Ud. que la inducción electromagnética que se produce en el transformador al aumentar su capacidad, afecte a la salud de los habitantes de ese sector?

2.2.1.2. Resultado

Esta entrevista fue realizada a los ingenieros eléctricos Jefes de los Departamentos Técnicos, 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.

Los centros de transformación instalados en red subterránea en el centro de la ciudad de Ambato de la E.E.A.S.A., hasta la presente fecha están operando sin problemas mayores cumpliendo sus expectativas, pero hay la posibilidad que en un futuro no muy lejano podría fallar uno de estos centros y no exista la posibilidad de ejecutar transferencias para tomar esa carga, por lo que es necesario dar alternativas de solución para evitar esa eventualidad.

Al tener una reconfiguración en los circuitos de la red subterránea de bajo voltaje se tendría menores posibilidades de fallas, ya que los sistemas subterráneos obedecen a la necesidad de uniformizar la calidad y al mismo tiempo simplificar la construcción de líneas y redes subterráneas conforme a un criterio técnico-económico, ya que por otra parte el incremento de las cargas es muy importante, porque se ve la necesidad de una modificación en las redes subterráneas.

La empresa mantiene revisiones periódicas de las redes subterráneas para el mantenimiento de todos los elementos del sistema, para prevenir alguna operación no adecuada y para que el sistema no colapse en algún momento.

2.2.2. Encuesta

Mediante esta técnica de recopilación de datos, se han formulado preguntas que permitieron obtener con mayor certeza información en beneficio de la ejecución de este proyecto, para ello se ha planteado 10 interrogantes estrechamente ligadas al proyecto.

2.2.2.1. Población

Esta técnica se aplicó, únicamente a los usuarios dueños de locales y negocios pertenecientes al centro de la ciudad de Ambato, correspondiendo a 30 casos, esta decisión se debe a que los usuarios por motivo de sus negocios abastecen bastante demanda, esto permitió obtener resultados más reales.

2.2.2.2. Análisis de los resultados por pregunta aplicada a clientes

1. ¿Usted se siente conforme con el servicio eléctrico que le brinda la E.E.A.S.A. mediante la Red Subterránea?

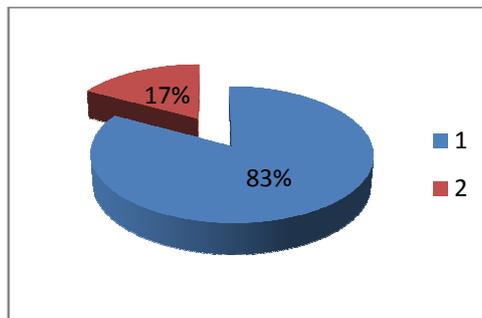
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.1
PREGUNTA # 1, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	SI	25	83
2	NO	5	17
	TOTAL	30	100

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

GRAFICO #2.1
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #1



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

Análisis e interpretación

Con respecto a esta pregunta el 83 % de los usuarios manifiesta que si están conformes con el servicio eléctrico que le brinda la Empresa Eléctrica Ambato S.A , ya que no existe múltiples interrupciones de energía eléctrica, mientras el 17 % de los usuarios dan una opinión contraria con respecto a los cortes que podrían ocasionar daños en sus equipos de trabajo.

2. ¿Ha mejorado la estética del centro de la ciudad con la construcción de la Red Subterránea?

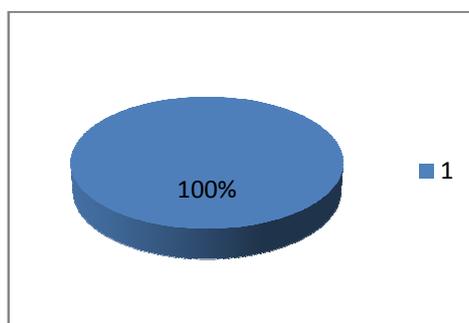
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.2
PREGUNTA # 2, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	SI	30	100
2	NO	0	0
TOTAL		30	100

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

GRAFICO #2.2
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #2



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

Análisis e interpretación

Esta pregunta fundamentada en cuanto a la estética de la ciudad tiene una aceptación del 100 % de los encuestados ya que la construcción de la red subterránea ha sido una buena alternativa optada por parte de la empresa eléctrica Ambato mejorando la imagen urbana de la ciudad.

3. ¿Se ha marcado una diferencia entre instalaciones eléctricas aéreas anteriores, con las instalaciones subterráneas actuales?

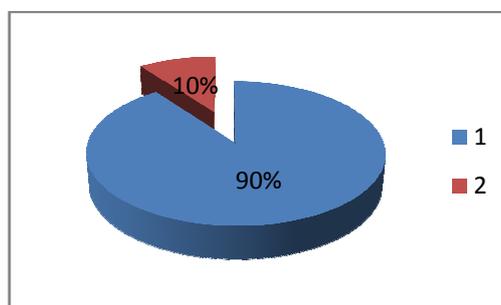
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.3
PREGUNTA # 3, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	SI	27	90
2	NO	3	10
	TOTAL	30	100

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

GRAFICO #2.3
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #3



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

Análisis e interpretación

Esta pregunta referida a la estructura de las instalaciones aéreas - subterráneas el 90 % de los usuarios están conformes con la red subterránea ya que se ha reducido el peligro de electrocución al momento de adecuar construcciones arquitectónicas mientras que el 10 % dan su opinión que los transformadores de gran capacidad ocasionan ruido perturbador.

4. ¿Para usted ha mejorado el servicio eléctrico mediante la Red Subterránea?

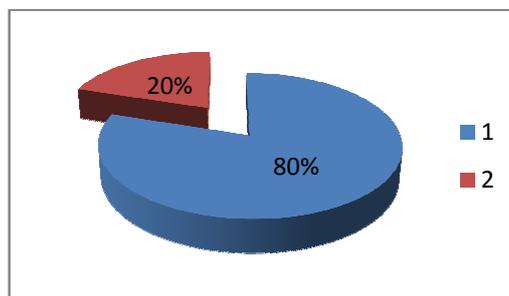
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.4
PREGUNTA # 4, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	SI	24	80
2	NO	6	20
	TOTAL	30	100

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

GRAFICO #2.4
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #4



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

Análisis e interpretación

En lo que concierne a esta pregunta el 80 % de los ciudadanos opinan que el servicio eléctrico a mejorado en cuanto a la calidad de energía eléctrica ya que no existe sobre voltajes altos que causarían danos a sus electrodomésticos que ellos utilizan ya sea para su uso personal como para su negocio y el 20 % no está conforme con el servicio eléctrico ya que dicen que se ha aumentado el pago en sus panillas mensuales.

5. ¿Con la construcción de la Red Subterránea se ha reducido los riesgos y peligros de electrocución?

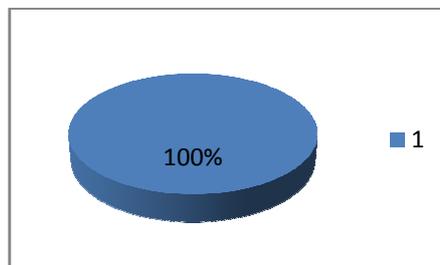
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.5
PREGUNTA # 5, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	SI	30	100
2	NO	0	0
	TOTAL	30	100

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

GRAFICO #2.5
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #5



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

Análisis e interpretación

Esta interrogante en su totalidad refleja el 100 % de aceptación, ya que los usuarios opinan que la construcción de la Red Subterránea si ha reducido riesgos y peligros para las personas que viven en el centro de la ciudad y de posibles accidentes de electrocución.

6. ¿Cómo califica el servicio eléctrico subterráneo que actualmente le proporciona la E.E.A.S.A.?

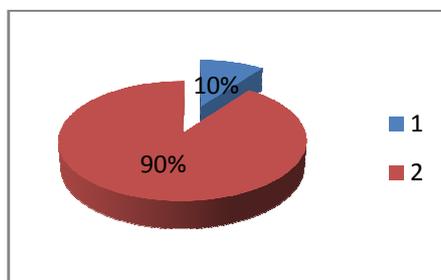
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.6
PREGUNTA # 6, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	MUY MALO	0	0
2	MALO	0	0
3	REGULAR	3	10
4	BUENO	27	90
	TOTAL	30	100

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

GRAFICO #2.6
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #6



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

Análisis e interpretación

En esta pregunta casi en su totalidad de los encuestados ósea el 90 % muestra un nivel de calificación bueno sobre el servicio eléctrico que brinda la E.E.A.S.A. lo que significa que están satisfechos y en el caso regular ósea el 10 % optaron que se encuentran conformes.

7. Cuando se producen cortes del servicio, programados por la E.E.A.S.A. para dar mantenimiento a la Red Subterránea; usted tiene previo conocimiento de esto:

Los resultados obtenidos, son los siguientes:

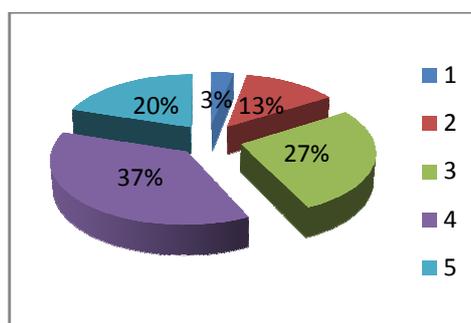
CUADRO 2.7
PREGUNTA # 7, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	NUNCA	1	3
2	CASI NUNCA	4	13
3	A VECES	8	27
4	CASI SIEMPRE	11	37
5	SIEMPRE	6	20
	TOTAL	30	100

FUENTE: TÉCNICA DE ENCUESTA, CLIENTES COMERCIALES.

ELABORADO POR: POSTULANTES.

GRAFICO #2.7
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #7



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

Análisis e interpretación

Esta pregunta se encaminó a saber si los usuarios tienen conocimiento previo a los cortes de servicio en donde los resultados muestran que casi siempre son notificados a los usuarios por diferentes medios de comunicación con un 37 % de aceptación, mientras que el 43 % considerará conocer los cortes en un rango de a veces a nunca y tan solo el 20 % admite conocer dichos cortes, lo que provee la falta de difusión en los medios.

