



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

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA.

**TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

TÍTULO:

**“SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA REDES
ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN”.**

AUTORES:

GARCÍA VERGARA JORGE LUIS

VERA CEDEÑO JORGE ENRIQUE

TUTOR:

ING. ORLEY LOOR SOLÓRZANO.

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2016

Ing. Orley Loor Solórzano docente, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, en calidad de director de tesis,

CERTIFICO:

Que la presente TESIS DE GRADO titulada: "SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN", ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Tesis de Grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: GARCÍA VERGARA JORGE LUIS y VERA CEDEÑO JORGE ENRIQUE, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, octubre del 2016

Ing. Orley Loor Solórzano
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones presentados en esta Tesis de Grado, es exclusividad de sus autores.

Chone, octubre del 2016

GARCÍA VERGARA JORGE LUIS
AUTOR

VERA CEDEÑO JORGE ENRIQUE
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: "SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA Y BAJA TENSION", elaborado por los egresados García Vergara Jorge Luis y Vera Cedeño Jorge Enrique de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Chone, octubre del 2016

Ing. Odilón Schnabel Delgado
DECANO

Ing. Orley Loor Solórzano
DIRECTOR DE TESIS.

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
SECRETARIA

DEDICATORIA.

Quiero dedicar este proyecto a Dios por su infinito amor, porque ha estado junto a mí en cada momento de mi vida bendiciéndome y guiándome por el camino del bien.

A mis padres Jorge García y Neyce Vergara, quienes han sido mi apoyo incondicional, que en el transcurso de mi vida estaban pendiente de mi superación y cada paso que doy.

Por confiar en mí y no haber dudado de mi capacidad, porque cada reto y desafío no solo ha sido para mí sino también para ellos, así es su demostración de amor.

A mi esposa Yuli Almeida, quien me apoyó y alentó para continuar cuando parecía que me iba a rendir, que sin su amor y comprensión, no hubiese logrado la meta.

A la inspiración más grande que tengo, mi adorado hijo Jorge Andrés, es el por quien lucho cada día, que ha sido mi pilar fundamental y motivación para mi superación.

JORGE LUIS.

DEDICATORIA.

Este ciclo de estudio se lo dedico a todas las personas que me apoyaron para que logre esta meta; en especial:

A Dios quien guía mi camino, porque con su bendición todo es posible.

A mi madre Amarillis Cedeño, quien me ayudo en este camino con paciencia y comprensión, porque siempre deseó ver a su hijo realizado.

A mi padre Humberto Vera, que gracias a su apoyo y confianza depositada en mí, he logrado ser un profesional.

A mi querida esposa Cecilia Mendoza, que con su amor incondicional y paciencia, me motivo a seguir y no doblegar hasta lograr mi meta tan anhelada.

A mis hijos Jorge Adrián y Stefany Ailyn, mi motor, mi inspiración, mi razón de superación para así darle un ejemplo de constancia, perseverancia y ser un profesional de quien se puedan sentir orgullosos.

“Porque con la constancia y dedicación se consiguen las metas trazadas doblegando todas las adversidades para llegar al éxito”.

JORGE ENRIQUE.

RECONOCIMIENTO.

Al finalizar el presente trabajo de investigación, te agradecemos a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde llegamos, porque hiciste realidad este sueño tan anhelado.

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. Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejo, apoyo, animo, y compañía, en los momentos más difíciles.

Algunas están aquí, y otras en los recuerdos y en nuestros corazones, sin importar en donde estén damos gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas Gracias y que Dios los bendiga.

“No se trata de cuanto realizamos, sino con cuanto amor lo hacemos. No se trata de cuanto entreguemos sino de cuanto amor ponemos en lo que entregamos”.

JORGE ENRIQUE VERA y JORGE LUIS GARCÍA.

SÍNTESIS.

La presente investigación hace un enfoque documentado y un análisis de apreciación, basados en información recabada, sobre los sistemas tecnológicos existentes para redes eléctricas subterráneas de media y baja tensión, notando, que la anomalía de degradado de materiales es aplicable para todas las tipologías de los conductores eléctricos con iguales características en o calibres.

A partir de esta primicia, se realizaron las respectivas investigaciones para cuantificar los sistemas utilizados en países vecinos y como también en nuestro medio, detallando tipologías, características, modelos de aplicación, zona de aplicación, anomalías que podrían generarse por el hecho de encontrarse bajo tierra y con tensiones elevadas.

Las deducciones obtenidas de manera teórica, sirvieron para conocer que los sistemas tecnológicos existentes para redes eléctricas subterráneas de media y baja tensión, son muy bien aplicable en entornos con mucha o poca humedad como lo es la de nuestro medio, ya que la tensión que se encuentra instalada en las redes de distribución permite el uso de esta tecnología.

TABLA DE CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPITULO I ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	11
1.1. Generalidades.....	11
1.2. Redes Exteriores.....	11
1.3. Redes Interiores.....	13
1.4. Clasificación de las Instalaciones Eléctricas Interiores.....	15
1.4.1. Tipo de Empalme en conductores.....	15
1.4.2. Empalmes de Alta Tensión.....	17
1.5. Aspectos Generales y Requerimientos de Instalaciones Subterráneas de Media Tensión.....	17
1.6. Descripción, Selección e Instalación de Cables Subterráneos.....	18
1.7. Parámetros Eléctricos de los Cables Subterráneos.....	19
1.8. Elección del Cable por Corriente de Cortocircuito y por Sobrecarga.....	20
1.9. Selección del Cable por Esfuerzo Térmico.....	20
1.10. Pérdidas Técnicas en Redes Subterráneas.....	21
1.11. Instalación de Cables Subterráneos de Media Tensión.....	21
1.12. Parámetros a considerar previos a la instalación.....	21
1.13. Centros de Carga Subterráneo.....	22
1.14. Clasificación de los Centros de Carga Subterráneos.....	23
1.15. Elementos y equipos constitutivos.....	25
1.16. Normativa aplicada al Diseño de los Centros de Carga.....	27
1.16.1.Parámetros de Diseño.....	27
1.17. Ubicación de los elementos.....	30
1.18. Puertas de acceso.....	31

1.19. Escaleras.....	31
1.20. Ventilación del recinto.....	32
1.21. Grados de protección.....	33
1.22. Iluminación interna del recinto.....	33
1.23. Sistema contra incendios.....	33
1.24. Factor de riesgo en centros de carga.....	34
1.25. Inspección, Prueba y Mantenimiento.....	34
1.26. Mantenimiento de líneas subterráneas.....	35
1.27. Inspección y mantenimiento de cuartos o bóvedas.....	36
2. CAPÍTULO II DIAGNOSTICO O ESTUDIO DE CAMPO.....	38
2.1. Modelo Aplicable Mediante el Estudio de Campo.....	38
2.2. Cabina de Control o Recinto.....	38
2.2.1. Obra civil en general.....	38
2.2.2. Dimensiones del recinto de control.....	38
2.2.3. Ambiente de operación.....	39
2.2.4. Impermeabilidad del recinto.....	39
2.2.5. Sistema de ventilación.....	40
2.2.6. Hormigón de la cabina de derivación y maniobra.....	40
2.2.7. El piso del recinto o cabina.....	40
2.2.8. Tapas o losas superiores.....	41
2.2.9. Paredes, bases y fundiciones.....	41
2.2.10.Canaletas para ingreso y salida de cables.....	41
2.2.11.Tapas de acceso a la cabina.....	42
2.2.12.Obra eléctrica.....	42
2.2.13.Iluminación interior de la cabina.....	42

