



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA**  
**INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD**  
**PROYECTO TÉCNICO**

**Título:**

**“ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO  
Y BAJO VOLTAJE EN LA AVENIDA ELOY ALFARO DE CHONE.”**

**AUTORES:**

**HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO**  
**ZAMORA VELEZ GLICERIO ALBERTO**

**TUTOR:**

**ING. LOOR SOLORZANO ORLEY TEODOCIO**

**CHONE - MANABÍ - ECUADOR**

**2018**

Ing. Orley Teodocio loor Solórzano Mg. PES, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro “de Manabí, Extensión Chone, en calidad de tutor de trabajo de titulación.

## **CERTIFICO**

Que el trabajo titulación técnico “**ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE EN LA AVENIDA ELOY ALFARO DE CHONE.**”, que ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo lo cual se encuentra listo para presentación y apto para su revisión.

Las opiniones y conceptos plasmados en este trabajo de titulación técnico son frutos de la perseverancia y originalidad de sus autores: **HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERIO ALBERTO**, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Enero 2018

.....  
Ing. Orley Teodocio Loor Solórzano  
**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Herrera Muñoz Edgar Calixto y Zamora Vélez Glicerio Alberto, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....  
Herrera Muñoz Edgar Calixto

**AUTOR**

.....  
Zamora Vélez Glicerio Alberto

**AUTOR**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN CHONE**  
**FACULTAD DE INGENIERA ELÉCTRICA**

**INGENIEROS ELCTRICOS**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO el informe escrito del trabajo de titulación con la modalidad del proyecto técnico, titulado **“ESTUDIO DISEÑO DE RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE LA AVENIDA ELOY ALFARO DE CHONE.”**, elaborada por los egresados: **HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERÍO ALBERTO** de la escuela ingeniería eléctrica.

---

Ing. Odilón Schnabel Delgado  
**DECANO**

---

Ing. Orley loor Solórzano Mg.  
**TUTOR**

---

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

---

**SECRETARIA**

## **DEDICATORIA**

EL presente trabajo de titulación en modalidad de proyecto técnico está dedicado a Dios por acompañarme en cada instante de mi vida y por darme toda la fuerza necesaria para superar todos los obstáculos a mi esposa, quien con su abnegada y bondadosa labor ha sabido brindarme un amor único y maravilloso, es ella quien está en cada uno de mis pensamientos y es, en gran parte, la motivación para ser mejor cada día. a dios, la maravillosa y diferente idea que tengo de él, pues es mi razón de ser y estar, es quien a través de sus diversas expresiones me da vida, salud, y amor, necesario para continuar en esta apasionante aventura.

Herrera Muñoz Edgar Calixto

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a todos aquellos que me apoyaron moral, intelectual

Y económicamente.

Glicerio Alberto Zamora Vélez.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo de titulación en modalidad de proyecto de investigación es el resultado de esfuerzo en conjunto realizado por los autores

Queremos agradecer a dios y a nuestra familia que han sido parte de nuestra vida desde el día en que nacimos, siempre hemos contado con su compañía y preocupación, y me han brindado un apoyo moral muy importante para el desarrollo de este proyecto.

A nuestros profesores universitarios, por el conocimiento, experiencia, y en muchos casos, amistad, compartidos en las aulas de clases con quienes tuvimos la oportunidad de vivir estas grandiosas etapas de nuestra vida, a la universidad gracias por el valioso apoyo brindado en cada instante, en especial al tutor de la tesis por su constante apoyo y dedicación al Ing. Orley Teodocio loor Solórzano que nos guio para lograr nuestro objetivo planteados.

**Herrera Edgar y Zamora Alberto**

## SÍNTESIS

La energía eléctrica es imprescindible para el desarrollo de un país, unos de los componentes son los transformadores lo cual permite elevar o reducir el nivel de voltaje de un circuito eléctrico basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética, existe gran variedad de transformadores así como diferente forma de conexión entre los primarios y secundario de lo mismo Debido al acelerado crecimiento de las redes de distribución se presentan dos principales retos, continuar con la entrega de energía a redes existentes, y brindar el servicio a nuevos consumidores. En este proceso es imprescindible analizar constantemente el estado de las redes eléctricas, pues en muchas ocasiones existen requisitos de energía imprevistos, los cuales son solucionados sin analizar detalladamente el estado del sistema, su capacidad de abastecimiento, entre otros.

Es por esta razón que el presente trabajo se direcciona al estudio de diseño de red eléctrica subterránea de medio y bajo voltaje en la avenida del Eloy Alfaro del cantón Chone, tomando como referencia el levantamiento de información de la redes existente, con el objeto de elaborar un diagnóstico en el área del estudio y su topología, para ello en la presente investigación se explica el análisis del modelo de negocio aplicando técnicas de investigación donde se identifica y muestra la información sobre las particularidades que se relacionan con la gestión del levantamiento de información, con ello se propone el estudio diseño de red eléctrica subterránea de medio y bajo voltaje acorde a la objetividad requerida.

## PALABRA CLAVES

Levantamiento de información, Diseño de red eléctrica, transformadores, análisis, diferente forma de conexión.

## **SYNTHESIS**

Electric power is essential for a country's development, one of the components are transformers which allows to raise or reduce the voltage level of an electric circuit based on the phenomenon of electromagnetic induction, there are a wide variety of transformers as well as different form of connection between primaries and secondaries . Also, Due to the accelerated growth of distribution networks there are two main challenges, with the delivery of existing energy networks, and providing new consumers services.. In this process it is essential to constantly analyze the state of the power grids, because in many cases there are unforeseen energy requirements, which are solved by analyzing in detail the state of the system, its capacity of supplies, among others.

It is for this reason that the present work addresses the design study of underground electrical network of medium and low voltage in the avenue of Eloy Alfaro in the city of Chone, taking as reference the collection of information from existing networks, in order to develop a diagnosis in the area of the study and its topology, for this in the present investigation the analysis of the business model explained by applying research techniques where it is identified and it shows the information on the particularities that are related to the management of the information gathering, this study is proposed to the design of underground electrical network of medium and low voltage according to the required objectivity.

## **KEY WORDS**

Information Survey, electrical network design, transformers, analysis, different ways of connections.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CERTIFICO</b> .....	ii
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>SÍNTESIS</b> .....	viii
<b>PALABRA CLAVES</b> .....	viii
Levantamiento de información, Diseño de red eléctrica, transformadores, análisis, diferente forma de conexión.....	viii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	9
<b>CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE</b> .....	13
1. Introducción.....	13
1.1. Sistema eléctrico de distribución.....	13
1.2. Subestación de distribución.....	15
1.2.1. Sistema primario.....	15
1.2.2. Centro de transformación.....	15
1.2.3. Red secundaria.....	16
1.2.4. Acometida y clientes finales.....	16
1.3. Tipos de redes de distribución.....	17
1.3.1. Red aérea.....	18
1.3.2. Red subterránea.....	19
1.3.3. Sistema con topología radial.....	19
1.3.4. Sistema con topología en anillo.....	21
1.3.4.1. Anillo cerrado.....	21
1.3.4.2. Anillo abierto.....	22
1.4. Red eléctrica subterránea.....	23
1.4.1. Definiciones generales.....	24
1.4.1.1. Demanda.....	24
1.4.1.2. Demanda máxima (dm).....	25
1.4.1.3. Demanda coincidente o diversificada.....	25
1.4.1.4. Densidad de carga.....	25
1.4.1.5. Factor de demanda (FDM).....	25
1.4.1.6. Factor de coincidencia (FC).....	26

1.4.1.7.	Factor de diversidad (FD).....	26
1.4.2.	Criterios para diseño de una red subterránea.....	26
1.4.2.1.	Canalizaciones y ductos.....	27
1.4.2.2.	Pozos de revisión.....	28
1.4.2.3.	Cámaras de transformación y seccionamiento.....	29
1.4.2.4.	Equipos de protección y seccionamiento.....	30
1.4.2.5.	Cables.....	32
2.	CAPITULO II.....	34
2.1.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
2.1.1.	INTRODUCCIÓN.....	34
2.1.2.	Tipo de investigación.....	34
2.2.	Ubicación y delimitación del área de estudio.....	35
2.3.	Descripción de la red de distribución actual.....	38
2.3.1.	Centros de transformación (CT).....	42
2.3.2.	Redes de bajo voltaje y alumbrado público.....	43
2.3.3.	Usuarios.....	44
2.4.	Operación actual de la red.....	46
2.4.1.	Modelación de subestación.....	47
2.4.1.2.	Modelación de alimentadores primarios.....	47
2.4.1.3.	Voltaje de operación.....	47
2.4.2.	Nivel de voltaje.....	48
2.4.2.1.	Nivel de carga en conductores.....	49
	CAPITULO III.....	50
3.	Diseño de la red eléctrica subterránea.....	51
3.1.	Proyección de la demanda.....	51
3.1.1.	Influencia de las cocinas de inducción.....	54
3.1.2.	Diseño de la red de medio, bajo voltaje, y alumbrado público.....	56
3.1.3.	Red de bajo voltaje (BV).....	56
3.1.3.1.	Centros de transformación (CT).....	56
3.1.3.2.	Selección de conductores.....	57
3.1.4.	Red de medio voltaje (mv).....	59
3.1.4.1.	Selección de topología.....	59
3.1.4.2.	Cámaras de seccionamiento y transferencia de carga.....	60
3.1.5.	Respaldo del primario Otto Arosemena.....	61
3.1.5.1.	Respaldo del primario lubricadora ULEAM.....	61

3.1.5.2.	Respaldo del primario vía Boyacá .....	61
3.1.6.	Preselección de conductores .....	62
3.1.6.1.	Trazado de la red .....	63
3.1.6.2.	RED DE ALUMBRADO PÚBLICO (AP) .....	64
3.1.6.3.	SELECCIÓN DE EQUIPOS Y CONDUCTORES .....	65
3.1.6.4.	Cálculo de caída de voltaje .....	65
4.	CAPITULO IV. PROPUESTA DE ESTUDIO, DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE EN LA AVENIDA ELOY ALFARO DEL CANTÓN CHONE .....	67
4.1.	ANTECEDENTES:.....	67
4.2.	OBJETIVOS: .....	67
4.2.1.	BENEFICIOS.....	68
4.3.	ESTRATEGIAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS .....	68
4.3.1.	LINEAMIENTOS. ....	69
4.3.2.	GENERALIDADES.....	70
4.3.3.	SIMBOLOGIA.....	70
4.3.3.1.	Estructuras de redes subterráneas. ....	70
4.3.4.	Banco de ductos: .....	71
4.3.4.1.	Pozos: .....	71
4.3.4.2.	Cámara: .....	72
4.3.5.	Transformadores en redes subterráneas de distribución.....	73
4.3.6.	Seccionamiento y protección en redes subterráneas. ....	73
4.3.7.	SIMBOLOGIA DE REDES SUBTERRANEAS .....	75
4.4.6.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N EN LA AV. ELOY ALFARO. ....	103
4.4.7.	DETALLE DE CANTIDADES Y PRECIOS .....	115
4.4.8.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE TRANSFORMADOR PAD MOUNTED	116
4.4.9.	CRONOGRAMA DE PRESUPUESTO TOTAL .....	144
	CONCLUSIONES .....	145
	RECOMENDACIONES .....	146
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	147
	ANEXOS .....	148

## INTRODUCCIÓN

Las redes eléctricas que fueron diseñadas para un determinado periodo de trabajo y una potencia muy baja, con el pasar del tiempo y el aumento del consumo eléctrico, estos sufren daños irreversibles, lo que acarrea que los equipos eléctricos sufran deterioros y en algunos casos pérdida total.

En la actualidad, la dependencia que tiene el mundo respecto de la electricidad es enorme, de allí la importancia que tiene la electricidad para el hombre moderno, forma parte de la vida cotidiana de las personas de una manera sorprendente.

Si bien la electricidad es aquello que posibilita el aprovechamiento de la energía, hay una diferencia sustancial de acuerdo a la fuente de obtención de esa electricidad, que puede ser de carácter renovable o puede producirse a través de una fuente no renovable. La mayoría de las centrales eléctricas queman gas natural y carbón, es decir que utilizan recursos no renovables, que tomarán millones de años en regenerarse.

A nivel de Latino América, según BETTEGA. Eric, indica que: “Existe tendencia en el aumento de aparatos de consumo masivo en la población Latino Americana, lo que acarrea a su vez que haya una disminución considerable en la potencia eléctrica que puede entregar los transformadores de distribución, así como también en los conductores eléctricos que fueron instalados para conducir una cantidad de amperios inferior”; lo que también es reflejado en el Ecuador, ya que la gran mayoría del circuito o anillo eléctrico ya es vetusto, debido a los años que tienen luego de ser instalados.

La electricidad es una forma de energía que se encuentra en todas las facetas y actividades de cualquier sociedad desarrollada. La utilización de la electricidad representa una importante evolución en las soluciones tecnológicas que dan respuestas a las necesidades

Desde el año 2014, se lanzó la campaña masiva por parte del Gobierno para mejorar la matriz eléctrica del Ecuador, teniendo como uno de los principales objetivo el

mejoramiento y en algunos casos el cambio de las redes eléctricas, repotenciación de los transformadores de transmisión y distribución.

Según fuentes de la página del CONELEC, institución que lleva el control energético, reconoce que falta mucho por hacer en algunos puntos del país, por lo que es necesario ayudar mediante la aplicación de proyectos de carácter técnico e investigativos que salgan del intelecto de los profesionales que egresan de la universidad.

Partiendo de estos antecedentes, y luego de efectuar una indagación situacional, se propone realizar un “Estudio diseño de red eléctrica subterránea de medio y bajo voltaje en la avenida Eloy Alfaro del cantón Chone”, por lo que se sustenta esta investigación en que los habitantes de la Avenida Eloy Alfaro manifestaron su inconformidad cuando se les preguntó sobre la calidad de la energía eléctrica que recibían por parte de la empresa eléctrica de Chone.

Según, CALVAS. Rolando (2001), manifiesta que: “Es necesario moderniza o repotenciar los circuitos eléctricos en media y baja tensión cada cierto tiempo, según lo indique el estudio de demanda y sea proyectada según coeficiente de crecimiento poblacional”, cabe indicar, que el circuito eléctrico de baja tensión instalado en la Avenida ya cumplió con los años de servicio toda vez que se sabe que el diseño tiene más de 50 años de trabajo y con un crecimiento poblacional que superó el 60% de su proyección.

Las pérdidas variables son las que dependen del comportamiento de la carga, por lo tanto, del nivel de corriente. Estas pérdidas producidas debido al efecto Joule, se van a originar en los conductores de la red de distribución, así como en los devanados de los transformadores de distribución, provocando fluctuaciones en el fluido eléctrico.

Por otro lado, los diseños obsoletos de circuitos eléctricos en baja tensión, provocan un sinnúmero de fenómenos o perturbaciones eléctricas que provocan fallos y desconexiones del fluido eléctrico, como lo expresa COLLOMBET, Christian (1999), “Las líneas de conducción de electricidad en media y baja tensión cuando superan la máxima corriente de carga por la cual fue diseñada el circuito, este provoca fenómenos conocidos como armónicos que afectan en el desempeño de los componentes de maniobra y de los

aislantes”, lo que sin duda es uno de los causales de los apagones o interrupciones eléctricas en la Avenida.

En un sistema de potencia eléctrica, los aparatos y equipos que se conectan a él, tanto por la propia empresa como por los clientes, están diseñados para operar a 50/60 ciclos/segundos, con una tensión y corriente sinusoidal. Por diferentes razones, se puede presentar un flujo eléctrico a otras frecuencias de 50/60 ciclos sobre algunas partes del sistema de potencia o dentro de la instalación de un usuario.

El término componente armónico o simplemente armónico, se refiere a cualquiera de las componentes sinusoidales mencionadas previamente, la cual es múltiplo de la fundamental. La amplitud de los armónicos es generalmente expresada en porcentaje de la fundamental.

Debido al efecto que está provocando el cambio de la matriz productiva en el Ecuador se alista el proceso de incorporar las cocinas de inducción a nivel nacional, lo que provocará un incremento en el consumo de electricidad, estableciendo un impacto muy alto en las líneas de baja tensión, esto obliga a repotenciar y en algunos casos cambiar el circuito eléctrico.

Por los atributos que se demuestran en los antecedentes de este proyecto no se debe menospreciar esta propuesta, debido a que a medida que avanza el tiempo, aparecen nuevas tecnologías que se les debe investigar pormenorizadamente para descubrir sus características, funcionabilidad, el dónde y el cómo se los puede emplear sin que estos sufran daño estructural permanente.

Es por esto, que el tema de investigación es de gran relevancia para la sociedad por su carácter de innovador, como lo manifiesta STEVENSON, Williams (1979) denotando que “Ninguna maquina eléctrica es ideal o perfecta, es decir siempre sufrirá algún tipo de cambio en su tecnología que provocará pérdida o ganancia al realizar su labor”, lo que se ve reflejado en los transformadores que se encuentran instalados en la Avenida ya que se los observa con sobre carga y seguramente desbalanceado eléctricamente.

A medida que se desarrolla la investigación, se establece el marco teórico de los elementos que darán la pauta del inicio del proceso de selección de componentes y de los fenómenos

físicos que surgen al emplear nuevos dispositivos con características mejoradas que ayudaran a mejorar la calidad de la energía eléctrica, tal como lo manifiesta FIORINA Jean Noel (1992) indicando que “Cuando se desarrollan nuevas formas de elaborar elementos de conducción de electricidad, se mejora también la calidad de la energía que por este circula”, siendo este una de las partes más pertinente al momento de desarrollar la propuesta, considerando que hay que mejorar lo obsoleto.

Los materiales conductores son aquellos materiales cuya resistencia al paso de la corriente es muy baja, recordemos que un buen aislante presenta una resistencia de hasta 10<sup>24</sup> veces mayor que un buen conductor. Se puede denominar material conductor a cualquier sustancia o material que sometido a una diferencia de potencial eléctrico proporciona un paso continuo de corriente eléctrica.

En general todas las sustancias en estado sólido o líquido poseen la propiedad de conductividad eléctrica, pero algunas sustancias son buenos conductores, las mejores sustancias conductoras son los metales.

Dentro de los materiales metálicos más utilizados mencionamos: la Plata, el cobre, aluminio, aleaciones de aluminio, aleaciones de cobre y conductores compuestos de aluminio-acero y cobre-acero cuyas aplicaciones en las industrias eléctricas son muy útiles.

Los datos recabados de las proyecciones y estadísticas de electrificación, indican que el lugar seleccionado se le debe efectuar el mejoramiento del tendido eléctrico, es por esto que se considera oportuna y efectiva esta investigación, teniendo como primicia el desarrollo de una propuesta que ayudará a la población de esta Avenida.

Por otra parte y fortaleciendo aún más lo considerado, ARRIAGA, JESÚS (1998), indica que: “Las nuevas tecnologías en el desarrollo de materiales y modelos de aplicación, permiten ir descubriendo alternativas para mejorar la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, siendo estos empleados en una gran cantidad de aparatos eléctricos de consumo masivo en todo el mundo, debido a su tamaño y gran eficiencia”, este modelo de proyecto, permitirá de manera significativa, realizar un enfoque hacia la utilización de

dispositivos que se emplean en baja tensión y los efectos que tendrá en la matriz energética ayudando a la repotenciación para mejorar la distribución de electricidad.

La pertinencia de este proyecto es inaplazable, porque según COLLOMBET, Christian (1999), menciona que “Debido a que se ha incrementado el uso de equipos electrónicos consumidores de electricidad y más allá de consumismo, los usuarios deben estar en constante comunicación con la población en general”. Consecuentemente este proyecto estará orientado a la investigación para incentivar la búsqueda de nuevos métodos de corrección y mejora en la calidad de la energía eléctrica.

Por otro lado, con la elaboración de este proyecto se analizarán los materiales, elementos conductores, características técnicas de los dispositivos, la tecnología que se acople a las necesidades del usuario, en costo y beneficio, y minimizar el impacto ambiental que pueda afectar al medio ambiente de la localidad.

Muchos problemas en el suministro se originan en la red de suministro eléctrico comercial, que, con sus miles de millas de líneas de transmisión, está sometida a condiciones climáticas como huracanes, tormentas con rayos, nieve, hielo e inundaciones, junto con fallas de los equipos, accidentes de tráfico y grandes operaciones de conexión.

Asimismo, los problemas en el suministro que afectan a los equipos tecnológicos actuales frecuentemente se generan en forma local dentro de una instalación a partir de diversas situaciones, como construcción local, grandes cargas de arranque, componentes defectuosos de distribución e incluso el típico ruido eléctrico de fondo.

A todo esto, se le debe incluir la predisposición que tienen los proponentes de este proyecto para realizar este trabajo, a los guías o tutores de esta investigación que contribuirán con su conocimiento, así como también a los moradores de la Avenida, por su interés en mejorar la calidad de la energía eléctrica que reciben.

Un error de comunicación puede tener consecuencias costosas cuando se adquiere el dispositivo inadecuado de corrección de suministro para sus necesidades, que incluye tiempos de inactividad, salarios perdidos e inclusive daños en los equipos.

Es necesario destacar que esta investigación fue elegida, por la importancia de tener y garantizar un suministro de energía eléctrica estable, como lo manifiesta REYES,E.A. (2001), que indica “ Un diseño de circuito de media y baja tensión, cuando se consideran todas las variables que afecten a largo plazo el desempeño de todos los elementos, es un diseño estable”, por la entereza que se le da al tema de estudio por parte de los proponentes de la investigación, y porque se ejerce un vínculo con la comunidad, elemento esencial para el desarrollo de este proyecto.

En el momento que se realiza un análisis del estado de las líneas de baja tensión que se encuentra en la Avenida, se identifican situaciones que difieren con otras investigaciones con características similares, tales como la metodología, tecnología de los equipos que se utilizará para realizar el análisis de los factores eléctricos, los equipos de recolección y almacenamiento de información.

Esta investigación se la considera necesaria debido a su alto nivel de conocimiento que se genera, porque servirá como modelo de guía para futuras investigaciones, es necesaria porque en la Avenida Eloy Alfaro donde se a realizar esta investigación no tienen suministro de energía eléctrica estable, razones que hacen necesaria la realización de este proyecto; además que se la considera oportuna porque es el mejor momento debido al cambio de la matriz eléctrica.

Las causas de las interrupciones pueden variar, pero generalmente son el resultado de algún tipo de daño a red de suministro eléctrico, como caídas de rayos, animales, árboles, accidentes vehiculares, condiciones atmosféricas destructivas (vientos fuertes, gran cantidad de nieve o hielo sobre las líneas.

Por otra parte, FERRACCI, PHILIPPE (2004), manifiesta que “Al desarrollar circuitos eléctricos en media y baja tensión se mejora la calidad de vida de los usuarios del servicio, de energía eléctrica, cuando en ella no existiera ningún tipo de estudio, y es necesario rejuvenecer si existiese alguno que ya no pueda con la carga instalada”. Este proyecto se acoge a lo segundo, ya que se pretende mejorar el circuito existente con herramientas y equipos de tecnología actual.

La empresa pública estratégica corporación nacional de electricidad CNEL EP, ubicada en el Cantón Chone provincia de Manabí se restableció el servicio eléctrico en el cantón por motivo de pérdida de energía a causa del terremoto.

El Gobierno Autónomo Descentralizada Municipal del Cantón Chone, es una institución pública que se dedica al servicio de la colectividad chonense, en su afán de velar por la seguridad ciudadana, evitando los accidentes que pueden provocar redes eléctricas expuestas, así como de mejorar el ornato urbano suprimiendo los caóticos tendidos de redes, es indispensable ordenar y reubicar el tendido aéreo a subterráneo en toda la avenida, para lo cual se requiere el levantamiento actualizado de las redes existentes de la avenida Eloy Alfaro Siendo una de las vías más transitadas, la imagen que se presenta a las personas es la contaminación visual provocada por la congestión de redes aéreas existentes en las vías de acceso de esta avenida.

Por lo expuesto Hábitat y Vivienda, han visto necesario la realización de estudio diseño de Redes de Distribución en la Av. Eloy Alfaro” con el objeto de reducir el impacto visual provocado por el exceso de cables instalados, y mejorar confiabilidad del sistema eléctrico y el alumbrado público a lo largo de la Av. Eloy Alfaro.

En el ámbito técnico y constructivo, el proyecto deberá garantizar el correcto funcionamiento durante su etapa de vida útil, técnicamente se debe realizar un estudio que permita conocer el estado de la red y prever su crecimiento para satisfacer la demanda actual y la demanda futura del sistema en cuestión. De esta manera se busca que el abastecimiento de energía eléctrica a los sectores sea efectivo, con calidad, confiabilidad, además de brindar beneficios para el sistema tales como reducción de pérdidas, reducción de cortes de energía

El presente trabajo propone una solución técnica que permite facilitar el proceso de levantamiento de información realizada a través de la empresa pública estratégica corporación nacional de electricidad CNEL EP, con el objeto de dar estudio a las redes existente de la avenida Eloy Alfaro del cantón Chone, esta naturaleza define el requerimiento del redes , y por ende permite definir cuáles son los recursos y

requerimientos técnicos necesarios para el desarrollo del estudio diseño que permita el levantamiento de información de redes existente. La ejecución del presente trabajo es factible, porque se cuenta con la aprobación de autoridades de la empresa eléctrica del Cantón Chone, el apoyo, la colaboración y participación del personal administrativo de la empresa eléctrica, agregando la predisposición de los investigadores, el tiempo necesario y los recursos económicos propios para desarrollar el presente trabajo.

Dar estudio a las redes existente de distribución que alimenta a la Av. Eloy Alfaro, alimentadas con un nivel de voltaje de 13.8 KV. Analizar sus condiciones actuales de operación y definir si la red actual abastecer la demanda futura del sistema, considerando el crecimiento de la población, crecimiento del comercio en la zona, y demás factores inmersos en el desarrollo social, que a su vez se refleja en el crecimiento del servicio eléctrico.

Este proyecto está orientado al soterramiento integral de la infraestructura de redes aéreas de distribución eléctrica, a través de la instalación de Redes de distribución subterráneas en medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público.

Instalación de equipos de maniobra en medio voltaje de última tecnología para automatizar la operación del sistema de distribución.

## JUSTIFICACIÓN

En la segunda década del siglo XXI, a la administración pública, le compete al desarrollo de las ciudades de la provincia y del país dependiendo del acelerado crecimiento de las mismas, en la ciudad de Chone es necesario hacer un estudio y diseño de una red eléctrica subterránea de medio y bajo voltaje en la avenida Eloy Alfaro contando con la posibilidad de realizar el presente proyecto de parte del GAD Municipal y el ministerio de Electricidad.

Unas de las razones por la que se hace necesario realizar el levantamiento de información de un sistema de distribución de energía eléctrica subterránea es por desastre natural siendo uno de los afectados por el terremoto, otra de las razones es la creciente demanda de nuevos servicios de parte de los abonados. En el ámbito técnico, el proyecto deberá garantizar el correcto funcionamiento, técnicamente se debe analizar un estudio que permita conocer el estado actual de la red y prever su crecimiento para satisfacer la demanda futura del sistema a construir, la calidad, confiabilidad y el abastecimiento efectivo de la energía eléctrica es lo que se busca, como también evitar y reducir pérdidas y cortes de energía.

El 16 de abril del 2016 cuando se produjo un terremoto que afectó las provincias de Manabí y Esmeraldas, en donde se destruyeron casas se partieron calle y veredas de algunas calles y avenidas también se afectó a la red de distribución eléctrica cayendo los postes, cables, transformadores y demás equipos en su gran mayoría que causaron accidentes y hasta muerte en la ciudadanía por lo consiguiente consideramos que.

Por la seguridad antes los desastres naturales como terremotos, tormentas con descargas eléctricas y otros eventos. Con el diagnóstico de red existente veremos si está o no en buen estado el sistema de red distribuido en la avenida Eloy Alfaro así Evitaríamos la caída de los postes como también de los transformadores, conductores y demás dispositivos montados en la red de distribución aérea.

Para evitar el desagradable impacto y contaminación visual y paisajistas que provocan las redes aéreas tanto eléctricas, telecomunicaciones (fibra óptica) y tv por cable. Por urbanidad o embellecimiento de la ciudad y mejorar la armonía con el medio ambiente, dando la oportunidad de colocar arbustos ornamentales y jardineras en veredas.

Mejorar en calidad y eficiencia el servicio eléctrico, evitando los cortes y reducir las pérdidas de energía eléctrica. Minimizar el mantenimiento en la red de energía eléctrica, el polvo, la lluvia, el sol, provocan el deterioro de las líneas de distribución, lo cual conllevan al corte inesperado del fluido eléctrico, a veces provoca explosiones de los transformadores.

Mayor seguridad para el personal que labora en el sistema eléctrico, evitando subir a los postes y también la cercanía de los cables conductores desnudos a las edificaciones que en muchos casos han provocado muertes a personas que realizaban trabajos en antenas de techo para tv, o en labores de construcciones en edificios. Por la regeneración urbana de la avenida, en donde se van a construir el alcantarillado pluvial, el de aguas servidas y soterramiento de todas las líneas aéreas.

### **Problema de investigación.**

No contar con una red subterránea de distribución eléctrica que nos garantice seguridad antes los desastres naturales y evite la contaminación visual proporcionándonos armonía con el medio ambiente. El desastre natural que dejó el terremoto el 16 de abril del 2016 donde se destruyeron casas, se partieron las calles y veredas lo cual afecto la red de distribución eléctrica cayendo poste, cable ,transformadores dejando pérdida y corte de energía de allí surge la necesidad de realizar el estudio de diseño de red eléctrica subterránea de medio y bajo voltaje que permita conocer el estado actual de la red para evitar desagradable impacto y contaminación visual que provocan las redes aéreas tanto eléctricas, telecomunicaciones (fibra eléctrica) y tv por cable.

### **Objetivo de investigación o de estudio**

Sistema Eléctrico.

### **Campo de acción**

Reingeniería del sistema eléctrico subterráneo.

### **Hipótesis de investigación.**

Realizar el estudio y diseño de red eléctrica subterránea aportará con la regeneración urbana de la avenida Eloy Alfaro de la ciudad de Chone.

## **Objetivo General.**

Desarrollar el estudio-diseño de red eléctrica subterránea de medio y bajo voltaje para la regeneración Urbana de la avenida Eloy Alfaro del cantón Chone.

## **Tareas de Investigación.**

- ✓ Analizar el diagnóstico del sistema de distribución existente en el área de estudio.
- ✓ Levantamiento de información de las redes existentes.
- ✓ comprobar la red de medio, bajo voltaje, alumbrado público, ubicación de los centros de transformación, como de seccionamiento.
- ✓ Realizar un análisis de la red actual de medio y bajo voltaje

## **Estudio diseño de red eléctrica subterránea de medio y bajo voltaje en la avenida Eloy Alfaro del cantón Chone**

**Capítulo I:** se realizó el diagnostica mediante estudio de campo utilizando los métodos y las técnicas de investigación apropiadas, no con el fin de elaborar una teoría, sino, para aumentar la objetividad de las interpretaciones dadas de los hechos y fenómenos estudiados sobre redes eléctricas.