8. Considera que los cortes imprevistos en el servicio de energía eléctrica de la red subterránea son:

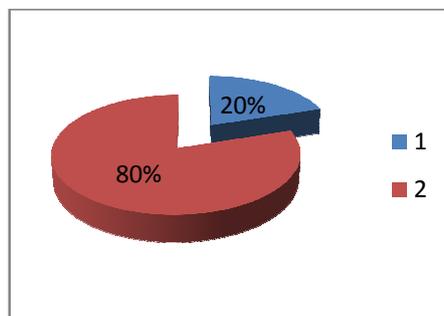
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.8
PREGUNTA # 6, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	MUY FRECUENTES	0	0
2	FRECUENTES	0	0
3	POCO FRECUENTES	6	20
4	MUY POCO FRECUENTES	24	80
	TOTAL	30	100

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

GRAFICO #2.8
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #6



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

Análisis e interpretación

En la siguiente pregunta podemos notar la opinión de los usuarios, donde el 80% considera que son muy pocos los cortes imprevistos del servicio eléctrico, de lo cual comentan que no les ha causado algún daño material o alguna molestia, en cambio el 20 % asegura que a pesar que suspendan la energía eléctrica con tan solo una vez, si les causa molestias ya que nos dieron a conocer que tienen artefactos domésticos que utilizan en sus negocios y a falta de energía eléctrica se ven perjudicados económicamente.

9. ¿Recibe de parte de la E.E.A.S.A. información sobre sus derechos y obligaciones como consumidor?

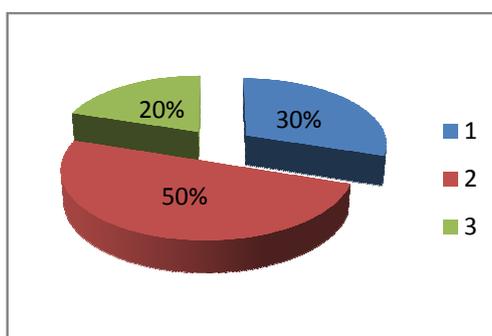
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.9
PREGUNTA # 7, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	NUNCA	0	0
2	CASI NUNCA	9	30
3	A VECES	15	50
4	CASI SIEMPRE	6	20
5	SIEMPRE	0	0
	TOTAL	30	100

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

GRAFICO #2.9
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #7



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

Análisis e interpretación

De acuerdo a la pregunta planteada los usuarios nos han hecho conocer sus inquietudes ya que un 50 % asegura que solo a veces se les informa de sus derechos y obligaciones como consumidor, de lo cual ameritan haya más comunicación por parte de la E.E.A.S.A. hacia sus usuarios, por otro lado un 30 %

dice que casi nunca son informados de donde aducen que no saben mucho del tema, y un 20 % dice que casi siempre son informados aunque declaran que aún les falta saber más sobre ello.

10. ¿Considera que es un verdadero acierto que la Empresa Eléctrica Ambato S.A. haya construido Red Subterránea?

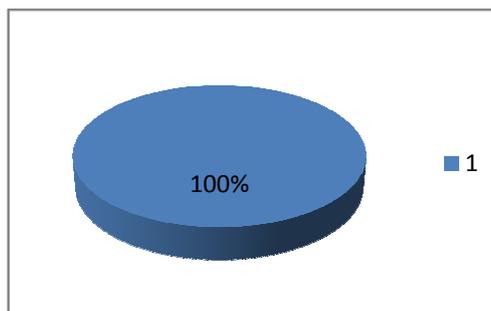
Los resultados obtenidos, son los siguientes:

CUADRO 2.10
PREGUNTA # 8, VALORACIÓN DE OPCIONES.

Nº	OPCIÓN	VALOR	%
1	SI	30	100
2	NO	0	0
TOTAL		30	100

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

GRAFICO #2.10
OPCIONES DE PORCENTAJE, PREGUNTA #8



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

Análisis e interpretación

En esta pregunta se obtuvo un 100 % de aprobación ya que las personas aducen que la construcción de las redes subterráneas ha sido un gran beneficio para la ciudad de Ambato, ya que ha mejorado en su infraestructura geográfica y ha beneficiado a las personas con un mejor servicio eléctrico.

2.3. Verificación de la Hipótesis

Partiendo de la hipótesis planteada para realizar este proyecto, se puede, una vez interpretadas y analizados los resultados obtenidos a través de las técnicas de investigación, se muestra un gran interés e importancia que tiene la cargabilidad de los transformadores, determinar que la interrogante:

“El análisis de cargabilidad de los transformadores de distribución de la red subterránea del centro de la ciudad de Ambato permitirá mejorar la eficiencia de operatividad de los transformadores en la red subterránea”

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

CAPÍTULO III
PROPUESTA

3. ANÁLISIS DE CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA QUE PERTENECEN A LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A. (E.E.A.S.A.) EN EL CASCO CENTRAL DE LA CIUDAD DE AMBATO

3.1. Presentación

Al ser el centro de la ciudad de Ambato eminentemente comercial, a finales del año 2000 la Empresa Eléctrica Ambato inicia la construcción de la red subterránea y en el año 2008 la concluye, con la finalidad de dar mayor confiabilidad y seguridad a quienes habitan en este sector.

El contenido analítico se sujeta específicamente al análisis de cargabilidad de demanda de los transformadores de distribución subterránea del casco central de la ciudad de Ambato pertenecientes a la E.E.A.S.A.

Para el análisis se realizó la topología de la red en medio voltaje, actualización de datos de las redes de medio voltaje, toma de datos de los totalizadores de las 38 cámaras de transformación pertenecientes a la E.E.A.S.A. en las fechas Diciembre 2010 – Enero 2011, cuantificación de información, análisis en el programa Cymdist, obtención de reportes del análisis, y alternativas de soluciones al presente estudio.

Para realizar el proceso descrito, se emplearon guías de diseño de la E.E.A.S.A., normas establecidas y aprobadas por el sector eléctrico, ampliamente aplicadas para el estudio de demanda de cargabilidad de los transformadores en la red subterránea de los alimentadores 12 de noviembre, subterráneo 1 pertenecientes a

la S/E Loreto y el alimentador Salida 2 perteneciente a la S/E Atocha, lo que ayuda a la obtención de los resultados deseados.

3.2. Justificación

La realización del presente proyecto se hizo, por motivo de la escasa información que se dispone de las cámaras de transformación y por la necesidad que tiene la E.E.A.S.A, en tener datos reales de demanda de los transformadores de distribución, para así tomar medidas de mejoramiento técnico en los próximos 10 años.

Por ende a través de los fichas de encuesta y entrevista, el proyecto recoge todas las inquietudes de los clientes y de los Ingenieros del Departamento Diseño y Construcción y el Departamento de Planificación, mismo que permitió obtener información sobre los transformadores instalados en la red subterránea en el casco central de la ciudad de Ambato.

3.3. Objetivos

3.3.1. General

Analizar la 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, en base a la demanda tomada de los totalizadores instalados en las 38 cámaras de transformación, para tomar correcciones preventivas a corto y largo plazo de los transformadores.

3.3.2. Específicos

- Proporcionar datos actuales de los transformadores de distribución de la red subterránea del casco central de la ciudad de Ambato, de la E.E.A.S.A.
- Diagnosticar el estado de los transformadores de distribución subterránea de la E.E.A.S.A., en base a la demanda registrada.
- Plantear alternativas y medidas de mejoramiento para la operatividad de los transformadores de distribución en la red subterránea del casco central de la ciudad de Ambato, de la E.E.A.S.A.

3.4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.4.1 Registro de Datos de los Totalizadores de las Cámaras Subterráneas

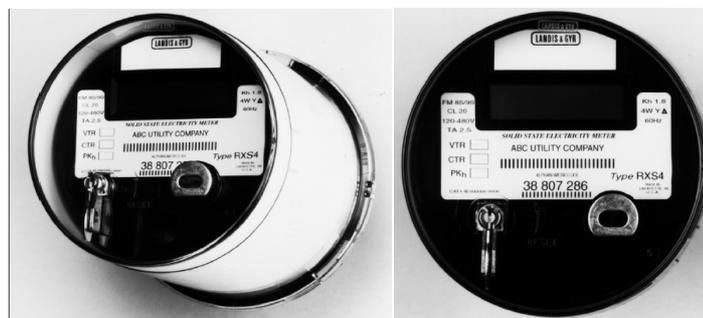
Esta información se lo adquirió de los medidores que están actualmente instalados en las 38 cámaras de transformación que es motivo de nuestro estudio, estos medidores son capaces de registrar la demanda en los terminales de bajo voltaje del transformador, a continuación se describe que funciones realiza el Medidor de Estado Sólido S4 Landis+Gyr.

3.4.1.1. Medidor de Estado Solido S4Landis+Gyr

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 y tiene 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.
- Posee compatibilidad con una variedad de tarjetas de comunicación incluyendo un módem interno, una tarjeta RS232, o una tarjeta de relés de entrada/salida.
- 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.

GRAFICO N°3-1; MEDIDOR DE ESTADO SÓLIDO LANDIS+GYR.



3.4.1.2. Cuantificación de la Información registrada en los Totalizadores

Los datos que se obtuvo de cada una de las 38 cámaras de transformación subterránea fueron de corrientes, voltajes, KWh, KVARh, KVAhrms, registradas en su propio lenguaje en donde se las exporto al programa Microsoft Excel, para realizar de una forma rápida los cálculos pertinentes.