2.2.14. Derivaciones de medio voltaje desde barras pre moldeadas de conectores múltiples.....	43
2.2.15. Conducción, Obra civil.....	43
2.2.16. Banco de ductos.....	43
2.2.17. Profundidad de banco de ductos.....	44
2.2.18. Pozos de revisión.....	44
2.2.19. Tapas de hormigón y perfil de hierro.....	46
2.2.20. Obra eléctrica Recorrido de redes de media y baja tensión.....	46
2.2.21. Redes de distribución, Conductores de medio voltaje.....	47
2.2.22. Conductores de bajo voltaje.....	47
2.2.23. Estaciones de transformación.....	48
2.2.24. Acometidas a usuarios.....	49
2.2.25. Puesta a tierra.....	50
2.2.26. Obra civil, empalmes de bajo voltaje.....	50
2.2.27. Obra eléctrica, empalmes de bajo voltaje.....	51
2.2.28. Empalmes de medio voltaje.....	51
2.2.29. Equipos de Corte, Maniobra y Protección.....	52
2.2.30. Tableros de distribución.....	52
2.2.31. Interruptores termo magnéticos.....	52
2.2.32. Barras pre moldeadas de conectores múltiples de 5 vías.....	53
3. CAPÍTULO III ACCIONES PARA USO DE SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA REDES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	54
3.1. Instalación Subterránea.....	55
3.2. Terminología del Material de Relleno de zanjas.....	56
3.3. Colocando la Tubería en la zanja.....	58
3.3.1. Curvado de Tubería en Campo.....	58

3.4.	Redes Subterráneas.	59
3.5.	Circuitos en media tensión, Alcance.	63
3.6.	Especificación para el circuito de media tensión.	63
3.7.	Sistema de medida y pago para obra civil y eléctrica.	64
3.8.	Circuitos en baja tensión.	64
3.9.	Especificación para conformar el circuito de baja tensión.	65
3.10.	Sistema de medida y pago para obra civil y eléctrica.	65
3.11.	Circuitos de alumbrado público.	66
3.12.	Especificación para la construcción de barrajes en baja tensión.	66
4.	CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	69
	CONCLUSIONES GENERALES.	69
	RECOMENDACIONES.	71
	BIBLIOGRAFÍA.	72
	WEB GRAFÍAS.	73
	ANEXOS.	74

INTRODUCCIÓN.

En la presente investigación se hace un enfoque de las nuevas tecnologías que ha traído como consecuencia la necesidad de adaptar el hábitat del hombre, con el objeto de brindar mayores niveles de seguridad, confort y economía a la sociedad, y así facilitarle el proceso de integración con el entorno, establecer los criterios tecnológicos necesarios para el diseño de las obras con el necesario ahorro de energía, evitando las pérdidas debido a equipos con mala calidad de diseño y poca normativa.

Este proyecto de investigación cumple dos propósitos fundamentales: producir conocimientos, que es la parte de la investigación básica y resolver problemas prácticos que es la investigación aplicada, debido a que tiene relación con los efectos producidos en redes eléctricas, tales como los armónicos y los daños que estos provocan en el deterioro de los materiales aislantes y conductores de las redes eléctricas.

La investigación está compuesta de distintas etapas interrelacionadas, cuya intención final es conseguir solucionar los problemas que se originan por la utilización de líneas aéreas con conductores desnudos en las redes de distribución en media y baja tensión; ya que en los últimos años, se ha visto un incremento sustancial en la eliminación de este tipo de tecnología de redes eléctricas, debido a que se requiere la no visualización de estas líneas que por ser consideradas obsoletas y porque en zonas regeneradas o ciudades mejoradas, prima la elegancia y buen vivir.

Es por esto que se desarrolla el proyecto de investigación: “Sistemas Tecnológicos Existentes para Redes Eléctricas Subterráneas de Media y Baja Tensión”, ya que son consideradas pertinente y positiva.

De esta manera se plantea el problema y hacemos un recorrido por los contextos que han influido en el descubrimiento y desarrollo de soluciones en varios períodos de manera macro, meso y micro. Posterior a esto se formula, delimita y se encuentran las interrogantes de la investigación, lo que guiará a la elaboración del justificativo para que este proyecto de investigación tenga la importancia que amerita. Así mismo con la información se estableció el objetivo general y las tareas de investigación, que serán la guía fundamental para dar una razón y criterio correcto a esta investigación.

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 subterráneas en medias y baja tensión existentes y para las que se programen mediante los nuevos proyectos encaminados al mejoramiento del ornato y buen vivir de los ciudadanos en los pueblos y ciudades.

Se encuentran varias metodologías que se aplican 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 la más apropiada para este proyecto la encuesta y la observación, teniendo como referencia la población y muestra de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí” Extensión Chone.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Qué beneficio se obtendría al describir los sistemas tecnológicos existentes para redes eléctricas subterráneas de media y baja tensión?

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 a las 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 todos los sectores, comerciales, residenciales y otros, se calcula que se pierden entre 104.000 a 164.000 millones de dólares a consecuencia de las

interrupciones, y otros 15.000 a 24.000 millones de dólares a consecuencia de otros problemas de calidad del suministro.¹

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 irre recuperables 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 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, grandes cargas de arranque, componentes defectuosos de distribución e incluso el típico ruido eléctrico de

¹ SEYMOUR, J. (2005). *LOS SIETE TIPOS DE PROBLEMAS EN EL SUMINISTRO ELECTRICO*. CONDADO DE UTAH: AMERICAN POWER CONVERSION.

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 subterráneas en media y baja tensión, 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 subterránea.

Objetivo General.

Describir los Sistemas Tecnológicos Existentes para Redes Eléctricas Subterráneas de Media y Baja Tensión.

Hipótesis.

La Descripción de los Sistemas Tecnológicos Existentes contribuirá al mejoramiento de las Redes Eléctricas Subterráneas de Media y Baja Tensión.

Variable dependiente.

Sistemas Tecnológicos Existentes.

Son todos los elementos que forman un conglomerado de tecnología que crean la herramienta necesaria que servirá para una tarea exclusiva y limitada.

Variable independiente.

Redes Eléctricas Subterráneas de Media y Baja Tensión.

Son todas aquellas líneas de distribución y derivación en conductores eléctricos que permiten el flujo de electricidad en media y baja tensión ubicada en el subsuelo.

Metodología.

Tipo de investigación.

En el desarrollo este trabajo investigativo, se aplicaron modalidades de la investigación de campo, documental y experimental. La investigación de campo se desarrollara en los predios del campus universitario, la documentación requerida se halló en libros y fascículos técnicos concernientes al tema tratado, además con ayuda de la internet donde hay vasta información sobre la temática. Por otra parte, mediante la investigación experimental se establecieron datos que corroboraron las teorías expresadas en este trabajo.

Nivel de la investigación.

Partiendo de los principios generales se empleó el método analítico para estudiar todo el proceso y profundizar en el problema, además el método sintético para lograr una mejor comprensión e interpretación de la información recopilada; finalmente el método propositivo que permitirá dar aspectos de solución al problema planteado inicialmente.

Métodos.

El método que se aplicó en esta investigación es el Descriptivo, ya que su función primordial radica en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que

permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento, de esta forma se pueden obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada.

Técnicas de recolección de la información.

En la realización del proyecto se utilizaron varias técnicas, debido a las necesidades que permitieron obtener datos reales sobre las características principales de los sistemas tecnológicos existentes para redes eléctricas subterránea de media y baja tensión, siendo estas técnicas: bibliográfica, observación, encuesta y la tabulación de los datos recolectados en el trabajo de campo.

Bibliográfica.

Debido a que se hace necesario buscar apoyo en materiales basados en textos, revistas científicas, memorias de tesis hallados en la biblioteca del campus universitario.

Marco administrativo.

Recursos Humanos.

Los recursos Humanos con los que se consta serán los investigadores, los tutores.

Recurso financiero.

Los recursos financieros generales serán aportados por los investigadores.

Tareas de investigación científica.

- ❖ Determinar qué son las redes eléctricas subterráneas

- ❖ Representar cuántos tipos de redes eléctricas subterráneas existen

- ❖ Describir cuál es la estructura de las redes eléctricas subterráneas de media y baja tensión

- ❖ Analizar el tipo estructura de las redes eléctricas subterráneas de media y baja tensión que se deben emplear de acuerdo a las zonas geográficas

- ❖ Presentar y socializar el presente trabajo a las autoridades para su posterior aplicación

1. CAPITULO I ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

1.1. 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.²

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

² GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

tensión, dependiendo de la topología del sistema y de las características de consumo de los clientes asociados a ellas.

