



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO DE MEDIA Y BAJA TENSION SUBTERRANEO PARA LA AV. JOSÉ MARÍA EGAS UBICADA EN LA CIUDADELA SAUCES 7 DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL EN EL TRAMO COMPRENDIDO DESDE AV. JOSÉ MARÍA EGAS Y AV. DR. JOSÉ ANTONIO PARRA HASTA AV. JOSÉ MARÍA EGAS Y AV. RODOLFO BAQUERIZO.

Previa la obtención del Título

INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO

ELABORADO POR:

Juan José Carriel Quimis

Guayaquil, 15 de Mayo del 2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Juan José Carriel Quimisco como requerimiento parcial para la obtención del título de
INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO.

Guayaquil, 15 de Mayo del 2014

DIRECTOR

Ing. Raúl Montenegro Tejada

REVISADO POR

Ing. Elías Andrade Díaz.
Revisor Metodológico

Ing. Eduardo Mestanza Cedeño.
Revisor de Contenido



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

JUAN JOSÉ CARRIEL QUIMIS

DECLARÓ QUE:

El proyecto de tesis denominado “DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO DE MEDIA Y BAJA TENSION SUBTERRANEO PARA LA AV. JOSÉ MARÍA EGAS UBICADA EN LA CIUDADELA SAUCES 7 DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL EN EL TRAMO COMPRENDIDO DESDE AV. JOSÉ MARÍA EGAS Y AV. DR. JOSÉ ANTONIO PARRA HASTA AV. JOSÉ MARÍA EGAS Y AV. RODOLFO BAQUERIZO” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Guayaquil, 15 de Mayo del 2014

EL AUTOR

JUAN JOSÉ CARRIEL QUIMIS



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICO

AUTORIZACIÓN

Yo, JUAN JOSÉ CARRIEL QUIMIS

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO DE MEDIA Y BAJA TENSION SUBTERRANEO PARA LA AV. JOSÉ MARÍA EGAS UBICADA EN LA CIUDADELA SAUCES 7 DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL EN EL TRAMO COMPRENDIDO DESDE AV. JOSÉ MARÍA EGAS Y AV. DR. JOSÉ ANTONIO PARRA HASTA AV. JOSÉ MARÍA EGAS Y AV. RODOLFO BAQUERIZO", cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, 15 de Mayo del 2014

EL AUTOR

JUAN JOSÉ CARRIEL QUIMIS

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer al supremo creador de todas las cosas, Dios, por bendecir mi persona y saber guiarme por el camino del bien.

En segundo lugar a mi madre, Lcda. Lilia Quimis Soto, y a mi tía Lcda. Fabiana Quimis Soto; gracias a quienes con su apoyo incondicional he llegado a cumplir una de las tantas metas que me he propuesto en mi vida.

Así como también a toda mi familia que me ha brindado su soporte en todo momento, su afecto y comprensión, en especial a mi prima Judith Marcillo y sus hijos quienes han estado apoyándome desde muy pequeño.

A todas las personas que hicieron de este objetivo una meta cumplida, una realidad y en especial a María Fernanda Figueroa mi enamorada, quien ha estado conmigo en toda esta vida universitaria y quien me ha sabido comprender y apoyar cuando lo he necesitado.

Y como no puede ser de otra manera y para finalizar agradezco a todos los profesores y autoridades de mi querida Facultad Técnica para el Desarrollo y en especial al Ing. Raúl Montenegro, mi tutor, personas sabias que me brindaron sus conocimientos para hacer de mi persona un ser lleno de sabiduría para ser un excelente aporte a la sociedad Ecuatoriana.

DEDICATORIA

Al culminar mis años de estudio de tercer nivel, con mucho cariño dedico esta tesis de grado que me capacita como Ing. Eléctrico Mecánico, a mi madre Lcda. Lilia Quimis Soto y a mi tía Lcda. Fabiana Quimis Soto que durante mi vida estudiantil supieron alentarme, ayudarme y guiarme en todo sentido para así poder cumplir todas mis metas propuestas.

RESUMEN

En el presente proyecto se realizó el diseño de un sistema de red de distribución subterránea en media y baja tensión para la Av. José María Egas, en el tramo comprendido desde las calles Av. José María Egas y Av. José Antonio Parra hasta las calles Av. José María Egas y Av. Rodolfo Baquerizo ubicada en el norte de la ciudad de Guayaquil, Cdl. Saucos 7 y Alborada IV etapa.

En la actualidad, en el área de intervención, existe un sistema de red de distribución aéreo en media y baja tensión que causa malestar a los habitantes de esta zona, por motivo de estética y porque el lugar el cual es muy transitado. Para este problema se trabajó en el diseño de una red de distribución eléctrica subterránea en media y baja tensión para dar solución al problema de estética y demás problemas que se hacen presentes en las redes de distribución aéreas como lo son pérdidas de energía, seguridad, contaminación visual etc.

En este trabajo expondremos los siguientes capítulos para concluir nuestro diseño:

✓ **Capítulo I**

Introducción, Justificación, Antecedentes, Planteamiento del problema, Objetivos generales y específicos.

✓ **Capítulo II**

Marco teórico: Generalidades, Sistema de distribución eléctrico Subterráneo, Ventajas del Sistema de distribución subterráneo, Desventajas del Sistema de distribución subterráneo, Componentes secundarios de un Sistema de distribución subterráneo.

✓ **Capítulo III**

Detalles del Sistema de distribución eléctrico subterráneo: Clase de servicio, Baja tensión, Media tensión, Puesta a tierra, Transformadores, Canalizaciones.

✓ **Capítulo IV**

Memoria Descriptiva del Proyecto: Descripción del Proyecto de Regeneración, Especificaciones Técnicas Eléctricas, Cálculo de Demanda, Simbología.

✓ **Capítulo V**

Problemas encontrados y soluciones propuestas, Planos, Diagrama unifilar General propuesto, Presupuesto, Terminología, Conclusión, Referencias Bibliográficas.

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimiento	I
Dedicatoria	II
Resumen	III
Índice General	IV
Capítulo I	
Introducción	1
1.2 Justificación	1
1.3 Antecedentes	2
1.4 Planteamiento del problema	6
a. Formulación del problema	7
b. Delimitación del área de estudio	8
1.5 Objetivos	8
a. Objetivos Generales	8
b. Objetivos Específicos	9
Capítulo II	
2.1 Marco Teórico	10
a. Generalidades	10
i. Definición (redes de distribución subterráneas)	10
ii. Características (redes de distribución subterráneas)	10
b. Sistema de distribución eléctrico Subterráneo	12
i. Topología	12
ii. Ubicación y conformación	12
iii. Principales componentes	13
iv. Requisitos	14
v. Diseño	15
vi. Selección de equipos.	15
c. Ventajas del Sistema de distribución subterráneo	15
d. Desventajas del Sistema de distribución subterráneo	16
e. Componentes secundarios de un Sistema de Distribución Subterráneo	16
Capítulo III	
3.1 Detalles del Sistema de distribución eléctrico subterráneo	18
a. Clase de servicio	18
b. Baja tensión	18
i. Aislamiento de los Conductores de Acometida	19
ii. Tamaño Mínimo de los Conductores de Acometida	19
iii. Trayectorias de las Acometidas	20
iv. Suministro e Instalación de las Tuberías	20

v. Protección Mecánica	20
c. Media tensión	20
i. Red de distribución subterránea en media tensión	21
ii. Redes de distribución Aéreas media tensión.	21
iii. Medición en Media Tensión	21
iv. Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en postes	22
v. Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en cuartos	22
d. Puesta a tierra	23
i. Generalidades	23
ii. Electroodos	23
iii. Conductores	24
iv. Trayectoria	24
v. Conexión	24
vi. Resistencia	24
e. Transformadores	25
i. Tipo de Transformadores	26
Transformador tipo Pad Mounted tipo malla	26
f. Canalizaciones	28
i. Características	28
ii. Trayectoria	28
iii. Cajas de paso	29
iv. Zanjas	29
v. Disposición de ductos	30
vi. Recubrimientos (protección de ductos)	30
Capítulo IV	
4.1 Memoria descriptiva del proyecto	31
a. Descripción del proyecto de regeneración	31
i. Datos generales del proyecto	31
ii. Generalidades del proyecto	31
iii. Sistema Eléctrico media tensión	33
iv. Sistema de distribución en baja tensión.	34
b. Especificaciones técnicas eléctricas	35
i. Normas y reglamentos aplicables	35
ii. Principales materiales a utilizar	36
iii. Lista de materiales a instalar	45
iv. Tensiones Nominales	46
v. Frecuencia	46
vi. Factor Potencia	46
c. Cálculo de la demanda	47

d. Simbología	58
i. Generalidades	58
ii. Conceptos Básicos	58
iii. Transformadores en redes de distribución	59
iv. Poster en redes de distribución	60
v. Conductores y acometidas en redes de distribución	60
vi. Simbología a utilizar en planos	61
Capítulo V	
5.1 Problemas encontrados y soluciones propuestas	62
a. Análisis de transformadores existentes en el área de intervención (reubicación y/o reemplazo)	62
5.2 Planos	78
a. Planos de red de distribución eléctrica actual (aéreo)	78
b. Planos de red de distribución propuesta (subterráneo)	78
5.3 Diagrama unifilar General propuesto	78
5.4 Presupuesto	85
5.5 Terminología	86
5.6 Conclusión	88
5.7 Referencias Bibliográficas	89
5.8 Anexos	90
✓ 5.2 (a) Planos de red de distribución eléctrica actual aérea	90
✓ 5.2 (b) Planos de red de distribución eléctrica propuesta subterráneo.	90

1.1. Introducción

Los sistemas de redes eléctricas subterráneas permiten una armonía entre el medio ambiente y los sistemas eléctricos. En Ecuador, esto ya es una práctica avanzada, puesto que el gobierno ha solicitado a las diferentes empresas eléctricas del país comenzar a implantar este sistema por muchos motivos; entre los cuales se pueden resaltar: la contaminación visual, la estética, protecciones, seguridad, hurto de energía eléctrica etc.

El sistema de distribución subterránea brinda muchas ventajas, las cuales servirían de mucha ayuda para los propósitos que tiene gobierno de mejorar el sistema eléctrico en el Ecuador. Con este proyecto se busca mejorar la calidad, confiabilidad, seguridad y continuidad del servicio de distribución de energía eléctrica de un sector de la ciudad de Guayaquil, puntualmente desde Av. José María Egas y Av. Dr. José Antonio Parra hasta Av. José María Egas y Av. Rodolfo Baquerizo ubicado al norte de la urbe. En el siguiente estudio se desarrollarán diversos temas que se encuentran distribuidos por capítulos, en los cuales se detallarán memorias descriptivas, especificaciones técnicas, detalles y características eléctricas de diseño, planos eléctricos, presupuestos, entre otros.

1.2 Justificación

El presente proyecto pretende dar a conocer y explicar de forma técnica-práctica el diseño de distribución eléctrico subterráneo en media y baja tensión de la Av. José María Egas en el tramo comprendido desde Av. José María Egas y Av. Dr. José Antonio Parra hasta Av. José María Egas y Av. Rodolfo Baquerizo. Se escogió este tema por ser una tendencia que el país está enfrentando en la actualidad en el sector eléctrico y se aspira encontrar las alternativas de solución para el diseño de distribución eléctrica en media y baja tensión y así poder mejorar las instalaciones ya existentes.

Desde el punto de vista social este tema es interesante porque las instalaciones subterráneas ayudarían a mejorar la imagen de la ciudad, con el fin de garantizar el bienestar social, la seguridad de las personas, la protección del ambiente y potencializar la belleza arquitectónica de nuestra ciudad. El diseño de este proyecto es por demás ventajoso para el sistema de distribución eléctrica de la ciudad, por lo que ayudará de muchas formas a la mejora del sistema eléctrico y a tener una mejor continuidad del servicio.

1.3 Antecedentes

Es importante saber que desde hace algunas décadas atrás, el sistema de distribución eléctrico subterráneo se llevó a cabo en zonas turísticas tales como: parques, alrededores de iglesias, avenidas principales, etc. Es así que desde hace años atrás se comenzó a elaborar un acuerdo que regularice el sistema de distribución eléctrico subterráneo y que en el año 2013 toma forma citando lo siguiente:

En la administración del Señor Eco. Rafael Correa Delgado Presidente Constitucional de la República del Ecuador; el día Lunes 05 de Agosto del 2013, R.O. N° 51.¹

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable

Acuerdo #211

Dispónese a cada una de las empresas eléctricas del país, para que los nuevos diseños y construcciones de redes eléctricas en urbanizaciones y lotizaciones, sean subterráneas.

¹Tomado de la página web www.energia.gob.ec

Que, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, tiene como ejes estratégicos fundamentales: a) La planificación integral del sector, interrelacionada e interdependiente con organismos pares, conjugando acciones que aseguren la consecución de los objetivos del sector estratégico; b) Fortalecer las alianzas estratégicas con actores sociales involucrados en la gestión que permitan el cumplimiento de objetivos institucionales y la incorporación de tecnologías de información y comunicación necesarias para la optimización, seguimiento y evaluación de la gestión; y, c) Mantener como filosofía institucional, el trabajo en equipo y la gestión de calidad en los procesos;

Que, la necesidad creciente de espacio en las ciudades, el impacto visual, la seguridad y la belleza arquitectónica de los centros históricos, ha llevado a impulsar una normalización a nivel nacional relacionada con el diseño y construcción de nuevas redes eléctricas y de telecomunicaciones subterráneas, o para soterrar las líneas existentes.

Con el fin de garantizar el bienestar social, la seguridad de las personas, la protección del ambiente y potencializar la belleza cultural y arquitectónica de nuestras ciudades;

Que, la modernización de las Redes Eléctricas debe considerar, entre otros aspectos los siguientes: temas regulatorios, soterramiento de redes eléctricas, redes de comunicación, medición inteligente, gestión activa de la demanda, y oportunidades de brindar nuevos productos y servicios;

Que, es necesario establecer estrategias, planes, programas y proyectos que involucren a todos los actores públicos y privados para así lograr estandarizar el tipo de instalaciones con acciones efectivas y conseguir ciudades con lugares turísticos, históricos entre otros sin contaminación visual por cables aéreos;

Que, la transformación de la red aérea eléctrica actual a una moderna Red Eléctrica soterrada, debe hacerse de una manera gradual, considerando el grado de madurez de las nuevas tecnologías y las necesidades particulares del país, y, que para tal propósito es necesario contar con una hoja de ruta que deberá ser la guía de referencia para el Plan Nacional de Soterramiento de redes;

Que, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), cumpliendo con la disposición presidencial 20370, presentará el plan de acción para la ejecución de proyectos de soterramiento de cables a nivel nacional, donde de manera conjunta el sector eléctrico y telecomunicaciones, identificarán las zonas o sectores que requieran intervención y establezcan la prioridad, el costo y capacidad técnica necesaria, para asegurar la disponibilidad, confiabilidad y calidad de los servicios públicos;

Que, mediante Oficios No. 399-DM-2011-1305 de 30 de marzo de 2011 y No. MEER-DM-2012-0729-OF de 01 de noviembre de 2012, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, ha impartido políticas a las Empresas Eléctricas de Distribución, para continuar con el cambio de redes aéreas a soterradas en zonas de alto impacto, especialmente en áreas históricas y turísticas de las ciudades; y, En ejercicio de las facultades y atribuciones que le confieren los artículos 154 de la Constitución de la República del Ecuador y 17 del Estatuto del Régimen Jurídico y Administrativo de la Función Ejecutiva.

Acuerda:

Art. 1.- Disponer a cada una de las Empresas Eléctricas del país, que los nuevos diseños y construcciones de redes eléctricas en urbanizaciones y lotizaciones, sean subterráneos, aplicando para el efecto las disposiciones

contenidas en la Norma Técnica Homologada de las Unidades de Propiedad y Unidades de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrica de Redes Subterráneas, así como las correspondientes políticas, ambas circunstancias emitidas por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Art. 2.- Los diseños que con anterioridad al presente acuerdo, fueron presentados en las Empresas Eléctricas de Distribución del país, para urbanizaciones y lotizaciones, barrios consolidados, vías y autopistas deberán ser actualizados de acuerdo a lo dispuesto en el artículo anterior, previo a su aprobación e implementación.

Art. 3.- Todos los diseños de redes soterradas no ejecutados, que consten en los registros de las Empresas Eléctricas de Distribución del país, deberán ser actualizados considerando las políticas impartidas por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, así como, la aplicación de la normativa vigente.

Art. 4.- Dentro de la planificación anual que elabore cada Empresa Eléctrica de Distribución del país, debe considerarse el cambio de redes aéreas a soterradas en: accesos a ciudades, patrimonios culturales, centros turísticos e históricos, accesos a puertos, aeropuertos, puntos o pasos fronterizos internacionales y lugares que ponen en riesgo la seguridad ciudadana.

Art. 5.- Las Empresas Eléctricas de Distribución del país, enviarán al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable toda su planificación anual de los proyectos de soterramiento para la inclusión en el Plan Nacional de Soterramiento de Redes. Dichos proyectos presentados deberán ser alineados a las políticas del Plan Nacional en mención.

Art. 6.- Aquellos proyectos de soterramiento que por su naturaleza no se encuentren dentro del ámbito del presente Acuerdo, deberán sujetarse a las

disposiciones internas existentes en cada empresa y a las políticas impartidas por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Art. 7.- Las disposiciones establecidas en el presente Acuerdo, no son aplicables para los proyectos urbano marginales y rurales considerados dentro del Programa FERUM o aquellos de similares características.

Art. 8.- De la ejecución del presente Acuerdo Ministerial, encárguese a la Subsecretaría de Distribución y Comercialización de Energía del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. El presente Acuerdo Ministerial entrará en vigencia a partir de la fecha de su expedición, sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.”

1.4 Planteamiento Del Problema

En la Zonas Urbanas de la Ciudad de Guayaquil específicamente en el sector de la Av. José María Egas, hay una mayor utilización de sistemas eléctricos de distribución aéreas que subterráneas, esto es por motivo de que la distribución subterránea es más costosa que la aérea, debido a que hay que realizar el calado de las vías públicas para alojar las canalizaciones, conductores y señalización de los mismos, llegando a la conclusión que la construcción de este método de distribución eléctrica es más costoso en porcentaje de inversión.

Es en este tramo de la ciudad en el que focalizamos nuestro trabajo y en el cual se encontró un gran problema como lo es la contaminación visual, seguridad de las personas, falta de estética del sitio además de la pérdida de energía que a simple vista se logra apreciar. Por estos motivos el proyecto se enfoca en la regeneración del sistema de distribución eléctrico en media

y baja tensión subterráneo de este tramo de la urbe para el cual se realizará un diseño para dar solución de dicho inconveniente.