CUADRO N°3-1; REPORTE DE DATOS

1	Device ID	092860768 CT-201698																
2	Serial Num	92860768																
3	Kh	1,8																
4	Interval Leng	15																
5	Transformer	160																
6	Transformer False																	
7	Meter Multi	1																
8	Meter Multi False																	
9	CT	1																
10	CT Applied	False																
11	PT	1																
12	PT Applied	False																
13	Sag Threshold	90%																
14	Swell Thresh	110%																
15	Daylight Tim	False																
16	Pulse Values	False																
17																		
18	History Log:																	
19	Event	Event Time	Initiation															
20																		
21	Time	Status	Ia	Ib	Ic	Va	Vb	Vc	Va Sag	Vb Sag	Vc Sag	Va Swell	Vb Swell	Vc Swell	kWh	KVARh	forw	kVAH rms
22	40518.3229		1,154747	1,105586	1,105586	126,443665	126,87001	125,984123	0	0	0	0	0	0	0,09435	0,04365		0,10545
23	40518.3333		1,247269	1,154747	1,201898	126,333052	127,29493	126,364555	0	0	0	0	0	0	0,10365	0,04245		0,11325
24	40518.3438		1,333387	1,41427	1,333387	126,380379	126,712273	125,698051	0	0	0	0	0	0	0,12045	0,04125		0,1287
25	40518.3542		1,333387	1,247269	1,41427	125,936493	126,649124	125,379425	0	0	0	0	0	0	0,117	0,0429		0,126
26	40518.3646		1,41427	1,333387	1,453024	125,618469	126,069477	124,996002	0	0	0	0	0	0	0,1227	0,0444		0,13185
27	40518.375		1,633058	1,374424	1,374424	124,851913	125,21981	124,54718	0	0	0	0	0	0	0,12675	0,0426		0,13605
28	40518.3854		1,795127	1,490772	1,490772	124,69162	125,203835	124,53112	0	0	0	0	0	0	0,13875	0,0396		0,14715
29	40518.3958		1,943728	1,699741	1,527586	124,257797	124,77179	124,257797	0	0	0	0	0	0	0,15105	0,05025		0,16215
30	40518.4063		1,795127	1,699741	1,666733	124,835892	125,158899	124,707657	0	0	0	0	0	0	0,1518	0,04515		0,1605
31	40518.4167		2,027669	1,795127	1,73212	125,331558	125,77758	125,283676	0	0	0	0	0	0	0,1644	0,04515		0,1737
32	40518.4271		2,160333	1,885694	1,763905	124,883949	125,411324	124,963997	0	0	0	0	0	0	0,1707	0,0498		0,1812

Una vez transportado los datos a Excel de las cámaras de transformación se procedió a filtrar los valores de corrientes, voltajes, KWh, KVARh, KVAhrms, tomados del totalizador, en donde se referenció 30 días equivalentes a un mes para expresar la potencia activa, reactiva y aparente con fórmulas y cálculos pertinentes. (VER CUADRO N° 3-2). Esto se realizó a las 38 cámaras de transformación donde se encuentran instalados los totalizadores pertenecientes a la EEASA. (VER CUADROS N° 3-4, N° 3-5, N° 3-6).

CUADRO N° 3-2; ANÁLISIS DE REPORTES DE DATOS

1	Time	Ia	Ib	Ic	Va	Vb	Vc	kWh	kVArh	kVAh rms	FP	Ia2	Ib2	Ic2	kWh (real)	kVArh forw	kVAh rms (FP)	Q (KVAR)
2	18/12/2010	1.86	1.97	1.86	125.46	125.97	125.00	0.17	0.04	0.18	0.97	296.96	315.54	296.96	27.38	7.18	28.66	
3	18/12/2010	1.94	1.91	1.83	125.28	126.00	125.09	0.17	0.04	0.18	0.97	311.00	306.39	292.13	27.36	6.91	28.51	
4	18/12/2010	1.94	1.83	1.83	125.35	126.38	125.27	0.17	0.04	0.18	0.97	311.00	292.13	292.13	26.93	6.60	28.03	
5	18/12/2010	1.94	1.94	1.86	125.38	126.11	125.17	0.17	0.05	0.18	0.97	311.00	311.00	296.96	27.72	7.25	28.90	
6	18/12/2010	1.97	1.83	2.08	125.20	126.05	124.71	0.18	0.04	0.18	0.97	315.54	292.13	333.08	28.25	7.13	29.47	
7	18/12/2010	2.05	2.00	2.00	125.25	126.06	124.95	0.18	0.04	0.19	0.98	328.78	320.01	320.01	29.33	6.53	30.31	
8	18/12/2010	2.13	2.13	2.05	125.24	126.11	125.16	0.19	0.04	0.20	0.98	341.51	341.51	328.78	30.58	6.79	31.58	
9	18/12/2010	1.94	1.89	2.03	124.63	125.67	124.47	0.18	0.04	0.18	0.97	311.00	301.71	324.43	28.27	6.55	29.30	
10	18/12/2010	2.03	1.97	1.91	124.03	125.27	124.19	0.18	0.04	0.18	0.98	324.43	315.54	306.39	28.51	6.24	29.47	
11	18/12/2010	1.97	1.83	1.91	124.16	125.44	124.31	0.17	0.04	0.18	0.98	315.54	292.13	306.39	27.60	6.26	28.56	
12	18/12/2010	2.03	1.94	2.05	124.03	125.33	124.15	0.18	0.04	0.19	0.98	324.43	311.00	328.78	28.82	6.48	29.83	
13	18/12/2010	2.29	2.26	2.40	123.94	125.08	123.94	0.21	0.04	0.22	0.99	365.65	361.74	384.61	33.77	5.88	34.56	
14	18/12/2010	2.45	2.40	2.67	123.29	124.42	123.29	0.23	0.03	0.23	0.99	391.93	384.61	426.68	36.43	4.97	37.13	
15	18/12/2010	2.52	2.47	2.62	122.83	124.15	122.75	0.23	0.03	0.23	0.99	402.67	395.55	419.96	36.74	5.11	37.42	
16	18/12/2010	2.52	2.26	2.43	123.13	124.53	123.27	0.22	0.03	0.22	0.99	402.67	361.74	388.29	34.98	4.70	35.62	
17	18/12/2010	2.54	2.19	2.36	123.03	124.64	123.30	0.21	0.03	0.22	0.99	406.19	349.74	377.14	34.27	5.02	34.99	
18	18/12/2010	2.40	2.11	2.29	122.98	124.53	123.40	0.21	0.03	0.21	0.99	384.61	337.32	365.65	32.90	5.40	33.67	
19	18/12/2010	2.36	2.08	2.26	123.24	124.64	123.58	0.20	0.03	0.21	0.99	377.14	333.08	361.74	32.33	5.30	33.07	
20	18/12/2010	2.36	1.94	2.29	123.40	124.90	123.71	0.20	0.03	0.20	0.99	377.14	311.00	365.65	31.87	5.54	32.76	
21	18/12/2010	2.38	1.94	2.21	123.68	125.08	123.84	0.20	0.03	0.20	0.99	380.89	311.00	353.79	31.66	5.30	32.47	
22	18/12/2010	2.26	1.89	2.24	123.50	124.88	123.64	0.19	0.03	0.20	0.99	361.74	301.71	357.79	30.89	5.16	31.68	
23	18/12/2010	2.26	1.89	2.19	123.73	125.08	124.06	0.19	0.03	0.20	0.99	361.74	301.71	349.74	30.60	4.68	31.34	
24	18/12/2010	2.13	1.80	2.13	124.18	125.43	124.35	0.18	0.03	0.19	0.99	341.51	287.22	341.51	29.52	5.06	30.29	
25	18/12/2010	2.16	1.80	2.11	124.43	125.62	124.48	0.19	0.03	0.19	0.99	345.65	287.22	337.32	29.62	4.68	30.36	
26	18/12/2010	2.11	1.76	2.13	124.90	126.02	124.80	0.18	0.03	0.19	0.98	337.32	282.22	341.51	29.04	5.21	29.93	
27	18/12/2010	2.03	1.67	2.05	125.19	126.35	125.11	0.17	0.03	0.18	0.98	324.43	266.68	328.78	27.94	5.21	28.85	
28	18/12/2010	1.89	1.67	1.94	125.46	126.48	125.35	0.17	0.03	0.17	0.98	301.71	266.68	311.00	26.76	4.87	27.53	
29	18/12/2010	1.91	1.67	1.94	124.87	125.71	124.61	0.17	0.03	0.17	0.98	306.39	266.68	311.00	26.86	4.80	27.67	
30	18/12/2010	1.76	1.60	1.80	125.01	125.70	124.60	0.16	0.03	0.16	0.98	282.22	255.79	282.22	25.10	4.51	25.85	
31	18/12/2010	1.80	1.56	1.76	125.09	125.79	124.64	0.15	0.03	0.16	0.98	287.22	250.17	282.22	24.67	5.33	25.56	
32	18/12/2010	1.73	1.49	1.63	125.22	125.92	124.77	0.15	0.03	0.15	0.98	277.14	238.52	261.29	23.64	4.61	24.41	

3.4.1.3. Curvas de Carga de los 38 Transformadores en Estudio

La potencia máxima medida en cada uno de los transformadores se la obtuvo de la curva y cuyos resultados se indican en el (ANEXO 3-1)

3.4.1.4. Esquema de cada cámara con los datos obtenidos puntuales en demanda máxima, media y mínima

Esta información se obtuvo de las lecturas obtenidas de los medidores ubicados en las 38 cámaras de transformación subterráneas, con la ayuda del Software Landis+Gyr.