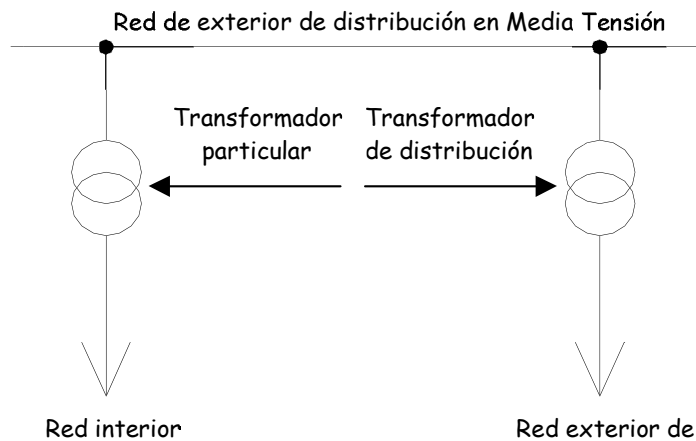


Figura 1: Red exterior de distribución

Una red de media tensión es aquella que tiene una tensión superior a 400 (V), 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 400 (V), 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 (empalme), 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.

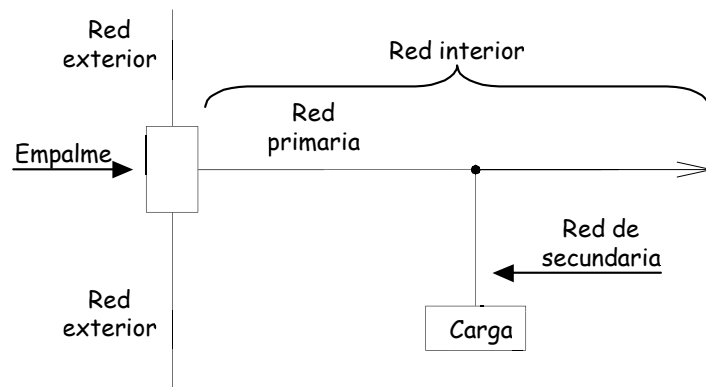


Figura 2: Red interior de distribución

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.³

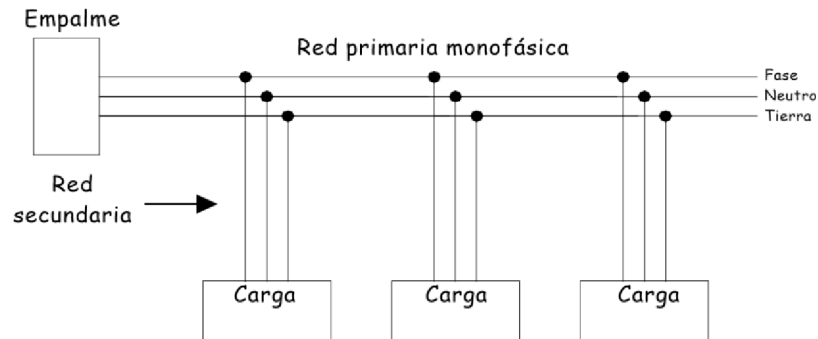


Figura 3: Red monofásica

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.

³ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

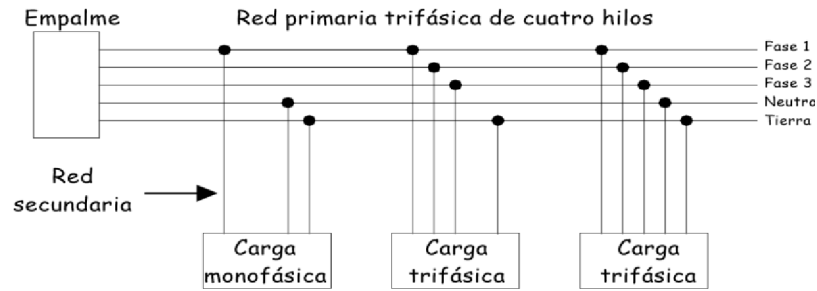


Figura 4 / Red trifásica.

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

A. 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 400 (V), y están compuestos en general, de los siguientes elementos:

(a) 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.

(b) 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.

(c) 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).

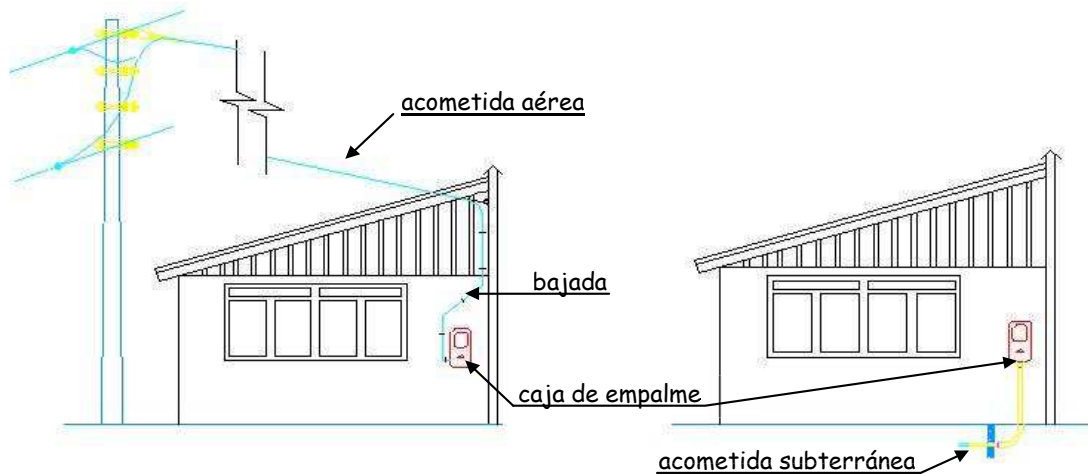


Figura 5: Empalme de baja tensión monofásico

1.4.2. 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 400 (V). 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.

1.5. 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 la instalación 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 ambiente⁴.

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.

1.6. Descripción, Selección e Instalación de Cables Subterráneos.

⁴ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

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.⁵

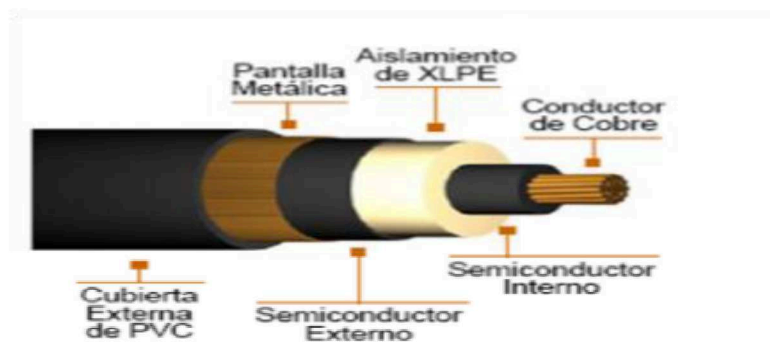


Figura 6: Cable Aislado.

1.7. 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.

⁵ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

1.8. 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).

Sobrecargas:

- Temperaturas de sobrecargas, y
- Corrientes de sobrecargas
- Corto circuito:
- Temperaturas máximas en Condiciones de cortocircuito, y
- Selección del conductor conociendo la corriente de falla

1.9. 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”.

1.10. 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 dividirlos en: pérdidas en el conductor, en el dieléctrico y en las pantallas o cubiertas metálicas.

1.11. 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 especializados⁶.

