



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

Electrificación de fraccionamiento "El Arenal"

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniería Electromecánica

PRESENTA:

Sarahi Ortíz Díaz

NOMBRE DEL ASESOR:

Luis Ervey Sánchez Sampedro



APIZACO, TLAX., OCTUBRE DE 2025



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO.



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlaxcala, **29/octubre/2024**

ORTIZ DÍAZ SARAHI.
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA.
CON NÚMERO DE CONTROL 19370471.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **ELECTRIFICACIÓN DE FRACCIONAMIENTO "EL ARENAL"**; conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar 2 USB del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica-
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES**

ccp. Archivo
CRRG/rfs



2024
Felipe Carrillo
PUERTO



Apizaco, Tlaxcala, **03/septiembre/2024.**

Oficio No. MM/564/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

CESAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIV. EST. PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	SARAHÍ ORTIZ DÍAZ
Carrera:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
No. De Control:	19370471
Nombre del Proyecto:	ELECTRIFICACIÓN DE FRACCIONAMIENTO "EL ARENAL".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica»
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*

JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA



LUIS ERVEY SÁNCHEZ SAMPEDRO
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

JAV*petry.



AGRADECIMIENTOS:

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este proyecto de electrificación. Sin su apoyo, este sueño no se habría convertido en una realidad.

A mis docentes, gracias por su guía y enseñanzas a lo largo de este proceso. Su dedicación y conocimientos han sido fundamentales para llevar adelante este proyecto. En especial a algunos docentes por su paciencia, sus valiosos consejos y por inspirarme a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles, ya que ser maestro no es nada sencillo, pero agradezco el tiempo que cada uno de ellos se tomó para enseñar y dejar un poco de ellos en nosotros.

A mis padres, mi hermano, mi mujer, mis niñas, quiero expresarles mi infinita gratitud por su incondicional apoyo. Su amor, comprensión y motivación que me han dado la fuerza necesaria para superar cada obstáculo. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado, sin ustedes nada sería posible.

A mis amigos, gracias por su amistad y por estar presentes en cada etapa que llevamos hasta lograr llegar aquí con nuestros proyectos finales. Sus palabras de ánimo y su ayuda desinteresada han sido esenciales para mantenerme enfocado y motivado. Aprecio cada momento compartido y cada gesto de apoyo que me han brindado honestamente, yo siempre estaré para aquellos amigos reales.

Este proyecto no solo es un logro personal, sino también el reflejo del esfuerzo y la colaboración de todas las personas maravillosas que me rodean. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE

1. Introducción.....	6
1.1 Descripción de la empresa.....	7
1.2 Área donde trabajo el estudiante.....	11
1.3 Puesto de trabajo del estudiante de residencias.....	14
1.4 Objetivo general.....	16
1.5 Objetivo específico.....	16
1.6 Justificación.....	17
2. Marco teórico.....	18
2.1 Aspectos generales de las redes subterráneas	18
2.2 Redes de distribución de energía eléctrica para zonas residenciales.....	19
2.2.1 Red aérea de distribución de energía eléctrica.....	21
2.2.2 Red híbrida de distribución de energía eléctrica.....	23
2.2.3 Red subterránea de distribución de energía eléctrica.....	23
2.3 Aspectos económicos.....	25
2.4 Reducción de costos en redes subterráneas.....	27
2.5 Desarrollo de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica.....	29
2.6 Incremento de las líneas subterráneas de distribución	30
2.7 Incremento de usuarios de líneas subterráneas.....	31
2.8 Uso de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica.....	32
2.9 Centros históricos.....	32
2.10 Fraccionamiento de interés social.....	34
2.11 Centros turísticos y comerciales.....	36
2.12 Comisión federal de electricidad con un mejor servicio.....	38
2.13 Beneficios para el usuario.....	39
2.14 Medio ambiente protegido.....	39
2.15 Demanda eléctrica.....	39
2.16 Fuente de alimentación.....	40
2.17 Puesta a tierra.....	43
2.18 Selección de transformador.....	52
3. Consideraciones generales.....	56
3.1 Utilización de transformadores trifásicos.....	57
3.2 Caída de tensión y pérdidas.....	57
3.3 Pruebas del transformador.....	62
3.3.1 Registro de datos del transformador.....	62
3.3.2 Prueba TTR.....	66
3.3.3 Medición de resistencia óhmica (Mili-óhmetro).....	67
3.3.4 Medición de resistencia de aislamiento (megohmetro).....	68
3.4 Tipo de terreno para colocación de tubo PAD.....	69
3.4.1 Blando y normal.....	69
3.4.2 Terreno rocoso.....	70
3.4.3 Tablas de ampacidad en cables de baja y media tensión.....	74
3.5 Selección de registros.....	77
3.6 Soportería para cable subterráneo.....	79
3.7 Transición para sistemas de 200 A con CCF.....	81
3.8 Elementos de composición.....	83
3.8.1 Sello de transiciones de media tensión.....	83

3.8.2	Terminales contráctiles.....	84
3.8.3	Conector a compresión tipo zapata.....	85
3.8.4	Adaptador 200 para aterrizar pantallas.....	86
3.8.5	Boquillas tipo inserto.....	87
3.8.6	Conector tipo codo.....	88
3.8.7	Conector múltiple de baja tensión.....	89
3.9	Diagrama unifilar.....	90
3.10	Cuadro de cargas.....	92
3.11	Selección del conductor a media tensión.....	93
3.12	Selección del conductor para baja tensión.....	96
3.13	Descripción de los dispositivos de protección.....	98
3.14	Importancia.....	103
3.15	Desarrollo.....	107
4.	Conclusiones	116
4.1	Recomendaciones.....	117
4.2	Experiencia profesional adquirida.....	118
5.	Competencias desarrolladas.....	120
6.	Referencias bibliográficas.....	123
7.	Terminología.....	125
8.	Anexos.....	126

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

REPORTE DE RESIDENCIA

ELECTRIFICACIÓN PARA FRACCIONAMIENTO “EL ARENAL”

ASESOR INTERNO:

ING. LUIS ERVEY SÁNCHEZ SAMPEDRO

ASESOR EXTERNO:

ING. JOSÉ LUIS ORTIZ BÁRCENAS

ALUMNA:

SARAHÍ ORTIZ DÍAZ

APIZACO, TLAXCALA, 11/06/2024

AGRADECIMIENTOS:

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este proyecto de electrificación. Sin su apoyo, este sueño no se habría convertido en una realidad.

A mis docentes, gracias por su guía y enseñanzas a lo largo de este proceso. Su dedicación y conocimientos han sido fundamentales para llevar adelante este proyecto. En especial a algunos docentes por su paciencia, sus valiosos consejos y por inspirarme a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles, ya que ser maestro no es nada sencillo, pero agradezco el tiempo que cada uno de ellos se tomó para enseñar y dejar un poco de ellos en nosotros.

A mis padres, mi hermano, mi mujer, mis niñas, quiero expresarles mi infinita gratitud por su incondicional apoyo. Su amor, comprensión y motivación que me han dado la fuerza necesaria para superar cada obstáculo. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado, sin ustedes nada sería posible.

A mis amigos, gracias por su amistad y por estar presentes en cada etapa que llevamos hasta lograr llegar aquí con nuestros proyectos finales. Sus palabras de ánimo y su ayuda desinteresada han sido esenciales para mantenerme enfocado y motivado. Aprecio cada momento compartido y cada gesto de apoyo que me han brindado honestamente, yo siempre estaré para aquellos amigos reales.

Este proyecto no solo es un logro personal, sino también el reflejo del esfuerzo y la colaboración de todas las personas maravillosas que me rodean. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN:

El objetivo principal de este proyecto es diseñar y electrificar un fraccionamiento, proporcionando un suministro eléctrico seguro, eficiente y confiable a todas las viviendas. El proyecto incluye la planificación, diseño, instalación y puesta en marcha de la infraestructura eléctrica necesaria.

La elaboración de planos y esquemas eléctricos detallados que incluyen el tendido de líneas, ubicación de transformador, acometidas y cuadros de distribución.