A continuación se expresa los siguientes cuadros:

CUADRO N° 3-3; DATOS DE LAS 38 CÁMARAS DE TRANSFORMACIÓN

C/T Parque 12 de Noviembre			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	200,54	43,20	0,99
Media	97,02	26,80	0,96
Mínima	38,02	14,59	0,82

C/T Mercado Artesanal 1			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	222,48	44,21	1,00
Media	101,55	24,88	0,96
Mínima	39,46	10,37	0,83

C/T Banco de Fomento			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	67,97	9,02	1,00
Media	28,46	4,40	0,97
Mínima	11,57	0,34	0,92

C/T Sindicato de Choferes			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	138,34	25,34	1,00
Media	67,72	14,06	0,96
Mínima	28,32	0,48	0,84

C/T Teófilo López			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	150,70	29,16	1,00
Media	61,94	17,70	0,90
Mínima	16,85	7,49	0,73

C/T Edificio La Delicia			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	52,98	20,58	0,99
Media	27,34	10,73	0,91
Mínima	11,40	5,28	0,78

C/T Mercado Modelo 2			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	180,02	26,06	1,00
Media	81,40	14,09	0,97
Mínima	21,79	0,86	0,87

	C/T Mera y Rocafuerte		
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	177,77	46,15	1,00
Media	80,55	22,55	0,94
Mínima	31,82	10,73	0,83

	C/T Escuela Carmen Barona		
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	261,36	40,90	1,00
Media	111,98	24,39	0,95
Mínima	35,28	10,22	0,82

	C/T Hotel San Ignacio		
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	169,73	27,65	1,00
Media	76,27	15,27	0,97
Mínima	28,42	2,40	0,84

	C/T Dirección de Educación		
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	179,62	28,70	1,00
Media	84,93	18,72	0,94
Mínima	28,61	7,49	0,81

	C/T Castillo y Cuenca		
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	106,92	21,17	1,00
Media	60,15	10,38	0,98
Mínima	24,41	2,09	0,93

	C/T Olmedo y Juan Benigno Vela		
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	63,78	22,68	0,99
Media	34,21	15,48	0,89
Mínima	14,64	6,78	0,74

	C/T Maldonado y Primera Imprenta		
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	128,35	20,74	1,00
Media	58,83	13,13	0,95
Mínima	21,22	2,88	0,80

C/T Medalla Milagrosa			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	149,18	28,13	1,00
Media	78,31	16,66	0,96
Mínima	33,22	4,13	0,85

C/T Colegio Luis A. Martínez			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	183,26	33,79	1,00
Media	86,15	16,33	0,97
Mínima	32,54	1,82	0,85

C/T 5 de Junio y Primera Imprenta			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	140,83	23,90	1,00
Media	60,89	13,99	0,95
Mínima	24,77	1,82	0,87

C/T Castillo y Olmedo (gradas)			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	111,31	28,58	0,99
Media	55,43	17,37	0,94
Mínima	24,05	9,79	0,83

C/T Castillo y 12 de Noviembre			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	145,63	56,93	0,97
Media	75,04	28,73	0,92
Mínima	30,82	16,80	0,83

C/T Esc. Las Marianitas			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	148,61	15,36	1,00
Media	67,60	7,40	0,99
Mínima	21,60	0,10	0,93

C/T Parque Montalvo			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	245,47	21,89	1,00
Media	94,47	9,86	0,97
Mínima	25,73	1,34	0,88

C/T Francisco Flor y Bolívar			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	126,62	50,02	0,96
Media	64,71	32,54	0,88
Mínima	30,43	18,43	0,75

C/T Edif. Asoc. Empleados			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	282,10	37,01	1,00
Media	128,85	22,55	0,97
Mínima	42,48	10,08	0,88

C/T Mercado Modelo 1			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	197,38	45,41	1,00
Media	99,68	23,44	0,95
Mínima	37,73	5,86	0,81

C/T Parque Cevallos			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	310,68	60,12	0,99
Media	134,71	35,28	0,94
Mínima	35,52	15,36	0,81

C/T Plaza Urbina			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	55,26	14,52	1,00
Media	29,82	6,05	0,97
Mínima	13,56	0,12	0,88

C/T 12 de Noviembre y Espejo (E.E.A.S.A.)			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	140,72	38,46	1,00
Media	77,38	9,71	0,99
Mínima	3,36	0,84	0,86

C/T Esc. Teresa Flor			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	181,15	36,65	0,99
Media	95,11	23,65	0,96
Mínima	39,53	13,32	0,87

C/T Ex - Banco Central			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	115,10	5,47	1,00
Media	64,72	0,59	1,00
Mínima	13,25	0,01	1,00

C/T Maldonado y Darquea			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	59,52	17,58	0,99
Media	26,14	8,50	0,94
Mínima	10,14	2,76	0,85

C/T Darquea y 5 de Junio			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	135,43	44,14	0,99
Media	68,35	25,13	0,92
Mínima	24,19	11,95	0,80

C/T Mercado Artesanal 2			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	172,58	26,21	1,00
Media	65,62	9,60	0,99
Mínima	14,33	0,07	0,95

C/T Tomás Sevilla y Simón Bolívar			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	127,30	40,10	0,97
Media	56,96	24,80	0,89
Mínima	21,38	15,26	0,74

C/T Obispo Iturralde y Araujo			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	95,98	45,65	0,98
Media	52,58	21,89	0,92
Mínima	21,74	11,23	0,81

C/T Bolívar y Castillo (Andinatel)			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	129,46	18,86	1,00
Media	63,04	9,90	0,98
Mínima	33,84	3,46	0,97

C/T Maldonado y Bolívar			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	93,24	35,50	0,98
Media	48,40	19,84	0,91
Mínima	20,59	11,45	0,82

C/T Bolívar y Manuela Cañizares			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	72,94	29,02	0,96
Media	34,04	17,62	0,87
Mínima	14,33	9,86	0,72

C/T Rocafuerte y Vargas Torres			
Demanda	P (KW)	Q (KVAR)	FP
Máxima	90,96	35,40	0,97
Media	48,06	20,81	0,91
Mínima	21,96	12,66	0,80

3.4.1.5. Cámaras de Transformación pertenecientes a la E.E.A.S.A.

En los siguientes cuadros se describen los alimentadores con sus respectivas cámaras de transformación y potencia instalada que fueron tomadas en cuenta para obtener los registros de datos de demanda.

CUADRO N° 3-4; C/T DEL ALIMENTADOR 12 DE NOVIEMBRE (S/E LORETO).

ÍTEM	DIRECCIÓN	Potencia Instalada (KVA)
1	Mera y 12 de Noviembre (Parque 12 de Noviembre)	300
2	Castillo y Cevallos (Escuela Carmen Barona)	400
3	Olmedo y Juan Benigno Vela	160
4	Cevallos y Quito (Colegio Luis A. Martínez)	300
5	Castillo y Olmedo (gradas)	200
6	Castillo y 12 de Noviembre	250
7	Cevallos y Mera (Edif. Aso. Empleados)	400
8	Sucre y Lalama (Parque Cevallos)	400
9	12 de Noviembre y Quito (Plaza Urbina)	250
10	12 de Noviembre y Espejo (E.E.A.S.A.)	160
11	Castillo y Sucre (Ex - Banco Central)	160

CUADRO N° 3-5; C/T DEL ALIMENTADOR SUBTERRÁNEA 1 (S/E LORETO).

ÍTEM	DIRECCIÓN	Potencia Instalada (KVA)
1	J.B.V. y Mariano Eguez (M. Artesanal 1)	400
2	Cevallos y Mariano Eguez (C.C. Teófilo López)	200
3	Cevallos y T. Sevilla (Mercado Modelo 2)	200
4	Maldonado y 12 de Noviembre (Hotel San Ignacio)	250
5	Maldonado y Primera Imprenta	250
6	5 de Junio y Primera Imprenta	250
7	Primera Imprenta y Ayllón (Esc. Las Marianitas)	250
8	T. Sevilla y J. B.V. (Mercado Modelo 1)	250
9	Vargas Torres y 12 de Noviembre (Esc. Teresa Flor)	200
10	Maldonado y Darquea	200
11	Darquea y 5 de Junio	250
12	J.B.V. y Mariano Eguez (M. Artesanal 2)	250
13	Tomas Sevilla y Simón Bolívar	250
14	Maldonado y Bolívar	250
15	Bolívar y Manuela Cañizares (Frente-Farmacia Los Andes)	250
16	Rocafuerte y Vargas Torres (Esc. J.B.V.)	200

CUADRO N° 3-6; C/T DEL ALIMENTADOR SALIDA 2 (S/E ATOCHA).

ÍTEM	DIRECCIÓN	Potencia Instalada (KVA)
1	Bolívar y Mera (Banco de Fomento)	112,5
2	Bolívar y Quito (Sindicato de Choferes)	300
3	Montalvo y Lizardo Ruiz (Edificio La Delicia)	160
4	Mera y Rocafuerte	200
5	Espejo y Bolívar (Dirección de Educación)	300
6	Castillo y Cuenca	200
7	Lalama y Rocafuerte (Medalla Milagrosa)	300
8	Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo)	300
9	Francisco Flor y Bolívar	250
10	Obispo Iturralde y Araujo	250
11	Bolívar y Castillo (Andinatel)	160

3.4.2. Estado Actual de los Transformadores de cada Cámara de Transformación

3.4.2.1. Cargabilidad

Para los cálculos de cargabilidad se utilizaron las siguientes ecuaciones que se indican a continuación:

- Factor de carga $F_C = \frac{D_P [KW]}{D_{M\acute{a}x} [KW]}$
- Capacidad instalada [KW] $C_i = fp * C_i [KVA]$
- Factor de capacidad de cámara $F_{CC} = \frac{D_P [KW]}{C_i [KW]}$
- Capacidad de reserva cámara $C_{RC} = C_i [KW] - D_{M\acute{a}x} [KW]$
- Energía diaria producida $E_{DP} = D_P [KW] * T [h]$
- Energía corresponde a la capacidad instalada x día $E_{Ci} = C_i [KW] * T [h]$
 - Factor de uso de la cámara de transformador $F_{UC} = 1$
 - Energía máxima a producirse $E_{M\acute{a}xp} = \frac{E_{DP} [KW]}{F_{UC}}$

Donde:

D_P	=	Demanda producida	[KW]
$D_{M\acute{a}x}$	=	Capacidad instalada	[KW]
f_p	=	Factor de potencia	
C_i	=	Capacidad instalada	[KVA]
T	=	Tiempo	[h]

Para el cálculo de cargabilidad ver en el (ANEXO 3-2)

3.4.3. Simulación de los Alimentadores en el Programa Cymdist

Al tener los datos suficientes de información de los alimentadores que brindan servicio a la parte céntrica de Ambato, se procedió a hacer un análisis en el programa Cymdist, para verificar el estado actual de la caída de voltaje, corrientes y la capacidad nominal del conductor de los alimentadores de la red subterránea.