1.12. 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:

- Máxima tensión de jalado

⁶ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

- Longitud de jalado
- Presión lateral
- Radio mínimo de curvatura
- Fricción

1.13. 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,⁷

Se puede clasificar en:

⁷ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

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

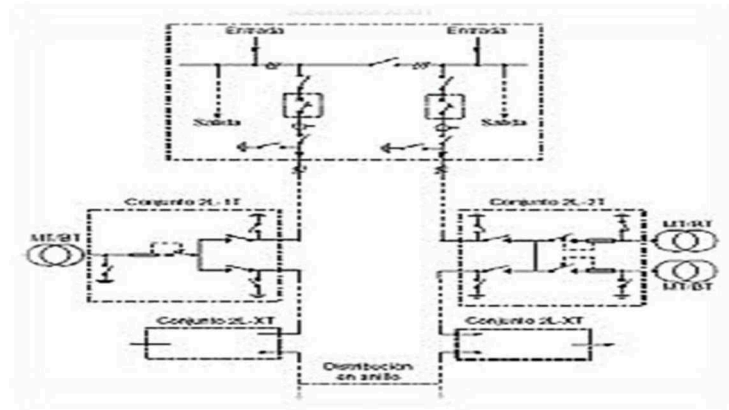


Figura 7: Distribución en anillo

1.14. 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. 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.⁸ Su acceso está en el ámbito de la vía pública y podemos subdividirlos en dos tipos:

⁸ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

- ❖ El local, y
- ❖ El independiente

1.15. Elementos y equipos constitutivos.

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

A. 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 comprendido 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.⁹

B. 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

⁹ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

1.16. Normativa aplicada al Diseño de los Centros de Carga.

1.16.1. 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 mm² 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.¹⁰

En el caso de centros prefabricados, cada pieza de las que forman parte del edificio, deberán 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

¹⁰ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

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:

- a) Forjados de carga puntual, cuando el acceso al transformador y materiales se efectúa a través de tapas practicables situadas debajo de un forjado.
- b) Forjados para carga móvil que se pueden diferenciar dos zonas:
 - ❖ La de maniobra que soportará una carga como mínimo de 600 kg/m².
 - ❖ La del transformador y sus accesos, que soportará una carga rodante de 4.000 kg/m² 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-23727.¹¹

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 estarán protegidos de la oxidación por imprimación de pintura antioxidante y acabado con pintura tipo resina epoxi o epoxidica.

¹¹ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

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,
- ❖ 5 reglas de oro,
- ❖ Guantes aislantes para 30 Kv,
- ❖ Pértiga de salvamento, y Banqueta aislante.

1.17. Ubicación de los elementos.

Las dimensiones del centro subterráneo deberán permitir:

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

c) 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.

1.18. 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.

1.19. 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. ¹²

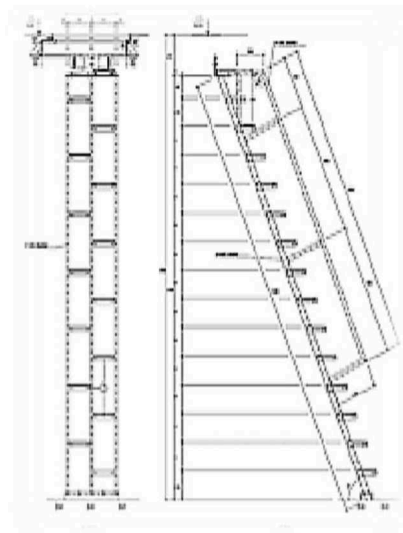


Figura 8: Escaleras

1.20. 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).

¹² GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

1.21. 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.

1.22. 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.

1.23. Sistema contra incendios.

Existen dos niveles o sistemas de protección contra incendios.¹³

- ❖ Sistema pasivo de aplicación general de todos los casos.

¹³ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

❖ Sistema activo que refuerza y complementa al sistema pasivo de aplicación obligatoria a partir de ciertas cantidades de aceite.

1.24. 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.

1.25. 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.¹⁴

¹⁴ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

TENSIÓN EFICAZ	DISTANCIA MÍNIMA EN METROS
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.

1.26. 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.¹⁵

1.27. 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, aparamenta, 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 aparamenta, 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.

¹⁵ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

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.¹⁶

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.

¹⁶ GOMEZ, C. (2005). *CONCEPTOS GENERALES DE REDES ELECTRICAS*. COLON: INACAP.

2. CAPÍTULO II DIAGNOSTICO O ESTUDIO DE CAMPO.

2.1. Modelo Aplicable Mediante el Estudio de Campo.

Preliminar.

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 6,3kv.

2.2. Cabina de Control o Recinto.

2.2.1. 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.

2.2.2. Dimensiones del recinto de control.

La Cabina de Derivación y Maniobras con Barras Pre moldeadas de Conectores Múltiples para tensiones superiores a 6.3 Kv será construida con las dimensiones analizadas en la tabla siguiente.

Voltaje (KV)	Dimensiones		
	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
6,3	2448	2146	2420

Tabla 2 Dimensiones de la Cabina de Derivación y Maniobras con Barras pre moldeadas de conectores múltiples para 6.3 KV.

2.2.3. 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%.

EQUIPO	Temperatura °C	Humedad %
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 6.3 KV.

2.2.4. 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.

2.2.5. 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.

2.2.6. 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:¹⁷

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para todas las paredes, pisos, losas y tapas móviles.

2.2.7. 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 0,4m. de ancho y 0,6m. de profundidad, dentro de las cuales alojaran a los conductores de bajo y medio voltaje colocados sobre bandejas porta cables.

¹⁷ ACI American Concrete Institute "Código de Construcción para Concreto Reforzado ACI 318S-05", Enero 2005.

2.2.8. 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. Los boquetes para ingreso de personal será de 70x70 cm y la tapa será de grafito esferoidal.

2.2.9. 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.

2.2.10. 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.¹⁸

¹⁸ ACI American Concrete Institute "Código de Construcción para Concreto Reforzado ACI 318S-05", Enero 2005.

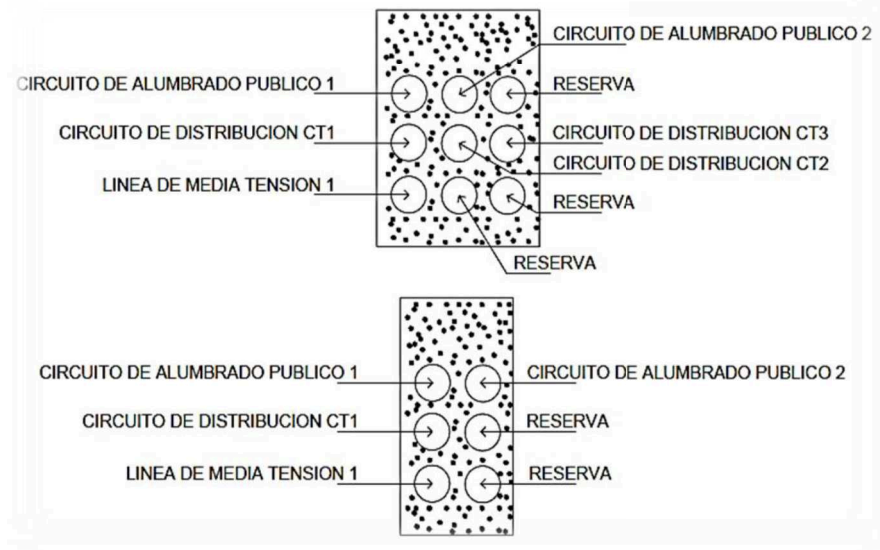


Figura 9: Banco de ductos para ingreso de cables a la Cabina Subterránea.

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.

2.2.11. 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).

2.2.12. Obra eléctrica.

La obra eléctrica de este tipo de cabina comprenderá de:

2.2.13. 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.

El nivel medio de iluminación será como mínimo de 270 lux.

2.2.14. 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.

2.2.15. Conducción, Obra civil.

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

2.2.16. 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 Loja, 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 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 hormigonadas con una resistencia de 140 kg/cm².

2.2.17. 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.

2.2.18. Pozos de revisión.

En el proyecto, en el recorrido de las redes de distribución se consideran pozos de revisión, con dimensiones de 1,00x0,70 x0,98 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 libres 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.

2.2.19. 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 $f'c=210$ kg/cm², de 10 cm de espesor con armadura $\varnothing=12$ mm cada 10 cm.

2.2.20. 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 6,3KV 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.

2.2.21. 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 6KV 10KA, conectados a tierra.

2.2.22. 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.

2.2.23. 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 6300/220-127V. 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 6KV 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.

2.2.24. 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.

2.2.25. 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 éste 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.

2.2.26. 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.

2.2.27. 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.

2.2.28. Empalmes de medio voltaje.

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

2.2.29. Equipos de Corte, Maniobra y Protección.

2.2.30. 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.

2.2.31. 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.