La implementación de medidas de seguridad eléctrica, incluyendo sistemas de protección contra sobretensiones y puesta a tierra adecuada.

El desarrollo de los planos eléctricos y especificaciones técnicas, en conformidad con las normativas y estándares vigentes de CFE.

Coordinación de las fases de construcción, instalación de la infraestructura eléctrica y verificación de la correcta conexión y funcionamiento de todos los componentes.

Provisión de un suministro eléctrico continuo y confiable a todas las viviendas y áreas del fraccionamiento.

ÍNDICE

1. Introducción.....	6
1.1 Descripción de la empresa.....	7
1.2 Área donde trabajo el estudiante.....	11
1.3 Puesto de trabajo del estudiante de residencias.....	14
1.4 Objetivo general.....	16
1.5 Objetivo específico.....	16
1.6 Justificación.....	17
2. Marco teórico.....	18
2.1 Aspectos generales de las redes subterráneas	18
2.2 Redes de distribución de energía eléctrica para zonas residenciales.....	19
2.2.1 Red aérea de distribución de energía eléctrica.....	21
2.2.2 Red híbrida de distribución de energía eléctrica.....	23
2.2.3 Red subterránea de distribución de energía eléctrica.....	23
2.3 Aspectos económicos.....	25
2.4 Reducción de costos en redes subterráneas.....	27
2.5 Desarrollo de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica.....	29
2.6 Incremento de las líneas subterráneas de distribución	30
2.7 Incremento de usuarios de líneas subterráneas.....	31
2.8 Uso de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica.....	32
2.9 Centros históricos.....	32
2.10 Fraccionamiento de interés social.....	34
2.11 Centros turísticos y comerciales.....	36
2.12 Comisión federal de electricidad con un mejor servicio.....	38
2.13 Beneficios para el usuario.....	39
2.14 Medio ambiente protegido.....	39
2.15 Demanda eléctrica.....	39
2.16 Fuente de alimentación.....	40
2.17 Puesta a tierra.....	43
2.18 Selección de transformador.....	52
3. Consideraciones generales.....	56
3.1 Utilización de transformadores trifásicos.....	57
3.2 Caída de tensión y pérdidas.....	57
3.3 Pruebas del transformador.....	62
3.3.1 Registro de datos del transformador.....	62
3.3.2 Prueba TTR.....	66
3.3.3 Medición de resistencia óhmica (Mili-óhmetro).....	67
3.3.4 Medición de resistencia de aislamiento (megohmetro).....	68
3.4 Tipo de terreno para colocación de tubo PAD.....	69
3.4.1 Blando y normal.....	69
3.4.2 Terreno rocoso.....	70
3.4.3 Tablas de ampacidad en cables de baja y media tensión.....	74
3.5 Selección de registros.....	77
3.6 Soportería para cable subterráneo.....	79
3.7 Transición para sistemas de 200 A con CCF.....	81
3.8 Elementos de composición.....	83
3.8.1 Sello de transiciones de media tensión.....	83

3.8.2	Terminales contráctiles.....	84
3.8.3	Conector a compresión tipo zapata.....	85
3.8.4	Adaptador 200 para aterrizar pantallas.....	86
3.8.5	Boquillas tipo inserto.....	87
3.8.6	Conector tipo codo.....	88
3.8.7	Conector múltiple de baja tensión.....	89
3.9	Diagrama unifilar.....	90
3.10	Cuadro de cargas.....	92
3.11	Selección del conductor a media tensión.....	93
3.12	Selección del conductor para baja tensión.....	96
3.13	Descripción de los dispositivos de protección.....	98
3.14	Importancia.....	103
3.15	Desarrollo.....	107
4.	Conclusiones	116
4.1	Recomendaciones.....	117
4.2	Experiencia profesional adquirida.....	118
5.	Competencias desarrolladas.....	120
6.	Referencias bibliográficas.....	123
7.	Terminología.....	125
8.	Anexos.....	126

1. INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento urbano en todo el país se requiere de la elaboración de un crecimiento urbano controlado tanto de vivienda para clase media y clase alta del sector social. Se cae en la necesidad de proyectar la construcción de un fraccionamiento residencial que cumpla con los servicios públicos, siendo uno de los principales la electrificación. Por tal motivo se presentó el proyecto de residencia en la elaboración del proyecto para la construcción de un fraccionamiento residencial de 96 lotes.

La electrificación de un fraccionamiento es un proceso esencial que garantiza el suministro de energía eléctrica a todas las viviendas y áreas comunes dentro de una nueva urbanización. Este proyecto no solo implica la instalación de infraestructura eléctrica, sino también una planificación meticulosa para asegurar que el sistema sea eficiente, seguro y capaz de satisfacer las necesidades actuales y futuras de los residentes.

La disponibilidad de energía eléctrica es fundamental para el desarrollo y bienestar de cualquier comunidad. La electrificación permite a los residentes acceder a una amplia gama de servicios básicos y avanzados, mejorando su calidad de vida y facilitando actividades cotidianas como la iluminación, el uso de electrodomésticos, la calefacción y la refrigeración. Además, un sistema eléctrico bien diseñado y ejecutado puede aumentar el valor de las propiedades dentro del fraccionamiento y atraer a potenciales compradores.

Por las características del fraccionamiento se requiere de un buen equilibrio entre funcionalidad, calidad y operatividad de los servicios públicos, por lo que se ha diseñado un fraccionamiento con un concepto de plazuelas y privadas que permitirá alcanzar los objetivos fijados por los propietarios

1.1 Descripción de Empresa

Nombre de la Empresa: Silvia Martínez Rivera

Tipo de Empresa: Compañía de Suministro y Servicios Eléctricos

Ubicación: Calle Santa Lucia No 2, Col. Huacaltzingo, Yauhquemehcan Tlaxcala.

Historia:

Nuestra empresa está conformada desde mayo de 1998 en la ciudad de Apizaco, Tlaxcala; brindando servicios de construcciones eléctricas, mantenimiento a transformadores y bombas de agua. Abarcamos todo Tlaxcala y estados circunvecinos.

Misión:

Ofrecer la mejor calidad en servicios eléctricos a nivel nacional, brindando confianza a los clientes proporcionando productos de calidad y servicios de primera, así como asesoramiento para proyectos futuros; ajustándonos a los lineamientos de CFE (Comisión Federal de Electricidad).

Visión:

Ser la empresa líder en el mantenimiento e instalación de redes eléctricas, transformadores y bombas de agua, manteniendo la mejor calidad en nuestros servicios.

Valores:

- ❖ **Sostenibilidad:** Compromiso con la protección del medio ambiente y la promoción de energías limpias.
- ❖ **Innovación:** Búsqueda constante de nuevas tecnologías y soluciones energéticas.
- ❖ **Calidad:** Garantizar la excelencia en todos los aspectos de nuestros servicios.
- ❖ **Integridad:** Actuar con ética y transparencia en todas las operaciones.
- ❖ **Responsabilidad Social:** Contribuir al bienestar de las comunidades donde operamos.

Servicios y Productos:

- Hincado de postes y vestidos.
- Tendido de líneas aéreas y subterráneas.
- Instalación y mantenimiento a transformadores.
- Extracción de tubería y mantenimiento a bombas de pozos de agua.
- Mantenimiento a instalaciones eléctricas industriales y residenciales.
- Instalación y mantenimiento a alumbrado público.
- Venta de material eléctrico.
- Instalación de codos inserto para líneas de potencia.

Proyectos Destacados:

1) Revisión Transformador 1000 KVA Mina de Piedra.

Inicio de obra: 01 de Septiembre de 2021 **Conclusión de Obra:** 20 de Septiembre de 2021

En este proyecto se realizó la reparación de un Transformador de la mina de piedra que se ubica en Santorum, Mpo. De Calpulalpan, Tlaxcala.



Fig. 1.1 Procedimiento de reparación de transformador

2) Suministro Red Eléctrica Media tensión Guardia Nacional.

Inicio de obra: 17 de junio de 2021 **Conclusión de Obra:** 30 de septiembre de 2021

Suministro de media tensión para la alimentación de un transformador de 50 KVA en el Cuartel de la Guardia Nacional ubicado en Col.Tepoxtla, Mpo de Yauhquemehcan, Tlaxcala.