**Capítulo II:** se ejecutó el levantamiento de la red eléctrica como también las técnicas de recolección de información siendo apropiada para este proyecto como observación, teniendo como referencia a los moradores de la Avenida Eloy Alfaro del Cantón Chone.

**Capítulo III:** se comprobó mediante el diagnóstico, una alternativa en la solución del problema de redes eléctricas aéreas en medio y bajo voltajes existentes y para aquellas que se conciban mediante los nuevos proyectos encaminados al mejoramiento de la Av. Eloy Alfaro.

**Capítulo IV:** se realizó un análisis de la red existente, detallando de manera descriptiva y comprobatoria todos los resultados que sirven para elaborar el informe de este proyecto de investigación de la Avenida Eloy Alfaro del Cantón Chone.

**CAPÍTULO I**  
**ESTADO DEL ARTE**

## **CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE**

### **1. Introducción.**

En este capítulo se presentan las bases teóricas que fundamentan los estudios a realizar en los siguientes capítulos. Se presentará una descripción de los conceptos inmersos en el área de Distribución y Redes Subterráneas, considerando que lo expuesto intervendrá directa o indirectamente en el desarrollo del presente proyecto. Adicionalmente se presenta información general sobre los programas computacionales que se utilizaran en varios estudios del proyecto.

#### **1.1. Sistema eléctrico de distribución.**

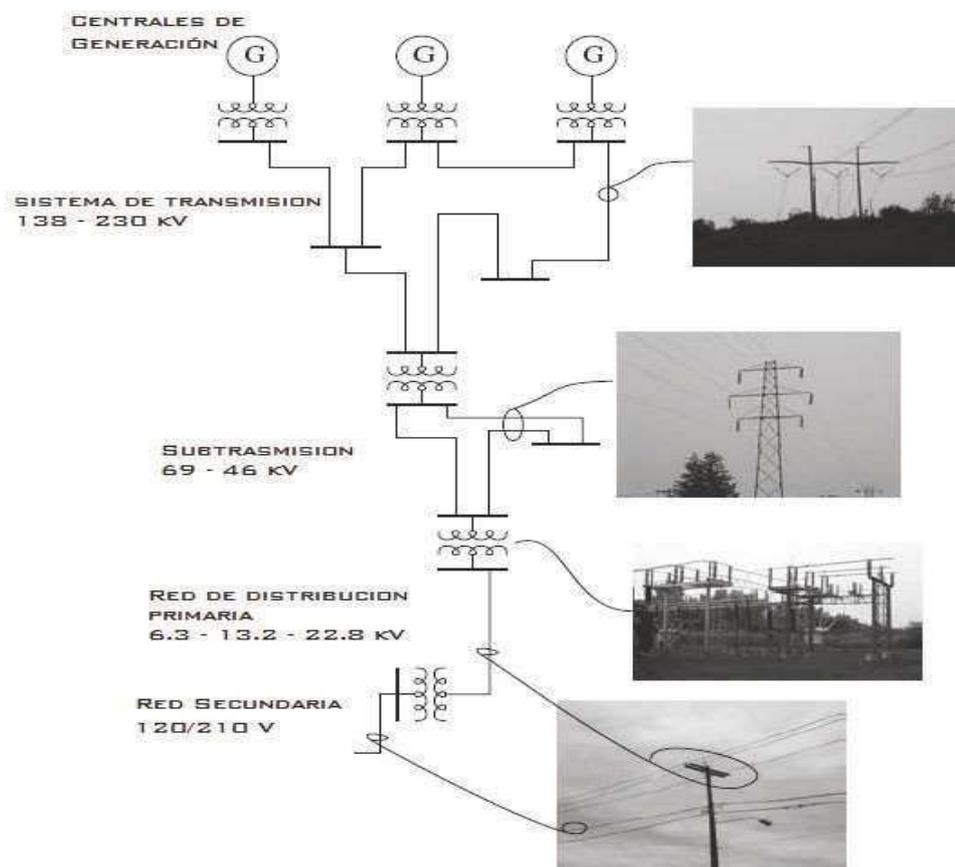
La electricidad en el siglo xx ha sido uno de los principales partícipes del desarrollo de la productividad y el aumento del bienestar de los países industrializados y en vías de desarrollo. La electricidad ya no es un lujo, ahora es una necesidad para la sociedad moderna de tal manera que, debido a sus beneficios el costo de energía eléctrica disminuye con el paso del tiempo.

Una Red o Sistema de Energía Eléctrica debe cumplir con tres etapas vitales para hacer posible su uso, estas son: Generación, Transmisión, y Distribución. Cada una de ellas cumple con una tarea específica, y juntas se complementan para dar lugar a lo que se conoce como un Sistema de Energía Eléctrica.

Una de las fases de mayor importancia en el flujo de energía es la Distribución pues se trata de la etapa más cercana al consumidor, usuario, o cliente, aquí se toma la energía del sistema de transmisión, cuya característica principal es operar en altos niveles de voltaje, y reducirlos a niveles de voltaje aptos para el consumo.

En nuestro país el sistema de distribución empieza en las subestaciones de subtransmisión, que son las encargadas de reducir el voltaje a niveles de subtransmisión. Posteriormente el sistema ingresa a las ciudades y se dirige hacia las

subestaciones de distribución en donde el nivel del voltaje es reducido nuevamente y se crea el sistema de distribución primario. Finalmente en la fase **más** cercana al usuario se tienen transformadores de distribución, los cuales toman el voltaje de la red primaria y lo reducen a niveles aptos para el consumo, formado así las redes de distribución secundarias. La Figura 2.1 muestra una vista general de un sistema de energía eléctrica desde la generación, hasta el consumidor final, incluyendo la infraestructura típica de entrega en cada etapa.



**Figura 2.1:** Visión general de un sistema de energía

## **1.2. Subestación de distribución.**

Dentro de una red de energía eléctrica, una subestación de distribución es la instalación en donde ocurre la recepción de las líneas de subtransmisión, mismas que poseen un nivel de voltaje de 96 KV para el caso de la Empresa Eléctrica del cantón Chone en ellas se encuentra un transformador que reduce el voltaje a niveles de 13.8 KV, formando así la red de distribución primaria, adicional a ello se suman todos los equipos asociados de protección, control y seccionamiento.

### **1.2.1. Sistema primario.**

Conocido comúnmente como red primaria, red de medio voltaje, o alimentadores primarios, constituyen el conjunto de elementos tales como: conductores, aisladores, estructuras de soporte, canalizaciones, equipos de protección, que operan al voltaje primario del sistema. Esta red inicia en las barras de medio voltaje de la Subestación de Distribución y finaliza en los terminales de alto voltaje de los transformadores de distribución.

Dentro de este sistema se puede diferenciar entre un alimentador troncal y un ramal o derivación. El primero constituye, por su capacidad de transporte, la parte principal de la red primaria, el segundo es una sección de la red primaria que se deriva de un alimentador troncal para alcanzar un área determinada de suministro.

### **1.2.2. Centro de transformación.**

Es la parte final de la red primaria, comprende el transformador de distribución que reduce el nivel de voltaje a 120 / 240 V, formando así la red de distribución secundaria, Contiene los elementos de protección y seccionamiento necesarios para su operación.

Un centro de transformación puede ser aéreo, instalado sobre una estructura de soporte, o puede ser una cámara eléctrica cubierta instalada al nivel del piso o subterránea, diseñada y construida exclusivamente para el alojamiento de los equipos mencionados.

### **1.2.3. Red secundaria.**

Es la fase final de la Red de Distribución, opera al voltaje secundario del sistema o voltaje de utilización y es el enlace directo con los consumidores o clientes.

Esta red la conforman varios circuitos secundarios, que son una sección de la red secundaria comprendida entre el centro de transformación y el extremo más alejado de la misma que recibe alimentación del transformador de distribución correspondiente, incluyendo los ramales derivados de puntos intermedios.

Dentro de la red secundaria se tiene la presencia de la red de alumbrado público, esta es una parte importante dentro de la Red de Distribución, opera al voltaje secundario del sistema y se encarga de alimentar y controlar las luminarias para el alumbrado de vías y espacios de uso público.

### **1.2.4. Acometida y clientes finales**

La acometida es la instalación que conecta un punto de la red secundaria con el contador o medidor de energía de cada cliente, que equivale a conectar a la carga de dicho usuario. Esta conexión puede ser aérea o subterránea dependiendo del tipo del tipo de circuito secundario.

El abonado, cliente, o usuario es una persona natural o jurídica que mantiene suscrito un convenio con la Empresa Distribuidora para el suministro de energía eléctrica dentro de una residencia, establecimiento, edificio o local.

### **1.3. Tipos de redes de distribución.**

El constante desarrollo de la sociedad, su crecimiento acelerado en ámbitos de demografía, urbanismo, tecnología, industria, comercio, y muchos más, obliga a que los sistemas eléctricos evolucionen al mismo ritmo, de tal manera que se pueda abastecer con energía a cada uno de los actores que forman parte de este sistema.

De esta manera, la evolución de los sistemas eléctricos ha sido notoria en los últimos años y los sistemas de distribución no son una excepción, la tendencia de estos sistemas está dirigida a tener incrementos en la confiabilidad, tener mayor cobertura, tener el mayor porcentaje posible de clientes satisfechos, y por otro lado se busca reducir costos, reducir pérdidas en los sistemas, disminuir tasas de interrupción de energía.

En este afán se crean sistemas eléctricos más eficientes y sostenibles, esto se logra principalmente definiendo algunos tipos de redes de distribución, entre las más importantes están las redes aéreas y subterráneas, por otro lado se tienen redes con diferentes topologías, radial, mallada, anillo. Una adecuada combinación de estos tipos es en la actualidad el factor que determina el correcto funcionamiento de una red.

### 1.3.1. Red aérea.

Es el conjunto de elementos componentes del Sistema de Distribución instalados en estructuras aéreas erigidas sobre el terreno, ubicadas principalmente a lo largo de calles, la mayoría de las líneas de distribución que alimentan a los clientes son de este tipo. Una de sus características es que el aislamiento de los equipos se lo hace principalmente en aire.

Este tipo de líneas presentan un componente crítico de confiabilidad y seguridad debido a que se encuentran expuestas a personas, árboles, viento, relámpagos, autos, y demás elementos.



**Figura 2.2:** Distribución de líneas en el aérea

### **1.3.2. Red subterránea**

Es la red de distribución cuyos elementos se encuentran instalados directamente bajo el nivel del suelo, se caracteriza principalmente por tener cámaras de transformación, canalizaciones, pozos de revisión, conductores asilados, equipos de protección y seccionamiento con un tipo de aislamiento que no sea aire.

Una de las principales diferencias respecto a una red aérea es que una red subterránea es muy costosa, sin embargo, como se ha mencionado anteriormente presenta una serie de ventajas que hacen que los beneficios sean mayores a pesar de tener un costo de inversión mayor.



**Figura 2.3:** Visión con topología radial

### **1.3.3. Sistema con topología radial.**

La topología de la red de distribución hace referencia al esquema o método escogido para que la energía se distribuya desde la fuente hasta la carga. Un sistema puede adoptar uno de los varios tipos, los cuales poseen sus ventajas y desventajas particulares. Entre las más importantes podemos mencionar dos tipos de topologías, radial y anillo. La topología radial se caracteriza por su alimentación a partir de una

sola fuente ubicada en un extremo, transmitiendo la energía en forma radial hasta el consumidor.

Posee ventajas de diseño y construcción, es de fácil operación y tiene un costo reducido, adicionalmente resalta su simplicidad para ser equipadas con protecciones debidamente coordinadas. Una de las desventajas es su baja Confiabilidad, al tener una falla en la fuente y no tener un respaldo, se cortaría el suministro de energía.

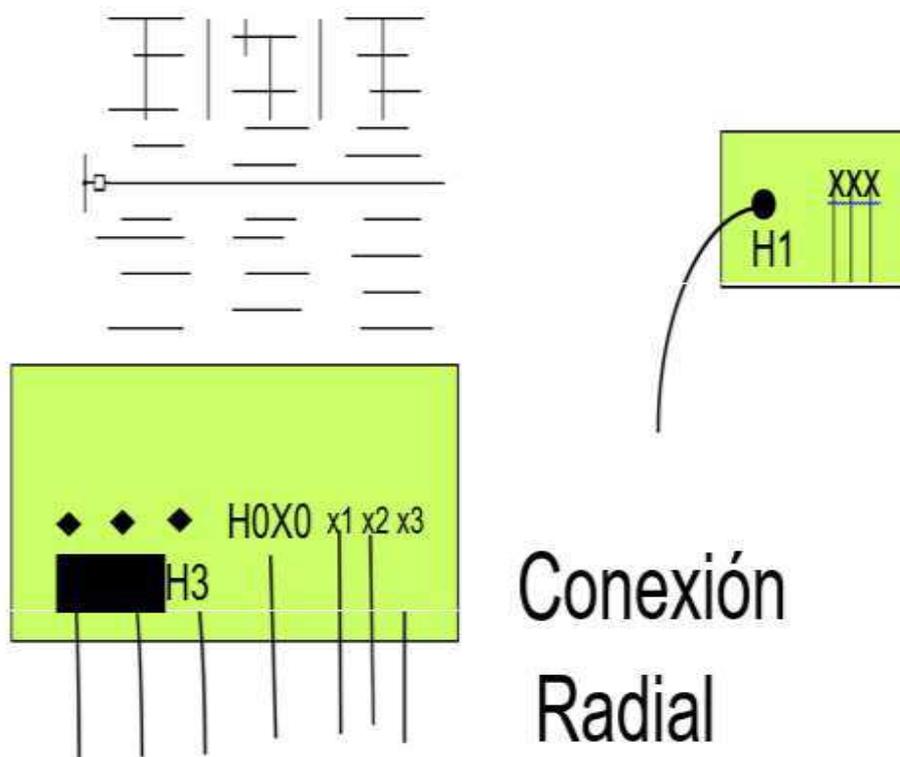


Figura 2.4: conexión radial

### 1.3.4. Sistema con topología en anillo

#### 1.3.4.1. Anillo cerrado

La topología en anillo tiene como característica, y principal diferencia respecto a una red radial, que la alimentación y servicio hacia las redes es posible hacerlo a través de más de un camino eléctrico. Una topología en configuración de anillo cerrado significa que tiene sus dos o más extremos alimentados, en este caso la energía entra en un anillo y alimenta a todas las cargas sin presentar problemas de servicio ante la salida de una de las fuentes.

Su principal ventaja es la alta confiabilidad en el sistema, por otro lado sus desventajas son la dificultad para realizar una adecuada coordinación de protecciones y el alto costo económico.

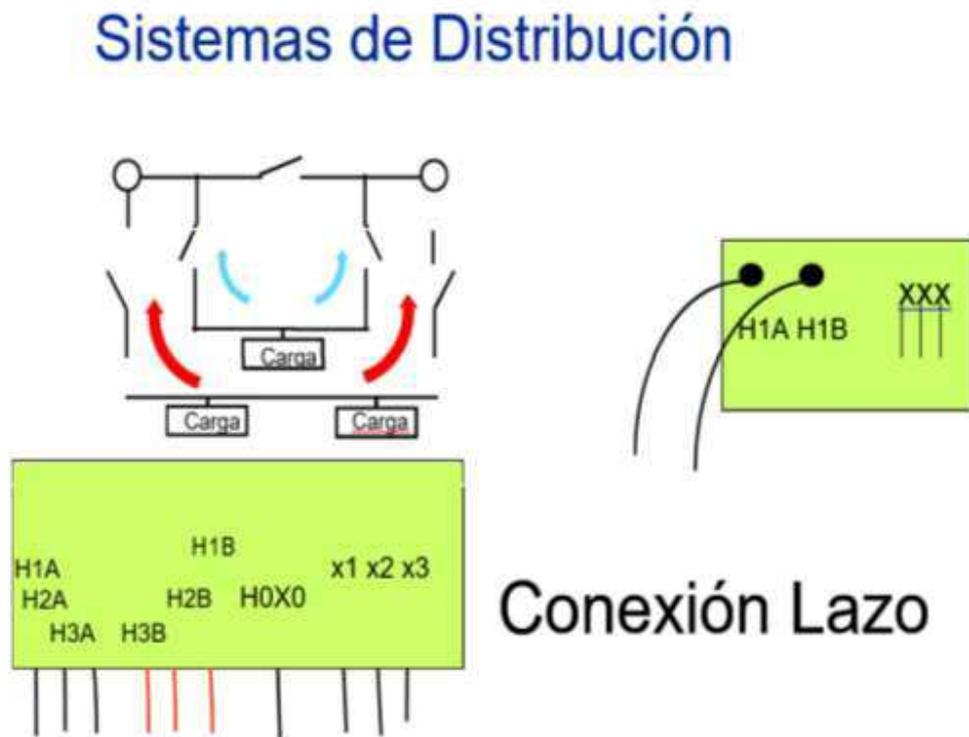


Figura 2.6: sistema de Distribución

# Sistema tipo lazo

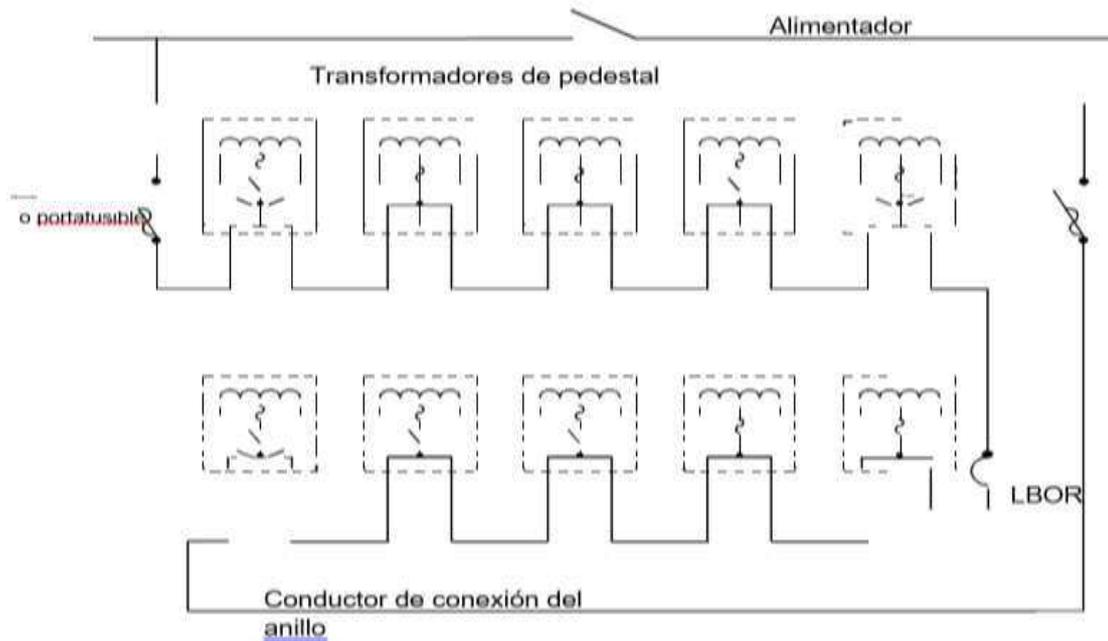


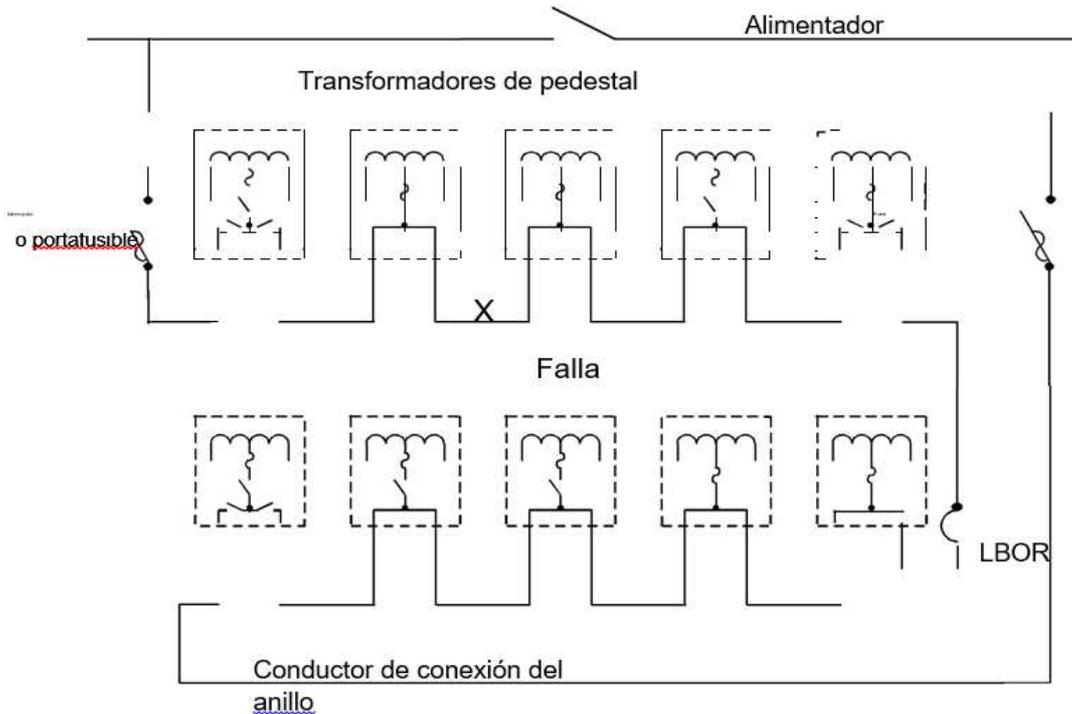
Figura 2.7: Sistema tipo lazo

## 1.3.4.2. Anillo abierto.

Esta topología se caracteriza debido a que cualquier punto de consumo en la red, puede ser alimentado por dos posibles caminos eléctricos, pero solo uno de estos dos caminos es efectivo, el otro camino sirve de emergencia, y ante una eventual falla se realiza una transferencia mediante esta posibilidad de conexión en anillo abierto.

Esta es una de las topologías más utilizadas actualmente, esto debido a que en condiciones normales el sistema opera como si se tratase de un sistema radial, y ante condiciones de contingencia se hace uso de los respaldos que brindan las otras redes, formando en conjunto una red en anillo abierto. Presenta las ventajas de las redes radiales y además la posibilidad de una doble alimentación.

# Sistema tipo lazo



## 1.4. Red eléctrica subterránea.

El crecimiento y densificación, sobre todo en las zonas urbanas ha traído consigo una creciente demanda de servicios de infraestructura y redes de conectividad con los consecuentes problemas de uso del espacio público por parte de empresas encargadas de dotar estos servicios, que crean situaciones de saturación, riesgos, inseguridad y deterioro del ornato. Particularmente, en el caso de las redes aéreas la situación en algunas zonas ha llegado a extremos tales que es fácil observar un escenario de riesgos, inseguridad y afectación al espacio público que amerita una intervención urgente. En muchos lugares la mayoría de sistemas de distribución son subterráneos, es un sistema oculto a la vista, y es más fiable. Cables, conectores y equipos de instalación han tenido un avance considerable en el último cuarto de siglo, haciendo a las redes subterráneas menos costosas y más fáciles y rápidas de instalar.

Entre las ventajas de las redes subterráneas se tienen los bajos costos de operación y mantenimiento, además de la protección de los cables, que impiden las pérdidas causadas por conexiones ilegales, además se proporciona mucha mayor seguridad a los usuarios. Por otro lado, como desventajas se tienen que la construcción de redes subterráneas se dificulta más en sectores urbanos, debido al tráfico vehicular y peatonal, y todo lo referente a obras de construcción civiles.

Las redes subterráneas también son afectadas por descargas atmosféricas en el sentido de que las ondas de sobre voltaje viajan por los conductores, por lo cual es importante tener **equipos de protección para estas eventualidades.**



### **1.4.1. Definiciones generales**

A continuación se describen los conceptos más importantes que se encuentran involucrados en la fase de planificación y diseño de una red subterránea, esto dará una mejor comprensión de los estudios posteriores.

#### **1.4.1.1. Demanda**

Es el promedio de la potencia requerida por una carga durante un período de tiempo determinado (intervalo de demanda), a menudo de 15, 20 o 30 min. La demanda puede ser utilizada para caracterizar la potencia real, potencia reactiva, potencia total. Puede ser expresada en kilovatios (KW), kilovoltios amperios (KV.A), o en amperios (A).

#### **1.4.1.2. Demanda máxima (dm)**

Es el valor de mayor demanda ocurrido en un sistema durante un periodo considerado, el cual suele ser diario, mensual y/o anual. Comúnmente se la llama demanda pico o carga pico.

La demanda máxima durante un periodo de tiempo es una de las formas más comunes de cuantificar la carga de un circuito.

#### **1.4.1.3. Demanda coincidente o diversificada.**

Se define principalmente por el término “coincidencia”, el cual representa la simultaneidad de un grupo de usuarios. Por lo tanto es la demanda de un grupo compuesto de varias cargas, promediada en un intervalo de tiempo.

La demanda máxima coincidente por lo general es menor que la suma de las demandas máximas individuales.

#### **1.4.1.4. Densidad de carga.**

Se define como la demanda máxima (KVA) que se tiene en una unidad de superficie ( $\text{km}^2$ ), y se expresa generalmente en  $\text{KVA} / \text{km}^2$ .

#### **1.4.1.5. Factor de demanda (FDM).**

Se define como la relación entre la demanda máxima y la carga total instalada (CI) en un sistema. La carga total instalada es la suma de todas las potencias de placa de los equipos instalados. Este factor es un indicativo de la frecuencia de uso del equipamiento instalado en el sistema, mientras más se acerca a uno significa que hay un constante uso de dichos equipos.

#### **1.4.1.6. Factor de coincidencia (FC).**

Es la relación entre la demanda máxima coincidente de un sistema y la suma de las demandas máximas individuales de los clientes o usuarios.

El factor de coincidencia es siempre menor a uno, siempre y cuando el sistema esté compuesto por más de un usuario.

#### **1.4.1.7. Factor de diversidad (FD)**

Es la relación entre la suma de las demandas máximas individuales y la demanda máxima coincidente del sistema, es también el recíproco del factor de coincidencia, y por ende su valor será mayor que la unidad, se expresa de la siguiente:

#### **1.4.2. Criterios para diseño de una red subterránea.**

En el área de distribución es conocido que para lograr la conexión de las instalaciones al sistema y posteriormente al suministro de energía, es obligación dar cumplimiento a los requerimientos establecidos en las normas o regulaciones que rigen para el caso. Es por ello que esta fase tiene como propósito internarse un poco más en las redes de distribución subterráneas, se presenta en resumen el fundamento teórico de las actividades a desarrollar en el proceso de ejecución del diseño de una red de distribución subterránea tipo, esto con la finalidad de obtener la información que será considerada para el desarrollo de los capítulos posteriores.

El proyecto inicia con la recopilación de antecedentes sobre la localización del área en cuestión, y sus características básicas sobre desarrollo urbanístico. Con los antecedentes recopilados, se procede al dimensionamiento de los componentes de la nueva red, se define el trazado de las líneas y la localización de todos los elementos componentes,

tanto de la obra eléctrica como de la obra civil. Para ello se determinan los criterios básicos, característicos de equipos y materiales, así como recomendaciones de orden general establecidos por los entes reguladores, aplicando criterios que conduzcan a obtener una solución óptima.

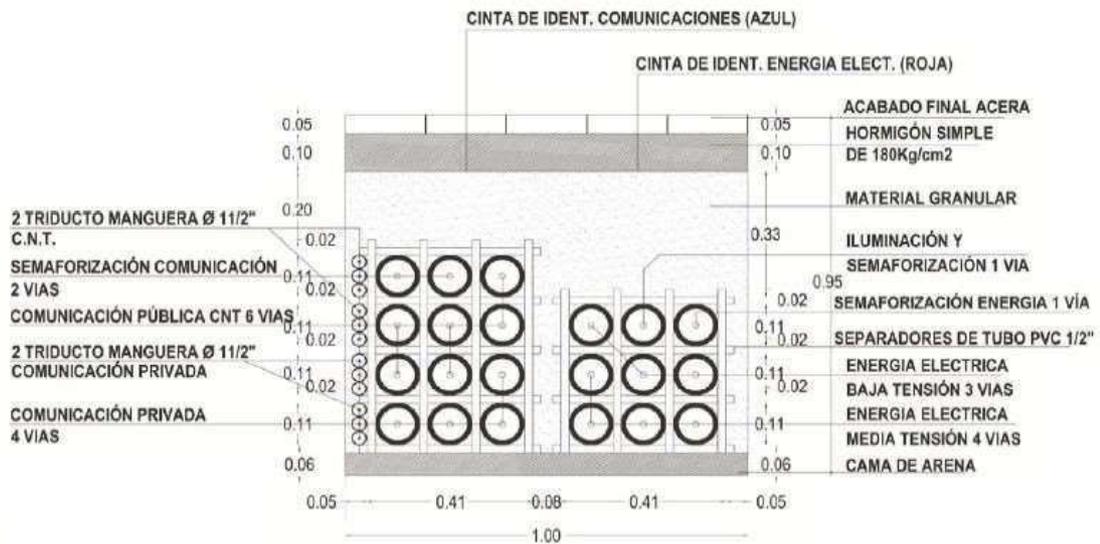
A continuación se presentan las características técnicas que se deben aplicar en la construcción de obra civil y eléctrica de redes subterráneas.

#### **1.4.2.1. Canalizaciones y ductos.**

Las canalizaciones de redes deben estar constituidas por ductos para las instalaciones eléctricas y para instalaciones de otras empresas involucradas en el soterramiento. El conjunto de la ductería comprende la utilización de pozos de revisión que serán compartidos por las empresas partícipes, los mismos que se deberán emplazar en cajas de revisión independientes, colocadas junto al ducto, para que de allí se hagan las acometidas domiciliarias.

Las dimensiones de una zanja para vías principales y colectoras debe ser: Ancho= 0.95 m, Profundidad= 0.95 m. Deben tener paredes verticales, el fondo tendrá un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de arena de 6 cm, consiguiendo un piso regular y uniforme para colocar la tubería y que ésta se apoye en toda su longitud. En la Figura 3. se muestra una imagen generalizada de los ductos y la distribución de sus zonas.