En la actualidad se necesitan herramientas tecnológicas para optimizar recursos y tiempo. La E.E.A.S.A adquirió la actualización del programa informático especializado Cyme, correspondiente al módulo Cymdist versión 5.02, que tiene capacidades analíticas para el sistema de distribución (VER GRÁFICO N° 3-2).

3.4.3.1. Descripción del Programa Cymdist

CYMDIST simula redes de distribución de energía eléctrica, facilitando así etapas de planificación diseño y operación. Permite calcular caídas de voltaje, flujos de carga y corrientes de cortocircuitos en sistemas radiales en régimen equilibrado y desequilibrado.

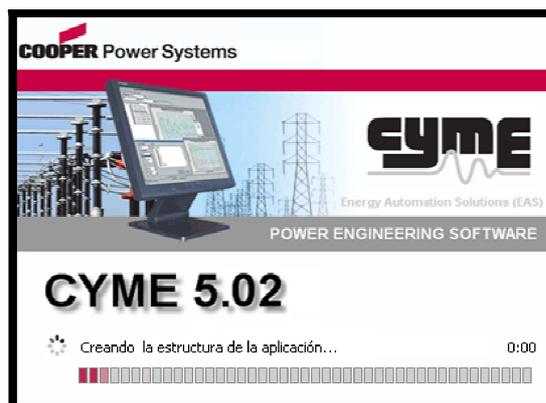
CYMDIST se emplea en este estudio para modelar el sistema de distribución primaria y redes de distribución secundaria; que determina el valor de pérdidas resistivas en red a demanda máxima para su respectiva evaluación.

La interfaz gráfica CYMView permite importar y exportar información geográfica en formato DXF de Autocad, que facilita el ingreso del diagrama unifilar de la red y definir los parámetros de sus componentes.

Toda la información empleada por este programa, así como sus resultados se guardan en bases de datos, lo cual permite su procesamiento posterior. También importa/exporta información de redes en formato ACCESS u otro administrador de base de datos, como ORACLE, SQL-SERVER, etc.

La modelación consiste en ingresar el alimentador en forma de tramos, donde se puede agregar o quitar las cargas y equipos a los que conectan en extremo de fuente o en el extremo de carga. A continuación se indica el procedimiento para el análisis de flujo de carga.

GRAFICO N° 3-2; PROGRAMA COMPUTACIONAL CYMDIST.



3.4.3.2. Recopilación de Información

Los primeros pasos a realizarse para el análisis en el programa Cymdist, se procedió a identificar las capacidades de carga instalada y demanda real de las cámaras de transformación, las características del cable utilizado, las subestaciones y los alimentadores de los cuales conforman.

3.4.3.3. Topología de la Red

Para trazar la ruta de los circuitos de medio voltaje en el software, se necesita un mapa georeferenciado con las rutas de las canalizaciones de la red de medio voltaje.

En el Departamento de Diseño y Construcción se obtuvo un plano digital que se exportó al software para tener una referencia en el trazado de la ruta de los circuitos.

Sabiendo que los alimentadores Avenida 12 de Noviembre, Subterráneo 1 y Salida 2 provenientes los primeros de la subestación Loreto, y el último, de la subestación Atocha, los cuales alimentan al centro de la ciudad de Ambato con un voltaje nominal de 13.8 KV, se procedió a dibujar cada alimentador por separado con todas sus características en el programa.

GRÁFICO N° 3-3; INGRESO DE LA RED MEDIOVOLTAJE EN EL CYMDIST (ALIMENTADOR SALIDA 2)

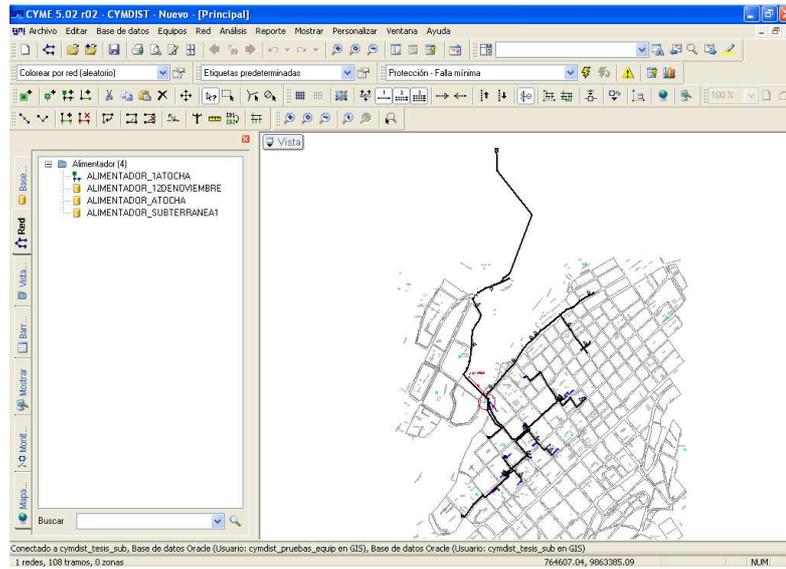


GRÁFICO N° 3-4; INGRESO DE LA RED MEDIO VOLTAJE EN EL CYMDIST (ALIMENTADOR SUBTERRÁNEA 1)

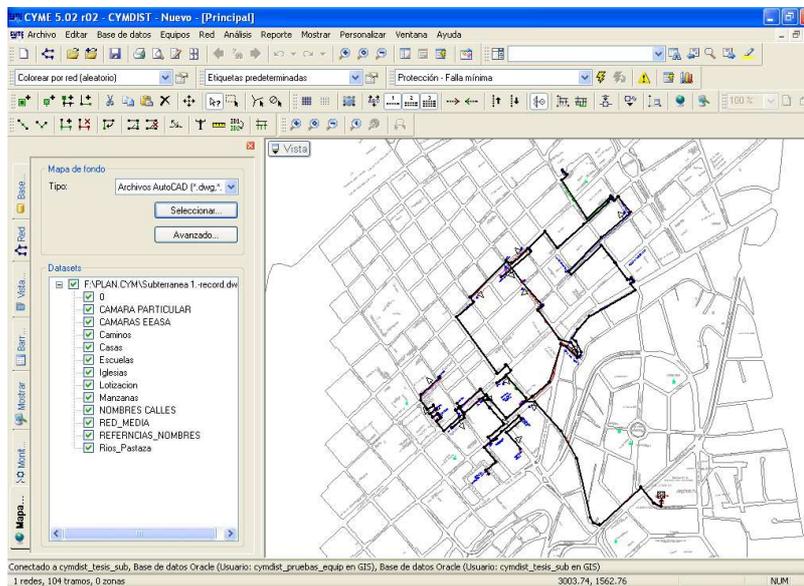
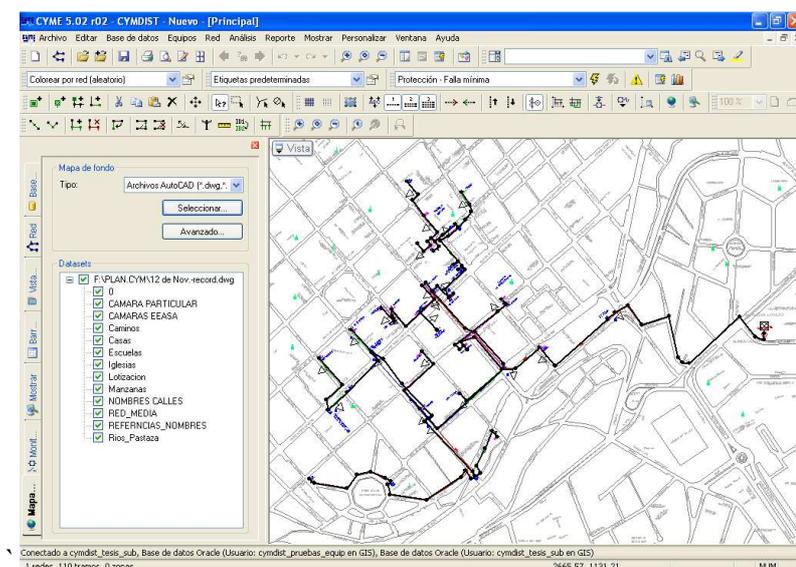


GRÁFICO N° 3-5; INGRESO DE LA RED MEDIO VOLTAJE EN EL CYMDIST (ALIMENTADOR 12 DE NOVIEMBRE)



3.4.3.4. Migración de datos al Cymdist

3.4.3.4.1. Conductores y Cables

Para el ingreso de los cables en la modelación digital, se necesitó crear una base de datos en el Cymdist, donde se especifican con las características técnicas, eléctricas y de operación.

A continuación se representa una descripción de la información solicitada por el Cymdist acerca del conductor y del cable:

GRÁFICO N° 3-6; INGRESO DE DATOS DEL CONDUCTOR EN EL CYMDIST

	R + j X Ohmios/km		B uS/km
Z1:	0.146	0.4046	4.1147
Z0:	0.4416	1.1781	1.9594

3.4.3.4.2. Transformadores de distribución

En el transformador se debe especificar la carga conectada, el Cymdist tiene varias opciones para especificar la carga: la potencia instalada, número de clientes y/o la energía facturada.

Se optó por ingresar la demanda real del transformador, ya que dicho valor refleja el comportamiento real de la red; por tanto, se ingresaron los datos de demanda registrados por los medidores céntricos de los transformadores pertenecientes a la E.E.A.S.A.