Fig. 1.2 Procedimiento de suministro de red eléctrica de media tensión.

3) Bomba del Seminario

Inicio de obra: 07 de mayo de 2021 **Conclusión de Obra:** 15 de Mayo de 2021

- En este proyecto se realizó la extracción y reparación de bomba sumergible que distribuye a la red de agua en el *Seminario* ubicado el municipio de *Yauhquehmecan*, Tlaxcala.



Fig. 1.3 Procedimiento de extracción y reparación de bomba sumergible

4) Subestación tipo pedestal Innovación Tecnológica y Desarrollo Rural

Inicio de obra: 31 de enero del 2019 **Conclusión de Obra:** 25 de abril del 2019

- En dicho proyecto concluimos favorablemente las obras que nos autorizaron con el oficio 0842/2019 en la cual fue colocada la subestación tipo pedestal de 300kva a la empresa Innovación Tecnológica y Desarrollo Rural de San Bernardino ubicado en carretera Federal Tlaxco, Apan.



Fig. 1.4 Procedimiento de subestación tipo pedestal.

Filosofía:

Creemos que lo más importante para nuestros clientes es la resolución de sus necesidades, sus problemas de electrificación, mantenimiento a transformadores y bombas con los menores costos y utilizando tecnología de punta, logrando clientes satisfechos en sus requerimientos empresariales, así pues, nuestra finalidad básica no es la comercialización de equipos sino la búsqueda e implementación de soluciones reales.

Perspectivas Futuras:

La empresa Silvia Martínez Rivera tiene planes ambiciosos de expansión, incluyendo la exploración de nuevas tecnologías como el almacenamiento de energía y la movilidad eléctrica. La empresa también busca expandir su presencia en América Latina, llevando sus soluciones energéticas sostenibles a nuevos mercados y comunidades.

Contacto:

Teléfonos:

*Oficina: 241- 417-10-31

*Celular. 241 -114- 96 - 68

*email: joseluisortiz050776@hotmail.com

La empresa Silvia Martínez Rivera, se enorgullece de ser una empresa innovadora y socialmente responsable, comprometida con el bienestar de las comunidades a las que sirve. Con una sólida base de experiencia y un enfoque en la innovación, la empresa busca la mejora continua y así ser posicionada para liderar el futuro energético de México y más allá.

1.2 Área donde trabajo el estudiante de residencias:

Nombre del Área: Planeación de Proyectos

Ubicación: Calle Santa Lucia No 2, Col. Huacaltzingo, Yauhquemehcan Tlaxcala.

Resumen del Área:

El área de Planeación de Proyectos es fundamental para la organización, encargándose de la planificación, coordinación y supervisión de todos los proyectos de la empresa. Este departamento trabaja para asegurar que los proyectos se ejecuten de manera eficiente, cumpliendo con los objetivos establecidos, dentro del presupuesto y los plazos determinados, y alineándose con la estrategia global de la empresa.

Misión:

Proveer una planificación estratégica y detallada de proyectos, garantizando la optimización de recursos y el cumplimiento de los objetivos organizacionales, fomentando la innovación y la mejora continua en todos los procesos de gestión de proyectos.

Visión:

Ser un área líder en la planificación y gestión de proyectos, reconocida por su excelencia operativa, innovación y capacidad para llevar a cabo proyectos complejos que contribuyan al crecimiento de la empresa.

Funciones Principales:**1. Planificación Estratégica:**

- Definir los objetivos y el alcance de los proyectos en colaboración con los líderes de la empresa.
- Desarrollar planes de proyecto detallados que incluyan cronogramas, presupuestos y recursos necesarios.

2. Gestión de Proyectos:

- Coordinar la ejecución de los proyectos asegurando que se cumplan los plazos, costos y estándares de calidad establecidos.
- Implementar y supervisar metodologías de gestión de proyectos (PMI, Agile, etc.).

3. Monitoreo y Control:

- Monitorear el progreso de los proyectos mediante el análisis de datos y la elaboración de informes periódicos.
- Identificar riesgos y problemas potenciales y desarrollar planes de mitigación y contingencia.

4. Comunicación y Coordinación:

- Facilitar la comunicación efectiva entre todos los del proyecto, incluyendo equipos internos, proveedores y clientes.

- Organizar reuniones de seguimiento y asegurar la alineación de todos los participantes con los objetivos del proyecto.

5. Evaluación y Mejora Continua:

- Evaluar el desempeño de los proyectos mediante la recopilación y análisis de resultados.
- Proponer y aplicar mejoras a los procesos de gestión de proyectos para aumentar la eficiencia y efectividad.

Estructura del Área:

El área de Planeación de Proyectos está estructurada en varios subdepartamentos, cada uno con responsabilidades específicas:

1. Coordinación de Proyectos:

Responsable de la gestión diaria de los proyectos, coordinando actividades y recursos, y asegurando la ejecución conforme a los planes.

2. Análisis y Control de Proyectos:

Encargado del monitoreo y análisis de datos de los proyectos, generando informes de progreso y evaluaciones de desempeño.

3. Gestión de Riesgos:

Identificación, evaluación y gestión de riesgos asociados a los proyectos, desarrollando planes de mitigación y contingencia.

4. Comunicación:

Facilita la comunicación entre todas las partes interesadas, asegurando la transparencia y la colaboración efectiva.

5. Capacitación y Desarrollo:

El área promueve el desarrollo continuo de sus empleados mediante programas de capacitación en gestión de proyectos, análisis de datos y herramientas tecnológicas.

1.3 Puesto de trabajo del estudiante de residencias:

Título del Puesto: Auxiliar de Planeación de Proyectos

Ubicación: Calle Santa Lucia No 2, Col. Huacaltzingo, Yauhquemehcan Tlaxcala.

Reporta a: Ing. José Luis Ortiz Bárcenas

Tipo de Empleo: Tiempo Completo

Resumen del Puesto:

El Auxiliar de Planeación de Proyectos es responsable de apoyar al equipo de planeación en la organización, coordinación y seguimiento de los proyectos de la empresa. Esta posición implica la recopilación de datos, elaboración de informes, coordinación con diferentes departamentos y aseguramiento de que los proyectos se desarrollen conforme a los planes establecidos.

Responsabilidades Principales:

1. Apoyo en la Planificación de Proyectos:

- Colaborar en la definición de objetivos, alcance, cronograma y recursos necesarios para los proyectos.
- Participar en la elaboración de planes de proyecto detallados y asegurar su alineación con los objetivos estratégicos de la empresa.

2. Monitoreo y Seguimiento:

- Monitorear el progreso de los proyectos mediante la recopilación y análisis de datos.

- Actualizar cronogramas y reportes de estado de los proyectos.
- Identificar y reportar posibles riesgos y problemas que puedan afectar el desarrollo de los proyectos.

3. Comunicación y Coordinación:

- Coordinar reuniones de seguimiento y asegurar la comunicación efectiva entre los diferentes miembros del equipo de proyecto.
- Facilitar la comunicación entre los departamentos involucrados.

4. Documentación y Reportes:

- Mantener y organizar la documentación de los proyectos, asegurando que toda la información esté actualizada y accesible.
- Elaborar informes periódicos sobre el avance de los proyectos y presentarlos al Ingeniero responsable.

5. Apoyo Administrativo:

- Asistir en tareas administrativas relacionadas con la planeación de proyectos, como la gestión de agendas, preparación de presentaciones y manejo de correspondencia.
- Colaborar en la preparación de presupuestos y en el seguimiento de los gastos del proyecto.

Problemas a resolver.

La energía eléctrica se convierte en una necesidad básica para toda tarea; cotidiana, laboral, familiar desde lo más simple que podamos imaginar cómo prender una lámpara hasta abastecer una unidad habitacional brindando servicios como alumbrado público, energía domestica entre algunos otros servicios que dependen en gran forma de ella.