### DUCTO TIPO 3 (VÍAS PRINCIPALES Y COLECTORAS)



**Figura 3:** Zonificación de servicios en el interior de un ducto tipo

En la construcción de los ductos se utiliza tubería de PVC rígida, compuesta por un material termoplástico, normalizada según Normas INEN 1869 y 2227, y diseñadas para instalaciones directas bajo tierra. Para que un ducto garantice el paso de los cables de energía eléctrica la máxima curvatura permitida no debe exceder de cuatro grados sexagesimales, cuando la curvatura sea mayor, se deberá construir un pozo para realizar el cambio de dirección.

#### **1.4.2.2. Pozos de revisión.**

Los pozos son el lugar donde confluyen los ductos y que forman parte de la infraestructura subterránea, son cuadrangulares con dimensiones: (1.00 x 1.00 x 1.00) m, son contruidos de hormigón armado y tienen acceso por su parte superior, la base es de material granular con la finalidad de que drene el agua proveniente del exterior.

Los pozos de revisión se ubican en las esquinas de las manzanas, continuando cada 50 metros como distancia máxima, usando el criterio de diseño como se indica en la Figura 3.1. Los pozos se construyen antes o después de las cámaras de energía eléctrica,

según la longitud del tramo y las características del terreno, desde ahí se realizan las acometidas domiciliarias. Se debe evitar la cercanía a bombas de gasolina o lugares donde se sospeche la presencia de emanaciones de gases tóxicos y sitios adyacentes a un hidrante.

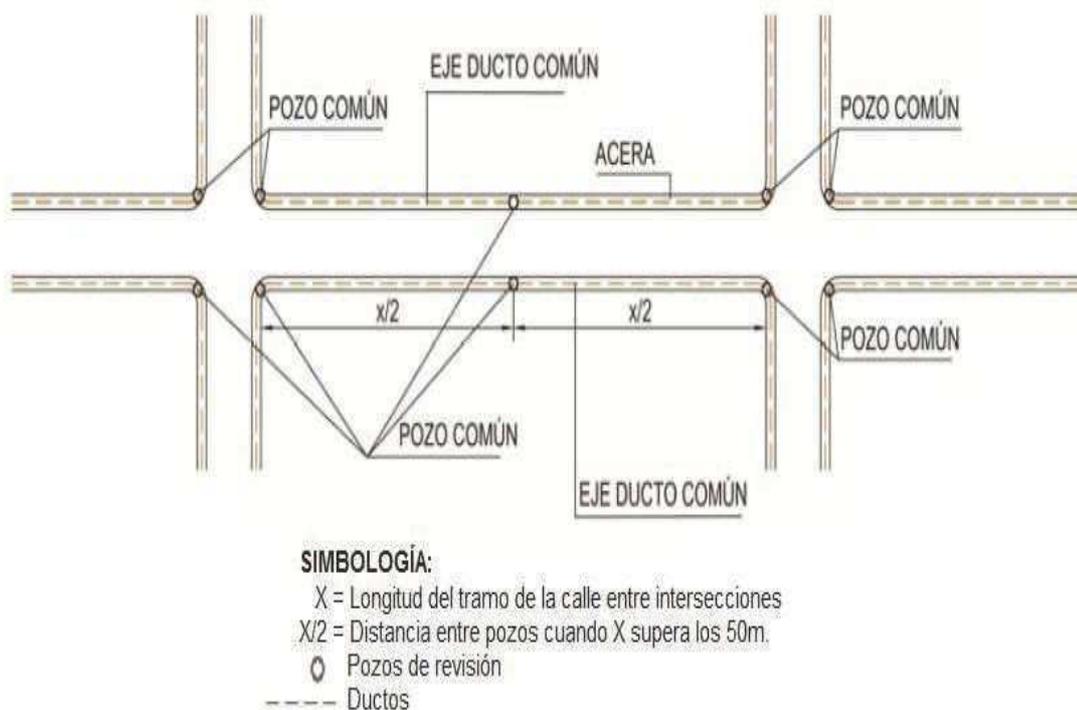


Figura 3.1: Criterio de diseño para construcción de pozos

### 1.4.2.3. Cámaras de transformación y seccionamiento.

En materia de construcción se tienen dos diferentes tipos de cámaras:

Seccionamiento (Dimensiones mínimas 6m x 4m x 3 m).

Transformación (Dimensiones mínimas 3m x 4m x 2.80 m)

Las cámaras de transformación sirven para albergar al transformador junto con todos los elementos adicionales, por el contrario las cámaras de seccionamiento pueden tener

dentro varios elementos necesarios para realizar transferencias de carga, conexiones y desconexiones de cargas, y adicionalmente pueden albergar uno o varios transformadores. Las cámaras se instalan bajo el nivel del piso o sobre el nivel del piso, las cámaras bajo el piso pueden instalarse en la acera o en el subsuelo de un edificio.

En términos de diseño eléctrico se deberá utilizar en lo posible cámaras existentes que presenten espacio suficiente para adecuación y remodelación, y que su ubicación se encuentre, en lo posible, en el centro de carga. Todas las cámaras, tanto de la EE de Chone como privadas deberán estar conectadas entre sí y se deberán utilizar transformadores tipo Padmounted dentro de cámaras. Adicionalmente, las cámaras deben tener las siguientes características:

Una cámara de transformación podrá servir en red de bajo voltaje (BV) hasta 4 manzanas.

Las cámaras de seccionamiento con dos primarios de interconexión, de aplicación estratégica serán teles comandadas, mediante la utilización de una RTU con protocolo de comunicación IEC 870-5-101 o DNP3.

Se deberán instalar pararrayos de frente muerto en los puntos normalmente abiertos de las mallas y en el último transformador de cada ramal radial. En cámaras con más de dos salidas en BV se utilizarán Tableros de Distribución con interruptores termo magnéticos.

#### **1.4.2.4. Equipos de protección y seccionamiento**

Aquí se establece un resumen de los requerimientos mínimos para la selección de los dispositivos de protección y seccionamiento que deberán ser considerados para el diseño de las redes, ya que la correcta selección de los elementos de protección, sobre todo de la red primaria, influirá en la confiabilidad del sistema y en la facilidad de operación y mantenimiento de la instalación.

- ✓ Los dispositivos de protección y seccionamiento normalmente considerados para una red primaria subterránea serán los siguientes:
- ✓ Seccionador unipolar tipo barra.
- ✓ Seccionador fusible unipolar.
- ✓ Seccionador con accionamiento tripolar bajo carga.
- ✓ Interruptor con accionamiento tripolar bajo carga con fusibles.
- ✓ Conectores tipo codo para operación bajo carga.
- ✓ Conectores tipo codo porta fusibles para operación bajo carga
- ✓ Uniones pre moldeadas de frente muerto en barrajes.
- ✓ Juegos de empalmes pre moldeados modulares.
- ✓ Pararrayos de frente muerto en los puntos normalmente abiertos y en el último transformador de cada ramal radial.

Para la interconexión y derivación de los troncales de los primarios se utilizan celdas con la funcionalidad de seccionadores con operación bajo carga y para las mallas de derivación celdas con la funcionalidad de interruptores. Las cámaras de seccionamiento con dos primarios de interconexión serán tele comandadas mediante la utilización de una RTU con protocolo de comunicación IEC 870-5-101 o DNP3 Para protección y operación de la red secundaria se recomienda la utilización de tableros de distribución trifásicos, con aislamiento en aire, disyuntores termo magnéticos de diferentes amperajes de operación, según las condiciones de carga de los circuitos de bajo voltaje y alumbrado público.

### 1.4.2.5. Cables

Los cables de medio y bajo voltaje son instalados a través de los ductos de PVC de cuatro pulgadas, conectados mediante los pozos eléctricos de hormigón. Todos los cables a ser instalados en una red subterránea serán unipolares, con aislamiento sólido de polietileno reticulado XLPE, el cual está formado por: conductor, pantalla semiconductora, aislamiento, pantalla de cinta de cobre aplicada en forma helicoidal y cubierta de PVC. El aislamiento dependerá del nivel de voltaje de la red: 25 KV para la red de medio voltaje, y 2000 V para la red secundaria.

Los conductores a utilizarse para el neutro en redes subterráneas serán preferentemente de cobre estañado. Para el sistema a 13,8 KV, el conductor neutro secundario será continuo a partir de la subestación de distribución y en los tramos monofásicos será común con el neutro de la red primaria.

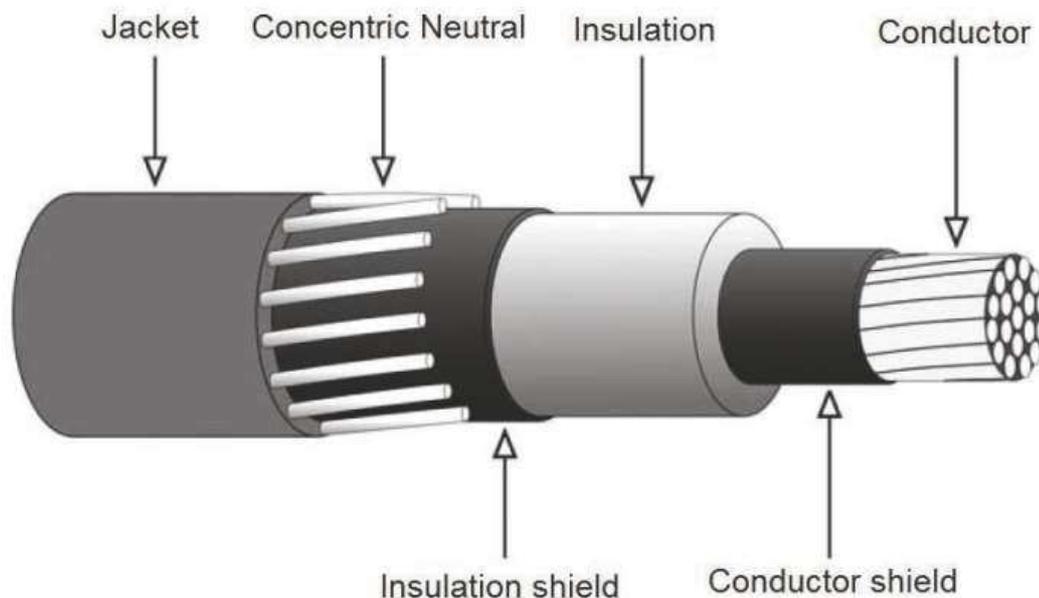


Figura 3.2: Estructura de un cable aislado tipo

**CAPITULO II**  
**DISEÑO METODOLÓGICO**

## 2. CAPITULO II

### 2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 2.1.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se realiza un diagnóstico de la red que alimenta a la Av. Eloy Alfaro, desde el puente opto hasta la vía Boyacá.

Mediante el uso del Sistema de Información Geográfica (GIS EECH), se tendrá acceso a la base de datos de la Empresa Eléctrica de Chone, y con ello se obtendrá la información física de la red, incluyendo toda la infraestructura existente en el área. Por otro lado se hará uso del Software CYMDIST para determinar el estado de la red en función de sus parámetros eléctricos.

#### 2.1.2. Tipo de investigación.

Este tipo de investigación utilizará métodos, técnicas e instrumentos que permitirá alcanzar el objetivo propuesto por el y los involucrados en el desarrollo de este proyecto o trabajo de titulación.

**Métodos Teóricos:** Los métodos teóricos que se aplicarán en el desarrollo de la investigación serán los siguientes:

**Análisis - Síntesis.** - este tipo de metodología permitió obtener información relacionada con el problema que se investigó y así obtener conocimiento del estado actual del Estudio, Diseño de red eléctrica subterránea de Media y Baja tensión en la Avenida Eloy Alfaro de la Ciudad de Chone.

**Inducción deducción.** - permitió realizar una evaluación respecto a la situación del sistema eléctrico existente en la Avenida Eloy Alfaro, esta información permitió concluir y recomendar las acciones para evaluar las posibles variantes de los dispositivos a instalar.

**Bibliográfico.** - este tipo de metodología, se utilizó para la investigación, el material que permitió la búsqueda de información con relación a las variables del tema.

La obtención de la información se la realizó mediante los textos de ingeniería eléctrica y electrónica, tesis de grado de la carrera de ingeniería eléctrica y electrónica, realizadas por estudiantes profesionales en la actualidad, revistas y o Artículos Científicos

### **Métodos y técnicas.**

**Métodos empíricos.** - el método empírico que se empleó en el desarrollo de la investigación fueron las siguientes:

**Observación directa.** Se observó directamente en la base de datos del GIS-EE de Chone la comprobaciones de campo se ha podido determinar con un grado de exactitud elevado, la cantidad y tipo de usuarios existentes en el área de estudio.

## **2.2. Ubicación y delimitación del área de estudio**

La Av. Eloy Alfaro se encuentra ubicada en la Ciudad de Chone, el área de estudio se encuentra delimitada principalmente por la Av. Eloy Alfaro, es decir, se analizará la red de distribución eléctrica que se encuentra emplazada a lo largo de la vía. El área de estudio se extenderá desde la vía a Boyacá hasta los puentes Otto Arosemena y Velasco Ybarra.

En la Figura 4 se pueden observar que muestran la vía principal. Esto significa que el estudio se lo hará en tres distintos tramos, definidos a continuación:

Tramo 1: vía Boyacá – Lubricadora Lubrimary

Tramo 2 Lubricadora Lubrimary – ULEAM

Tramo 3 ULEAM – puente Otto Arosemena y puente Velasco Ibarra

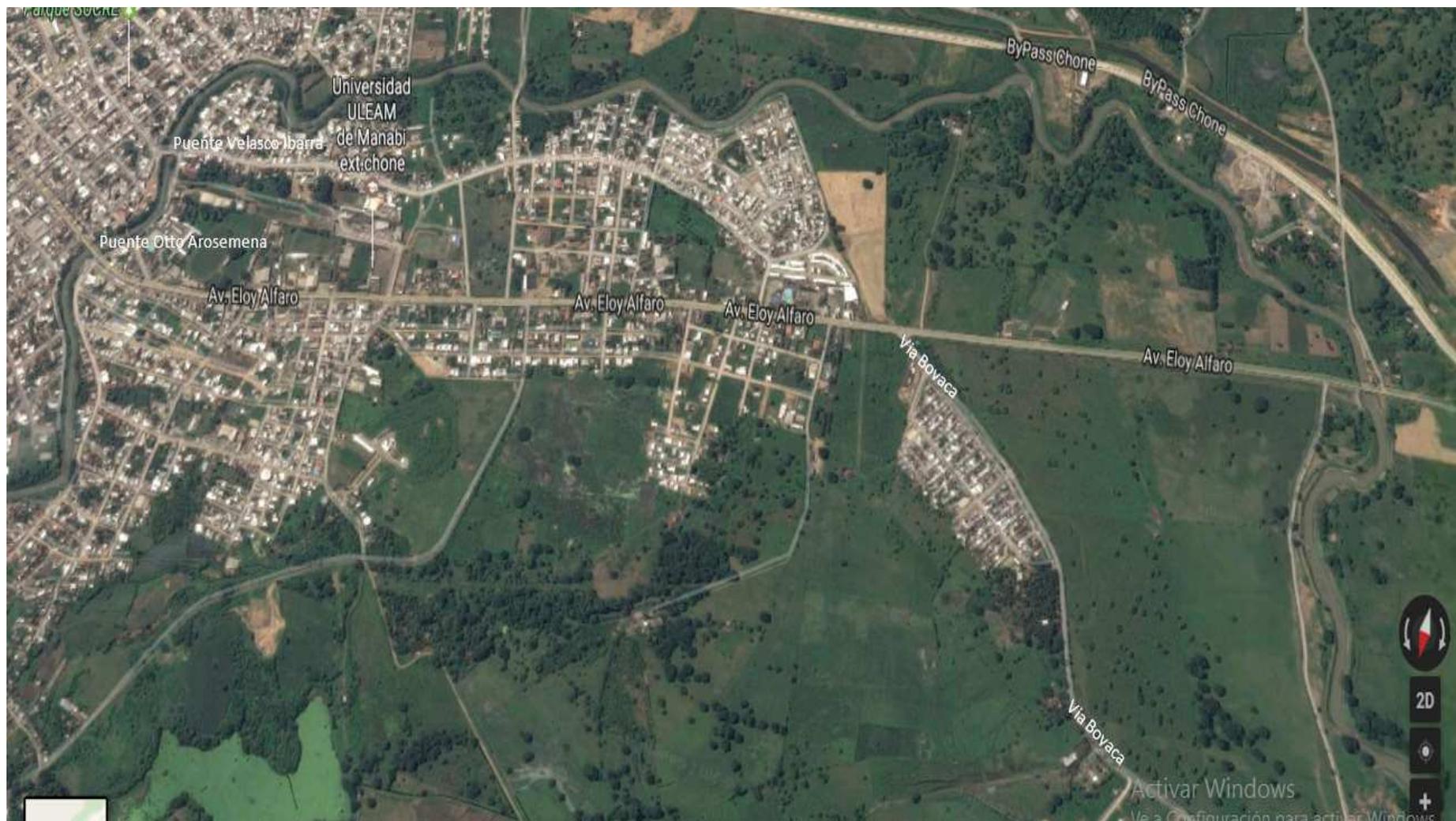


Figura 4: Mapa de la Av. Eloy Alfaro, obtenido de Google

Cada uno de estos tramos corresponde a una parte del área de estudio. Esta partición se la hizo para tener mayor facilidad en el manejo de información, además de una mejor percepción de las áreas estudiadas por parte del lector, y, finalmente, por la recomendación del personal experto en diseño de la EE de Chone

Para efectos del estudio, se crearon # micro-áreas de 45 m x 45 m, las cuales encierran una superficie de 2025 m<sup>2</sup> cada una. La numeración de cada micro-área se la hizo tomando una referencia inicial la cual corresponde a las cuadrículas existentes en el Sistema de Información Geográfica (GIS – EE de Chone).

El área de estudio, por tramos, Figuras 4.1 - 4.2:

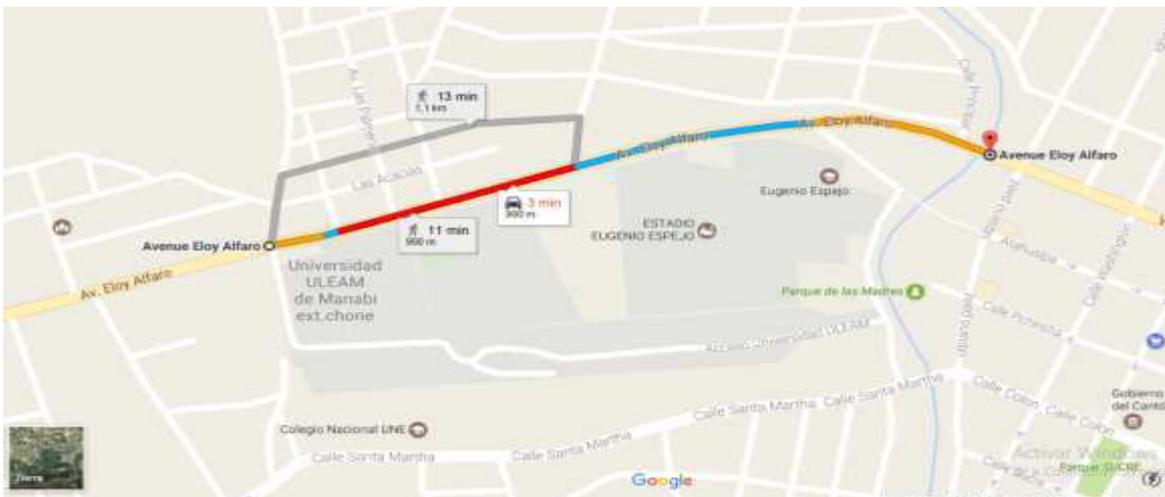


Figura 4.1: Tramo 1 – Mapa

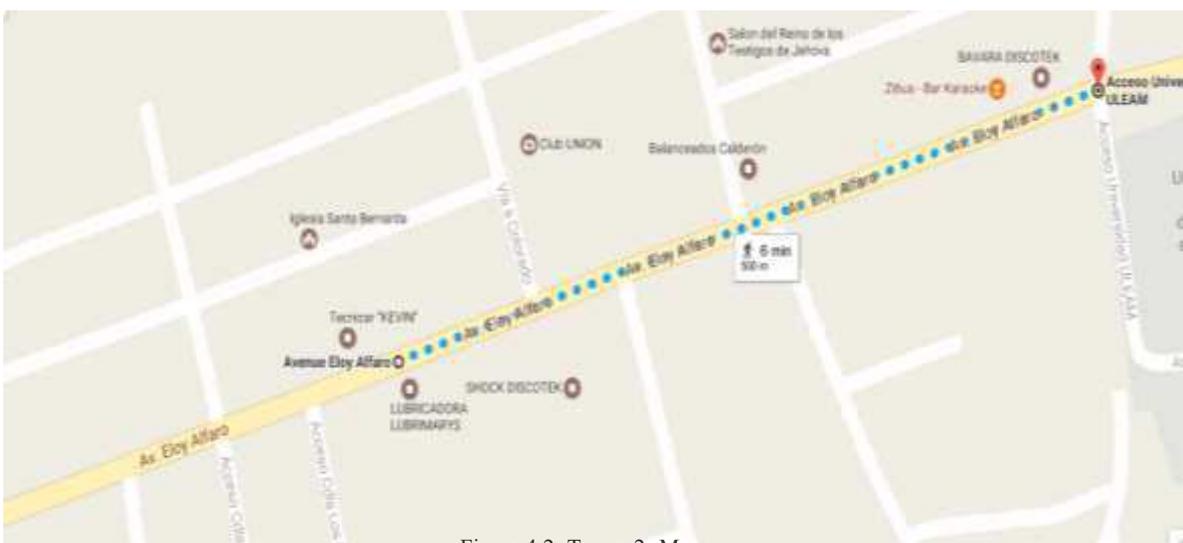


Figura 4.2: Tramo 2- Mapa

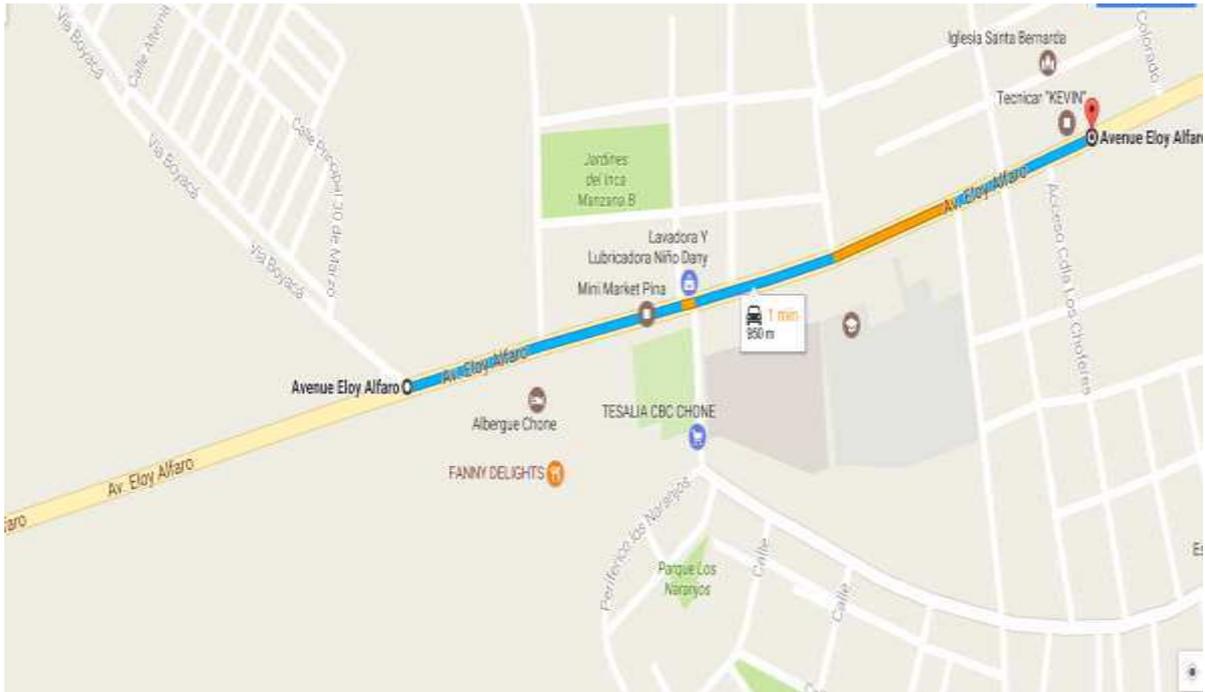


Figura 4.3: Tramo 3 - Mapa

### 2.3. Descripción de la red de distribución actual

La zona a intervenir corresponde a la avenida Eloy Alfaro partiendo desde la entrada de la vía Boyacá hasta los puentes Otto Arosemena y Velasco Ybarra. La descripción de la red se la hará de la siguiente manera:

- ✓ Subestación y Alimentadores Primarios (Red de Medio Voltaje)
- ✓ Centros de Transformación
- ✓ Redes de Bajo Voltaje, y Alumbrado Público.
- ✓ Usuarios o clientes.

Esta zona actualmente se encuentra servida por tres alimentadores primarios, con un nivel de voltaje de 13.8 KV, los cuales provienen de la subestación Chone, con una potencia instalada de 20 MW.

SUBESTACION CHONE		POTENCIA INSTALADA		20 MW
#	ALIMENTADORES	CARGABILIDAD	DISTANCIA	CALIBRE
1	ALIMENTADOR # 2	7.7 MW	12 Km	4/0 AWG
2	ALIMENTADOR # 3	4.9 MW	6 Km	4/0 AWG
3	ALIMENTADOR # 4	3.9 MW	6 Km	4/0 AWG

Tabla 3.1: Subestación y primarios del área de estudio

Adicionalmente, cada primario tiene su respectiva área de servicio, la cual se especifica en la Tabla 3.2 y se muestra en la Figura 3.8. Cabe mencionar que, debido a la topología de la red, es posible hacer transferencias de carga entre los alimentadores. Los primarios ULEAM – lubricadora Lubrimary tienen equipos de transferencia en el punto de unión de los mismos, que es punto final del Tramo 1. Y los primarios Otto Arosemena y Velasco – vía Boyacá tiene su punto de transferencia en el mismo sector, pocos metros más al norte.

PRIMARIO	TRAMOS DE SERVICIO	ÁREA DE SERVICIO
Puentes	2	Av. Eloy Alfaro, desde los puentes Otto Arosemena y Velasco , hasta Vía Boyacá
ULEAM	2, 3 y 4	puentes Otto Arosemena y Velasco hasta ULEAM
LUBRICADORA	2, 3 y 4	Av. Eloy Alfaro, ULEAM y la Lubricadora Lubrimary hasta Vía Boyacá

Tabla 3.2: Área de servicio primario

La infraestructura de redes de conectividad y energía eléctrica está emplazada de forma longitudinal en los dos lados de la vía de intervención. La red de medio voltaje es trifásica aérea a un nivel de voltaje de 13800 V, se distribuye en forma radial a través de la vía, está conformada por conductores de aluminio y cobre desnudo, cuyos calibres van desde 4 AWG, y se muestran en detalle en la Tabla 3.3. La red está instalada en postería de hormigón y soportada por estructuras normalizadas de la EE de Chone.

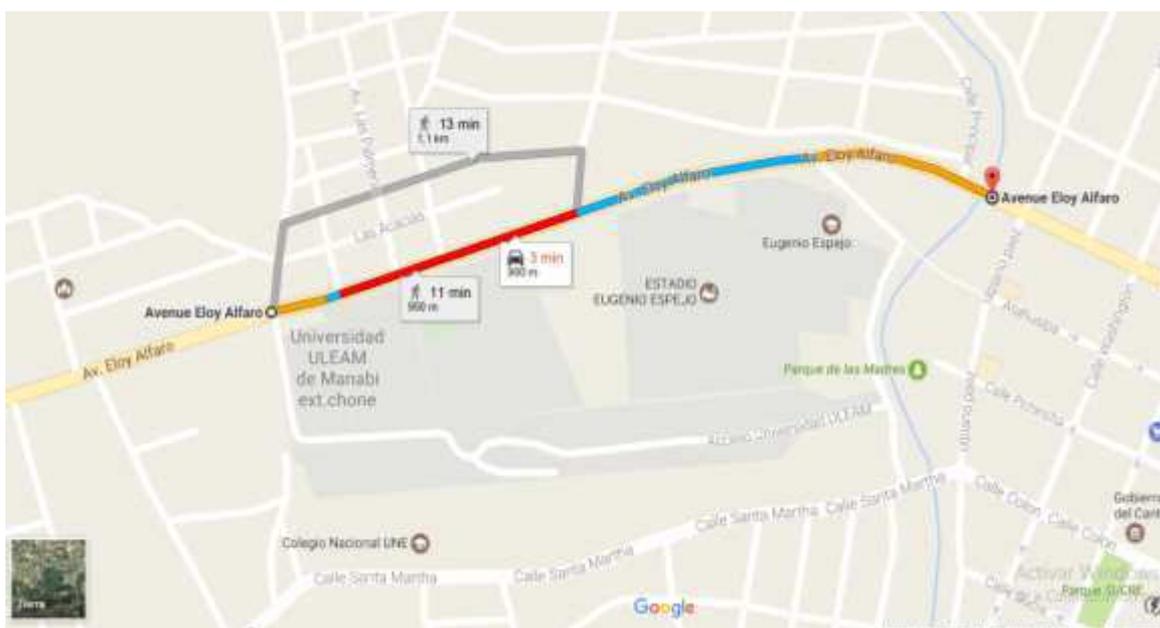


Figura 3.8: Área de servicio por primario

	ALIMENTADORES	CALIBRES UTILIZADOS ACTUALMENTE EN MV
	ALIMENTADOR # 2	4/0 AWG
	ALIMENTADOR # 3	4/0 AWG
	ALIMENTADOR # 4	4/0 AWG

Tabla 3.3: Calibre



Figura 3.9: Redes actuales del área de estudio

ALIMENTADOR 2,3,4 VIA BOYACA HASTA LUBRICADORA		ALIMENTADOR 2,,4 LUBRICADORA HASTA ULEAM		ALIMENTADOR 2 ULEAM HASTA LOS PUENTES	
<i>No. Transformador</i>	<i>Capacidad Instalada (kVA)</i>	<i>No. Transformador</i>	<i>Capacidad Instalada (kVA)</i>	<i>Nº. Transformador</i>	<i>Capacidad Instalada (kva)</i>
18241	A - 15	32641	AC - 50	21461	C - 25
18242	C - 10	21442	B - 37.5	32653	C - 10
21441	C - 15	18489	A - 25	32652	C - 50
18243	ABC - 100	32643	B - 37.5	21462	B - 25
18245	C - 25	18490	C - 25	32654	C - 10
18246	C - 25	21444	A - 50	93148	C - 25
18244	37.5 C -	50922	A - 15	21463	C - 25
18248	C - 25	21445	A - 15	21464	A - 10
18249	C - 10	18255	A - 25	21465	B - 10
18250	C - 25	18256	B - 25	21466	C - 10
		18251	C - 25	21567	A - 25
		21447	C - 25	21468	A - 25
		18260	A - 10	32655	B - 37.5
		18261	A - 10	21469	B - 25
		21448	C - 15	21470	B - 10
		21449	A - 15	21471	A - 25
		18263	B - 15	21472	A - 25
		93457	A - 15	32669	B - 50
		90421	BC - 25	21473	C - 25
		32644	C - 50	21474	C - 15
		32645	B - 10	32656	C - 15
		32640	ABC - 75	21478	C - 37.5

		32647	C - 10	21477	B - 25
		32648	ABC - 75	21479	B - 25
		18265	A - 25	21480	C - 15
		18267	B - 37.5	21481	A - 25
		15264	A - 37.5	21492	C - 25
		18266	A - 10	21493	ABC - 50
		21455	A - 15	21484	B - 37.5
		21456	C - 15	21489	C - 10
		32646	C - 15		
		21457	B - 25		
		21458	B - 15		
		32650	C - 50		
		32658	B - 25		
		32659	B - 25		
		32660	B - 25		
		32651	C - 37.5		
10	287.5	38	1077.5	30	727.5

Tabla 3.5: Centros de Transformación existentes - Tramos 1,2 y 3.

