



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

“SISTEMA DE SOTERRAMIENTO DE TENDIDO ELÉCTRICO EN  
MEDIA Y BAJA TENSION PARA LA CIUDADELA SAN RAFAEL  
DEL CANTÓN CHONE”

AUTOR:

BRAVO LOOR MIGUEL ÁNGEL

TUTOR:

ING. JOSÉ IVÁN GARCÍA HOLGUÍN

PORTADA

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2017

Ing. José Iván García Holguín, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, en calidad de tutor de Titulación,

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

### **CERTIFICO:**

Que el presente trabajo de titulación: “SISTEMA DE SOTERRAMIENTO DE TENDIDO ELÉCTRICO EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA LA CIUDADELA SAN RAFAEL DEL CANTÓN CHONE”, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Investigación son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: Bravo Looor Miguel Ángel, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, septiembre del 2017

Ing. José Iván García Holguín

TUTOR

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Bravo Loor Miguel Ángel, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: “Sistema de Soterramiento de Tendido Eléctrico en Media y Baja Tensión para la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone”, siendo el Ing. Ángel José Loor Marcillo director del presente trabajo; y eximo a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el presente trabajo, son exclusividad de sus autores.

Adicionalmente se cede los derechos de este trabajo a la universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, para que forme parte de su patrimonio de propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y trabajos de titulación, ya que ha sido realizado con apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad

Chone, septiembre del 2017

**BRAVO LOOR MIGUEL ÁNGEL  
AUTOR**



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”  
EXTENSIÓN CHONE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIEROS ELÉCTRICOS

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “SISTEMA DE SOTERRAMIENTO DE TENDIDO ELÉCTRICO EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA LA CIUDADELA SAN RAFAEL DEL CANTÓN CHONE”, elaborado por el egresado: Bravo Looor Miguel Ángel, de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Chone, septiembre del 2017

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Ing. Odilón Schnabel Delgado

DECANO

Ing. José Iván García Holguín

DIRECTOR DE TESIS.

.....  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....  
SECRETARIA

## DEDICATORIA

Después de haber alcanzado una de mis metas más anheladas y por el esfuerzo que esta exigía y estando a un paso de lograrla no queda más que agradecer a las personas que hicieron posible este sueño.

- Con mucho amor, admiración y respeto a mi madre **EVA LOOR ZAMBRANO** que fue la persona que siempre lucho incansablemente y me daba fuerzas con su apoyo incondicional y constante para que no desmallara en el intento de superarme cada día y alcanzar todas mis metas.
- A mis hermanos **JOSÉ, ANA, LUIS Y MARÍA** que de una u otra forma fueron un gran apoyo psicológico y económico para alcanzar este sueño.
- A mi esposa **SAMANTA CHERE** y mi hijo **JOSÉ BRAVO** que son una parte importante en mi vida y mi razón de continuar mejorando cada día para ellos.
- A mi tía **AGUSTINA BRAVO** que me brindó su apoyo en un momento muy difícil y que estoy seguro que sin su ayuda no estuviera en estos momentos a un paso de alcanzar esta meta.
- A mis **COMPAÑEROS** de carrera que más que amigos son como una familia para mí que pese a nuestras diferencias somos amigos y nos apoyamos mutuamente cuando la vida nos lo exigía
- A mis **SUEGROS** que también me dieron una ayuda importante en este camino de esfuerzo y dedicación.
- Por último, a todas las personas que de una u otra forma tuvieron un rol importante de ayuda para facilitarme este logro.

“En la vida no hay meta que no se pueda alcanzar ni sueño que no se pueda hacer realidad con esfuerzo y dedicación y con el apoyo de gente indicada, todo se puede lograr.”

Miguel Ángel

## **RECONOCIMIENTO.**

Al finalizar el presente trabajo de investigación, agradecemos a Dios sobre todas las cosas a nuestros padres y familiares porque nos brindaron su apoyo tanto moral y económicamente para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado para un mejor futuro y ser orgullo para ellos y de toda la familia.

A la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí” Extensión Chone, por darnos la oportunidad de estudiar y ser unos profesionales. A nuestro tutor del trabajo de investigación, por su esfuerzo y dedicación, quien, con su conocimiento, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en nosotros que podamos terminar nuestros estudios con éxitos.

También agradecer a nuestros profesores durante toda mi vida profesional, porque todos han aportado con un granito de arena a nuestra formación, por sus consejos, sus enseñanzas y más que todos por su amistad.

Miguel Ángel

## **SÍNTESIS.**

La presente investigación realiza un estudio, basados en información recabada para el Sistema de soterramiento de tendido eléctrico en media y baja tensión para la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone, considerando que a medida que la población aumenta, también crece la demanda de consumo eléctrico, lo que lleva a mejorar o repotenciar el o los circuitos involucrados.

A partir de esta primicia, se realizaron las respectivas investigaciones para cuantificar los sistemas utilizados en sectores vecinos, detallando tipologías, características, modelos de aplicación, zona de aplicación, anomalías que podrían generarse por el hecho de encontrarse a la intemperie tensiones mecánicas excesivas.

Los datos obtenidos de manera teórica y empírica, sirvieron para conocer que los circuitos existentes de las redes eléctricas aéreas de media y baja tensión de la ciudadela, se pueden mejorar mediante el uso de tecnología anti hurto en las líneas de baja tensión eléctrica, y en media tensión cambiando los elementos que se encuentren en mas estado y que no correspondan a la homologación.

## **PALABRAS CLAVES**

Análisis de carga eléctrica; mejoramiento de circuito; anomalía de degrado de materiales; Ciudadela San Rafael; redes de distribución; consumo eléctrico; tecnología anti hurto; repotenciar; normativa de homologación.

## **ABSTRACT.**

This research is based on information gathered for the Electric Load Analysis for the Improvement of the Low Voltage Electrical Circuit of the Rafael Citadel, considering that as the population increases, so does the demand for electricity consumption. Which leads to improving or upgrading the circuit (s) involved.

From this first, the respective investigations were carried out to quantify the systems used in neighboring sectors, detailing typologies, characteristics, application models, application zone, anomalies that could be generated by the presence of excessive mechanical stresses exposed to the weather.

The data obtained in a theoretical and empirical manner, served to know that the existing circuits of the medium and low voltage aerial electric networks of the citadel can be improved by the use of antitheft technology in low voltage lines, Medium voltage by changing the elements that are in more state and that do not correspond to homologation regulations.

## **KEYWORDS**

Electric charge analysis; Circuit improvement; Material degradation anomaly; Citadel Rafael; Distribution networks; Electricity consumption; Anti-theft technology; To repot; MEER approval standard.

TABLA DE CONTENIDO	pág.
PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	III
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN. ....	IV
DEDICATORIA .....	V
RECONOCIMIENTO.....	VI
SÍNTESIS. ....	VII
INTRODUCCIÓN. ....	1
CAPITULO I .....	13
1. ESTADO DEL ARTE.....	13
1.1. Antecedentes y Fundamentos Teóricos, Generalidades. ....	13
1.2. Redes Exteriores. ....	13
1.3. Redes Interiores. ....	14
1.4. Clasificación de las Instalaciones Eléctricas Interiores. ....	16
1.4.2. Empalmes de Baja Tensión.....	16
1.4.3. Empalmes de Alta Tensión. ....	17
1.4.4. Aspectos Generales y Requerimientos de Instalaciones Subterráneas de Media Tensión. 17	
1.4.5. Descripción, Selección e Instalación de Cables Subterráneos. ....	18
1.4.6. Parámetros Eléctricos de los Cables Subterráneos. ....	19
1.4.7. Elección del cable por Corriente de Cortocircuito y por Sobrecarga. ....	19
1.4.8. Selección del Cable por Esfuerzo Térmico. ....	20
1.5. Pérdidas Técnicas en Redes Subterráneas. ....	20
1.6. Instalación de Cables Subterráneos de Media Tensión. ....	20
1.7. Parámetros a considerar previos a la instalación. ....	20

1.8.	Centros de Carga Subterráneo.....	21
1.9.	Clasificación de los Centros de Carga Subterráneos. ....	22
1.10.	Elementos y equipos constitutivos. ....	23
1.10.1.	Parámetros característicos de los aparatos eléctricos. ....	23
1.10.2.	Equipo de media tensión. ....	24
1.10.3.	Normativa aplicada al Diseño de los Centros de Carga y Parámetros de Diseño. ...	24
1.10.4.	Ubicación de los elementos.....	26
1.10.5.	Puertas de acceso. ....	27
1.10.6.	Escaleras. ....	27
1.10.7.	Ventilación del recinto. ....	28
1.10.8.	Grados de protección. ....	28
1.10.9.	Iluminación interna del recinto. ....	28
1.11.	Sistema contra incendios.....	29
1.12.	Factor de riesgo en centros de carga. ....	29
1.13.	Inspección, Prueba y Mantenimiento. ....	29
1.14.	Mantenimiento de líneas subterráneas. ....	30
1.14.1.	Inspección y mantenimiento de cuartos o bóvedas.....	30
CAPITULO II.....		32
2.	REDES DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	32
2.1.	Antecedentes.....	32
2.2.	Cabina de Control o Recinto, Obra civil en general. ....	32
2.3.	Dimensiones del recinto de control. ....	32
2.4.	Ambiente de operación. ....	32
2.5.	Impermeabilidad del recinto. ....	33
2.6.	Sistema de ventilación. ....	33
2.7.	Hormigón de la cabina de derivación y maniobra. ....	33
2.8.	El piso del recinto o cabina. ....	33

2.9.	Tapas o losas superiores.....	34
2.10.	Paredes, bases y fundiciones. ....	34
2.11.	Canaletas para ingreso y salida de cables.....	34
2.12.	Tapas de acceso a la cabina.....	35
2.14.	Derivaciones de medio voltaje desde barras pre moldeadas de conectores múltiples.....	35
2.15.	Conducción, Obra civil. ....	35
2.16.	Banco de ductos.....	35
2.17.	Profundidad de banco de ductos.....	36
2.18.	Pozos de revisión. ....	36
2.19.	Tapas de hormigón y perfil de hierro. ....	37
2.20.	Obra eléctrica Recorrido de redes de media y baja tensión. ....	37
2.21.	Redes de distribución, Conductores de medio voltaje. ....	38
2.22.	Conductores de bajo voltaje.....	38
2.23.	Estaciones de transformación.....	39
2.24.	Acometidas a usuarios. ....	39
2.25.	Puesta a tierra.....	40
2.26.	Obra civil, empalmes de bajo voltaje. ....	40
2.27.	Obra eléctrica, empalmes de bajo voltaje.....	40
2.28.	Empalmes de medio voltaje. ....	41
2.29.	Equipos de Corte, Maniobra y Protección.....	41
2.29.1.	Tableros de distribución.....	41
2.30.	Barras pre moldeadas de conectores múltiples de 5 vías.....	42
CAPITULO III.....		43
3.	DIAGNOSTICO O ESTUDIO DE CAMPO. ....	43
3.1.	Sistema eléctrico y la carga instalada.....	43
3.2.	Antecedente. ....	43

3.3.	Levantamiento de las redes Existentes.....	43
3.4.	Términos de Referencia Antecedentes .....	43
3.5.	Estudio de Demanda Máxima Unitaria (DMU).....	44
3.7.	Transformadores Instalados .....	45
3.8.	Red de Media Tensión.....	49
3.8.2.	Estructuras utilizadas en los circuitos.....	49
3.9.	Red de Bajo Voltaje.....	50
3.10.	Seccionamiento y Protecciones Media Tensión.....	50
3.10.1.	Baja Tensión.....	51
3.11.	Materiales usados en la elaboración del circuito .....	51
3.12.	Lista de equipos y materiales.....	51
3.13.	Procesamiento de los resultados de la investigación de campo e interpretación de la información.....	51
CAPITULO IV.....		62
4.	Mejoramiento del circuito eléctrico de la Ciudadela.....	62
4.1.	Características del cable a utilizarse en la Media Tensión.....	63
4.2.	Calibre de Conductor a utilizar .....	64
4.2.1.	Características Técnicas.....	64
4.3.	Puesta a tierra para el Sistema de Media Tensión.....	65
4.4.	Red subterránea de baja tensión.....	66
4.4.1.	Cable Subterráneo para red de bajo voltaje (BV).....	66
4.4.2.	Características principales: .....	66
4.5.	Acometidas Domiciliarias.....	67
4.5.1.	Características principales: .....	67
4.6.	Barraje aislado en baja tensión.....	68
4.7.	Bancos de ductos .....	69
4.7.1.	Sellos de goma.....	69

4.7.2.	Material de relleno de banco de ductos: .....	70
4.7.3.	En Acera .....	70
4.7.4.	En Calzada .....	70
4.8.	Distancias de separación entre banco de ductos eléctricos y otros servicios: .....	71
4.9.	Ancho de la zanja:.....	71
4.10.1.	Tipo de ducto. ....	72
4.10.2.	Características.....	72
4.10.3.	Configuración de ductos: .....	73
CAPITULO V .....		77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....		77
CONCLUSIONES GENERALES. ....		77
RECOMENDACIONES. ....		78
BIBLIOGRAFÍA. ....		79
ANEXOS. ....		83

## **INTRODUCCIÓN.**

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

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

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

La energía solar, la geotérmica o la eólica aparecen como alternativas, aunque hasta ahora no se han difundido lo suficiente como para modificar sustancialmente la distribución de esas cifras en el planeta tierra, sin embargo, la energía hidráulica es la que por ahora lidera en varias regiones del mundo la generación de electricidad por su mecanismo idóneo y que perturba muy poco el ecosistema en consideración a otros métodos.

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

La electricidad es una forma de energía que se encuentra en todas las facetas y actividades de cualquier sociedad desarrollada. La utilización de la electricidad

represento una importante evolución en las soluciones tecnológicas que dan respuestas a las necesidades de la humanidad.

Un ejemplo los constituye los sistemas de iluminación, para dar satisfacción a la necesidad de alargar las horas hábiles, se desarrollaron distintos sistemas de iluminación desde los inicios de la humanidad hasta mediados del siglo XIX. Todos los sistemas desarrollados durante este tiempo, basados principalmente en la combustión, no aportaron grandes diferencias o avances entre ellos pues los resultados obtenidos entre la combustión de una antorcha de madera y la de una lámpara de petróleo, por poner un ejemplo, eran muy limitados y similares.

Por el contrario, a partir del desarrollo de la lámpara de incandescencia durante la tercera parte del siglo XIX, se dispone de sistemas prácticos limpios y seguros que permiten desarrollar cualquier actividad con independencia de las condiciones naturales de iluminación.

Desde el año 2014, se lanzó la campaña masiva por parte del Gobierno para mejorar la matriz eléctrica del Ecuador, teniendo como uno de los principales objetivos el mejoramiento y en algunos casos el cambio de las redes eléctricas, repotenciación de los transformadores de transmisión y distribución.

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

Partiendo de estos antecedentes, y luego de efectuar una indagación situacional, se propone realizar un “Sistema de Soterramiento de Tendido Eléctrico en Media y Baja Tensión para la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone”, por lo que se sustenta esta investigación en que los habitantes de la Ciudadela manifestaron su inconformidad cuando se les preguntó sobre la calidad de la energía eléctrica que recibían por parte de la empresa eléctrica de Chone.

Según, CALVAS. Roland (2001), manifiesta que: “Es necesario modernizar o repotenciar los circuitos eléctricos en media y baja tensión cada cierto tiempo, según

lo indique el estudio de demanda y sea proyectada según coeficiente de crecimiento poblacional”, cabe indicar, que el circuito eléctrico de baja tensión instalado en la Ciudadela ya cumplió con los años de servicio toda vez que se sabe que el diseño tiene más de 20 años de trabajo y con un crecimiento poblacional que superó el 60% de su proyección.

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

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

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

La forma de onda existente está compuesta por un número de ondas sinusoidales de diferentes frecuencias, incluyendo una referida a la frecuencia fundamental, así la descomposición de una onda distorsionada en una onda sinusoidal a la frecuencia fundamental (60 Hz) más una onda de frecuencia distinta.

El término componente armónico o simplemente armónico, se refiere a cualquiera de las componentes sinusoidales mencionadas previamente, la cual es múltiplo de la

fundamental. La amplitud de los armónicos es generalmente expresada en porcentaje de la fundamental.

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

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

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

A medida que se desarrolla la investigación, se establece el marco teórico de los elementos que darán la pauta del inicio del proceso de selección de componentes y de los fenómenos físicos que surgen al emplear nuevos dispositivos con características mejoradas que ayudaran a mejorar la calidad de la energía eléctrica, tal como lo manifiesta FIORINA Jean Noël (1992) indicando que “Cuando se desarrollan nuevas formas de elaborar elementos de conducción de electricidad, se mejora también la calidad de la energía que por este circula”, siendo este una de las partes más pertinente al momento de desarrollar la propuesta, considerando que hay que mejorar lo obsoleto.

Los materiales conductores son aquellos materiales cuya resistencia al paso de la corriente es muy baja, recordemos que un buen aislante presenta una resistencia de hasta 1024 veces mayor que un buen conductor. Se puede denominar material

conductor a cualquier sustancia o material que sometido a una diferencia de potencial eléctrico proporciona un paso continuo de corriente eléctrica.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Poder hablar con eficacia sobre el suministro, como saber la diferencia entre una interrupción y un transitorio oscilatorio, podría servir de mucho al momento de decidir comprar dispositivos de corrección de suministro.

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

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

parte de los proponentes de la investigación, y porque se ejerce un vínculo con la comunidad, elemento esencial para el desarrollo de este proyecto.

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

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

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

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

Es por ello, que en el CAPÍTULO I, se detalla todo lo concerniente a la parte técnica, modelos gráficos, demostración científica, comparación y desarrollo del tema propuesto como proyecto de investigación en términos generales, es donde se precisa el objeto y el campo de investigación de este trabajo.

En el CAPITULO II, se diagnostica mediante estudio de campo utilizando los métodos y las técnicas de investigación apropiadas, no con el fin de elaborar una teoría, sino,

para aumentar la objetividad de las interpretaciones dadas de los hechos y fenómenos estudiados sobre redes eléctricas.

En el CAPITULO III, mediante los resultados del diagnóstico, se permite establecer una alternativa en la solución del problema, estas acciones sirven para mejorar las redes eléctricas aéreas en medias y baja tensión existentes y para aquellas que se conciben mediante los nuevos proyectos encaminados al mejoramiento del ornato y buen vivir de los ciudadanos en los pueblos y ciudades.

Se localizan varias metodologías que se aplica a este proyecto, tales como el Tipo de Investigación, en este caso será de manera bibliográfica con los contenidos científicos citados, elaborados por otros autores y de criterio propio, por el conocimiento adquirido durante los años de estudio. También se refuerza el Nivel de Investigación, detallando de manera descriptiva y comprobatoria todos los resultados que sirven para elaborar el informe de este proyecto de investigación.

Además, se expresan los métodos que se aplican a esta investigación tales como el analítico, deductivo e inductivo, como también las técnicas de recolección de información siendo apropiada para este proyecto la encuesta y la observación, teniendo como referencia la población y muestra a los moradores de la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone.

### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Qué beneficio se obtendría al realizar un sistema de soterramiento de tendido eléctrico en media y baja tensión para la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone?

El desarrollo tecnológico se ha vuelto totalmente dependiente de la disponibilidad continua de suministro eléctrico, en la mayoría de los países, el suministro eléctrico comercial se abastece a través de redes nacionales, que interconectan numerosas estaciones generadoras de electricidad a las diferentes cargas.

La red debe abastecer las necesidades básicas nacionales de iluminación, calefacción, refrigeración, aire acondicionado, transporte y residenciales, así como el

abastecimiento crítico a comunidades gubernamentales, industriales, financieras, comerciales, médicas y de comunicaciones.

El suministro eléctrico comercial literalmente le permite al mundo moderno actual funcionar a un paso acelerado; la tecnología sofisticada ha penetrado profundamente en nuestros hogares y carreras, y con la llegada del comercio electrónico está cambiando continuamente la forma en la que interactuamos con el resto del mundo.

La tecnología inteligente exige un suministro libre de interrupciones o perturbaciones, un estudio reciente en los Estados Unidos ha demostrado que las firmas industriales y comerciales digitales están perdiendo 45.700 millones de dólares por año a consecuencia de interrupciones en el suministro, debido a las anomalías que aparecen en las líneas de transmisión y distribución de electricidad, hacen perecer a componentes críticos de muchos equipos que estén conectados a la red de suministro eléctrica pública.