Las redes de distribución eléctrica subterráneas cumplirían en la Av. José María Egas de la ciudad de Guayaquil con los objetivos generales para la modernización de infraestructura de las actuales redes, mediante el reordenamiento de las redes existentes e implantación de nuevos servicios con una mayor flexibilidad, seguridad, capacidad, confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al medio ambiente y a la imagen urbana de la ciudad.

a) Formulación Del Problema

A partir de este diseño de distribución eléctrica en media y baja tensión lograremos resolver los problemas de pérdidas eléctricas, falta de estética del área, y seguridad eléctrica que causan el sistema de distribución aéreo y que el sistema de distribución subterráneo logra mejorar con su sistema de distribución en la Av. José María Egas de la ciudad de Guayaquil.

Las siguientes interrogantes serán algunas de las que nos plantearemos en el desarrollo de nuestro proyecto.

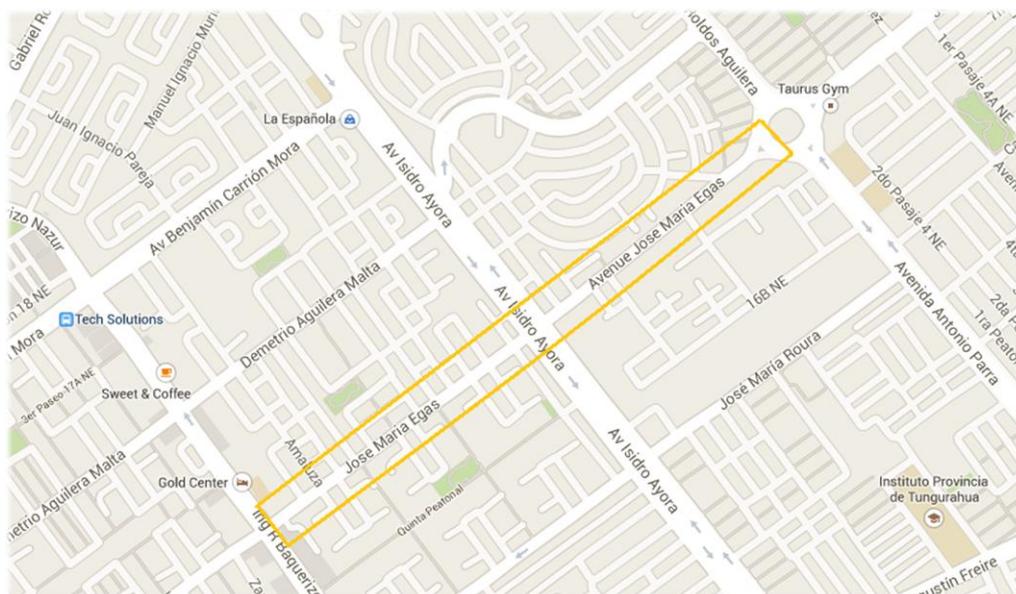
- ✓ ¿Es posible elaborar un diseño para demostrar el mejor funcionamiento de redes de distribución eléctricas subterráneas en media y baja tensión para el perímetro urbano de la Av. José María Egas de la ciudad de Guayaquil?
- ✓ ¿Podría mejorar la imagen arquitectónica de las Zona Urbana de la Av. José María Egas de la ciudad de Guayaquil?
- ✓ ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de estas instalaciones?
- ✓ ¿Cuáles serán los resultados finales de este proyecto?

b) Delimitación Del Área De Estudio

El área de estudio se encuentra circunscrita en la parte norte de la ciudad de Guayaquil, puntualmente en la ciudadela Saucos 7 y Alborada 4ta etapa, calles AV. JOSÉ MARÍA EGAS Y AV. DR. JOSÉ ANTONIO PARRA HASTA AV. JOSÉ MARÍA EGAS Y AV. RODOLFO BAQUERIZO.

El tramocomprende una extensión de 550 metros lineales a intervenir y es especificada a continuación en el siguiente gráfico.

MAPA



Google Maps

1.5 Objetivos

a. Objetivo General

Realizar el diseño de distribución eléctrica en media y baja tensión subterráneo de la Av. José María Egas en el tramo comprendido desde Av. José María Egas y Av. Dr. José Antonio Parra hasta Av. José María Egas y Av. Rodolfo Baquerizo que formará parte del sistema de distribución eléctrico de la ciudad de Guayaquil.

b. Objetivos Específicos

- ✓ Exponer todo lo relacionado con el diseño e implantación de sistema de distribución subterránea en media y baja tensión, ¿Qué es?, ¿cómo se lleva acabo?, ¿qué se necesita? Etc.
- ✓ Mostrar las ventajas y desventajas del sistema de distribución subterráneo en media y baja tensión para la Av. José María Egas.
- ✓ Estudiar y dar soluciones técnicas y prácticas con respecto al diseño eléctrico para realizar una correcta implementación del sistema de distribución subterráneo.
- ✓ Elaborar un diseño (planos), modelo del antes y el después del sistema de distribución subterráneo.
- ✓ Cálculo de conductores, transformadores Pad Mounted y materiales para el sistema de distribución en media y baja tensión subterráneo.
- ✓ Elaborar el presupuesto para el nuevo sistema de distribución eléctrico subterráneo.
- ✓ Verificar los resultados finales.

CAPITULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

a. Generalidades

i. Definición

Un sistema de distribución eléctrica es el conjunto de elementos estratégicamente ubicados, seleccionados y conectados que sirven para conducir o llevar la energía desde una subestación hasta el usuario de manera segura y confiable. La distribución de energía eléctrica debe realizarse de tal forma que se garantice al cliente un servicio continuo y sin interrupciones con valores de voltajes adecuados que les permita operar sus aparatos de forma eficiente y segura.

ii. Características

Características puntuales del proyecto de distribución eléctrica subterránea:

Confiabilidad: Las redes subterráneas sirven típicamente en áreas de alta densidad de carga. Como resultado, una falla sin controlar en un área podría afectar el servicio a varios clientes. La necesidad de confiabilidad se vuelve obvia en esta situación.

Continuidad: una buena calidad en el servicio del sistema eléctrico va de la mano de una continuidad de este, disminuir las fallas y cortes de energía para tener una continuidad en el servicio es lo que se tratará de corregir con el diseño y reordenamiento del sistema de distribución eléctrico en media y baja tensión.

Flexibilidad: Siempre recuerde que como otros circuitos de distribución, las redes de distribución cambian y se expanden continuamente. Los dispositivos usados en las redes de distribución deben permitir una fácil adaptación a la red para necesidades actuales y futuras (aumento de carga).

Seguridad: La seguridad debe ser una consideración en todos los objetivos de diseño. La seguridad en el diseño incluye el suministro de tolerancias de diseño, hacer la instalación fácil y libre de errores y permitiendo su operación bajo condiciones ideales y no ideales.

Economía: Minimizando las complicaciones de la instalación y maximizando su confiabilidad, los dispositivos usados para sistemas subterráneos se vuelven económicos.

De igual forma en la construcción de redes de distribución eléctricas subterráneas los apoyos son constituidos por las cajas de paso y el tendido se realiza a través de canalizaciones subterráneas, bancos de ductos y tuberías metálicas o PVC; las derivaciones de ramales y acometidas en baja tensión parten de las cajas de paso o deflexión.

El levantamiento geo referenciado de la ruta y detalles de la canalización proyectada, debe incluir todas las líneas de paramento, aceras, vías (calzadas) y separadores, etc.; todo esto dando lugar a:

- ✓ Mejorar de la calidad del servicio eléctrico por eficiencia en la continuidad y confiabilidad.
- ✓ Mejorar de la seguridad del servicio y de las personas que hacen uso de este.
- ✓ Disminución del hurto de energía y asegura un flujo más normal de energía.
- ✓ Un mejor sistema de alumbrado.
- ✓ Disminución del impacto o la contaminación visual a causa de la acumulación de cables aéreos.
- ✓ Mejorar la estética del tramo de intervención y del área a regenerar en general.

b. Sistema de Distribución Subterránea

La red subterránea de distribución eléctrica es un conjunto de líneas aisladas, utilizadas para la distribución de energía eléctrica en alto y bajo voltaje, la cual está conformada por cámaras de transformación, equipos de protección y seccionamiento adecuado.

i. Topología

La topología de una red de distribución se refiere al esquema o arreglo de la distribución, esto es la forma en que se distribuye la energía por medio de la disposición de los segmentos de los circuitos de distribución. Una topología se enfoca en la forma como se distribuye la energía a partir de la fuente de suministro hasta los centros de transformación o hacia el usuario final.

ii. Ubicación y conformación de un sistema de distribución subterráneo

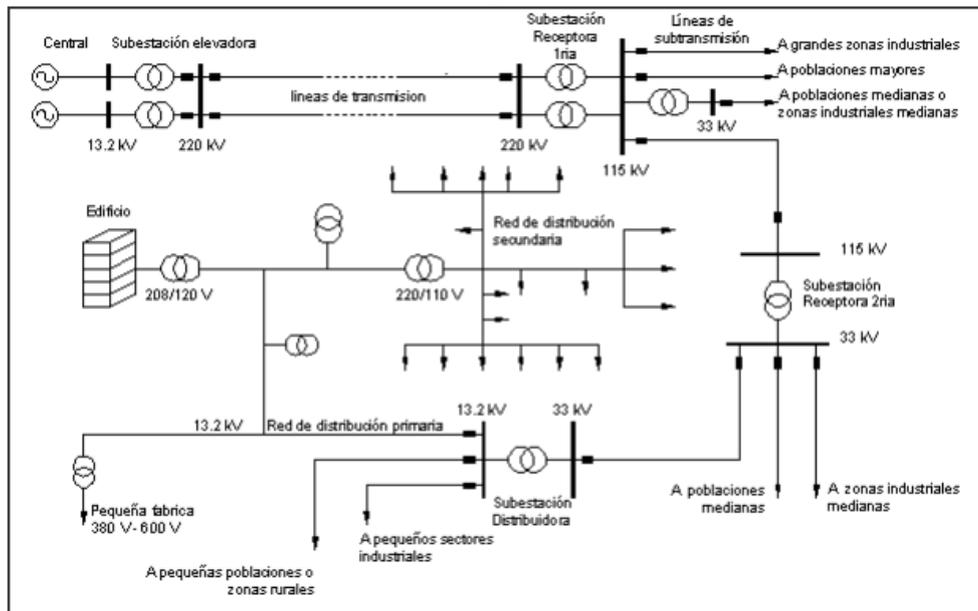
Un sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica, y su función primordial es la de llevar esta energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y por último entregarla al usuario en forma segura y con los niveles de calidad exigidos.

Aproximadamente las 2/3 partes de la inversión total del sistema de potencia, están dedicados a la parte de distribución, lo que implica necesariamente un trabajo cuidadoso en el planeamiento, diseño y construcción y en la operación del sistema de distribución, lo que requiere manejar una información voluminosa y tomar numerosas decisiones, lo cual es una tarea compleja pero de gran trascendencia.

Nótese que es en esta parte donde se producen los porcentajes más grandes de pérdidas de energía en todas sus manifestaciones debido al gran volumen de elementos que lo conforman, y a los bajos niveles de tensión

que se manejan. Para ubicar el sistema de distribución observe el esquema de un sistema de potencia de la figura 1 El sistema de distribución a su vez está conformado por²:

Figura 2. 1: Ubicación de sistemas de distribución dentro de un sistema de potencia.



Fuente Redes de Distribución de Energía por Samuel Ramírez Castaño

iii. Principales componentes de un sistema de distribución subterráneo.

Subestaciones receptoras secundarias: donde se transforma la energía recibida de las líneas de sub-transmisión y dan origen a los circuitos de distribución primarios, con voltajes nominales de 69 KV-13.2KV 1F y/o 3F.

Circuitos primarios: que recorren cada uno de los sectores urbanos y rurales suministrando potencia a los transformadores de distribución a voltajes de 13.2 KV 1F y/o 3F.

²Redes de Distribución de Energía por Samuel Ramírez Castaño

Circuito secundario: encargados de distribuir la energía a los usuarios con voltajes de 120/240 V.

Transformadores de distribución: se conectan a un circuito primario y suministran servicio a los consumidores o abonados conectados al circuito secundario, los transformadores que se utilizan son del tipo Pad Mounted los utilizados en el sistema de distribución subterráneo.

La distribución de energía eléctrica es una actividad cuyas técnicas están en un proceso constante de evolución reflejada en el tipo de equipos y herramientas utilizadas, en los tipos de estructuras, en los materiales con los que se construyen las redes de distribución y en los métodos de trabajo de las cuadrillas de construcción y mantenimiento, reflejada también en la metodología de diseño y operación empleando computadores (programas de gerencia de redes, software gráfico, etc.). Algunos de estos factores de evolución son:

- ✓ Expansión de la carga.
- ✓ Normalización de materiales, estructuras y montajes.
- ✓ Herramientas y equipos adecuados.
- ✓ Métodos de trabajo específico y normalizado.
- ✓ Programas de prevención de accidentes y programas de mantenimiento.
- ✓ Surgimiento de industrias de fabricación de equipos eléctricos.
- ✓ Grandes volúmenes de datos y planos.

iv. Requisitos que debe cumplir un sistema de distribución subterráneo.

- ✓ Aplicación de normas nacionales y/o internacionales.
- ✓ Seguridad para el personal y equipos.
- ✓ Simplicidad en la construcción y operación (rapidez en las maniobras).
- ✓ Facilidades de alimentación desde el sistema de potencia.
- ✓ Optimización de costos (economía).

- ✓ Mantenimiento y políticas de adquisición de repuestos.
- ✓ Posibilidad de ampliación y flexibilidad.
- ✓ Resistencia mecánica.
- ✓ Confiabilidad de los componentes.
- ✓ Continuidad del servicio

v. Diseño del sistema de distribución subterráneo.

- ✓ La localización de la alimentación para el sistema
- ✓ El conocimiento de las cargas
- ✓ El conocimiento de las tasas de crecimiento de las cargas
- ✓ Selección de la tensión de alimentación.
- ✓ Selección de las estructuras de media tensión y baja tensión.
- ✓ Localización óptima de subestaciones de distribución (transformadores de distribución).

vi. Selección de equipos.

La selección de equipos para sistemas de distribución incluye:

- ✓ La selección de las subestaciones de distribución incluidos los interruptores, transformadores y gabinetes.
- ✓ Selección de los conductores (cables aislados y/o desnudos).
- ✓ Optimización del calibre de los conductores (calibre económico).
- ✓ Selección en caso necesario de equipos para supervisión de la carga y automatización del sistema para la operación bajo condiciones normales y anormales.

c. Ventajas de las redes de distribución subterráneas.

Las redes de distribución son empleadas en zonas en donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad no es aconsejable el sistema aéreo. Actualmente el sistema subterráneo es competitivo frente al sistema aéreo en zonas urbanas céntricas. Este tipo de

modelo es mucho más confiable ya que la mayoría de las contingencias mencionadas en las redes aéreas no afectan a las redes subterráneas.

Son más estéticas, pues no están a la vista, por lo que sirven para realzar la arquitectura de la ciudad en centros urbanísticos o en donde se quiere focalizar o explotar el turismo. Sumando a lo citado anteriormente no está demás recalcar que son mucho más seguras y una ventaja importante es que no se encuentran expuestas al vandalismo muy común en las ciudades principales del país.

d. Desventajas de las redes de distribución subterráneas.

- ✓ Su alto costo de inversión inicial.
- ✓ Se dificulta la localización de fallas.
- ✓ El mantenimiento es más complicado que el que se realiza en las distribuciones aéreas por lo que las reparaciones toman más tiempo.
- ✓ Están expuestas a la humedad y a la acción de los roedores.
- ✓ Los conductores utilizados son aislados de acuerdo al voltaje de operación y conformados por varias capas aislantes y cubiertas protectoras. Estos cables están directamente enterrados o instalados en bancos de ductos (dentro de las excavaciones), con cajas de inspección en intervalos regulares.

e. Componentes Secundarios de un Sistema de Distribución Subterráneos

Un sistema subterráneo cuenta con los siguientes componentes:

Ductos: que pueden ser de asbesto, cemento, de PVC o conduit metálicos, PVC corrugado con diámetro mínimo de 4 pulgadas.

Cables: pueden ser monoplares o tripolares aislados en polietileno de cadena cruzada XLP, tipo TTU-0.6 KV son cableados y están construidos

con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Polietileno (PE) resistente a la humedad y al calor, sobre la cual se aplica una cubierta protectora de Cloruro de Polivinilo (PVC), de polietileno reticulado EPR, en caucho sintético y en papel impregnado en aceite APLA o aislamiento seco elastomérico en calibres de 500 - 400 - 350 - 250 MCM, 4/0 y 2/0 AWG en sistemas de 13.2 KV, 7.6 KV y 4.16 KV.

A pesar de que existen equipos adecuados, resulta difícil y dispendioso localizar las fallas en un cable subterráneo y su reparación puede tomar mucho tiempo, se recomienda construir estos sistemas en anillo abierto con el fin de garantizar la continuidad del servicio en caso de falla y en seccionadores entrada - salida.

Los cables a instalar en baja tensión son aislados a 600 V con polietileno termoplástico PE-TTU y recubierto con una chaqueta protectora de Cloruro de Polivinilo PVC y en calibres de 400 - 350 - 297 MCM 4/0, 2/0, 1, 2,4, AWG generalmente.

CAPÍTULO III

3.1 DETALLES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO REGULADAS POR NATSIM

a. Clase de Servicio

El tipo de clases de servicio que se suministra al abonado es en AC (Corriente Alterna), pudiendo ser monofásico o trifásico con sistema de aterrizado, cuya frecuencia es 60 Hz. Los voltajes de servicio, listados a continuación, están disponibles dependiendo de la localización del Consumidor y la naturaleza de la carga. Las tensiones se clasifican en: baja, media y alta.³

b. Baja Tensión

En la tabla 3.1 se muestran las características básicas en los sistemas monofásicos y trifásicos.

Tabla 3. 1: Valores básicos de sistemas monofásicos y trifásicos

Sistema Monofásico	Sistema Trifásico:
120 voltios – 2 hilos	120/240 voltios – triángulo – 4 hilos
120/240 voltios – 3 hilos	120/208 voltios – estrella – 4 hilos
120/208 voltios – 3 hilos	

- ✓ En Baja Tensión se deberán cumplir las condiciones normales y las regulaciones pertinentes en tensión eléctrica, de acuerdo a la reglamentación del CONELEC. En otras palabras, se debe cumplir un $\pm 8\%$ por arriba y abajo del voltaje nominal suministrado.
- ✓ Se mantendrán los valores establecidos para la regulación de voltaje, es decir, que la Empresa no dejará más de un paso de transformación para obtención de voltaje nominal entregado. En otras palabras, no se

³Normas De Acometidas Cuartos De Transformadores Y Sistemas De Medición Para El Suministro De Electricidad NATSIM

va a permitir instalaciones en cascada de transformadores hasta el punto de medición del usuario.