### 2.3.1. Centros de transformación (CT)

En el área de estudio existe una potencia instalada de 2.092,5 MVA, distribuida en 12 transformadores de distribución o centros de transformación, monofásicos y trifásicos, mismos que son convencionales y refrigerados en aceite.

En las Tablas 3.5 se muestran en un resumen de los CT. Existentes a lo largo de la Av. Eloy Alfaro. Esta información está organizada por tramos y por alimentadores

De las tablas anteriores se obtienen las siguientes conclusiones:

- ✓ Al Alimentador 2 y 3 Lubricadora están conectados 10 transformadores con una potencia total instalada de 287.5 KVA. Tramo 1
- ✓ Al Alimentador 2, 3 y 4 ULEAM están conectados 38 transformadores con una potencia total instalada de 1077.5 KVA. Tramo 2

- ✓ Al Alimentador 2 están conectados 30 transformadores con una potencia total instalada de 727.5, 5 KVA. Tramo 3
- ✓ Los 78 transformadores que consideramos en el área de intervención, tenemos
- ✓ El Tramo 1 es alimentado por los alimentadores 2 y 3 desde la entrada a Boyacá hasta la Lubricadora Lubrimary.
- ✓ El Tramos 2 es alimentados por los alimentadores 2, 3, 4 desde la lubricadora Lubrimary hasta ULEAM, existiendo 38 transformadores instalados.
- ✓ En el tramos 3 es alimentado por los alimentadores 2 y 4 existen 30 transformadores instalados respectivamente

USUARIO RESIDENCIAL	USUARIO COMERCIAL	USUARIO INSTITUCIONAL	TOTAL DE USUARIO
570	72	10	652

### **2.3.2. Redes de bajo voltaje y alumbrado público**

Las redes de bajo voltaje, destinadas al servicio de clientes residenciales y comerciales, son trifásicas (220/120 V) de 4 hilos, y monofásicas (240/120 V), en configuración vertical montadas sobre postería de hormigón de acuerdo a lo estipulado en las normas de la EE de Chone, están conformadas por conductores de aluminio, en calibres 3/0, 2/0, 1/0, 2, y 4 AWG.

La red de Alumbrado Público es alimentada desde los centros de transformación existentes, siendo, principalmente, aéreo a lo largo de la Av. . Los conductores que alimentan la red de Alumbrado Público son, en su mayoría pre ensamblado, de aluminio con calibre 4 AWG.

La red de AP posee luminarias de sodio y/o de halogenuros metálicos, controlados con fotocélulas y relés de operación, instaladas en postes de hormigón, con potencia de 400W en la mayoría de los casos.

En la Figura 3.10 se presentan fotografías de las redes de bajo voltaje existentes:



**Figura 3.10:** Redes de Bajo Voltaje existentes

### **2.3.3. Usuarios.**

En la etapa final del Sistema de Distribución tenemos a los consumidores, usuarios, o abonados. Mediante las bases de datos del GIS-EE de Chone y mediante comprobaciones de campo se ha podido determinar con un grado de exactitud elevado, la cantidad y tipo de usuarios existentes en el área de estudio

En la Av. Existen tres tipos de usuarios:

- ✓ Residencial
- ✓ Comercial
- ✓ Instituciones Educativas

Cada uno de ellos posee diferencias propias de su condición, desde el consumo de energía, hasta la facturación por parte de la EE de Chone. En las Tablas 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 se presenta un resumen de los usuarios existentes en el área, y en cada tramo.

Tabla 3.6: Total de Abonados en el Área de Estudio

TRAMO 1	
TIPO DE USUARIO	CANTIDAD
Residencial	90
Comercial	10
Instituciones Educativas	0
TOTAL	100

Tabla 3.7: Abonados en el Tramo 1

TRAMO 2	
TIPO DE USUARIO	CANTIDAD
Residencial	288
Comercial	20
Instituciones Educativas	3
TOTAL	311

Tabla 3.8: Abonados en el Tramo 2

TRAMO 3	
TIPO DE USUARIO	CANTIDAD
Residencial	192
Comercial	42
Instituciones Educativas	7
TOTAL	241

Tabla 3.9: Abonados en el Tramo

## Usuarios existentes en el Área de Estudio

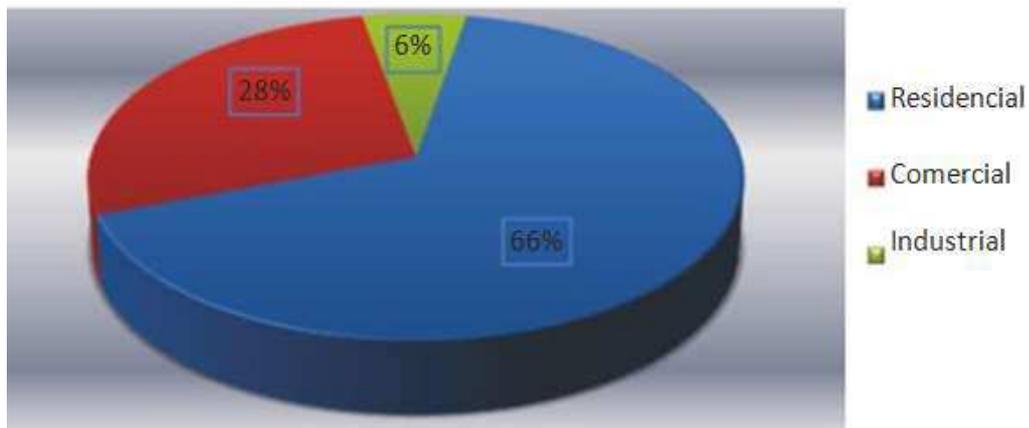


Figura 4.4: Tipos de usuarios existentes

La información presentada en la Figura 4.4 se puede resaltar lo siguiente:

Existe un total de 652 abonados en el Área de Estudio, los cuales representan el objeto del presente trabajo. Los estudios posteriores como el diseño de la red se lo harán en base a este número de usuarios. El mayor porcentaje de usuarios existentes en la zona corresponde a usuarios Residenciales, mismos que representan el 66% del total de abonados.

### 2.4. Operación actual de la red

Una vez que se ha analizado el estado actual de la red en función de sus parámetros físicos, se procede a realizar un segundo análisis el cual consiste en modelar las redes, y con ello determinar su estado en función de parámetros eléctricos, tales como: niveles voltaje, flujos de potencia, cargabilidad en conductores, etc. Para este análisis se hará uso del Software CYME, al que se puede acceder a través del Departamento de Control de Calidad y Pérdidas Técnicas de la Empresa Eléctrica de Chone. Todos los estudios y simulaciones de las redes se lo hacen a través de este software, el cual es constantemente actualizado con la base de datos de la EE de Chone.

### 2.4.1. Modelación de subestación.

En la Tabla 3.10 se presentan reportes de las mediciones efectuadas a las subestaciones en estudio, mismos que se ingresan en el programa y permiten efectuar las simulaciones.

S/E	Nombre	Capacidad	Demanda SE	Cargabilidad	Voltaje de Barra
Tramo 1	LUBRICADORA	8	7	77,43%	13.8
Tramo 2	ULEAM	6	5	83,05%	13.8
Tramo 3	LOS PUENTES	6	5	82,26%	13.8

Tabla 3.10: Mediciones en Medio Voltaje - Febrero 2017

### 2.4.1.2. Modelación de alimentadores primarios

Es necesario conocer las Demandas Máximas registradas en las cabeceras de cada alimentador primario, mismas que se detallan en la Tabla 3.11.

Descripción de la Medición	Alimentador Primario	DEMANDAS			
		Demanda Máxima [kW]	Potencia Reactiva [kVAR]	Factor de Potencia a Dmax	Demanda Máxima [kVA]
SALIDA DEL PRIMARIO	02	7603.2	3600.0	0.9038	8412.5
SALIDA DEL PRIMARIO	03	9892.8	2980.8	0.9575	10331.9
SALIDA DEL PRIMARIO	04	5486.4	2952.0	0.8806	6230.3

Tabla 3.11: Demandas Máximas primarios puentes Otto Arosemena y Velasco, Lubricadora Lubrimary, vía Boyacá

### 2.4.1.3. Voltaje de operación

De la misma manera como se ingresan los datos de potencia, es necesario conocer el voltaje de operación de los alimentadores primarios, las cuales se detallan en la Tabla 3.12.

Descripción de la Medición	Alimentador Primario	VOLTAJES			
		Voltaje fase U [kV]	Voltaje fase V [kV]	Voltaje fase W [kV]	Voltaje fase - fase [kV]
SALIDA DEL PRIMARIO	Puentes	13,18	13,32	13,29	13,4
SALIDA DEL PRIMARIO	Lubricadora	13,34	13,39	13,39	13,4
SALIDA DEL PRIMARIO	Vía Boyacá	13,28	13,36	13,39	13,3

Tabla 3.12: Voltajes en primarios puentes Otto Arosemena y Velasco, Lubricadora Lubrimary, vía Boyacá

Cabe destacar que cada uno de los datos mostrados corresponde a mediciones efectuadas en una determinada fecha, ese es el punto de partida del programa para efectuar los análisis posteriores.

## 2.4.2. Nivel de voltaje

En la Tabla 3.14 se presentan los resultados de los niveles de voltaje dentro del área de estudio.

PRIMARIO	Voltaje de Barra		Voltaje mínimo		Caída de voltaje	Localización	
	KV	%	KV	%	%	Micro-área	Tramo
PUENTE	13.9	100,44%	20,77	91,09%	8,91%	84	3
LUBRIVADOR	13,8	101,32%	22,21	97,41%	2,59%	7	1
VIA BOYACA	13.9	101,32%	21,62	94,83%	5,17%	75	3

Tabla 3.14: Niveles de voltaje por primarios en el área de estudio

Se puede observar que los primarios Otto Arosemena y Velasco y Vía Boyacá presentan los niveles de voltaje más bajos en la zona, los cuales se encuentran en los extremos del área de estudio, lo cual equivale al último micro-área.

La “REGULACION No. CONELEC - 004/01” establece que las variaciones de voltaje admitidas con respecto al voltaje nominal es de  $\pm 8\%$  para Redes de Medio y Bajo Voltaje. Adicionalmente las normas de diseño de la EE de Chone establecen que la caída máxima de voltaje admisible, en el punto más alejado de la fuente de alimentación, en la Red Secundaria es 3,5%. Con esto se puede determinar que los primarios Otto Arosemena y Velasco y Vía Boyacá sobrepasan el límite de caída de voltaje admitido.

Cabe destacar que los niveles de voltaje mostrados corresponden a la red de la zona de estudio. Por tanto se puede asumir que los niveles de voltaje en la parte más alejada de los primarios, sobre todo del puente Otto Arosemena y Velasco y Vía Boyacá, serán mucho menores que los presentados.

#### **2.4.2.1. Nivel de carga en conductores**

A continuación se presentan los resultados acerca del estado de cables y líneas aéreas existentes en el área de estudio, la cargabilidad de los conductores es presentada en porcentaje de su capacidad máxima de conducción y la corriente promedio que circula por dichos conductores se presenta en amperios.

La cargabilidad de los conductores en las redes de Medio Voltaje tiene un límite máximo, el cual es determinado por el concepto de transferencia de carga. De esta manera se establece que el porcentaje máximo de carga de un conductor en condiciones de operación normal, no debe exceder el 75% de su capacidad total, de tal manera que el 25% restante se pueda utilizar en escenarios donde sea necesario hacer transferencias de carga.

# **CAPITULO III**

## **DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA**

### **3. Diseño de la red eléctrica subterránea**

Se realizará el diseño de la red de medio, bajo voltaje y alumbrado público que alimentará a la Av. Eloy Alfaro, tomando como base la información obtenida en el diagnóstico de la red.

Mediante los datos obtenidos en el diagnóstico de la red se hará un estudio de demanda, y considerando que una red de distribución debe ser planificada y construida para servir a futuro, se realizará la proyección de la demanda para un tiempo determinado. Posteriormente se describen los elementos que conformarán la nueva red, y se realizará el trazado de la misma.

Se tomará en consideración las normas y ordenanzas vigentes para instalaciones subterráneas en la ciudad de Chone, entre ellas se destacan: “Normas para Sistemas de Distribución parte de la EE de Chone”.

#### **3.1. Proyección de la demanda**

En un estudio de Distribución son varios los aspectos que ayudan a determinar la demanda futura, entre los más importantes se puede mencionar:

- ✓ El crecimiento de la población
- ✓ Datos históricos de demanda y consumo de usuarios
- ✓ Planes de expansión y de desarrollo de las ciudades
- ✓ Uso actual y futuro del suelo según las regulaciones existentes

Tomando en consideración lo expuesto, la proyección de la demanda se hará con la ayuda del “Plan de Uso y Ocupación del Suelo”, el cual establece un “Coeficiente de Ocupación del Suelo” (COS) para el área de estudio. Con el uso del suelo actual y el uso permitido establecido en las ordenanzas se podrá estimar de forma muy aproximada las nuevas condiciones de la zona, en términos de urbanidad, lo cual se traduce a demanda de energía eléctrica. Adicionalmente, tomando en consideración los planes de desarrollo de las ciudades, se hace necesario un análisis de la influencia de la “Cocción Eficiente” (cocinas de





### 3.1.1. Influencia de las cocinas de inducción

Este análisis se lo hace debido a que en la actualidad se atraviesa una etapa donde se estima una alta penetración de cocinas de inducción en el sistema eléctrico. Se conoce que el 90% de clientes residenciales que existen en el área de estudio, tendrán cocinas de inducción en los próximos años. De esta manera se procede a elaborar una metodología que permita determinar la demanda proyectada en cada una de los micro-áreas en estudio.

Las cocinas tienen una potencia de placa de 3000 W, el National Electric Code (NEC) establece en el artículo 220, éstas cocinas tener un factor de demanda de 80%, con ello se estima que la demanda individual es de 2.4 kW, valor que sirve de base para determinar la demanda adicional por concepto de cocción eficiente.

Para analizar la incidencia de la cocción sobre cada micro-área, el valor de demanda individual debe ser afectado por el factor de coincidencia correspondiente al número de usuarios presentes en dicha zona. Para esto se presenta una referencia universalmente aceptada la cual permite obtener los factores de coincidencia, y se muestra en la Figura 4.5.

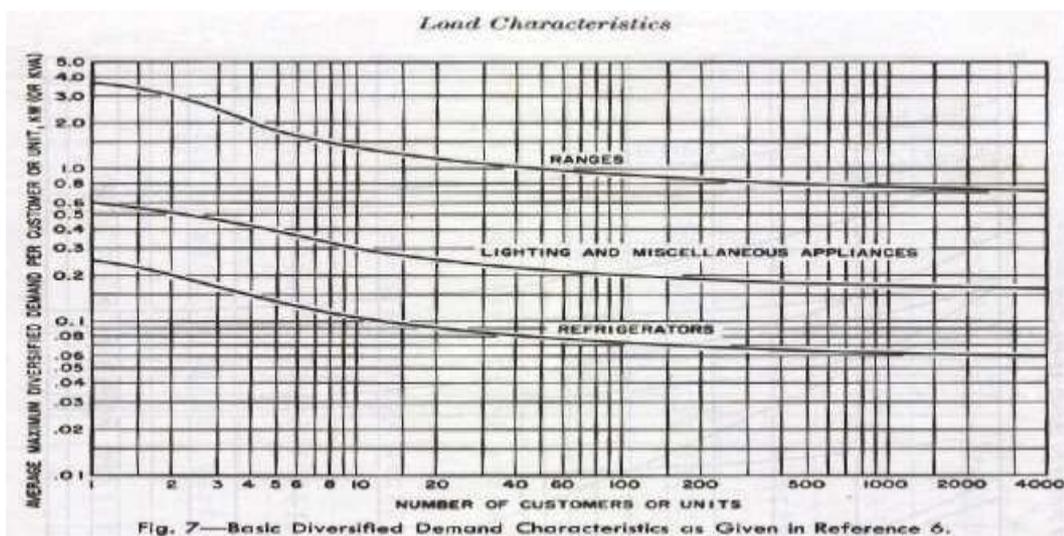


Figura 4.5: Demanda diversificada para cocinas de inducción

Fuente: Distribution Systems de Westinghouse

Una vez establecida la demanda individual de cocción y la curva que nos permita conocer el factor de coincidencia, la incidencia de la cocción sobre la demanda se determinará multiplicando 2.4 kW por el número de cocinas y por el factor de coincidencia correspondiente al número de cocinas que se incorporaran en una micro-área.

A fin de aclarar estos conceptos se incluye a continuación un ejemplo. Ejemplo: Se toma la micro-área 32, la cual presenta los siguientes datos:

Demanda actual: 271 kVA

Número de abonados: 420 residenciales

El número de cocinas se obtiene mediante la ecuación 4-1:

$$N \text{ cocinas} = \text{abonados} * 0.9$$

$$N \text{ cocinas} = 420 * 0.9 \quad (\text{Ecuación 4-1})$$

$$N \text{ cocinas} = 378$$

El factor de coincidencia se lo calcula a partir de los valores de demanda, que se obtienen de la curva “Rangos” de la Figura 4.5, mediante la ecuación 4-2

$$F_{\text{coin}}(378 \text{ usuarios}) = \frac{D_{\text{max}} \cdot \text{coincident}}{D_{\text{max}} \cdot \text{unitaria}}$$

$$F_{\text{cin}}(1378 \text{ usuarios}) = \frac{0.8}{3.7} \quad (\text{Ecuación 4-2})$$

$$F_{\text{cin}}(1378 \text{ usuarios}) = 0.216$$

Finalmente, la demanda de cocción se determina con la ecuación 4-3:

$$D_{\text{coccion}} = D_{\text{div}} * N \text{ cocinas} * F_{\text{coin}}$$

$$D_{\text{coccion}} = 2.4 \text{KW} * 378 * 0.216 \quad (\text{Ecuación 4-3})$$

$$D_{\text{coccion}} = 196. \text{KW}$$

### **3.1.2. Diseño de la red de medio, bajo voltaje, y alumbrado público**

Una vez que se ha realizado el estudio y proyección de la demanda, el proceso continúa con el diseño de las redes de medio, bajo voltaje y alumbrado público. En esta sección se desarrolla la metodología y los procedimientos para el dimensionamiento de los elementos componentes de la red, su distribución y localización.

Todos los criterios de diseño irán de la mano con lo establecido en las normas de diseño y construcción de redes subterráneas, en temas referentes a calibres de los conductores, centros de transformación, caídas de voltaje, etc.

### **3.1.3. Red de bajo voltaje (BV)**

Se efectuará un análisis para determinar la capacidad de los centros de transformación y la sección de los conductores de la red secundaria, de manera que opere al costo mínimo y más eficientemente. Al finalizar esta etapa se obtendrá como resultado el trazado de la red de bajo voltaje, desde los centros de transformación hasta las acometidas domiciliarias.

#### **3.1.3.1. Centros de transformación (CT)**

En base al estudio de demanda, donde se determinó la potencia requerida para cada micro-área, se distribuyeron los centros de transformación y se ubicaron a lo largo de la vía. Adicionalmente se consideró el espacio físico disponible, la separación mínima entre ellos (120 m para zonas residenciales), y el centro de carga. En la tabla 4.4 se detalla su ubicación, potencia y primario asociado.

CENTRO DE TRANSFORMACION (CT)	MICROAREA DE UBICACIÓN	PRIMARIO (A,B,C)	POTENCIA NOMINAL (kVA)
CT-01	1	Otto Arosemena	75
CT-02	2	Lubricadora	100
CT-03	3	Lubricadora	75
CT-04	4	Lubricadora	125
CT-05	5	Lubricadora	100
CT-06	6	Otto Arosemena	100
CT-07	7	Otto Arosemena	125
CT-08	8	Lubricadora	75
CT-09	9	Otto Arosemena	125
CT-10	10	Lubricadora	100
CT-11	11	Otto Arosemena	150
CT-12	12	Vía Boyacá	100
CT-13	13	Vía Boyacá	100

Tabla 4.4: Distribución de los Centros de Transformación.

### 3.1.3.2. Selección de conductores

Con los resultados de las caídas de voltaje se obtiene directamente los calibres de los conductores de la red de bajo voltaje. En este proceso se considera que el mínimo calibre de conductor para instalación subterránea deber ser 1/0 AWG, mientras que el máximo calibre de conductor debe ser 300 MCM.

Los calibres de conductores seleccionados son 1/0, 2/0, 4/0 AWG y 300 MCM para las fases, y 1/0 y 2/0 AWG para el neutro. Los conductores de bajo voltaje son tipo TTU de cobre electrolítico, unipolares, con aislamiento de polietileno para 2000 V, mientras que para el neutro es conductor de cobre desnudo.



### **3.1.4. Red de medio voltaje (mv)**

Continuando con la definición y diseño de la red, en esta etapa se definen los elementos de la red de medio voltaje, en primera instancia se seleccionó la topología de la red, con ello se define la ruta de los conductores de medio voltaje y la ubicación de las cámaras de seccionamiento.

#### **3.1.4.1. Selección de topología**

La selección de la topología tomó como referencia el marco teórico, con ello, se define que la topología seleccionada para este estudio es de tipo “Anillo Abierto”, el criterio de selección fue en base al respaldo que brinda a la red ante situaciones de emergencia, lo cual se traduce a tener una alta confiabilidad del sistema. Además la topología existente en la red aérea actual es del mismo tipo y ha tenido buenos resultados en su funcionamiento.

Con esta topología adoptada se establece que cualquier punto de consumo puede ser alimentado por dos posibles caminos eléctricos, pero solo uno de ellos es el efectivo, y el otro se lo utiliza en situaciones de emergencia. En este estudio los principales caminos eléctricos son los alimentadores primarios 19B, 57C y 57D, cada uno de ellos son los principales puntos de abastecimiento de energía a las cargas. Adicionalmente existe la posibilidad de alimentar a dichas cargas a través de otros caminos, que son:

- § el primario Otto tiene como respaldo los alimentadores ULEAM y vía Boyacá
- § el primario ULEAM tiene como respaldo los alimentadores vía Boyacá y Iuleam
- § el primario vía Boyacá tiene como respaldo los alimentadores ULEAM y Otto

en la figura 4.9 se puede observar la topología tipo anillo abierto que representa al área de estudio, en donde los colores verde, rojo y amarillo representan a los alimentadores primarios que forman parte del sistema (Otto, ULEAM y vía Boyacá respectivamente), además se muestran las interconexiones entre ellos de manera que se forma el anillo abierto antes descrito.

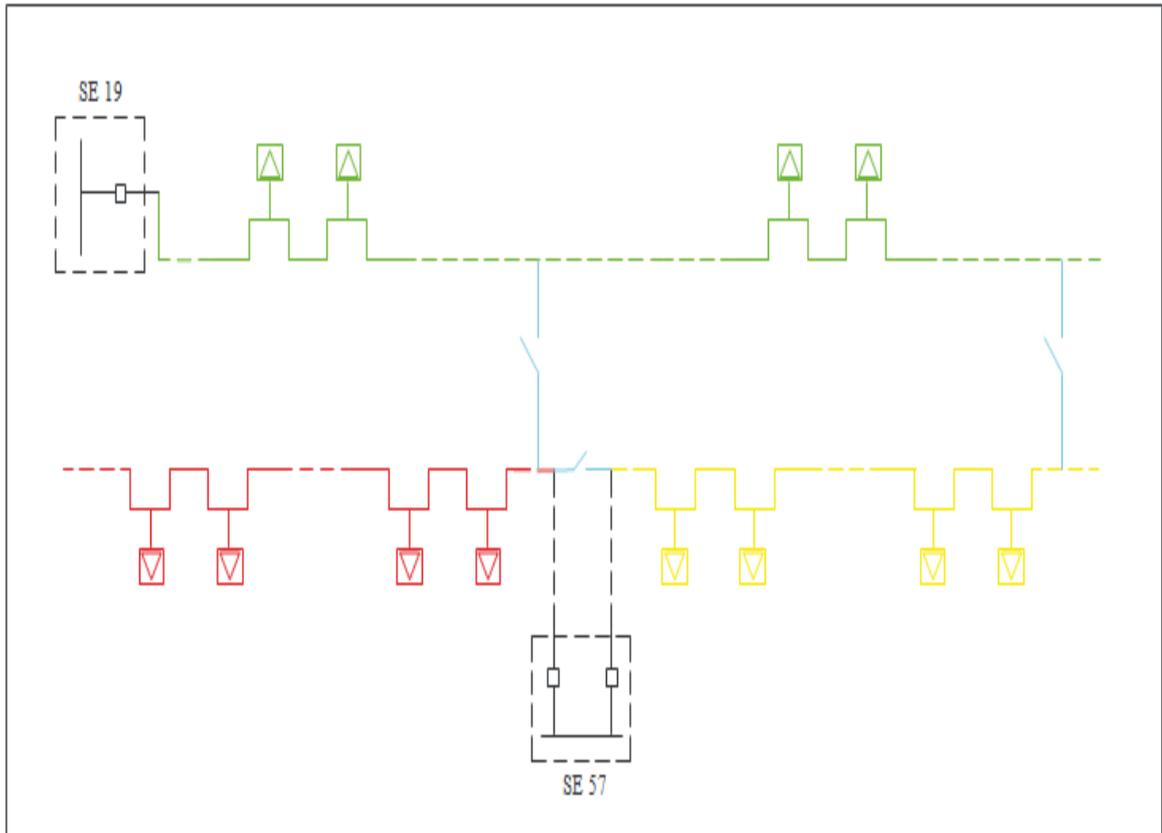


Figura 4.9: Representación de la topología tipo anillo abierto para el área de estudio

### 3.1.4.2. Cámaras de seccionamiento y transferencia de carga

Una vez definida la topología, se construye paso a paso la red, y previo a realizar su trazado se hace un estudio para definir los puntos de transferencia de carga. A continuación se describe el proceso y criterio analizado para definir los puntos de seccionamiento y transferencia, este criterio se lo hace tomando como base las posibles contingencias de los primarios, con ello se crea una situación de emergencia en un alimentador primario y se establece cuáles son los respaldos de manera de seguir abasteciendo a la carga.

### **3.1.5. Respaldo del primario Otto Arosemena**

El caso más crítico se presenta al tener una salida del primario, es decir una posible falla en la S/E de la AV. Eloy Alfaro. Ante esta situación de emergencia el respaldo lo brinda el primario ULEAM (S/E AV. Eloy Alfaro), el cual toma la carga que va desde el inicio hasta el final de la Av. AV. Eloy Alfaro, el punto de transferencia se lo hace en la cámara de seccionamiento “SECC 02”, ubicada cerca de los puentes Otto Arosemena y Velasco. La carga restante, que va desde los puentes hasta la Av. Eloy Alfaro se conecta al primario vía Boyacá, el punto de conexión es “SECC 08” ubicado dentro de la cámara de transformación CT27.

#### **3.1.5.1. Respaldo del primario lubricadora ULEAM**

Nuevamente, el peor caso es una salida de la S/E Otto en esta situación el respaldo lo brinda el primario ULEAM (S/E Av. Eloy Alfaro), mismo que tiene dos puntos de conexión con el primario vía Boyacá, uno de ellos es el punto de transferencia “SECC 01” (CT3) el cual toma la carga que está ubicada a lo largo de la Av. Eloy Alfaro, hasta el punto “SECC 02”. El otro punto de transferencia está ubicado fuera del aérea de estudio pero vale recalcar que toma el resto de carga del primario vía Boyacá sirviendo así como respaldo total ante una emergencia.

Adicionalmente el primario ULEAM tiene respaldo del primario vía Boyacá (nótese que en este caso el respaldo lo brinda un primario de la misma S/E), aquí es posible brindar respaldo solamente a la carga del primario ULEAM que se encuentra ubicada dentro del área de estudio, esta carga se conecta por la vía Boyacá en “SECC 03” (ubicado dentro de CT10) y se desconecta del ULEAM en “SECC 02”.

#### **3.1.5.2. Respaldo del primario vía Boyacá**

En este caso, el respaldo principal ante una emergencia lo da el primario ULEAM, tomando la carga en el punto “SECC 07” en este caso el primario se desconecta al transferir únicamente la carga del primario Vía Boyacá que se encuentra ubicado a lo largo de la Av. Eloy Alfaro, en este caso la transferencia

se hace desde “SECC 08”, aquí se conecta con el primario Otto Arosemena y se puede hacer el seccionamiento del vía Boyacá en el punto “SECC 09”, ubicado en CT29.

Adicionalmente se presentan dos puntos de transferencia en el primario Vía Boyacá, estos puntos son “SECC 04” y “SECC 05” y se conectan con el primario Otto Arosemena, pero cabe destacar que estos puntos existen en la red actual El equipo a utilizar para estos fines son celdas de seccionamiento compactas modulares, aisladas en SF6 para 24 KV con un BIL de 125 KV, para un nivel de voltaje de 13.8 KV.

### 3.1.6. Preselección de conductores

En este punto se analiza cuáles son los calibres de conductores a implementar en la red de medio voltaje. Aquí se considera la diferencia entre una red primaria troncal y una derivación de red troncal, donde el calibre mínimo para red troncal a 22,8 KV debe ser 4/0 AWG, y 2/0 AWG para derivación de red troncal. Los troncales y las derivaciones de medio voltaje son trifásicos y conformados por cables de cobre unipolar, aislados con polietileno reticulado XLPE a 25 KV, y con calibres que se muestran en la Tabla 4.8.