En los procesos automatizados, líneas enteras de producción pueden descontrolarse, creando situaciones riesgosas para el personal de planta y costoso desperdicio de materia prima, la pérdida de procesamiento de datos en una gran corporación financiera puede costar miles de dólares irrecuperables por minuto de tiempo de inactividad, así como muchas horas posteriores de tiempo de recuperación, el daño de programas y datos causado por una interrupción en el suministro puede provocar problemas en las operaciones de recuperación de software que puede llevar semanas resolver.

El Ecuador no está ajeno a esta realidad, muchos problemas en el suministro se originan en la red de suministro eléctrico comercial, que, con sus miles de kilómetros de líneas de transmisión, está sometida a condiciones climáticas como humedad, frío intenso, calor abrasivo, salinidad, tormentas con rayos en ciertos inviernos, nieve, hielo e inundaciones, junto con fallas de los equipos, accidentes de tránsito y grandes operaciones de conexión.

Asimismo, los problemas en el suministro que afectan a los equipos tecnológicos actuales frecuentemente se generan en forma local dentro de una instalación a partir

de diversas situaciones, como la de construcción, grandes cargas de arranque, componentes defectuosos en la distribución e incluso el típico ruido eléctrico de fondo provocado por los transformadores que no son sometidos a control de calidad, teniendo en su partes físicas, elementos de mala calidad y mal proceso de ensamblado que a corto plazo provoca el daño a la unidad.

Acordar términos y normativas, es el primer paso para tratar las perturbaciones energéticas en todas sus etapas, el uso generalizado de componentes electrónicos en todo lo que nos rodea, desde equipos hogareños hasta el control de procesos industriales masivos y costosos, ha hecho que se tome más conciencia sobre la calidad del suministro y los tipos de sistemas tecnológicas que se deben emplear para entregar energía eléctrica de buena calidad sin desmejorar el medio ambiente y el buen vivir de los ciudadanos .

En la Provincia de Manabí, se está haciendo un cambio de visión, preparando de manera muy significativa a los estudiantes y profesionales para igualar y o hasta mejorar el concepto de instalación de redes eléctricas que sostenían años atrás y con experiencia de provincias y ciudades vecinas que fueron pioneras de estas mejoras, al usar tendidos eléctricos en media y baja tensión con las nuevas normas, esto significa un mejor confort y una visión totalmente elegante de lugar.

En general esta investigación, dará un punto de partida para que a futuro tenga un material que sirva para identificar y puntualizar el tipo de sistemas que se pueda emplear en un determinado lugar junto a las condiciones naturales que determinarán el correcto funcionamiento de la red eléctrica proyectada.

### **OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar un sistema de soterramiento de tendido eléctrico en media y baja tensión para la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone.

### **HIPÓTESIS.**

Si se diseña un sistema de soterramiento de tendido eléctrico en media y baja tensión mejorará la eficiencia energética en la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone.

### **VARIABLE DEPENDIENTE.**

Sistema de soterramiento de tendido eléctrico.

### **VARIABLE INDEPENDIENTE.**

Eficiencia energética en la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone

### **TAREAS CIENTÍFICAS DE INVESTIGACIÓN.**

**TAREA 1.-** Analizar el estado del arte sobre redes eléctricas soterradas.

**TAREA 2.-** Detallar los fundamentos teóricos sobre los tipos de redes eléctricas soterradas.

**TAREA 3.-** Diagnosticar el sistema de red eléctrica instalado.

**TAREA 4.-** Diseñar la propuesta para el cambio de las redes aéreas a redes eléctricas soterradas en media y baja tensión.

### **DISEÑO METODOLÓGICO:**

#### **Tipo de investigación.**

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

#### **Métodos Teóricos.**

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

**Análisis - Síntesis.** - este tipo de metodología permitirá obtener información relacionada con el problema que se investigará y permitirá obtener conocimiento del estado actual de la instalación eléctrica de la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone.

**Inducción - deducción.** - este tipo de metodología permitirá realizar una evaluación respecto a la situación del sistema eléctrico existente en la vivienda rural, esta

información permitirá concluir y recomendar las acciones para evaluar las posibles variantes de los dispositivos a instalar.

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

La obtención de la información se la realizara mediante los textos de ingeniería eléctrica y electrónica, tesis de grado de la carrera de ingeniería eléctrica y electrónica, realizadas por estudiantes profesionales en la actualidad, revistas y o artículos científicos.

## **POBLACIÓN Y MUESTRA.**

### **Población.**

La población que será motivo de análisis estará formada por 110 viviendas de la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone.

### **Muestra.**

La muestra que se aplicará será de un número de 110 habitantes (viviendas).

LUGAR	POBLACIÓN	MUESTRA	%
Ciudadela San Rafael del Cantón Chone.	Viviendas	110	100
	TOTAL	110	100

## **MÉTODOS Y TÉCNICAS.**

**Métodos empíricos.** - el método empírico que se empleará en el desarrollo de la investigación será el siguiente:

**La Encuesta:** Se realizará la encuesta a la familia que reside en la Ciudadela San Rafael del Cantón Chone.

# CAPITULO I

## 1. ESTADO DEL ARTE.

### 1.1. Antecedentes y Fundamentos Teóricos, Generalidades.

Para poder entender y aplicar los conceptos técnicos en lo que respecta al diseño de una instalación eléctrica, es necesario conocer conceptos generales relativos a las características de las redes eléctricas utilizadas en este tipo de instalaciones, para efecto de nuestro entendimiento, las redes eléctricas que se estudian se dividen en dos bloques, la fuente en donde existen las redes exteriores, y la carga en donde están presentes las redes interiores.

En lo que respecta al bloque fuente solo se entregaran conceptos generales orientados a comprender en forma global las características de estas redes, mientras que del bloque carga se entregara información más detallada, debido a que este es el tema de nuestro estudio.

### 1.2. Redes Exteriores.

Las redes exteriores son las que transportan la energía eléctrica que las empresas de distribución, venden a los clientes finales de su sector de concesión. Las redes exteriores pueden ser en general de baja tensión o media tensión, dependiendo de la topología del sistema y de las características de consumo de los clientes asociados a ellas.

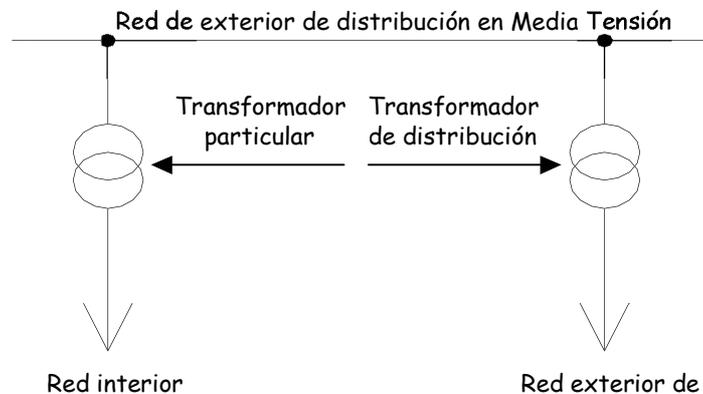


Figura 1: Red exterior de distribución

Una red de media tensión es aquella que tiene una tensión superior a 600v, la que, en el caso de Ecuador, en Manabí es de 13.8 kV. Estas redes pueden alimentar tanto a una red exterior de baja tensión o directamente a una red interior, como es el caso de los clientes denominados de media tensión, los que cuentan para su conexión con un transformador particular.

Una red exterior de baja tensión es aquella que tiene un potencial de suministro inferior a 600v, y está destinada a alimentar directamente a consumidores finales, que se entiende son de baja tensión, en el caso de Ecuador y sus provincias, la red de suministro de baja tensión es monofásico o trifásico 110/220v o 220/440v.

### 1.3. Redes Interiores.

Las redes interiores, son las que utilizan los clientes finales para distribuir la energía eléctrica obtenida de las redes exteriores al interior de sus instalaciones. Estas redes pueden ser tanto monofásicas como trifásicas y están compuestas en general por dos sistemas; la red primaria y la red secundaria.

El conjunto de conductores que vienen desde la unión con la red exterior de la compañía, les denominaremos red primaria, y los conductores que dependen de esta red, les llamaremos red secundaria. Estas redes siempre son en baja tensión, independiente que el cliente sea de media o baja tensión.

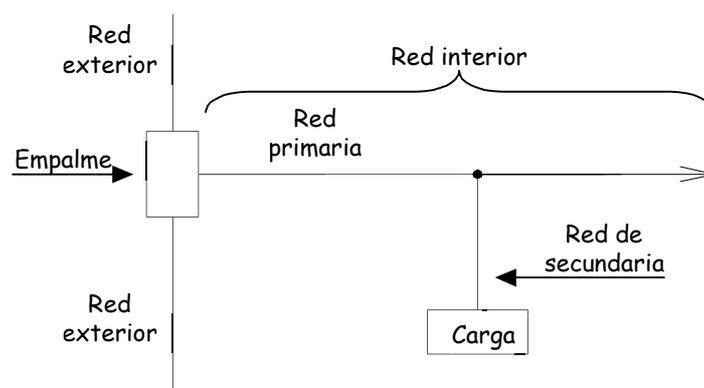


Figura 2: Red interior de distribución

Una red monofásica es aquella que utiliza para la alimentación de los equipos integrantes, solamente dos conductores de alimentación (fase y neutro), más un conductor de protección (tierra). En esta red tanto el sistema primario como el secundario son, al igual que los equipos dependientes de esta, del tipo monofásico.

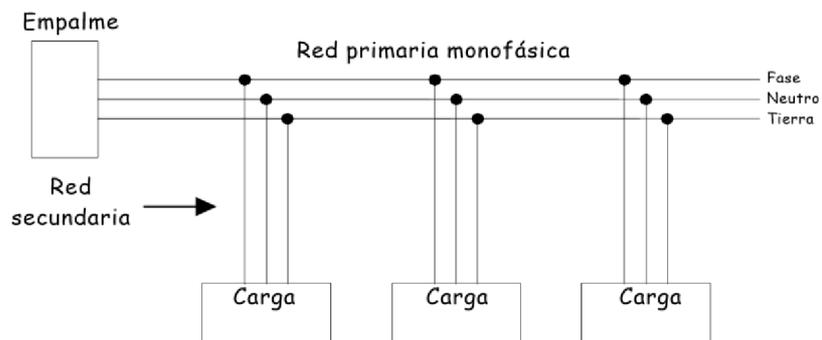


Figura 3: Red monofásica

Las redes trifásicas en general pueden ser las denominadas de cuatro hilos o las de tres hilos. La cantidad de hilos depende del número de conductores de fase más el conductor neutro (el conductor de tierra no se cuenta), por lo tanto, las redes de cuatro hilos son aquellas que están compuestas por tres conductores de fase, un neutro y una tierra de protección, mientras que las de tres hilos solo están compuestas por tres conductores de fase más el conductor de tierra.

Las redes trifásicas primarias son siempre de cuatro hilos y alimentan a redes secundarias que pueden ser monofásicas, trifásicas de cuatro hilos o trifásicas de tres hilos.

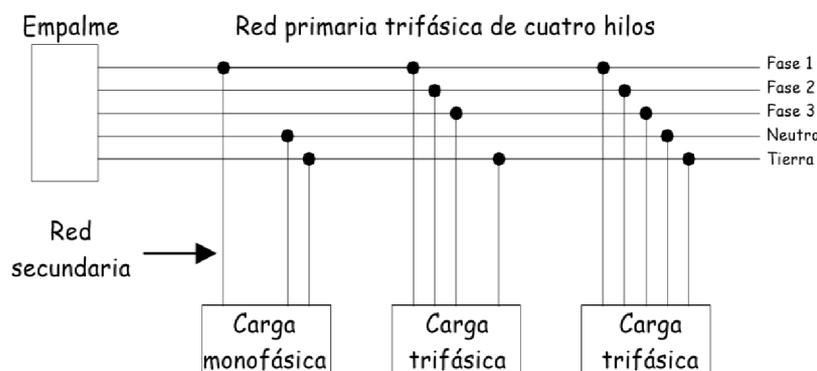


Figura 4 / Red trifásica.

#### **1.4. Clasificación de las Instalaciones Eléctricas Interiores.**

En general, las instalaciones eléctricas interiores las clasificaremos según el siguiente criterio:

##### **1.4.1. Tipo de Empalme en conductores.**

Por definición, el empalme es el conjunto de materiales y equipos eléctricos necesarios para poder servir de interconexión entre la red de distribución de la Compañía Eléctrica (red exterior), y una instalación eléctrica interior (red interior). Los empalmes eléctricos presentan una clasificación según su nivel de tensión, por lo que entonces podemos encontrar los siguientes:

- a. Empalmes de Baja Tensión
- b. Empalmes de Alta Tensión

##### **1.4.2. Empalmes de Baja Tensión**

Un empalme de baja tensión (trifásico o monofásico), es aquel que está conectado a redes de distribución que tienen un nivel de tensión menor que 600v, y están compuestos en general, de los siguientes elementos:

- **Acometida**, son los conductores y accesorios de canalización que van entre la red de la compañía y el punto de soporte de la caja de empalme, el cual puede ser un poste o un muro del edificio de la propiedad considerada. Dependiendo de las condiciones impuestas por la red de distribución y las correspondientes normativas municipales (ordenanzas), esta acometida puede ser aérea o subterránea.
- **Bajada**, son los conductores y sus accesorios de canalización que van entre el muro de anclaje de la acometida y la caja de empalme, y sirve para unir a aquella con los equipos de protección y medida. Se entiende este concepto aplicado sólo a los empalmes con acometida aérea. No sucede lo mismo en el caso de acometidas subterráneas, en las cuales la canalización entre la red de distribución y la caja de empalme es única y continua.

➤ **Caja de Empalme**, es una caja o gabinete metálico que contiene el o los equipos de medida, la protección del empalme (termo magnético), y eventualmente una regleta de conexiones que permite, entre otras cosas, intercalar medidores patrón con el fin de efectuar calibraciones y mantenciones si se requieren (block de prueba).

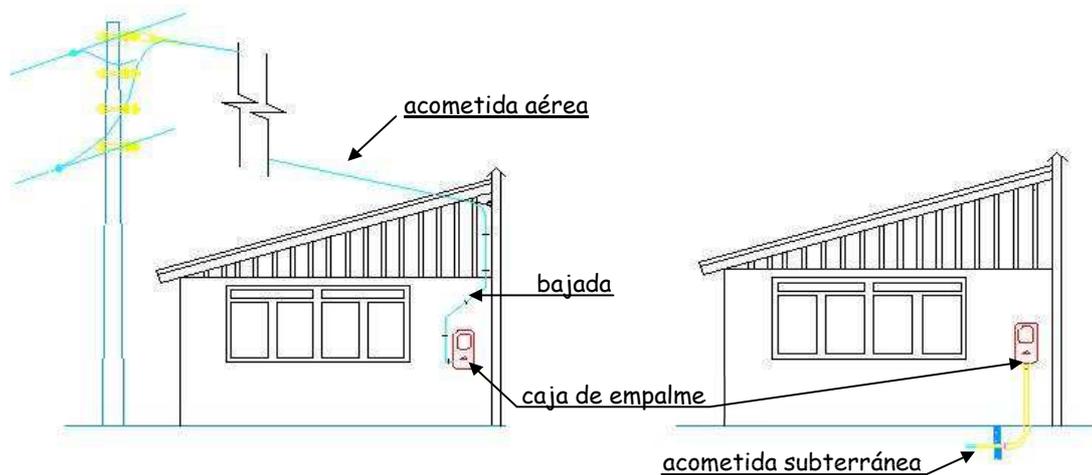


Figura 5: Empalme de baja tensión monofásico

#### 1.4.3. Empalmes de Alta Tensión.

Los empalmes de alta tensión son aquellos que se conectan a redes de distribución de las compañías eléctricas que tienen un nivel de tensión superior a 600v. En los empalmes de alta tensión también existen los aéreos y los subterráneos. Esta clasificación es en función de la ubicación física del sistema de medida.

#### 1.4.4. Aspectos Generales y Requerimientos de Instalaciones Subterráneas de Media Tensión.

Debido a una imagen urbana muy deteriorada causada por el entrecruzamiento de las redes eléctricas aérea, telefónica y cercanía extrema de las redes a las edificaciones, la imposibilidad de construcción de nuevas redes aéreas por las características geométricas, con calles estrechas, discontinuas, sin aceras, grandes pendientes podemos decir que las redes subterráneas se han convertido en una alternativa favorable.

Se considera que las instalaciones de redes subterráneas cumplen los objetivos generales para la modernización de infraestructuras 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.

Naturalmente este aumento en la confiabilidad y en la estética forma parte del incremento en el costo de las instalaciones porque se debe realizar el calado de la vía pública para alojar las canalizaciones, conductores y señalización de los mismos; además de contar con la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de redes, en estos casos el diseño de la red desempeña un papel importante, permitiendo que las instalaciones bien proyectadas sean económicamente competitivas.

La utilidad y relevancia de este estudio se demuestra en el hecho de que aún no se disponen de proyectos elaborados sobre este tema por ninguna empresa o institución territorial, ni existe experiencia especializada de construcción de cámaras de transformadores subterráneas.

#### **1.4.5. Descripción, Selección e Instalación de Cables Subterráneos.**

Los cables que se emplean en las instalaciones subterráneas están aislados y protegidos contra los agentes del terreno donde se instalen, están compuestos por: El conductor, por el cual fluye la corriente.

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

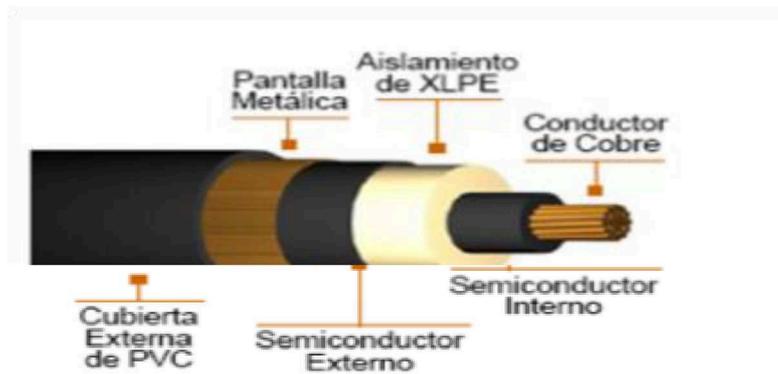


Figura 6: Cable Aislado.

#### 1.4.6. Parámetros Eléctricos de los Cables Subterráneos.

Los valores de las constantes de operación de los cables aislados (R, L, C) permiten el estudio técnico económico para realizar la selección idónea del calibre del conductor en base a las pérdidas de energía y caída de tensión en el conductor, etc., también permite determinar, el valor de la impedancia, para los análisis de cortocircuito, como su comportamiento en regímenes transitorios, al efectuar las pruebas de campo y el mantenimiento correspondiente.

#### 1.4.7. Elección del cable por Corriente de Cortocircuito y por Sobrecarga.

Los sistemas eléctricos presentan cortocircuitos, y sobrecargas causadas generalmente por condiciones anormales de operación. El calor que se genera debido al efecto de Joule puede ocasionar daños a los componentes de cable (aislamiento, cubiertas).

##### a. Sobrecargas:

- Temperaturas de sobrecargas, y
- Corrientes de sobrecargas

##### b. Corto circuito:

- Temperaturas máximas en Condiciones de cortocircuito, y
- Selección del conductor conociendo la corriente de falla

#### **1.4.8. Selección del Cable por Esfuerzo Térmico.**

La corriente transportada por un conductor produce una energía térmica, esta energía provoca una elevación en la temperatura del conductor, luego de un tiempo de circular esta corriente la temperatura del conductor se estabiliza produciéndose un “equilibrio térmico”, esta corriente es denominada “capacidad de conducción de corriente”.

#### **1.5. Pérdidas Técnicas en Redes Subterráneas.**

Las pérdidas técnicas en redes subterráneas están basadas en las condiciones de operación y las características de los materiales requeridos, por lo cual tienen un tratamiento y metodología particulares, aunque las pérdidas se produzcan por una interacción de las magnitudes eléctricas sobre los componentes del cable eléctrico, éstas podemos dividir las en: pérdidas en el conductor, en el dieléctrico y en las pantallas o cubiertas metálicas.