- ✓ De manera general, para suministros de 3 kW se instalará el servicio monofásico (120 V – 2 hilos) y para suministros comprendidos entre 3 kW y 30 kW, la Empresa instalará el servicio monofásico trifilar, de acuerdo a las redes distribuidas en el sector donde se realiza el estudio.
- ✓ Mientras que para instalación de sistemas trifásicos, la empresa deberá evaluar los costos para realizar el suministro y justificar que el usuario se encuentra ubicado fuera del rango permitido, es decir, que el valor de la carga declarada es mayor a 10 kW. Finalmente, el suministro de servicio trifásico requiere de un mínimo en la carga trifásica, que sería de 4 kW.
- ✓ Los sistemas tipo estrella serán instalados solamente en lugares donde el servicio ya existe, caso contrario se requerirá la instalación de un banco de transformadores para el usuario o consumidor.

i. Aislamiento de los conductores de la red de distribución en baja tensión.

Los conductores de acometidas subterráneas serán cables monoconductores con aislamiento tipo TTU, RHW, THW o equivalentes. El conductor de neutro aterrizado podrá ser aislado con recubrimiento de color blanco y los correspondientes a las fases podrán ser de color naranja.

ii. Tamaño Mínimo de los Conductores de la Red de Distribución de Baja Tensión.

Para acometidas subterráneas, el tamaño mínimo será:

Acometida Subterránea	Conductores Mínimos
3 hilos	2 # 2 + N # 4 – TTU CU
4 hilos	3 # 2 + N # 2 - TTU CU

iii. Trayectorias de la Red de Distribución de Baja Tensión.

La trayectoria de la red de distribución subterránea de baja tensión partirá desde el secundario del transformador pasando por N cajas de revisión, según sea el recorrido de la red, la misma que seguirá su trayectoria por medio de ductos de PVC corrugado tipo pared doble, dicha red será la que alimentara las viviendas que necesiten del suministro eléctrico. Para la red de distribución subterránea proveniente de un poste del sistema de distribución aéreo, se construirá una caja de revisión al pie del poste de arranque y las que sean necesarias para continuar su recorrido hasta ubicarse frente al sitio que necesite del suministro eléctrico.

iv. Suministro e Instalación de las Tuberías

El suministro e instalación de la tubería se la proyectara a lo largo del área por donde pasara la red de distribución de baja tensión, interceptando n cajas de paso de 80x80x80 cm según sea su trayectoria y su tipo será de PVC corrugada tipo pared doble.

v. Protección Mecánica

Los conductores de la red de distribución subterránea en baja tensión se protegerán contra daños físicos instalándolos en tubería tipo PVC corrugada tipo pared doble, aprobada para uso eléctrico. Si la red de distribución se deriva desde un poste, la tubería partirá desde una altura de 6 metros y bajará por medio de una bajante rígida de diámetro 3" y pasara a una caja de paso de hormigón simple de 80x80x80 cm construido junto al poste, desde la cual continuará su recorrido.

c. Media tensión

CNEL entregará o suministrará energía eléctrica en el nivel de media tensión, siempre que cumpla con independencia en la medición del lado primario o secundario de la red.

✓ **Sistema Monofásico a 7.62 KV.**

Este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda del predio sea mayor a 30 KW y menor a 90 KW y su capacidad total instalada no exceda de 100 KVA monofásicos.

✓ **Sistema Trifásico a 13.200 voltios.**

Este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda trifásica del predio sea mayor a 30 KW y menor a 1.000 KW.

i. Red de distribución subterránea en media tensión

La red de distribución subterránea en media tensión está compuesta por los transformadores y las líneas primarias que alimentan los transformadores, las cuales pueden ser monofásicas o trifásicas. Su distribución se hace por medio de ductos a instalar PVC pesado o PVC corrugado tipo pared doble, la misma pasara por n cajas de paso de 80 x80x80 hasta llegar a su lugar al sitio donde seguramente alimentara un transformador tipo Pad Mounted. El transformador será conectado al sistema de distribución mediante líneas suministradas e instaladas por la Empresa.

ii. Redes de distribución Aéreas media tensión.

Sólo se aceptarán acometidas aéreas en media tensión, en aquellos sectores donde las calles no estén pavimentadas o existan en ellas zanjas para drenajes y las aceras no hayan sido construidas por regeneración urbana. Para la bajante de los conductores se utilizará tubería metálica rígida para uso eléctrico de 3" de diámetro en redes con dos conductores (incluyendo el neutro) monofásicas y de 4" de diámetro en redes de más de dos conductores trifásicas.

iii. Medición en Media Tensión

La medición en media tensión se efectuará cuando las demandas sean superiores a 300 kilovatios (800 amperios) e inferiores a 1.000 kilovatios. El equipo de medición será instalado en un poste que contenga las líneas primarias aéreas de distribución, o en cuartos de transformadores, previa aprobación de la Empresa, para lo cual se utilizará transformadores de potencial y de corriente, además del medidor adecuado. Se suministrará un equipo de medición en media tensión para demandas menores a 300 kilovatios por razones técnicas y por disposición de la Empresa.

iv. Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en Postes

Los postes que soporten el equipo de medición de media tensión contendrán también el módulo individual para medición indirecta, el cual deberá instalarse a una altura de 1,80 m con respecto al piso, protegido contra las aguas lluvias por medio de una cubierta o techo.

Cuando la alimentación en media tensión se la realice por medio de un primario particular, el equipo de medición se instalará en el primer poste ubicado dentro del predio, el mismo que se colocará a una distancia máxima de 7 metros, medidos desde la línea de cerramiento y se preverá una estructura de doble retención en dicho poste.

El medio de protección y seccionamiento, es decir, las cajas portafusible de la acometida en media tensión o primario particular, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de esta Empresa.

v. Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en Cuartos

En los cuartos de transformadores que contengan equipos de medición en media tensión, el módulo individual del medidor deberá instalarse en el lado exterior de una de sus paredes y a una distancia tal, que el recorrido lineal de la trayectoria de la canalización de los conductores de señal del equipo de medición no exceda de 8 metros. El medio de protección y seccionamiento, es decir, la caja portafusible de la acometida en media tensión o primario particular, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de esta Empresa.

d. Puesta a tierra

i. Generalidades

Deberán conectarse a tierra los transformadores o los bancos de transformadores cuando las conexiones del diseño así lo requieran. Los circuitos que deben tener conexión a tierra son los siguientes:

- ✓ Circuito monofásico de dos conductores para servicio a 120 voltios.
- ✓ Circuito monofásico de tres conductores para servicios de fase a neutro y de fase a fase de 120/240 voltios.
- ✓ Circuito trifásico de cuatro conductores conexión en estrella para servicios a 120/208 voltios.
- ✓ Circuito trifásico de cuatro conductores conexión delta para servicios a 120/240 voltios.

Asimismo, deberán conectarse a tierra los pararrayos, los tanques y gabinetes de transformadores, las tuberías metálicas de acometida, las cajas metálicas de derivación, los tableros de medidores, y en general todas las cubiertas metálicas que contengan equipos eléctricos. No deberá conectarse el sistema de puesta a tierra a tuberías que se utilizan para transportar gas o cualquier otro tipo de combustible.

ii. Electroodos

Los electrodos de puesta a tierra serán varillas de cobre o Cooperweld de 5/8" de diámetro, con una longitud mínima de 6 pies.

iii. Conductores

El conductor de puesta a tierra será de cobre, macizo o cableado, desnudo o aislado. Su sección mínima estará de acuerdo con la sección del conductor mayor de la acometida en la siguiente relación:

- ✓ No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG.
- ✓ No. 6 AWG para conductor de acometida hasta No. 1/0 AWG.
- ✓ No. 4 AWG para conductores de acometida hasta No. 2/0 AWG.
- ✓ No. 2 AWG para conductor de acometida hasta 350 MCM.
- ✓ No. 1/0 AWG para conductor de acometida hasta 600 MCM.
- ✓ No. 2/0 AWG para conductor de acometida mayor a 600 MCM.

En inmuebles de interés social y viviendas suburbanas, la sección mínima del conductor de puesta a tierra será No. 10 AWG, cobre.

iv. Trayectoria

El conductor de puesta a tierra se podrá instalar directamente en paredes, estructuras o postes; si estuviera expuesto a daños mecánicos, se lo protegerá con un tubo metálico.

v. Conexión

El conductor de puesta a tierra se conectará al electrodo utilizando abrazaderas o conectores. En los tableros de medidores, la conexión a tierra de la barra del neutro se hará mediante terminales, que se utilizarán exclusivamente para el sistema de aterrizamiento.

vi. Resistencia

La resistencia eléctrica del sistema de puesta a tierra deberá ser inferior a 20 ohmios; si fuera mayor, deberán utilizarse 2 o más electrodos de puesta a tierra en paralelo.

e. Transformadores

- ✓ La Empresa suministrará e instalará sus transformadores en su sistema de distribución, para Consumidores con una demanda de hasta 30 KW. Si la demanda excede de 30 KW, el Consumidor suministrará e instalará sus propios transformadores dentro de un cuarto habilitado para el efecto, cuya capacidad y tipo de conexión se especificará en el diagrama unifilar del proyecto eléctrico que se presentará a esta Empresa para su aprobación.
- ✓ Si se prevé la instalación de un sólo transformador monofásico, éste será de hasta de 100 KVA y podrá ser del tipo convencional o auto protegido; pero si se considera la instalación de un banco de transformadores, cada unidad monofásica que lo conforma será del tipo convencional y apropiado para ser utilizado en un sistema de 13200/7620 voltios en el lado primario y 120/240 voltios en el lado secundario, con derivaciones de 2,5 % arriba y abajo de su voltaje nominal.
- ✓ Cuando se considere el uso de transformadores tipo Pad Mounted, deberá ubicárselo en un espacio comprendido entre la línea del cerramiento frontal y la línea de construcción del inmueble, con una separación mínima de 1,5 m. desde la línea de cerramiento frontal al lado más cercano del transformador y a 0,5 m tanto del lindero lateral, como de la línea de construcción del inmueble (fachada). En caso de que se instale el transformador en un área donde haya movimiento vehicular, se deberá colocar una barrera de protección, cuyos detalles deberán ser aprobados por esta Empresa.
- ✓ El transformador Pad Mounted se montará sobre una base de hormigón de 15 cm. respecto al nivel del piso terminado; debajo del

compartimiento de primario y secundario se construirá una caja de paso de hormigón, con una abertura que se ajuste a las dimensiones del mismo y de 80 cm. de profundidad. En dicho compartimiento se acoplarán las tuberías de entrada de primario y de salida del secundario. Estas tuberías serán del tipo metálico rígido para uso eléctrico.

- ✓ Los transformadores Pad Mounted monofásicos tendrán un voltaje en el lado primario de 13.200/ 7.620 voltios y en el lado secundario 120/240 voltios con derivaciones de 2,5 % arriba y abajo de su voltaje nominal. Cuando se trate de un servicio individual el módulo para medición indirecta descrito en el numeral 11, se instalará en el lado exterior del cerramiento, en tanto que los módulos para los transformadores de corriente y el disyuntor general se instalarán cerca del transformador, esto es, en el cerramiento lateral del inmueble o en el lado interior del cerramiento frontal.
- ✓ Cuando la demanda sea mayor a 1.000 KW y la Empresa suministre el servicio a un nivel de tensión de 69 KV, el Consumidor instalará la subestación de reducción a esta tensión, cuyas características técnicas, detalles constructivos y de montaje serán puestos a consideración de la Empresa para su análisis respectivo.

i. Tipo de transformador a utilizar

Los tipos de transformadores que se instalan por lo general en áreas donde se realiza la regeneración urbana son de tipo pedestal o Pad Mounted y los que utilizaremos en nuestro proyecto son de tipo malla.

✓ Transformador tipo Pad Mounted tipo malla

Los Transformadores Pad-Mounted o tipo pedestal monofásico y trifásico se fabrican especialmente para aquellos sitios donde la distribución de la media tensión es subterránea como edificios,

urbanizaciones, centros comerciales, regeneraciones urbanas etc. ⁴Es apto para las aplicaciones que requieran una unidad de transformación compacta y auto protegida, que armonice con el medio ambiente, sin necesidad de construir una caseta y constituyendo una alternativa de menor costo que una subestación del mismo tamaño.

Configuración general:

Todo tipo de transformador tipo Pad Mounted tiene una configuración tipo malla o radian de acuerdo a la demanda del consumidor.

Potencia general:

Transformadores monofásicos hasta 100 KVA auto protegidos. En la configuración tipo malla el primario se cierra para formar un anillo.

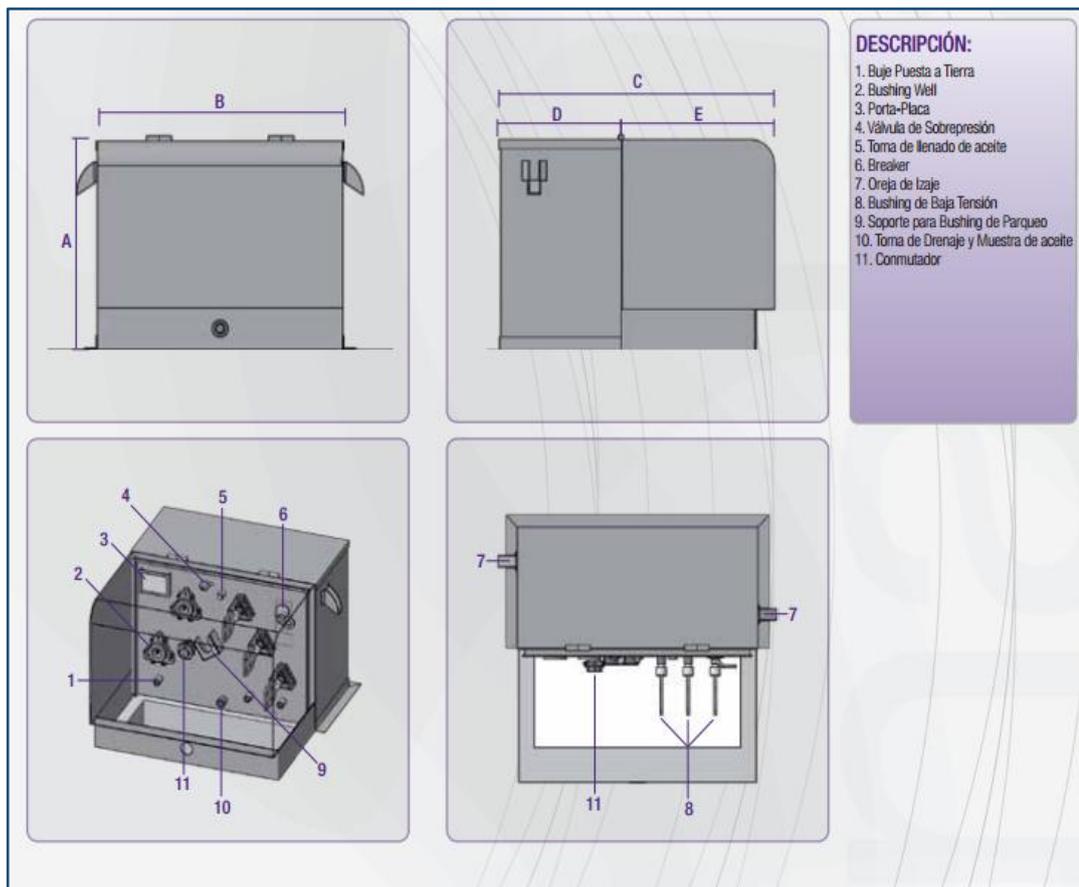


Figura 3. 1: Transformador Tipo Malla

Fuente: <http://www.inatra.com>

⁴Tomado de la página web <http://www.inatra.com/>

A continuación se muestra la tabla 3.2 con características básicas de los transformadores tipo malla.

Tabla 3. 2: Transformador tipo malla – Voltajes Media y Baja tensión

KVA CONTINUOS A.T. 65 °C	DIMENSIONES EN MILÍMETROS					PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS
	A	B	C	D	E		
15	380	790	800	600	880	270	138
25	440	850	800	680	880	335	160
37.5	480	890	840	680	920	396	186
50	500	910	840	680	920	455	215
75	530	940	900	750	980	696	325
100	567	977	900	750	980	755	350

Fuente: <http://www.inatra.com>

f. Canalizaciones

i. Características

Las canalizaciones subterráneas requieren, previo a iniciar el proceso de excavación, la autorización de la Empresa, Municipalidad y otras empresas de servicios básicos, la misma que deberá ser solicitada con una anticipación de al menos 72 horas. Las canalizaciones en aceras y cruces de calles estarán conformadas por 4 ductos de 10 cm. (4") de diámetro cada uno, de material PVC de presión; sin embargo, en los lugares donde la Empresa por razones técnicas lo requiera, podrá exigir un número mayor de ductos.

La canalización de entrada de acometida en media tensión que se instale junto al poste y las que ingresan al cuarto de transformadores se construirán utilizando tubería metálica rígida aprobada para uso eléctrico. Similares características tendrán las canalizaciones que se deriven desde el cuarto eléctrico que contiene la protección principal del inmueble a los diferentes cuartos de transformadores del mismo.

ii. Trayectoria

La trayectoria de la canalización estará conformada por tramos rectos, debiéndose prever la construcción de cajas de paso en los puntos donde se cambie de dirección, se intercepte la canalización existente y al pie del poste donde el primario subterráneo o acometida se incorpore a la red aérea del sistema. La longitud máxima entre cajas de paso será de 30 m.

iii. Cajas de paso

Las cajas de paso o revisión se construirán de hormigón simple o de hormigón armado con varillas de 3/8" espaciadas 15 cm. en ambos sentidos de acuerdo a su ubicación, ya sea en la acera o en la calle respectivamente. Las dimensiones interiores de la caja no podrán ser menores a 80x80x80 cm. Aquellas cajas que se construyan en las aceras para el cruce de calles deberán dimensionarse con una profundidad de 100 cm. y las cajas con derivaciones en sistemas de media tensión tendrán dimensiones de 160x80x100 cm., con tapa de doble hoja.