ALIMENTADOR PRIMARIO	CALIBRE PARA TRONCAL	CALIBRE PARA DERIVACIONES
1B	4/0 AWG	2/0 AWG
2C	4/0 AWG	2/0 AWG
3D	4/0 AWG	2/0 AWG

Tabla 4.8: Calibres de conductores para la red de medio voltaje

Cabe recalcar que esta preselección está sujeta a verificación y comprobación en la fase de análisis técnico, donde se presentaran las simulaciones de la red. Ahí se determinará que los calibres cumplen con las condiciones de operación establecidas sin superar márgenes admisibles de caídas de voltaje, corrientes, etc.

### **3.1.6.1. Trazado de la red**

Los análisis realizados sobre la topología de la red, cámaras de transformación y seccionamiento, y conductores, permiten definir el trazado de la red de medio voltaje, es decir, dibujar en los planos las rutas de los conductores troncales y derivaciones a cámaras, además de los puntos de transferencia de carga.

La red de medio voltaje es alimentada desde dos subestaciones, S/E Otto Arosemena (19), y S/E Vía Boyacá (57), ubicadas fuera de los límites del área de intervención, con un nivel de voltaje de 13,8 kV. Desde las subestaciones salen primarios aéreos, y en los sitios previstos se realiza la transición de red de distribución aérea a subterránea, desde ahí un troncal de medio voltaje se dirige hacia las celdas instaladas en las cámaras de transformación y seccionamiento, las cuales a su vez se interconectan con otras celdas.

Se inicia el proceso con la definición de la ruta del alimentador primario Otto Arosemena, mismo que inicia, y se extiende por la Av. Eloy Alfaro hasta llegar vía Boyacá es que el primario Otto Arosemena y Velasco , y por ello los puntos de seccionamiento son relativamente pocos, el primario se conecta o tiene seccionamiento en 17 cámaras, adicionalmente existe un tramo en donde la red pasa a ser aérea debido a que pasa por la Av. Eloy Alfaro a continuación la Av. vuelve a ser subterráneo hasta completar la ruta definida. Las 17 cámaras sirven además como puntos de derivación para alimentar primarios aéreos, y en los sitios previstos se realiza la transición de red de distribución aérea a subterránea,

Desde ahí un troncal de medio voltaje se dirige hacia las celdas instaladas en las cámaras de transformación y seccionamiento, las cuales a su vez se interconectan con otras celdas.

Se inicia el proceso con la definición de la ruta del alimentador primario Otto, mismo que inicia en los puentes Otto Arosemena y Velasco, y se extiende por la Av. Eloy Alfaro a hasta llegar a la vía Boyacá. Una característica es que el primario Otto Arosemena y Velasco, y por ello los puntos de

Seccionamiento son relativamente pocos, el primario se conecta o tiene seccionamiento en 17 cámaras.

En cuanto a la ruta del primario ULEAM inicia en la cámara de seccionamiento SECC 02, éste es el punto de conexión con el primario que viene de la S/E 57 aquí se hace la transición de aéreo a subterráneo, desde aquí el primario alimenta a las cargas conectándose a 6 cámaras, mismas que también tienen derivaciones en medio voltaje hacia otros puntos. Al igual que en el primario Otto Arosemena existe un tramo donde la red tiene una transición y pasa a ser aérea debido a que está fuera del área de intervención.

Finalmente el primario vía Boyacá inicia su ruta en la cámara CT10 y se dirige hacia toda la Av. conectándose a 12 cámaras, que en su mayoría son de seccionamiento y transformación. Cabe destacar que en el sector de la Y la red pasa a ser aérea, y en la Av. se tiene otra transición a subterránea.

En la Tabla 4.9 se indican las cámaras o puntos de seccionamiento a los que están conectados cada primario, el número de derivaciones en medio voltaje que tiene cada cámara, y las transferencias que se realizan en dichas cámaras.

En el Anexo 4 se presentan los planos de la red de medio voltaje, donde se observan los detalles de: cámaras, rutas de los conductores de medio voltaje, transiciones de red aérea a subterránea, y derivaciones desde cámaras para alimentación a redes aledañas. Estos planos tienen similares características a los planos de la red de bajo voltaje, con la diferencia que la red de medio voltaje tiene

11 planos debido a que ésta red es más extensa. Finalmente se presenta el plano del diagrama unifilar del sistema

### **3.1.6.2. RED DE ALUMBRADO PÚBLICO (AP)**

Esta fase comprende la determinación de los equipos de iluminación a instalar, la potencia de luminarias, la distancia entre postes, etc. De las normas de diseño de la EE de Chone se toman varios de estos valores, mismos que se determinan en base a los niveles de iluminación que debe tener la vía, además se considera la regulación 008/11 del CONELEC.

### **3.1.6.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y CONDUCTORES**

Como resultado de analizar las normas mencionadas se definen dos tipos de fuentes de iluminación para el diseño de la red:

En cuanto a los conductores se utilizará conductor tipo TTU de cobre electrolítico con aislamiento de polietileno para 2000 V, calibre 4 AWG, el cual está entre los límites establecidos (mínimo 6 y máximo 2 AWG), y que será confirmado en el cálculo de caídas de voltaje.

### **3.1.6.4. Cálculo de caída de voltaje**

Se realizó el cálculo de caída de voltaje considerando que para instalaciones subterráneas la caída máxima de voltaje en redes de AP no debe superar el 6% del voltaje nominal de línea. Para este cálculo se considera que la distancia de separación entre cada punto de luz (y por ende la distancia de cada tramo) es 40 m, y que la carga representativa en estos tramos es constante (400 W en puntos de luz simples y 550 W en puntos dobles), con esto se elabora un ejemplo de caída de voltaje en donde se plantean estos valores constantes y con ello se determina cual es el número máximo de puntos de luz simples o dobles que pueden formar parte de un mismo circuito sin sobrepasar el límite de caída de voltaje admisible

**CAPITULO IV**

**PROPUESTA**

#### **4. CAPITULO IV. PROPUESTA DE ESTUDIO, DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE EN LA AVENIDA ELOY ALFARO DEL CANTÓN CHONE.**

##### **4.1. ANTECEDENTES:**

El convenio de cooperación interinstitucional para el fortalecimiento del sector de la distribución eléctrica suscrito el 11 de mayo del 2009 entre el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) Y LA Empresa de Distribución Eléctrica (Eds.), tiene como objetivo principal implantar un Sistema de Gestión Único, para lo cual, Sobre la base del convenio citado, con fecha 8 de noviembre del 2011 se conformó la “Comisión de Homologación de Unidades de Propiedad de Redes Subterráneas (CHUPRS)”, integrada por delegados de la Empresa Eléctrica de Chone, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, Empresa Eléctrica Publica de Guayaquil, Corporación Nacional de Electricidad, y en regiones posteriores se integraron Empresa Eléctrica de Ambato. Empresa Eléctrica Regional del Sur y Empresa Eléctrica Regional Norte.

El trabajo se encamina a homologar la simbología de los elementos y equipos de las estructuras de redes subterráneas.

##### **4.2. OBJETIVOS:**

- Establecer un sistema único para simbología de los elementos que conformen el sistema de distribución de redes subterráneas.
- Estandarizar y homologar los símbolos de los elementos que conforman las Unidades Constructivas.

#### 4.2.1. BENEFICIOS.

- Disponer de una única simbología de los elementos y equipos de distribución subterráneo a nivel nacional ayudando a las diferentes actividades del sistema, como levantamiento de información geográfica, registro de activo, liquidación de proyecto, etc.
- Homologar a nivel nacional, una misma simbología de los equipos y elementos que conforman las diferentes unidades constructivas como: cámaras, pozos, banco de ductos. LOS elementos y equipos que constituyen una red subterránea como son: transformadores, conductores, equipos de seccionamiento y protección, etc.
- contribuir al fortalecimiento de la gestión técnica, en los procesos de diseño, focalización y adquisición, montaje operación y mantenimiento de los diferentes componente, materiales y estructura que conforman el sistema de distribución subterráneo; el presente documento recoge norma nacionales e internacionales, experiencia, buena práctica y criterios técnico consensuados en el sector.

#### 4.3. ESTRATEGIAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

Las estrategias consideradas y desarrolladas para la elaboración del presente documentos, han sido las siguientes:

- Conformación de un Comité Técnico, integrado por representantes de las empresas eléctricas de distribución.
- Talleres, reuniones y visitas en sitio con el personal de la diferente Empresa Distribuidoras del país, permitiendo recabar, seleccionar, analizar y debatir la información, los criterios técnicos, las buenas prácticas y sus experiencias, en los

temas referentes a la identificación, simbología de materiales y equipos, conllevando a definir consensos para la elaboración de este documento.

- Aplicación de normas nacionales e internacionales.

#### **4.3.1. LINEAMIENTOS.**

- El presente documento de homologación, para simbología fue definido para las unidades de propiedad y unidades constructivas de redes subterráneas, existentes de mayor uso, y será adoptado e implantado por las Empresas Eléctricas del país.
- Será responsabilidad de las empresas eléctricas, la difusión interna y externa de este documento, para su implantación.
- Se deberán acoger y adoptar todos los concesos de homologación descritos en el presente documento.
- Para el diseño, de proyectos eléctricos, se deberá adoptar la simbología técnica que se detalla en este documento; considerando que estas fueron elaboradas en base a normas nacionales e internacionales.
- Este documento está sujeto a ser actualizado permanentemente con el objeto de responder en todo momento las necesidades y exigencias actuales, y cualquier aporte, contribución o sugerencias al presente, se deberá remitir al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

##### **4.3.1.1. CONCEPTOS**

FIGURA.- Es una representación gráfica del elemento del sistema de distribución de redes subterráneas.

ETIQUETA.- Es una leyenda alfanumérica que nos ayudan a complementar la información. En redes subterráneas se definirá como se indica en el numeral 3.2 de la selección 1 del presente documento.

SIMBOLO.- Es una representación gráfica, constituidas de una figura y etiquetas que permite caracterizar los elementos de los sistemas de distribución de redes subterráneas.

#### 4.3.2. GENERALIDADES.

- En el diseño de redes subterráneas para representar los elementos proyectados se lo presentara con línea continua y, para representar los equipo o elementos existentes será con línea entrecortada.
- La representación de un elemento a retirar se lo hará dibujando una cruz sobre el símbolo del elemento.
- La representación de un elemento a sustituir se lo hará dibujando una elipse encima del símbolo de dicho elemento.
- La ubicación de la etiqueta podrá se r estar en la parte superior, inferior lateral según el espacio que dispongan en el plano.

#### 4.3.3. SIMBOLOGIA.

##### 4.3.3.1. Estructuras de redes subterráneas.

Las estructuras homologadas en redes subterráneas para sistemas de distribución son:

- ✓ BANCO DE DUCTOS
- ✓ POZOS
- ✓ CAMARAS

Para dichas estructuras se define una figura y etiqueta para identificación de las mismas.

#### 4.3.4. Banco de ductos:

**Figura:** Está representada por dos líneas paralelas y en su interior líneas inclinadas.

La figura es:

##### **Banco de ductos.**

**Etiqueta:** Está definida por la configuración de los ductos, diámetro y ubicación (Sección 1 Numeral 3.3.1).

Configuración	Diámetro	Ubicación
$\eta$	A	1
	B	2
	C	

Dónde:

$\eta$  :configuración de ductos

A : 50mm

B : 110mm

C : 160mm

1 : En acera

2 : En calzada

#### 4.3.4.1. Pozos:

**Figura:** Está representada por un cuadrado que indicará su uso. Las figuras definidas son:

**Pozos para MV, BV y Alumbrado**

**Pozos para acometidas y/o Alumbrado**

**Etiqueta:** Está definida por la dimensión de los pozos:

<b>Dimensiones:</b>
A
B
C
D
E

<b>TIPOS</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Profundidad(m)</b>
Tipo A	0.60	0.60	0.75
Tipo B	0.90	0.90	0.90
Tipo C	1.20	1.20	1.20
Tipo D	1.60	1.20	1.50
Tipo E	2.50	2.00	2.00

Para pozos existentes con medidas diferentes a las de la tabla, se nombrara con las letras X, Y o Z de acuerdo al siguiente rango:

**X:**  $\leq 0,4$ ;  $a \leq 0,4$ ;  $p < 0,6$

**Y:**  $0,4 < \leq 0,8$ ;  $0,4 < a \leq 0,8$ ;  $p \leq 1,0$

**Z:**  $> 0,8$ ;  $a > 0,8$ ;  $p > 1,0$

#### 4.3.4.2. Cámara:

**Figura:** Está representada por un rectángulo. La figura es la siguiente:



**Etiqueta:** Está definida por la ubicación de la cámara:

<b>Ubicación</b>
S
N

S = Subterránea

N = A Nivel

#### 4.3.5. Transformadores en redes subterráneas de distribución.

**Etiqueta:** la figura está representada por un triángulo añadido detalles que indicará el número de fases. Las figuras definidas son:

**Transformador Monofásico**

**Transformador Trifásico**



**Etiqueta:** La está definida por el tipo y potencia del transformador.

TIPO	POTENCIA
M	$\eta$
S	
D	
P	
V	
I	

Dónde:

- M = Convencional con frente Muerto
- S = Sumergible
- D = Seco (Dry)
- P = Pedestal o Pad mounted
- V = Pedestal de 2 transformadores tipo convencional conexión y abierta, delta
- I = Banco de 3 transformadores tipo convencional, conexión delta -Y
- H = potencia de los transformadores (KVA)

#### 4.3.6. Seccionamiento y protección en redes subterráneas.

**Figura:** Existen varias figuras definidas de acuerdo al tipo de seccionamiento y protección.

Las figuras definidas son:

- ✓ Seccionamiento con conector tipo Codo.(C)
- ✓ Seccionamiento con conector tipo T.
- ✓ Seccionamiento con conector codo Porta fusible

- ✓ Seccionamiento con Barrajes des conectables
- ✓ Seccionamiento con Fusible
- ✓ Descargador o pararrayo tipo codo
- ✓ Interruptor para redes subterráneas
- ✓ Celda de seccionamiento
- ✓ Celda de protección con fusible
- ✓ Interruptor termo magnético
- ✓ Transición de red aérea a subterránea

**Etiqueta:**

La etiqueta está definida por el número de fase o vías de los equipos y la capacidad de los mismos:

<b>Nro. Fases o vías</b>	<b>Capacidad (A)</b>
<b><math>\eta</math></b>	200
	600
	630

Dónde:

$\eta$  = número de fases más vías

En la transición de red aérea a subterránea la etiqueta está definida por el número de fases y la disposición de la estructura donde se instalara el equipo de protección o el tipo de red donde se conectará la red subterránea en BV:

<b>Nro. Fases</b>	<b>Tipo de conexión</b>
$\eta$	S
	V
	D
	P
	B
	F

Dónde:

- $\eta$  = Numero de fases.
- S = Sami centrada.
- V = En Volado.
- D = Red Desnuda.
- P = Red Pre ensamblada.
- B = Bornes de transformación.
- F = Fusibles NH.

#### 4.3.7. SIMBOLOGIA DE REDES SUBTERRANEAS

<b>SIMBOLOGIA PARA REDES SUBTERRANEAS</b>			
Descripción	Símbolo (diseño)		Símbolo(sig)
	existente	proyectado	
Banco de ductos			
Pozos para MV,BV y Alumbrado			
Pozos para acometidas y Alumbrado			
Cámaras			
Transformador 1F			
Transformador 3F			
Seccionamiento con conector tipo codo. (C)			
Seccionamiento con conector tipo T			
Seccionamiento con conector codo Porta fusible			
Seccionamiento con Barrajes des conectables			
Seccionamiento con Fusibles			
Descargador o pararrayo tipo codo			
Interruptor para redes subterráneas			
Celdas de seccionamiento			
Celdas de protección			
Interruptor termo magnético			
Transición de red aéreas a subterráneas			

#### 4.4. A-04.01:\_ Alcance y Objetivo:

En esta sección se determinan las dimensiones y formatos de las láminas para la presentación de planos, dibujos y gráficos que toman parte del informe de proyecto, cuyo contenido y ordenamiento se establecen en la sección A-30.

Por otra parte, se determinan las escalas de los planos a adoptar para la representación adecuada de las instalaciones en cuanto a su localización sobre las vías públicas.

#### **4.4.1. A-04.02- Formatos Tipo:**

Para los formatos de las láminas para los planos se adoptan aquellas dimensiones normalizadas por INEN en el “Código de Practica para Dibujo Técnico –Mecánico”.(INEN 72—1992-08),que tienen las designaciones A1,A2,A3y A4,y que se representan en el apéndice A-04-A.Los formatos A1y A2,se utilizaran para la representación de redes mientras que los formatos A3y A4 ,serán utilizados generalmente para diagramas, esquemas y tablas que tomen parte del informe de proyecto.

##### **4.4.1.1. A-04.03.- Rotulado para formatos tipo:**

En el apéndice A-04 –B, se representan las dimensiones y formas de los rótulos para los formatos tipo y, además, la disposición de los títulos y datos generales que identifiquen el contenido de los planos de redes en los formatos A1y A2.

#### **4.4.2. A-04 ,04.- Utilización de la Superficie de Dibujo:**

En los planos de redes, además de la localización de los elementos, se incluirán: información adicional, diagramas, croquis y tablas que complementen el contenido básico.

En el apéndice A-04-C,se muestra la distribución recomendada para las partes que se consideran para cada uno de los planos de las redes .

##### **4.4.2.1. A-04 ,05 Escalas**

Para los planos en los que se representan las vías públicas y áreas comunales existentes y/o proyectadas ,sobre los cuales se efectuara el trazado de las redes así como localización de equipos y estructuras de soporte ,se utilizara la escala 1:1 000, normalmente en los formatos A1Ya2.

Excepcionalmente, para ampliaciones de redes de longitud limitada, se admitirá el plano en el formato A3.

Cuando las dimensiones del área considerada en el proyecto sean mayores que 500 x 500 m, se elaborara adicionalmente un plano clave a su escala 1:5 000, en los formatos A1, A2 o A3, Sobre el cual se trazara un reticulado de 500 x 500 m. , identificado por la designación que se establece en el apéndice A-04-C .El contenido de cada lamina corresponderá en este caso a los límites de cada una de las cuadrículas del reticulado .Sobre cada una de las láminas del conjunto se representara a una escala adecuada del reticulado completo destacando la cuadrícula correspondiente en la forma indicada en el apéndice .

Para la representación de los croquis de ubicación del área del proyecto con relación a referencia y vías existentes, según el caso se utilizaran escalas aproximadas que correspondan a 1:5 000 , 1:10 000 y 1:25 000.

#### **A-10.01.- Alcance y Objetivo**

El propósito de esta Sección es el de establecer la secuencia y definir el alcance de las actividades a desarrollar en el proceso de ejecución del diseño de una red de distribución tipo, con el objetivo de construir una guía para el proyectista; particularmente en aquellos casos de nuevos desarrollos urbanísticos localizados en el área de servicio de la Empresa y que de manera general están a cargo de personas o entidades particulares, las mismas que, para obtener la conexión de las instalaciones al sistema y posteriormente al suministro de energía a los futuros usuarios, están obligadas a dar cumplimiento a los requerimiento de la Empresa en cuando al contenido y presentación del proyecto, para su aprobación previa a la iniciación de la fase de construcción.

#### **4.4.3. A-10.02.- Secuencia y agrupación de actividades**

En el Apéndice A-10-A se presenta un diagrama que muestra la secuencia de las actividades a desarrollar para la ejecución de un proyecto tipo; las mismas que pueden agruparse por orden de procedencia en los siguientes conjuntos:

- Antecedentes y Definiciones Preliminares.
- Diseño y Cómputos.
- Presentación de Resultados.

En los numerales siguientes, se detallan y definen las actividades correspondientes a cada uno de los conjuntos.

#### **4.4.4. A-10.03.- Antecedentes y Definiciones Preliminares:**

El proyecto se inicia con la recopilación de los antecedentes sobre la localización de las instalaciones a consistir y las características básicas del desarrollo urbanístico planificado o existente que, en general debe cubrir los siguientes aspectos:

- Plano de Ubicación.
- Planos de vías y división de la tierra, aprobados por el organismo competente.
- Regulaciones aplicables sobre uso de la tierra y servicios públicos establecidas por el Organismo Regulador competente.
- Informaciones complementarias de diversas fuentes que permitan estimar los requerimientos de energía eléctrica y el número de usuarios; así como, su distribución en el área considerada.

Con los antecedentes anotados y el estudio de la demanda serán luego presentados por el proyectista a la EECH con el propósito de registrar el proyecto en sus archivos e ingresar la información para su proceso en la planificación del sistema en operación.

A su vez la EECH al registrar el proyecto, entregara al proyectista las siguientes definiciones básicas para el diseño:

- Aprobación u observaciones sobre el estudio de la demanda de potencia.
- Voltaje y número de fases para las redes primarias y secundarias, según el caso.
- Límites de regulación de voltaje.
- Tipo de instalación: Subterránea o aérea.
- Puntos de alimentación en media o bajo voltaje.

- Requerimiento de protecciones y seccionamiento, caso de que la EECH lo considere necesario.
- Condiciones particulares relativas al alumbrado pública, en función de las características existentes o previstas en vías adyacentes.
- Otras condiciones particulares.
- Números de referencia para el Proyecto.

El proceso de elaboración de la información y la presentación de las mismas, deberá conformarse a las disposiciones que constan en el Procedimiento para Ejecutar Proyectos de Distribución.

#### **4.4.4.1. A-10.04.- Diseño y Cómputos:**

En el desarrollo de este grupo de actividades, el proyectista, en base a las definiciones alcanzadas en la fase precedente, procede al dimensionamiento de los componentes de la red, define el trazado de las redes y la localización de las estructuras de soporte de conductores y equipos, para lo cual, en las Secciones siguientes de las Normas y en los correspondientes Apéndices se determinan los criterios básicos, valores de referencia, procedimientos de cómputo, características de equipos y materiales así como recomendaciones de orden general, establecidos por la EECH y consistentes con su sistema en operaciones y a los cuales el proyectista debe conformar su diseño, aplicando en cada caso los criterios que conduzcan a la solución óptima.

#### **4.4.5. A-10.05.- Presentación de Resultados**

Los antecedentes, diseño y cómputo debidamente ordenados y presentados en los formatos tipo y con el contenido que se establece en la sección A-30, constituyen el Informe de Proyectos que el proyectista, con su firma de responsabilidad, deberán someter a la consideración de la EECH, siguiendo los lineamientos establecidos en el Procedimiento para Ejecutar Proyectos de Distribución.

SECCIÓN: A- 10	METODOLOGÍA GENERAL	A-10 REVISIÓN:05 FECHA: 2017 -08-24
----------------	---------------------	---

### APÉNDICE A-10-A



#### **A-11.01.- Alcance y Objetivo:**

Como paso previo al dimensionamiento y localización de los elementos de la red, el proyectista debe establecer los parámetros, que en función de los antecedentes del proyecto y de los criterios técnicos y económicos aplicables al caso específico que determinaran, en forma preliminar, valores límites, rangos de capacidades de los equipos, dimensiones mínimas de los componentes, disposiciones a considerar, etc., dentro de los cuales se analizaran alternativas y se desarrollaran los cálculos para justificar en el paso siguiente la selección definitiva de la configuración de la red, localización, dimensiones y capacidades de sus elementos.

En esta Sección se presentan los criterios básicos y los valores de referencia que la EECH ha establecido como guía para el diseño de las redes de distribución a ser instaladas en su área de servicio.

Los criterios y valores que se recomiendan, se orientan principalmente al diseño de redes de distribución en sectores residenciales, que contribuyen el caso más frecuente; sin embargo, para proyecto que consideren otras aplicaciones diferentes, la Norma establece la metodología y los principios generales que se deben seguir.

#### **4.4.5.1. A-11.02.- Clasificación de consumidores**

Las ordenanzas expedidas por los Municipios determinan la distribución general del uso del suelo así como las características que deben tener las edificaciones a construir en las zonas determinadas para uso residencial.

En dichas ordenanzas se establece que las zonas de uso de suelo residencial (R) son aquellas destinadas a viviendas en forma exclusiva o combinada con otros usos del suelo. Para efectos de regular la combinación de usos, el uso residencial se divide en las siguientes categorías: Residencial 1 (R1), Residencial 2 (R2), Residencial 3 (R3) y las zonas de uso múltiple (M) como las áreas de centralidad en las que pueden coexistir

residencia, comercio, industria de bajo y mediano impacto, servicios y equipamiento compatibles o condicionamientos.

Tabla 2: Estratos de Consumo

Categoría de Estrato de Consumo	Escalas de consumo (KWh/mes/cliente) sin considerar la influencia de las cocinas de inducción para usuarios tipos C,D Y E
E	0-100
D	101-150
C	151-250
B	251-350
A	351-500
A1	501-900

#### 4.4.5.2. A-1.3.- Procedimiento para la determinación de la demanda Máxima Coincidencia o Diversificada:

##### a) Sectores con predominios de clientes residenciales

Debido a la implementación del plan nacional de cocción eficiente del MEER, la demanda máxima diversificada (DMD) sufre un incremento por la carga de las cocinas de inducción que serán instaladas en los estratos de consumo tipo C, D y E. este incremento se refleja con el parámetro demanda máxima diversificada de las cocinas de inducción (DMD).

La demanda máxima diversificada, para estratos de consumo tipos C, D y E, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$DMD = (Factor\ M \times Factor\ N) + DMD \quad (1)$$

El primer factor M, denominado factor de coincidencia, depende del número de clientes, y el segundo factor, N, relaciona la energía consumida por mes y por cliente con la demanda máxima. En el Apéndice A-11-B se muestran los valores de M y N.

La demanda máxima diversificada, para estratos de consumo tipo A1, A y B, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$DMD = (Factor\ MX\ Factor\ N)$  (1.1) En la Tabla 3 se muestran las demandas diversificadas que deben ser consideradas según el estrato asignado y el número de cliente.

Tabla 3: Demanda máxima diversificada considerando los factores M y N, sin afectación de la carga de las cocinas de inducción (KW)					
# usuarios	Estrato A	Estrato B	ESTRATO C	Estrato D	Estrato E
1	4,7	3,4	2,5	1,6	1,1
2	8,3	6,1	4,5	2,8	2,0
3	10,2	7,4	5,5	3,5	2,5
4	12,1	8,8	6,6	4,2	2,9
5	13,8	10,0	7,4	4,7	3,3
6	15,7	11,4	8,5	5,4	3,8
7	17,5	12,8	9,5	6,0	4,2
8	19,6	14,3	10,6	6,7	4,7
9	21,5	15,6	11,6	7,4	5,2
10	23,3	17,0	12,6	8,0	5,6
11	25,2	18,4	13,6	8,6	6,1
12	27,1	19,8	14,7	9,3	6,5
13	29,1	21,2	15,8	10,0	7,0
14	31,0	22,6	16,8	10,6	7,4
15	32,9	24,0	17,8	11,3	7,9
16	34,8	25,4	18,8	11,9	8,4
17	36,7	26,7	19,8	12,6	8,8
18	38,6	28,1	20,9	13,2	9,3
19	40,3	29,4	21,8	13,8	9,7
20	42,3	30,9	22,9	14,5	10,2
21	44,1	32,1	23,8	15,1	10,6
22	46,0	33,5	24,9	15,8	11,0
23	47,6	34,7	25,7	16,3	11,4
24	49,2	35,8	26,6	16,8	11,8
25	50,6	36,9	27,4	17,3	12,1
26	52,2	38,1	28,2	17,9	12,5
27	53,9	39,3	29,2	18,5	12,9
28	56,4	41,1	30,5	19,3	13,5
29	57,3	41,8	31,0	19,6	13,7
30	59,0	43,0	31,9	20,2	14,2
31	60,8	44,3	32,8	20,8	14,6
32	62,5	45,6	33,8	21,4	15,0
33	64,2	46,8	34,7	22,0	15,4
34	65,8	48,0	35,6	22,6	15,8
35	67,6	49,3	36,5	23,2	16,2
36	69,2	50,4	37,4	23,7	16,6
37	70,9	51,7	38,3	24,3	17,0

Tabla 3: Demanda máxima diversificada considerando los factores M y N, sin afectación de la carga de las cocinas de inducción (KW)					
# usuarios	Estrato A	Estrato B	ESTRATO C	EstratoD	Estrato E
38	72,5	52,9	39,2	24,9	17,4
39	74,3	54,2	40,2	25,5	17,8
40	75,8	55,3	41,0	26,0	18,2
41	77,4	56,4	41,9	26,5	18,6
42	79,0	57,6	42,7	27,1	19,0
43	80,3	58,6	43,4	27,5	19,3
44	82,2	59,9	44,5	28,2	19,7
45	84,0	61,2	45,4	28,8	20,1
46	85,6	62,4	46,3	29,3	20,5
47	87,3	63,6	47,2	29,9	20,9
48	89,0	64,9	48,1	30,5	21,4
49	90,5	66,0	48,9	31,0	21,7
50	92,1	67,1	49,8	31,6	22,1
51	93,8	68,4	50,7	32,2	22,5
52	95,3	69,4	51,5	32,7	22,9
53	96,7	70,5	52,3	33,1	23,2
54	98,6	71,9	53,3	33,8	23,7
55	100,1	72,9	54,1	34,3	24,0
56	101,8	74,2	55,0	34,9	24,4
57	103,2	75,3	55,8	35,4	24,8
58	104,8	76,4	56,7	35,9	25,2
59	106,7	77,8	57,7	36,6	25,6
60	108,0	78,7	58,4	37,0	25,9
61	109,6	79,9	59,3	37,6	26,3
62	111,2	81,1	60,1	38,1	26,7
63	112,8	82,2	60,0	38,7	27,1
64	114,4	83,4	61,9	39,2	27,5
65	116,0	84,6	62,7	39,8	27,8
66	117,6	85,7	63,6	40,3	28,2
67	119,1	86,8	64,4	40,8	28,6
68	120,6	87,9	65,2	41,4	29,0
69	122,2	89,1	66,1	41,9	29,3
70	123,8	90,3	67,0	42,4	29,7
71	125,4	91,4	67,8	43,0	30,1
72	127,0	92,6	68,7	43,5	30,5
73	128,5	93,7	69,5	44,1	30,9
74	130,1	94,8	70,3	44,6	31,2
75	131,6	95,9	71,1	45,1	31,6
76	133,1	97,0	72,0	45,6	31,9

Tabla 3: Demanda máxima diversificada considerando los factores M y N, sin afectación de la carga de las cocinas de inducción (KW)					
# usuarios	Estrato A	Estrato B	ESTRATO C	Estrato D	Estrato E
77	134,6	98,1	72,8	46,1	32,3
78	136,2	99,3	73,6	46,7	32,7
79	137,7	100,4	74,4	47,7	33,4
80	139,2	101,5	75,3	47,7	33,4
81	140,9	102,7	76,2	48,3	33,8
82	142,5	103,9	77,1	48,9	34,2
83	143,8	104,8	77,7	49,3	34,5
84	145,0	105,7	78,4	49,7	34,8
85	146,5	106,8	79,2	50,2	35,1
86	147,9	107,8	80,0	50,7	35,5
87	149,4	108,9	80,8	51,2	35,8
88	150,8	109,9	81,5	51,7	36,2
89	153,0	111,5	82,7	52,4	36,7
90	155,2	113,1	83,9	53,2	37,2
91	156,6	114,2	84,7	53,7	37,6
92	158,1	115,2	85,5	54,2	37,9
93	80,5	58,7	43,5	27,6	19,3
94	161,0	117,3	87,0	55,2	38,6
95	162,4	118,4	87,8	55,7	39,0
96	163,9	119,4	88,6	56,2	39,3
97	165,3	120,5	89,4	56,7	39,7
98	166,8	121,6	90,2	57,2	40,0
99	168,2	122,6	90,9	57,7	40,4
100	169,7	123,7	91,7	58,1	40,7

Cuando se obtienen más de 100 usuarios, hay que usar (1), con los valores de M y N que se indican en el Apéndice A-11-B.