#### **1.6. Instalación de Cables Subterráneos de Media Tensión.**

Antes de proceder a efectuar la instalación se deberá hacer un recorrido de la trayectoria, para ver el grado de dificultad y, además verificar que esté en condiciones para instalar los cables. Para lograr confiabilidad, seguridad y continuidad en el servicio se debe contar con el equipo de instalación adecuada al tipo de cable e instalación y la supervisión de técnicos especializados

#### **1.7. Parámetros a considerar previos a la instalación.**

En la instalación de los cables, deben considerarse los siguientes parámetros, debido a las propiedades físicas de los cables:

- a. Máxima tensión de jalado
- b. Longitud de jalado
- c. Presión lateral
- d. Radio mínimo de curvatura

e. Fricción

### 1.8. Centros de Carga Subterráneo.

Un centro de carga subterráneo es básicamente una instalación, que mediante los elementos que lo conforman puede cumplir varias funciones. De acuerdo a la necesidad del sistema, existen diferentes tipos de centros de carga subterráneos, los mismos que pueden ser ubicados en bóvedas o cuartos, y estos pueden servir para distribuir, transformar o interconectar la energía eléctrica.

Las bóvedas o cuartos, como se les llama generalmente a los centros de carga subterráneos, pueden estar ubicados tanto en las aceras de las calles, como en el interior de los edificios, teniendo el ingreso directamente desde la calle por medio de escaleras, o por puertas, si es en los edificios. Según la conexión de los centros de carga a la línea de distribución de media tensión que les suministra la energía eléctrica, se puede clasificar en:

- Simple derivación o en antena
- En anillo
- Doble derivación

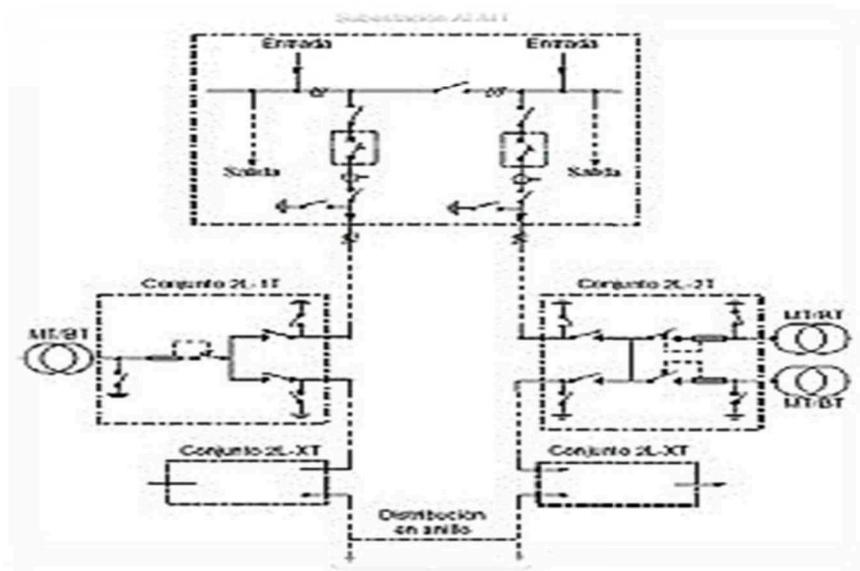


Figura 7: Distribución en anillo

### **1.9. Clasificación de los Centros de Carga Subterráneos.**

Se puede clasificar a los centros de carga subterráneos en dos grupos: según su misión y de acuerdo a su ubicación. Su diseño varía debido a la cantidad de usuarios a los cuales se vaya a dar servicio, a los elementos o equipos que se encuentran instalados y a la ubicación de los mismos.

**a. Según su misión**, es decir de acuerdo a la función que vayan a realizar cada uno de los elementos y equipos que lo conforman, los centros de carga subterráneos se pueden clasificar en:

- Centros de distribución
- Centros de transformación
- Centros de interconexión

**b. De acuerdo a su ubicación**, según su ubicación, se puede clasificar a los centros de carga, que se encuentran instalados en recintos cerrados, en dos grupos: los subterráneos o también llamados comúnmente bóvedas y los de superficie o cuartos. Las bóvedas subterráneas son instalaciones construidas bajo la vía pública o en el sótano de los edificios.

Suelen ser recintos de pequeñas dimensiones, teniendo en cuenta el terreno que puede ser isotrópico u homogéneo, los movimientos de tierras que se realizan antes de la colocación de las instalaciones.

En cuanto a la red de tierra, suele estar conectada a un enmallado de electrodos embebido en el hormigón de pavimentación, con el fin de conseguir una cierta equipotencialidad en el interior del centro y así mejorar la seguridad de la instalación.

Una característica de los subterráneos o bóvedas es que el ingreso hacia las mismas se lo realiza mediante escaleras. Los de superficie o cuartos son aquellos que se encuentran alojados en el interior de un edificio, generalmente en el mismo nivel que la calle.

Su acceso está en el ámbito de la vía pública y podemos subdividirlos en dos tipos: El local, y El independiente

### **1.10. Elementos y equipos constitutivos.**

Es el conjunto de aparatos que se utilizan para protección, conexión y desconexión de los circuitos eléctricos.

#### **1.10.1. Parámetros característicos de los aparatos eléctricos.**

Los parámetros característicos más utilizados en la nomenclatura eléctrica en general son:

- Valor nominal
- Valor asignado
- Intensidad límite térmica
- Intensidad límite dinámica

Las condiciones comunes para la correcta elección de las características de los aparatos de maniobra a conectar en un punto determinado de la tensión son: la tensión asignada, debe ser igual o superior a la máxima de servicio prevista en aquel punto de la instalación.

La intensidad asignada en servicio continuo, debe ser igual o superior a la máxima prevista para circular en permanencia por el aparato, el dispositivo de maniobra neumática debe ser capaz de abrir y de cerrar el aparato de conexión cuando la presión del gas comprimido esté comprendida entre el 85 y el 110% de la presión asignada de alimentación.

Salvo especificación en contra del fabricante, la intensidad admisible de corta duración asignada debe ser superior a la mayor corriente de cortocircuito que pueda presentarse en aquel punto, y circular por el aparato, asimismo, el valor cresta de la intensidad asignada de corta duración, debe ser superior al mayor valor de cresta de la intensidad inicial de cortocircuito.

### **1.10.2. Equipo de media tensión.**

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

Los más destacados son:

- Seccionadores
- Interruptores e
- Interruptores Seccionadores
- Celdas
- Fusibles de media tensión
- Transformadores de distribución
- Pararrayo

### **1.10.3. Normativa aplicada al Diseño de los Centros de Carga y Parámetros de Diseño.**

El centro de carga deberá cumplir las siguientes condiciones necesarias, no contendrá canalizaciones ajenas al centro de carga, tales como agua, aire, gas, teléfonos, etc. Será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del centro subterráneo (muros, tabiques, cubiertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (vigas, pilares, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727. Los centros de carga estarán contruidos de manera que su interior presente una superficie equipotencial, para lo cual se unirá un conductor rígido

de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> formando un anillo en todo su perímetro, al que se unirá también el enmallado del piso, dejando en ambos casos una punta de cable de cobre de 0,20 m que se unirán a la tierra de las masas.

En el caso de centros prefabricados, cada pieza de las que forman parte del edificio, deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados posible para poder medir la continuidad eléctrica de la armadura. En el caso de que el centro subterráneo esté ubicado de forma que sobre él se prevean cargas excepcionales (zonas de circulación o aparcamiento de vehículos) las características mecánicas se adecuarán a estas circunstancias.

En cualquier caso, el valor mínimo de sobrecarga a considerar, está el indicado de la Norma UNE-EN 61330. Las cubiertas de los centros estarán diseñadas de forma que impidan la acumulación de agua sobre ellas y sin riesgo de filtraciones. En los forjados se distinguirán dos casos:

Forjados de carga puntual, cuando el acceso al transformador y materiales se efectúa a través de tapas practicables situadas debajo de un forjado.

Forjados para carga móvil que se pueden diferenciar dos zonas:

La de maniobra que soportará una carga como mínimo de 600 kg/m<sup>2</sup>.

La del transformador y sus accesos, que soportará una carga rodante de 4.000 kg/m<sup>2</sup> apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes.

La carpintería podrá ser metálica, con el objetivo de ser lo suficientemente rígido y pueda proteger mediante galvanizado en caliente, u otro recubrimiento antioxidante. Asimismo, podrá ser de material orgánico, tal como poliéster con fibra de vidrio, resistente a la intemperie. Su resistencia mecánica será la adecuada a su situación y a la ubicación y características del centro de carga.

El local del centro de carga contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, evitando el acceso a personas ajenas al servicio. Los elementos delimitadores del centro subterráneo, puertas, ventanas, rejillas, etc., tendrán una

resistencia al fuego RF-240 y los materiales de revestimiento interior serán de clase M0, de acuerdo con la norma UNE-23727.

Los muros exteriores deben presentar una resistencia mecánica mínima equivalente a la de los espesores de los muros construidos con los distintos materiales.

El acabado de la albañilería en el interior del centro, debe tener las siguientes características:

- Paramentos interiores: raseo con mortero de cemento fratasado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso.
- Paramentos exteriores: se realizará de acuerdo con el resto del edificio.
- El pavimento será de cemento continuo bruñido y roleteado.
- El acabado de los elementos metálicos que intervengan en la construcción del centro estará protegido de la oxidación por imprimación de pintura antioxidante y acabado con pintura tipo resina epoxi o epoxídica.
- El local deberá contar con cota de desagüe suficiente. Los fosos o canales tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2%, hacia una arqueta sumidero conectada a la arqueta colectora, que puede ir comunicada mediante tubo con el desagüe general o pozo filtrante.

Todos los centros de carga tendrán:

- Cartel de primeros auxilios,
- Las 5 reglas de oro,
- Guantes aislantes para 30 Kv,
- Pértiga de salvamento, y Banqueta aislante.

#### **1.10.4. Ubicación de los elementos.**

Las dimensiones del centro subterráneo deberán permitir:

El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.

La ejecución de las maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según se recoge en las instrucciones del MIE-RAT-14 ó MIE-RAT-15 según se trate de maniobra de interior o exterior respectivamente.

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del centro de carga, se tomarán en consideración las siguientes dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra, según MIE-RAT 14, si hay elementos de maniobra en ambos lados de la zona de servidumbre, ésta deberá tener un ancho de 1200 mm. No se incluye la separación a pared de la aparamenta, en caso de centros prefabricados este dato lo debe facilitar el fabricante. Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la aparamenta.

#### **1.10.5. Puertas de acceso.**

En los centros subterráneos las tapas de acceso, a instalar en el piso de aceras o calzadas, se ajustarán a la norma EN-124, siendo de clase D-250 cuando se instalen en zonas peatonales y D-400 cuando estén situadas en sitio de tráfico rodado. Siendo las dimensiones mínimas de luz de 0,80 x 0,60 m para las tapas de acceso al personal y de 2,10 x 1,25 m para las tapas de acceso de materiales.

#### **1.10.6. Escaleras.**

Las escaleras para el personal en centro de carga subterráneos serán de acero S275JR UNE EN 10 025, galvanizado en caliente según la norma NI 00.06.10. Separación de peldaños no superior a 25 cm, constituida por perfiles metálicos u otro material suficientemente resistente. En los centros subterráneos ubicados en primer sótano, tanto el propio local como los canales deberán contar con un desagüe suficiente por gravedad.

En los que no exista desagüe suficiente por gravedad se deberá disponer de bomba de achique, cuya cota superior se encuentre por debajo de la rasante del suelo del centro.

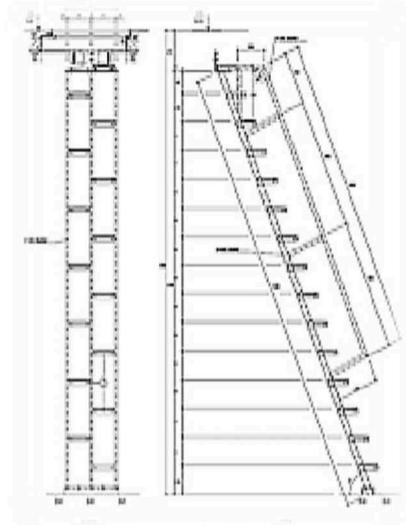


Figura 8: Escaleras

#### **1.10.7. Ventilación del recinto.**

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

#### **1.10.8. Grados de protección.**

La envolvente, incluyendo los accesos para el equipo y el personal, así como las penetraciones de cables, será con un grado de protección IP X7 y IK 10 según la norma UNE 20324 y UNE 50102 respectivamente.

#### **1.10.9. Iluminación interna del recinto.**

En el interior del centro de carga se instalarán las fuentes de luz necesaria para conseguir, un nivel medio de iluminación de 150 lux existiendo por lo menos dos puntos de luz.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación, se deberá poder efectuar la sustitución de las lámparas sin necesidad de desconectar la alimentación.

#### **1.11. Sistema contra incendios.**

Existen dos niveles o sistemas de protección contra incendios.

- Sistema pasivo de aplicación general de todos los casos.
- Sistema activo que refuerza y complementa al sistema pasivo de aplicación obligatoria a partir de ciertas cantidades de aceite.

#### **1.12. Factor de riesgo en centros de carga.**

Es el riesgo derivado de los centros de carga para las personas cuando se encuentran en proximidad o en el interior de los mismos, ya sea por motivos de su actividad laboral o no.

#### **1.13. Inspección, Prueba y Mantenimiento.**

Las instalaciones eléctricas de obra deberán diseñarse y realizarse de acuerdo con las exigencias del organismo competente y de normas técnicas aceptadas, estableciendo la calidad de los conductores, características de los tendidos a canalizaciones, dispositivos de corte y seguridad, incluyendo equipos, máquinas y herramientas.

Deberá existir en obra una memoria técnica donde se describa las características de la instalación eléctrica empleada en obra, los dispositivos de protección y maniobra existentes, sistemas de tableros principales y secundarios, instalación activa y del sistema de puesta a tierra, así como todos los elementos afines a las instalaciones relacionados con la seguridad de las personas.

<b>TENSIÓN EFICAZ</b>	<b>DISTANCIA MÍNIMA EN MTS</b>
0 a 24 voltios	0,00
de 24 voltios a 1 kV	1,00
más de 1 kV a 66 kV	3,00
más de 66 Kv	5,00

Tabla 1: Distancias de Seguridad

Las condiciones de seguridad en instalaciones eléctricas permanentes o provisionales según aplique, nos dice que se deben adoptar las medidas de seguridad para realizar el mantenimiento a las instalaciones eléctricas, al equipo y a las subestaciones. Considerando al menos: el equipo eléctrico, las instalaciones eléctricas y subestaciones en general.

#### **1.14. Mantenimiento de líneas subterráneas.**

Antes de iniciar el trabajo y una vez recibida la línea o parte de la misma en consignación o descargo, se debe verificar la ausencia de tensión eléctrica; poner la misma en corto circuito y a tierra, a ambos lados, lo más cerca posible del lugar de trabajo, asegurándose de que las tomas de tierra mantengan continuidad.

Se deben colocar barreras de protección y señales o avisos de seguridad. La desconexión de líneas o equipos de la fuente de energía eléctrica se debe hacer abriendo primero los equipos diseñados para operar con carga. Para trabajos de mantenimiento en líneas subterráneas se debe: Identificar la ubicación de los equipos conforme lo indiquen los planos.

Ubicar las trayectorias, circuito de alimentación, transformador y seccionador. Identificar los riesgos y determinar las medidas preventivas para realizar las tareas. Verificar el estado de las conexiones de puesta a tierra y los conductores de puesta a tierra. Utilizar candados o etiquetas de seguridad.

##### **1.14.1. Inspección y mantenimiento de cuartos o bóvedas.**

Para la conexión por primera vez a la red de un centro de carga, después de los requisitos administrativos, se revisa la instalación en todos sus elementos: ubicación, edificio, transformador, apartamento, equipo de medida, red de tierras, etc. Los principales puntos a revisar son:

Limpieza de las instalaciones, limpieza y revisión de los contactos de toda la apartamento, que deben tener la presión adecuada, revisión de las normas de explotación y de las normas de los aparatos a poner en servicio, comprobación del buen funcionamiento de los dispositivos de mando y enclavamiento de los aparatos,

realizando las maniobras habituales, y verificación del tiempo de actuación de los relés.

Comprobación de las conexiones de las barras y que no hay peligro de cortocircuito entre ellas, observación del nivel de aceite del transformador y verificación del funcionamiento del relé de gases y del relé de temperatura, comprobación del buen aislamiento eléctrico de toda la instalación, verificando que las condiciones de la instalación están de acuerdo con las prescripciones reglamentarias, comprobación de los circuitos y las tomas de tierra, midiendo la resistencia de las tomas de tierra y las tensiones de paso y contacto.

Los criterios de mantenimiento de los centros de carga se basan en el artículo 12 del Reglamento de Centrales Eléctricas y Centros de Transformación, y en el artículo 92 del Reglamento de Verificaciones Eléctricas. Se tiene en cuenta, además, el Reglamento de Baja Tensión y la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## CAPITULO II

### 2. REDES DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

#### 2.1. Antecedentes.

En esta sección a más de los métodos que se describen se indica un ejemplo del diseño y la construcción de una red eléctrica subterránea en media y baja tensión. La zona en la cual se pretende desarrollar este ejemplo no tiene relevancia ya que se toman parámetros estándares según procede en lugares con zona húmeda y con alta densidad en el aire, con tensiones superiores a 13.8kv.

#### 2.2. Cabina de Control o Recinto, Obra civil en general.

Para la distribución de la red subterránea de media tensión se debe construir una Cabina de Derivación y Maniobras con Barras Pre moldeadas de Conectores Múltiples, que se ubicará en el acceso próximo de las líneas de media tensión.

#### 2.3. Dimensiones del recinto de control.

La Cabina de Derivación y Maniobras con Barras Pre moldeadas de Conectores Múltiples para tensiones superiores a 13.8 Kv será construida con las dimensiones analizadas en la tabla siguiente.

Voltaje (KV)	Dimensiones		
	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
13.8	2448	2146	2420

Tabla 2 Dimensiones de la Cabina de Derivación y Maniobras con Barras pre moldeadas de conectores múltiples para 13.8 KV.

#### 2.4. Ambiente de operación.

El ambiente interior de la cabina subterránea debe ser apto para la instalación y operación continua de las barras de conectores múltiples de 200 A. y tendrá la comodidad para el trabajo del personal en su interior. La humedad relativa interna de

la cabina deberá ser como máximo 60% para mantener un margen de seguridad debido a que la humedad relativa de los equipos pre moldeado es 90%.

<b>EQUIPO</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Humedad %</b>
Cámara Subterránea	de 20 a 30	60

Tabla 3: Porcentaje de Humedad de la Cabina de Derivación y Maniobras con Barras Pre moldeadas de conectores múltiples para 13.8 KV.

### **2.5. Impermeabilidad del recinto.**

La cabina se construirá impermeable, resistente al agua y a la humedad permanente, llevará pintura para interiores de cero mantenimientos a largo plazo.

### **2.6. Sistema de ventilación.**

Al tratarse de una Cabina de Derivación y Maniobras con Barras Pre moldeadas de conectores Múltiples no es necesario disponer de un sistema de ventilación debido a que estos equipos no irradian calor por pérdidas como los transformadores.

### **2.7. Hormigón de la cabina de derivación y maniobra.**

El hormigón que se utilice en la construcción de la cabina debe ser de una resistencia de:

$$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$$

Para todas las paredes, pisos, losas y tapas móviles.

### **2.8. El piso del recinto o cabina.**

El piso será construido con losa de hormigón ciclópeo con refuerzo de malla electro soldada lo suficientemente resistente para soportar el peso de los equipos que se instalarán en la cabina. Además, debe contener canaletas perimetrales y rejillas a nivel del piso de la cabina, las dimensiones de las canaletas aproximadamente serán de 0,4

metros de ancho y 0,6 metros de profundidad, dentro de las cuales alojarán a los conductores de bajo y medio voltaje colocados sobre bandejas porta cables.