2.2.32. 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:

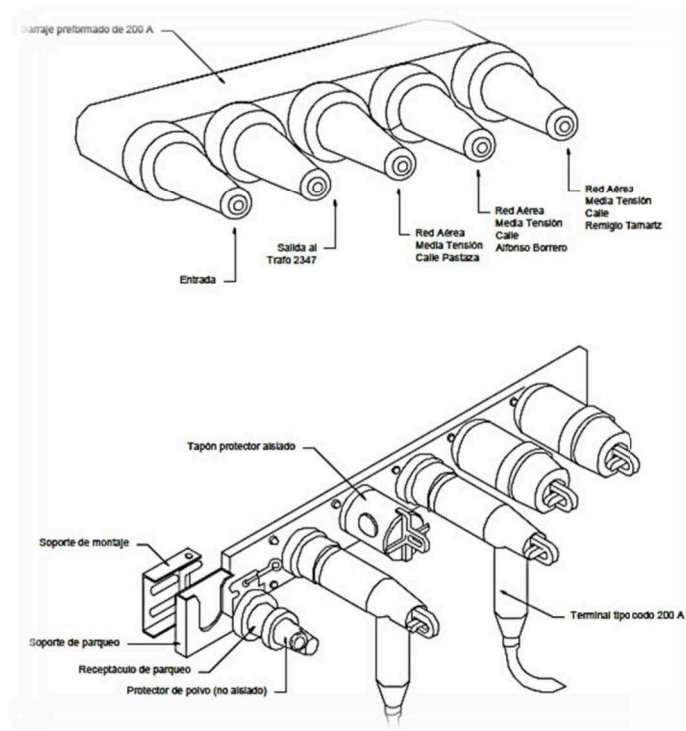


Figura 10: Barra pre moldeada de conectores múltiples – 5 vías

3. CAPÍTULO III ACCIONES PARA USO DE SISTEMAS TECNOLÓGICOS EXISTENTES PARA REDES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

ANTECEDENTE.

El objetivo de este trabajo es presentar una guía para realizar instalaciones eléctricas subterráneas de media tensión en base a normas, En nuestro medio podemos ver que las instalaciones subterráneas se encuentran construidas de acuerdo a la necesidad que exista; ya sea por parte del usuario, o debido a las condiciones de carga.

Es por esto, que se muestra de manera general una instalación eléctrica, luego se procede a describir a los cables subterráneos, los parámetros eléctricos, los cálculos teóricos para una correcta selección del cable a ser utilizado, también se elabora una pequeña clasificación de los distintos centros de carga que existen.

Así mismo, podemos ver las características principales de los equipos y aparatos eléctricos que constituyen un centro de carga general. Además se muestran los requerimientos y condiciones de los parámetros de diseño según la normativa seleccionada. Posteriormente, se establece las condiciones de seguridad que comprende la inspección, prueba y mantenimiento de las instalaciones subterráneas de media tensión y de cada uno de sus elementos que lo conforman para su correcto funcionamiento.

3.1. Instalación Subterránea.

Precaución- Para prevenir daños a personas y a la propiedad, un manejo cuidadoso y buenas prácticas de construcción se deberán de observar todo el tiempo. El instalador deberá de seguir todos los códigos de seguridad locales, estatales y federales y los requerimientos de seguridad especificados por el propietario y el ingeniero del proyecto.

Las instalaciones subterráneas generalmente incluyen excavaciones, bajar la tubería en la zanja, rellenar y compactar alrededor de la tubería, y después finalmente el final a la compactación requerida. El uso de la tubería, las condiciones de operación y su diámetro, el tipo de terreno, la calidad del relleno, la profundidad de instalación y el tipo de la unión afectaran la instalación de la línea.

El cuidado que el instalador tenga durante todo el proceso afectará dramáticamente el desempeño del sistema. Una instalación de alta calidad de acuerdo con las recomendaciones y los planes de ingeniería de la obra, pueden asegurar que el sistema se desempeñe correctamente tal como fue diseñado, en tanto que una instalación hecha pobremente puede originar que el sistema no funcione según lo planeado.

La tubería de polietileno DriscoPlex™, aún para sistemas sin presión o flujo por gravedad, cuando menos se deberán seguir la normativa ASTM D 2321, "Prácticas Estándar para la Instalación Subterránea de Tubería Termoplástica

para Drenajes y otras Aplicaciones de Flujo por Gravedad”, y los sistemas a presión deberán de ser instalados de acuerdo al ASTM D 2774, “Prácticas Estándar para la Instalación Subterránea de Tubería Termoplástica de Presión”.

Los planos y especificaciones del sistema pueden incluir requerimientos adicionales. El constructor deberá de conocer ésta información antes de instalar los productos de polietileno de DriscoPlex™.

3.2. Terminología del Material de Relleno de zanjas.

Los materiales de relleno que envolverán la tubería enterrada se mencionan a continuación.

a) Base.- Una base se necesita solamente cuando el fondo de la zanja no tiene una base firme para trabajar, o cuando no hay un soporte suficiente para la tubería a instalar. Si la base se requiere, un colchón es necesario sobre la base.

b) Relleno Inicial.- Esta es la zona crítica del relleno, para la tubería, se requiere de un mínimo de 6” sobre la tubería. La capacidad de la tubería para resistir cargas y resistir la deflexión está determinada por la calidad del material del relleno y la calidad de la colocación. En esta zona se encuentran el colchón, el apostillado y las zonas primaria y secundaria.

- c) Colchón.- Adicionalmente a la nivelación del fondo de la zanja al nivel requerido por el proyecto, el colchón elimina todas las irregularidades y asegura el suficiente soporte necesario por la tubería. El colchón es necesario cuando se requiere de base, pero no siempre se necesita de base en la zanja para colocar un colchón de material.
- d) Acostillado.- El relleno debajo de la tubería soporta la tubería y distribuye la carga. La calidad del relleno en el apostillado y su colocación son los factores muy importantes en limitar las deformaciones por flexión de la tubería.
- e) Relleno Primario Inicial.- Esta zona del relleno proporciona el soporte necesario contra la deformación lateral de la tubería. Se extiende desde de la parte baja de la tubería hasta el menos al 75% del diámetro de esta, o al menos 6" sobre la corona de la tubería si la tubería va a estar constantemente bajo el nivel del agua.
- f) Relleno Secundario Inicial.- El material del relleno en esta zona distribuye las cargas encima de la tubería, y aísla la tubería de cualquier efecto adverso por la colocación del relleno final. Donde el nivel freático del suelo sube sobre la tubería, el relleno secundario deberá ser la continuación del relleno primario.
- g) Relleno Final.- El relleno final no es una zona que rodee la tubería, pero debe de ser libre de piedras, escombros de la construcción, pedazos de madera y cualquier material cuya dimensión sea mayor a 8"

3.3. Colocando la Tubería en la zanja.

La tubería hasta 8" de diámetro y pesando más o menos 6 lbs/pie puede ser colocada en la zanja a mano. Tubería de mayor peso o diámetro requieren de equipo adecuado para levantar, mover y bajar la tubería en la zanja.

La tubería no deberá de ser tirada, empujada o rodada en la zanja. Se deberán tomar todas las medidas de seguridad apropiadas cuando haya personas dentro o cerca del pozo. Algunos requerimientos del equipo para manejar y levantar la tubería se mencionaron en los capítulos anteriores.

3.3.1. Curvado de Tubería en Campo.

Los rollos o tramos largos de tubería pueden doblar en frío en el lugar de la obra. El radio de curvatura es determinado por el diámetro y el RD (Radio Dimensional) de la tubería. Debido a que las conexiones y los adaptadores tipo brida son rígidos comparados con la tubería, el radio mínimo de curvatura en campo es de 100 veces el diámetro de la tubería cuando estas conexiones estén presentes en la línea.

Los atraques u otras sujeciones temporales se deberán de retirar antes de hacer el relleno final, y cualquier hueco se deberá rellenar con material compactado.

Se puede necesitar de una fuerza considerable para doblar la tubería en el campo, y esta puede regresar a su posición original de manera violenta si las

sujeciones se resbalan o se sueltan mientras se realiza el doblado. Observe todas las precauciones de seguridad durante esta operación.

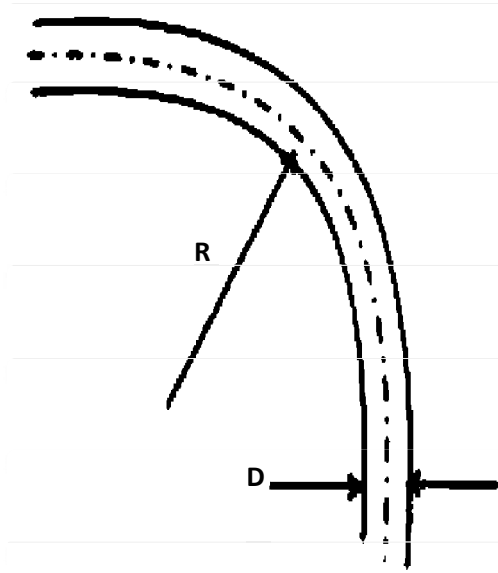


Figura 11: Radio de curvatura determinado por el diámetro y el RD (Radio Dimensional).