En la tabla 3A se muestra los valores de las demandas máxima diversificada de las cocinas de inducción DMD el para 1 a 5 usuarios.

Tabla 3A: demanda máxima diversificada de las cocinas de inducción DMD el (KW)	
# Cocinas de inducción	DMDCI (KW)
1	1.44
2	2.65
3	3.5
4	3.89
5	3.10

**b) Clientes comerciales e industriales:**

Para el caso de clientes comerciales e industriales, el proyectista, en función de factores tales como división y uso del suelo, características de las obras de infraestructura previstas, área y características de los edificios a construir, tipo de maquinaria, etc., establecerá como resultado de un análisis fundamentado, los valores de la demanda unitarias a considerar en el diseño.

El propósito es la determinación del valor de la demanda máxima unitaria correspondiente al consumidor comercial o industrial representativo de un grupo de consumidores comerciales o industriales.

Como guía para el proyectista, a continuación se desarrolla el procedimiento para la determinación de la demanda y con referencia al formato tipo que se muestra en el Apéndice A-11-D

- a. Determinación de la carga Instalada del consumidor comercial o industria con los máximos requerimientos: establecer un listado de los artefactos, quipos, maquinarias, etc. De utilización del consumidor comercial o industrial con los máximos requerimientos y establecer un listado de los mismos con el número de referencia, columna 1; descripción, columna 2; cantidad, columna 3, y potencia nominal ( $P_n$ ), columna 4.
- b. Carga Instalada del Consumidor Comercial: Para cada una de las cargas individuales anotadas en la columna 4, se establece un factor denominado “Factor de Frecuencia de Uso (FFUn)” que determina la incidencia en porcentaje de la carga correspondiente al consumidor comercial o industrial de máximas posibilidades sobre aquel que tiene condiciones promedio y que se adopta como representativo del grupo para propósito de estimación de la demanda de diseño.

El FFUn, expresado en porcentaje, será determinado para cada una de las cargas instaladas en función del número de usuarios que se considera que disponen del equipo correspondiente dentro del grupo de consumidores; vale decir, que aquellos equipos de los cuales dispondrán la mayor parte de los usuarios comerciales o industriales tendrán un factor cuya magnitud se ubican en el rango superior y aquellos cuya utilización sea limitada tendrán un factor de magnitud media y baja. El factor se anota en la columna 6.

Generalmente para el caso de usuarios industriales el FFUn es 100%.

En la columna 7, se anotan para cada Renglón el valor de la carga instalada por consumidor Repetitivo (CIR), computada de la expresión  $CIR = P_n \times FFUn \times 0,01$  (Columna 7 = columna 4 x columna 5 x 0,01).

- c. Determinación de la Demanda Máxima Unitaria (DMU), definida como el valor máximo de la potencia que en un intervalo de tiempo de 15 minutos es requerida de la red por el consumidor comercial o industrial individual.

La Demanda Máxima Unitaria (Columna 9) se determina a partir de la carga Instalada del Consumidor Comercial o Industrial Representativo (CIR), obtenida en la columna 7 y aplicación del factor de Simultaneidad (FSn) para cada una de las cargas instaladas, el cual determina a la incidencia de la carga considerada en la demanda coincidente durante el periodo de máxima solicitud.

El factor de simultaneidad, expresado en porcentaje, será establecido por el Proyectista para cada una de las cargas instalada, en función de la forma de utilización de aparatos, artefactos, equipos, maquinarias, etc. Para una aplicación determinada.

El factor de Demanda FDM definido por la relación entre la Demanda Máxima Unitaria (DMU) y la carga Instalada Representativo (CIR) indica la fracción de la carga instalada que es utilizada simultáneamente en el periodo de máxima solicitud y permite evaluar los valores adoptados por comparación con aquellos en

instalaciones existentes similares. Para el usuario comercial representativo, el Factor de Demanda FDM debe ser máximo de 0,6.

- d. La Demanda Máxima Unitaria obtenida, expresada en Vatios, es convertida a kilovatios y kilo voltamperios, la reducción correspondiente y la consideración del factor de potencia que en general, para instalaciones comerciales e industriales es del 0,85.

La demanda correspondiente al alumbrado público es característica de cada proyecto. Las potencias nominales de las luminarias de vapor de sodio de alta presión son 400 W, 250 W y 100 W.

Para el caso de cámaras de transformación que sirven a edificios residenciales, con estratos de consumos tipos A1, A y B, donde no se incluye una red secundaria, la demanda de pérdidas técnicas en el alimentador del transformador al tablero de medidores y en los contadores de energía, se considera como el 1,0% de la demanda máxima diversificada. Por lo tanto el cálculo de la demanda de diseño en cámaras de transformadores se debe emplear la ecuación 5.

$$DD = \frac{(DMD+D_{PT})}{FP} \quad (5)$$

Para el caso de cámaras de transformadores que sirven a edificios residenciales, con estratos de consumo tipos C, D y E donde no se incluye una red secundaria, la demanda de pérdidas técnicas en el alimentador del transformador al tablero de medidores y en los contadores de energía, se considera como el 1,0% de la demanda máxima coincidente. Por lo tanto, para el cálculo de la demanda de diseño en cámaras de transformadores se debe emplear la ecuación 5.1.

$$DD = \frac{(DMD+D_{PT})}{FP} \quad (5)$$

Para el caso de cámaras de transformación que sirven a edificios residenciales, con extracto de consumo tipo C,D,E, donde no se incluye una red secundaria, la demanda de pérdida

técnicas en el alimentador del transformador al tablero de medidores y en los contadores de energía se considera como 1,0% de la demanda máxima coincidente. Por lo tanto para el cálculo de la demanda de diseño en cámaras de transformación se debe emplear la ecuación 5.1

$$DD = \frac{(DMD+DMDa+D_{PT})}{FP} \quad (5.1)$$

Dónde:

- DD : Demanda de diseño en los bornes secundarios del transformador (KVA)
- DMD<sub>CL</sub> : Demanda máxima diversificada de cocinas de inducción (KW)
- D<sub>PT</sub> : Demanda de pérdidas técnicas resistivas (en acometidas, en contadores de energía) (KW)
- FP : Factor de potencia (0,95)

**a) Cliente comercial e industriales**

El valor de la demanda a considerar para el dimensionamiento de la red en un punto dado, debe ser calculado de la siguiente expresión:

$$DD = \frac{DMU \times N}{FD} \quad (5.1)$$

Donde DD, es la Demanda de Diseño, DMU es la Demanda Máxima Unitaria del usuario comercial o industrial representativo, N es el número de abonados comerciales o industriales que inciden sobre el punto considerado de la red y FD, el factor de Diversidad que es dependiente de N.

El factor de diversidad –FD- para los usuarios tipo comercial se encuentra tabulado en el Apéndice A-11-D1. El factor de demanda –FDM- para el usuario tipo comercial representativo debe ser máximo 0,6. Para el cálculo de la Demanda de Diseño para usuarios tipo comercial e industrial usar el formato de apéndice A-11-D.

Generalmente para el caso de usuarios industriales la Demanda de Diseño (DD) es la misma DMU, ya que N y FD es 1.

#### 4.4.5.3. A-11.05.- Valores de referencia para el carga Instaladas y la Demanda Máxima Para un usuario residencial:

Para un usuario residencial tipo establecido en A-11.02, las magnitudes de las cargas instaladas y las demandas, son las siguientes:

<b>Tabla 9:</b> Valores de referencia de la Demanda Máxima y de la Carga Instaladas de un usuario residencial tipo, sin considerar la influencia de las cocinas de inducción				
USUARIOS RESIDENCIAL TIPO	DMU KW	DM KVA	CL KW	CL KVA
E	1,1	1,16	1,84	1,94
D	1,6	1,68	3,22	3,39
C	2,5	2,63	6,30	6,63

<b>Tabla 9:</b> Valores de referencia de la Demanda Máxima y de la carga instalada de un usuario residencial tipo, sin considerar la influencia de las cocinas de inducción.				
USUARIO RESIDENCIAL TIPO	DMU KW	DMU KVA	CL KW	CL KVA
B (1)	3,4	3,58	9,80	10,31
A (1)	4,7	4,95	15,82	16,65

NOTAS: (1): En estos estratos de consumo, no influye la carga de las cocinas de inducción.

#### 4.4.5.4. A-11.06.- Período de Diseño:

Para el dimensionamiento de los componentes de la red primaria se deberá considerar el periodo de tiempo de 15 años, a partir de la fecha de ejecución del proyecto.

Par el dimensionamiento de los centros de transformadores y de la red secundaria se deberá considerar el número de usuarios totales, incluyendo los existentes y los proyectados, para el periodo de tiempo de 10 años, a partir de la fecha de ejecución del proyecto.

**a) Número total de usuarios en áreas consolidadas:**

El número de usuarios existentes se toma del plano obtenido del GIS, con la verificación en el sitio del proyecto.

Para determinar el número de usuarios proyectados se debe considerar los factores reales de crecimiento de la zona de influencia y de las zonas aledañas.

El número total de usuarios existentes en áreas consolidadas sería la suma de los usuarios existentes y los proyectados.

**b) Número total de usuarios en urbanización y conjuntos habitacionales:**

El número total de usuarios se determina en base al plano aprobado por el Municipio.

**c) Número total de usuarios en localización y sectores nuevos**

Para determinar el número total de usuarios en sectores nuevos se deben *ii* considerar los factores reales de crecimiento de las zonas aledañas.

**4.4.5.5. A-11.07 Caída de Voltaje Admisible**

La caída máxima de voltaje admisible en el punto más alejado de la fuente de alimentación con la demanda de diseño establecida y expresada en porcentaje del valor del voltaje nominal, fase –tierra del sistema, no deberá superar los siguientes límites

- Red Primario de Medio Voltaje considerada como la totalidad del alimentador principal que parte de la subestación de distribución, los ramales y circuitos.

<b>Tabla 10 : Caída máxima de voltaje en la Red Primaria (S/E sin cambiador de taps bajo carga)</b>		
<b>Componentes del sistema de distribución</b>	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Primario	3.0%	3.5%

<b>Tabla 11 : Caída máxima de voltaje en la Red Primaria (S/E con cambiador de taps bajo carga) .</b>		
<b>Componentes del sistema de distribución</b>	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Primario	3.5%	4.0%

Red Secundaria para redes radiales considerar la longitud total del circuito hacia el centro de transformación y para redes interconectadas la longitud desde el centro de transformación hasta el punto de corte, es decir, hasta el punto en el cual el flujo de corriente se anula.

<b>Tabla 12 : Caída máxima de voltaje en la Red Primaria (S/E sin cambiador de taps bajo carga) .</b>		
<b>Componentes del sistema de distribución</b>	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Primario	2.5%	3.0%

Tabla 13: Caída máxima de voltaje en la Red Primaria (S/E con cambiador de taps bajo carga) .		
Componentes del sistema de distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Primario	3.0%	3.5%

#### **A-11.08 Tipo de Instalación**

El tipo de instalación de los elementos de la red será establecida conjuntamente por la EECH y el organismo correspondiente, en función de la ubicación, relativa del proyecto y de las características de las obras urbanísticas.

El tipo de instalación, puede ser:

- Subterránea ,con conductores aislados y centro de transformación en cámaras eléctricas
- Aéreas y subterráneas con conductores desnudos cubiertos o aislados y centro de transformación sobre estructuras de soporte o en cámara eléctricas
- Aéreas con conductores desnudos, cubiertos o aislados y centros de transformación sobre estructuras de soporte.

#### **4.4.5.6. A-11,09 Configuración de Circuitos y Esquema de Conexiones:**

La configuración de los circuitos para las redes de medio y bajo voltaje a considerar, están relacionados con la demanda de diseño, el voltaje primario y el tipo de instalación .En general, salvo en casos especiales deberán mantenerse las relaciones que se indican a continuación.

### CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS

USUARIO TIPO	MEDIO VOLTAJE	BAJO VOLTAJE
A1	Trifásico	Trifásico
A	Trifásico	Trifásico
B	Trifásico	Trifásico
C y D	Trifásico o Monofásico	Trifásico o Monofásico
E	Monofásico	Monofásico

Las redes de medio voltaje podrán ser:

- Radiales considerando puntos de interconexión entre circuitos correspondientes a diferentes alimentadores que operan normalmente abiertos y que serán utilizados para transferencia de carga en condiciones emergentes.
- Anillos abiertos.

Las redes secundarias en instalación subterránea serán radiales simples, esto es, los circuitos correspondientes a un centro de transformación serán eléctricamente independientes de los adyacentes.

Las redes secundarias aéreas serán en todos los casos radiales simples, esto es, los circuitos correspondientes a un centro de transformación serán eléctricamente independiente de los adyacentes .

Para el sistema a 7.96 KV,el conductor neutro Secundario será radial simple en el tramo cubierto por cada uno de los centro de transformación.

Para el sistema a 13.8KV,el conductor neutro secundario será continuo a partir de la subestación de distribución y en los tramos monofásicos será común con el neutro de la red primaria

En el Apéndice A-11-E, se muestran los esquemas de las conexiones usuales mencionadas.

#### **A-11,10. Alumbrado de Vías (Generales):**

El diseño de las instalaciones para la distribución de energía en áreas urbanas y en centros poblados rurales deberá considerar conjuntamente el equipamiento y el control automático de las iluminarias para proveer de iluminación a las vías públicas, plazas y espacios verdes de usos comunales incluidos en el proyecto urbanísticos considerado.

El diseño, en consecuencia, comprenderá la determinación de los niveles de iluminación y de los factores de uniformidad, la selección de las fuentes luminosas y de los artefactos de iluminación, la adopción de los esquemas de control y la localización y disposición de los elementos para su montaje.

En general, cuando el proyecto se encuentra localizado en un área adyacente a otras en las cuales existen instalaciones definitivas en servicio, el proyectista deberá mantener para las nuevas instalaciones, criterios y disposiciones similares con el propósito de alcanzar, en lo posible, la máxima uniformidad en el aspecto estético del conjunto siempre que se satisfagan los requerimientos mínimos establecidos.

Los criterios generales y los valores de referencia para el diseño, considerando los casos normales de uso frecuentes en áreas residenciales, son presentados en los numerales siguientes.

#### **4.4.5.7. A-11,11.- Niveles de Iluminación y Factores de Uniformidad:**

Los valores a adoptar para el diseño del alumbrado y vías y espacios públicos son función de la intensidad de tráfico vehicular y peatonal los cuales a su vez se encuentran asociados con las dimensiones y características de las calzadas y aceras para el área de la ciudad de Chone.

<b>Tabla 16 A: especificación de vías</b>				
Tipo de vía	Característica Técnicas			
	Velocidad operación	Distancia paralela entre ellas	Ancho de carriles	Separación de calzadas
Expresa	60 a 80 km/h	8000- 3000 m	3,65 m	Parterre mínimo de 6 m
Arteriales principales	50 a 70 km/h	3000 – 1500 m	3,65 m	parterre
Arteriales secundarias	30 a 50 km/h	1500 – 500 m	3,65 m	Parterre mínimo de 4 m, puede no tener parterre y estar separadas con señalización horizontal

<b>Tabla 16 A: Especificaciones de vías</b>				
Tipo de vías	Características técnicos			
	Velocidad de operación	Distancia paralela entre ellas	Ancho de carriles	Separación de calzadas
Colectores	20 a 40 km/h	1000 – 500 m	3,5 m	Separación con señalización horizontal. Puede tener parterre mínimo de 4m
Locales	Máximo 30 km/h	100 – 300 m	3,5 m	Señalización horizontal

<b>Tabla 16 B: Especificaciones de vías</b>							
Tipo de vía (1)	Transito	Especificaciones mínimas de vías					
		Nº Carriles por sentido	Ancho vías	Ancho acerca	Parterre [m]	Ancho carril estacionamiento	Ancho total
Expresa	Vehicular	3	21,90	---	6,00	---	36,50
Arterial principal	Vehicular	3	21,90	4,00	6,00	---	35,90
Arterial secundaria	Vehicular	2	14,60	4,00	4,00	2,20	31,00
Colectora A	Vehicular	2	14,00	2,50	3,00	2,00	26,00

Colectora B	Vehicular	2	14,60	2,50	3,00	---	22,60
Colectora C	Vehicular	2	14,60	2,50	---	---	19,60
Colectora D	Vehicular	1	7,00	2,00	---	2,00	18,00
Local A	Vehicular	2	12,00	2,00	---	---	16,00
Local B	Vehicular	1	7,00	3,00	---	2,00	15,00
Local C	Vehicular	1	7,00	3,00	---	2,00	14,00
Local D	Vehicular	1	7,00	2,00	---	2,00	13,00
Local E	Vehicular	1	6,00	2,00	---	2,00	12,00
Local F	Vehicular	1	7,00	2,00	---	---	11,00
Local G	Vehicular	1	6,00	2,00	---	---	10,00
Local H	Vehicular	1	6,00	1,50	---	---	9,00
Local I	Vehicular	1	5,60	1,20	---	---	8,00
Local J	Vehicular	---	---	---	---	---	6,00
A(2)	Peatonal	---	---	---	---	---	6,00
B (2)	Peatonal	---	---	---	---	---	3,00
Escalinata	Peatonal	---	---	---	---	---	2,40

NOTAS:

(1): Los tipos de vías están definidos en las Normas de Arquitectura y Urbanismo— Ordenanzas No. 3457 y 3477.

(2): las vías peatonales A y B son de uso exclusivo del tránsito peatonal. Eventualmente puede ser utilizadas por vehículos de residentes y especiales que circulen a velocidades bajas (Normas de Arquitectura y Urbanismo – Ordenanzas No. 3457 y 3477).

(3): El ancho total comprende la suma de los anchos de la vía, de la acera y del carril de estacionamiento.

Con referencia a esta clasificación de vías, a continuación se presenta los valores recomendados para la luminancia promedio de la calzada, la uniformidad general de luminancia de la calzada, el incremento de umbral, la uniformidad longitudinal sobre la calzada, la relación de entorno y la potencia de la luminaria, definidos en los siguientes términos:

- ✓ Luminancia promedio de la calzada LP [Cd/m<sup>2</sup>]: este es el valor mínimo que debe ser mantenido a lo largo de la vida de la instalación y depende de la distribución de

la luz de la luminaria, el flujo luminoso de las bombillas y de las propiedades de reflexión de la calzada.

- ✓ Uniformidad general de luminancia de la calzada UO: es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía.
- ✓ Incremento de umbral T.I.: Es una medida de la pérdida de visibilidad debido al deslumbramiento encefalizador debido al haz luminoso provocado por las luminarias
- ✓ Uniformidad longitudinal sobre la calzada UL: es las pérdidas de visibilidad mínima y la máxima medida medida 0 calculadas sobre uno o varios ejes principales de la vía.
- ✓ Relación de entorno SR: la función de la de asegurar que la luz dirigida a los alrededores, sea lo suficiente para que los objetos que están en esos lugares sean visibles.

**Tabla 17 A: Potencia de la luminaria del tipo de vías**

Tipo de vías	Parámetros fotométricos					Altura Recomendada Montaje [m]	Potencia luminaria
	Lp Mínimo [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo Mínimo	T.I. Máximo	UL Mínimo	SR Mínimo		
Colectora Arterial Principal Arterial Secundaria expresa	2,0	0,4	10	0,5 a 0,7 (1)	0,5	10 (2)	400 W (2) (6) (8)
Local A	2,0	0,4	10	0,5 a 0,7 (1)	0,5	10m	400 W (2) (6) (8)
Local B	2,0	0,4	10	0,5 a 0,7 (1)	0,5	10m	400 W (2) (6)

							(8)
Local C	1,5	0,4	10	0,5 a 0,7 (1)	0,5	10m	250 W (7)
Local D	1,00	0,4	10	0,5	0,5	8 m (3)	150 W (7)
Local E	1,00	0,4	10	0,5	0,5	8m	150 W (7)
Local F a H	0,75	0,4	15	N.R. (9)	N.R.	8m	100W (7)
Local I	0,75	0,4	15	N.R.(9)	N.R.	7,45 m (4)	100W (7)
Local J	0,5	0,4	15	N.R.	N.R.	7,45 m	70 W (7)
Peatonal A	0,5	0,4	15	N.R.	N.R.	7,45 m	70 W (7)
Peatonal B Escal.	0,5	0,4	15	N.R.	N.R.	4,70 m (5)	70 W (7)

NOTAS:

- (1) 0,7 es para vías de alta velocidad con calzadas separadas, exentos de cruces a nivel y con accesos completamente controlados y para auto pistas expresas.
- (2) Se usaran postes de hormigón centrifugado de 13,5 m.
- (3) Se usaran postes de hormigón centrifugado de 11,5 m.
- (4) Se usaran postes de hormigón centrifugado de 9 m.
- (5) Se usaran postes metálicos de 6m.
- (6) Disposición bilateral.
- (7) Disposición unilateral.
- (8) las luminarias de 250w y 400w son de doble nivel de potencia.
- (9) N.R.: No requiere.
- (10) Cuando se usen luminarias de 400 w se recomiendan tener vanos máximos de 45m.
- (11) Cuando se usen luminarias de 250W, 150W y 100 W se recomiendan tener vanos máximos de 40m
- (12) Cuando se usen luminarias de 70 W se recomienda tener vanos máximos de 35m.

<b>Tabla 17B: Códigos de las luminarias</b>			
Especificación Técnicas	Fotocontrol Incorporación	Potencia [W]	Código
Luminaria con lámpara de vapor de sodio de alta presión, tipo horizontal cerrada, completa, con balasto tipo electromagnético, reactor encapsulado e ignitor tipo superposición.	No tiene	70	02785662
	Si tiene		02785862
Luminaria de vapor con lámpara de sodio de alta presión, tipo horizontal cerrada, completa, con balasto tipo magnético con reactor encapsulado e ignitor tipo superposición	No tiene	100	02785667
	Si tiene		02785867
Luminaria con lámpara de vapor de sodio de alta presión, tipo horizontal cerrada, completa, con balasto tipo electromagnético, reactor encapsulado e ignitor tipo superposición.	No tienen	150	02785673
	Si tienen		02785873
Luminaria con lámpara de vapor de sodio de alta presión, tipo horizontal cerrada, completa, con balasto tipo electromagnético, reactor encapsulado de doble nivel de potencia, circuito temporizador programado para funcionamiento durante 4 horas a potencia nominal y el resto del tiempo a potencias reducida, ignitor tipo superposición y dos capacitores que garanticen un factor de potencia en conjunto a 0,92 inductivo como mínimo, para los dos estados de potencia, nominal y reducida.	No tiene	400	02785882

#### **4.4.5.8. A-11.12.- Fuentes de Iluminación:**

En toda el área de concesión de la EECH. S.A. se acepta la utilización de lámparas de descargas en vapor de sodio de alta presión.

#### **4.4.5.9. A-11.13.- Esquemas de Control**

Para lámparas con una potencia nominal de 400 Vatios o 250 Vatios se utilizara el control individual mediante un contacto accionado por una célula fotoeléctrica, incorporado al artefacto como parte integral.

Para lámparas con potencias unitarias inferiores a 250 vatios, se utilizara el control individual mediante un contacto accionado por una célula fotoeléctrica, in comparado al artefacto como parte integral, o el control múltiple paralelo dispuesto, según el tipo de instalación, en la siguiente forma:

- ✓ En redes subterráneas: circuitos independientes, conformados por dos conductores de fase controlados por células fotoeléctrica y contacto bipolar, ubicados al exterior, cada una de los circuitos tendrán una capacidad máxima de 60 amperios.
- ✓ En redes aéreas: a partidas de cada centro de transformación se llevaran un conductor adicional-hilo piloto –controlado por célula fotoeléctrica y contacto unipolar y conectado a una de las fases; las luminarias se conectaran en paralelos entre el hilo piloto y uno de los conductores de fases de la red secundaria que corresponda a una fase diferente de la controlada . el equipo de control, en lo posible, no será ubicado en centros de transformación instalados en un solo poste.

Los circuitos de control serán independientes entre centros de transformación y tendrán una capacidad máxima de 60 amperios.

#### 4.4.6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N EN LA AV. ELOY ALFARO.

##### **CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 1**

Usuarios = 21

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 375 m

##### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Dónde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 1 = 375 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$375/30 = 12,5$ . Siendo  $13 * 400\text{W} = 5200\text{W}$ .

DMe = 5,2 kW

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 21 es 2,28

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (21 * 5,92 * 1/2,28 * 0,90) + 5,2$$

$$\text{KVA (t)} = 54,27$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 75 KVA**

## **CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 2**

Usuarios = 22

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 361 m

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 2 = 361 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$361 / 30 = 12,03$ . Siendo  $12 * 400\text{W} = 4800\text{W}$ .

DMe = 4,8 kW

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 22 es 2,29

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (22 * 5,92 * 1/2,29 * 0,90) + 4,8$$

$$\text{KVA (t)} = 55,98$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 75 KVA**

### **CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 3**

Usuarios = 33

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 452m

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 4 = 452 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$$452 / 30 = 15 \text{ Siendo } 15 * 400\text{W} = 6000\text{W}.$$

$$\text{DMe} = 6 \text{ kW}$$

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 33 es 2,43

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (33 * 5,92 * 1/2,43 * 0,90) + 6$$

$$\text{KVA (t)} = 78,33$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 100 K**

## **CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 4**

Usuarios = 49

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 366 m

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 4 = 366 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$$366 / 30 = 12,2 . \text{ Siendo } 12 * 400\text{W} = 4800\text{W}.$$

$$\text{DMe} = 4,8 \text{ kW}$$

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 49 es 2,50

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (49 * 5,92 * 1/2,50 * 0,90) + 4,8$$

$$\text{KVA (t)} = 109,22$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 125 KV**

## **CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 5**

Usuarios = 28

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 368 m

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 7 = 368 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$$368 / 30 = 12,27 \text{ Siendo } 12 * 400\text{W} = 4800\text{W}.$$

$$\text{DMe} = 4,8 \text{ kW}$$

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 28 es 2,38

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (28 * 5,92 * 1/2,38 * 0,90) + 4,8$$

$$\text{KVA (t)} = 67,48$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 75 KVA**

## CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 6

Usuarios = 47

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 213 m

### CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 7 = 213 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$$213/30 = 7,1 \text{ Siendo } 7 * 400\text{W} = 2800\text{W}.$$

$$\text{DMe} = 2,8 \text{ kW}$$

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 47 es 2,49

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (47 * 5,92 * 1/2,49 * 0,90) + 2,8$$

$$\text{KVA (t)} = 103,36$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 100KVA**

## **CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 7**

Usuarios = 53

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 317m

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 7 = 317 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$$317 / 30 = 10,56 \text{ Siendo } 11 * 400\text{W} = 4400\text{W}.$$

$$\text{DMe} = 4,4 \text{ kW}$$

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 53 es 2,50

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (53 * 5,92 * 1/2,50 * 0,90) + 4,4$$

$$\text{KVA (t)} = 117,35$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 125KVA**

## **CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 8**

Usuarios = 43

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 253 m

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 8 = 253m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$253/30 = 8,43$ . Siendo  $9 * 400\text{W} = 3600\text{W}$ .

DMe = 3,6 kW

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 43 es 2,47

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (43 * 5,92 * 1/2,47 * 0,90) + 3,6$$

$$\text{KVA (t)} = 96$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 100 KVA**

## **CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 9**

Usuarios = 61

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 213 m

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 9 = 213 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$$213/30 = 7,1. \text{ Siendo } 7 * 400\text{W} = 2800\text{W}.$$

$$\text{DMe} = 2,8 \text{ kW}$$

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 61 es 2,52

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (61 * 5,92 * 1/2,52 * 0,90) + 2,8$$

$$\text{KVA (t)} = 131,77$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 150 KVA**

## CENTRO DE TRANSFORMACION CT- 10

Usuarios = 40

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 221 m

### CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT-10 = 221 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$221 / 30 = 7,36$  Siendo  $7 * 400\text{W} = 2800\text{W}$ .

DMe = 2,8 kW

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 40 es 2,47

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (40 * 5,92 * 1/2,47 * 0,90) + 2,8$$

$$\text{KVA (t)} = 89$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 100 KVA**

## **CENTRO DE TRANSFORMACION CT-11**

Usuarios = 40

Tipo de usuario B = 90%

Distancia de cobertura = 199 m

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

DF = Factor de Diversidad

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Número de Usuarios

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT- 11 = 199 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$199 / 30 = 6,6$ . Siendo  $7 * 400\text{W} = 2800\text{W}$ .

DMe = 2,8 kW

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

$$\text{DMUp} = 4(1+4/100)^{10} = 4(1,48) = 5,92$$

FD para N = 40 es 2,47

$$\text{KVA (t)} = \text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100 + \text{DMe}$$

$$\text{KVA (t)} = (40 * 5,92 * 1/2,47 * 0,90) + 2,8 = (277,06/2,5) + 3,2 = 110,82 + 3,2$$

$$\text{KVA (t)} = 89$$

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 100 KVA**

## **CENTRO DE TRANSFORMACION CT-12**

Usuarios = 52

Porcentaje de acuerdo al Tipo de usuario B = 90%

### **CALCULO DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR**

$$\text{KVA (t)} = (\text{N} * \text{DMUp} * 1/\text{FD} * \%/100) + \text{DMe}$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada a 10 años

FD = Factor de Diversidad.

DMe = Demanda Máxima Especiales (alumbrado público)

N = Numero de Usuario

% = Porcentaje de acuerdo a la clasificación del tipo de usuario B = 90

$$\text{DMUp} = \text{DMU}(1 + \text{Ti}/100)^n$$

DMU: Demanda Máxima Unitaria. B= (8-4) KVA y Ti= (2,5-4,0). Según tabla A-11.2

Ti = Tasa de incremento anual

n = Número de años (10)

Distancia de cobertura del CT-12 = 250 m.

Las luminarias son de 400 W y la distancia entre ellas son de 30 m según la curva fotométrica de acuerdo a las normas luminotécnicas.