### 2.9. Tapas o losas superiores.

Será construido con hormigón tipo ciclópeo  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con doble refuerzo de varilla corrugada de diámetro 12mm cada 10 cm en ambas direcciones. El techo estará compuesto de varias losetas de hormigón armado con refuerzo de perfil metálico, provistas de ganchos para el izado de las mismas en caso de reposición de equipo. El boquete para ingreso de personal será de 70x70 cm y la tapa será de grafito esférico.

### 2.10. Paredes, bases y fundiciones.

Las paredes estarán construidas de hormigón ciclópeo  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con refuerzo doble de malla electro soldada de 6 ó 10 mm.

### 2.11. Canaletas para ingreso y salida de cables.

El ingreso y salida de los cables a la cabina de transformación subterránea será a través de bancos de 9 ductos.

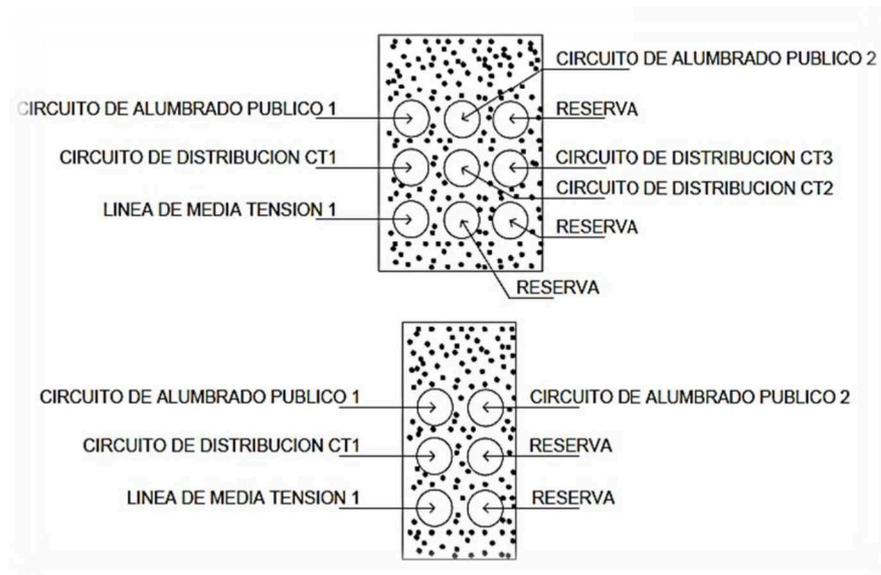


Figura 9: Banco de ductos para ingreso de cables a la Cabina Subterránea.

En este tipo de cabina no es necesario construir canaletas en las esquinas para alojar a los cables, estos pueden ingresar directamente a las barras de conectores múltiples.

### **2.12. Tapas de acceso a la cabina.**

La tapa de ingreso a la cabina será de grafito esferoidal deberá tener cierre articulado clase C250 y fuerza de ensayo 400 kN (kilo Newton).

### **2.13. Obra eléctrica.**

La obra eléctrica de este tipo de cabina comprenderá de:

#### **a. Iluminación interior de la cabina.**

La cabina dispondrá de un circuito de fuerza y un circuito de iluminación que estarán protegidos por un interruptor termo magnético que estará instalado en un centro de distribución.

#### **b. El nivel medio de iluminación será como mínimo de 270 lux.**

### **2.14. Derivaciones de medio voltaje desde barras pre moldeadas de conectores múltiples.**

Se considera la implementación del alimentador primario en forma subterránea, el mismo que partirá mediante un sistema de transición aéreo subterráneo desde un poste existente y seguirá utilizando los ductos a implementarse hasta la Cabina de Derivación y Maniobras que se le conocerá como CDM-1, a construirse en la zona destinada, así mismo se instalará un juego de tres barras pre moldeadas de conectores múltiples de 5 vías para 25KV, que servirá como punto de derivación.

### **2.15. Conducción, Obra civil.**

Para la instalación de las redes de distribución subterráneas es necesario implementar el sistema de ductos y pozos de revisión.

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

En el proyecto se contempla la implementación de un banco de 9 ductos a lo largo del margen este de la Avenida Rafael Correa, considerando que están junto a las calles

transversales a través de las cuales se alimenta al sistema, y, un banco de 6 ductos a lo largo del margen oeste de la misma Avenida.

En los accesos a todas las calles transversales se considera la implementación de un banco de 6 ductos a fin de facilitar las instalaciones cuando se regeneren las citadas calles transversales, que terminan en un pozo de revisión similar a los pozos de las bajantes eléctricas de poste.

Todos los ductos serán de tubería de PVC rígida de 110 milímetros de diámetro, y estarán debidamente sellados en ambos extremos, utilizando un sistema de sellado. Todos los bancos de ductos serán debidamente hormigonados con una resistencia de 140 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **2.17. Profundidad de banco de ductos.**

Los bancos de ductos estarán enterrados una profundidad 40 centímetros debajo del nivel del piso terminado en las veredas y 60 centímetros debajo del nivel del piso terminado en los cruces de las calles.

#### **2.18. Pozos de revisión.**

En el proyecto, en el recorrido de las redes de distribución se consideran pozos de revisión, con dimensiones de (1,00 x 0,70 x 0,98) metros libres para las instalaciones eléctricas. Cada espacio tendrá su tapa de hormigón armado con filo de hierro.

El filo del pozo tendrá un perfil de hierro que ajuste con el de la tapa. En el fondo de cada uno de los espacios existirá un canal de 20cm de ancho sin fundición de hormigón, recubierto de ripio a fin de facilitar la evacuación del agua que pudiera ingresar.

Al pie de cada una de las luminarias de alumbrado público, y junto a cada una de las casas en las que se implementará alumbrado de portales se considera la implementación de pozos de revisión de 0,50x0,50x0,60 metros libres con tapa de hormigón armado con perfil de hierro.

Al pie de los postes en los que existan bajantes eléctricas se implementarán pozos de revisión de mampostería de ladrillo de 1,00x0,70 x0,98 libras con tapa de hormigón armado con filo de hierro.

Para las acometidas a las edificaciones se utilizará un ducto constituido por politubo de 1.1/2" de diámetro desde el pozo de revisión correspondiente hasta el tablero de medidores. En el tendido deberá evitarse los dobleces. En el acceso al respectivo tablero de medidores, la tubería irá empotrada en la fachada. Para alimentar a las luminarias se utilizará un ducto constituido por politubo de 1" de diámetro desde el pozo de revisión correspondiente hasta el interior del poste de hierro galvanizado.

#### **2.19. Tapas de hormigón y perfil de hierro.**

Las tapas para los pozos, serán elaboradas con perfil de hierro doblado de 50 mm en la base por 100 mm de alto con una inclinación aproximada de 110 grados tanto para el brocal como para el marco de la tapa. El espesor del perfil será de 4 mm. La losa de la tapa será de hormigón  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , de 10 cm de espesor con armadura  $\varnothing=12$  mm cada 10 cm.

#### **2.20. Obra eléctrica Recorrido de redes de media y baja tensión.**

En todo el recorrido se plantea la implementación de redes de distribución en bajo voltaje y alumbrado público subterráneo. Para brindar servicio en bajo voltaje a los usuarios, se plantea la implementación de estaciones de transformación de hasta 75KVA ubicadas en las intersecciones de las calles transversales, cada una con su tablero de distribución secundaria, de esta forma a lo largo del tramo sólo existirá red de bajo voltaje subterránea.

La red de medio voltaje a 13.8KV también será subterránea, para lo cual se implementará una Cabina de Derivación y Maniobras con Barras Pre moldeadas de Conectores Múltiples de 5 vías CDM-1, en la cual se instalará un juego de barras pre moldeadas para 25KV, que servirá como punto de derivación del alimentador hacia cada una de las salidas en medio voltaje necesarias.

Para el alumbrado público se considera la utilización de postes de hierro galvanizado en caliente de 9 metros de longitud y luminarias de vapor de sodio de 250W.

### **2.21. Redes de distribución, Conductores de medio voltaje.**

Los alimentadores estarán conformados por conductores de cobre calibre 2 AWG con aislamiento tipo XLPE para 25KV para cada una de las tres fases y 2 AWG desnudo para el neutro, y un alimentador estarán conformados por conductores de cobre calibre 3/0AWG con aislamiento tipo XLPE para 25KV para cada una de las tres fases y 1/0AWG desnudo para el neutro; todos recorrerán a través de los ductos a implementarse hasta las correspondientes salidas a implementarse en los postes en cada una de las calles.

En la Cabina de Derivación CDM-1, las puntas de los cables se instalarán codos desconectables de 200A-25KV. En los otros extremos de cada cable que se instalarán puntas terminales tipo exterior adecuadas para el conductor En los postes en los cuales se realiza la interconexión entre los conductores subterráneos y la red aérea, se instalarán pararrayos clase distribución 10KA, conectados a tierra.

### **2.22. Conductores de bajo voltaje.**

Desde los tableros de distribución partirán los alimentadores en bajo voltaje para brindar servicio a cada una de las cargas. Todos los alimentadores serán subterráneos, trifásicos a cuatro conductores, conformados por conductores de cobre con aislamiento TTU para 2000V para las fases y desnudos para el neutro, de calibres adecuados, que recorrerán a través de los ductos a construirse para el efecto.

El sistema se ha diseñado de forma que los alimentadores de bajo voltaje de la vereda este pertenecen a una estación de transformación y los alimentadores de la vereda oeste pertenecen a la otra estación de transformación. Además, para facilitar la instalación y el mantenimiento del sistema, desde cada tablero de distribución parten dos alimentadores, uno para alimentar la vereda norte y otro para alimentar la vereda sur correspondientes, de forma que en una vereda no existan dos alimentadores a la vez.

Los conductores que conforman los alimentadores se construirán en un solo vano, no podrán tener empalmes en su recorrido.

### **2.23. Estaciones de transformación.**

Todas las estaciones de transformación se instalarán en postes de hormigón armado existentes en las calles transversales. Cada estación de transformación tendrá su correspondiente tablero de distribución en bajo voltaje, ubicado en el piso, junto a la estación, en el cual se incorporarán los interruptores termo magnéticos de protección para los alimentadores en bajo voltaje.

Las estaciones de transformación estarán conformadas por transformadores trifásicos tipo convencional, para trabajar a 3000 metros sobre el nivel del mar, con relación de transformación 13.8kv GRDy / 220v – 127v. En cada una de las estaciones de transformación, en el lado de medio voltaje se instalarán tres seccionadores tipo abierto 27KV 100A con tirafusibles adecuados como elementos de maniobra y protección contra sobre corrientes, y, tres pararrayos de polímero clase distribución 10KA, debidamente conectados a tierra.

Como elementos de protección contra sobretensiones; en el lado de bajo voltaje como protección contra sobre corrientes se instalarán fusibles tipo NH, soportados en sus correspondientes bases en cada una de las fases. Los tirafusibles y fusibles NH se dimensionan de acuerdo con la potencia del transformador a proteger, de acuerdo a las tablas establecidas.

### **2.24. Acometidas a usuarios.**

Desde los pozos de revisión partirán las acometidas hasta los tableros de medidores de cada uno de los usuarios, las mismas que serán trifásicas a cuatro hilos, conformadas por conductores de cobre calibre 6AWG, con aislamiento TTU para 2000V para las fases y desnudo para el neutro, protegidas en todo su recorrido por politubo de 1.1/2” de diámetro.

En el tendido deberá tomarse las precauciones necesarias para evitar dobleces en la tubería. En las fachadas de las viviendas, desde el piso hasta el tablero de medidores,

será necesario empotrar la tubería. En los casos en los que, en los tableros de medidores, no se utilicen las tres fases de la acometida, los conductores de acometida que no se utilicen deberán dejarse aislados utilizando capuchones termo contraíbles adecuados al diámetro del conductor.

#### **2.25. Puesta a tierra.**

En las estaciones de transformación, y en los postes en los que se instalen pararrayos, se conectarán sólidamente a tierra los pararrayos, la carcasa del transformador y el neutro del sistema, utilizando cable de cobre desnudo calibre 2 AWG hasta el neutro aéreo del sistema, y desde este cable alumweld hasta la varilla copperweld a instalarse a una distancia no menor a 1,5 metros del pie del poste correspondiente.

Como elemento de conexión entre la varilla copperweld y el cable se utilizará suelda exotérmica. En los tableros de distribución se conectarán sólidamente a tierra el neutro del sistema y la carcasa del tablero utilizando una varilla copperweld enterrada en el pozo correspondiente, utilizando cable de cobre desnudo calibre 2 AWG y suelda exotérmica.

#### **2.26. Obra civil, empalmes de bajo voltaje.**

En los pozos de revisión se realizarán los empalmes de bajo voltaje que servirán para alimentar a cada usuario. Las dimensiones de los pozos de revisión serán de 100x70x98 cm.

#### **2.27. Obra eléctrica, empalmes de bajo voltaje.**

Los empalmes de bajo voltaje que se realizarán utilizando kits de empalme de gel o cintas adecuados para el calibre de los conductores, con conectores de compresión tipo C adecuados para los conductores del alimentador y de la acometida.

Será necesario que los conductores que conforman los alimentadores, así como los de las acometidas tengan al menos un metro de longitud extra dentro de cada pozo de revisión para permitir la realización de los empalmes.

En todos los pozos de revisión, así como en el interior de los tableros de distribución todos los conductores estarán debidamente marquillados, utilizando etiquetas de vinyl de ½” de ancho, resistentes a la humedad y aceites. En cada una de las etiquetas se detallará claramente:

- La estación de transformación
- El circuito de bajo voltaje
- La identificación del circuito si es de distribución CD, o si es de alumbrado público AP.

## **2.28. Empalmes de medio voltaje.**

Los conductores que conforman los alimentadores se construirán en un solo vano, no podrán tener empalmes en su recorrido.

## **2.29. Equipos de Corte, Maniobra y Protección.**

### **2.29.1. Tableros de distribución.**

Para la distribución de la energía en bajo voltaje será necesario implementar tres tableros de distribución de 1,27 x 0,90 x 0,263 metros, construidos en hierro tool de 2mm de espesor, con tratamiento de fosfatizado, fondo antioxidante y terminado con pintura tipo esmalte impregnada al horno.

En el interior tendrán barras de 600 amperios de capacidad para las fases y 400 amperios para el neutro, con espacio para al menos diez interruptores termos magnéticos tipo caja moldeada trifásica, y espacio para el emplazamiento del tablero de control de alumbrado. Los tableros de distribución tendrán protección IP65, y se instalarán sobre bases de mampostería de ladrillo de 10 cm de alto para evitar el ingreso de agua.

### **2.29.2. Interruptores termo magnéticos.**

Los interruptores termo magnéticos deberán cumplir las especificaciones normas ISO 9001.

Las capacidades nominales serán de:

- 20 amperios en interruptores termo magnéticos de 2 polos para alumbrado público.
- 50, 63, 80 y 100 amperios en interruptores de 3 polos para los circuitos de bajo voltaje.

### 2.30. Barras pre moldeadas de conectores múltiples de 5 vías.

La Cabina de Derivación y Maniobras dispondrá de un juego de 3 Barras Pre moldeadas de Conectores Múltiples de 5 vías para 25KV, que deberán cumplir con las especificaciones y las normas vigentes.

La disposición de las derivaciones será como se indica a continuación:

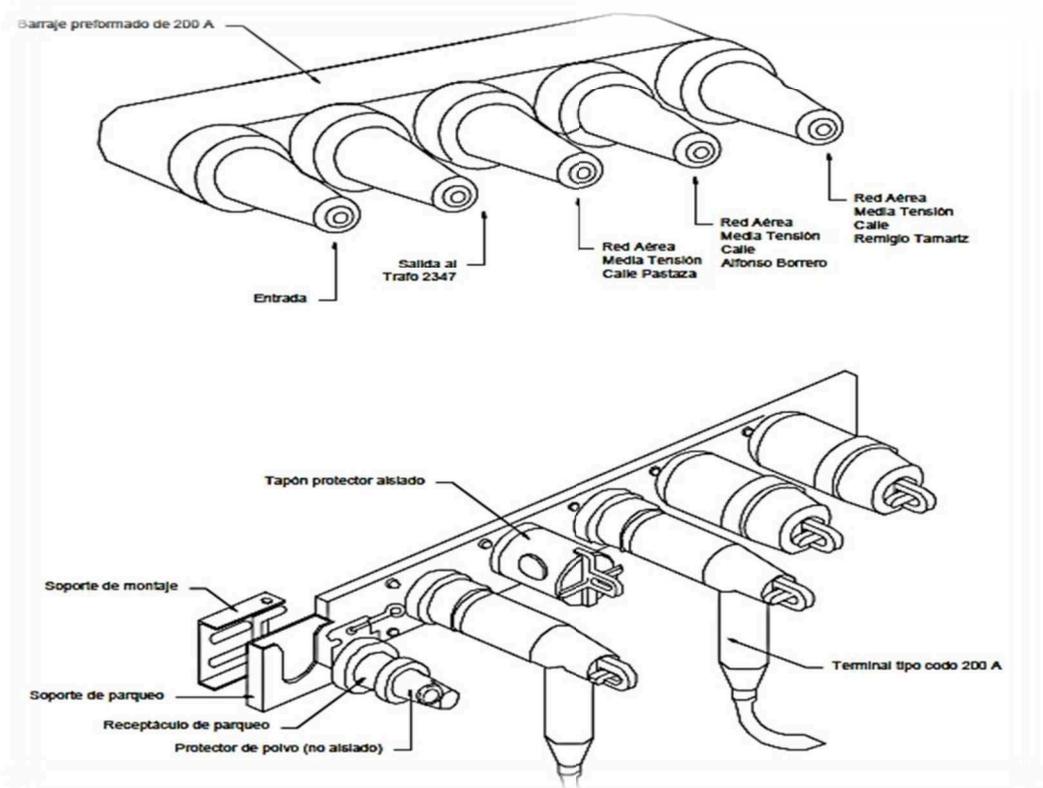


Figura 10: Barra pre moldeada de conectores múltiples – 5 vías

## **CAPITULO III**

### **3. DIAGNOSTICO O ESTUDIO DE CAMPO.**

#### **3.1. Sistema eléctrico y la carga instalada.**

#### **3.2. Antecedente.**

La Ciudadela San Rafael se encuentra ubicada al noreste del Cantón Chone de la Provincia de Manabí, posee 110 lotes para vivienda o soluciones habitacionales y un área verde; fue creada el 10 de noviembre del año 2000 como comité Pro- Mejoras, adoptando este nombre en sus primeras gestiones.

Posterior mente Adopta el nombre de Ciudadela San Rafael, ya que el Sr. Rafael Grijalva fue un morador muy destacado y generoso, siendo el gestor para la creación del asentamiento de viviendas en el sector, y el sector conocido como la Grecia.

#### **3.3. Levantamiento de las redes Existentes**

La red existente en media tensión tiene una longitud aproximada de 420mt, que inicia desde la derivación que se ubica en la margen derecha de la avenida Sixto Duran Ballén diseñada con conductor ACSR AWG #2, junto a la entrada hacia la ciudadela y finaliza en el poste existente con el transformador auto protegido de 37.5kva que suministra energía eléctrica al sector más lejano de la Ciudadela.

La red de baja tensión, inicia en el poste existen a la entrada de la ciudadela, en la cual se ubica un transformador auto protegido de 37.5kva, cuyas líneas de baja tensión tienen una longitud aproximada de 502mt, diseñadas con conductor ACSR AWG #2 para las fases y ACSR AWG #4 para el neutro, sostenidas en estructuras ESD-3EP.

#### **3.4. Términos de Referencia Antecedentes**

La potencia instalada en la red eléctrica concerniente a los circuitos (CT1, CT2), es de 50kva totales, distribuidos en 2 transformadores monofásico, cuya potencia nominal de

cada uno de ellos es de 37.5kva, todos ellos auto protegido a un nivel de voltaje de 13,8/7,96kv.

### 3.5. Estudio de Demanda Máxima Unitaria (DMU)

Debido a que la carga está determinada por un usuario que requiere facilidades y por ser una urbanización de interés social la demanda máxima a determinar está destinada para un usuario o consumidor TIPO “D”, cuya DMU oscila entre 1,2 – 2 KVA según lo indica las Normas Vigente en CNEL EP.

La DMU de los usuarios de la Urbanización, se justifica en los **Anexo**, cuya planilla de carga para un usuario representativo presenta una demanda de 1,11 KVA teniendo en consideración los diferentes aparatos y artefactos eléctricos a utilizar.