3.4. Redes Subterráneas.

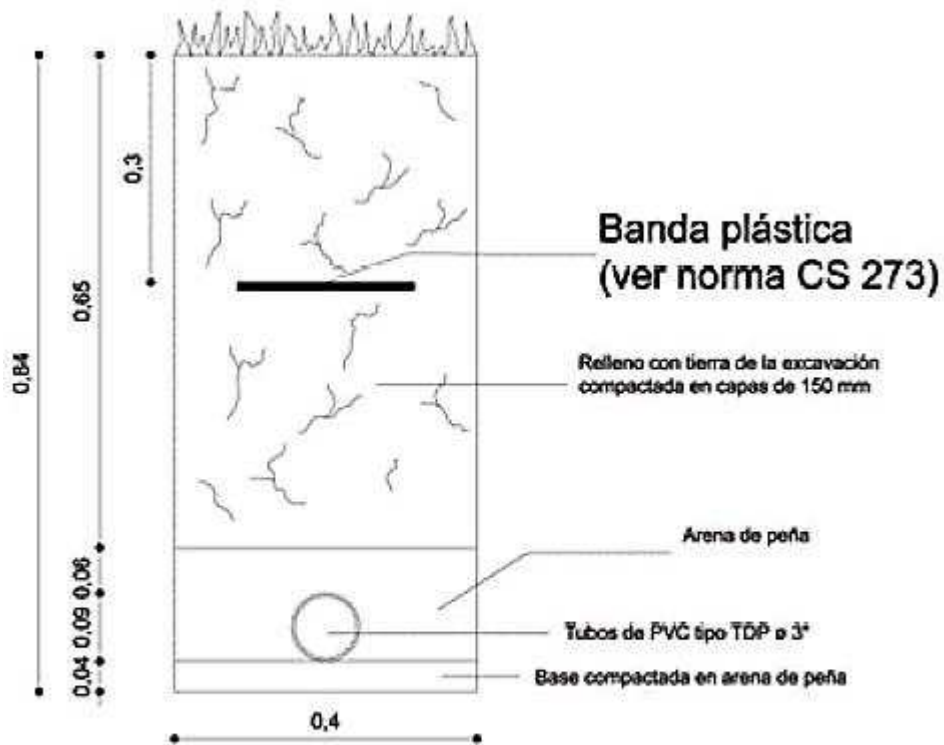
Toda red eléctrica en media o baja tensión al interior de un escenario deportivo, edificaciones y parque Vecinal, Zonal, Metropolitano o Regional, bajo la responsabilidad del Instituto Distrital para la Recreación y el Deporte IDR, debe ser subterránea de esta manera se minimiza el riesgo eléctrico y se controla la contaminación visual.



Figura 12 de los ductos empleados en redes eléctricas subterráneas.

Para lograr un correcto asentamiento de los ductos, el fondo de la zanja debe ser uniforme y debe compactarse para evitar pandeos de la canalización. Los ductos más profundos deben descansar uniformemente sobre lechos nivelados y compactados.

Se debe colocar una capa de arena de peña con un espesor mínimo de 4 cm. en el fondo de la zanja. Después de haber colocado una capa de 200 mm de material de relleno sobre los ductos, se debe compactar el material con “rana” o “pisón” en capas de 150 mm hasta la superficie.



NOTAS:

- 1.- Tener en cuenta las recomendaciones de construcción de la norma CS 203.
- 2.- El ducto de ø 3" se usa a lo largo del separador de las avenidas para alumbrado público.

Figura 13: de la altura promedio para la ubicación de los ductos.

Las uniones de ductos dentro del tendido del banco deben quedar traslapadas, nunca deben quedar una sobre otra. El tendido de los ductos debe ser en línea recta, en la medida de lo posible. En caso de cambio de dirección se debe construir una caja de paso para tal efecto.

Cuando los bancos de ductos consten de más de seis (6) ductos, todas las cajas de inspección serán dobles. Al llegar a una de las cajas, los ductos deberán estar provistos de campanas para ductos de PVC o de boquillas terminales para ductos de acero galvanizado, según la norma Codensa CS 205.

Si se planea dejar ductos de reserva, estos deberán taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, tierra, según la indicación de la norma Codensa CS 201.

Como señal preventiva de presencia de ductos eléctricos instalados, se debe colocar a lo largo de la zanja a una profundidad de 30 cm. de la superficie del relleno, una banda plástica, la cual debe cumplir con las especificaciones de la norma Codensa CS 273.

Cuando se trate de redes exclusivas de alumbrado público se instalará un (1) ducto PVC de 3" en zonas verdes, andenes y zonas duras y se construirán cámaras de inspección norma Codensa CS 274. Se instalarán dos (2) ductos de 3" únicamente en cruce de calzada, de los cuales uno (1) es de reserva. (Ver normas Codensa CS 207 Y 220). Las canalizaciones o zanjas deben estar de acuerdo con la norma CS 203 de CODENSA S. A. ESP.

Al momento de realizar una excavación con equipo mecánico se deben dejar los últimos 20 cm. para ejecutar manualmente, esto para garantizar la correcta compactación del terreno.

Si al hacer una excavación se encuentra en el fondo de la zanja material de mala calidad como arcillas expansivas, por ejemplo, se debe extraer y rellenar con relleno compactado en una profundidad de sobre excavación de 30 cm.

En terrenos planos los ductos se deben instalar con una pendiente del 3%

aproximadamente, entre cajas. En terrenos escarpados la ductería no debe tener una pendiente superior al 30 %.

En el caso de los circuitos de baja tensión, debe dejarse como mínimo un (1) ducto de reserva por banco. Para el caso de circuitos de media tensión, se dejarán los ductos de reserva que la norma especifique dependiendo del nivel de tensión.

3.5. Circuitos en media tensión, Alcance.

El Contratista deberá tener en consideración:

Cable XLPE 15 KV.

Cuadrillas de redes.

Herramienta redes.

Grúa.

Transporte

3.6. Especificación para el circuito de media tensión.

Comprende el suministro transporte e instalación de los cables que conforman el circuito de media tensión de acuerdo a lo definido en el diseño correspondiente. Se entenderán por circuitos de media tensión las redes eléctricas (cables) que interconecten o alimenten centros de transformación. Los

circuitos en media tensión de distribución urbana son trifásicos 13.2 kV, según lo establecido por el Operador de red.

Los circuitos en media tensión serán con aislamiento en polietileno reticulado XLPE 15 Kv, según norma NTC 2186. El conductor será construido en cobre suave o aluminio cableado, blindaje en polietileno reticulado semi conductor, blindaje del aislamiento en polietileno reticulado semiconductor, pantalla metálica en cinta de cobre con instalación helicoidal, chaqueta en PVC retardante a la llama, resistente a la abrasión, el calor y la humedad, temperatura de operación 90°C y tensión de operación 15 Kv. Sus calibres obedecerán a las memorias de cálculo y cuadros de carga de cada proyecto en particular.

3.7. Sistema de medida y pago para obra civil y eléctrica.

La unidad de medida será metro (m) de circuito subterráneo. El precio incluye el suministro, instalación y transporte del número de cables definidos en el diseño, mano de obra, herramientas, equipo y grúas si son requeridos para su correcta instalación.

3.8. Circuitos en baja tensión.

El Contratista deberá tener en consideración:

Cable Aislamiento 600 V.

Cuadrillas para redes en baja tensión.

Herramienta redes.

Grúa.

Transporte.

3.9. Especificación para conformar el circuito de baja tensión.

Comprende el suministro, transporte e instalación de los conductores que conforman el circuito de baja tensión de acuerdo a lo definido en el diseño correspondiente. Se entenderá por circuitos de baja tensión las redes eléctricas aéreas (cables conductores), que transportan la electricidad hasta los puntos de cargas.