La electrificación de un fraccionamiento presenta varios desafíos que deben ser abordados para garantizar una implementación exitosa y sostenible. A continuación, se describen algunas de las problemáticas más comunes:

- ✓ **Diseño y planificación:** Un diseño inadecuado puede resultar en sobrecargas, caídas de voltaje y fallos en el suministro eléctrico.

- ✓ Costos y financiación: Los altos costos iniciales de infraestructura y equipamiento pueden ser una barrera significativa.
- ✓ Regulaciones y permisos: Los trámites burocráticos y la obtención de permisos pueden retrasar el proyecto.
- ✓ Infraestructura existente: Integrar la nueva infraestructura con las redes existentes puede ser complejo, especialmente en áreas con infraestructura obsoleta.
- ✓ Factibilidad técnica: Condiciones geográficas adversas (terrenos montañosos, áreas rurales alejadas) pueden dificultar la instalación de la infraestructura eléctrica.
- ✓ Seguridad y mantenimiento: La falta de mantenimiento y las medidas de seguridad insuficientes pueden resultar en accidentes y fallos en el suministro eléctrico.

Cada uno de estos aspectos debe ser abordado de manera integral para garantizar el éxito del proyecto.

1.4 Objetivo general

Elaborar el proyecto que satisfaga las necesidades que el propietario desea para el fraccionamiento “El Arenal”; ya que lo que busca es que las viviendas que se van a construir adquieran más valor a la hora de vender por lo que los servicios ayudarán a su beneficio.

1.5 Objetivos específicos

- ❖ Planificar de manera estratégica un proyecto que satisfaga correctamente las necesidades del propietario.

- ❖ Diseñar una estructura acorde a las secciones del terreno, optimizando la energía para cada área del proyecto.
- ❖ Construir la red eléctrica manera correcta para garantizar el funcionamiento de la misma y así, brindar un servicio eléctrico de calidad.
- ❖ Conseguir una obra terminada de calidad que cumpla con los requerimientos del propietario, con las normas y especificaciones ante Comisión Federal de Electricidad.

1.6 Justificación

Las instalaciones eléctricas son de suma importancia para la comunidad puesto que con ella se puede tener una mejor calidad de vida, dado que casi en su totalidad, las comodidades a las cuales las personas definen como calidad de vida requieren energía eléctrica para funcionar.

Las personas exigen un buen servicio, pero también desean que se combine la funcionalidad, la estética y la eficiencia. Las instalaciones eléctricas subterráneas cubren todas las necesidades y no generan contaminación visual y con las normas que siguen la seguridad que este tipo de instalaciones nos ofrecen son muy elevadas siendo sistemas totalmente aislados.

El propietario que contrata a la empresa a cargo de la obra, la contrata principalmente porque su propiedad adquiere un valor monetario mayor, por lo cual, al vender las propiedades estas aumentan su valor, así mismo el propietario da a los usuarios un mejor desarrollo urbano y social, una mejor seguridad y una mejor eficiencia energética.

Todo esto con el fin de mejorar el fortalecimiento comunitario, con el cual tenemos la mejora de la cohesión y el desarrollo de la comunidad al facilitar actividades y servicios.

2. Marco teórico.

2.1 Aspectos generales de las redes subterráneas

En México, el 98.1% de las instalaciones de distribución de media y baja tensión de energía eléctrica son aéreas, es decir solo se tiene instalados 12,443 km de líneas subterráneas de un total 632,487 Km de líneas aéreas; de líneas subterráneas de un total de 21,394.32 Km de líneas aéreas, lo que representa un 3.79% (CFE, 2004).

El poco uso de instalaciones subterráneas se debe principalmente al costo de mano de obra, a los materiales para redes subterráneas y a una normatividad por parte de CFE, bastante exigente que elevaba a un más el monto de una instalación subterránea, creando así un paradigma de que las instalaciones subterráneas no podían ser económicas, sin embargo con el paso de los años se presentaron nuevos materiales y la normatividad que se aplicaba se modificó (CFE, 1997) haciendo la construcción más sencilla y más económica sin menoscabo de la seguridad, continuidad y la calidad del servicio eléctrico, actualmente la mayoría de los fraccionamientos de interés social utilizan instalaciones del tipo aéreo para el suministro de energía eléctrica, y excepcionalmente del tipo híbrido o subterráneo.

Con las nuevas tecnologías, se presentan nuevos avances y mejoras sustanciales en los materiales y accesorios para líneas y redes subterráneas de distribución de energía eléctrica, circunstancias que, empresas de suministro de energía eléctrica de otros países inmediatamente empezaron a utilizar en sus instalaciones, ocasionando el incremento de redes y líneas subterráneas.

México tiene el 1.9% de redes subterráneas (CFE, 2004), con respecto a las redes aéreas, mientras que países como Holanda, Hong Kong y Singapur el porcentaje de redes subterráneas es de: 96%, 76% y 76% respectivamente siendo éstos, los tres países que más redes subterráneas tienen instaladas con respecto a sus redes aéreas y los países con menor infraestructura de este tipo son: España, Grecia y México con un 13, 7 y 1.9% respectivamente, como lo podemos observar en la gráfica.

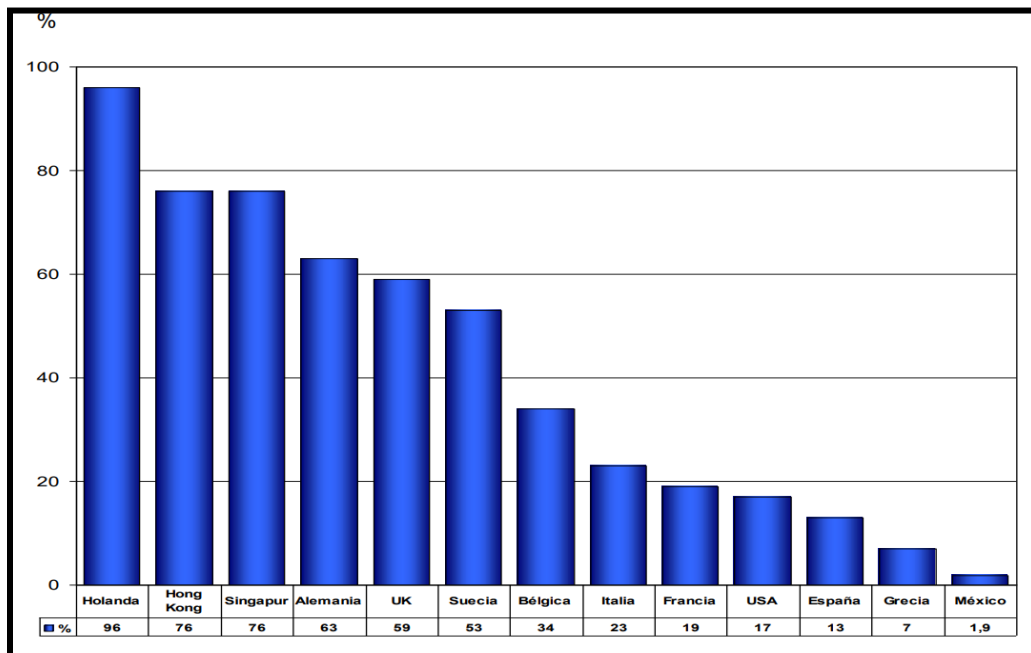


Fig. 2.1 Gráfica respecto a redes subterráneas

2.2 Redes de distribución de energía eléctrica para zonas residenciales

Son las instalaciones que sirven para conducir la energía eléctrica en media y baja tensión, desde la subestación de potencia hasta el hogar del cliente, las cuales básicamente están compuestas por una red primaria y una red secundaria, siendo el voltaje de operación la principal diferencia entre éstas, la red primaria es la instalación con la que se distribuye la energía eléctrica en media tensión, de la subestación de potencia hasta los diferentes transformadores de distribución, cuya función es la de reducir el voltaje de media a baja tensión, es decir al voltaje que utilizan los equipos y aparatos de una residencia y la red secundaria son las instalaciones con la que se distribuye la energía eléctrica en baja tensión del transformador de distribución a todas casas. Los tipos de redes para distribuir la energía eléctrica en zonas residenciales pueden ser: Aéreas, Híbridas y Subterráneas