GRÁFICO N° 3-7; INGRESO DATOS DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

3.4.3.5. Análisis de los Alimentadores de la Red Subterránea en el Programa Cymdist

Una vez ingresados todos los valores se procedió a la simulación de la red, en el cual se lo expresa a continuación.

3.4.3.5.1. Alimentador Salida 2 (S/E ATOCHA)

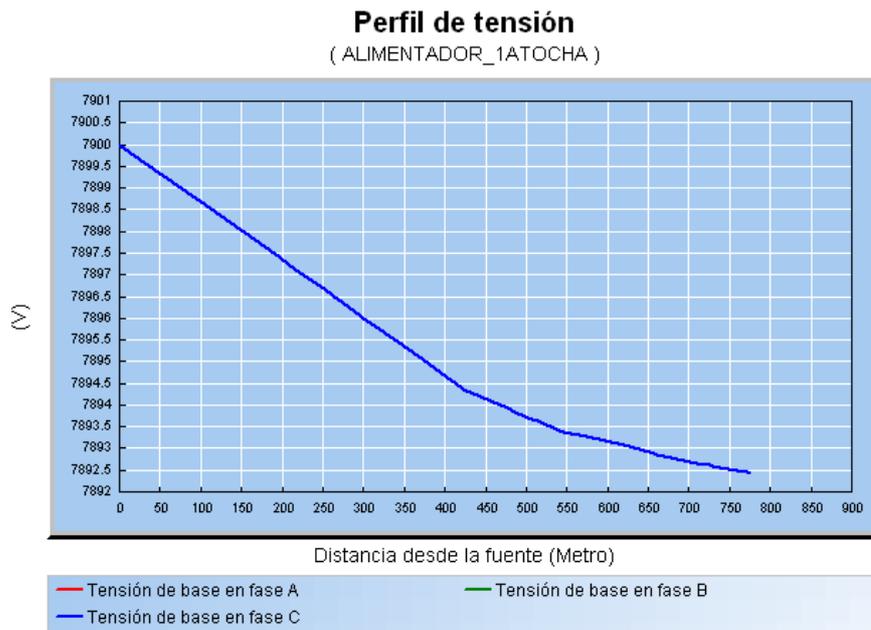
El análisis actual de cargas, corrientes y voltajes se muestran en los siguientes cuadros:

CUADRO N° 3-7; CAÍDA DE VOLTAJE ACTUAL DEL ALIMENTADOR SALIDA 2 (S/E ATOCHA).

	V base	kVLL	kVLN	i(A)	kVA	kW	kVAR
A	7899.7	13.8	8.0	61.6	490.5	490.5	0.4
B	7899.7	13.8	8.0	61.6	490.5	490.5	0.4
C	7899.7	13.8	8.0	61.6	490.5	490.5	0.4
Total:					1472	1472	1

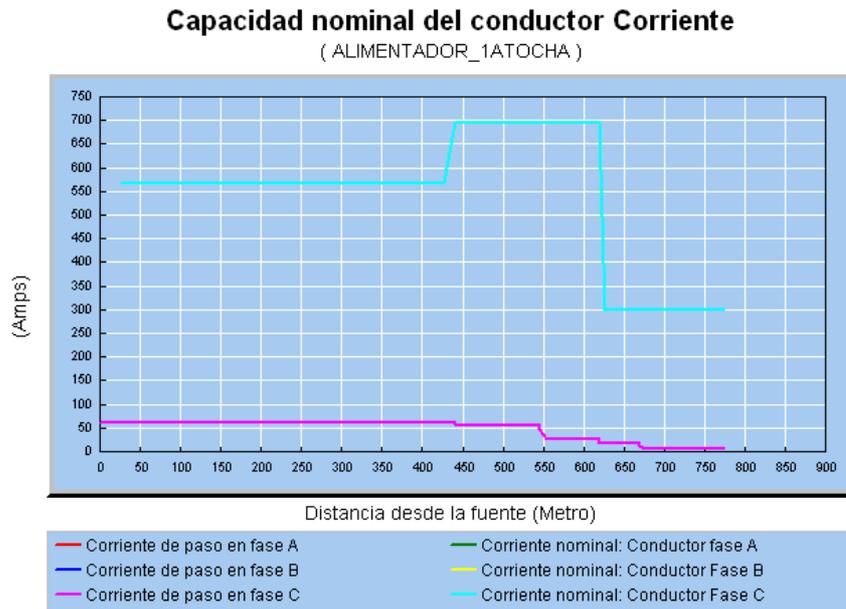
FUENTE: CYMDIST
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO N° 3-8; PERFIL DE VOLTAJE.



FUENTE: CYMDIST
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO N° 3-9; CAPACIDAD NOMINAL DEL CONDUCTOR CORRIENTE.



FUENTE: CYMDIST

RECOPIADO POR: POSTULANTES

En el análisis de las redes de distribución actual de perfil de voltaje se puede ver que las fases que tenemos mantienen una caída de voltaje estable, la capacidad nominal del conductor instalado en toda el área del recorrido del alimentador Salida 2 se mantiene en un valor estándar el cual abarca la carga instalada en la red.

3.4.3.5.2. Alimentador Subterránea 1 (S/E LORETO)

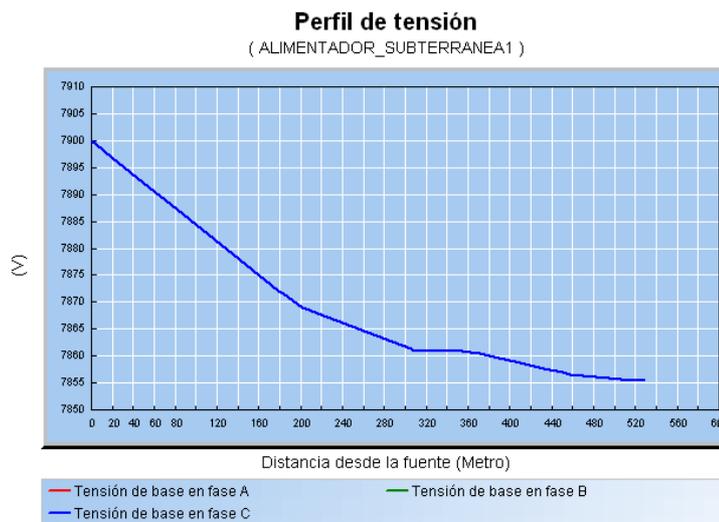
El análisis actual de cargas, corrientes y voltajes se muestran en los siguientes cuadros:

CUADRO N° 3-8; CAÍDA DE VOLTAJE ACTUAL DEL ALIMENTADOR SUBTERRÁNEA 1(S/E LORETO).

	V base	kVLL	kVLN	i (A)	kVA	kW	KVAR
A	7899.3	4.2	2.4	319.9	768.3	768.2	8.3
B	7899.3	4.2	2.4	319.9	768.3	768.2	8.3
C	7899.3	4.2	2.4	319.9	768.3	768.2	8.3
Total:					2305	2305	25

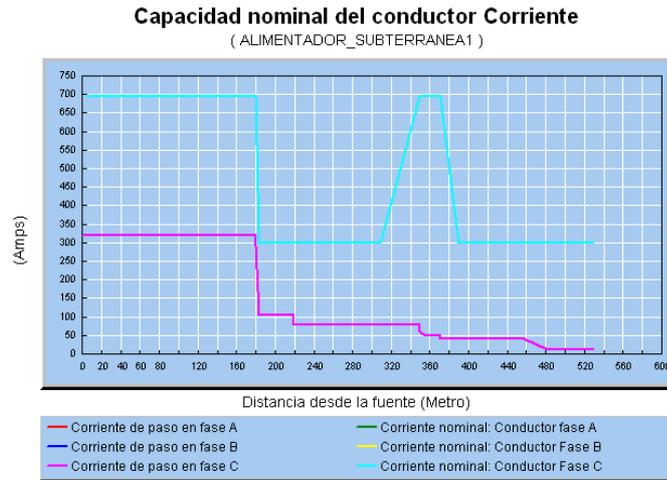
FUENTE: CYMDIST
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO N° 3-10; PERFIL DE VOLTAJE



FUENTE: CYMDIST
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO N° 3-11; CAPACIDAD NOMINAL DEL CONDUCTOR CORRIENTE.



FUENTE: CYMDIST

RECOPIADO POR: POSTULANTES

En el análisis de las redes de distribución actual de perfil de voltaje se puede ver que las fases que tenemos mantienen una caída de voltaje estable, la capacidad nominal del conductor instalado en toda el área del recorrido del alimentador Subterránea 1 se mantiene en un valor estándar el cual abarca la carga instalada en la red.