En ningún casos en parques o zonas de control del IDRDR se aceptaran circuitos directamente enterrados en conductor aislado, todo circuito debe ir entre un ducto PVC. Si el conductor es de cobre, será cobre suave cableado con aislamiento en PVC retardante a la llama, resistente a la abrasión, el calor y la humedad; chaqueta externa en poliamida, temperatura de operación en lugares secos y húmedos 90°C, tensión de operación 600 voltios.

3.10. Sistema de medida y pago para obra civil y eléctrica.

La unidad de medida será metro (m) de circuito en baja tensión subterráneo. El precio incluye el suministro y transporte del número de cables definidos en el diseño, mano de obra, herramientas, equipo y grúas, si son requeridos para su correcta instalación.

3.11. Circuitos de alumbrado público.

El Contratista deberá tener en consideración:

Cable aislamiento 600 V.

Cuadrillas redes en alumbrado público.

Herramienta redes.

Transporte.

Especificación

Comprende el suministro, transporte e instalación de los conductores que conforman el circuito de alumbrado público de acuerdo a lo definido en el diseño correspondiente. Los circuitos subterráneos de alumbrado público se construirán utilizando ducterías, no se aceptará cable directamente enterrado.

En los circuitos subterráneos con ductería se debe utilizar conductor en cobre o aluminio con aislamiento sencillo en policloruro de vinilo (PVC), 600 voltios, con temperatura de operación en lugares secos y húmedos de 75°C. Según la norma NTC 1332.

3.12. Especificación para la construcción de barrajes en baja tensión.

Comprende el suministro, transporte e instalación de barrajes preformados en baja tensión, que serán los elementos de conexión instalados en cajas de inspección subterráneas que eventualmente pueden trabajar sumergidos en

agua. Los barrajes preformados se emplearán para dar continuidad a un circuito, derivar la carga o dar posibilidad de una nueva derivación, siempre se utilizan en redes de baja tensión, para acometidas subterráneas de acuerdo a las corrientes de diseño definidas en el diseño.

Se utilizarán barrajes preformados de 500 Amp - 175 Amp, tensión nominal 600 voltios, conexión trifásica tetrafililar y frecuencia nominal 60 Hz, de peso liviano apto para utilizar con conductores de aluminio y cobre, deben ser resistentes al agua, rotura, abrasión y envejecimiento. Se utilizarán con bornas de perforaciones de 1/2", 3/8" o 1/4" y conductores desde 12 AWG hasta 400 MCM.

Tendrán recubrimiento aislante de caucho EPDM, el cual mantiene una resistencia dieléctrica de 490V/mil en un rango de temperaturas entre 40°C y 130°C. Para barrajes de 175 amperios utilizarán conectores desde 12 AWG hasta 1/0 AWG.

Los soportes serán construidos en polietileno de alta resistencia y permitirán instalar de una manera adecuada, fácil y segura mediante chazos metálicos.

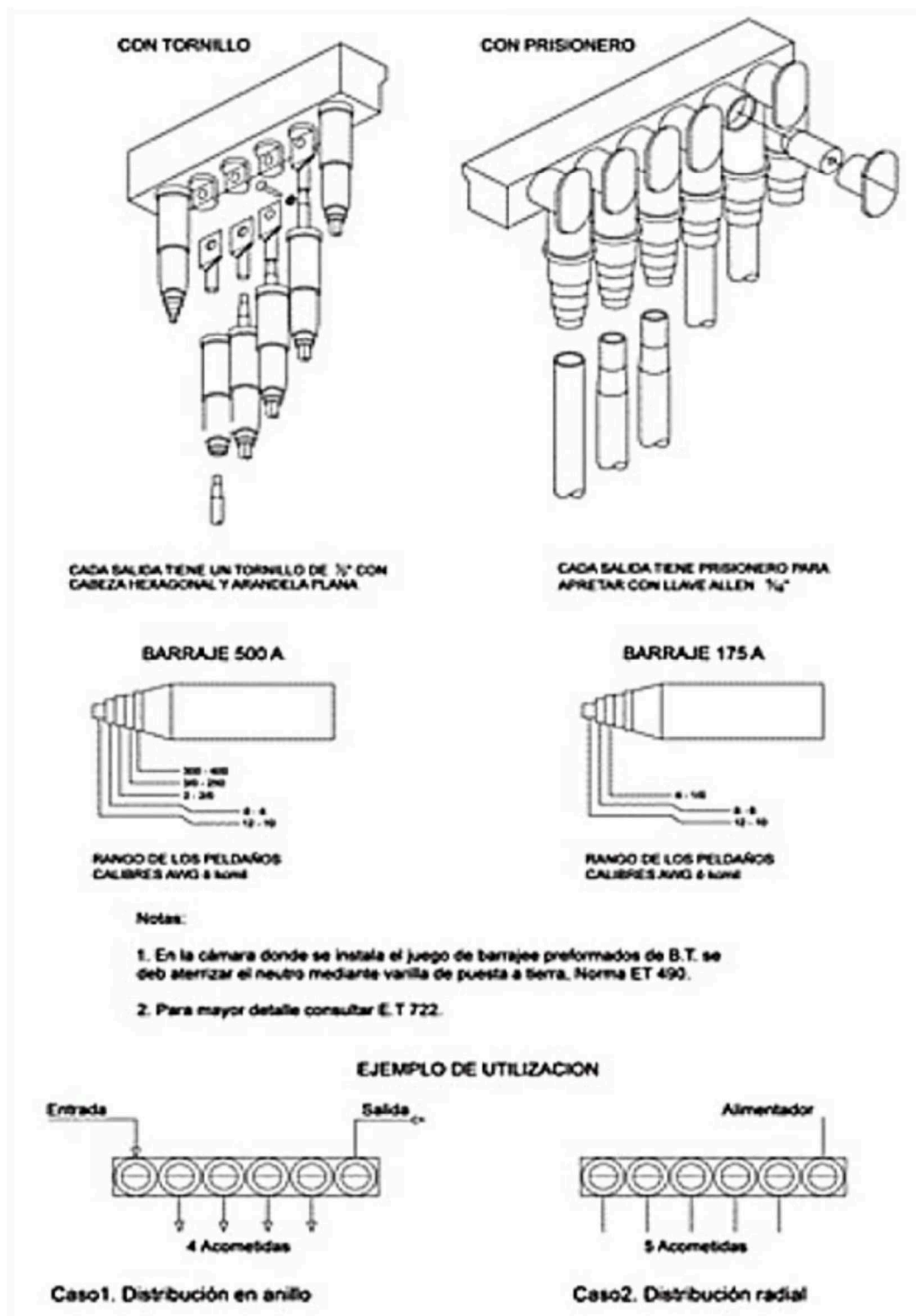


Figura 14: Barrajes en baja tensión

4. CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES GENERALES.

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

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.

Se realizó un estudio general para la construcción, diseño y mantenimiento de una red subterránea de media tensión, basándose en un grupo de normas ya existentes. Cumpliendo con el objetivo principal de la tesis, el cual es el de establecer una guía técnica para realizar instalaciones subterráneas.

Las normas utilizadas en este proyecto son las europeas, a pesar que no existe gran diferencia con las normas americanas, por lo que se le dio un enfoque diferente basándose en la experiencia de compañías europeas y en los resultados que han obtenido al utilizar sus normas. Generando así un impulso para que este proyecto sirva como avance para crear nuestras propias normas y hacerlas cumplir en su totalidad.

Se destacan estas normas ya que están respaldadas bajo el nombre de varias compañías distribuidoras, de ventas, de comercialización, etc., donde certifican y garantizan el trabajo de realizar una instalación subterránea, creando sus propias normas, donde indican como cumplir los estándares de diseño, construcción y así garantizar la vida útil de los equipos y el de las propias instalaciones. Así mismo estas compañías poseen prototipos, incluyendo centros prefabricados que sirvieron como modelo para la elaboración de este trabajo de tesis.

Hay que tener presente que al realizar una instalación subterránea se tiene mayor confiabilidad, seguridad, imagen urbana, continuidad en el servicio, menor impacto ambiental en comparación con una instalación aérea, ya que éstas tienden a sufrir mayor número de averías, debido a sus condiciones físicas, por encontrarse en el exterior. Cabe resaltar que el costo de instalación es mucho menor en comparación con una instalación subterránea, pero así mismo un sistema aéreo tiene una vida útil de 25 años, mientras el subterráneo puede llegar a los 50 años.