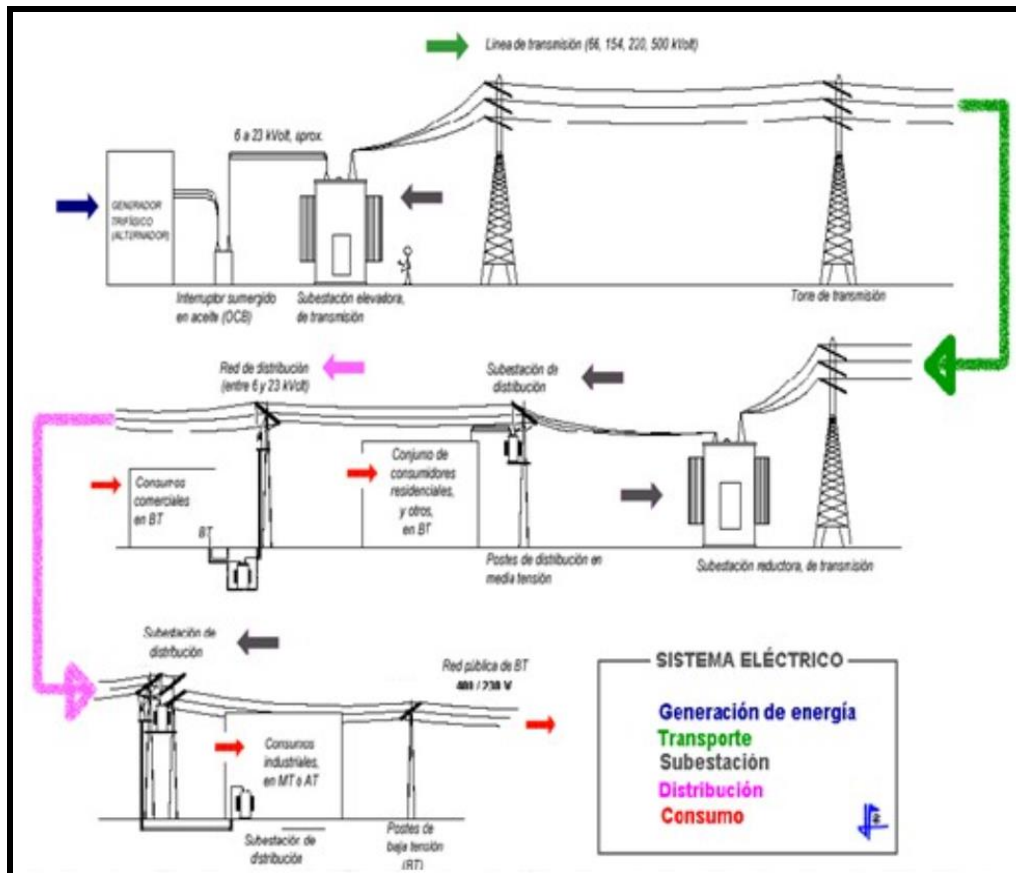


Fig. 2.2. Redes de distribución eléctrica



Fig. 2.3. Diagrama a bloques del software de distribución eléctrica

2.2.1 Red aérea de distribución de energía eléctrica

Cuando se inició a la comercialización de la energía eléctrica, la única manera de distribuir la energía eléctrica fue por medio de redes aéreas las cuales se construyeron con postes de concreto, conductores desnudos, transformadores de distribución, aislamiento de vidrio y accesorios, a la fecha se sigue utilizando este tipo de redes y básicamente su construcción consisten en utilizar los postes como estructura para sostener; la red primaria, transformadores de distribución, red secundaria y accesorios. Este tipo de instalaciones por estar expuesta al medio ambiente, presenta una serie de inconvenientes como son: interrupciones del suministro de energía eléctrica por afectaciones climatológicas, por daños ocasionados por terceros o deterioro de sus componentes principales, mismo que se refleja en un costoso mantenimiento de la red eléctrica, además de afectar la ecología al podar los árboles, para que no hagan contacto con las líneas y expone a la fauna a accidentes riesgosos.

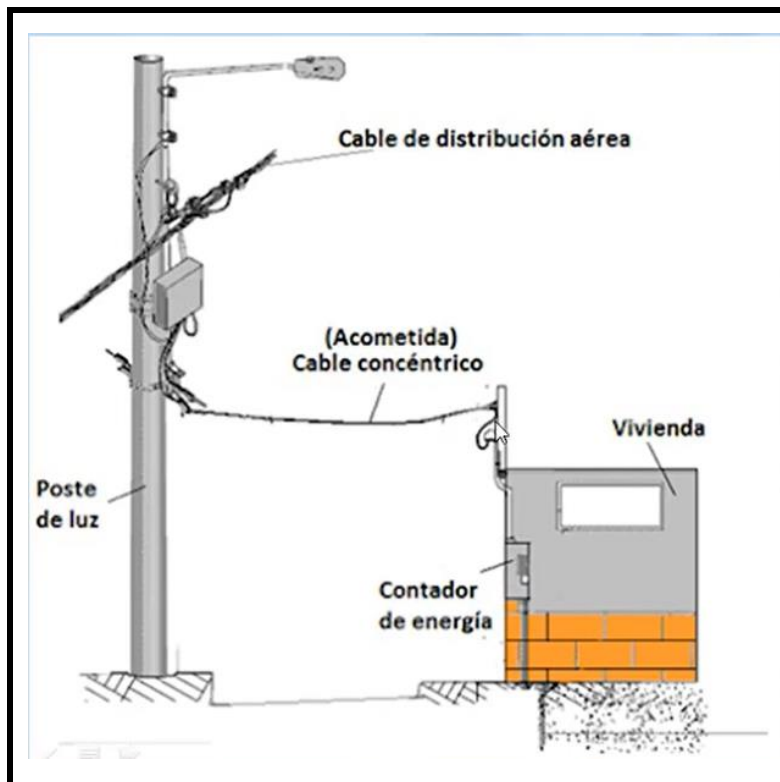


Fig. 2.4. Sistema de distribución de energía aérea

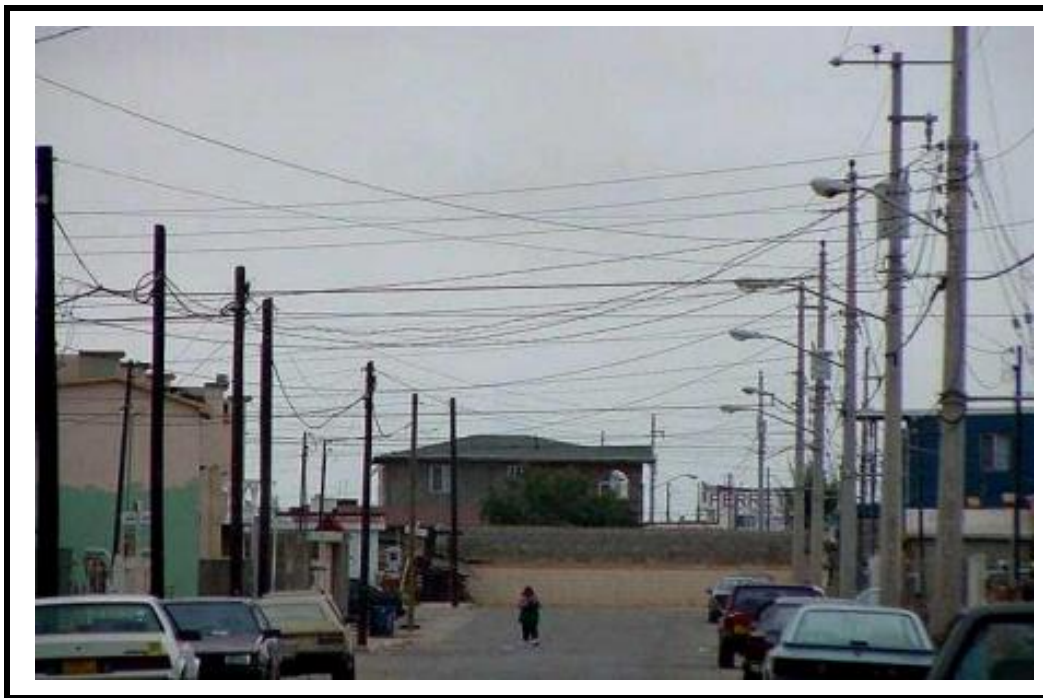


Fig. 2.5. Red de energía eléctrica aérea

2.2.2 Red híbrida de distribución de energía eléctrica

Las redes de distribución de energía eléctrica híbrida consisten en que la instalación de la red primaria se realiza aérea de manera tradicional con postes, conductores desnudos y transformadores de distribución aéreos y solo la red secundaria se realiza de manera subterránea es decir los conductores de baja tensión están instalados en polductos bajo tierra y por lo tanto no están expuestos a la intemperie, este tipo de instalaciones se han estado generalizando en los fraccionamientos de interés social, sin embargo este tipo de obra presenta la desventaja que la red primaria está a la intemperie por lo que presenta los mismos inconvenientes de la red área, en la foto siguiente se puede apreciar una red híbrida en la que se distinguen menos elementos que en una red área.