### 3.6. Determinación de la Demanda Máxima Unitaria Proyectada (DMUP)

Con el fin de garantizar el diseño eléctrico para años futuros, incrementamos la DMU en un 6% anual para los próximos 10 años.

El incremento progresivo (DMUp) está dado por:

$$DMUp = DMU \left( 1 + \frac{Ti}{100} \right)^n$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada en KVA

DMU = Demanda Máxima Unitaria en KVA

Ti = Tasa de incremento acumulativo media anual de la demanda n = 10 Años.

Ti = 6

$$DMUp = 1.11 \left( 1 + \frac{6}{100} \right)^{10}$$

$$DMUp = 1,99 \text{ KVA}$$

## RESUMEN DE DEMANDA POR VIVIENDA.

POTENCIA INSTALADA=	1,00 KW
DMU=	1,10 KVA
DMUp =	1,99 KVA
FACTOR DE DEMANDA=	0,75
FACTOR DE POTENCIA=	0,96
NUMERO DE VIVIENDAS=	110

### 3.7. Transformadores Instalados

Con un número total de 110 viviendas independientes y una demanda máxima proyectada representativa para cada vivienda de 1,99 KVA con un factor de demanda de 0,75 se procede a seleccionar la capacidad de los transformadores considerando una carga especial total de 12 KVA para el alumbrado público y otros.

Se ha estimado 2 circuitos eléctricos independientes para la misma, es decir desde el CT-1 hasta CT-2; y para cada uno de ellos se detallan las características respectivas.

Así tenemos:

RESUMEN DE CARGAS POR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PROYECTO "CIUDADELA SAN RAFAEL"					
ÍTEM	N° USUARIOS	FD	DMUp (KVA)	DEMANDA REQUERIDA KVA	TRANSFORMADOR INSTALADO KVA
CT-1	62	1,75	1,99	25,44	37,5
CT-2	48	1,75	1,99	29,33	37,5
Total	110	-----	-----	54,77	75,0

Fuente: El Autor

## CIRCUITO TRANSFORMADOR 1.

El circuito esta alimentado por un transformador de 25 KVA y sirve a 62 usuarios de la ciudadela, 18 luminarias de 150 W vapor de NA, tiene una longitud de 372 metros lineales.

El cálculo de transformación requerida es el siguiente:

$$DMp (CT1) = (DMUp * N * (1/FD) * Fcoin) + Ap$$

Donde:

Fcoin, Factor de coincidencia está en función del número de clientes conectados a la red expresada:

$$Fcoin = N^{-0,0944}$$

Ap, alumbrado público:

$$Ap = (\# \text{ luminarias} * 1,25 * \text{potencia luminarias}) \text{ KVA}$$

De acuerdo a esto se tiene:

$$DMp (CT1) = (1,99 * 62 * (1/1,75) * 0,68) + 3,4$$

$$DMp (CT1) = \mathbf{51 \text{ KVA}}$$

De acuerdo al cálculo anterior se ha procedido a seleccionar un transformador monofásico auto protegido de **75 KVA**

Nombre del propietario:	Cdla. San Rafael	Centro de transformación	75	KVA
N° del proyecto:	1	Usuario Tipo	D	
Tipo de instalación	Aérea	DMUp	2.5	KVA
Tensión 120/240 V	Numero de fases 2	Circuito N°	CT-1	

Límite de caída de Voltaje		3.5 %		Material del Conductor	Pre- ensamblado		XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	
<b>TRAMO</b>			<b>Demanda (d)</b>	<b>CONDUCTOR</b>	<b>COMPUTO</b>			
<b>ASIGNACIÓN</b>	<b>LONG. MT</b>	<b>NUMERO DE USUARIOS</b>	<b>KVA</b>	<b>CALIBRE</b>	<b>KVA M</b>	<b>KVA M</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
1	0	8	2,54	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	0	0	0
1-2	62	6	2,32	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	143,8	0,33	0,33
2-3	60	8	2,54	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	152,4	0,35	0,68
1-4	62	12	2,75	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	170,5	0,39	0,39
1-5	64	10	2,66	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	170,2	0,39	0,39
5-6	63	9	2,61	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	164,4	0,37	0,76
6-7	61	9	2,61	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	159,2	0,36	1,12

Fuente: El Autor

## CIRCUITO DEL TRANSFORMADOR 2

El circuito esta alimentado por un transformador de 25 KVA y sirve a 48 usuarios de la Ciudadela, 11 luminarias de 150 W vapor de NA, tiene una longitud de 260 metros lineales. El cálculo de transformación requerida es el siguiente:

$$DMp (CT2) = (DMUp * N * (1/FD) * Fcoin) + Ap$$

De acuerdo a esto se tiene

$$DMp (CT2) = (1,99 * 48 * (1/1,75) * 0,69) + 2,1$$

$$DMp (CT2) = \mathbf{39,76 KVA}$$

De acuerdo al cálculo anterior y vasado al proceso realizado en el circuito del transformador 1 se ha procedido a seleccionar un transformador monofásico auto protegido de **50 KVA**

Nombre del propietario:	Clda. San Rafael		Centro de transformación	50	KVA			
N° del proyecto:	2		Usuario Tipo	D				
Tipo de instalación	Aérea		DMUp	2.5		KVA		
Tensión 120/240 V	Numero de fases 2		Circuito N°	CT-2				
Límite de caída de Voltaje	3.5 %		Material del Conductor	Pre- ensamblado		XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>		
TRAMO			Demanda (d)	CONDUCTOR	COMPUTO			
ASIGNACIÓN	LONG. MT	NUMERO DE USUARIOS	KVA	CALIBRE	KVA M	KVA M	PARCIAL	TOTAL
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
1	0	10	2.66	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	0	0	0
1-2	63	14	2.83	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	178,3	0,404	0,404
2-3	64	12	2.75	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	176,0	0,399	0,803
1-4	61	8	2.54	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	155,0	0,351	0,351
4-5	72	4	2.01	XLPE2x50+50mm <sup>2</sup>	441	144,7	0,328	0,679

Fuente: El Autor

La relación de voltaje en el primario y secundario es:

PRIMARIO	7960 voltios
SECUNDARIO	120/240 Voltios
TIPO:	Auto protegido
FRECUENCIA:	60Hz
TEMPERATURA:	15.0°C
INCREMENTO. TEMPERATURA:	65°C
ALTITUD DE DISEÑO:	3.000msnm
CLASE AISLAMIENTO:	AO
REFRIGERACIÓN:	ONAM
POLARIDAD:	Aditiva +1 a -3 x 2.5%

Los transformadores se instalan en Postes de hormigón armado de 11 metros de altura 350 Kg. ER de acuerdo a lo exigido en las normas vigentes de CNEL EP.

### **3.8. Red de Media Tensión.**

#### **3.8.1. Red Primaria**

La alimentación en media tensión para la Ciudadela es trifásica proveniente del alimentador 4 de la subestación Chone. La línea se construyó con conductor de aluminio ASCR # 2 para las fases y ACSR # 4 para el neutro.

La alimentación en media tensión, empieza en el Poste existente P0 al inicio de la ciudadela, desde donde la línea trifásica ingresa con las fases A, B, C, en un tramo de 320 metros hasta la caceta de transformación.

Cabe indicar que en la construcción de la línea de media tensión se utilizan estructura normalizada para nivel de 13800 voltios y la disposición de los ductos permiten se realizar un balance entre fase de la capacidad total.

Están instalado 3 seccionadores portafusible de 15 KV- 100 Amperios y 3 pararrayo de 10 KV al inicio de la red, seccionadores portafusible de 15 KV-100 Amperios en inicio de ramales y un seccionador en cada uno de los transformadores.

Los conductores utilizados en la línea de media tensión son, de tipo concéntrico de cobre # 2, con aislamiento de PVC y blindaje de cobre laminado.

#### **3.8.2. Estructuras utilizadas en los circuitos.**

Las estructuras a utilizada en la construcción de la línea de media tensión y red de bajo voltaje de la Ciudadela San Rafael son las recomendadas por CNEL EP en las normas de aprobación de proyectos eléctricos. Para ellos se agrega la hoja de estacamiento en los anexos, en la que se indica la estructura a emplearse en cada poste de la Urbanización.

Esta estructura está montada en Poste de Hormigón Armado de 11 metros de longitud y 350 Kg. de Esfuerzo a la Rotura.

Los aisladores de suspensión de caucho siliconado a utilizado son los de Clase ANSI DS- 52- 1 normalizados para una tensión de 13,8 KV.

### **3.9. Red de Bajo Voltaje**

El circuito secundario está construido con cable de aluminio XLPE2x50+50mm<sup>2</sup>, el recorrido de la red, estas estructuras están soportadas con sus correspondientes accesorios de seguridad y herraje. El circuito secundario tiene una longitud total de 632 metros, cada transformador está conectado con neutro corrido que se conecta desde el bushing de Bajo Voltaje de los transformadores y aterrizado a tierra.

De esta red secundaria se procede a derivar las acometidas antifraude concéntricas aislado TW #6 AWG hacia las viviendas, las mismas que llegan hasta cada uno de los medidores de energía de las viviendas. La iluminación interna de la Ciudadela cuenta con 29 luminarias de 150 W vapor de sodio, que están conectadas a la red de B.T a través de conectores de compresión debidamente machinados.

El cálculo de caída de tensión de los circuitos secundarios está en los anexos del estudio eléctrico.

### **3.10. Seccionamiento y Protecciones Media Tensión.**

Para protección de los transformadores contra falla a tierra y origen interno, están instalados al inicio de la derivación aéreas trifásica en M.T proyectada 3 Seccionadores–Fusible de 15 KV-100 Amperios con tira fusible de 25 amperios tipo K, además, están instaladas cajas porta fusibles de 15 KV-100 Amperios en cada uno de los ramales de derivación y en cada centro de transformación.

Los seccionadores fusibles son de tipo abierto con capacidad de interrupción Simétrica de 5.000 Amperios y la Asimétrica de 8.000 Amperios.

Las protecciones contra falla de origen atmosférico procederán por medio de pararrayos tipo válvula de 10 Kv. incorporado, que forma parte de una unidad con el transformador. Cada Transformador y su Pararrayo están aterrizado a tierra.

### **3.10.1. Baja Tensión**

La Protección Secundaria principal se realizará por medio del brearker incorporado en el transformador y la protección de cada una de las viviendas es realizada con dispositivos termomagnético bipolar, de donde saldrán los circuitos independientes que energizarán las cargas representativas de cada una de las viviendas.

### **3.11. Materiales usados en la elaboración del circuito**

**a. Poste,** Los utilizados son 12 postes de hormigón de 11 metros de longitud y de esfuerzo a la Rotura de 350 Kg, para la cual una se utiliza para la bajante de la red de media tensión y el restante sirven para la ubicación de las luminarias.

**b. Puesta A Tierra,** Para el transformador está instalado un sistema de enmallado de puesta a tierra que se encuentra ubicada debajo de la caceta de transformación, compuesta por un conductor de cobre desnudo #2 y varillas cooperweld de 180 mm x 16 mm, enterrada a un metro de profundidad de la base.

**c. Herrajes y Crucetas,** Todos los herrajes y crucetas empleado son completamente galvanizada por proceso de inmersión en caliente.

### **3.12. Lista de equipos y materiales**

Se adjunta a la presente memoria la lista y especificación de equipo y materiales que están en el presente proyecto.

### **3.13. Procesamiento de los resultados de la investigación de campo e interpretación de la información.**

Para el procesamiento y tabulación de la información se utilizó parte de las herramientas del paquete office, con lo que se procedió a la tabulación y elaboración de cuadros y gráficos estadísticos.

Para lo cual se utilizarán las interrogantes planteadas en la encuesta realizada en la Ciudadela San Rafael, la cual se detallan a continuación:

1 ¿Cree usted que la energía eléctrica es importante para el desarrollo de las actividades?

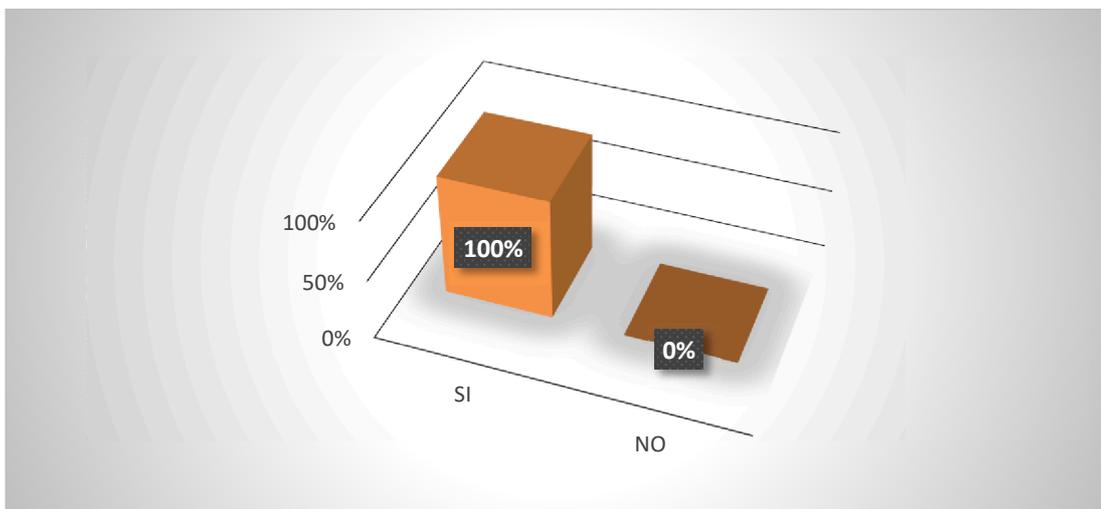
TABLA 1

ALTERNATIVA	f	%
SI	110	100
NO	0	0
TOTAL	110	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 1



### **Análisis e interpretación.**

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que SI es importante para el desarrollo de las actividades.

Por lo que se considera de suma importancia mantener la calidad de la energía eléctrica mediante la repotenciación de los circuitos eléctricos en media como en baja tensión eléctrica.

2 ¿Sabe usted si fue modificado el circuito eléctrico de media y baja tensión de la Ciudadela San Rafael?

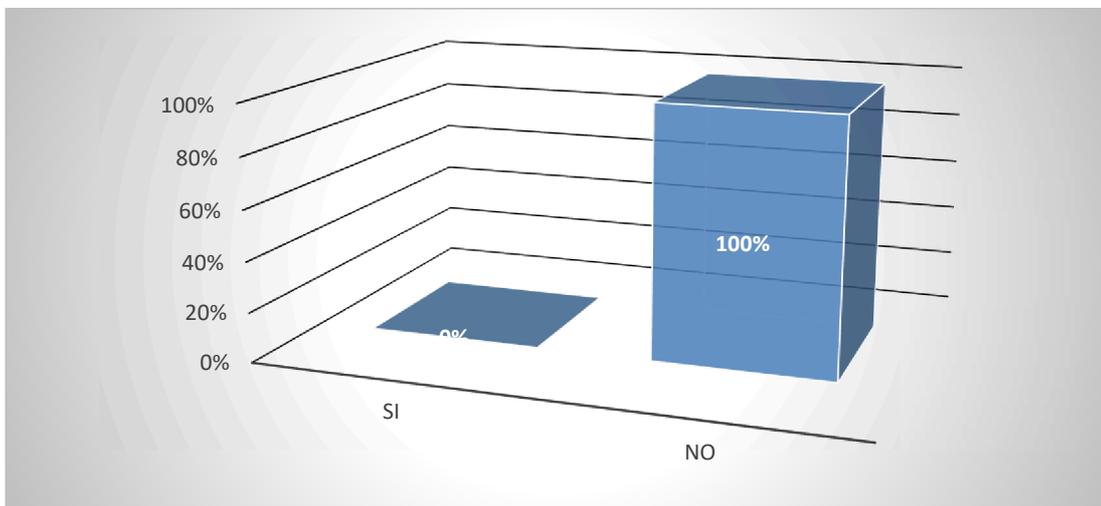
TABLA 2

ALTERNATIVA	f	%
SI	0	0
NO	110	100
TOTAL	110	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 2



**Análisis e interpretación.**

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que NO saben si se realizaron mejoramiento en los circuitos eléctricos de la Ciudadela.

Por lo que se debe mejorar la comunicación con la comunidad en asuntos que refieran al mejoramiento de los circuitos eléctricos en media y baja tensión de la ciudadela.

3 ¿Es necesario conocer si habrá mejoras en el circuito eléctrico de media y baja tensión de la Ciudadela San Rafael?

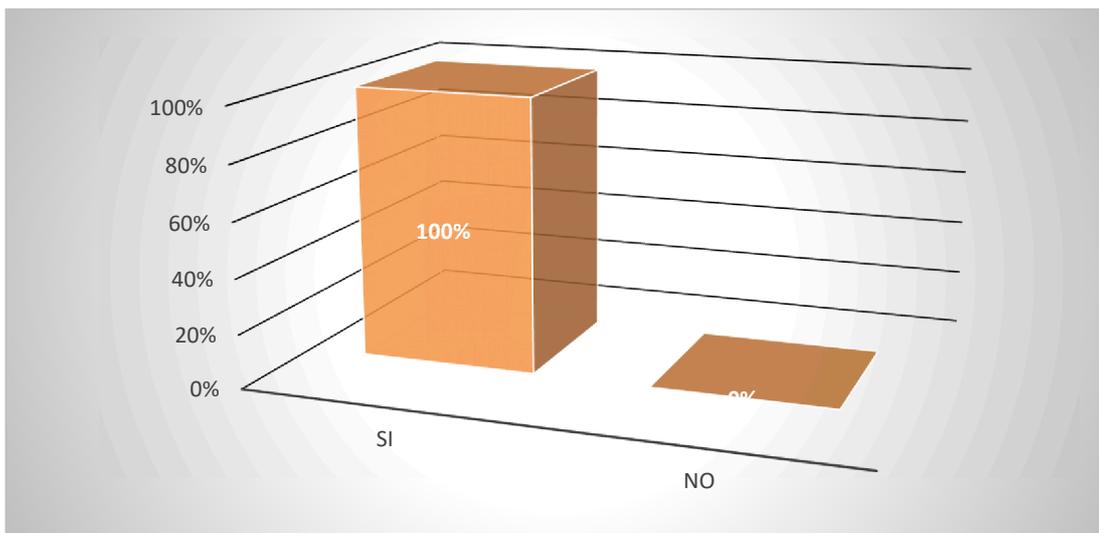
TABLA 3

ALTERNATIVA	f	%
SI	110	100
NO	0	0
TOTAL	110	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 3



**Análisis e interpretación.**

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que SI es necesario conocer si habrán mejoras en el circuito eléctrico de media y baja tensión.

Por lo que es importante realizar este proyecto que verificará el estado de las redes y circuitos eléctricos de la ciudadela.

4 ¿Hubieron en la Ciudadela San Rafael interrupciones no programadas del servicio eléctrico?

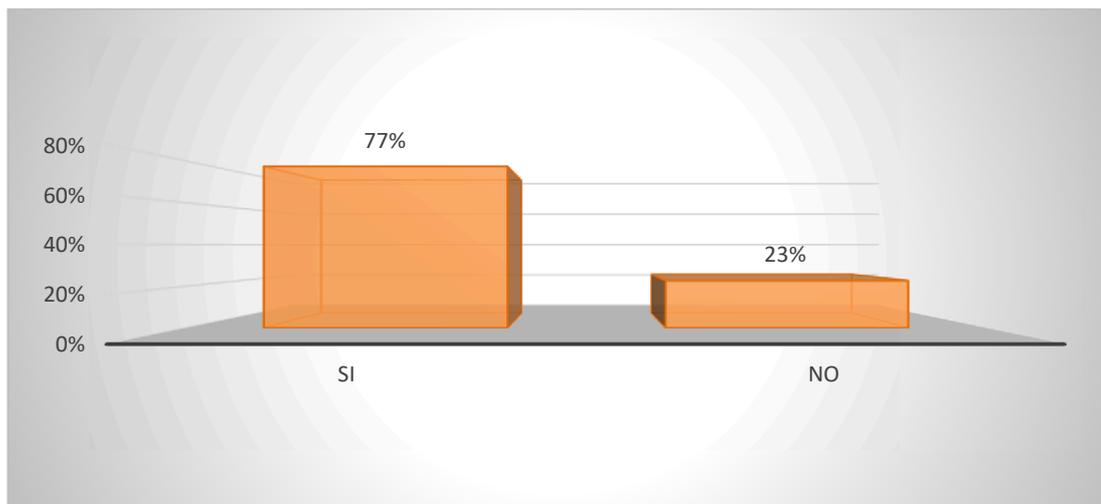
TABLA 4

ALTERNATIVA	f	%
SI	85	77,27
NO	25	22,73
TOTAL	110	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 4



#### **Análisis e interpretación.**

Que el 77% de la muestra seleccionada informa que SI se han sufrido de interrupciones no programadas en el servicio eléctrico y el 23% restante manifestaron que NO.