Las tapas de las cajas de paso se construirán de hormigón armado, en las aceras con ángulo de 2"x 1/4" reforzado con varilla de 1/2" espaciadas cada 20 cm en ambos sentidos y en las calles, con ángulo de 5"x 1/4" reforzado con varillas de 5/8" espaciadas cada 20 cm en ambos sentidos. Dichas tapas estarán provistas de dos agarraderas que permitan su remoción.

iv. Zanjas

La excavación de la zanja para la canalización tendrá una profundidad de por lo menos 50 cm. por debajo de la del banco de ductos requeridos, con una amplitud de 15 cm. a cada lado del referido banco. El relleno se realizará con material pétreo y compactándolo en

capas de 10 cm. hasta alcanzar bajo el banco de ductos un espesor mínimo de 30 cm. en aceras y 50 cm. en cruce de calles.

v. Disposición de Ductos

La tubería se colocará en la zanja con una separación de 10 cm. entre tubos, tanto en sentido horizontal como vertical, incrementando niveles cada dos ductos. En caso de requerirse uno o dos ductos, se mantendrá la disposición del nivel inferior.

vi. Recubrimientos

El espesor de las capas de hormigón, medido desde el nivel superior de la calle o acera hasta la cara superior del primer nivel de tubos, no será menor a 40 cm y 30 cm. respectivamente. El espesor de las capas de hormigón medido desde la cara inferior del tubo más profundo hasta la superficie del terreno compactado no será inferior a 20 cm. en ambos casos, y cuando el terreno sea demasiado flojo (fangoso) deberá colocarse en la parte superior de los ductos una malla de armadura metálica con varillas de hierro corrugado de 3/8" y resistencia a la tracción de 1.200 Kg/cm², espaciadas cada 15 cm en ambos sentidos.

El hormigón a emplearse tendrá una resistencia a la compresión simple de $f'c=210$ Kg/cm² a los 28 días.

CAPITULO IV

4.1 Memoria descriptiva del proyecto

a) Descripción del proyecto de regeneración

Nombre del proyecto:

Diseño del sistema de distribución eléctrico de media y baja tensión subterráneo para la Av. José María Egas ubicada en la ciudadela sauces 7 de la ciudad de Guayaquil en el tramo comprendido desde Av. José María Egas y Av. Dr. José Antonio parra hasta Av. José María Egas y Av. Rodolfo Baquerizo.

i. Datos generales del proyecto

El presente proyecto se ha titulado diseño del sistema de distribución eléctrica de media y baja tensión subterráneo para la Av. José María Egas ubicada en la ciudadela sauces 7 de la ciudad de Guayaquil en el tramo comprendido desde av. José María Egas y av. Dr. José Antonio parra hasta av. José María Egas y Av. Rodolfo Baquerizo, el cual se encuentra ubicado en el norte de la ciudad de Guayaquil, se trata de un proyecto de regeneración urbana parte eléctrica específicamente en la distribución eléctrica de media y baja tensión subterránea.

Para este trabajo se realizara un previo levantamiento de las redes aéreas existente las cuales nos ayudaran a elaborar la futura distribución subterránea para la cual nos tendremos que valer de normas, reglas, y decretos que se requiera para la elaboración del diseño eléctrico subterráneo elaboradas por las diferentes entidades que regulan las políticas eléctricas a nivel nacional e internacional.

ii. Generalidades del Proyecto

1.- Se llevará a cabo un reordenamiento de los cables aéreos existentes del sistema eléctrico de media y baja tensión, llevándolos de forma subterránea por una canalización con sus respectivas cajas de paso de 80x80x80 cm con

tapas de marco y contramarco de concreto de 80x80x80 cm, bajantes tipo metálicorígido de diferentes diámetros dependiendo del calibre de conductor que atravesase por ella y acometidas primarias y secundarias calculando el calibre del cable dependiendo de la carga instalada en el sector donde se realizara el recorrido del conductor básicamente localizados en los arranque y derivaciones. De esta manera se eliminará el impacto de vista negativa que forma las actuales redes de distribución.

2.- En la actualidad, las redes de distribución eléctrica, están soportadas por postes de hormigón con alturas estandarizadas de 9 y 11 mts y requeridas por la *EEPG*, los mismos que serán reemplazados por postes metálicos unificados de 10 y 12 mts diseñados por el equipo de arquitectura de la FM-2000 y Guayaquil Siglo XXI y homologados por la unidad de propiedad del MEER.

Estos postes alojarán las luminarias del sistema de alumbrado, con un diseño proyectado en los planos.

Se retirarán los transformadores de distribución de los postes de la zona a regenerarse, ubicándolos en postes a colocar en las calles transversales y en otras, implementando la utilización de transformadores de pedestal 1F-75KVA Y/O 1F-100KVA.

En lo que se describe a la distribución de red baja tensión se realizará un reordenamiento de los cables aéreos existentes, llevándolos de manera subterránea por una canalización con sus respectivas cajas de paso, y bajantes. De este modo se eliminará el impacto visual negativo que forman los actuales cables de este servicio.

4.- Las cajas existentes en las aceras deberán ser niveladas con la nueva altura de acabado de la acera.

5.- Las cajas de distribución 80x80x80 cm se instalarán en la acera o en la calzada dependiendo de las dificultades de espacio o según sea el caso.

El presente estudio ha sido realizado con las consideraciones técnicas que garantizan la confiabilidad, seguridad y continuidad del servicio de energía eléctrica con el fin de obtener un funcionamiento satisfactorio del sistema y reducir al mínimo de los peligros de incendios y accidentes, y a su vez contemplan las mejoras del rendimiento económico de las inversiones, estableciendo una provisión de dimensiones y capacidad proporcionada al crecimiento previsible del consumo.

Este proyecto ha sido realizado de acuerdo a las normas del Código Eléctrico Nacional, normas de la empresa eléctrica local (**NATSIM**), Código Eléctrico Norteamericano (**NEC**) y Sistema de unidad de propiedad MEER.

iii. Sistema Eléctrico media tensión.

El estudio observa que la distribución en media tensión seguirá siendo aérea, por las calles transversales, fuera del área a regenerarse y en el caso que se tendrá que alimentar transformadores tipo Pad Mounted la distribución será subterránea por la trayectoria a recorrer hasta llegar al transformador Pad Mounted.

El alumbrado público, se mantendrá por la acera oeste de la vía en el tramo comprendido desde las calles Av. JoséMaría Egas y Av. Isidro Ayora hasta las calles Av. JoséMaría Egas y Av. Rodolfo Baquerizo y para el tramo comprendido desde las calles Av. JoséMaría Egas y Av. José Antonio Parra hasta las calles Av. JoséMaría Egas y Av. Isidro Ayora el diseño de alumbrado público se instalara de tipo tresbolillo o en zigzag, para ello la **EEPG** ha solicitado que los postes a instalar sean de 10.0 m de altura , y estarán separados linealmente uno del otro 25 mts acogiendo las regulaciones del CONELEC.

Las bajantes eléctricas que este sistema requiera están claramente indicadas en los planos correspondientes y por lo general se encuentran en las calles transversales fuera de los límites de intervención del proyecto, lugar donde la **EEPG** hincará los postes de hormigón, que se requieran. Con la relación a este tema, debe tomarse muy en cuenta que el constructor deberá instalar el codo correspondiente con tubería metálica rígida de dimensiones que se indican en los planos; este codo deberá quedar aplomado y separado del poste dos centímetros con la finalidad de que la **EEPG** pueda colocar la unión rígida y los tubos de bajante correspondiente.

iv. Sistema de distribución en baja tensión.

Para el sistema de distribución en baja tensión se realizará un reordenamiento de los cables aéreos existentes, llevándolos de manera subterránea por una canalización conformada por tubería PVC rígida corrugada doble pared tipo B para uso eléctrico de 110 mm de diámetro.

El recorrido de esta canalización y el número de tuberías en cada tramo se indican en los planos correspondientes. La instalación técnica de esta canalización deberá incluir:

- ✓ La colocación de los sellos en la unión de las tuberías corrugadas doble pared, a fin de evitar filtraciones de agua hacia el interior de las tuberías y por ende hacia las cajas de paso.
- ✓ La camada de arena que rodea a la batería de tubos que conforman esta canalización para su protección mecánica.
- ✓ La colocación de separadores de madera o plástico sobre todo a la llegada y salida de las cajas de paso de 80x80x80 cm con la finalidad de obtener: 1) un ordenamiento de la distribución de las tuberías, 2) lograr que la arena se introduzca entre los tubos y 3) impedir que las tuberías, se junte a la llegada a las eléctricas evitando filtraciones que son producidas por la falta de material de hormigón en la fundición de las cajas.

Se implementarán cajas de paso de las medidas indicadas en los planos de acuerdo a los requerimientos de la EEPG las mismas que estarán ubicadas en la acera. Estas cajas podrán ser de hormigón simple salvo en el caso que se encuentren en la calzada o en las entrada de garajes en cuyo caso deberán ser de hormigón armado. Las tapas serán de concreto con marco y contra marco de acuerdo a las especificaciones de diseño.

- ✓ Para las cajas de 80x80x80cm, y las tapas de concreto con marco y contra marco de 80x80x80 cm de diámetro.
- ✓ Las tapas de las cajas deberán estar identificada con la leyenda “**ELECTRICO**”
- ✓ En cada cuadra se dejara una tubería pasante por reglamento de la EEPG de acuerdo con normas dictadas por CONELEC.

b) Especificaciones técnicas eléctricas

El siguiente texto muestra las especificaciones técnicas de los materiales a usarse en los sistemas eléctricos en el proceso constructivo de la obra en mención. Debe tenerse en consideración que en jerarquía, los planos arquitectónicos prevalecen sobre los demás planos técnicos en lo que se refiere a ubicación y orientación de elementos.

i. Normas y reglamentos aplicables

Mientras no se indique lo contrario, o se especifique en planos, todos los materiales eléctricos, equipos, e instalación, se regirán de acuerdo a lo establecido en las siguientes instituciones:

- ✓ National Electrical Code de National Fire Protection Association
- ✓ American National Standards Institute (ANSI)
- ✓ National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- ✓ Underwriter’s Laboratories (UL)
- ✓ American Society for testing and Materials (ASTM)
- ✓ Insulated Cables Engineers Association (ICEA)

- ✓ NATSIM
- ✓ Normas y reglamentos de la Unidad Eléctrica Local EEGG.

Todos los materiales serán de alta calidad, nuevos, sin uso, libres de defectos, y adecuados para el uso que se ha determinado.

ii. Principales materiales a utilizar

✓ Caja De Paso De Hormigón Simple 80x80x80cm

Son las cajas construidas en las aceras y que sirven de cajas de revisión e inspección del cableado subterráneo de las Redes Eléctricas, tanto para distribución en Media Tensión 13.2KV, como las del secundario subterráneo en Baja Tensión a 120/240V., que servirán para la conexión de las diversas acometidas a las viviendas o edificios del sector regenerado.

Estas cajas serán de 0.8x0.8x0.8m (medidas interiores) como se muestra en la figura 4.1, y en su fondo habrá un sumidero con un diámetro de 2" con una pendiente del 1%.

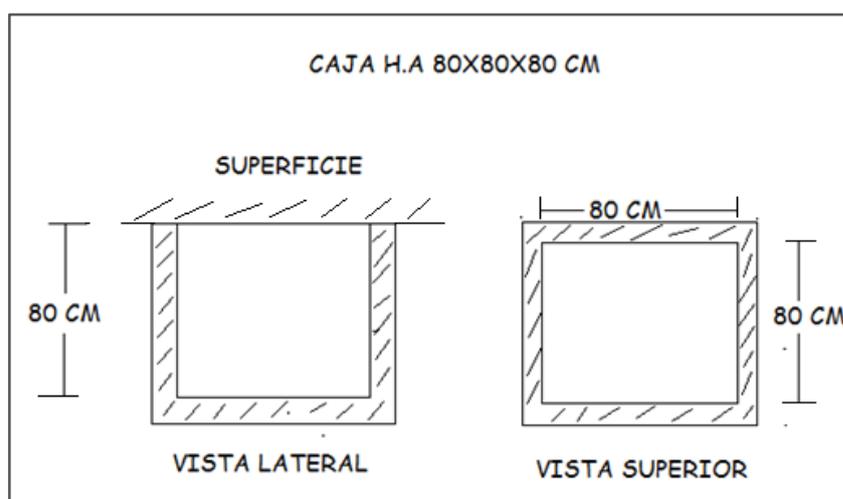


Figura 4. 1: Caja de paso eléctrica 0.8x0.8x0.8 m H.A
Elaborado por: Juan José Carriel Q.

✓ **Tapa De Concreto Con Marco Y Contra Marco 80x80x80 Cm**

Son las tapas de concreto 80x80x80 cm, a ser instaladas en las cajas de paso del sistema Eléctrico de 80x80x80 cm que se construyan en zonas regeneradas como se muestra a continuación en la figura 4.2.

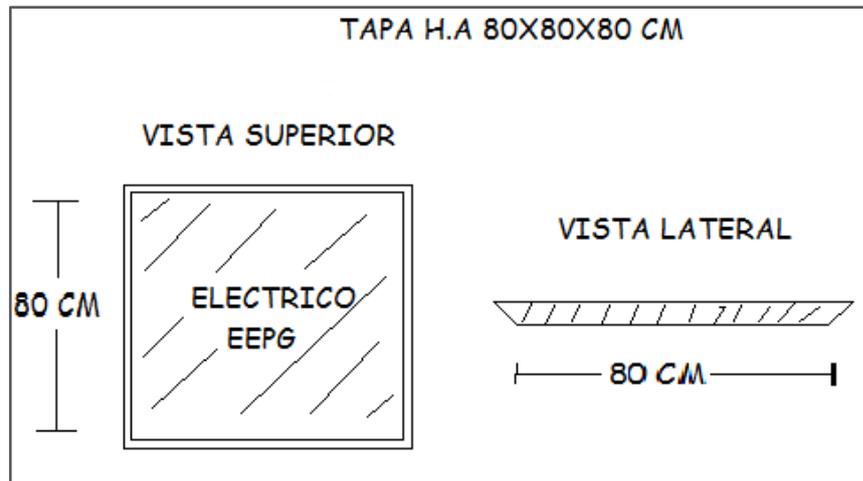


Figura 4. 2: Tapa de Concreto con Marco y Contra Marco 80x80x80cm
Elaborado por Juan José Carriel Q.

✓ **Canalización con 4 tubos pvc de 4"-110mm corrugada doble pared tipo b.**

Esta canalización servirá tanto para la instalación del cableado eléctrico por parte de la EEPG y que servirá para la energización del sistema eléctrico como para el sistema de comunicaciones subterráneo. Esta canalización se usa en los lugares indicados en el plano y deberá incluir una cama de arena y los separadores (plásticos o de madera) entre las respectivas tuberías, los cuales se deberán dejar a lo largo de su recorrido.

La tubería que se utilizará en la canalización en referencia será PVC de 110 mm corrugada de doble pared como lo muestra en la figura 4.3 y cuenta con las siguientes características técnicas:

- ✓ Tubería estructural de doble pared con superficie interior lisa y exterior corrugada
- ✓ Aislante eléctrico
- ✓ Total impermeabilidad en las juntas

- ✓ Gran resistencia a la abrasión (al roce de cables y pasantes)
- ✓ Rigidez y resistencia al aplastamiento
- ✓ Alta resistencia química

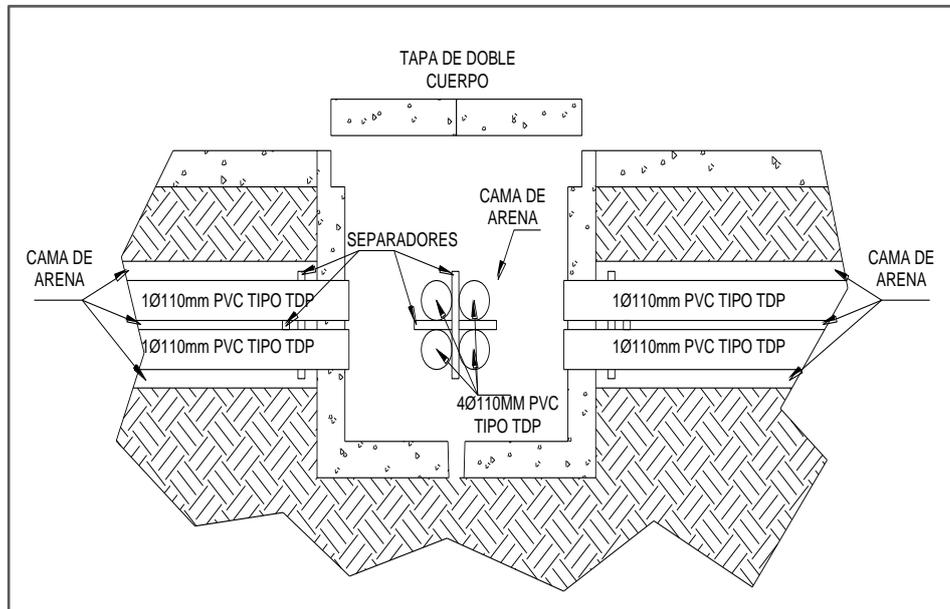


Figura 4. 3: Canalización con 4 tubos PVC de 110 mm corrugada doble pared tipo B.

Fuente: CONELEC

- ✓ **Canalización con 1 tubo de 1" pvc pesada para uso eléctrico mas codo pvc de 1" (alumbrado público).**

Esta canalización servirá para el tendido de las acometidas del sistema de Alumbrado Público, a las respectivas luminarias. La tubería que se utilizará en la canalización en referencia será tipo conduit PVC pesada de 1" (25 mm) de diámetro, 1,5 mm de espesor, espiga campana (E/C) y unión por cementado solvente como se muestra en la figura 4.4, y cuenta con las siguientes características técnicas:

- ✓ Aislante eléctrico y alta resistencia química
- ✓ Trabajan a grandes presiones y con períodos de vida útil prolongados.
- ✓ Gran resistencia a la abrasión (al roce de cables y pasantes).
- ✓ Resisten asentamientos diferenciales y permiten deflexiones.



Figura 4. 4: Canalización con 1 tubo de 1" PVC pesada para uso eléctrico más codo PVC de 1" (alumbrado público).

Fuente: <http://www.marpalsac.com>

✓ **Cable concéntrico 3x10 cobre awg.**

Este se refiere al cable que servirá para alimentar los postes desde la caja eléctrica más cercana, hasta la base de la luminaria, a través de la canalización subterránea de diámetro 1". El cable a utilizar será del tipo concéntrico 3x10AWG con aislamiento THW como se muestra en la figura 4.5.