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

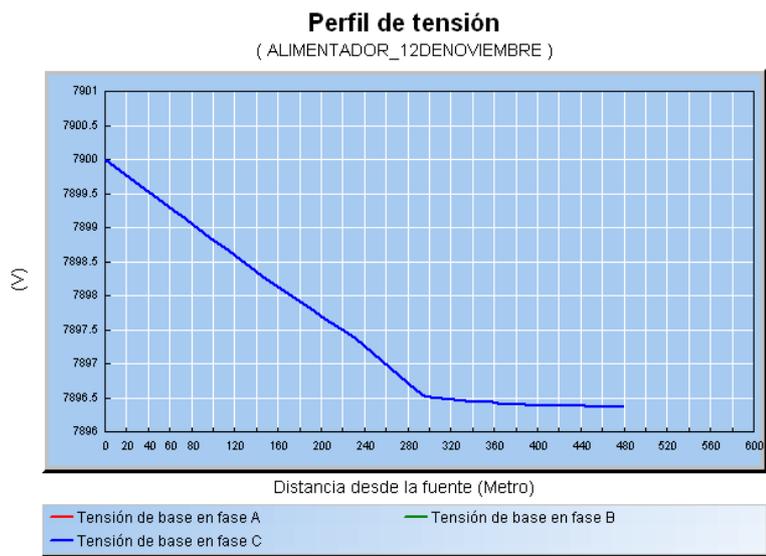
El análisis actual de cargas, corrientes y voltajes se muestran en los siguientes cuadros:

CUADRO N° 3-9; CAÍDA DE VOLTAJE ACTUAL DEL ALIMENTADOR 12 DE NOVIEMBRE (S/E LORETO)

	V base	kVLL	kVLN	i(A)	kVA	kW	kVAR
A	7899.9	13.8	8.0	79.7	635.1	635.1	4.3
B	7899.9	13.8	8.0	79.7	635.1	635.1	4.3
C	7899.9	13.8	8.0	79.7	635.1	635.1	4.3
Total:					1905	1905	13

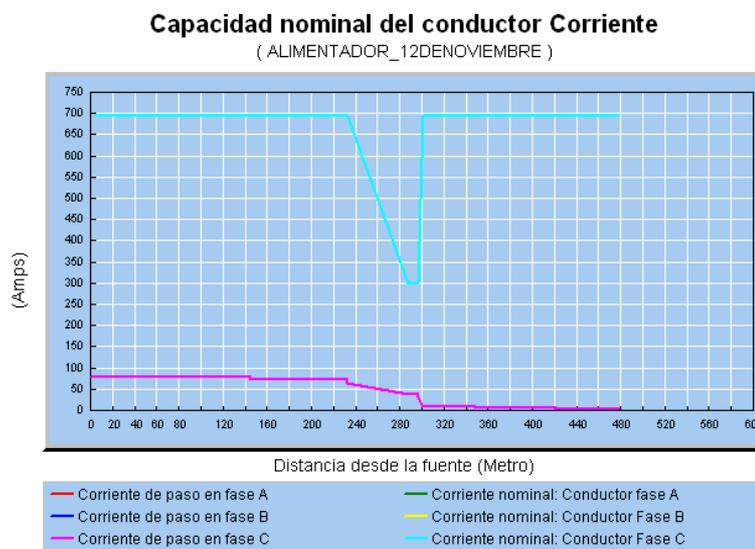
FUENTE: CYMDIST
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO N° 3-12; PERFIL DE VOLTAJE



FUENTE: CYMDIST
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

GRÁFICO N° 3-13; CAPACIDAD NOMINAL DEL CONDUCTOR CORRIENTE



FUENTE: CYMDIST

RECOPIADO POR: POSTULANTES

En el análisis de las redes de distribución actual de perfil de voltaje se puede ver que las fases que tenemos mantienen una caída de voltaje estable, la capacidad nominal del conductor instalado en toda el área del recorrido del alimentador 12 de Noviembre se mantiene en un valor estándar el cual abarca la carga instalada en la red.

3.4.4. Diagnóstico y Proyección de Demanda de las Cámaras de Transformación

Actualmente las cámaras de transformación cumplen su función de brindar servicio eléctrico satisfactoriamente al centro de la ciudad de Ambato, pero el índice creciente de demanda siempre es un factor en consideración ya que cada año tiende a subir; se consideró, proyectar la demanda de los transformadores de distribución a 10 años, para constatar hasta que tiempo los transformadores

podrán abarcar y soportar su rendimiento útil para brindar servicio de energía eléctrica.

Sabiendo este ámbito del análisis anterior se evaluó demandas actuales e históricos y saber el crecimiento de demanda, tomando en cuenta que los alimentados que alimentan la parte centro de la ciudad de Ambato son los siguientes: Alimentador 12 de Noviembre, Alimentador Subterránea 1 pertenecientes a la S/E Loreto y el Alimentador Salida 2 perteneciente a la S/E Atocha.

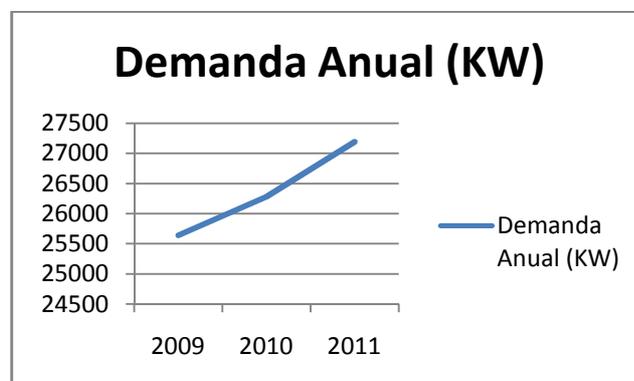
CUADRO N° 3-10; RESUMEN DE DEMANDAS ANUALES DE LA RED SUBTERRÁNEA DE LA E.E.A.S.A. DEL AÑO 2009 AL 2011.

Años	Demanda Anual (KW)
2009	25640,12
2010	26281,24
2011	27188,44

En los datos detallados en el cuadro N° 3-10, se observa que año a año se va incrementando la demanda, estos datos se ha cogido por motivos que la red subterránea fue culminada a intermedios en el año 2008.

A continuación se presenta en el gráfico N° 3-14 un resumen de datos.

GRÁFICO N° 3-14; DEMANDAS ANUALES DE LA RED SUBTERRÁNEA DE LA E.E.A.S.A. DEL AÑO 2009 AL 2011.



Para el cálculo de la tasa de crecimiento de demanda se tomó las demandas anuales registradas en el Centro de Control – CECON de la E.E.A.S.A. y que sirve como base para el cálculo de la tasa de crecimiento del presente estudio, como se muestra en la cuadro N° 3-10.

$$VF=VP*(1+i)^n$$

Dónde:

VF= Valor Futuro

VP= Valor Actual

i= Tasa de Crecimiento

n= Número de Años

CUADRO N° 3-11; TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE DEMANDA.

Año	Tasa de Crecimiento (%)
2009-2010	2,5
2010-2011	3,5

En el cuadro N° 3-11 se observa que la tasa de crecimiento de demanda anual de los años 2009 al 2011 se ha ido incrementando, esto puede ser debido a que el centro de la ciudad de Ambato es netamente comercial y que en los últimos años, existen remodelaciones y construcciones nuevas de edificios.

Bajo estas consideraciones y según el cuadro anterior, donde se evidencia una tendencia al crecimiento, para el presente análisis se tomará como tasa de crecimiento del 4 %.

En el ANEXO 3-3, apreciamos la demanda creciente de los transformadores de distribución durante los próximos 10 años, como nota importante cabe mencionar que la proyección se realizó a los transformadores de distribución pertenecientes a la E.E.A.S.A., excluyendo los transformadores particulares.

Para la proyección de demanda se utilizó los siguientes datos, la potencia instalada del transformador, la demanda real consumida en kilo voltamperios (KVA), dato que fue tomado de los medidores totalizadores y la tasa de crecimiento del 4%.

Se deberá mantener en cuenta que la previsión de demanda de todas maneras, sigue siendo una suerte de adivinanza, que por más estudiada y educada que ésta sea, mantiene una incertidumbre que, tranquilamente, la mantendrá en un margen de (+ -) 10% de la realidad.

3.4.5. Alternativas y Medidas de Mejoramiento para la Calidad de Servicio Eléctrico

En el presente ítems se desarrolla la descripción de las principales alternativas que fueron consideradas para el mejoramiento de calidad de servicio eléctrico, tomando en consideración, los estudios de campo y la recopilación de información existente.

- ❖ Cambio o incremento de potencia en los transformadores de las cámaras de transformación.
- ❖ Transferencia de Carga.

3.4.5.1. Cambio o incremento de potencia en los transformadores de las cámaras de transformación

En el siguiente cuadro se detallan las cámaras de transformación consideradas a modificaciones de cambio o aumento de potencia; especificando características importantes que se toman en cuenta:

CUADRO N° 3-12; DESCRIPCIÓN DE LAS C/T PARA MODIFICACIONES

Cámara de Transformación	Pot. Inst.(KVA)	Pot. Medida Actual (KVA)	Demanda Proyectada al 100%	Año de Proyección	Incremento o Cambio de las Transformadores (años)
Cevallos y T. Sevilla (Mercado Modelo 2)	200	180.02	202.50	2014	3
Mera y Rocafuerte	200	179.73	202.17	2014	3
Vargas Torres y 12 de Noviembre (Esc. Teresa Flor)	200	182.54	205.33	2014	3
12 de Noviembre y Espejo (E.E.A.S.A.)	160	140.72	164.62	2015	4
Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo)	300	245.55	310.69	2017	6
T. Sevilla y J. B.V. (Mercado Modelo 1)	250	198.62	251.31	2017	6
Bolívar y Castillo (Andinatel)	160	130.60	165.26	2017	6
Sucre y Lalama (Parque Cevallos)	400	313.51	412.55	2018	7
Cevallos y Mariano Egues (C.C. Teófilo López)	200	151.05	206.72	2019	8
Castillo y Sucre (Ex - Banco Central)	160	115.10	163.83	2020	9
Cevallos y Mera (Edif. Asoc. Empleados)	400	283.11	402.95	2020	9
Maldonado y 12 de Noviembre (Hotel San Ignacio)	250	170.47	252.33	2021	10
J.B.V. y Mariano Eguez (M. Artesanal 2)	250	174.14	257.78	2021	10

En el cuadro se describen las cámaras de transformación de acuerdo a los años de proyección y cargabilidad del transformador.

Para el cambio del transformador se tomará en cuenta el crecimiento de demanda, y proceder al intercambio con otro transformador de mayor capacidad para abastecer a los clientes.

Al instalar otro transformador aledaño dentro de la cámara de transformación también sería otra alternativa, ya que las cámaras fueron diseñadas con dimensiones para la incorporación de otro transformador más.

3.4.5.2. Transferencia de carga

Al transferir carga a otro transformador aledaño, beneficiaría mucho al sistema de distribución, por ende a continuación se expresan las cámaras aledañas a las cuales se podrían repartir carga, para solucionar el incremento excesivo de demanda. (VER ANEXO 3-4)

- **Cámara de transformación**
Cevallos y T. Sevilla (Mercado Modelo 2)
Transformadores aledaños
Tomas Sevilla y J.B.V. (Mercado Modelo 1), Tomas Sevilla y Bolívar.