Por lo que se considera oportuno que las notificaciones de las interrupciones del servicio eléctrico deben ser informados con antelación.

5 ¿Usted recibe avisos sobre interrupciones programadas en el servicio eléctrico?

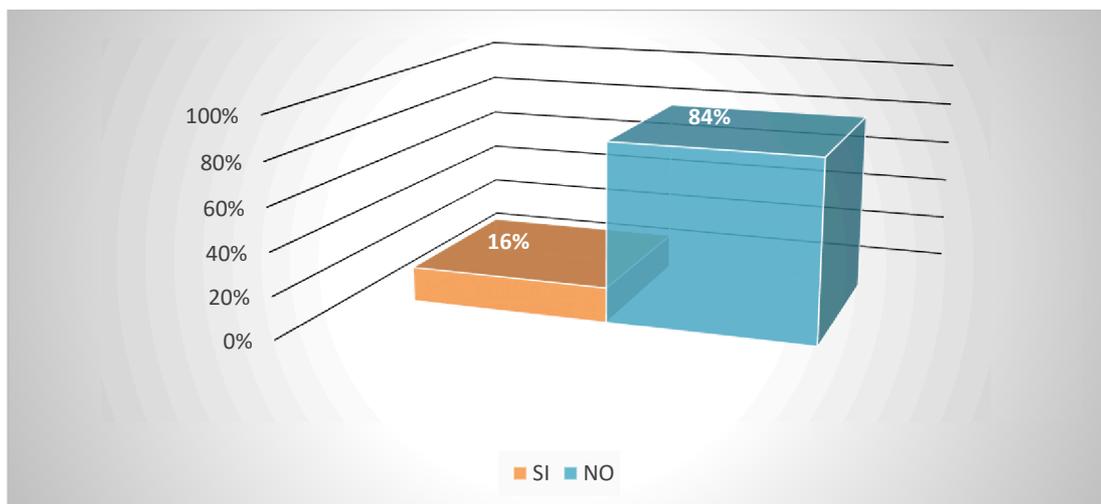
TABLA 5

ALTERNATIVA	f	%
SI	18	16,36%
NO	92	83,64%
TOTAL	110	100%

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 5



### **Análisis e interpretación.**

Que el 84% de la muestra seleccionada informa que NO recibe avisos sobre interrupciones programadas del servicio eléctrico y el 16% restante manifestaron que SI.

Por lo que se considera que las comunicaciones de interrupciones programadas del servicio eléctrico deben ser más precisas y ser recibidas por la mayoría de las personas que habitan en el sector afectado.

6 ¿Conoce usted sobre los equipos o sistemas de inducción (cocinas)?

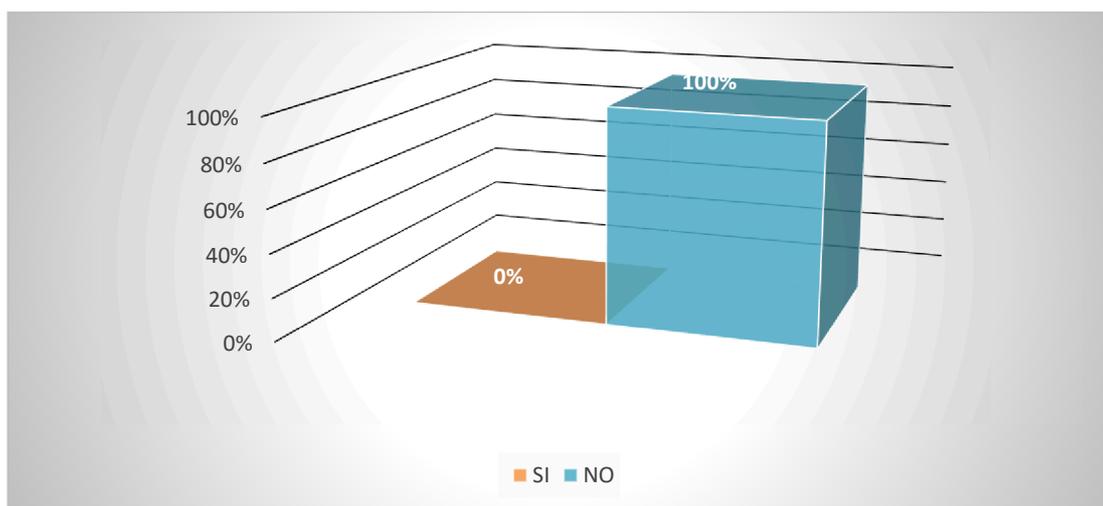
TABLA 6

ALTERNATIVA	f	%
SI	0	0
NO	110	100
TOTAL	110	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 6



### **Análisis e interpretación.**

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que NO conocen sobre los equipos o sistemas de inducción (cocinas).

Por lo que se debe realizar campañas informativas para conocer sobre las razones que provocan las interrupciones del fluido eléctrico en la ciudadela.

7 ¿Sabe usted que criterios técnicos deben usarse para la repotenciación del circuito eléctrico de la Ciudadela San Rafael?

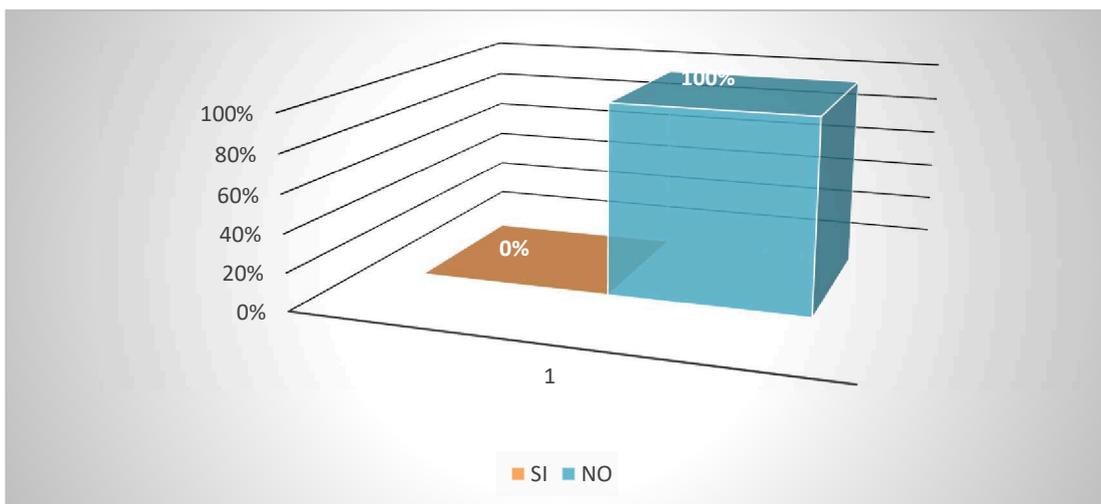
TABLA 7

ALTERNATIVA	f	%
SI	0	0
NO	110	100
TOTAL	110	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 7



### **Análisis e interpretación.**

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que NO saber qué criterios técnicos deben usarse para la repotenciación del circuito eléctrico de la Ciudadela San Rafael.

Por lo que importante al momento de repotenciar los circuitos de media y baja tensión socializar la información con el fin de mejorar la calidad de energía eléctrica y así ubicar mayor cantidad de lámparas de iluminación externa.

8 ¿Conoce usted que beneficio presta al sistema eléctrico de la Ciudadela San Rafael la utilización de nuevos materiales y equipos?

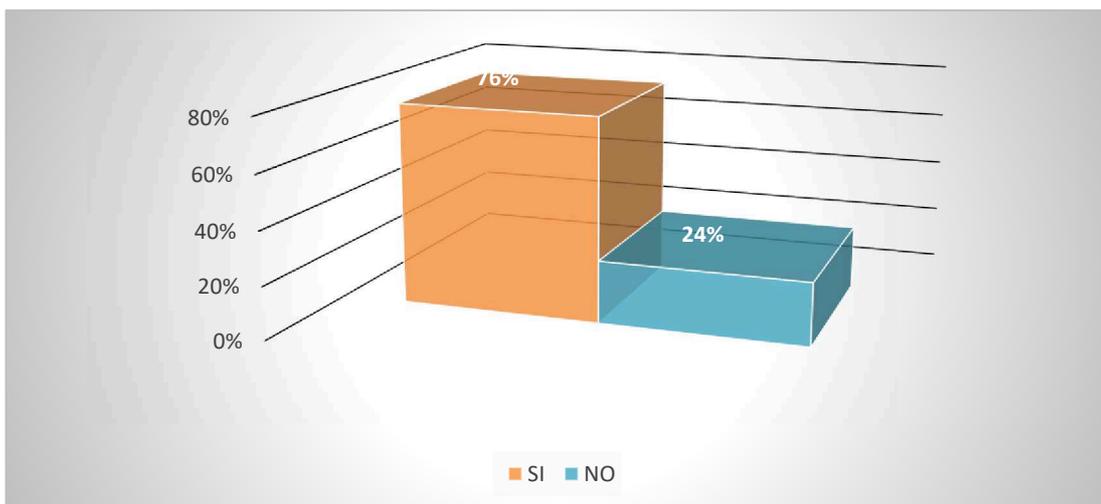
TABLA 8

ALTERNATIVA	f	%
SI	68	80,95
NO	16	19,05
TOTAL	84	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 8



### **Análisis e interpretación.**

Que el 76% de la muestra seleccionada informa que SI conoce el beneficio que presta al sistema eléctrico de la Ciudadela San Rafael la utilización de nuevos materiales y equipos y el 24% restante manifestaron que NO.

Por lo que se debe hacer conocer mediante métodos visuales y prácticos, la calidad de energía eléctrica que tenemos en nuestro medio.

9 ¿Conoce usted si se realizó en algún momento un estudio para el mejoramiento del circuito eléctrico de la Ciudadela San Rafael?

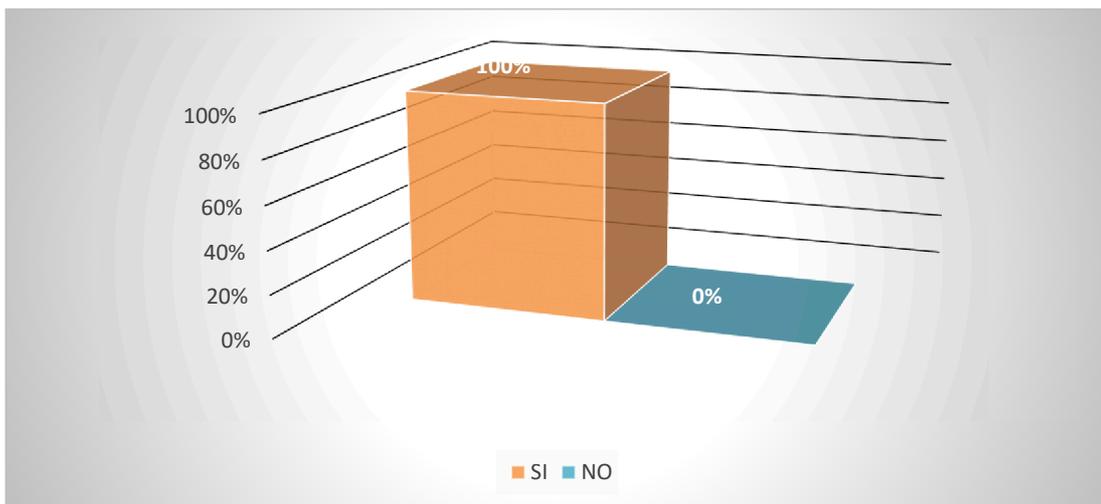
TABLA 9

ALTERNATIVA	f	%
SI	110	100
NO	0	0
TOTAL	110	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 9



### **Análisis e interpretación.**

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que SI se realizó en algún momento un estudio para el mejoramiento del circuito eléctrico de la Ciudadela San Rafael.

Por lo que es importante la ejecución de este proyecto de investigación, ya que se podrá comprobar el estado en que se encuentra los circuitos de media y baja tensión eléctrica con nuevos métodos de desarrollo.

10 ¿Conoce usted cuáles son los tipos de impactos que surgen al mantener una mala calidad de electricidad?

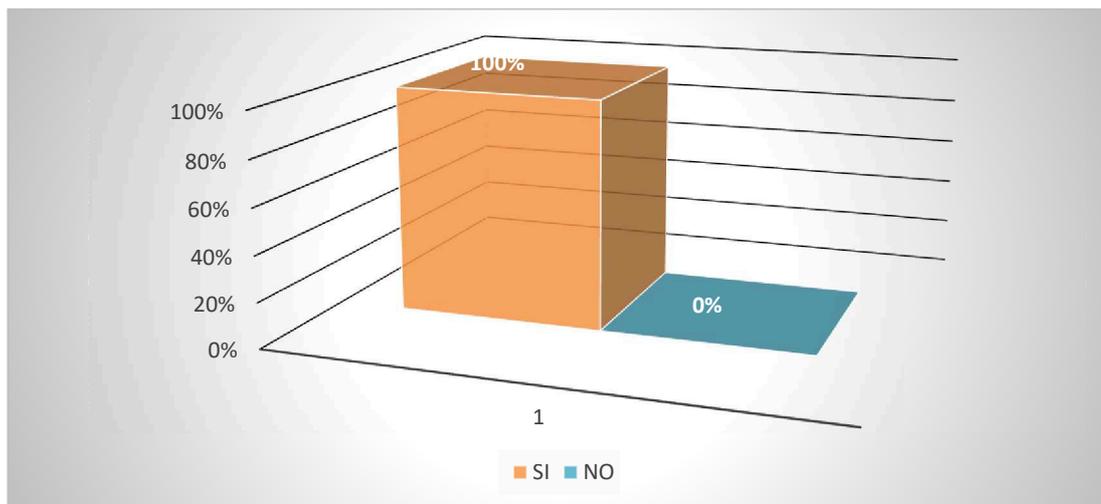
TABLA 10

ALTERNATIVA	f	%
SI	110	100
NO	0	0
TOTAL	110	100

**Fuente:** Habitantes de la Ciudadela San Rafael

**Autor:** Bravo Looor Miguel Ángel

GRAFICO 10



### **Análisis e interpretación.**

Que el 100% de la muestra seleccionada informa que SI conocen cuáles son los tipos de impactos que surgen al mantener una mala calidad de electricidad.

Que el conocimiento de los encuestados es superficial, por lo que se considera oportuno reforzar mediante trípticos o medios informativos sobre las bondades de las cocinas de inducción.

## CAPITULO IV

### 4. Mejoramiento del circuito eléctrico de la Ciudadela.

Al obtener el estado actual de la red eléctrica de la ciudadela San Rafael de Chone, se determinó que el sistema eléctrico está siendo sobre utilizado en su capacidad, debido a que el circuito está diseñado con dos transformadores de 37,5kva, de los cuales los dos se encuentran sobre cargado, y que mediante los cálculos antes realizados denotaron que se deben de ampliar la capacidad de los transformadores de los circuitos uno y dos por transformadores de 75 y 50kva respectivamente.

Cabe indicar que la red secundaria admite la instalación de nuevos transformadores, ya que se determinó que la intensidad admisible por el conductor es superior a la demanda máxima, permitiendo utilizar el mismo tendido de la red, para realizar las mejoras del circuito.

CIRCUITO AÉREO CON PRE- ENSAMBLADO		
RAMALES CIRCUITOS	POTENCIA INSTALADA KVA	POTENCIA REQUERIDA KVA
RAMAL CT1	37,5	<b>75</b>
RAMAL CT2	37,5	<b>50</b>

Sin embargo, el proyecto de soterramiento del tendido eléctrico, implica ubicar en la parte central de la Ciudadela San Rafael, la caceta donde se instalará el transformador de tipo Padmonte con capacidad de 125kva trifásico auto protegido.

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO			
CIRCUITOS	P. INST. KVA	P. REQ. KVA	P. REQ. KVA
RAMAL 1 y 2	37,5/37,5	<b>75/50</b>	<b>125</b>

Fuente el autor.



UBICACIÓN DE LA CACETA DEL TRANSFORMADOR

CROQUIS DE LA CIUDADELA SAN RAFAEL

Los ductos que se implantarán tendrán un recorrido longitudinal y paralelos a la avenida Rafael Correa, y en cada intersección de cuadra se ubicarán cajetines de registro con sus respectivas barras de cobre recosido para la derivación de las acometidas domiciliarias.

**4.1. Características del cable a utilizarse en la Media Tensión.**

El Sistema de distribución subterráneo para medio voltaje, empleará cables mono polares, con conductor de cobre aislado con polietileno reticulado XLPE para voltajes de 15 KV. Con las siguientes características:

Conductor	Cobre suave
Tipo de Aislamiento	Polietileno reticulado XLPE
Forma del conductor	Cableado concéntrico.
Pantalla sobre el aislamiento. Semiconductor de polietileno reticulado removible o de alta adherencia.	
Tipo de Pantalla Electroestática	Alambre de cobre laminar.
Chaqueta.	Material termoplástico de PVC

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a los que estará sometido.

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y su aislamiento.

Las pantallas de los cables irán debidamente conectadas a tierra.

#### **4.2. Calibre de Conductor a utilizar**

El cable a utilizar se toma como referencia los lineamientos proporcionados por CNEL MATRIZ en memorando CNEL-CORP-GT-2013-0341-M, donde se selecciona calibre 2/0 AWG, para esta aplicación se considera con aislamiento XLPE, como se detalla en la tabla 310-77 del código NEC para tres conductores en un ducto enterrado con una temperatura del conductor de 90°C y temperatura de la tierra de 20°C.

El cable para los subramales o conexiones a usuarios será calibre 2 AWG, para esta aplicación se considera con el aislamiento XLPE.

##### **4.2.1. Características Técnicas**

Construcción

Conductor de fase

Conductor de cobre compactado, clase B, según ASTM B835.

Pantalla semiconductor interna

Compuesto semiconductor extruido termoestable.

Aislamiento. Polietileno reticulado retardante a las arborescencias (XLPE-TR), extruido en proceso de triple extrusión verdadera, con un nivel de aislación de 100%.

Pantalla semiconductor externa

Compuesto semiconductor extruido termoestable, con adhesión controlada al aislamiento, lo cual lo hace fácil de pelar.

Temperaturas de Operación

Servicio: 105°C

Emergencia: 130°C

Cortocircuito: 250°C

Pantalla Metálica

Cinta de cobre desnudo aplicada helicoidalmente sobre cada fase con un traslapeo mínimo del 10%.

Cubierta Interna

Compuesto extruido de PVC, aplicado sobre el núcleo cableado.

Armadura metálica

Anti-roedor

Armadura de Aluminio Corrugado Interlock: AIA

Cubierta Exterior

Cubierta de SWC (Submercible Water Cable), extruida con excelentes propiedades mecánicas y químicas.

#### **4.3. Puesta a tierra para el Sistema de Media Tensión.**

Para conectar a tierra los cables de media tensión (Apantallamientos), se tendera a lo largo de toda la instalación un conductor de cobre desnudo recosido suave cableado de calibre 4/0 AWG. Este conductor será tendido por debajo de la primera capa del banco de ductos y tendrá salidas a todos los pozos, las mismas que llegarán a una barra de cobre de 25cm x 1" x 1 / 4" para conexiones a tierra.

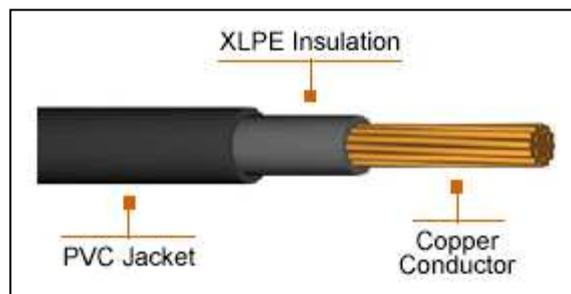
Este conductor será sólidamente conectado utilizando soldadura exotérmica a las mallas de tierra previstas para las estacione de transformación que serán descritas más adelante, y todos los equipos utilizados en el Sistema de Baja Tensión tales como tableros de distribución, separadores, marcos de tapas etc.