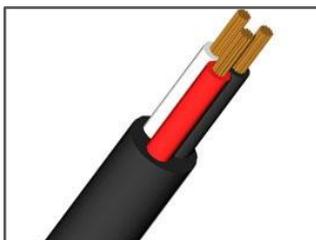


Figura 4. 5: Cable concéntrico 3x10 Cu

Fuente: <http://www.ryrcontrolmatic.com>

✓ **Conductor Ttu 0.6 Kv**

Los conductores de cobre tipo TTU-0.6 KV son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales y comerciales, son especialmente aptos para instalaciones a la intemperie o directamente enterrados, tal como se especifica en el NationalElectricalCode.

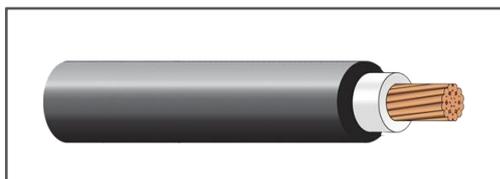


Figura 4. 6: Conductor Ttu 0.6 Kv

Fuente: <http://electrocable.com>

Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es 75 °C y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es 600 V. A continuación la figura 10 muestra una tabla donde se presentan los calibres del conductor TTU 0.6 KV.

Tabla 4. 1: Calibres del conductor TTU 0.6 KV.

CALIBRE AWG ó MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPEJOR AISLAMIENTO mm.	ESPEJOR CHAQUETA mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	ALTERNAT. DE EMBALAJE.
8	8,37	7 x 1,23	1,14	0,38	6,73	109,0	70	50	B,E,Z
6	13,30	7 x 1,55	1,14	0,76	8,45	170,0	95	65	E,Z
4	21,15	7 x 1,96	1,14	0,76	9,68	301,0	125	85	E,Z
2	33,62	7 x 2,47	1,14	0,76	11,21	376,0	170	115	E,Z
1	42,36	7 x 2,78	1,40	1,14	13,42	461,5	195	130	E,Z
1/0	53,49	19 x 1,89	1,40	1,14	14,53	609,0	230	150	D,E,Z
2/0	67,43	19 x 2,12	1,40	1,14	15,68	747,0	265	175	D,E,Z
3/0	85,01	19 x 2,39	1,40	1,14	17,03	915,0	310	200	D,E,Z
4/0	107,20	19 x 2,68	1,40	1,14	18,48	1132,0	360	230	D,E,Z
250	127,00	37 x 2,09	1,65	1,65	21,23	1390,0	405	255	Z
300	152,00	37 x 2,29	1,65	1,65	22,63	1641,0	445	285	Z
350	177,00	37 x 2,47	1,65	1,65	23,89	1889,0	505	310	Z
400	203,00	37 x 2,64	1,65	1,65	25,08	2137,0	545	335	Z
500	253,00	37 x 2,95	1,65	1,65	27,25	2627,0	620	380	Z
600	304,00	37 x 3,23	2,03	1,65	29,97	3144,0	690	420	Z
650	329,00	37 x 3,37	2,03	1,65	30,95	3409,0	725	440	Z
700	355,00	37 x 3,49	2,03	1,65	31,79	3593,0	755	460	Z

Fuente <http://electrocable.com>

✓ **Codo metálico rígido de 0-3”/4” para uso eléctrico.**

Se refieren a los codos metálicos rígidos de -3”/0-4” de radio largo L/R, para uso eléctrico, con rosca terminal en sus extremos como se muestra en la fig.8, esta se acoplara la tubería de la bajante eléctrica, ya sea para acometidas en media tensión (13.2KV) o para bajadas al secundario subterráneo, van desde la caja de paso eléctrica al poste, deberán quedar aplomados a 2 cm. del poste, para facilitar el acople a la correspondiente canalización de la alimentadora eléctrica.



Figura 4. 7: Codo metálico rígido de 0-3"/4" para uso eléctrico

Fuente: <http://steelpipesinchina.es/>

✓ **Base de HH.AA. Para poste tipo unificado (30x30x180 cms).**

Se refiere a la construcción de la base para el poste metálico tipo unificado PU. Se utilizara 5 varillas de hierro de 5/8" con superficie lisa roscada en su extremo una longitud de 4", con estribos de 0-8mm cada 15 cm, que serán soldados a una placa de acero ASTM A-36 D=50mm (1/2"), 8 refuerzos de varillas de hierro de 0-16mm, de 1,80m de longitud. La placa contendrá pernos galvanizados soldados de 0-5/8" SAE-GR5. Toda la base será revestida de hormigón.

✓ **Poste Metálico Unificado De 10.0M – 400kg .Autosoportante.**

Se refiere al poste metálico unificado, El poste será construido con tubería metálica de acero de calidad ASTM 53 hierro negro de 1/2" de espesor, Schedule 20, será construido por tramos de 8", 6" y 4", contará con una placa de acero tipo hembra ASTM- A36 de 50mm (1/2") de espesor, sostenida por 4 cartelas de 20cm de altura, con espesor de 1/2", con perforaciones de 0-3/4" para pernos y la perforación para el cableado de 11cm de diámetro en el centro de la placa, esta placa tendrá un espesor de 1/2. En estos postes, se puede instalar la cartela para la luminaria de alumbrado público. El poste será pintado color verde esmalte sin brillo, para cumplir nuevas regulaciones del CONELEC.

✓ **Luminaria de vapor de sodio hp-250w con fotocélula incorporada (uso en reg. Urbana).**

Se refiere a la provisión e instalación de la luminaria de vapor de sodio para alta presión de 250W-220V como lo muestra en las figuras 4.8 y 4.9.



Figura 4. 8: Luminaria de vapor de sodio hp-250w con fotocélula incorporada (uso en reg. urbana).

Fuente: <http://alumbradopublico.com.mx/>

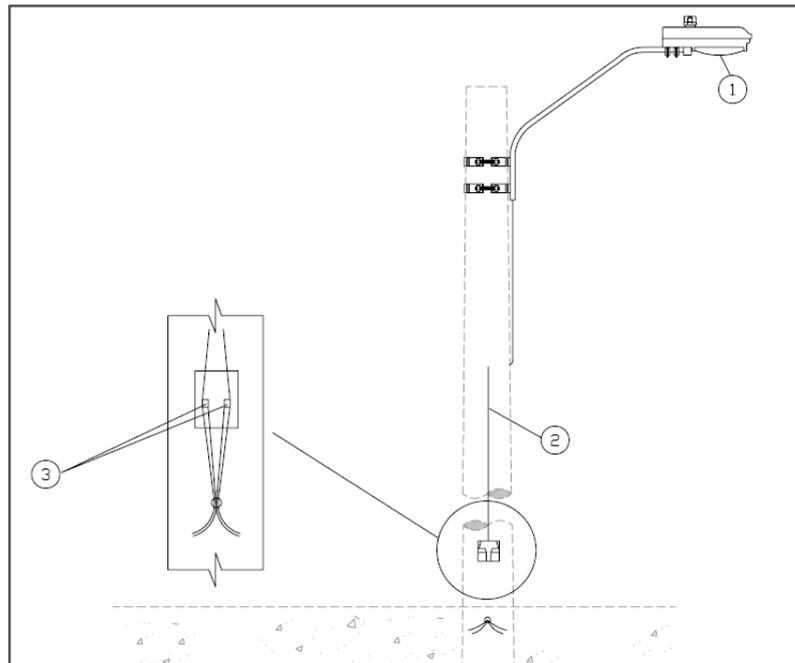


Figura 4. 9: Montaje de luminaria de 250w de sodio

1) Luminaria, 2) trayectoria del conductor que alimentara la luminaria, 3) caja de paso para revisión de acometida a luminaria (empalme).

Fuente: Sistema de unidad de propiedad del CONELEC

✓ **Excavación.**

Se refiere a la excavación, que se tiene que efectuar en las aceras de la zona intervenida por la colocación de tuberías PVC requeridas por la infraestructura eléctrica, en media y baja tensión de las redes de distribución.

✓ **Relleno.**

Este rubro se refiere al relleno con un nuevo material, que se tiene que efectuar en las aceras de la zona intervenida por la colocación de tuberías PVC requeridas por la infraestructura eléctrica en media y baja tensión de las redes de distribución, del sector a ser regenerado.

✓ **Transformador Tipo Padmounted 75 KVA 1F**

Se refiere al transformador tipo Pad Mounted que se instalara en reemplazo de los transformadores tipo convencional ubicados en el área de intervención, mostrado en la figura 4.10. Su capacidad esta descrita en los planos propuestos de regeneración junto a su ubicación. Este transformador será de tipo malla para así formar un lazo en conjunto con otros transformadores de tipo Pad Mounted.



Figura 4. 10: Transformador tipo Pad Mounted tipo malla 75 KVA

Fuente: <http://www.technogroup.com.pe>

✓ **Transformador Tipo Padmounted 100 KVA 1F**

Se refiere al transformador tipo Pad Mounted que se instalara en reemplazo de los transformadores tipo convencional ubicados en el área de intervención, mostrado en la figura 4.11. Su capacidad esta descrita en los planos propuestos de regeneración junto a su ubicación. Este transformador será de tipo malla para así formar un lazo en conjunto con otros transformadores de tipo Pad Mounted.



Figura 4. 11: Transformador tipo Pad Mounted tipo malla 100 KVA
Fuente: <http://www.technogroup.com.pe>

✓ **Interruptor de distribución subterráneo tipo vista 15 KV.**

El interruptor de distribución subterránea Vista ofrece un importante avance en cuanto a la facilidad y seguridad de las operaciones para tableros de distribución de medio voltaje (ver figura 4.13).



Figura 4. 12: Interruptor de distribución subterráneo tipo vista 15 KV.
Fuente: <http://www.technogroup.com.pe>

El interruptor UDS Vista incorpora un nuevo nivel de seguridad y simplicidad al eliminar la necesidad de manejar cables durante las operaciones de rutina. Todo es posible con la gran cantidad de innovaciones del sistema Vista, entre las que se incluyen:

- Operación más simple, segura y a cargo de una sola persona
- Equipo en el lugar sin comprometer la estética.
- Hasta seis seccionadores e interruptores de falla de disparo.
- Coordinación, flexibilidad y confiabilidad superiores.

iii. Lista de materiales a utilizar

PRESUPUESTO DE MATERIALES A UTILIZAR "REGENERACION JOSE MARIA EGAS"			
ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNID
1	Caja de paso concreto 80x80x80cm	160	U
2	Tapa de concreto con marco y contra marco 80x80x80cm	160	U
3	Lámpara de Sodio 250	35	U
4	Foto célula 100 w, 240 VOLTIOS	44	U
5	Tubo corrugado doble pared tipo B ϕ 100 mm PVC	5520	U
6	Tubo metálicorígido 3"	20	U
7	Tubo metálicorígido 4"	86	U
8	Reversible metálicorígido 3 "	20	U
9	Reversible metálicorígido 4 "	43	U
10	Codo metálicorígido 3"	20	U
11	Codo metálicorígido 4"	43	U
12	Poste metálico 12 mts	1	U
13	Poste metálico 10 mts	25	U
14	Transformador tipo Pad Mounted 100 KVA	10	U
15	Transformador tipo Pad Mounted 75 KVA 7967/240/120 V	1	U
16	Interruptor de distribuciónsubterránea tipo vista 15 KV	1	U
17	Caja porta fusible 100A,15KV	13	U
18	Tira fusible 15 KV	13	U
19	Grapa De Línea Caliente De # 2 a # 1/0	11	U
20	Grapa tipo pistola	22	U
21	Pararrayo 10KV	10	U
22	Aislador tipo pin	18	U
23	Perno Pin Galvanizado ESPG. DE 5/8"x 8"	18	U
24	Aislador De Suspensión (De Disco) ANSI 52 - 1, 15 KV.	42	U

PRESUPUESTO DE MATERIALES A UTILIZAR "REGENERACION JOSE MARIA EGAS"			
ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNID
26	Poste hormigón armado 12 mts	16	U
27	Poste hormigón armado 10 mts 350 KG	26	U
28	Cruceta centrada doble	20	U
29	Cable concéntrico 3x10 CU.	500	M
30	Cable No.2 TTU CU	655	M
31	Cable No.4 TTU CU	140	M
32	Cable de CU TTU No. 2/0 AWG	180	M
33	Cable de CU TTU No. 3/0 AWG	1106	M
34	Cable de CU TTU No. 4/0 AWG	140	M
35	Cable de CU TTU No. 350MCM AWG	938	M
36	Cable de CU TTU No. 500MCM AWG	80	M
37	Cinta plástica para alta tensión No. 33	20	U
38	Cinta caucho para alta tensión No.23	20	U
39	Unión metálica rígida de 4" U.S.A	43	U
40	Unión metálica rígida de 3" U.S.A	20	U
41	Punta terminal exterior # 2 - 15kv	9	U
42	Aislador tipo rollo (DE GARRUCHA) ANSI 53-2	108	U
43	Excavación y relleno	500	M
44	Mano de obra	1	T

iv. Tensiones nominales

Las tensiones nominales a manejar serán las conocidas en el territorio ecuatoriano:

Media tensión 13.2 KV

Baja tensión 240 V -120

v. Frecuencia

La frecuencia manejada para los circuitos será la de 60 Hz.

vi. Factor de potencia

El factor de potencia utilizado para nuestro estudio es de 0.9.

c) Calculo de demanda

Se realizará un cálculo de demanda máxima para saber si los transformadores actuales están en condiciones para seguir operando, si están sobrecargados o si están funcionando con poca carga para luego sacar conclusiones de cada transformador. Se consideró una demanda de 2.5 KW para cada vivienda en función al área del solar de acuerdo con las recomendaciones del código nacional de electricidad que dicta que:

- a. Hasta 90 m² se recomienda considerar para el cálculo de demanda máxima una potencia promedio por casa de 2.5 KW.
- b. Pasado de 90 m² se recomienda adicionar 1KW sin dejar de considerar cargas mayores como motores.

Nota: La ubicación de los transformadores se encuentra en los planos eléctricos enumerados de acuerdo a lo que se muestra a continuación. Donde TR equivale a TRANSFORMADOR.

✓ TR-1 50 KVA

N° de Viviendas (N°V) = 40

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP(KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 40 = 100 KW x 0.8 = 80 KW

KVA = 80 KW /0.9= 88 KVA

DEMANDA MAXIMA = 88 KVA.

✓ TR-2 50 KVA 13-5721

N° de Viviendas (N°V) = 3

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 8 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

$KVA = KW / FP$

$KW \text{ total} = PP (KW) \times N^{\circ}V \times (FC)$

$KW \text{ total} = 8 \times 3 = 24 \text{ KW} \times 0.8 = 19.2 \text{ KW}$

$KVA = 19.2 \text{ KW} / 0.9 = 21.3 \text{ KVA}$

DEMANDA MAXIMA = 21.3 KVA.

✓ **TR-3 50 KVA 13-27992**

N° de Viviendas (N°V) = 30

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

$KVA = KW / FP$

$KW \text{ total} = PP (KW) \times N^{\circ}V \times (FC)$

$KW \text{ total} = 2.5 \times 30 = 75 \text{ KW} \times 0.8 = 60 \text{ KW}$

$KVA = 60 \text{ KW} / 0.9 = 66.6 \text{ KVA}$

DEMANDA MAXIMA = 66.6 KVA.

✓ **TR-4 50 KVA 13-20036**

N° de Viviendas (N°V) = 30

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

$KVA = KW / FP$

$KW \text{ total} = PP (KW) \times N^{\circ}V \times (FC)$

$KW \text{ total} = 2.5 \times 30 = 75 \text{ KW} \times 0.8 = 60 \text{ KW}$

$KVA = 60 \text{ KW} / 0.9 = 66.6 \text{ KVA}$

DEMANDA MAXIMA = 66.6 KVA.

✓ **TR-5 50 KVA 13-27416**

N° de Viviendas (N°V) = 36

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 36 = 90 KW x 0.8 = 72 KW

KVA = 72 KW /0.9= 80 KVA

DEMANDA MAXIMA = 80 KVA.

✓ **TR-6 50 KVA 13-15008**

N° de Viviendas (N°V) = 8

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 8 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 8 x 8 = 64 KW x 0.8 = 51.2 KW

KVA = 51.2 KW /0.9= 56.8 KVA

DEMANDA MAXIMA = 56.8 KVA.

✓ **TR-7 50 KVA**

N° de Viviendas (N°V) = 24

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 24 = 60 KW x 0.8 = 48 KW

KVA = 48 KW /0.9= 53.3 KVA

DEMANDA MAXIMA = 53.3 KVA.

✓ **TR-8 50 KVA**

N° de Viviendas (N°V) = 25

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 25 = 62.5 KW x 0.8 = 50 KW

KVA = 50 KW /0.9= 55.5 KVA

DEMANDA MAXIMA = 55.5 KVA.

✓ **TR-9 50 KVA 13-12700**

N° de Viviendas (N°V) = 23

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 23 = 57.5 KW x 0.8 = 46 KW

KVA = 46 KW /0.9= 51.1KVA

DEMANDA MAXIMA = 51.1 KVA.

✓ **TR-10 50 KVA 13-17086**

N° de Viviendas (N°V) = 23

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 23 = 57.5 KW x 0.8 = 46 KW

KVA = 46 KW /0.9= 51.1KVA

DEMANDA MAXIMA = 51.1 KVA.

✓ **TR-11 50 KVA**

N° de Viviendas (N°V) = 18

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 18 = 45 KW x 0.8 = 36 KW

KVA = 36 KW /0.9= 40 KVA

DEMANDA MAXIMA = 40 KVA.

✓ **TR-12 50 KVA 13-9654**

N° de Viviendas (N°V) = 21

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 21 = 52.5 KW x 0.8 = 42 KW

KVA = 42 KW /0.9= 46.6 KVA

DEMANDA MAXIMA = 46.6 KVA

✓ **TR-13 50 KVA 13-27525**

N° de Viviendas (N°V) = 18

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 18 = 45 KW x 0.8 = 36 KW

KVA = 36 KW /0.9= 40 KVA

DEMANDA MAXIMA = 40 KVA.

✓ **TR-14 50 KVA**

N° de Viviendas (N°V) = 25

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 25 = 62.5 KW x 0.8 = 50 KW

KVA = 50 KW /0.9= 55.5 KVA

DEMANDA MAXIMA = 55.5 KVA

✓ **TR-15 50 KVA 13-15062**

N° de Viviendas (N°V) = 13

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 13 = 32.5 KW x 0.8 = 26 KW

KVA = 26 KW /0.9= 28.8 KVA

DEMANDA MAXIMA = 28.8 KVA

✓ **TR-16 50 KVA 13-26396**

N° de Viviendas (N°V) = 4

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 3.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 3.5 x 4 = 14 KW x 0.8 = 11.2 KW

KVA = 11.2 KW /0.9= 12.4 KVA

DEMANDA MAXIMA = 12.4 KVA.