$250 / 30 = 8,3$ . Siendo  $8 * 400\text{W} = 3200\text{W}$ .

**Por lo tanto se requiere de un transformador de capacidad de 125 KVA**

#### 4.4.7. DETALLE DE CANTIDADES Y PRECIOS

EDGAR CALIXTO HERRERA MUÑOZ-GLICERIO ALBERTO ZAMORA VÉLEZ					
EGRESADOS ESCUELA INGENIERIA ELECTRICA					
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MARIABÍ					
EXTENSIÓN CHONE					
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE					
UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO					
PARROQUIA: CHONE					
CANTÓN: CHONE					
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2017					
ITEM	DESCRIPCION	U	CANT.	V.UNIT.	V.TOTAL
01	TRANSFORMADOR PAD MOUNTED 75KVA	U	3	5.146,56	15.439,67
02	TRANSFORMADOR PAD MOUNTED 100KVA	U	5	6.178,84	30.894,18
03	TRANSFORMADOR PAD MOUNTED 125KVA	ML	3	7.067,84	21.203,51
04	TRANSFORMADOR PAD MOUNTED 150KVA	U	1	7.722,65	7.722,65
05	POSTE METALICO DE ALUMBRADO	U	174	1.339,67	233.102,72
06	LUMINARIA 400W NA	U	174	365,72	63.634,64
07	BANCO DE DUCTOS EN ACERA	U	5000	475,23	2.376.170,32
08	BASE HORMIGON ARMADO DE TRANSFORMACIÓN	U	12	3.997,52	47.970,24
09	Corrida de Conductor MV (15KV)	ML	5000	63,18	315.878,73
10	Corrida Conductores Bajo Voltaje	ML	5000	272,57	1.362.847,16
11	Tablero de Distribucion	U	12	1.970,18	23.642,12
12	POZO PARA REDES SUBTERRANEAS TIPO B	U	310	537,18	166.527,23
13	SECCIONADOR Y PROTECCION EN REDES DE DISTRIBUCION 13,8 KV GRDY/7,96KV PARA TRES FASES CON SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR TIPO ABIERTO CON DISPOSITIVO ROMPE ARCO	U	2	1.266,52	2.533,05
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>4.667.566,21</b>
				IVA 12%	<b>560.107,95</b>
				<b>Total</b>	<b>5.227.674,16</b>









<b>OFERENTE: EGRESADOS HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERIO ALBERTO</b>					
<b>PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE</b>					
<b>UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO CANTON CHONE</b>					
<b>DISTANCIAS EN TRANSPORTE EN KM 286</b>					
<b>FECHA: NOVIEMBRE 2017</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
		TM/KM	0,5	RENDIMIENTO	1,5
<b>RUBRO:</b>	POSTE METALICO DE ALUMBRADO				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO/HOR</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>%</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
HERRAMIENTAS MENORES	1	1,85	1,85	1,23	0,12
ESCALERA	1	1,45	1,45	0,97	0,09
GRUA MECANICA	1	25	25	16,67	1,58
			PARCIAL	18,87	1,79
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
MAESTRO LINIERO	1	3,82	3,82	2,55	0,24
ELECTRICISTA	1	3,45	3,45	2,30	0,22
Operador de Grúa	1	3,82	3,82	2,55	0,24
			PARCIAL O	7,39	0,70
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>COSTOS TOTAL</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
POSTE METALICO 11 MT PINTADO DECORADO BASE DE EMPOTRAMIENTO CON CUATROS PERNOS DE 1/2" X 10" INCLUYE TUERCA ANILLO PLANO Y DE PRESIÓN ACERADO	U	1	1.000,00	1.000,00	94,80
			PARCIAL O	1.000,00	94,80
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA TM/KM</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
	<b>TM (A)</b>	<b>KM (B)</b>	<b>DMT ©</b>	<b>D=A*B*C</b>	
POSTE METALICO 11 MT PINTADO DECORADO BASE DE EMPOTRAMIENTO CON CUATROS PERNOS DE 1/2" X 10" INCLUYE TUERCA ANILLO PLANO Y DE PRESIÓN ACERADO	0,2	286	0,5	28,60	2,71
			PARCIAL P	28,60	2,71
			TOTAL COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)	1.054,86	100,00
			COSTOS INDIRECTOS		
			DIRECCION TECNICA 20 %	210,97	
			FISCALIZACION 4%	42,19	
			IMPREVISTOS 1%	10,55	
			GASTOS ADMINISTRATIVOS 2 %	21,10	
			PRECIO UNITARIO TOTAL	1.339,67	
			<b>UNITARIO PROPUESTO</b>	<b>1.340</b>	

<b>OFERENTE: EGRESADOS HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERIO ALBERTO</b>					
<b>PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE</b>					
<b>UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO CANTON CHONE</b>					
<b>DISTANCIAS EN TRANSPORTE EN KM 286</b>					
<b>FECHA: NOVIEMBRE 2017</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
		TM/KM	0,5	RENDIMIENTO	1
<b>RUBRO:</b>	<b>LUMINARIA 400W NA</b>				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO/HOR.</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>%</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
HERRAMIENTAS MENORES	1	3,52	3,52	3,52	1,22
ESCALERA	1	1,45	1,45	1,45	0,50
				PARCIAL	4,97 1,73
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
MAESTRO LINIERO	1	3,82	3,82	3,82	1,33
ELECTRICISTA	1	3,45	3,45	3,45	1,20
PEON	2	3,41	6,82	6,82	2,37
				PARCIAL O	14,09 4,89
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>COSTOS TOTAL</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
LUMINARIA TIPO COBRA NA HS -240V -400 W COMPLETA	U	1	200,00	200,00	69,45
CABLE CONCENTRICO FUERZA X CONTROL 3 X 12 AWG	M	15	2,5	37,50	13,02
CONECTORES DE COMPRESIÓN N° 8 TUBULAR	UNIDAD	3	0,8	2,40	0,83
CINTA ELECTRICA AUTO FUNDENTE DE 19 MM DE ANCHO	M	0,6	0,57	0,34	0,12
				PARCIAL O	240,24 83,43
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA TM/KM</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
	<b>TM (A)</b>	<b>KM (B)</b>	<b>DMT ©</b>	<b>D=A*B*C</b>	
LUMINARIA TIPO COBRA NA HS -240V -400 W COMPLETA	0,2	286	0,5	28,60	9,93
CABLE CONCENTRICO FUERZA X CONTROL 3 X 12 AWG	0,00022727	286	0,5	0,03	0,01
CONECTORES DE COMPRESIÓN N° 8 TUBULAR	0,0001	286	0,5	0,01	0,00
CINTA ELECTRICA AUTO FUNDENTE DE 19 MM DE ANCHO	0,0001	286	0,5	0,01	0,00
				PARCIAL P	28,66 9,95
		TOTAL COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)		287,97	100,00
		COSTOS INDIRECTOS			
		DIRECCION TECNICA 20 %		57,59	
		FISCALIZACION 4%		11,52	
		IMPREVISTOS 1%		2,88	
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 2 %		5,76	
		PRECIO UNITARIO TOTAL		365,72	
		<b>UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>366</b>	

<b>OFERENTE: EGRESADOS HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERIO ALBERTO</b>					
<b>PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE</b>					
<b>UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO CANTON CHONE</b>					
<b>DISTANCIAS EN TRANSPORTE EN KM 286</b>					
<b>FECHA: NOVIEMBRE 2017</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
		TM/KM	0,5	RENDIMIENTO	0,5
<b>RUBRO:</b>		<b>POZO PARA REDES SUBTERRANEAS TIPO B</b>			
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO/HOR.</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>%</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
HERRAMIENTAS MENORES	1	7,05	7,05	14,09	3,33
HERRAMIENTAS MENORES ALBAÑILERIA	1	7,05	7,05	14,09	3,33
	1	1,16	1,16	2,32	0,55
			PARCIAL	30,50	7,21
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
MAESTRO MAYOR	1	3,82	3,82	7,64	1,81
ALBAÑIL	1	3,45	3,45	6,90	1,63
PEON	2	3,41	6,82	13,64	3,22
			PARCIAL O	28,18	6,66
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>COSTOS TOTAL</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
CAJETIN DE H.A DE 1,24 X1,24 X 1,07 MT, ENLUCIDO, CON TAPA DE HIERRO FUNDIDO, CON LETRAS DE IDENTIFICACION	G	1	350,00	350,00	82,75
			PARCIAL O	350,00	82,75
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA TM/KM</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
	<b>TM (A)</b>	<b>KM (B)</b>	<b>DMT ©</b>	<b>D=A*B*C</b>	
CAJETIN DE H.A DE 1,24 X1,24 X 1,07 MT, ENLUCIDO, CON TAPA DE HIERRO FUNDIDO, CON LETRAS DE IDENTIFICACION	0,1	286	0,5	14,30	3,38
			PARCIAL P	14,30	3,38
			<b>TOTAL COSTOS DIRECTO: (M+N+O+P)</b>	<b>422,98</b>	<b>100,00</b>
			<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		
			DIRECCION TECNICA 20 %	84,60	
			FISCALIZACION 4%	16,92	
			IMPREVISTOS 1%	4,23	
			GASTOS ADMINISTRATIVOS 2 %	8,46	
			PRECIO UNITARIO TOTAL	537,18	
			<b>UNITARIO PROPUESTO</b>	<b>537</b>	

<b>OFERENTE: EGRESADOS HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERIO ALBERTO</b>					
<b>PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE</b>					
<b>UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO CANTON CHONE</b>					
<b>DISTANCIAS EN TRANSPORTE EN KM:</b>	<b>286</b>				
<b>FECHA: NOVIEMBRE 2017</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>RUBRO:</b>		<b>TM/KM</b>	<b>0,5</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>0,4</b>
<b>BANCO DE DUCTOS EN ACERA</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO/HOR.</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>%</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
HERRAMIENTAS MENORES	1	8,81	8,81	22,02	153,96
ERRAMIENTAS MENORES ALBAÑILERIA	1	8,81	8,81	22,02	153,96
				<b>PARCIAL</b>	<b>44,03 307,91</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
MAESTRO MAYOR	1	3,82	3,82	9,55	66,78
ALBAÑIL	1	3,45	3,45	8,63	60,31
PEON	2	3,41	6,82	17,05	119,23
				<b>PARCIAL O</b>	<b>35,23 246,33</b>
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>COSTOS TOTAL</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
TUBO PVC PARED ESTRUCTURADA INTERIOR LISA Y EXTERIOR CORRUGADA DE 100 MM	U	8	30,00	240,00	1678,32
SEPARADOR DE TUBERIAS PVC DOS FILAS POR 3 COLUMNAS	U	1	20	20,00	139,86
CINTA DE SEÑALIZACION ANCHA DE 250 MM X 0,175 MM	M	2	6	12,00	83,92
ARENA	M3	0,2518	6	1,51	10,57
MATERIAL DE RELLENO	M3	0,237	5	1,19	8,29
RIPIO	M3	0,079	6	0,47	3,31
HORMIGON DE 140 KG/CM2	M3	0,079	6	0,47	3,31
TUBO DE POLIETILENO TRIDUCTO DE 40 MM	U	1	5	5	34,97
				<b>280,64</b>	<b>1962,54</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA TM/KM</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
	<b>TM (A)</b>	<b>KM (B)</b>	<b>DMT ©</b>	<b>D=A*B*C</b>	
TUBO PVC PARED ESTRUCTURADA INTERIOR LISA Y EXTERIOR CORRUGADA DE 100 MM	0,1	286	0,5	14,30	100,00
SEPARADOR DE TUBERIAS PVC DOS FILAS POR 3 COLUMNAS		286	0,5	0,00	0,00
CINTA DE SEÑALIZACION ANCHA DE 250 MM X 0,175 MM		286	0,5	0,00	0,00
ARENA		286	0,5	0,00	0,00
MATERIAL DE RELLENO		286	0,5	0,00	0,00
RIPIO		286	0,5	0,00	0,00
HORMIGON DE 140 KG/CM2		286	0,5	0,00	0,00
TUBO DE POLIETILENO TRIDUCTO DE 40 MM		286	0,5	0,00	0,00
				<b>PARCIAL P</b>	<b>14,30 100,00</b>
		<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>		<b>374,20</b>	<b>2.616,78</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
				<b>74,84</b>	
				<b>14,97</b>	
				<b>3,74</b>	
				<b>7,48</b>	
				<b>475,23</b>	
				<b>475</b>	



<b>OFERENTE: EGRESADOS HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERIO ALBERTO</b>					
<b>PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRANEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE</b>					
<b>UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO CANTON CHONE</b>					
<b>DISTANCIAS EN TRANSPORTE EN KM 286</b>					
<b>FECHA: NOVIEMBRE 2017</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
		TM/KM	0,5	RENDIMIENTO	0,9
<b>RUBRO:</b>	<b>Corrida de Conductor MV (15KV)</b>				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO/HOR.</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>%</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
HERRAMIENTAS MENORES	1	3,91	3,91	4,35	8,74
RACHE	1	0,5	0,5	0,56	1,12
COMELON	1	0,5	0,5	0,56	1,12
PARCIAL				5,46	10,98
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
MAESTRO LINIERO	1	3,82	3,82	4,24	8,53
ELECTRICISTA	1	3,45	3,45	3,83	7,71
PEON	2	3,41	6,82	7,58	15,23
PARCIAL O				15,66	31,47
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>COSTOS TOTAL</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
cable 15 KV cu # 2 AWG	ML	3,2	7,25	23,20	46,64
Cinta Auto fundente	Rollo	0,25	19	4,75	9,55
PARCIAL O				27,95	56,19
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA TM/KM</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
	<b>TM (A)</b>	<b>KM (B)</b>	<b>DMT ©</b>	<b>D=A*B*C</b>	
cable 15 KV cu # 2 AWG	0,0045	286	0,5	0,64	1,29
Cinta Auto fundente	0,00025	286	0,5	0,04	0,07
PARCIAL P				0,68	1,37
		TOTAL COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)		49,74	100,00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
		DIRECCION TECNICA 20 %		9,95	
		FISCALIZACION 4%		1,99	
		IMPREVISTOS 1%		0,50	
		GASTOS ADMINISTRATIVOS 2 %		0,99	
		PRECIO UNITARIO TOTAL		63,18	
		<b>UNITARIO PROPUESTO</b>		<b>63</b>	

<b>OFERENTE: EGRESADOS HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERIO ALBERTO</b>					
<b>PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE</b>					
<b>UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO CANTON CHONE</b>					
<b>DISTANCIAS EN TRANSPORTE EN KM</b>		<b>286</b>			
<b>FECHA: NOVIEMBRE 2017</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
		<b>TM/KM</b>	<b>0,5</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>0,5</b>
<b>RUBRO:</b>	Corrida Conductores Bajo Voltaje				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>%</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
HERRAMIENTAS MENORES	1	7,05	7,05	14,09	6,57
RACHE	1	0,5	0,5	1,00	0,47
COMELON	1	0,5	0,5	1,00	0,47
PARCIAL				16,09	7,50
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
MAESTRO LINIERO	1	3,82	3,82	7,64	3,56
ELECTRICISTA	1	3,45	3,45	6,90	3,21
PEON	2	3,41	6,82	13,64	6,36
PARCIAL O				28,18	13,13
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>COSTOS TOTAL</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Conductor Super flex # 2/0 AWG 1000 V 90A	MI	2,02	7,50	15,15	7,06
Conductor Super flex # 1/0 AWG 1000 V 90A	MI	1,01	6,5	6,57	3,06
Conductor desnudo Suave 7 H # 2	MI	1,01	3,56	3,60	1,68
Conductor Super flex # 4 AWG 1000 V 90A	MI	2,02	3,12	6,30	2,94
PARCIAL O				31,61	14,73
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA TM/KM</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
	<b>TM (A)</b>	<b>KM (B)</b>	<b>DMT ©</b>	<b>D=A*B*C</b>	
Conductor Super flex # 2/0 AWG 1000 V 90A	0,9702	286	0,5	138,74	64,64
Conductor Super flex # 1/0 AWG 1000 V 90A					
Conductor desnudo Suave 7 H # 2					
Conductor Super flex # 4 AWG 1000 V 90A					
PARCIAL P				138,74	64,64
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>214,62</b>	<b>100,00</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
DIRECCION TECNICA 20 %				42,92	
FISCALIZACION 4%				8,58	
IMPREVISTOS 1%				2,15	
GASTOS ADMINISTRATIVOS 2 %				4,29	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>				<b>272,57</b>	
<b>UNITARIO PROPUESTO</b>				<b>273</b>	

<b>OFERENTE: EGRESADOS HERRERA MUÑOZ EDGAR CALIXTO Y ZAMORA VÉLEZ GLICERIO ALBERTO</b>					
<b>PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE</b>					
<b>UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO CANTON CHONE</b>					
<b>DISTANCIAS EN TRANSPORTE EN KM 286</b>					
<b>FECHA: NOVIEMBRE 2017</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
		TM/KM	0,5	RENDIMIENTO	0,5
<b>RUBRO:</b>	Tablero de Distribucion				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO/HOR.</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>%</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
HERRAMIENTAS MENORES	1	7,05	7,05	14,09	0,91
ESCALERA PIE DE GALLO	1	0,95	0,95	1,90	0,12
PARCIAL				15,99	1,03
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HORA</b>	<b>COSTO/HORA</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>D=C/R</b>	
MAESTRO LINIERO	1	3,82	3,82	7,64	0,49
ELECTRICISTA	1	3,45	3,45	6,90	0,44
PEON	2	3,41	6,82	13,64	0,88
PARCIAL O				28,18	1,82
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIT.</b>	<b>COSTOS TOTAL</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Tablero de distribucion de 100 x 120 x 25 cm, barras de cobre, aisladores tipo barra, terminales tipo ojo, conductores, breaker principal y de derivaciones, luces pilotos, control automatico alumbrado publico, con seguridad de hurto.	GLOBAL	1	1.500,00	1.500,00	96,69
PARCIAL O				1.500,00	96,69
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA TM/KM</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
	<b>TM (A)</b>	<b>KM (B)</b>	<b>DMT ©</b>	<b>D=A*B*C</b>	
Tablero de distribucion de 100 x 120 x 25 cm, barras de cobre, aisladores tipo barra, terminales tipo ojo, conductores, breaker principal y de derivaciones, luces pilotos, control automatico alumbrado publico, con seguridad de hurto.	0,05	286	0,5	7,15	0,46
PARCIAL P				7,15	0,46
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>1.551,32</b>	<b>100,00</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
DIRECCION TECNICA 20 %				310,26	
FISCALIZACION 4%				62,05	
IMPREVISTOS 1%				15,51	
GASTOS ADMINISTRATIVOS 2 %				31,03	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>				<b>1.970,18</b>	
<b>UNITARIO PROPUESTO</b>				<b>1.970</b>	



TESIS DE GRADO GLICERIO ZAMORA VELEZ. EDGAR HERRERA MUÑOZ	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>				Apendice: A-12-D					
	FORMATO TIPO PARA COMPUTO DE CAIDA DE TENSION REDES PRIMARIAS				HOJA: 1 DE 1					
NOMBRE DEL PROYECTO:	URBANIZACION A		TENSIÓN:	KV	Nº FASES	3				
Nº DEL PROYECTO:			LIMITE DE CAIDA DE TENSION	%						
TIPO DE INSTALACION:			MATERIAL DEL CONDUCTOR:							
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>										
ESQUEMA:										
<b>ESQUEMA</b>					<b>LINEA</b>		<b>COMPUTO</b>			
<b>TRAMO</b>		<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		<b>GARGA TOTAL KVA</b>	<b>Nº DE FASES</b>	<b>CONDUCTOR</b>		<b>KVA - KM</b>	<b>ΔV (%)</b>	
<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>LONG (M)</b>	<b>Nº</b>	<b>KVA</b>			<b>CALIBRE</b>	<b>KVA-KM</b>		<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
0--1	0,54	CT-1	75	325	1	2	660	175,50	0,266	0,27
3--4	0,34	CT--4	125	225	1	2	660	76,5	0,116	0,38
6--7	0,14	CT--7	125	125	1	2	660	17,5	0,027	0,41
	1,02		325							
1--2	0,19	CT-2	100	200	1	2	660	38,60	0,06	0,06
4--5	0,28	CT-5	100	100	1	2	660	28,00	0,04	0,10
2--3	0,51	CT3	75	175	1	2	660	89,95	0,14	0,14
5--6	0,14	CT--6	100	100	1	2	660	14	0,02121	0,16
REFERENCIAS:	APENDICE A-12-E		<b>NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION</b>							

TESIS DE GRADO GLICERIO ZAMORA VELEZ, EDGAR HERRERA MUÑOZ	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>				Apendice: A-I2-D					
	FORMATO TIPO PARA COMPUTO DE CAIDA DE TENSION REDES PRIMARIAS				HOJA:2 DE 2					
NOMBRE DEL PROYECTO:	URBANIZACION A			TENSIÓN:	KV	Nº FASES 3				
Nº DEL PROYECTO:				LIMITE DE CAIDA DE TENSION	%					
TIPO DE INSTALACION:				MATERIAL DEL CONDUCTOR:						
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>										
<b>ESQUEMA:</b>										
<b>ESQUEMA</b>			<b>LINEA</b>			<b>COMPUTO</b>				
<b>TRAMO</b>		<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		<b>GARGA TOTAL</b>	<b>Nº DE FASES</b>	<b>CONDUCTOR</b>		<b>KVA - KM</b>	<b>ΔV (%)</b>	
<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>LONG (M)</b>	<b>Nº</b>	<b>KVA</b>	<b>KVA</b>		<b>CALIBRE</b>	<b>KVA-KM</b>		<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
0-1	0,50	CT-1	75	225	1	2	660	112,50	0,170	0,17
3-4	0,30	CT-4	150	150	1	2	660	45,00	0,068	<b>0,24</b>
R										
1-2	0,30	CT-2	125	225	1	2	660	67,50	0,102	0,10
4-5	0,68	CT-5	100	100	1	2	660	68,00	0,103	0,21
S										
2-3	0,30	CT-3	100	200	1	2	660	60,00	0,091	0,09
5-6	0,3	CT-6	100	100	1	2	660	30	0,045	0,14

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz		<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>					Apendice: A-12-B		
		<b>FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS</b>					<b>HOJA: 1 DE 12</b>		
NOMBRE DEL PROYECTO:		Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:		Apendice: A-12-B	KVA	
Nº DEL PROYECTO:					USUARIO TIPO:		B		
TIPO DE INSTALACION:		SOTERRADA			DMUp:		5,92	KVA	
TENSION:		240/120 V			CIRCUITO Nº:				
LIMITE CAIDA DE TENSION:		3,50%	Nº DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU		
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>									
<b>ESQUEMA:</b>									
ESQUEMA				DEMANDA	1,41		COMPUTO		
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	16	10	28,88	3/0	1410		462,05	0,33	0,33
1-2	5	9	25,49	3/0	1410		127,46	0,09	0,42
2-3	27	8	24,16	3/0	1410		652,41	0,46	0,88
3-4	10	7	21,93	3/0	1410		219,26	0,16	1,04
4-5	10	6	19,41	3/0	1410		194,10	0,14	1,17
5-6	10	5	17,21	3/0	1410		172,09	0,12	1,30
6-7	11	4	14,53	3/0	1410		159,80	0,11	1,41
7-8	10	3	11,84	3/0	1410		118,40	0,08	1,49
8-9	11	2	9,04	3/0	1410		99,42	0,07	1,56
9-10	10	1	5,92	3/0	1410		59,20	0,04	1,61
0-11	15	11	31,16	4/0	1670		467,37	0,28	0,28
11-12	14	9	26,51	4/0	1670		371,10	0,22	0,50
12-13	23	8	24,16	4/0	1670		555,76	0,33	0,84
13-14	24	7	21,93	4/0	1670		526,22	0,32	1,15
14-15	26	6	19,41	4/0	1670		504,66	0,30	1,45
15-16	32	5	17,21	4/0	1670		550,70	0,33	1,78
16-17	32	4	14,53	4/0	1670		464,88	0,28	2,06
17-18	30	3	11,84	4/0	1670		355,20	0,21	2,27
18-19	30	2	9,04	4/0	1670		271,15	0,16	2,44
19-20	29	1	5,92	4/0	1670		171,68	0,10	2,54

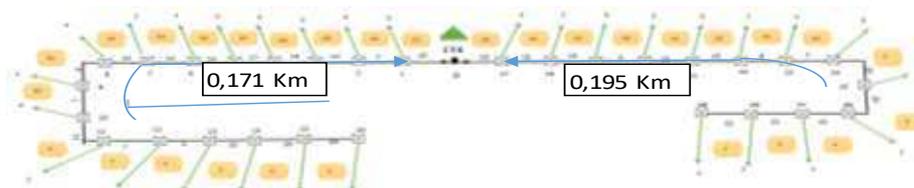
Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>						Apendice: A-12-B		
	FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS						HOJA: 2 DE 12		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			CENTRO DE TRANSFORMACION N°:		CT-1	75	KVA	
N° DEL PROYECTO:				USUARIO TIPO:		B			
TIPO DE INSTALACION	SOTERRADA			DMUp:		5,92	KVA		
TENSIÓN :	240/120 V			CIRCUITO N°:					
LIMITE CAIDA DE TENSIÓN:	3,50%	N° DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU			
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>									
ESQUEMA:									
<b>ESQUEMA</b>			<b>DEMAN DA</b>	<b>2,45</b>			<b>COMPUT</b>		
<b>TRAMO</b>		<b>NUMERO DE USUARIOS</b>	<b>KVA(d)</b>	<b>CALIBRE</b>	<b>KVA(LT)</b>	<b>KVA(M)</b>	<b>KVA-M</b>	<b>ΔV %</b>	
<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>LONG (M)</b>							<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
0-1	30	9	26,51	2/0	1180		795,22	0,67	0,67
1-2	20	7	21,93	2/0	1180		438,52	0,37	1,05
2-3	31	6	19,41	2/0	1180		601,70	0,51	1,56
3-4	21	5	17,21	2/0	1180		361,40	0,31	1,86
4-5	19	4	14,53	2/0	1180		276,02	0,23	2,10
5-6	22	3	11,84	2/0	1180		260,48	0,22	2,32
6-7	18	2	9,04	2/0	1180		162,69	0,14	2,45
<b>7-8</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	5,92	2/0	1180		106,56	0,09	<b>2,54</b>
0-9	11	13	35,96	2/0	1180		395,56	0,34	0,34
9-10	36	12	33,67	2/0	1180		1.212,06	1,03	0,34
10-11	28	11	31,16	2/0	1180		872,42	0,74	1,07
11-12	11	10	28,88	2/0	1180		317,66	0,27	1,34
12-13	11	9	26,51	2/0	1180		291,58	0,25	1,59
13-14	11	8	24,16	2/0	1180		265,80	0,23	1,82
14-15	10	7	21,93	2/0	1180		219,26	0,19	2,00
15-16	11	6	19,41	2/0	1180		213,51	0,18	2,18
16-17	10	5	17,21	2/0	1180		172,09	0,15	2,33
17-18	11	4	14,53	2/0	1180		159,80	0,14	2,46
18-19	10	3	11,84	2/0	1180		118,40	0,10	2,56
19-20	11	2	9,04	2/0	1180		99,42	0,08	2,65
<b>20-21</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	5,92	2/0	1180		65,12	0,06	<b>2,70</b>

Glicerio Alberto Zamora Vález Edgar Calipto Herrera Muñoz		<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>				Apéndice: A-12-B			
		<b>FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION</b>				<b>HOJA: 3 DE 12</b>			
		<b>CIRCUITOS SECUNDARIOS</b>							
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			<b>CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:</b>	CT-1	KVA	75		
<b>Nº DEL PROYECTO:</b>				<b>USUARIO TIPO:</b>	B				
<b>TIPO DE INSTALACION</b>	SOTERRADA			<b>DMUp:</b>	5,92	KVA			
<b>TENSIÓN :</b>	240/120 V			<b>CIRCUITO Nº:</b>					
<b>LIMITE CAIDA DE TENSION:</b>	3,50%	<b>Nº DE FASES:</b>	2	<b>MATERIAL DEL CONDUCTOR:</b> CU					
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>									
<b>ESQUEMA</b>			<b>DEMANDA</b>	<b>2,79</b>			<b>COMPUTO</b>		
<b>TRAMO</b>		<b>NUMERO DE USUARIOS</b>	<b>KVA(d)</b>	<b>CALIBRE</b>	<b>KVA(LT)</b>	<b>KVA(M)</b>	<b>KVA-M</b>	<b>ΔV %</b>	
<b>DESIGNACIÓ N</b>	<b>LONG (M)</b>							<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
0-1	40	14	38,19	4/0	1670		1.527,74	0,91	0,91
1-2	10	13	35,96	4/0	1670		359,63	0,22	1,13
2-3	17	12	33,67	4/0	1670		572,36	0,34	1,47
3-4	19	10	28,88	4/0	1670		548,68	0,33	1,80
4-5	17	9	26,51	4/0	1670		450,63	0,27	2,07
5-6	37	8	24,16	4/0	1670		894,04	0,54	2,61
6-7	14	7	21,93	4/0	1670		306,96	0,18	2,79
7-8	12	6	19,41	4/0	1670		232,92	0,14	2,93
8-9	14	5	17,21	4/0	1670		240,93	0,14	3,07
9-10	12	4	14,53	4/0	1670		174,33	0,10	3,18
10-11	10	3	11,84	4/0	1670		118,40	0,07	3,25
11-12	22	2	9,04	4/0	1670		198,84	0,12	3,37
0-13	9	19	49,99	4/0	1670		449,92	0,27	0,27
13-14	18	18	47,78	4/0	1670		860,13	0,52	0,78
14-15	12	17	45,54	4/0	1670		546,46	0,33	1,11
15-16	15	16	43,05	4/0	1670		645,82	0,39	1,50
16-17	50	8	24,16	4/0	1670		1.208,16	0,72	2,22
17-18	15	7	21,93	4/0	1670		328,89	0,20	2,42
18-19	11	5	17,21	4/0	1670		189,30	0,11	2,53
19-20	27	4	14,53	4/0	1670		392,25	0,23	2,77
20-21	22	3	11,84	4/0	1670		260,48	0,16	2,92
21-22	49	2	9,04	4/0	1670		442,87	0,27	3,19

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>				Apendice: A-I2-B	
	FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS				HOJA: 4 DE 12	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			CENTRO DE TRANSFORMACION N°:	CT-1	KVA
N° DEL PROYECTO:				USUARIO TIPO:	B	
TIPO DE INSTALACION	SOTERRADA			DMUp:	5,92	KVA
TENSIÓN :	240/120 V			CIRCUITO N°:		
LIMITE CAIDA DE TENSIÓN:	3,50%	N° DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:	CU	

### ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

ESQUEMA:



ESQUEMA		DEMANDA	Z,5U				COMPUTO		
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN N	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	10	25	63,52	4/0	1670		635,19	0,38	0,38
1-2	7	22	56,87	4/0	1670		398,11	0,24	0,62
2-3	14	20	52,16	4/0	1670		730,22	0,44	1,06
3-4	15	18	47,78	4/0	1670		716,77	0,43	1,49
4-5	17	16	43,05	4/0	1670		731,93	0,44	1,92
5-6	14	14	38,19	4/0	1670		534,71	0,32	2,24
6-7	12	13	35,96	4/0	1670		431,55	0,26	2,50
7-8	14	12	33,67	4/0	1670		471,36	0,28	2,78
8-9	8	11	31,16	4/0	1670		249,26	0,15	2,93
9-10	7	10	28,88	4/0	1670		202,15	0,12	3,05
10-11	12	8	24,16	4/0	1670		289,96	0,17	3,23
11-12	7	7	21,93	4/0	1670		153,48	0,09	3,32
12-13	4	5	17,21	4/0	1670		68,84	0,04	3,36
13-14	10	3	11,84	4/0	1670		118,40	0,07	3,43
14-15	10	2	9,04	4/0	1670		90,38	0,05	3,49
15-16	10	1	5,92	4/0	1670		59,20	0,04	3,52
0-17	10	24	61,51	4/0	1670		615,06	0,37	0,37
17-18	15	22	56,87	4/0	1670		853,10	0,51	0,88
18-19	15	21	54,53	4/0	1670		817,89	0,49	1,37
19-20	5	18	47,78	4/0	1670		238,92	0,14	1,51
20-21	15	15	40,55	4/0	1670		608,22	0,36	1,88
21-22	15	12	33,67	4/0	1670		505,02	0,30	2,18
22-23	9	11	31,16	4/0	1670		280,42	0,17	2,35
23-24	7	10	28,88	4/0	1670		202,15	0,12	2,47
24-25	20	7	21,93	4/0	1670		438,52	0,26	2,73
25-26	20	5	17,21	4/0	1670		344,19	0,21	2,94
26-27	10	4	14,53	4/0	1670		145,28	0,09	3,02
27-28	22	3	11,84	4/0	1670		260,48	0,16	3,18
28-29	32	2	9,04	4/0	1670		289,22	0,17	3,35

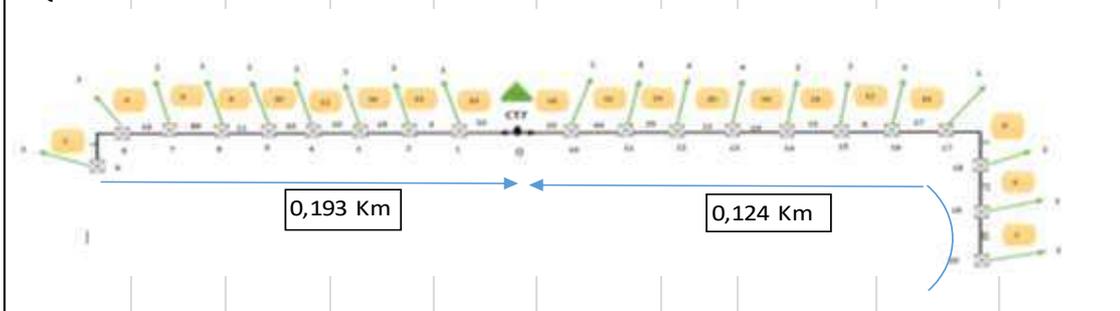
Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz		<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>					Apendice: A-I2-B		
		<b>FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS</b>					<b>HOJA: 5 DE 12</b>		
NOMBRE DEL PROYECTO:		Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:		CT-5	75	KVA
Nº DEL PROYECTO:					USUARIO TIPO:		B		
TIPO DE INSTALACION:		SOTERRADA			DMUp:		5,92		KVA
TENSION:		240/120 V			CIRCUITO Nº:				
LIMITE CAIDA DE TENSION:		3,50%	Nº DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU		
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>									
ESQUEMA									
			DEMANDA	2,27	COMPUTO				
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	25	15	44,18	3/0	1410		1.104,48	0,78	0,78
1-2	20	7	21,93	3/0	1410		438,52	0,31	1,09
2-3	31	6	19,41	3/0	1410		601,70	0,43	1,52
3-4	21	5	17,21	3/0	1410		361,40	0,26	1,78
4-5	19	4	14,53	3/0	1410		276,02	0,20	1,97
5-6	22	3	11,84	3/0	1410		260,48	0,18	2,16
6-7	18	2	9,04	3/0	1410		162,69	0,12	2,27
7-8	18	1	5,92	3/0	1410		106,56	0,08	2,35
0-9	11	13	35,96	3/0	1410		395,56	0,28	0,28
9-10	36	12	33,67	3/0	1410		1.212,06	0,86	1,14
10-11	28	11	31,16	3/0	1410		872,42	0,62	1,76
11-12	11	10	28,88	3/0	1410		317,66	0,23	1,98
12-13	11	9	26,51	3/0	1410		291,58	0,21	2,19
13-14	11	8	24,16	3/0	1410		265,80	0,19	2,38
14-15	10	7	21,93	3/0	1410		219,26	0,16	2,53
15-16	11	6	19,41	3/0	1410		213,51	0,15	2,69
16-17	10	5	17,21	3/0	1410		172,09	0,12	2,81
17-18	11	4	14,53	3/0	1410		159,80	0,11	2,92
18-19	10	3	11,84	3/0	1410		118,40	0,08	3,01
19-20	11	2	9,04	3/0	1410		99,42	0,07	3,08
20-21	23	1	5,92	3/0	1410		136,16	0,10	3,17

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>						Apendice		
	<b>FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS</b>						HOJA: 6 DE 12		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Línea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:		CT-1	75	KVA	
Nº DEL PROYECTO:				USUARIO TIPO:		B			
TIPO DE INSTALACION	SOTERRADA			DMUp:		5,92		KVA	
TENSIÓN:	240/120 V			CIRCUITO Nº:					
LIMITE CAIDA DE TENSIÓN:	3,50%	Nº DE FASES:	2		MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU		
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>									
ESQUEMA:									
ESQUEMA			DEMANDA	2,75			COMPUTO		
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	19	20	52,16	2/0	1180		991,01	0,84	0,84
1-2	30	16	43,05	2/0	1180		1.291,64	1,09	1,93
2-3	14	14	38,19	2/0	1180		534,71	0,45	2,39
3-4	4	11	31,16	2/0	1180		124,63	0,11	2,49
4-5	17	8	0,24	2/0	1180		4,11	0,00	2,50
5-6	15	6	19,41	2/0	1180		291,15	0,25	2,74
6-7	16	4	0,15	2/0	1180		2,32	0,00	2,75
7-8	20	2	9,04	2/0	1180		180,76	0,15	2,90
0-9	8	27	67,73	3/0	1410		395,56	0,28	0,28
9-10	11	23	59,20	3/0	1410		651,20	0,46	0,74
10-11	15	21	54,53	3/0	1410		817,89	0,58	1,32
11-12	12	19	49,99	3/0	1410		599,89	0,43	1,75
12-13	14	16	43,05	3/0	1410		602,76	0,43	2,18
13-14	25	12	33,67	3/0	1410		841,71	0,60	2,77
14-15	9	10	28,88	3/0	1410		259,90	0,18	2,96
15-16	44	6	18,12	3/0	1410		797,39	0,57	3,52

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>				Apéndice: A-12-B	
	<b>FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS</b>				HOJA: 7 DE 12	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro		CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:		CT-1	75 KVA
Nº DEL PROYECTO:			USUARIO TIPO:		B	
TIPO DE INSTALACION	SOTERRADA		DMUp:		5,92 KVA	
TENSIÓN :	240/120 V		CIRCUITO Nº:			
LIMITE CAIDA DE TENSIÓN:	3,50%	Nº DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU

### ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

ESQUEMA

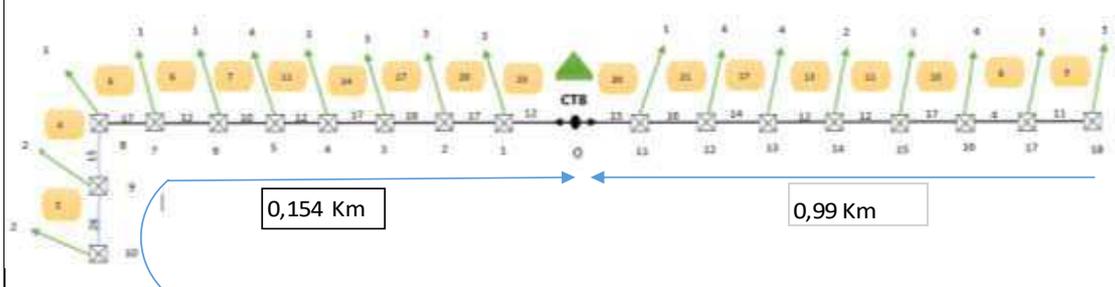


ESQUEMA			DEMAND A	3,13	COMPUTO				
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	20	19	26,51	3/0	1410		530,20	0,38	0,38
1-2	4	16	43,05	3/0	1410		172,22	0,12	0,50
2-3	19	14	38,19	3/0	1410		725,68	0,51	1,01
3-4	10	12	41,30	3/0	1410		413,02	0,29	1,31
4-5	20	10	28,88	3/0	1410		577,56	0,41	1,72
5-6	11	8	24,16	3/0	1410		265,80	0,19	1,90
6-7	89	6	19,41	3/0	1410		1.727,48	1,23	3,13
7-8	19	4	14,53	3/0	1410		276,02	0,20	3,32
8-9	1	2	9,04	3/0	1410		9,04	0,01	3,33
0-10	13	34	82,49	4/0	1670		1.072,39	0,64	0,64
10-11	13	32	78,28	4/0	1670		1.017,65	0,61	1,25
11-12	16	24	61,51	4/0	1670		984,10	0,59	1,84
12-13	12	20	52,16	4/0	1670		625,90	0,37	2,22
13-14	12	16	43,05	4/0	1670		516,65	0,31	2,52
14-15	12	14	38,19	4/0	1670		458,32	0,27	2,80
15-16	8	12	33,67	4/0	1670		269,35	0,16	2,96
16-17	15	10	28,88	4/0	1670		433,17	0,26	3,22
17-18	1	8	24,16	4/0	1670		24,16	0,01	3,23
18-19	12	6	19,41	4/0	1670		232,92	0,14	3,37
19-20	10	3	11,84	4/0	1670		118,40	0,07	3,44

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>				Apendice: A-12-B	
	<b>FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS</b>				HOJA: 8 DE 12	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro		CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:		CT-1	75 KVA
Nº DEL PROYECTO:			USUARIO TIPO:	B		
TIPO DE INSTALACION:	SOTERRADA		DMUp:	5,92		KVA
TENSIÓN :	240/120 V		CIRCUITO Nº:			
LIMITE CAIDA DE TENSIÓN:	3,50%	Nº DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU

### ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

ESQUEMA:



ESQUEMA		DEMANDA	2,27				COMPUTO		
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	12	20	52,16	3/0	1410		625,90	0,44	0,44
1-2	17	17	45,54	3/0	1410		774,15	0,55	0,99
2-3	16	14	38,19	3/0	1410		611,10	0,43	1,43
3-4	17	11	31,16	3/0	1410		529,68	0,38	1,80
4-5	12	7	21,93	3/0	1410		263,11	0,19	1,99
5-6	10	6	19,41	3/0	1410		194,10	0,14	2,13
6-7	12	5	17,21	3/0	1410		206,51	0,15	2,27
7-8	17	3	11,84	3/0	1410		201,28	0,14	2,42
8-9	15	2	9,04	3/0	1410		135,57	0,10	2,51
9-10	26	1	5,92	3/0	1410		153,92	0,11	2,62
0-11	13	23	59,20	3/0	1410		769,60	0,55	0,55
11-12	16	20	52,16	3/0	1410		834,54	0,59	1,14
12-13	14	19	49,99	3/0	1410		699,88	0,50	1,63
13-14	12	15	40,55	3/0	1410		486,58	0,35	1,98
14-15	12	11	31,16	3/0	1410		769,60	0,55	2,52
15-16	17	9	26,51	3/0	1410		769,60	0,55	3,07
16-17	4	8	24,16	3/0	1410		96,65	0,07	3,14
17-18	11	4	14,53	3/0	1410		159,80	0,11	3,25

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz		<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>					Apendice: A-12-B			
		<b>FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS</b>					<b>HOJA: 9 DE 12</b>			
NOMBRE DEL PROYECTO:		Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:		CT-1	75	KVA	
Nº DEL PROYECTO:					USUARIO TIPO:		B			
TIPO DE INSTALACION:		SOTERRADA			DMUp:		5,92	KVA		
TENSION:		240/120 V			CIRCUITO Nº:					
LIMITE CAIDA DE TENSION:		3,50%	Nº DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU			
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>										
ESQUEMA:										
ESQUEMA			DEMANDA	2,02			COMPUTO			
DESIGNACIÓN N	LONG (M)	NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0-1	6	24	61,51	2/0	1180		369,04	0,31	0,31	
1-2	8	22	56,87	2/0	1180		454,99	0,39	0,70	
2-3	8	20	52,16	2/0	1180		417,27	0,35	1,05	
3-4	10	18	47,78	2/0	1180		477,85	0,40	1,46	
4-5	9	12	33,67	2/0	1180		303,01	0,26	1,71	
5-6	7	9	26,51	2/0	1180		185,55	0,16	1,87	
6-7	9	6	19,41	2/0	1180		174,69	0,15	2,02	
7-8	10	5	17,21	2/0	1180		172,09	0,15	2,16	
8-9	20	4	14,53	2/0	1180		290,55	0,25	2,41	
9-10	13	1	5,92	2/0	1180		76,96	0,07	2,48	
10-11	8	37	89,04	4/0	1670		712,33	0,43	0,43	
11-12	12	33	80,40	4/0	1670		964,74	0,58	1,00	
12-13	12	30	74,00	4/0	1670		888,00	0,53	1,54	
13-14	11	27	67,73	4/0	1670		745,02	0,45	1,98	
14-15	12	23	59,20	4/0	1670		710,40	0,43	2,41	
15-16	8	19	49,99	4/0	1670		399,93	0,24	2,65	
16-17	4	16	56,38	4/0	1670		225,52	0,14	2,78	
17-18	10	13	35,96	4/0	1670		359,63	0,22	3,00	
18-19	13	10	28,88	4/0	1670		375,41	0,22	3,22	
19-20	14	7	21,93	4/0	1670		306,96	0,18	3,41	
20-21	9	5	17,21	4/0	1670		154,88	0,09	3,50	

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz		DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO					Apendice: A-12-B			
		FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS							HOJA: 10 DE 12	
NOMBRE DEL PROYECTO:		Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			CENTRO DE TRANSFORMACION N°:		CT-1	75	KVA	
N° DEL PROYECTO:					USUARIO TIPO:		B			
TIPO DE INSTALACION:		SOTERRADA			DMUp:		5,92		KVA	
TENSION:		240/120 V			CIRCUITO N°:					
LIMITE CAIDA DE TENSION:		3,50%	N° DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU			
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA										
ESQUEMA:										
ESQUEMA		DEMANDA			COMPUT					
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	2,56 CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %		
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0-1	9	31	76,15	3/0	1410		685,34	0,49	0,49	
1-2	8	30	74,00	3/0	1410		592,00	0,42	0,91	
2-3	6	28	69,65	3/0	1410		417,88	0,30	1,20	
3-4	8	26	65,50	3/0	1410		523,98	0,37	1,57	
4-5	8	24	61,51	3/0	1410		492,05	0,35	1,92	
5-6	9	22	56,87	3/0	1410		511,86	0,36	2,29	
6-7	9	16	43,05	3/0	1410		387,49	0,27	2,56	
7-8	8	13	35,96	3/0	1410		287,70	0,20	2,76	
8-9	9	10	28,88	3/0	1410		395,56	0,28	3,05	
9-10	9	9	25,86	3/0	1410		232,78	0,17	3,21	
10-11	9	8	24,16	3/0	1410		217,47	0,15	3,36	
11-12	9	4	14,53	3/0	1410		130,75	0,09	3,46	
12-13	10	1	5,92	3/0	1410		59,20	0,04	3,50	
0-14	16	29	71,83	3/0	1410		1.149,32	0,82	0,82	
14-15	11	27	67,73	3/0	1410		745,02	0,53	1,34	
15-16	17	24	61,51	3/0	1410		1.045,61	0,74	2,09	
16-17	10	19	49,99	3/0	1410		499,91	0,35	2,44	
17-18	4	16	43,05	3/0	1410		172,22	0,12	2,56	
18-19	10	13	35,96	3/0	1410		359,63	0,26	2,82	
19-20	14	10	28,88	3/0	1410		404,29	0,29	3,10	
20-21	15	7	21,93	3/0	1410		328,89	0,23	3,34	
21-22	8	5	17,21	3/0	1410		137,67	0,10	3,43	
22-23	1	3	11,84	3/0	1410		11,84	0,01	3,44	
23-24	4	2	9,04	3/0	1410		36,15	0,03	3,47	

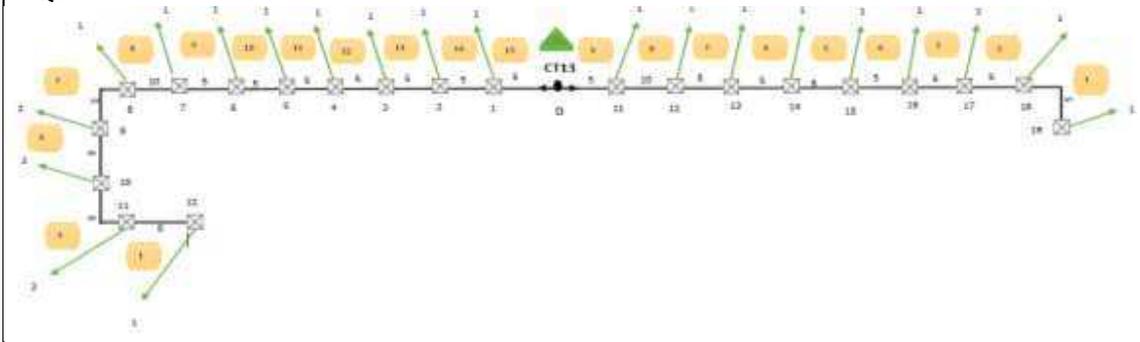
Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>				Apendice: A-I2-B				
	FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS				HOJA: 11 DE 12				
NOMBRE DEL PROYECTO:	Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro		CENTRO DE TRANSFORMACION N°: 75		KVA				
N° DEL PROYECTO:			USUARIO TIPO:	B					
TIPO DE INSTALACION	SOTERRADA		DMUp:	5,92		KVA			
TENSIÓN :	240/120 V		CIRCUITO N°:						
LIMITE CAIDA DE TENSIÓN:	3,50%	N° DE FASES:	2		MATERIAL DEL CONDUCTOR: CU				
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>									
ESQUEMA:									
ESQUEMA			DEMANDA	2,16		COMPUTO			
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	5	19	49,99	1/0	990		249,96	0,25	0,25
1-2	10	18	47,78	1/0	990		477,85	0,48	0,74
2-3	12	15	40,55	1/0	990		486,58	0,49	1,23
3-4	7	12	33,67	1/0	990		235,68	0,24	1,46
4-5	8	9	25,49	1/0	990		203,94	0,21	1,67
5-6	16	6	19,41	1/0	990		310,56	0,31	1,98
6-7	15	3	11,84	1/0	990		177,60	0,18	2,16
7-8	30	1	5,92	1/0	990		177,60	0,18	2,34
8-9	11	21	54,53	1/0	990		395,56	0,40	0,40
9-10	5	20	52,16	1/0	990		260,79	0,26	0,66
10-11	15	18	47,78	1/0	990		716,77	0,72	1,39
11-12	10	15	40,55	1/0	990		405,48	0,41	1,80
12-13	14	11	31,16	1/0	990		436,21	0,44	2,24
13-14	9	7	21,93	1/0	990		197,33	0,20	2,44
14-15	12	5	17,21	1/0	990		206,51	0,21	2,65
15-16	15	3	11,84	1/0	990		177,60	0,18	2,82
16-17	5	1	5,92	1/0	990		29,60	0,25	3,08

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz		<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>					Apendice: A-I2-B		
		FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS					HOJA 12 DE 12		
NOMBRE DEL PROYECTO:		Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro			CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:		CT-1	75	KVA
Nº DEL PROYECTO:					USUARIO TIPO:		B		
TIPO DE INSTALACION:		SOTERRADA			DMUp:		5,92 KVA		
TENSION:		240/120 V			CIRCUITO Nº:				
LIMITE CAIDA DE TENSION:		3,50%	Nº DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		CU		
<b>ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA</b>									
ESQUEMA:									
ESQUEMA			DEMANDA		2,01		COMPUTO		
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	11	30	74,00	250	1880		814,00	0,43	0,43
1-2	5	28	69,65	250	1880		348,24	0,19	0,62
2-3	10	26	65,50	250	1880		654,98	0,35	0,97
3-4	10	24	61,51	250	1880		615,06	0,33	1,29
4-5	8	22	56,87	250	1880		454,99	0,24	1,54
5-6	8	20	52,16	250	1880		417,27	0,22	1,76
6-7	10	18	47,78	250	1880		477,85	0,25	2,01
7-8	12	17	45,54	250	1880		546,46	0,29	2,30
8-9	12	16	43,05	250	1880		516,65	0,27	2,58
9-10	12	14	38,19	250	1880		458,32	0,24	2,82
10-11	5	12	33,67	250	1880		168,34	0,09	2,91
11-12	8	10	28,88	250	1880		231,02	0,12	3,03
13-14	10	8	23,56	4/0	1880		235,62	0,13	3,16
14-15	10	6	18,12	4/0	1880		181,22	0,10	3,26
15-16	10	4	12,94	4/0	1880		129,40	0,07	3,32
0-17	10	22	99,42	4/0	1670		994,20	0,60	0,60
17-18	10	20	51,70	4/0	1670		517,03	0,31	0,91
18-19	13	19	49,55	4/0	1670		644,16	0,39	1,30
19-20	15	18	47,36	4/0	1670		710,40	0,43	1,72
20-21	15	15	39,82	4/0	1670		597,31	0,36	2,08
21-22	10	12	32,44	4/0	1670		324,38	0,19	2,27
22-23	10	11	30,86	4/0	1670		308,63	0,18	2,46
23-24	12	9	25,86	4/0	1670		310,37	0,19	2,64
24-25	14	7	20,62	4/0	1670		288,64	0,17	2,82
25-27	20	4	12,53	4/0	1670		250,58	0,15	2,97
26-27	20	1	3,63	4/0	1670		72,64	0,04	3,01

Glicerio Alberto Zamora Vélez Edgar Calipto Herrera Muñoz	<b>DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO</b>				Apendice: a-12-B	
	<b>FORMATO TIPO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION CIRCUITOS SECUNDARIOS</b>				<b>HOJA: 1 DE 13</b>	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Linea y Red Soterrada Av. Eloy Alfaro	CENTRO DE TRANSFORMACION Nº:		CT-1	75	KVA
Nº DEL PROYECTO:		USUARIO TIPO:		B		
TIPO DE INSTALACION	SOTERRADA	DMUp:		5,92 KVA		
TENSIÓN :	240/120 V	CIRCUITO Nº:				
LIMITE CAIDA DE TENSION:	3,50%	Nº DE FASES:	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR: CU		

### ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

ESQUEMA:



ESQUEMA		DEMANDA	2,45				COMPUTO		
TRAMO		NUMERO DE USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA(M)	KVA-M	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	30	9	26,51	2/0	1180		795,22	0,67	0,67
1-2	20	7	21,93	2/0	1180		438,52	0,37	1,05
2-3	31	6	19,41	2/0	1180		601,70	0,51	1,56
3-4	21	5	17,21	2/0	1180		361,40	0,31	1,86
4-5	19	4	14,53	2/0	1180		276,02	0,23	2,10
5-6	22	3	11,84	2/0	1180		260,48	0,22	2,32
6-7	18	2	9,04	2/0	1180		162,69	0,14	2,45
7-8	18	1	5,92	2/0	1180		106,56	0,09	2,54
0-9	11	13	35,96	2/0	1180		395,59	0,34	0,34
9-10	36	12	33,67	2/0	1180		1.212,06	1,03	0,34
10-11	28	11	31,16	2/0	1180		872,42	0,74	1,07
11-12	11	10	28,88	2/0	1180		317,66	0,27	1,34
12-13	11	9	26,51	2/0	1180		291,58	0,25	1,59
13-14	11	8	24,16	2/0	1180		265,80	0,23	1,82
14-15	10	7	21,93	2/0	1180		219,26	0,19	2,00
15-16	11	6	19,41	2/0	1180		213,51	0,18	2,18
16-17	10	5	17,21	2/0	1180		172,09	0,15	2,33
17-18	11	4	14,53	2/0	1180		159,80	0,14	2,46
18-19	10	3	11,84	2/0	1180		118,40	0,10	2,56
19-20	11	2	9,04	2/0	1180		99,42	0,08	2,65
20-21	11	1	5,92	2/0	1180		65,12	0,06	2,70

#### 4.4.9. CRONOGRAMA DE PRESUPUESTO TOTAL.

<b>EDGAR CALKTO HERRERA MUÑOZ-GLICERIO ALBERTO ZAMORA VÉLEZ</b>					
<b>EGRESADOS ESCUELA INGENIERIA ELECTRICA</b>					
<b>UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ</b>					
<b>EXTENSIÓN CHONE</b>					
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>PROYECTO: ESTUDIO DISEÑO DE RED ELECTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE</b>					
UBICACIÓN: AVENIDA ELOY ALFARO					
PARROQUIA: CHONE					
CANTÓN: CHONE					
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2017					
ITEM	DESCRIPCION	U	CANT.	V.UNIT.	<b>V.TOTAL</b>
01	TRANSFORMADOR PAD MOUNTED 75KVA	U	3	5.065,51	15.196,53
02	TRANSFORMADOR PAD MOUNTED 100KVA	U	5	6.081,53	30.407,66
03	TRANSFORMADOR PAD MOUNTED 125KVA	ML	3	6.956,53	20.869,60
04	TRANSFORMADOR PAD MOUNTED 150KVA	U	1	7.601,04	7.601,04
05	POSTE METALICO DE ALUMBRADO	U	174	1.318,57	229.431,81
06	LUMINARIA 400W NA	U	174	287,97	50.106,01
07	BANCO DE DUCTOS EN ACERA	U	5000	467,75	2.338.750,31
08	BASE HORMIGON ARMADO DE TRANSFORMACIÓN	U	12	3.934,57	47.214,80
09	Corrida de Conductor MV (15KV)	ML	5000	62,18	310.904,26
10	Corrida Conductores Bajo Voltaje	ML	5000	257,55	1.287.729,60
11	Tablero de Distribucion	U	12	1.939,15	23.269,80
12	POZO PARA REDES SUBTERRANEAS TIPO B	U	310	528,73	163.904,75
13	SECCIONADOR Y PROTECCION EN REDES DE DISTRIBUCION 13,8 KV GRDY/7,96KV PARA TRES FASES CON SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR TIPO ABIERTO CON DISPOSITIVO ROMPE ARCO	U	2	1.246,58	2.493,16
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>4.527.879,33</b>
				IVA 12%	<b>543.345,52</b>
				<b>Total</b>	<b>5.071.224,85</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Durante la realización del proyecto obtuvimos mayor conocimiento sobre las redes subterráneas y gran experiencia, ya que recibimos charlas, conferencias seminario de CNEL, y de la empresa privada que distribuyen los equipos, accesorios, conductores y demás elementos que conforman la red, como también de la infraestructura de canales, pozos, tuberías y las transiciones aérea a subterránea y viceversa y esto permitió avanzar con experiencia profesional.
- El Estudio y diseño de la red distribución subterránea que alimenta a la avenida Eloy Alfaro, permite a la Ilustre Municipalidad de Chone avanzar en la regeneración Urbana de una de las principales entradas a la ciudad aparte de ser una área de mayor concentración estudiantil, ya que allí se encuentran la mayoría de escuelas, colegios y la ULEAM Extensión Chone.
- Que el alumbrado público permitirá una nueva imagen en luminotécnica para el desarrollo y el turismo de la ciudad.

## RECOMENDACIONES

- Que las autoridades que administran la ciudad coordinen con las instituciones públicas y privadas que intervienen y deben ser partes del proyecto integral.
- Que la Universidad, debe incentivar y apoyar de mejor manera estos tipos de proyectos que son el fiel reflejo de la vinculación de la Universidad con la comunidad, que se lo puede hacer en áreas urbanas, urbanas marginales y rurales.
- Que los señores egresados que se animen hacer proyectos de soterramiento para ciudadela y nuevas urbanizaciones y sentir esa gran satisfacción de aportar con los que más nos gustan que de la Ingeniería Eléctrica, cumpliendo así con una de las razones de ser de la Universidad, que es luchar y velar constantemente por el desarrollo de nuestros pueblos.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- T. Short, Electric Power Distribution Handbook, New York: CRC Press LLC, 2004.
- Empresa Eléctrica Quito S.A., «Normas para Sistemas de Distribución - Parte A - Guía para diseño,» vol. Rev. 4, Marzo 2009.
- MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA RENOVABLE,  
«ACUERDO MINISTERIAL 211,» CHONE, 2013.
- L. Realpe, Diseño eléctrico de la Red Subterránea para el Casco Comercial de la Ciudad de Santo Domingo de los Colorados, Quito, 2009.
- T. X. Reyes Erazo, Estudio de planificación de la nueva red de distribución subterránea del centro de la ciudad de Ibarra, Quito: EPN, 2006.
- D. Carrera y I. Tipan, Ubicación de una nueva Subestación de 23kV en el Norte de Quito, Quito: EPN, 2011.
- CONELEC, Prestación del Servicio de Alumbrado Público General (Regulación No. CONELEC 008/11), 2011.
- CONELEC, REGULACION No. CONELEC - 004/01, Quito, 2001.
- Concejo Metropolitano de Quito, Ordenanza municipal 0022, Quito, 2011.
- Concejo Metropolitano de Quito, Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial (PMOT) - Ordenanza Metropolitana 0171, Quito, 2011.
- M. Poveda, «ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA CHONE, 2013.
- P. Vasquez y A. Vaca, «Metodología para la Estimación del Costo de la Energía No Suministrada - Aplicación en Ecuador,» IEEE, 2012.
- CONELEC, «PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACION 2013 - 2022,» Quito, 2013.

## ANEXOS

### Estructura con reconectadores



### Línea subterránea



Transformador padmounted



Subestación de Chone



Pozo de revisión



Transiciones de subterranea aerea



Distancia de postes