#### 4.4. Red subterránea de baja tensión.

En la red subterránea de baja tensión se ha considerado lo previsto en el estudio, el mismo que considera utilizar un transformador trifásico, de 125 KVA.

##### 4.4.1. Cable Subterráneo para red de bajo voltaje (BV).

Para red secundaria subterránea se utilizan cables aislados con conductor de cobre, aislamiento de 2.000 Voltios, de polietileno (XLPE) y chaqueta de Policloruro de vinilo (PVC) resistente a la humedad.



##### 4.4.2. Características principales:

Conductor	Cobre suave
Tipo de Aislamiento	Polietileno (XLPE)
Chaqueta	Policloruro de vinilo (PVC)
Temperatura	90 grados centígrados

No propaga la llama y resistente a la humedad.

#### **4.5. Acometidas Domiciliarias.**

La ciudadela está ubicada en una zona de crecimiento rápido, y las construcciones que se prevén son tipo residencial y próximamente comercial, de acuerdo a las previsiones municipales. Para atender los requerimientos futuros, que entendemos son a corto plazo, se ha previsto dejar cajas que permitan realizar la acometida en Media tensión en los diferentes frentes de los terrenos existentes.

Las acometidas domiciliarias saldrán del pozo más cercano a la vivienda por donde este atravesando la red de BV. Se utilizará cable de cobre con aislamiento para 2000 Voltios, tipo TTU de calibre mínimo # 6 AWG para las fases y el neutro, el mismo que llegará al medidor que estará ubicado en la fachada del inmueble.

Cuando la acometida suministre energía eléctrica de 2 a 6 usuarios se utilizará conductor TTU 2000V # 2 AWG, el cual conectara desde el pozo tipo A, hasta una caja de policarbonato para derivación de acometidas. Cuando en la vivienda se encuentren más de 6 usuarios se agruparán en conjunto de 6 medidores y se realizara lo indicado anteriormente.

##### **4.5.1. Características principales:**

Conductor	Cobre suave
Tipo de Aislamiento	Politileno
Chaqueta	Policloruro de vinilo (PVC)
Temperatura	90 grados centígrados

No propaga la llama y resistente a la humedad

Para la protección de los cables se podrán utilizar los siguientes elementos con diámetro mínimo de 2”:

Tubería PVC

Tubo rígido de acero metálico.

Tubería de polietileno de alta densidad flexible.

En los casos en donde no se pueda empotrar la tubería en la fachada de la vivienda, se colocará tubería rígida desde el pozo de revisión.

Para el caso de alumbrado público se dispondrá de un circuito expreso que alimentará al circuito de alumbrado su sección dependerá del diseño y de acuerdo a lo señalado.

#### **4.6. Barraje aislado en baja tensión**

Cuando desde un pozo salgan más de una acometida domiciliaria, se instalará un barraje aislado en Baja tensión BV (600 Voltios 6 terminales para uso con conductores (comprendidos entre el calibre No 8 AWG AL 350 MCM) el cual se alimentará desde la red principal y de este se derivarán las mismas.

Para la derivación desde el cable principal de BV hacia la barra aislada o al medidor (en caso de una acometida) se utilizarán empalmes de EPDM, polímeros contraíbles en frío, resistentes a rayos UV con sus respectivos conectores mecánicos o de compresión bimetálicos que cumplan o excedan ANSI C119.4. La vinculación de la red trocal de baja tensión con los posos tipo A para distribución de red de baja tensión será del calibre 2/0 A.W.G.

Se permitirán empalmes secos que operen bajo condiciones de sumergibilidad, reusables para diversos calibres de conductor.

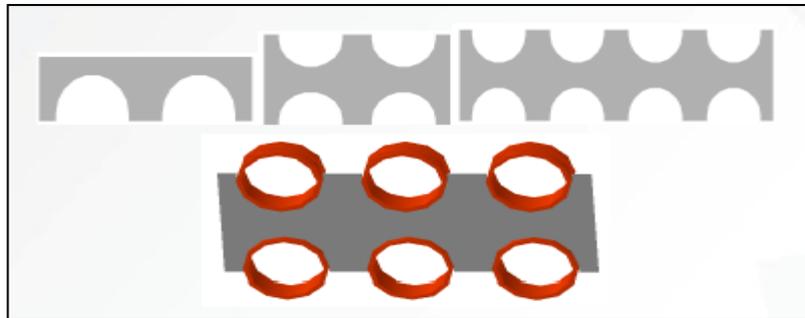


Figura de del barraje de baja tensión

#### 4.7. Bancos de ductos

Separadores de tubería, para conservar una distancia uniforme entre ductos se deberán utilizar separadores con láminas de PVC, o separadores contruidos con tubería de PVC de diámetro 3/4" los mismos que serán amarrados y conformarán una rejilla a medida que se colocan las diferentes capas de tubería.

La separación mínima horizontal y vertical entre ductos de un mismo banco será de 5 cm, independiente del diámetro de tubería y del nivel de voltaje empleado. La distancia longitudinal entre cada separador será de 2.5 m.



**Modelo de separador**

##### 4.7.1. Sellos de goma

Todos los ductos en los pozos sean estos libres o con conductores deben estar debidamente sellados con material tipo goma EPDM resistente al agua, insectos, roedores y suciedad. Duradero a efectos del sol y la lluvia, de fácil remoción. Ideal para instalaciones o sustituciones de cable, bien ajustadas, para evitar la extracción accidental.



#### **4.7.2. Material de relleno de banco de ductos:**

#### **4.7.3. En Acera**

Cuando el banco de ductos este instalado bajo las aceras el material de relleno será de hormigón de 140 Kg/cm<sup>2</sup> para obtener una mayor resistencia mecánica.

El fondo de la zanja tendrá un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de arena o ripio de 5 cm dependiendo del material de relleno del banco de ductos que puede ser arena u hormigón respectivamente, consiguiendo un piso regular y uniforme, de tal manera que, al colocar la primera fila de los ductos, esta se apoye en toda su longitud.

Cuando el material de relleno del banco de ducto es arena, luego de colocar la primera fila de ductos se colocará el separador de tubería seguido de una capa de arena de 5 cm y así sucesivamente hasta completar el número de ductos requeridos. La última capa de arena será de 10 cm de altura sobre el último ducto.

Cuando el material de relleno del banco de ducto es hormigón, se debe armar el banco de ductos con los separadores según lo requerido, y se debe rellenar todo de hormigón hasta una altura de 10 cm por encima de la última tubería

En ambos casos, después de la capa de 10 cm sobre el ultimo ducto ira una capa de 20 cm de material de relleno (libre de piedra) compactado manualmente, la siguiente capa de 10 cm será compactada en forma mecánica, luego de esto se colocará una capa de 10 cm de sub-base compactada (arena o ripio) que depende del material de terminado de la acera si es adoquín u hormigón respectivamente.

La distancia de las paredes de las zanjas hacia los ductos será de 10 cm.

#### **4.7.4. En Calzada**

Cuando el banco de ductos este instalado bajo las calzadas el material de relleno deberá ser de hormigón con resistencia mínimo de 180 Kg/cm<sup>2</sup>, hasta 10 cm por encima del ducto superior Sobre el banco de ductos se colocará material de relleno (libre de piedra) dos capas de 25 cm compactado en forma mecánica, luego de esto se colocará

una capa de 10 cm de sub-base compactada (arena, ripio o lastre) que depende del material de terminado de la calzada si es adoquín, hormigón o asfalto respectivamente.

El fondo de la zanja tendrá un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de ripio de 5 cm.

#### **4.8. Distancias de separación entre banco de ductos eléctricos y otros servicios:**

La separación horizontal mínima entre bancos de ductos eléctricos y otros servicios (telefonía, transmisión de datos, canalizaciones de agua potable) será mínima de 25 cm, no se instalará ductos de otros servicios paralelamente por encima o debajo de ductos eléctricos, en casos excepcionales la separación vertical será la misma indicada anteriormente.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de MV discurren por debajo de los de BV.

#### **4.9. Ancho de la zanja:**

El ancho de ésta debe ser tal, que permita colocar la plantilla, hacer el acoplamiento sin dificultad y compactar el relleno.

$$Bd = N * D + (N-1)e + 2x$$

Donde:

Bd: Ancho de la zanja.

N: Número de tubos (vías) en sentido horizontal.

D: Diámetro exterior del tubo en cm.

e: Espacio entre tubos (Mínimo 5 cm).

x: Distancia entre la tubería y la pared de la zanja. (Mínimo 10 cm)

$$Bd = N * D + (N-1)e + 2x$$

$$Bd = (3)*(11) + (3-1)(5) + 2(12)$$

Bd= 63 cm

Se escoge una dimensión de 63 cm.

#### **4.10. Ductos.**

Los cables se transportarán a través de ductos de PVC. De diferentes dimensiones de acuerdo a lo que se indica en los planos.

##### **4.10.1. Tipo de ducto.**

Según la Norma NTE INEN 2227 y NTE INEN 1869 deberán instalarse tubo PVC de pared estructurada e interior lisa tipo B para red de MV y BV (diámetro de 110 y 160 mm), de color naranja y tubo PVC del tipo II pesado para alumbrado público y acometidas domiciliarias (diámetro 50 mm).

##### **4.10.2. Características.**

Los ductos con conductores y de reserva deben taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, roedores, agua, etc.

Los accesorios como pegamento, anillos de goma y tapones tienen que ser diseñados para uso con la tubería arriba especificada.

Se utilizará únicamente los materiales provenientes de fábricas que tengan el sello de calidad INEN.

El color del ducto para instalaciones eléctricas subterráneas será de color naranja.

La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% de la sección transversal interior de la canalización. NEC 354-5.

### Ductos y tubería metálica a emplear en las canalizaciones y transiciones

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Tensión (kV)	Ducto para canalización	Transición
2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350	15-25	4"	4"
4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0,350	0.6	4"	4"
6, 4, 2, 1/0	0.6  (Alumbrado Público y acometidas)	2"	2"

#### 4.10.3. Configuración de ductos:

La configuración de los ductos dentro de una misma zanja estará dada en base al número de filas por número de columnas:

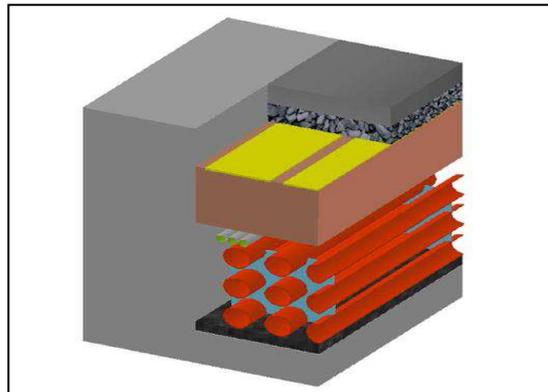
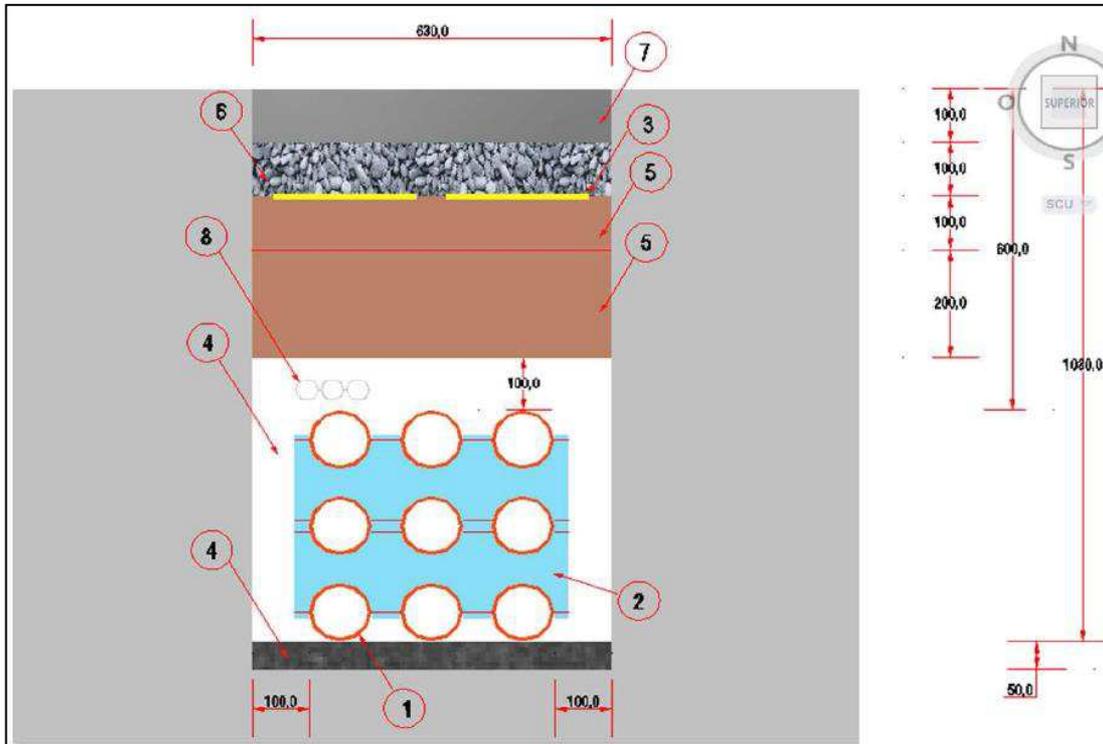
Se pueden utilizar las siguientes configuraciones de ductos, donde el primer dígito indica el número de filas y el segundo dígito indica el número de columnas

<b>1x1</b>	<b>1x2</b>	<b>1x3</b>
<b>2x1</b>	<b>2x2</b>	<b>2x3</b>
<b>3x1</b>	<b>3x2</b>	<b>3x3</b>
<b>4x1</b>	<b>4x2</b>	<b>4x3</b>

Para la ejecución de este proyecto se utilizará la configuración 3X3 y 3X2. Dentro de la homologación de unidades de propiedad – estructura en redes secundarias de

distribución – bancos de ductos en acera con configuración 3X3 con una tubería de diámetro de 110 mm como se muestra su diseño a continuación

### Configuración de ductos



**Fig. Configuración de ductos**

Nota: Para los sistemas de comunicación de equipos eléctricos, se colocará en toda canalización un triducto de polietileno de pared exterior lisa y exterior con estrías longitudinales, de 40 mm de diámetro.

## SOTERRAMIENTO DEL CIRCUITO DEL TRANSFORMADOR PADMONT

El circuito esta alimentado por un transformador de 125 KVA y sirve a 110 usuarios de la Ciudadela, 29 luminarias de 150 W vapor de NA, tiene una longitud de 632 metros lineales. El cálculo de transformación requerida es el siguiente:

$$DMp (PAD) = (DMUp * N * (1/FD) * Fcoin) + Ap$$

De acuerdo a esto se tiene

$$DMp (PAD) = (1,99 * 110 * (1/1,75) * 0,64) + 5,4$$

$$DMp (PAD) = \mathbf{85,46 KVA}$$

De acuerdo a los cálculos anteriores y vasados al proceso realizado en los circuitos CT1 y CT2, se procede a realizar el cálculo para el transformador **PADMONT**, cuyos datos indican un transformador de 85,46 KVA, y que por efecto del aumento de carga originado por la inclusión de las cocinas de inducción a cada vivienda por parte de la CNEL EP, se ha procedido a incrementar en un 40% la capacidad del Transformador lo que permite seleccionar un transformador monofásico auto protegido de **125 KVA**

Nombre del propietario:	Cdla. San Rafael	Centro de transformación	125KVA	
<b>N° del proyecto:</b>	<b>1</b>	<b>Usuario Tipo</b>	<b>D</b>	
Tipo de instalación	Soterrada	DMUp	2.5	KVA
Tensión 120/240 V	Numero de fases 2	Circuito N°	CT-1	
Límite de caída de Voltaje	3.5 %	Material del Conductor	COBRE	TTU 2000V 2/0 - 67,43mm2 - 265KVA
<b>TRAMO</b>				
<b>COMPUTO</b>				

ASIGNACIÓN	LONG. MT	NUMERO DE USUARIOS	Demanda (d) KVA	CALIBRE CONDUCTOR				
					KVA M	KVA M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	10	2,66	TTU 2000V 2/0	265	0	0	0
1-2	40	9	2,61	TTU 2000V 2/0	265	104,4	0,39	0,39
1-3	50	8	2,54	TTU 2000V 2/0	265	127,0	0,48	0,87
3-4	45	7	2,44	TTU 2000V 2/0	265	109,8	0,41	1,29
3-5	55	9	2,61	TTU 2000V 2/0	265	143,6	0,54	1,83
5-6	50	8	2,54	TTU 2000V 2/0	265	127,0	0,48	2,31
5-7	50	7	2,44	TTU 2000V 2/0	265	122,0	0,46	2,77
7-8	45	6	2,32	TTU 2000V 2/0	265	104,4	0,39	<b>3,16</b>
1-9	55	10	2,66	TTU 2000V 2/0	265	146,3	0,55	0,55
9-10	45	8	2,54	TTU 2000V 2/0	265	114,3	0,43	0,98
9-11	50	7	2,44	TTU 2000V 2/0	265	122,0	0,46	1,44
11-12	56	7	2,44	TTU 2000V 2/0	265	136,6	0,52	1,96
11-13	45	8	2,54	TTU 2000V 2/0	265	114,3	0,43	2,39
13-14	46	6	2,32	TTU 2000V 2/0	265	106,7	0,40	<b>2,79</b>
<b>TOTAL</b>	<b>632</b>	<b>110</b>						

Fuente: El Autor

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **CONCLUSIONES GENERALES.**

Al concluir el proceso de la investigación, se considera elaborar un sumario con conclusiones ideales.

Que el cable subterráneo tiene una aportación importante en materia de seguridad eléctrica permitiendo que las instalaciones sean más seguras y manteniendo alejada a las personas de áreas de riesgo.

Que, la utilidad y relevancia de este estudio se demuestra en cada uno de los capítulos.

Que es importante mencionar que la continuidad del sistema es mucho más estable, ya que se requiere un menor mantenimiento y monitoreo de la red a comparación de la distribución aérea.

Que, al realizar el estudio general para el soterramiento de la red aérea de media y baja tensión, se localizaron problemas de carácter técnico, debido a la dificultad que ocasionaban las líneas de las acometidas que estaban muy unidas.

Que, este tipo de distribución incorpora avances tecnológicos que permiten la modernización de las técnicas de construcción

Que, se encontró con problemas de sulfato en las uniones de las mordazas de las líneas de baja tensión lo que acarrea problemas de voltaje de medida al final de la línea.

Se pudo determinar que existe inseguridad respecto a la calidad del suministro eléctrico y aún más grave la existencia de accidentes eléctricos debido al mal funcionamiento de las instalaciones eléctricas residenciales.

## **RECOMENDACIONES.**

Se sugiere mejorar de manera urgente las acometidas que se encuentran deterioradas en la mayoría de las viviendas, con el fin de disminuir el riesgo de cortocircuitos por la sobrecarga de un punto de conexión.

Se sugiere el cambio de los transformadores del circuito uno y dos, ya que han sobrepasado su capacidad de trabajo y el tiempo de su vida útil, siendo esto demostrado en el desarrollo del estudio, y corroborado visualmente, ubicando un padmote de 125kva.

Se recomienda, la utilización de luminarias de Na de 150w para mejorar el sistema de alumbrado exterior; ya que el sistema de iluminación colocada en los postes se encuentra actualmente afectado por los años de trabajo, el cual ha contribuido a la sulfatación de los cables o la adquisición de postes ornamentales.

Se recomienda el uso de materiales adecuados y de calidad en las instalaciones eléctricas tanto en las redes de distribución como en las residenciales que permitan reducir al mínimo la probabilidad de accidentes que pongan en riesgo la vida y la salud de los usuarios.