RECOMENDACIONES.

Se debe continuar con el análisis de los de las tipologías de los sistemas de redes subterráneas, con el fin de demostrar de manera técnica que hay más prestaciones de uso y no tan solo en las cámaras de transformación, sino también en la distribución.

Realizar convenios con carreras de Informáticas con el fin de elaborar software de aplicación en el control y vigilancia para determinar fallos en líneas de media y baja tensión, con el fin de realizar simulaciones y con este poder corroborar lo expresado en las deducciones detalladas en este proyecto.

Dotar a la biblioteca con más referencias técnicas de distintos tipos, para representar la estructura de la red subterránea en alta, media y baja tensión con el fin de esclarecer las características técnicas de esta tecnología.

Realizar capacitaciones constantes a los docentes y estudiantes con conocimientos innovadores y con esto lograr un alto criterio investigativo, favoreciendo a la sociedad con profesionales probos.

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, Josep, Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica, Editorial de la Universidad Politécnica de Cataluña, España 2012.

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

COLLOMBET, Christian Los armónicos en las redes perturbadas y su tratamiento; Septiembre 1999

DORANTES, González, Automatización y Control. Prácticas de Laboratorio, Editorial McGraw-Hill 2004.

DURAN, José, Electrónica, editorial Medes S.A., Barcelona 2009.

FERRACCI, Philippe, La calidad de la energía eléctrica Original francés: octubre 2001 Versión español; octubre 2004

FIORINA Jean Noël Onduladores y armónicos (caso de cargas no lineales); Junio 1992

GOMEZ, C. Conceptos Generales De Redes Eléctricas. Colon: Inacap; Marzo 2005.

MARTIN, Ricardo, Manual Práctico Electricidad, Editorial de Cultura S.A., Colombia 2004.

SCHONEK Jacques Las peculiaridades del 3er armónico; Julio 2000

WEB GRAFÍAS.

<http://electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.php>

http://recursostic.educacion.es/newton/web/Documentacion_4D/fisica/electromagnetismo/Induccion.htm

http://asifunciona.com/electrotecnia/ke_induc_electromagnetica/ke_induc_electromagnetica_1.htm

<http://buenastareas.com/ensayos/Transformadores-Toroidales/7029463.html>.

ANEXOS.

ANEXOS

ANEXO 1

POSTE CON LÍNEA TRIFÁSICA DE MEDIA TENSIÓN.



BANCO DE CAPACITORES DE MEDIA TENSIÓN ANTES DE CÁMARA.



ANEXOS 2

TRANSFORMADOR AUXILIAR TRIFÁSICO DENTRO DE RECAMARA.



TRANSFORMADOR PRINCIPAL TRIFÁSICO DENTRO DE RECAMARA.



ANEXOS 3

BARRAJE PARA BAJA TENSIÓN 1.

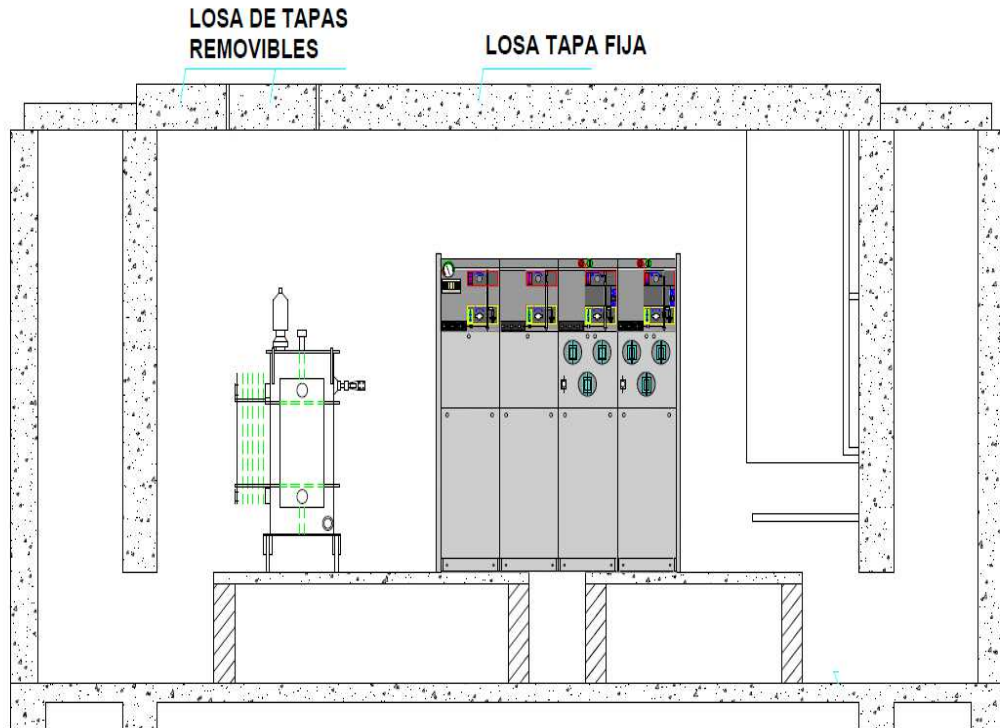


BARRAJE PARA BAJA TENSIÓN 2.

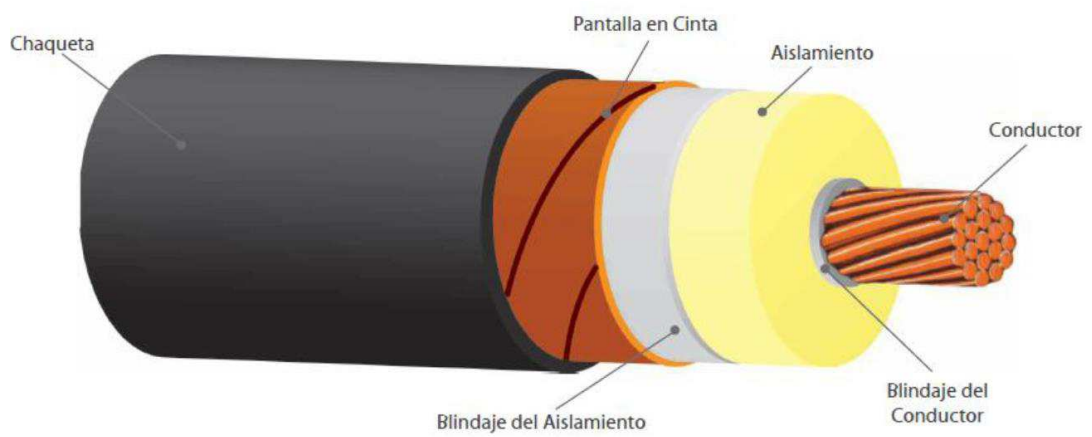


ANEXO 4

LOSAS DE TAPAS FIJAS Y REMOVIBLES.

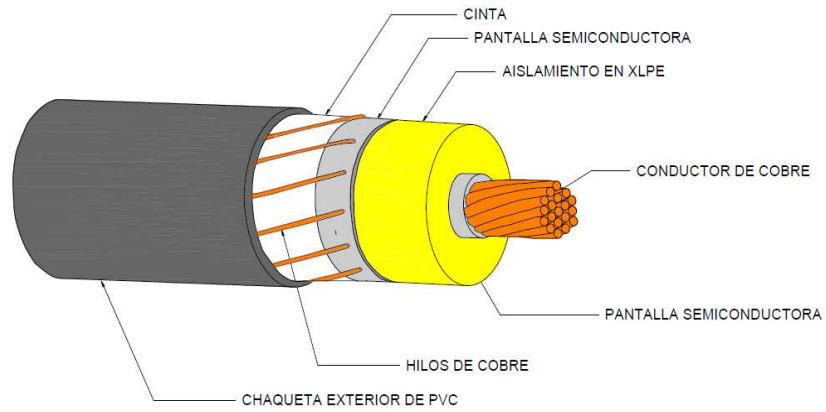


CONDUCTOR DE TIPO MT



ANEXO 5

CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN CON APANTALLAMIENTO DE NEUTRO CONCÉNTRICO.



TRANSICIÓN TRIFÁSICA DE AÉREA A SUBTERRÁNEA.