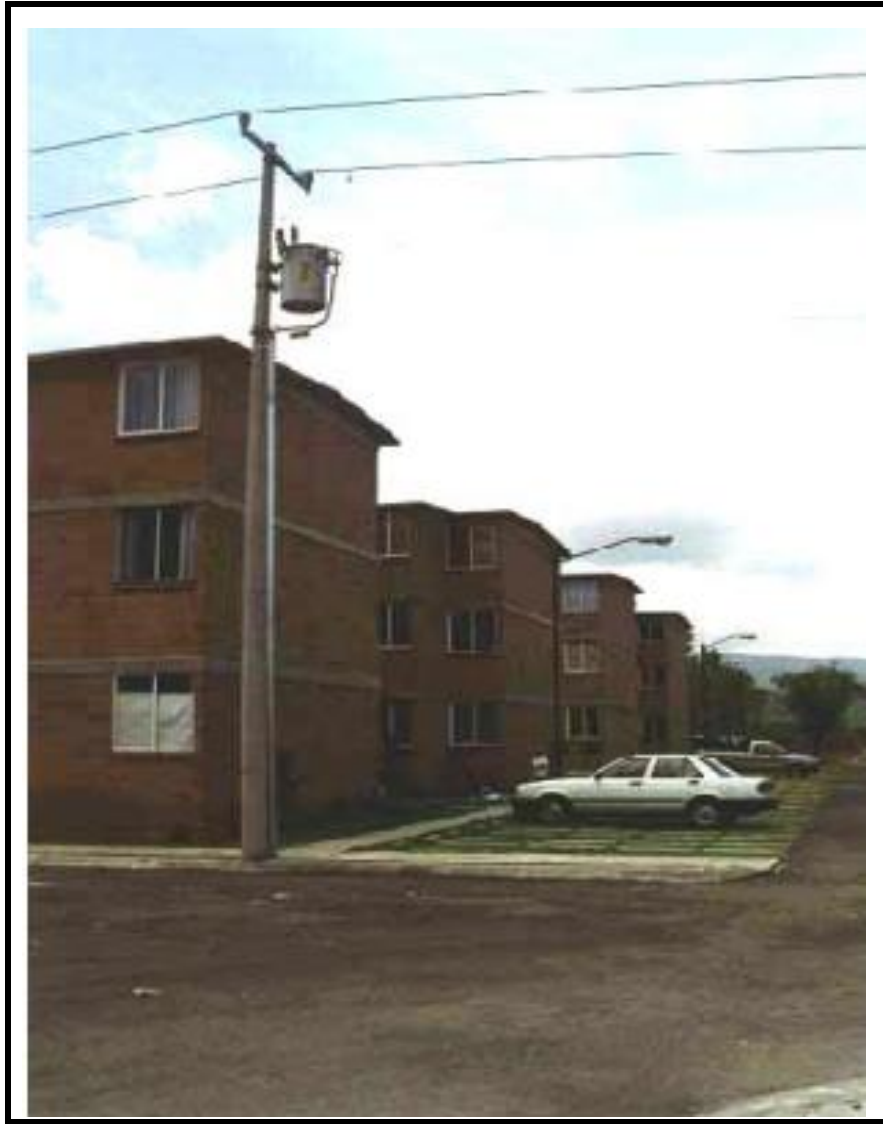


Fig. 2.6 Red híbrida de energía eléctrica

2.2.3 Red subterránea de distribución de energía eléctrica

Las redes subterráneas de distribución de energía eléctrica son instalaciones ocultas, tanto la red primaria como la red secundaria es instalada por debajo de la superficie de la tierra es decir los cables están encauzados en poliductos de alta densidad y sus accesorios instalados en registros subterráneos y los transformadores de distribución requeridos son tipo pedestal, los cuales se instalan a nivel de banqueta, y no representan riesgo alguno al estar debidamente resguardados dentro de una coraza de acero asegurada con candado, estas instalaciones al no contar con postes, cables, transformadores de distribución aéreos, etc., no presentan contaminación visual, no afectan a los árboles y no ponen en riesgo a la fauna como se puede observar.



Fig. 2.8. Red subterránea de energía eléctrica

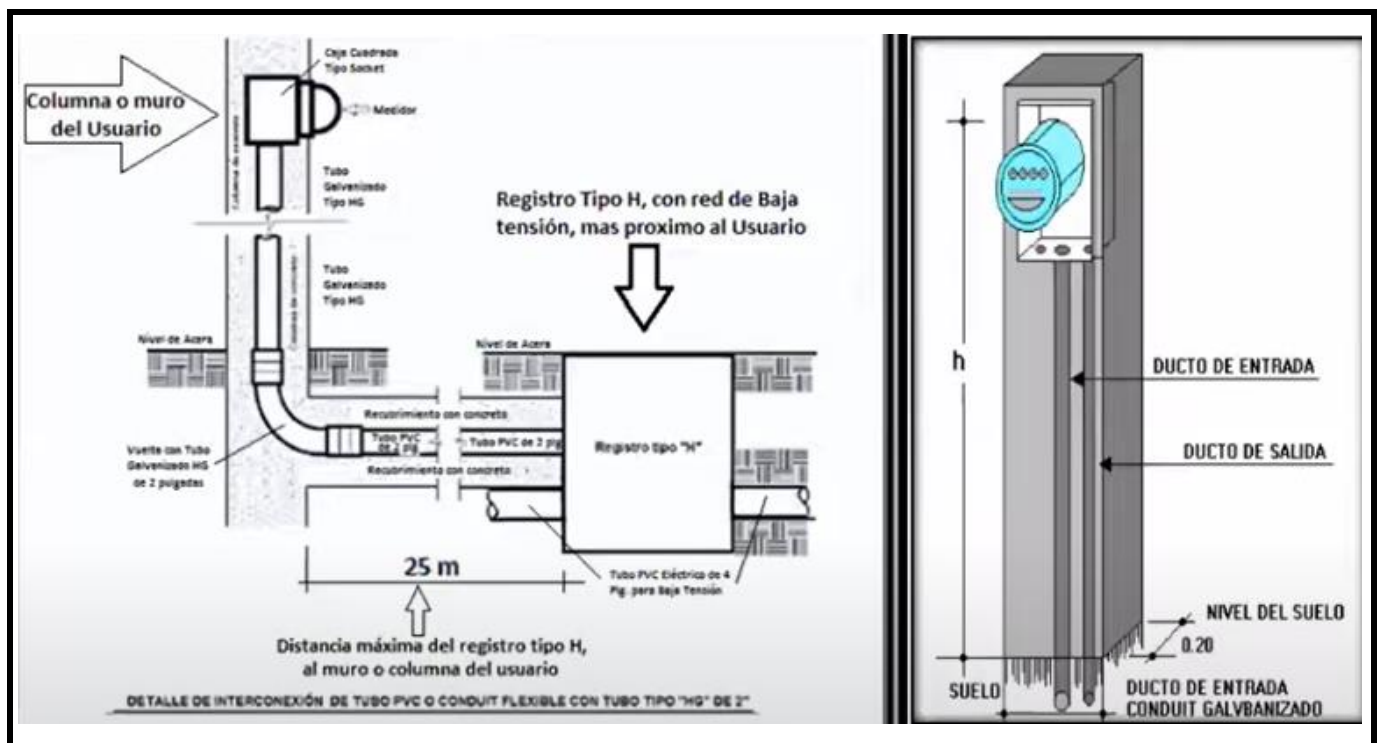


Fig. 2.9. Sistema de distribución de energía subterránea

2.3 Aspectos económicos

Tradicionalmente las redes subterráneas se han utilizado en fraccionamientos de alto nivel económico y construidas con las normas vigentes en su momento lo que a ocasionado el paradigma de que estas son demasiado costosas para instalarse en fraccionamientos de interés social, romper con este paradigma es una tarea difícil tanto con el propio personal de Comisión Federal de Electricidad, como con Desarrolladores, Contratistas y Autoridades de Gobierno, sin embargo a través de pláticas, reuniones, congresos nacionales, adecuación de normas de construcción de redes subterráneas, aplicación de productos y materiales innovadores, se ha demostrado que el costo de una red subterránea es prácticamente igual que una red aérea.