Que el presente trabajo de investigación una vez culminado se presente y socialice a las autoridades para su posterior aplicación y sea una herramienta más para el beneficio de todos.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- ACI American Concrete Institute “Código de Construcción para Concreto Reforzado ACI 318S-05”, Enero 2005.
- Balcells, J., Autonell, J., Barra, V., Brossa, J., Fornieles, F., García, B., Ros, J., Sierra, J., (2011). Eficiencia en el USO de la Energía Eléctrica.
- BALCELLS, Josep, Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica, Editorial de la Universidad Politécnica de Cataluña, España 2012.
- Basantes, M (2008), Diseño de la Red de distribución eléctrica del Barrio “La Garzota”, Parroquia Chillogallo, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito,
- BETTEGA Eric Armónicos: rectificadores y compensadores activos; Enero 2000
- CALVAS Roland Las perturbaciones eléctricas en BT; Enero 2001
- CALVAS Roland Perturbaciones en los sistemas electrónicos y esquemas de conexión a tierra; Junio 1998
- Carrasco, E., (2008) Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas, Editorial Tébar, ISBN 8473602951, 9788473602952.
- COLLOMBET, Christian Los armónicos en las redes perturbadas y su tratamiento; Septiembre 1999
- Cortes, M., (1994), La máquina eléctrica en general, Reverte ISBN 8471460211, 97884714602219.
- De las Heras, S., (2003), Instalaciones Neumáticas, Editorial UOC, ISBN 8497880021, 9788497880022
- DORANTES, González, Automatización y Control. Prácticas de Laboratorio, Editorial McGraw-Hill 2004.

- DURAN, José, Electrónica, editorial Medes S.A., Barcelona 2009.
- Enríquez, G (1999), El ABC de la Calidad de la Energía Eléctrica, México, Editorial. Limusa.
- Enríquez, G. (2006), El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión, Editorial Limusa, ISBN 9681860500, 9789681860509
- Equinoccio, (2008), Proyecto del sistema de distribución eléctrico. Procesamiento e interpretación, ISBN 9802372242, 9789802372249.
- FERRACCI, Philippe, La calidad de la energía eléctrica Original francés: octubre 2001 Versión español; octubre 2004
- Fink, Beaty, D., Wayne, H (1996) Manual de Ingeniería Eléctrica, Tomo III, H, Estados Unidos de América.
- FIORINA Jean Noël Onduladores y armónicos (caso de cargas no lineales); Junio 1992
- Fournier, L., (1983) Recursos Naturales, EUNED, ISBN 9977640181, 9789977640181
- GOMEZ, C. Conceptos Generales De Redes Eléctricas. Colon: Inacap; Marzo 2005.
- Graninger, J., Stevenson, W, (1996) Análisis de Sistemas de potencia, Estados Unidos de América.
- Harper E., (2002), Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales, Editorial Limusa, ISBN 9681861523, 9789681861520.
- Herranz, G., (1980), Convertidores electromecánicos de energía, Marcombo, ISBN 842670400X, 9788426704009.
- Jáuregui, E., (2014), Recepción y distribución de señales de radiodifusión ELES0108, IC Editorial, ISBN 8416207399, 9788416207398

- MARTIN, Ricardo, Manual Práctico Electricidad, Editorial de Cultura S.A., Colombia 2004.
- Montané, P. (1988), Protecciones en las Instalaciones eléctricas: evolución y perspectivas, Marcombo, ISBN 8426706886, 9788426706881
- Montecelos, J., (2015), Subestaciones Eléctricas, Ediciones Paraninfo S.A., ISBN 8428337179,9788428337175
- Mujal, R., (2003) Tecnología eléctrica, Universidad Politécnica de Catalunya, ISBN 8483017164, 9788483017166
- Müller, W (1984), Electrotecnia de potencia: Curso superior, Reverte, ISBN 8429134557, 9788429134551.
- Navarro, R., (2007), Maquinas Eléctricas y Sistemas de potencia, Pearson Educación, ISBN 9702608147, 9789702608141.
- Normas para Sistemas de Distribución (EEQ-PARTE A), Pág. 20, revisión N.-2007-01.
- Normas para Sistemas de Distribución (EEQ-PARTE B) Apéndice B-00-G, Revisión N-03, Fecha 2008 04-30.
- Ramírez. J., (2004), Redes de Distribución de energía, Universidad Nacional de Colombia (Manizales), ISBN 9589322876, 9789589322864
- Reverte (2001), Transformadores de distribución: teoría, calculo, construcción y pruebas, ISBN 9686708480, 9789686708486
- Rifaldi, A., Sirabonian, N. (1998), Sistemas de Distribución. Marcombo
- Rivier, J., (2000), Calidad del servicio: regulación y optimización de inversiones, Universidad Pontifica Comillas, ISBN 8489708886, 9788489708884.

- Sanz y Toledo (2007), Instalaciones Eléctricas de enlace y centros de transformación, Editorial Paraninfo, ISBN 8497326628, 9788497326629
- SCHONEK Jacques Las peculiaridades del 3er armónico; Julio 2000
- Senner, A. (1994), Principios de electrotecnia, Reverte, ISBN 8429134484, 9788429134483.
- Toledo, J., Sanz, J., (1998), Instalaciones Eléctricas de Enlace y Centros de Transformación, Madrid, Paraninfo.
- Trashorras, J. (2013), Desarrollo de redes eléctricas y centros de transformación, Editorial Paraninfo, ISBN 8497329368, 9788497329361.
- Viqueira, J. (1996), Redes Eléctricas, México, Editorial Limusa.
- Weedy, B. (1981), Sistemas eléctricos de gran potencia, Reverte, ISBN 8429130942, 9788429130942

#### WEB GRAFÍAS.

- <http://electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>
- [http://recursostic.educacion.es/newton/web/Documentacion\\_4D/fisica/electromag/Induccion.htm](http://recursostic.educacion.es/newton/web/Documentacion_4D/fisica/electromag/Induccion.htm)
- [http://asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_induc\\_elec magnetica/ke\\_induc\\_elec magnetica\\_1.htm](http://asifunciona.com/electrotecnia/ke_induc_elec magnetica/ke_induc_elec magnetica_1.htm)
- <http://buenastareas.com/ensayos/Transformadores-Toroidales/7029463.html>.

ANEXOS.

**ANEXOS**



2.- ¿Sabe usted si fue modificado el circuito eléctrico de media y baja tensión de la Ciudadela San Rafael?

Si ( )

No ( )

3.- ¿Es necesario conocer si habrán mejoras en el circuito eléctrico de media y baja tensión de la Ciudadela San Rafael?

Si ( )

No ( )

4.- ¿Hubieron en la Ciudadela San Rafael interrupciones no programadas del servicio eléctrico?

Si ( )

No ( )

5.- ¿Usted recibe avisos sobre interrupciones programadas en el servicio eléctrico?

Si ( )

No ( )

6.- ¿Conoce usted sobre los equipos o sistemas de inducción (cocinas)?

Si ( )

No ( )

7.- ¿Sabe usted que criterios técnicos deben usarse para la repotenciación del circuito eléctrico de la Ciudadela San Rafael?

Si ( )

No ( )

8.- ¿Conoce usted que beneficio presta al sistema eléctrico de la Ciudadela San Rafael la utilización de nuevos materiales y equipos?

Si ( )

No ( )

9.- ¿Conoce usted si se realizó en algún momento un estudio para el mejoramiento del circuito eléctrico de la Ciudadela San Rafael?

Si ( )

No ( )

10.- ¿Conoce usted cuáles son los tipos de impactos que surgen al mantener una mala calidad de electricidad?

Si ( )

No ( )

Gracias por su aporte y colaboración...

ANEXO 2

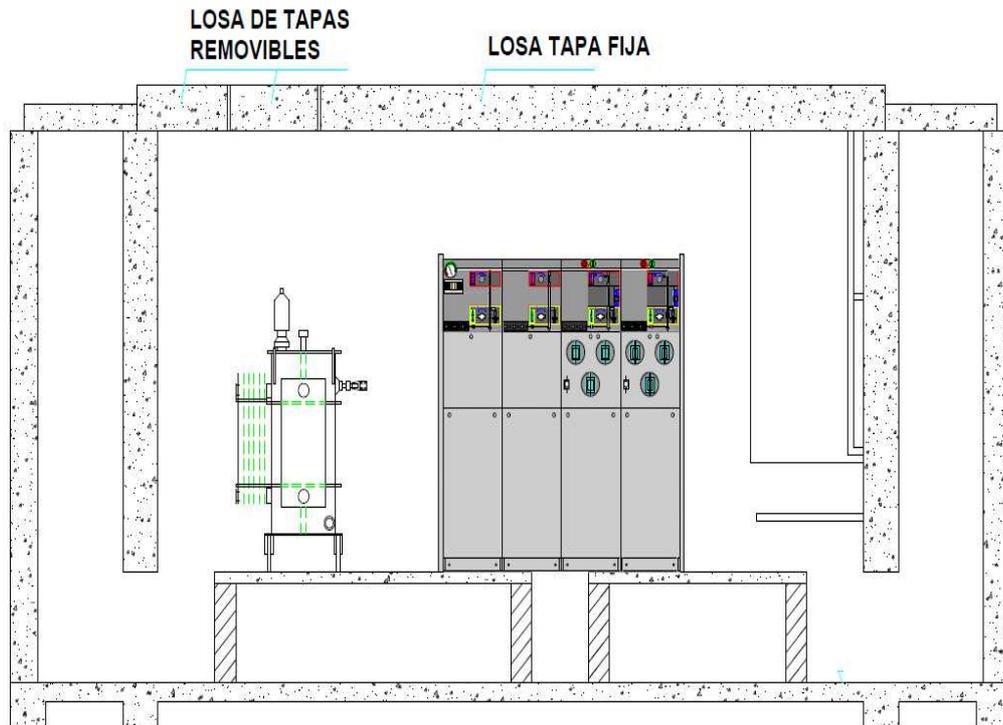
REALIZANDO ENCUESTA EN LA CIUDADELA SAN RAFAEL





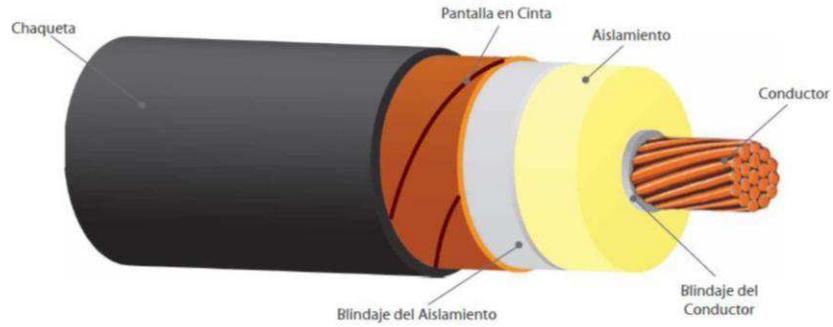
### ANEXO 3

#### LOSAS DE TAPAS FIJAS Y REMOVIBLES.

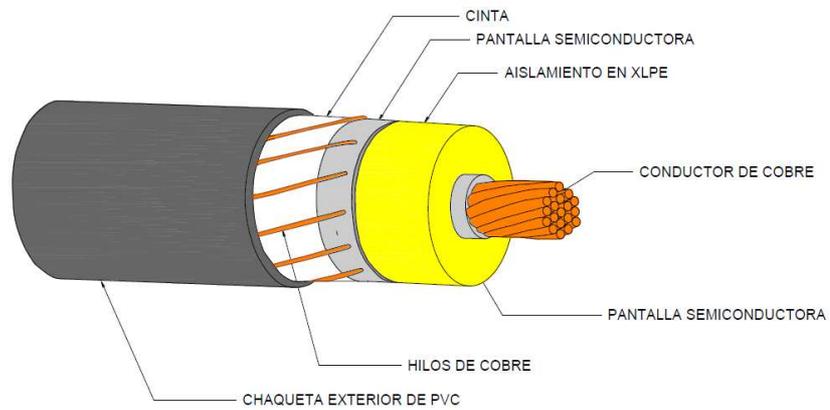


## ANEXO 4

### CONDUCTOR DE TIPO MT

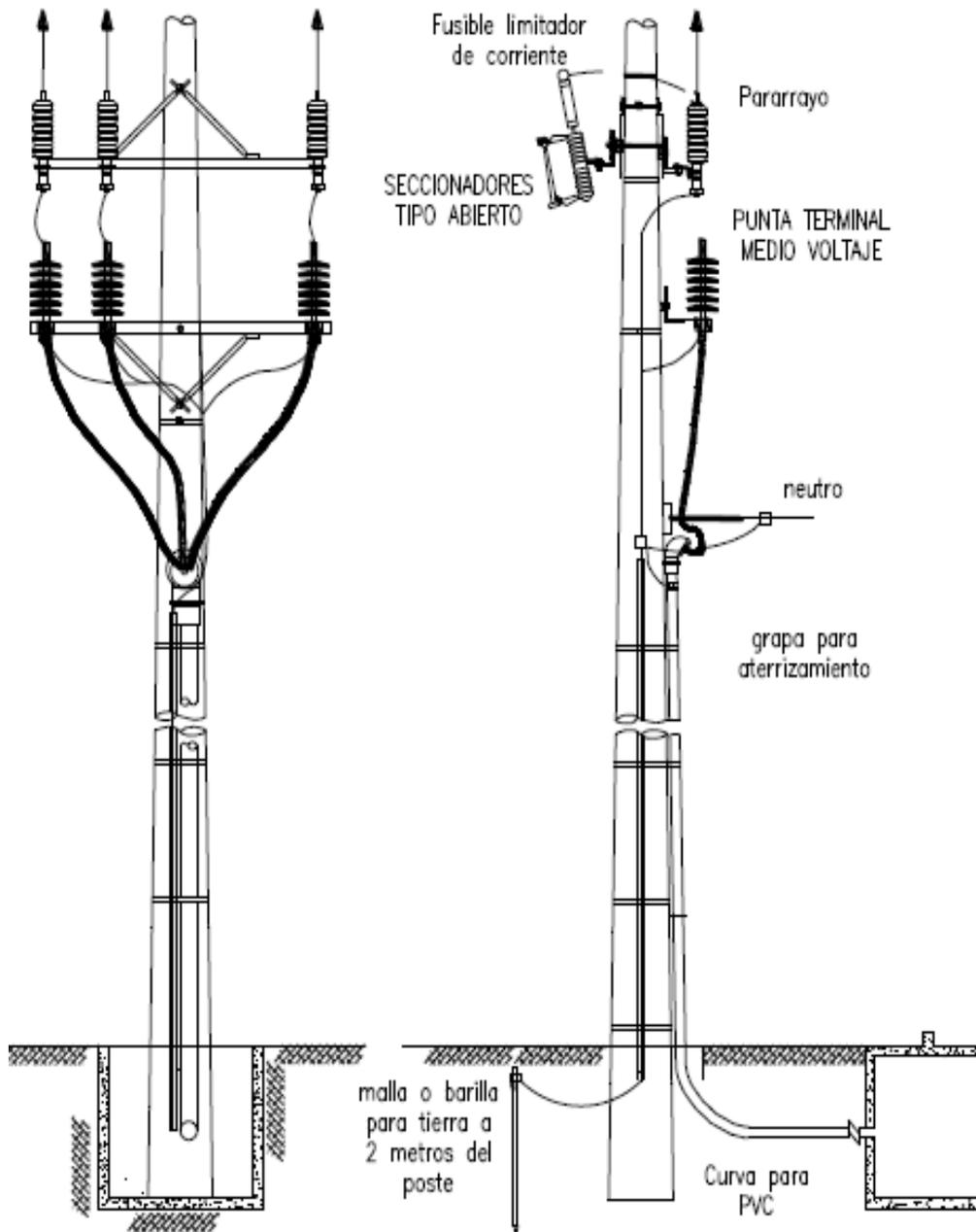


### CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN CON APANTALLAMIENTO DE NEUTRO CONCÉNTRICO.



## ANEXO 5

### TRANSICIÓN TRIFÁSICA DE AÉREA A SUBTERRÁNEA.



ANEXO 6

NORMAS DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO		REVISIÓN: 04																																																																																																								
	ISO 9001-2000	CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03	FECHA: 2009-03-31																																																																																																								
APENDICE A-11-D1 HOJA 1 DE 1	PARAMETROS DE DISEÑO																																																																																																										
FACTORES DE DIVERSIDAD PARA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS MÁXIMAS DIVERSIFICADAS DE USUARIOS COMERCIALES																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NÚMERO DE USUARIOS</th> <th>FACTOR DE DIVERSIDAD</th> <th>NÚMERO DE USUARIOS</th> <th>FACTOR DE DIVERSIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1,00</td><td>26</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>2</td><td>1,50</td><td>27</td><td>3,01</td></tr> <tr><td>3</td><td>1,78</td><td>28</td><td>3,02</td></tr> <tr><td>4</td><td>2,01</td><td>29</td><td>3,03</td></tr> <tr><td>5</td><td>2,19</td><td>30</td><td>3,04</td></tr> <tr><td>6</td><td>2,32</td><td>31</td><td>3,04</td></tr> <tr><td>7</td><td>2,44</td><td>32</td><td>3,05</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,54</td><td>33</td><td>3,05</td></tr> <tr><td>9</td><td>2,61</td><td>34</td><td>3,06</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,66</td><td>35</td><td>3,06</td></tr> <tr><td>11</td><td>2,71</td><td>36</td><td>3,07</td></tr> <tr><td>12</td><td>2,75</td><td>37</td><td>3,07</td></tr> <tr><td>13</td><td>2,79</td><td>38</td><td>3,08</td></tr> <tr><td>14</td><td>2,83</td><td>39</td><td>3,08</td></tr> <tr><td>15</td><td>2,86</td><td>40</td><td>3,09</td></tr> <tr><td>16</td><td>2,88</td><td>41</td><td>3,09</td></tr> <tr><td>17</td><td>2,90</td><td>42</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>18</td><td>2,92</td><td>43</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>19</td><td>2,93</td><td>44</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>20</td><td>2,94</td><td>45</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>21</td><td>2,95</td><td>46</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>22</td><td>2,96</td><td>47</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>23</td><td>2,97</td><td>48</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>24</td><td>2,98</td><td>49</td><td>3,10</td></tr> <tr><td>25</td><td>2,99</td><td>50</td><td>3,10</td></tr> </tbody> </table>				NÚMERO DE USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD	NÚMERO DE USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD	1	1,00	26	3,00	2	1,50	27	3,01	3	1,78	28	3,02	4	2,01	29	3,03	5	2,19	30	3,04	6	2,32	31	3,04	7	2,44	32	3,05	8	2,54	33	3,05	9	2,61	34	3,06	10	2,66	35	3,06	11	2,71	36	3,07	12	2,75	37	3,07	13	2,79	38	3,08	14	2,83	39	3,08	15	2,86	40	3,09	16	2,88	41	3,09	17	2,90	42	3,10	18	2,92	43	3,10	19	2,93	44	3,10	20	2,94	45	3,10	21	2,95	46	3,10	22	2,96	47	3,10	23	2,97	48	3,10	24	2,98	49	3,10	25	2,99	50	3,10
NÚMERO DE USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD	NÚMERO DE USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD																																																																																																								
1	1,00	26	3,00																																																																																																								
2	1,50	27	3,01																																																																																																								
3	1,78	28	3,02																																																																																																								
4	2,01	29	3,03																																																																																																								
5	2,19	30	3,04																																																																																																								
6	2,32	31	3,04																																																																																																								
7	2,44	32	3,05																																																																																																								
8	2,54	33	3,05																																																																																																								
9	2,61	34	3,06																																																																																																								
10	2,66	35	3,06																																																																																																								
11	2,71	36	3,07																																																																																																								
12	2,75	37	3,07																																																																																																								
13	2,79	38	3,08																																																																																																								
14	2,83	39	3,08																																																																																																								
15	2,86	40	3,09																																																																																																								
16	2,88	41	3,09																																																																																																								
17	2,90	42	3,10																																																																																																								
18	2,92	43	3,10																																																																																																								
19	2,93	44	3,10																																																																																																								
20	2,94	45	3,10																																																																																																								
21	2,95	46	3,10																																																																																																								
22	2,96	47	3,10																																																																																																								
23	2,97	48	3,10																																																																																																								
24	2,98	49	3,10																																																																																																								
25	2,99	50	3,10																																																																																																								

ANEXO 7

CROQUIS DE LA CIUDADELA SAN RAFAEL