- **Cámara de transformación**
Mera y Rocafuerte
Transformadores aledaños
Lalama y Rocafuerte (Medalla Milagrosa), Bolívar y Mera (Banco El Fomento).

- **Cámara de transformación**
Vargas Torres y 12 de Noviembre (Esc. Teresa Flor)
Transformadores aledaños
Maldonado y 12 de Nov. (Hotel san Ignacio), Primera Imprenta y Ayllón (Escuela las Marianitas), 5 de Junio y Primera Imprenta.

- **Cámara de transformación**
12 de Noviembre y Espejo (E.E.A.S.A.)
Transformadores aledaños

Mera y 12 de Nov. (Parque 12 de Noviembre)

- **Cámara de transformación**
Bolívar y Montalvo (Parque Montalvo)
Transformadores aledaños
Bolívar y Quito (Sindicato de Choferes), Bolívar y Castillo (Andinatel)
- **Cámara de transformación**
T. Sevilla y J. B.V. (Mercado Modelo 1)
Transformadores aledaños
Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2)
- **Cámara de transformación**
Bolívar y Castillo (Andinatel)
Transformadores aledaños
Bolívar y Quito (Sindicato de Choferes)
- **Cámara de transformación**
Sucre y Lalama (Parque Cevallos)
Transformadores aledaños
Cevallos y Mera (Edificio Aso. Empleados)
- **Cámara de transformación**
Cevallos y Mariano Eguez (C.C. Teófilo López)
Transformadores aledaños
Cevallos y Tomás Sevilla (Mercado Modelo 2)
- **Cámara de transformación**
Castillo y Sucre (Ex - Banco Central)
Transformadores aledaños
Castillo y Cevallos (Esc. Carmen Barona)

- **Cámara de transformación**
Cevallos y Mera (Edif. Asoc. Empleados)
Transformadores aledaños
Mera y 12 de Nov. (Parque 12 de Noviembre)

- **Cámara de transformación**
Maldonado y 12 de Noviembre (Hotel San Ignacio)
Transformadores aledaños
Maldonado y Primera Imprenta, T. Sevilla y J.B.V. (Mercado Modelo 1),
Vargas Torres y 12 Nov. (Esc. Teresa Flor)

- **Cámara de transformación**
J.B.V. y Mariano Eguez (M. Artesanal 2)
Transformadores aledaños
J.B.V. y Mariano Eguez (M. Artesanal 1), T. Sevilla y J.B.V. (Mercado Modelo 1)

3.4.5.3. Alternativas Generales

3.4.5.3.1. Utilización de sensores de detección en las cámaras de transformación

Los sensores son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas, son utilizados en todo lugar, lo importante de tener sensores en lugares como son las cámaras de transformación amerita mucho para detectar fallencias y ser detectada a tiempo y solucionarlas; pero necesariamente necesitan mantenimiento y como es el caso de las cámaras no se tiene mantenimiento preventivo para estos

aparatos y se dañan, esto con lleva a tener un programa de mantenimiento preventivo y progresivo cada periodo de tiempo para evitar algún inconveniente al igual de implementar nuevos sensores como por ejemplo de agua, humo, temperatura, animales, gases son muy necesarios para la prevención o daño que puedan producir estos acontecimientos en la cámara de transformación y acompañado con un mantenimiento respectivo, para mayor duración de los sensores.

3.4.5.3.2. Utilización de transformadores secos en las cámaras de transformación

En la actualidad para redes subterráneas son comúnmente utilizados transformadores en aceite, pero sería de gran ventaja utilizar transformadores secos para estas instalaciones ya que son ideales para estas aplicaciones porque pueden ser ubicados cerca del punto de utilización de la potencia lo cual permitirá optimizar el sistema de diseño minimizando los circuitos de bajo voltaje y alta intensidad con los correspondientes ahorros en pérdidas y conexiones de bajo voltaje.

Los transformadores secos son mediambientalmente seguros, proporcionan un excelente comportamiento a los cortocircuitos y robustez mecánica, sin peligro de fugas de ningún tipo de líquidos, sin peligro de fuego o explosión y son apropiados para aplicaciones interiores o exteriores en comparación con los transformadores en aceite que tienen estas desventajas.

3.4.5.3.3. Reconfiguración de los circuitos secundarios de los transformadores de distribución

Para mejorar la calidad de servicio eléctrico se recomendaría hacer un estudio de reconfiguración de circuitos secundarios en los sistemas eléctricos de distribución,

de lo que es la parte centro de la ciudad de Ambato, porque la demanda de los clientes crece constantemente y es preferible tomar medidas de prevención de los circuitos y mejorar la calidad de servicio eléctrico ya que esto permitirá minimizar pérdidas, mejorar los niveles de voltajes y equilibrar la carga de la red, utilizando para ello métodos como la ubicación de banco de capacitores, balanceo de carga, transferencia de carga, logrando una significativa mejora en la confiabilidad, eficacia y calidad de la energía eléctrica que se entrega a los usuarios.

CONCLUSIONES

1. La toma de datos en los totalizadores fue muy complicada ya que se debió ir al sitio mismo donde están ubicadas las cámaras de transformación, además de esto se debe tener un plano actualizado de la ciudad y en si con permisos para entrar en lugares privados donde estaban instalados los totalizadores.
2. El estudio demuestra que, la demanda ha ido creciendo en los últimos años en el centro de la ciudad, ya que el casco central, aunque en cuanto a construcciones este ya no crece en forma horizontal, pero va creciendo en forma vertical por la remodelación de nuevas edificaciones y por ende de nuevas instalaciones eléctricas que son las causas de incremento de la demanda en el centro de la ciudad de Ambato.
3. Los reportes de la simulación en el programa Cymdist, nos demostró que en los perfiles de voltaje y corriente, nos dieron resultados con valores aceptables, dando así una confiabilidad al sistema de posibles caídas de voltaje y el aumento de pérdidas de corriente que no beneficiaría a la empresa.
4. La capacidad nominal del conductor que se encuentran instalados en las redes subterráneas tienden a soportar un 50 % más para los próximos años ya que en el análisis hecho; solamente entre el 10 y el 50 % ocupa la demanda que actualmente abastece.
5. En el análisis de los 38 transformadores en estudio, a 13 de ellos se apreció que están abarcando una mayor demanda que los demás transformadores, mediante la proyección realizada para los próximos 10 años.

6. Las entrevistas y encuestas realizadas a los ingenieros de la EEASA y clientes comerciales respectivamente, nos ayudó a tener una mejor perspectiva de cómo les está favoreciendo la instalación de la red subterránea en cuanto a la calidad de servicio eléctrico, factor que es muy importante para el desarrollo de la ciudadanía.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la E.E.A.S.A. instalar medidores totalizadores de energía en los transformadores para actualizar la base de datos y además crear un programa automatizado para la toma de datos desde los totalizadores hacia un centro de control de la empresa de una forma más segura y confiable con datos más precisos ahorrando tiempo y la disponibilidad de los datos en cualquier momento que se lo requiera para cualquier estudio.
2. Es importante que la EEASA disponga de un registro de consumo del comportamiento de cada centro de transformación para mayor factibilidad de estudio y saber cómo se comportan los transformadores al paso del tiempo y tomar medidas de prevención y seguridad en el caso dado al estudio del mismo.
3. Se recomienda utilizar el programa Cymdist ya que es una herramienta muy práctica y necesaria para este tipo de estudio ya que nos facilitó la simulación de los alimentadores dándonos reportes de cargas, corrientes y voltajes, a los que está trabajando el sistema.
4. Para mejorar la calidad de servicio eléctrico se debe hacer un estudio de reconfiguración de circuitos secundarios, con beneficios para transferir carga, minimizar pérdidas, mejorar los niveles de voltajes y equilibrar la carga de la red, logrando una significativa mejora de confiabilidad, eficacia y calidad de la energía eléctrica que se entregue a los usuarios.
5. Se recomienda hacer un seguimiento constante a los 38 transformadores analizados en especial a los 13 transformadores con mayor demanda, para evitar un posible colapso de esa cámara con alternativas más viables y rápidas posibles como podrían ser, una transferencia de carga ya que existen transformadores aledaños que podrían abarcar dicha demanda de

los transformadores sobrecargados y a un futuro más remoto la solución sería cambiar por otro de una capacidad más alta.

6. Se recomienda que este estudio se lo realice en el lado de bajo voltaje para que sus resultados sean más detallados y abarquen todo el sistema en donde se lograría hacer balanceo de cargas, transferencia de cargas en bajo voltaje y pérdidas, ya que nuestro estudio está basado principalmente en el lado en medio voltaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía Citada:

- E. FITZGERALD, Charles Kingsley, Jr. Stephen D, Umans. Máquinas Eléctricas
- STEPHEN CHAPMAN. Máquinas Eléctricas
- Héctor Cadavid Ramírez, Investigación en Alto Voltaje
- Pedro Avelino Pérez, Transformadores de Distribución
- Pablo Alcalde Sanmiguel, Electrotecnia

Bibliografía Virtual:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_distribuci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica
- <http://albazamora.blogspot.com/2011/06/unidad-ii-aspectos-generales-de-un.html>
- <http://web.ing.puc.cl/~power/paperspdf/munoz.pdf>
- <http://www.ecuatran.com/unlimitpages.asp?id=10>
- <http://www.monografias.com/trabajos11/tradi/tradi.shtml>
- <http://www.alkargo.com/pdf/transformadores%20castellano.pdf>http://www.rvrtransformadores.com/index.php?option=com_content&view=category&id=46:pr3&Itemid=29&layout=default
- <http://www.cam-la.com/Productos/Colombia/AccionamientoMT/Transformadores/Transformadordedistribuci%C3%B3n/tabid/1062/Defalut.aspx>
- http://grupos.emagister.com/debate/cargabilidad_de_los_transformadores_para_la_industria/6581-202833
- <http://calidadenergia.com/cargabilidad.html>