✓ **TR-17 50 KVA 13-22329**

N° de Viviendas (N°V) = 25

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 25 = 62.5 KW x 0.8 = 50 KW

KVA = 50 KW /0.9= 55.5 KVA

DEMANDA MAXIMA = 55.5 KVA.

✓ **TR-18 50 KVA 13-11137**

N° de Viviendas (N°V) = 25

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

KW total= 2.5 x 25 = 62.5 KW x 0.8 = 50 KW

KVA = 50 KW /0.9= 55.5 KVA

DEMANDA MAXIMA = 55.5 KVA.

✓ **TR-19 50 KVA 13-9129**

N° de Viviendas (N°V) = 23

Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP) = 2.5 KW

Factor de Coincidencia (FC) = 0.8

Factor de Potencia (FP) = 0.9

KVA= KW/FP

KW total = PP (KW) x N°V x (FC)

$$\text{KW total} = 2.5 \times 23 = 57.5 \text{ KW} \times 0.8 = 46 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 46 \text{ KW} / 0.9 = 51.1 \text{ KVA}$$

DEMANDA MAXIMA = 51.1 KVA.

✓ **TR-20 50 KVA 13-10264**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 23$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 23 = 57.5 \text{ KW} \times 0.8 = 46 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 46 \text{ KW} / 0.9 = 51.1 \text{ KVA}$$

DEMANDA MAXIMA = 51.1 KVA.

✓ **TR-21 50 KVA 13-13334**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 18$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 18 = 45 \text{ KW} \times 0.8 = 36 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 36 \text{ KW} / 0.9 = 40 \text{ KVA}$$

DEMANDA MAXIMA = 40 KVA.

✓ **TR-22 50 KVA 13-28316**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 18$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 18 = 45 \text{ KW} \times 0.8 = 36 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 36 \text{ KW} / 0.9 = 40 \text{ KVA}$$

DEMANDA MAXIMA = 40 KVA.

✓ **TR-23 50 KVA 13-15806**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 4$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 3.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 3.5 \times 4 = 14 \text{ KW} \times 0.8 = 11.2 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 11.2 \text{ KW} / 0.9 = 12.4 \text{ KVA}$$

DEMANDA MAXIMA = 12.4 KVA.

✓ **TR-00 50 KVA**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 18$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 18 = 45 \text{ KW} \times 0.8 = 36 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 36 \text{ KW} / 0.9 = 40 \text{ KVA}$$

✓ **TR-24 50 KVA 13-26268**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 18$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 18 = 45 \text{ KW} \times 0.8 = 36 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 36 \text{ KW} / 0.9 = 40 \text{ KVA}$$

✓ **TR-25 50 KVA 13-14194**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 25$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 25 = 62.5 \text{ KW} \times 0.8 = 50 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 50 \text{ KW} / 0.9 = 55.5 \text{ KVA}$$

$$\text{DEMANDA MAXIMA} = 55.5 \text{ KVA.}$$

✓ **TR-26 50 KVA 13-1326**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 18$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 18 = 45 \text{ KW} \times 0.8 = 36 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 36 \text{ KW} / 0.9 = 40 \text{ KVA}$$

$$\text{DEMANDA MAXIMA} = 40 \text{ KVA.}$$

✓ **TR-27 50 KVA 13-22328**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 21$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 21 = 52.5 \text{ KW} \times 0.8 = 42 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 42 \text{ KW} / 0.9 = 46.6 \text{ KVA}$$

✓ **TR-28 50 KVA 13-21396**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 18$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 18 = 45 \text{ KW} \times 0.8 = 36 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 36 \text{ KW} / 0.9 = 40 \text{ KVA}$$

$$\text{DEMANDA MAXIMA} = 40 \text{ KVA.}$$

✓ **TR-29 50 KVA**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 13$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 13 = 32.5 \text{ KW} \times 0.8 = 26 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 26 \text{ KW} / 0.9 = 28.8 \text{ KVA}$$

$$\text{DEMANDA MAXIMA} = 28.8 \text{ KVA}$$

✓ **TR-30 50 KVA 13-21390**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 18$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 18 = 45 \text{ KW} \times 0.8 = 36 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 36 \text{ KW} / 0.9 = 40 \text{ KVA}$$

$$\text{DEMANDA MAXIMA} = 40 \text{ KVA.}$$

✓ **TR-31 50 KVA 35576**

$$\text{N}^\circ \text{ de Viviendas (N}^\circ\text{V)} = 13$$

$$\text{Potencia Promedio Consumida por c/ vivienda (PP)} = 2.5 \text{ KW}$$

$$\text{Factor de Coincidencia (FC)} = 0.8$$

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = 0.9$$

$$\text{KVA} = \text{KW} / \text{FP}$$

$$\text{KW total} = \text{PP (KW)} \times \text{N}^\circ\text{V} \times (\text{FC})$$

$$\text{KW total} = 2.5 \times 13 = 32.5 \text{ KW} \times 0.8 = 26 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = 26 \text{ KW} / 0.9 = 28.8 \text{ KVA}$$

$$\text{DEMANDA MAXIMA} = 28.8 \text{ KVA}$$

d) Simbología

i. Generalidades

- ✓ En los diseños de redes para representar instalaciones proyectadas la figura que represente el elemento, será dibujado con una línea continua y, para representar las instalaciones existentes o en operación el símbolo será dibujado en líneas entrecortadas tipo DASHED2.
- ✓ La representación de un elemento a retirar, es dibujando una cruz sobre el símbolo del elemento que se va a retirar.
- ✓ La representación de un elemento a sustituir, es con una elipse que encierra a dicho elemento.
- ✓ La ubicación de la etiqueta puede ser superior, inferior o lateral (derecha, izquierda) a la figura, dependiendo del espacio del que se disponga en el plano.

ii. Conceptos básicos

Figura: Es una representación gráfica del elemento del sistema de distribución.

Etiqueta: Es una leyenda alfanumérica que nos ayuda a completar la información proporcionada por la figura.

Símbolo: Es una representación perceptible, constituidas por figuras y etiquetas, que permite caracterizar un elemento del sistema de distribución.

iii. Transformadores en redes de distribución

Figura:

Está representada por un triángulo añadido diferentes detalles, para establecer la ubicación y el número de fases, las figuras definidas son:

Etiqueta:

Está definida por el tipo y potencia del transformador.

Tipo	Potencia
C	η
A	

Donde:

C : Convencional

A : Autoprotegido

η : Número que identifica la capacidad o potencia nominal del transformador

Banco de 2 transformadores instalado en cabina o cámara



Banco de 3 transformadores instalado en cabina o cámara



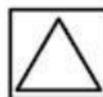
Transformador monofásico instalado en poste



Transformador trifásico instalado en poste



Transformador monofásico instalado en cabina o cámara



Transformador trifásico instalado en cabina o cámara.



Transformador monofásico tipo Pedestal o Padmounted instalado exteriormente



Transformador trifásico tipo Pedestal o Padmounted instalado en cabina o cámara

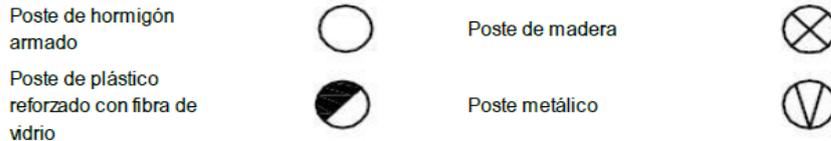


Fig. Imagen de unidad de propiedad MEER

iv. Postes en redes de distribución

Figura:

Está representada por una circunferencia añadida con diferentes detalles de acuerdo al tipo de material.



• **Etiqueta:**

Está definida por la forma y altura del poste:

Forma	Altura
C	η
R	
H	
O	
T	

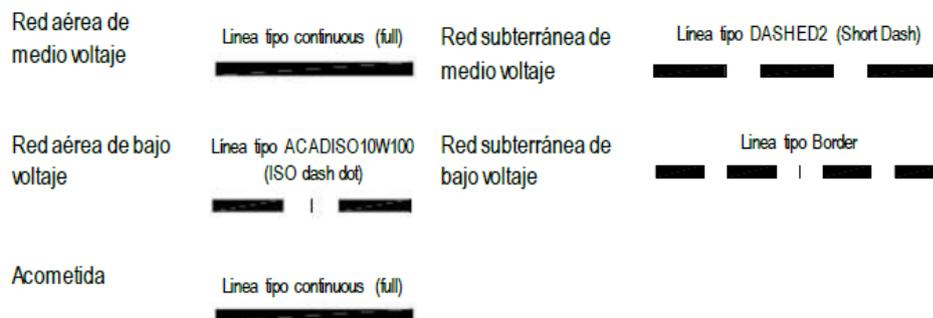
Donde:

- C : Circular
- R : Rectangular
- H : Forma H
- O : Ornamental
- T : Torre
- η : Número entero que identifica la longitud del poste

v. Conductores y acometidas en redes de distribución

Figura:

Está representada por diferentes tipos de línea, de acuerdo con el voltaje del sistema de distribución y al sitio de instalación.



Nota: Para el caso de diseño, la diferenciación entre red existente y proyectada está en el grosor de la línea, así para redes proyectadas el grosor de la línea es mayor que para redes existentes.

vi. Simbología a utilizar en planos

Figura 17 Simbología

SIMBOLOGIA	
	POSTE A INSTALAR 9 MTS
	POSTE H.A. EXISTENTE
	POSTE H.A. A RETIRAR
	POSTE METALICO A INSTALAR
	PRIMARIO AEREO A INSTALAR
	SECUNDARIO SUBTERRANEO A INSTALAR
	PRIMARIO SUBTERRANEO A INSTALAR
	SECUNDARIO AEREO EXISTENTE
	PRIMARIO AEREO EXISTENTE
	TUBERIA TIPO DOBLE PARED CORRUGADA 4 #110 mm PVC
	CAJA FUSIBLE 100A-15KV.
	CAJA NUEVA 80X80X80
	PUNTA TERMINAL. SE INDICA INSTALACIÓN
	PARARRAYOS 10 KV. SE INDICA INSTALACIÓN
	LUMINARIA DE SOCIO 250W A. INSTALAR
	LUMINARIA A RETIRAR
	TRANSFORMADOR EXISTENTE
	TRANSFORMADOR A RETIRAR
	TRANSFORMADOR. PAD MOUNTED TIPO MLLA

Elaborado por Juan José Carriel Q.

CAPÍTULO V

5.1 Problemas encontrados y soluciones propuestas

Dentro del diseño de regeneración y específicamente a la hora de implantar y comenzar a diseñar la nueva red de distribución eléctrica subterránea en media y baja tensión nos encontramos con diversos problemas, los cuales se los analizaron y con ayuda de personas especializadas en el tema se dieron las respectivas soluciones para seguir con el diseño.

En este subtema enunciaremos el problema para luego proceder a dar la solución técnica la cual nos ayudara a continuar con nuestro proyecto. Entre los problemas encontrados tenemos los siguientes:

a) Análisis de transformadores existentes en el área de intervención (reubicación y/o reemplazo)

Este tema trata del inconveniente presentado en el área a intervenir, aquí se encontraban transformadores tipo convencional y auto protegido a lo largo del área a regenerar, para lo cual era necesario ver la posibilidad de alguna forma ubicar los transformadores en las calles transversales a la calle a regenerar o ver que tan factible era reemplazarlos e instalar transformadores tipo Pad Mounted para solucionar dicho inconveniente.

Para ello enumeramos los transformadores que ocasionaban problemas por encontrarse en el área a intervenir para luego proceder a dar una solución técnica al problema.

En el siguiente listado mencionaremos los problemas encontrados en el área a regenerar con respecto a los transformadores correspondiente a la red de distribución aérea existente.

- ✓ **Transformador #1 50 KVA Autoprotegido, Ubic. Calle Av. JoséMaría Egas e intersección callejón 2° PA 17.**

Problema:

Se constató que este transformador alimenta a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

Este transformador se lo conservara ya que está a 2 mts del arranque del área a regenerar y consideramos que se lo mantiene, el cual es alimentado con una línea primaria monofásica proveniente de la Av. José Antonio Parra.

A este transformador se le realizó un estudio para saber a qué abonados alimentaba dicho transformador y además analizar el cálculo de la demanda y así estaba en condiciones para seguir operando o se tendría que retirar. Se concluyó que sí estaba operativo ya que cumplía con la capacidad óptima para mantenerla la capacidad del transformador.

Este transformador alimentara 11 abonados ubicados vía subterránea. En el poste del transformador se instalara 1 tubo rígido de $\varnothing 4"$ + 1 reversible $\varnothing 4"$ + codo rígido $\varnothing 4"$ para bajante de secundario a alimentar vía subterráneo con 2C#3/0+N#2 CU TTU.

- ✓ **Transformador #2 50 KVA 13-5721 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y 1° callejón 17 NE.**

Problema:

Se constató que este transformador está en el área de regeneración y además alimenta a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

El transformador se lo trasladara hacia las calles 1° callejón 17 NE y Av. José María Egas a 3 mts del área de arranque de regeneración manteniendo las mismas características y se instalara en un poste N° P86854 existente, en el cual se instalara un tubo rígido de \varnothing 4" + 1 reversible rígido de \varnothing 4" + un codo rígido de \varnothing 4", adicional se instalaran dos aisladores tipo disco y un tensor de media tensión tipo bola.

La distribución secundaria subterránea se la realizara con 2C#3/0+1N#2 CU TUU.

- ✓ **Transformador #3 50 KVA 13-27992 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas entre Mz 1647 y Mz 1648 Cdla. Sauces 7**

Problema:

Se constató que este transformador está en el área de regeneración y además alimenta a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

El transformador se lo trasladara hacia las calles Av. José María Egas entre Mz 1665 y Mz 1668 de la Cdla. Sauces 7 a 35 mts del área de regeneración manteniendo las mismas características y se instalara en un poste de 12 mts H.A, en el cual será alimentado con una línea primaria monofásica aérea existente en la Mz. 1668 de la Cdla. Sauces 9.

La alimentación secundaria se la llevara vía aérea hasta 4 metros antes del área de intervención ubicada en las calles Av. José María Egas entre Mz 1647 y Mz 1648 Cdla. Sauces 7 en donde se instalara un poste de H.A de 10 mts en el cual se instalara un tubo rígido de \varnothing 3" + 1 reversible rígido de \varnothing 3" + un codo rígido de \varnothing 3" para llevar la alimentación secundaria vía

subterránea hacia las viviendas que se encuentran en el área de intervención.

La distribución secundaria subterránea se la realizara con 2C#3/0+1N#2 CU TUU.

- ✓ **Transformador #4 50 KVA 13-20036 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas entre Mz 1646 y Mz 1702 Cdma. Saucos 7**

Problema:

Se constató que este transformador está en el área de regeneración y además alimenta a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

El transformador se lo trasladara hacia las calles Av. José María Egas entre Mz 1646 y Mz 1702 de la Cdma. Saucos 7 a 6 mts del área de regeneración manteniendo las mismas características del transformador autoprotegido, aquí se instalara en un poste de 12 mts H.A, en el cual se cortara una línea primaria existente para alimentar a el transformador que se reubico.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #5 50 KVA 13-27416 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas entre Mz 1689 y Mz 1690 Cdma. Saucos 7**

Problema:

Se constató que este transformador está en el área de regeneración y además alimenta a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para

lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

El transformador se lo trasladara hacia las calles Av. José María Egas entre Mz 1689 y Mz 1690 de la Cdla. Sauces 7 a 5 mts del área de regeneración manteniendo las mismas características y se instalara en un poste de 12 mts H.A, en el cual será alimentado con una línea primaria monofásica aérea proveniente de las Mz. 1638 y 1639 de la Cdla. Sauces 7.

Cabe mencionar que para traer la alimentación primaria se instalara una línea nueva de 1C#2 AL + #4 AL que será proveniente desde las Mz 1638 y 1639 donde ya existe una línea pasante primaria bifásica.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #6 50 KVA 13-15008 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y Mz 2026 esquina, Cdla. Sauces 7**

Problema:

Se constató que este transformador está en el área de regeneración y además alimenta a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

El transformador se lo trasladara hacia las calles Av. José María Egas entre y Mz 2026 a 5 mts del área de regeneración manteniendo las mismas características y se instalara en un poste de 12 mts H.A, en el cual será

alimentado con una línea primaria monofásica aérea proveniente de las Mz. 1689 y 1690 de la Cdla. Sauces 7.

Cabe mencionar que para traer la alimentación primaria se instalara una línea nueva de 1C#2 AL + #4 AL que será proveniente desde las Mz 1689 y 1690 donde ya existe una línea pasante primaria monofásica.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

✓ **Transformador #7 50 KVA Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas yMz 2055 esquina, Cdla. Sauces 9.**

Problema:

Se constató que este transformador está en el área de regeneración y además alimenta a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

El transformador se lo trasladara hacia las calles Av. José María Egas entre y Mz 2055 a 6 mts del área de regeneración manteniendo las mismas características y se instalara en un poste de 12 mts H.A, en el cual será alimentado con una línea primaria monofásica subterránea proveniente de las Mz. 2026 de Cdla. Sauces 7.

Cabe mencionar que para traer la alimentación primaria se instalara una línea nueva de 1C#2 15KV + #4 CU que será proveniente desde las Mz 2026 donde ya existe una línea primaria monofásica.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la

trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #9 50 KVA 13-12700 y Transformador #10, 50KVA 13-17086 Autoprotegidos, Ubic. Av. José María Egas, Mz 0088, Mz 0087 y Mz 0090, Cda. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla en las calles Av. José María Egas y Jambeli esquina. Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de las calles Av. José María Egas y Av. Isidro Ayora.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #11 50KVA y Transformador #12 50KVA 13-9654 Autoprotegidos, Ubic. Av. José María Egas, Mz 0085, Mz 0087, Cda. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área

a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla en la Mz. 0085 esquina. Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un transformador Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y Jambeli esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #13 50KVA 13-27525 y Transformador #14 50KVA Autoprotegidos, Ubic. Av. José María Egas, Mz 0081, Mz 0083, Cda. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla. Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un transformador Pad Mounted tipo

malla ubicado en las calles Av. José María Egas y HuaquillasMz. 0081 esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

✓ **Transformador #15 50KVA 13-15062 convencional y Transformador #16 25KVA 13-26396 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas, Mz 0078, Mz0080, Cdla. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 75 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla. Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un transformador Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y Rio PutumayoMz. 0142 esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #17 50KVA 13-22329 Autoprotegido y Transformador #18 50KVA 13-11137 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas, Mz 0142, Mz0144, Cdla. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla. Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un transformador Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y Rio Putumayo Mz. 0141 esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #19 50KVA 13-9129 Autoprotegido y Transformador #20 50KVA 13-10264 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y Rio Puyango Mz 0139, Mz 0141, Cdla. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y Río Putumayo Mz. 0141 esquina.

Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un Swich tipo vista (derivación) ubicado en las calles Av. José María Egas y Río Putumayo Mz. 0141 esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #21 50KVA 13-13334 Autoprotegido y Transformador #22 50KVA 13-28316 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y Río Puyango Mz 0138, Mz0139, Cdla. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y Av. Rodolfo Baquerizo esquina.

Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un Swich tipo vista (derivación) ubicado en las calles Av. José María Egas y Rio Putumayo Mz. 0141 esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #23 50KVA 13-15806 Autoprotegido y Ubic. Av. José María Egas y Rio PuyangoMz 0138, Mz 0139, Cdma. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que este transformador se encuentran en el área de regeneración y además alimenta a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

Este transformador se lo reubicara en las calles Av. JoséMaría Egas y Amaluza a 7 mts del área de regeneración urbana y se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un Swich tipo vista (derivación) ubicado en las calles Av. José María Egas y Rio Putumayo Mz. 0141 esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #24 50KVA 13-26268 Autoprotegido y Transformador #25 50KVA 13-14194 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y 6° Peatonal 2 NE Mz 0164, Cdma. Alborada V.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y 5° Peatonal 2 NE Mz 0164 esquina.

Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un Swich tipo vista (derivación) ubicado en las calles Av. José María Egas y Rio Putumayo Mz. 0141 esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #26 50KVA 13-1326 Autoprotegido y Transformador #27 50KVA 13-22328 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y 10° Peatonal 17 NE Mz 0171 y Mz 0175, Cdma. Alborada V.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y 10° Peatonal 17 NE entre Mz 0171 y 0175.

Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un transformador tipo malla ubicada en las calles Av. José María Egas y 5 ° Peatonal 2 NE Mz 0164 esquina.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #28 50KVA 13-21396 Autoprotegido y Transformador #29 50KVA Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y 2° Peatonal 2A NE, Av. José María Egas y 3° Peatonal 2A NE, Mz0183, Cda. Alborada V.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y Cazaderos esquina Mz 0179.

Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un transformador tipo malla ubicada en las Av. José María Egas y 10 ° Peatonal 17 NE entre Mz 0171 y 0175.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #30 50KVA 13-21390 Autoprotegido y Transformador #31 50KVA 35576 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y Sabanillas Mz 0191 esquinas, Cda. Alborada V.**

Problema:

Se constató que estos transformadores se encuentran en el área de regeneración y además alimentan a algunas viviendas que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a estos dos transformadores fue la siguiente:

Se reemplazó los dos transformadores de 50 KVA por un transformador de 100 KVA 1F de tipo Pad Mounted tipo malla ubicado en las calles Av. José María Egas y Sabanillas esquina Mz0191.

Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de un transformador tipo malla ubicada en las calles Av. José María Egas y Cazaderos esquina Mz 0179.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el área de regeneración para continuar con la trayectoria de la red de baja tensión subterránea y alimentar a las viviendas que se encuentran en el área de regeneración.

- ✓ **Transformador #32 50KVA 13-20128 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y Av. Isidro Ayora esquinas, Cdma. Alborada IV.**

Problema:

Se constató que este transformadores se encuentra en el área de regeneración y además alimentan a un edificio que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a este transformador fue la siguiente:

Se trasladó el transformador de 50 KVA 10mt en sentido de orientación oeste hacia las calles Av. Isidro Ayora y Av. José María Egas.

Se lo alimentara con una línea primaria 1F subterránea proveniente de las calles Av. Isidro Ayora y Av. José María Egas en sentido este de orientación.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el edificio situado justo en frente del transformador.

- ✓ **Transformador #32 25KVA 13-8164 Autoprotegido, Ubic. Av. José María Egas y Av. Isidro Ayora esquinas, Cdma. Alborada V.**

Problema:

Se constató que este transformadores se encuentra en el área de regeneración y además alimentan a un edificio que entran en el área a regenerar para lo cual es necesario ver como se alimenta a dichas viviendas vía subterráneo.

Solución:

La solución a este transformador fue la siguiente:

Se trasladó el transformador de 50 KVA 10mten sentido de orientación este hacia las calles Av. Isidro Ayora y Av. José María Egas.

Se lo alimentara con una línea primaria 1F aérea proveniente de las calles Av. Isidro Ayora y Av. José María Egas en sentido este de orientación.

La alimentación secundaria se la llevara vía subterránea desde el transformador hasta el edificio situado justo en frente del transformador.

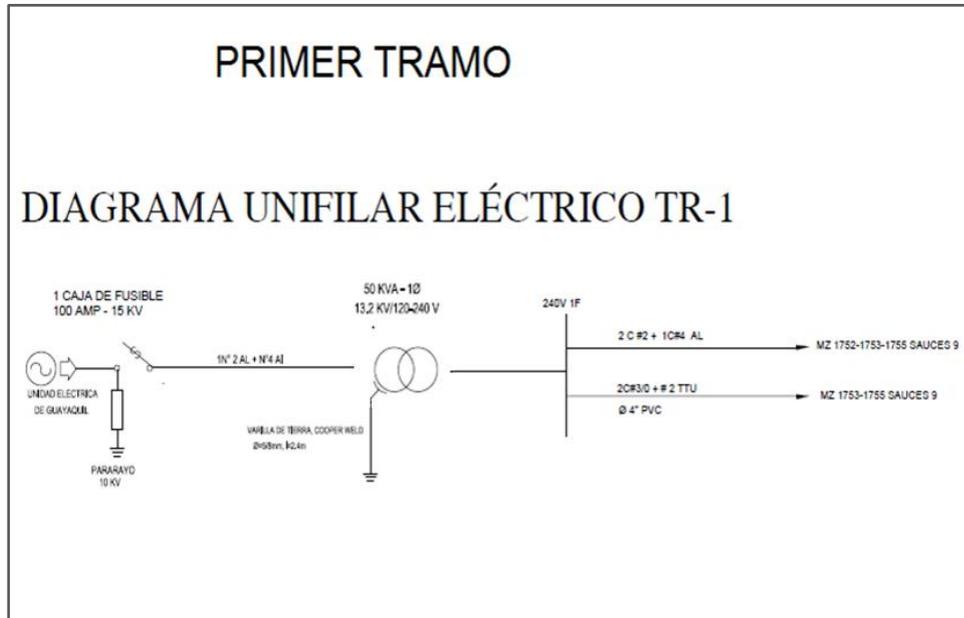
5.2 Planos

a) Planos de red de distribución eléctrica actual (aéreo)

Los planos se encuentran adjuntos a este documento en CD y anexo red de distribución eléctrica actual aéreo 5.2 (a).

b) Planos de red de distribución propuesta (subterráneo)

Los planos se encuentran adjuntos a este documento en CD y anexo red de distribución propuesta subterráneo 5.2 (b).



5.3 Diagrama Unifilar General Propuesto

TR equivale a Transformador

Figura 18 Diagrama Unifilar Eléctrico TR-1

Elaborado por: Juan José Carriel Q.

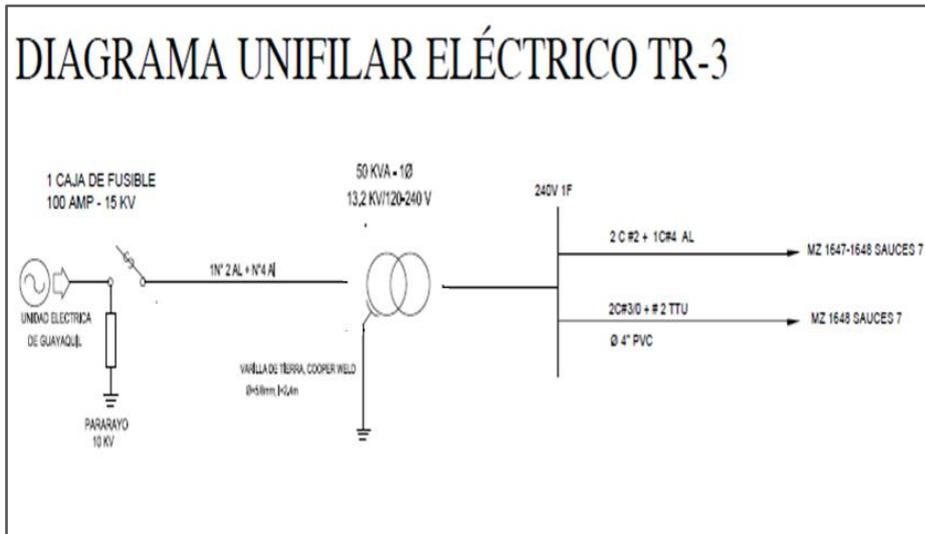


Figura 20: Diagrama Unifilar Eléctrico TR-3
Elaborado por: Juan José Carriel Q.

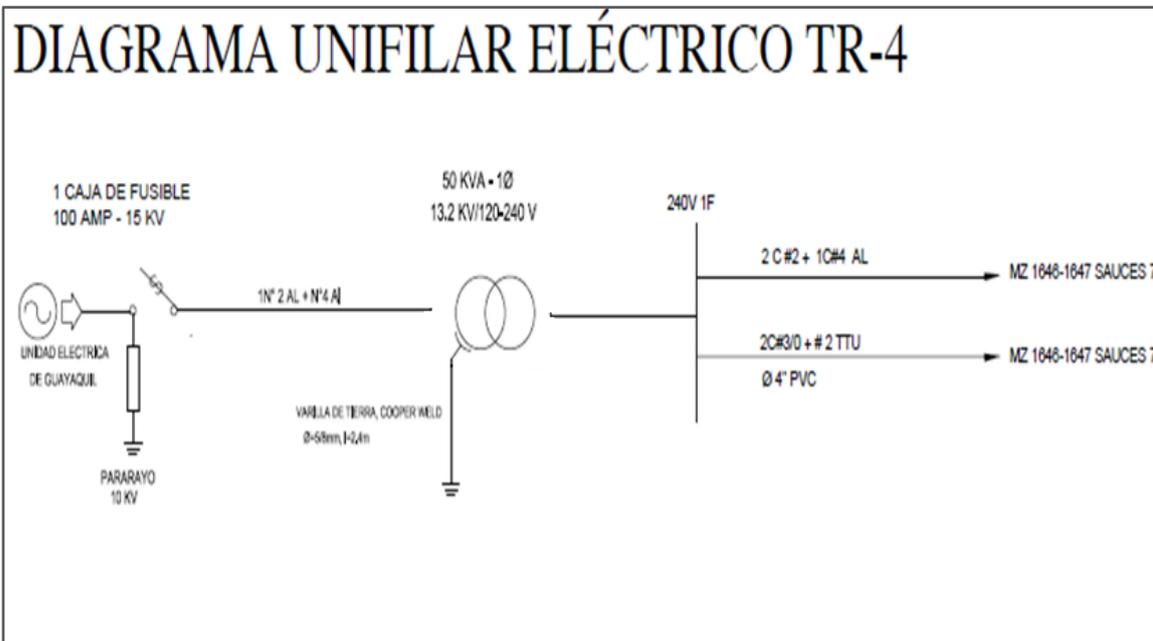


Figura 21 Diagrama Unifilar Eléctrico TR-4
 Elaborado por Juan José CarrielQ.

DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO TR-5

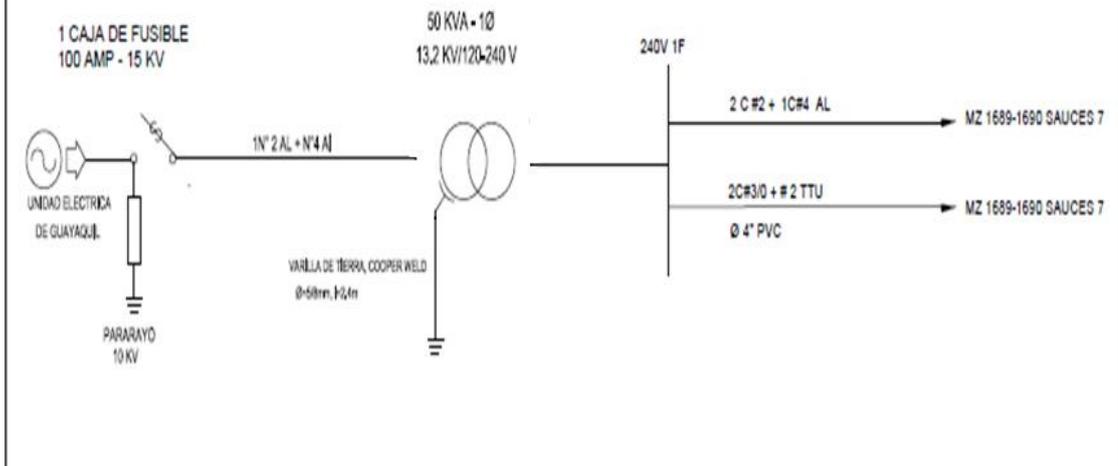


Figura 22 Diagrama Unifilar Eléctrico TR-5
Elaborado por Juan José Carriel Q.

DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO TR-6

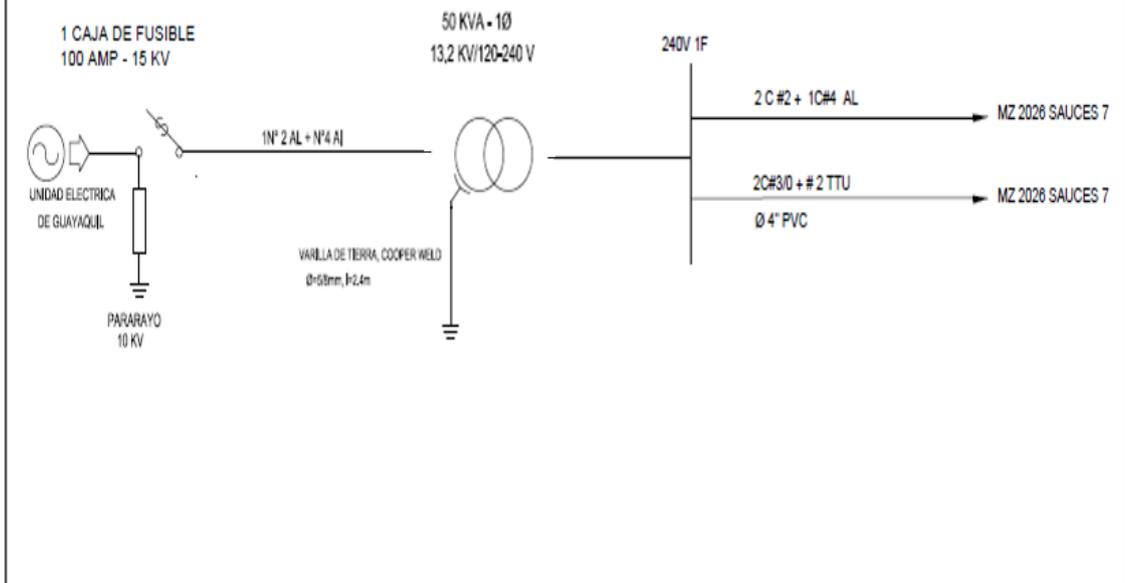


Figura 23 Diagrama Unifilar Eléctrico TR-6

Elaborado por Juan José Carriel Q.

DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO TR-7

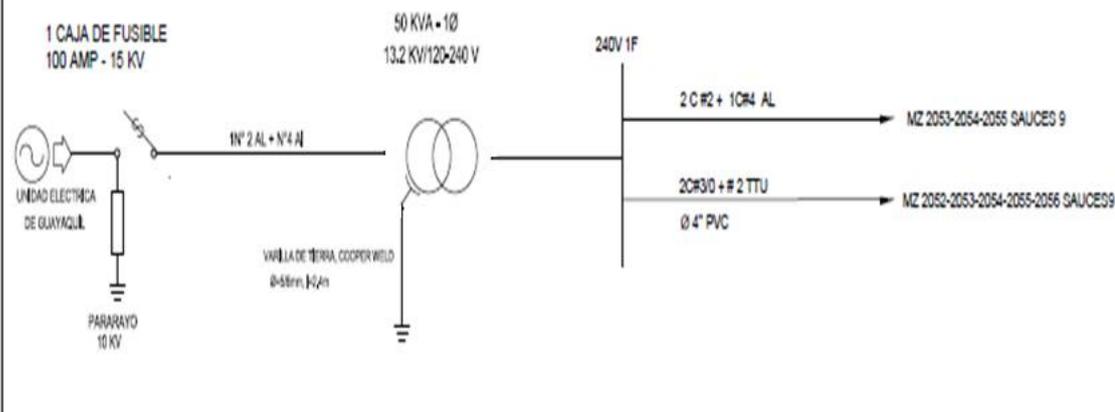


Figura 24 Diagrama Unifilar Eléctrico TR-7

Elaborado por Juan José Carriel Q.

SEGUNDO TRAMO

RAMA UNIFILAR ELÉCTRICO TR 9-10-11

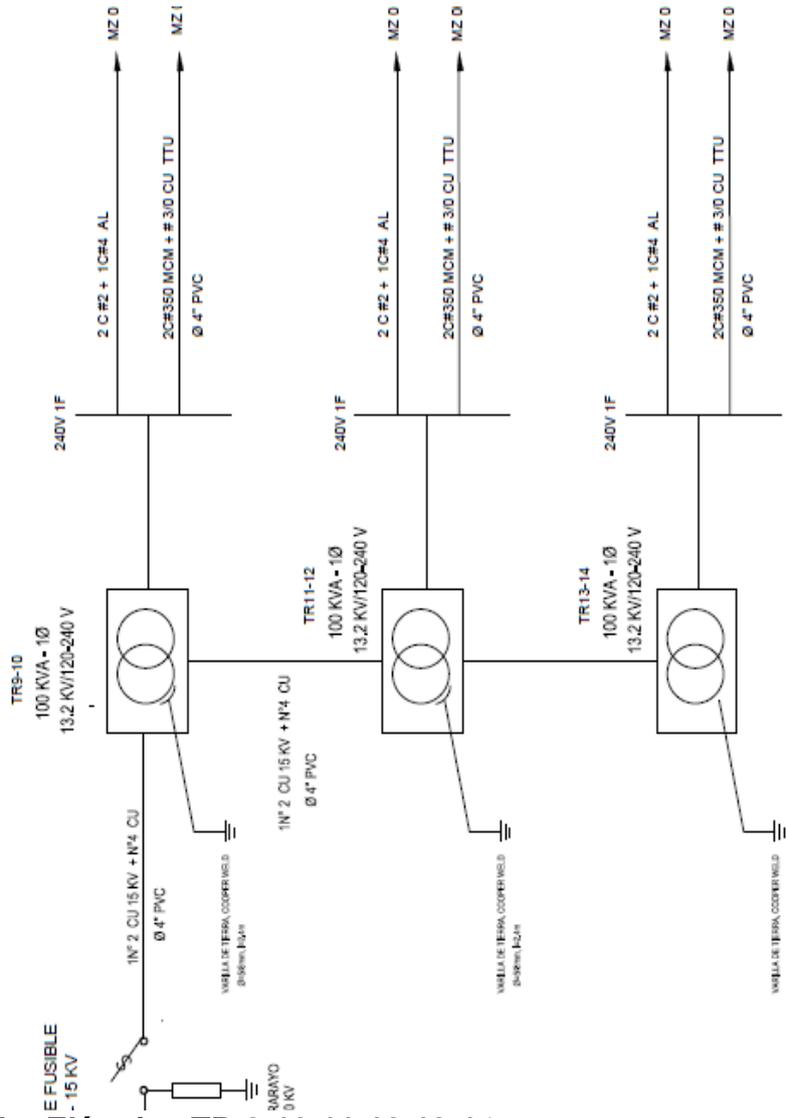


Figura 25 Diagrama Unifilar Eléctrico TR-9-10-11-12-13-14

Elaborado por Juan José Carriel Q.

DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO TR 15-16-17-18-19-20-21-23-0-24-25

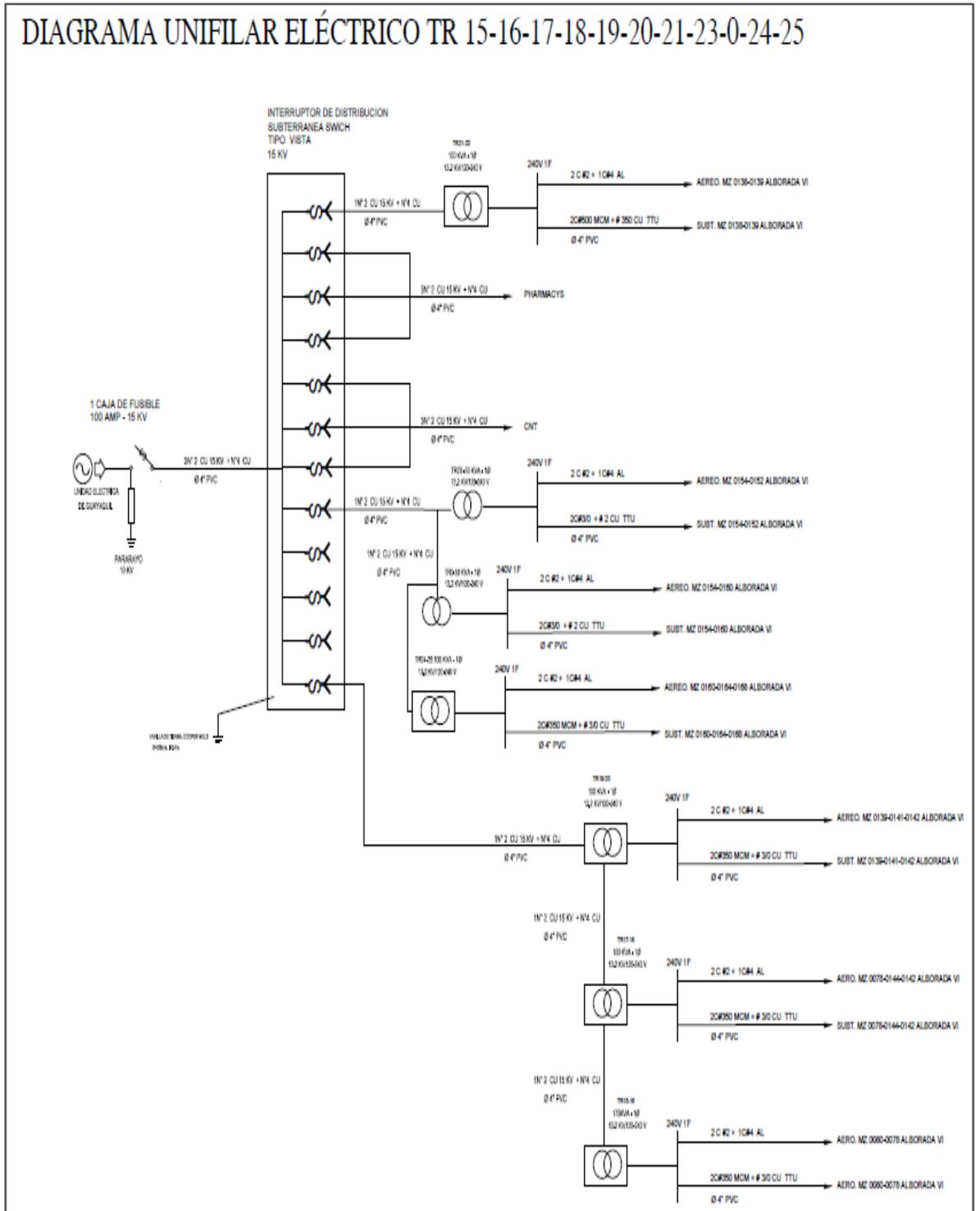


Figura 26 Diagrama Unifilar Eléctrico TR 15-16-17-18-19-20-21-23-0-24-25

Elaborado por Juan José Carriel Q.

RAMA UNIFILAR ELÉCTRICO TR 26-27-28-29-

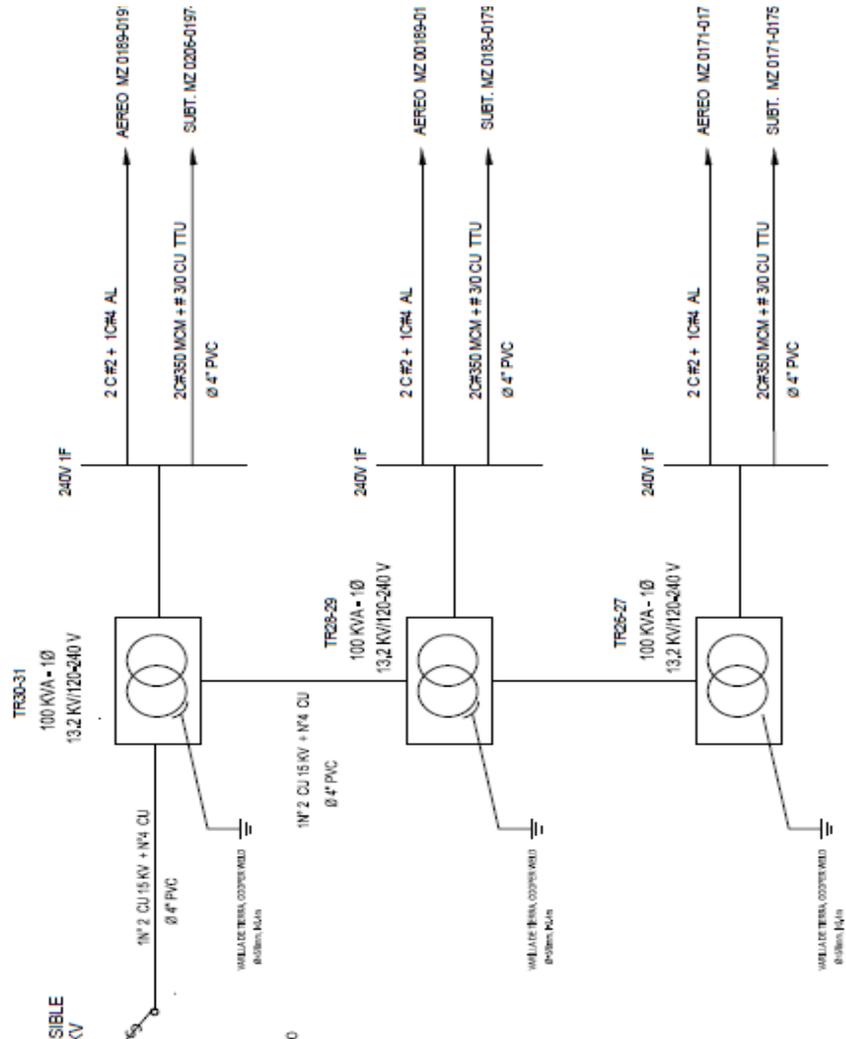


Figura 27 Diagrama Unifilar Electrónico TR26-27-28-29-30-3

Elaborado por Juan José Carriel Q.

5.4 Presupuesto

PRESUPUESTO DE MATERIALES A UTILIZAR "REGENERACION JOSE MARIA EGAS"					
ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNID	PRECIO/U	\$ TOTAL
1	Caja de paso concreto 80x80x80cm	160	U	\$ 114,27	\$ 18.283,20
2	Tapa de concreto con marco y contra marco 80x80x80cm	160	U	\$ 50,45	\$ 8.072,00
3	Lampara de Sodio 250	35	U	\$ 138,00	\$ 4.830,00
4	Foto celula 100 w, 240 VOLTIOS	44	U	\$ 7,25	\$ 319,00
5	Tubo corrugado doble pared tipo B φ100 mm PVC	5520	U	\$ 9,25	\$ 51.060,00
6	Tubo metalico rigido 3"	20	U	\$ 66,00	\$ 1.320,00
7	Tubo metalico rigido 4"	86	U	\$ 95,00	\$ 8.170,00
8	Reversible metalico rigido 3 "	20	U	\$ 19,50	\$ 390,00
9	Reversible metalico rigido 4 "	43	U	\$ 22,00	\$ 946,00
10	Codo metalico rigido 3"	20	U	\$ 28,00	\$ 560,00
11	Codo metalico rigido 4"	43	U	\$ 65,00	\$ 2.795,00
12	Poste metalico 12 mts	1	U	\$ 220,00	\$ 220,00
13	Poste metalico 10 mts	25	U	\$ 180,00	\$ 4.500,00
14	Tranformador tipo Pad Mounted 100 KVA	10	U	\$ 8.420,00	\$ 84.200,00
15	Tranformador tipo Pad Mounted 75 KVA 7967/240/120 V	1	U	\$ 5.953,92	\$ 5.953,92
16	Interruptor de distribucion subterranea tipo vista 15 KV	1	U	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
17	Caja porta fusible 100A,15KV	13	U	\$ 70,46	\$ 915,98
18	Tira fusible 15 KV	13	U	\$ 10,00	\$ 130,00
19	Grapa de Línea Caliente de # 2 a # 1/0	11	U	\$ 15,66	\$ 172,26
20	Grapa tipo pistola	22	U	\$ 7,40	\$ 162,80
21	Pararrayo 10KV	10	U	\$ 31,00	\$ 310,00
22	Aislador tipo pin	18	U	\$ 3,80	\$ 68,40
23	Perno Pin Galvanizado ESPG. DE 5/8"x 8"	18	U	\$ 4,54	\$ 81,72
24	Aislador de Suspensión(DE DISCO) ANSI 52 - 1, 15 KV.	42	U	\$ 7,20	\$ 302,40
25	Rack galvanizado de tres vías	36	U	\$ 10,56	\$ 380,16
26	Poste hormigón armado 12 mts	16	U	\$ 140,00	\$ 2.240,00
27	Poste hormigón armado 10 mts 350 KG	26	U	\$ 156,00	\$ 4.056,00
28	Cruceta centrada doble	20	U	\$ 45,00	\$ 900,00
29	Cable concentrico 3x10 CU.	500	M	\$ 3,00	\$ 1.500,00
30	Cable No.2 TTU CU	655	M	\$ 4,22	\$ 2.764,10
31	Cable No.4 TTU CU	140	M	\$ 3,71	\$ 519,40
32	Cable de CU TTU No. 2/0 AWG	180	M	\$ 8,88	\$ 1.598,40
33	Cable de CU TTU No. 3/0 AWG	1106	M	\$ 14,31	\$ 15.826,86
34	Cable de CU TTU No. 4/0 AWG	140	M	\$ 14,00	\$ 1.960,00
35	Cable de CU TTU No. 350MCM AWG	938	M	\$ 28,09	\$ 26.348,42
36	Cable de CU TTU No. 500MCM AWG	80	M	\$ 40,81	\$ 3.264,80
37	Cinta plástica para alta tensión No. 33	20	U	\$ 3,83	\$ 76,60
38	Cinta caucho para alta tensión No.23	20	U	\$ 7,86	\$ 157,20
39	Unión metálica rígida de 4" U.S.A	43	U	\$ 21,80	\$ 937,40
40	Unión metálica rígida de 3" U.S.A	20	U	\$ 15,00	\$ 300,00
41	Punta terminal exterior # 2 - 15kv	9	U	\$ 45,00	\$ 405,00
42	Aislador tipo rollo (DE GARRUCHA) ANSI 53-2	108	U	\$ 0,95	\$ 102,60
43	Excavacion y releno	500	M	\$ 6,50	\$ 3.250,00
44	Mano de obra	1	T	\$ 165.209,77	\$ 165.209,77
				TOTAL	\$ 440.559,39

5.5 Terminología

- ✓ **Acometida en Baja Tensión**
Es la que se conecta a una red secundaria con un nivel de tensión de hasta 600 voltios.

- ✓ **Acometida en Media Tensión**
Es la que se conecta a una red primaria de distribución sobre 600 V y hasta 15 kV y comprende los conductores de alimentación con sus accesorios, desde dicha red hasta los bornes del transformador o hasta el equipo de medición en media tensión en caso de existir.

- ✓ **Acometida Monofásica**
Es aquella que arranca desde la red de la Empresa con uno o dos conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.

- ✓ **Acometida Trifásica**
Es aquella que arranca desde la red de la Empresa con dos o tres conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.

- ✓ **Ampacidad**
Es la máxima corriente en amperios que un conductor o equipo puede transportar continuamente, bajo condiciones específicas de uso, sin exceder su límite de temperatura.

- ✓ **Conductores de Señal**
Es un cable con revestimiento exterior de PVC conformado por 8 conductores de cobre # 12 AWG y que interconecta las señales de control de los transformadores de corrientes (TC) y de los transformadores de potencial (TP) con los medidores para medición indirecta.

✓ **Consumidor**

Es una persona natural o jurídica que acredite dominio sobre una instalación que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el Distribuidor dentro del área de la concesión. Incluye al Consumidor Final y al Gran Consumidor.

✓ **Disyuntor**

Se entiende por disyuntor al interruptor provisto de dispositivos para la desconexión automática en caso de sobrecarga o cortocircuito en la respectiva instalación.

✓ **Electrodo de Puesta a Tierra**

Es un dispositivo apropiado cuya función es asegurar un buen contacto con el terreno circundante, que se conecta mediante un conductor al objeto, instalación o circuito que ha de ponerse a tierra.

✓ **Empresa (Distribuidor)**

Es la empresa Distribuidora encargada de suministrar el servicio de electricidad dentro de su área de concesión, a los Consumidores.

✓ **Factor de Potencia**

Es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica y se la define como la relación entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KV).

✓ **Interruptor**

Es un dispositivo que interrumpe la alimentación a un circuito. Su capacidad está dada en amperios y puede interrumpir el circuito con la carga a la tensión nominal para la que fue diseñado.

✓ **Medidor**

Es un equipo electro–mecánico o electrónico que registra el consumo de energía y otros parámetros eléctricos requeridos por la Empresa y el Consumidor.

✓ **Medidor Autosuficiente o Auto-contenido**

Es un equipo electro-mecánico o electrónico que registra el consumo de energía, demanda y otros parámetros eléctricos requeridos por la Empresa y el Consumidor. Para su funcionamiento, utiliza directamente las señales de corriente y voltaje, y no requiere transformadores de medición.

✓ **Medidor para Medición Indirecta**

Es un equipo electrónico que registra el consumo de energía, demanda y otros parámetros eléctricos requeridos por la Empresa y el Consumidor. Para su funcionamiento utiliza señales de control provenientes desde los transformadores de medición.

✓ **Servicio Eléctrico**

Es el servicio de energía eléctrica que suministra el Distribuidor a los Consumidores, desde sus redes de distribución y subtransmisión.

5.6 Conclusión

En el presente trabajo de grado se puede concluir que un diseño de red de distribución subterráneo es un trabajo complejo en el cual se pone en práctica todo lo aprendido en las aulas de la universidad católica de Santiago de Guayaquil y demás conocimientos aprendidos en la vida diaria que hacen enriquecer nuestro intelecto como ingenieros.

El proyecto de diseñar una red de distribución en media y baja tensión para el tramo comprendido desde las calles Av. José María Egas y José Antonio Parra hasta las calles Av. José María Egas y Av. Rodolfo Baquerizo fue un

poco complicado por diversos factores entre ellos uno de los más relevantes sus líneas primarias que atraviesan el área de intervención y a las cuales se les busco una solución satisfactoria. Así también el buscar la manera técnica de dar soluciones a diversos problemas encontrados fueron razones que motivaron a finalizar este proyecto en el cual se puede concluir que en el área de intervención antes mencionada si se puede realizar una regeneración urbana en la parte eléctrica y así demostrar que los objetivos que se plantearon en el proyecto si se cumplieron, los cuales serán de gran ayuda y satisfacción para las familias que residen dentro del área a regenerar.

5.7 Referencias bibliográficas

- ✓ Natsim (Guayaquil, NATSIM, 2000)
- ✓ Sistema de Unidad de Propiedad MEER (RENOVABLE, 2008)
- ✓ Empresa Eléctrica de GUAYAQUIL (Guayaquil, Empresa electrica de guayaquil)
- ✓ Proyecto de Regeneración Urbana “Cuadrantes Norte” desde la calle MENDIBURO hasta VÍCTOR MANUEL RENDÓN (PRIVADA, REGENERACION CUADRANTE NORTE, 2011)
- ✓ (Realpe, 2009)
- ✓ Proyecto de Regeneración Urbana “Calles Esmeraldas” desde PORTETE hasta VÍCTOR MANUEL RENDÓN (ORGELCORP, 2013)
- ✓ Diseño de Regeneración Urbana del Casco Comercial de la Ciudad de Santo Domingo de los Colorados (HERNANDEZ, 2009)
- ✓ Redes de distribución de energía por Samuel Ramírez Castaño (CASTAÑO, 2001)
- ✓ Norma de Conexiones para Suministro de Energía Eléctrica. (MINAS, 1978)
- ✓ Normas Técnicas para el Diseño de Redes Eléctricas Urbanas y Rurales. (SUR, 2012)

5.8 Anexos

- ✓ **5.2 (a) Planos de red de distribución eléctrica actual aérea**
- ✓ **5.2 (b) Planos de red de distribución eléctrica propuesta subterráneo.**