Los costos de para cada tipo de red son diferentes y puede variar también por la región del país en donde se localizan las instalaciones, como se puede observar en el cuadro 2.1 los costos promedios son diferentes esto debido principalmente al costo de la mano de obra, al tipo de terreno y al costo de los materiales, en el Norte los materiales y accesorios son de fácil adquisición ya sea localmente o en el extranjero y a mejores precios, sin embargo el costo de la mano de obra es más elevada, en el Sur, a los costos de los materiales habrá que agregarles los costos de fletes y con respecto a la mano de obra esta es más económica sin embargo no fácilmente se encuentra calificada y con respecto al Centro del país el costo es un equilibrio de los dos anteriores esto por estar cerca de los productores de materiales nacionales y de una gran oferta de mano de obra, además para cualquiera de las tres regiones mencionadas, otro factor que interviene es el tipo de terreno que existente los cuales pueden ser; normal, semiduro y duro.

El terreno normal es arcilloso, y las excavaciones no presentan dificultad. El terreno semiduro contiene arcilla, piedra suelta y capas de tepetate, presenta ya cierto grado de dificultad en las excavaciones. El terreno duro es el más difícil de trabajar por esta compuesto de roca sólida, por lo que se requiere de maquinaria pesada y en algunos casos dinamita para realizar las excavaciones.

Regionalización estadística del mercado nacional de energía eléctrica



Tensión de suministro

- ❖ **Baja Tensión:** tensión ≤ 1000 volts
- ❖ **Media tensión:** $1\text{ kV} < \text{tensión} \leq 35 \text{ kV}$.
- ❖ **Alta tensión (nivel subtransmisión):** $35 \text{ kV} < \text{tensión} < 220 \text{ kV}$.
- ❖ **Alta tensión (nivel transmisión):** tensión $\geq 220 \text{ kV}$.

Fig.2.10.Estadísticas de energía eléctrica subterránea nacional.

Región	Aéreas	Híbridas	Subterráneas
Norte	\$2,630	\$2,310	\$4,040
Centro	\$1,300	\$1,440	\$3,080
Sur	\$1,800	\$2,560	\$3,740

Tabla 1.1 Costos de las diferentes redes eléctricas

COSTOS DE REDES						
OPCIÓN	TRANSFORMADOR		COSTOS			
	CANTIDAD	KVA INSTALADOS	TOTALES		POR TRANSFORMADOR	
			DE CONSTRUCCIÓN	DE MANTENIMIENTO (30 AÑOS)	DE CONSTRUCCIÓN	DE MANTENIMIENTO (30 AÑOS)
AÉREA	120	8,137.5	\$2,196,423.00	\$11,930,680.00	\$18,303.53	\$99,422.00
HÍBRIDA	80	11,163	\$4,441,639.00	\$2,032,196.00	\$55,520.49	\$25,402.00
SUBTERRÁNEA	142	9,162.5	\$15,355,550.00	\$702,969.60	\$108,137.68	\$5,131.00

Tabla 1.2. Costos de mantenimientos de las diferentes redes eléctricas

2.4 Reducción de costos en las redes subterráneas

Por normatividad las redes eléctricas subterráneas se construían bajo el esquema de tres fases, neutro y en anillo, además se solicitaba dejar instalado un cable extra, entre otras cosas, lo que resultaba en un costo muy elevado, que solo los habitantes de fraccionamientos de alto nivel económico estaban dispuestos a sufragar.

Por lo anterior los desarrolladores de fraccionamientos y centros comerciales continuaban construyendo sus instalaciones aéreas, con lo que se incrementaba constantemente el volumen de mantenimiento de las redes de distribución de energía eléctrica de CFE, sin embargo tanto los recursos humanos y económicos para atender estas nuevas redes no se incrementan de manera igual y por otro lado la experiencia indicaba que no era necesaria que las redes subterráneas fueran reforzadas por lo que se optó por actualizar las Normas de Construcción

de Distribución de Líneas Subterráneas, eliminando la necesidad de construir las redes subterráneas trifásicas y en anillo, también se eliminó la necesidad de instalar un ducto y cable conductor extra, y se disminuyó en lo posible el número de registros, entre otros, lo anterior cuando técnicamente es posible.

Actualmente las redes subterráneas se construyen monofásicas y radiales con lo que se redujo considerablemente el costo de éstas, lo anterior debido a un estudio (CFE, 2001), realizado en el que se encontró que el 99% de 16'819,000 usuarios residenciales, utilizan el servicio eléctrico monofásico, siendo el costo promedio de electrificación por vivienda es de \$16,360.00 para sistemas trifásicos y para sistemas monofásicos el costo por vivienda es de solo \$3,558.

Descripción	Materiales y equipo de instalación permanente	Mano de obra	Obra civil	Diseño del proyecto	Supervision
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
1C-1F-2H-13 kV- 1/0 AWG-AL-XLP (NO URBANIZADO)	185,354.13	31,490.15	341,822.16	7,602.45	10,573.39
1C-1F-2H-13 kV- 3/0 AWG-AL-XLP (NO URBANIZADO)	234,642.40	37,281.22	341,822.16	8,490.04	12,102.96
1C-1F-2H-23 kV- 1/0 AWG-AL-XLP (NO URBANIZADO)	205,467.84	31,490.15	341,822.16	7,602.45	10,573.39
1C-1F-2H-23 kV- 3/0 AWG-AL-XLP (NO URBANIZADO)	273,530.07	37,281.22	341,822.16	8,490.04	12,102.96
1C-1F-2H-33 kV- 1/0 AWG-AL-XLP (NO URBANIZADO)	245,904.63	31,490.15	341,822.16	7,602.45	10,573.39
1C-1F-2H-33 kV- 3/0 AWG-AL-XLP (NO URBANIZADO)	311,889.52	37,281.22	341,822.16	8,490.04	12,102.96
1C-3F-4H-13 kV- 1/0 AWG-AL-XLP	359,195.33	86,735.91	468,370.42	19,631.06	26,102.50

Fig. 2.11 Costos de redes subterráneas en diferentes ocasiones.

2.5 Desarrollo de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica

Actualmente se promueve y se están realizando redes de distribución subterránea en fraccionamientos de interés social en todo el país, lo que ha contribuido a suministrar el servicio de energía eléctrica a 717,016 clientes y a contar con 12,441 Km. de líneas subterráneas, distribuidas en las 13 Divisiones de Distribución existentes, el crecimiento de kilómetros de líneas subterráneas de distribución en cada una de las Divisiones de Distribución es diferente como se observa.

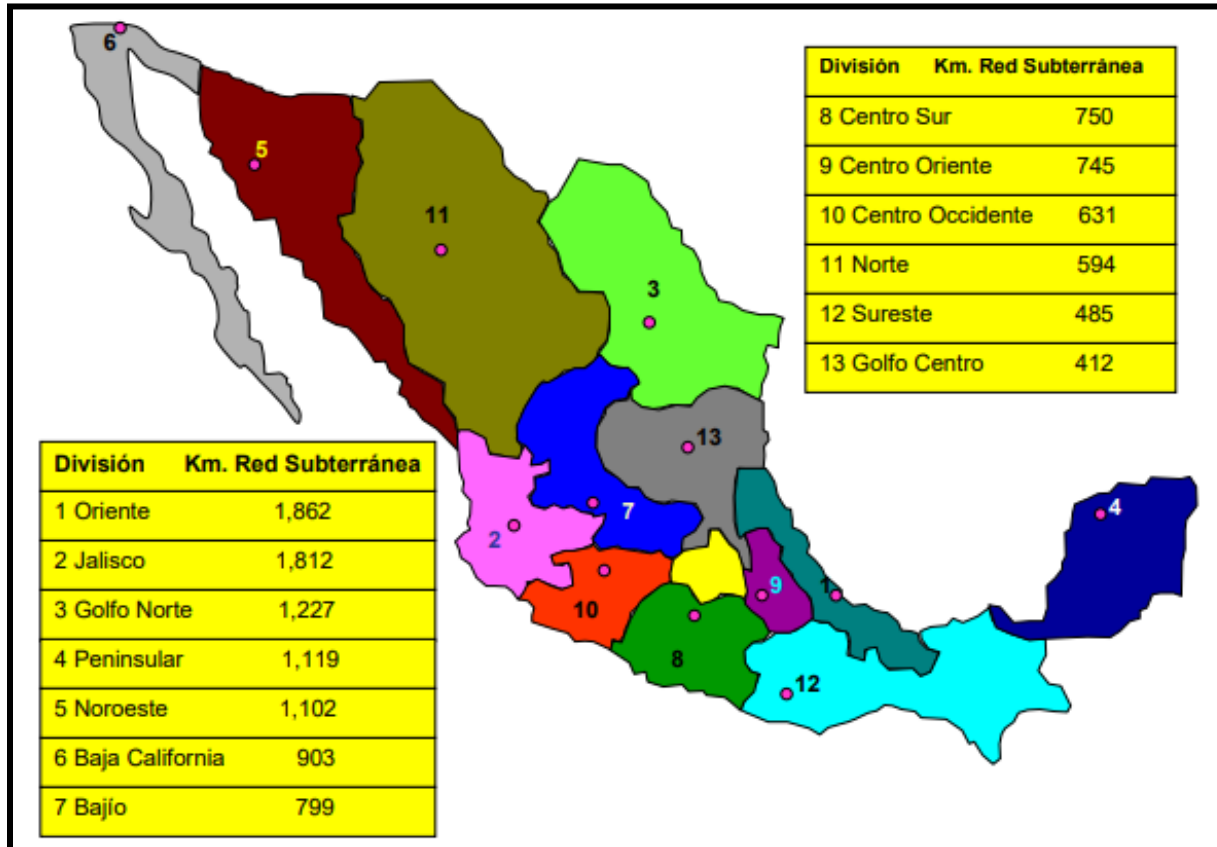


Fig. 2.12. Redes subterráneas nacionalmente.

2.6 Incremento de las líneas subterráneas de distribución

El incremento de las líneas subterráneas de distribución (CFE, 2004) como se observa en la cual se observa tres periodos; el primero del año 1994 al año 1996 el incremento en promedio fue de 305 Km. Anuales que prácticamente era el valor anual esperado de años anteriores. El segundo periodo que abarca del año 1996 al año 2000 el promedio anual de construcción de líneas subterráneas es de 418 Km., con un incremento de 113 Km., más que en el periodo anterior, esto como resultado de la implementación del rescate de los centros históricos implementado por el Gobierno Federal en los años noventa dentro del programa de las 100 ciudades y la simplificación de las Normas de Construcción de Líneas de Distribución Subterráneas, con las que se redujeron costos en la construcción de las instalaciones subterráneas.

El tercer periodo que comprende del año 2000 al año 2004 el promedio anual de construcción es de 1094.5 Km., lo que representa un incremento de 676.5 Km., con respecto al periodo anterior. Este incremento es derivado, aparte de las simplificaciones de las Normas de Construcción de Líneas de Distribución Subterráneas, a la intensa promoción que realiza la CFE, por medio de congresos a nivel nacional en los que se enfatiza las ventajas de la construcción de instalaciones subterránea, así como la reducción de trámites y eliminación de gastos por supervisión y aprobación de proyectos.

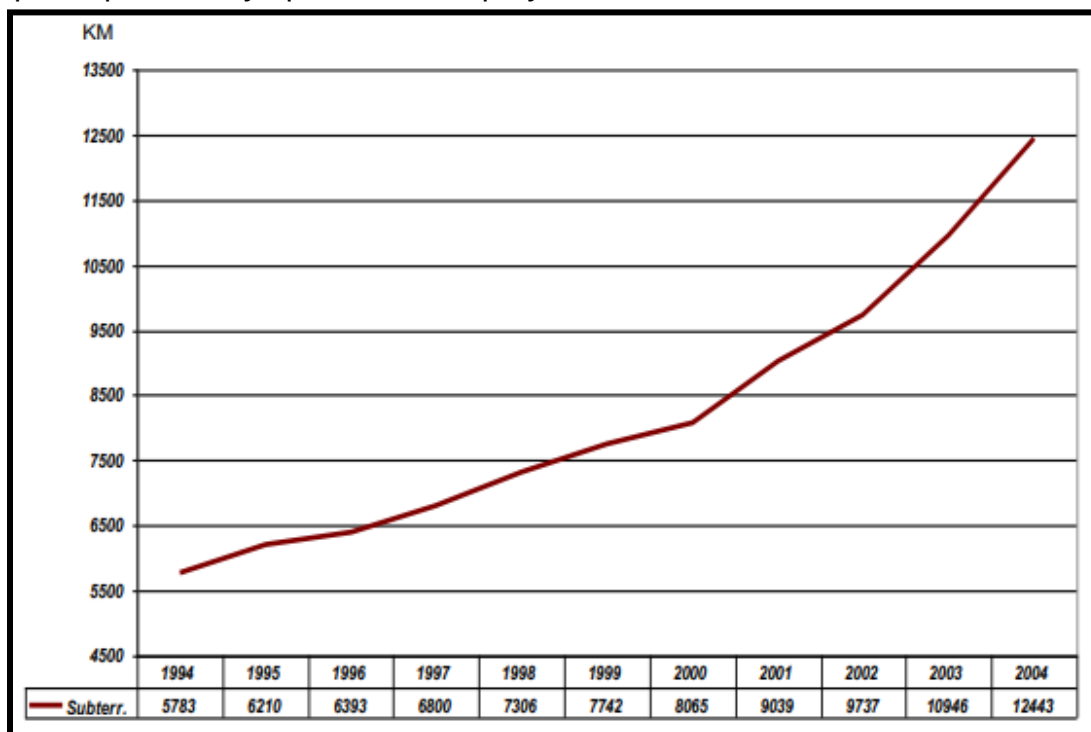


Fig. 2.13. Incremento de redes subterráneas

2.7 Incremento de usuarios de líneas subterráneas

Al incrementarse los kilómetros de líneas subterráneas, se presenta un incremento en el número de usuarios, se observa 3 cambios en el incremento de usuarios de las líneas subterráneas, el primero abarca un periodo del año 1996 al año 1998 en el cual el incremento promedio anual es de 15,000 usuarios, este incremento se debe principalmente a los usuarios que resultaron beneficiados con el rescate de centros históricos, un segundo cambio abarca un periodo del año

1998 al año 2002, en el cual el incremento promedio anual fue de 33,250 usuarios, debido las simplificaciones de las Normas de Construcción ya mencionadas y, a nuevos fraccionamientos y desarrollos turísticos que construyeron con instalaciones subterráneas, por la promoción que realiza CFE, pero el tercer cambio durante el periodo del año 2002 al 2004 es el más significativo con un incremento promedio anual de 111,500 usuarios, este importante incremento de usuarios

se debe aparte de la promoción de redes subterráneas, a que cada vez el usuario es más exigente con los servicios que demanda y además sabe que no requiere erogar mucho más por este tipo de instalaciones.

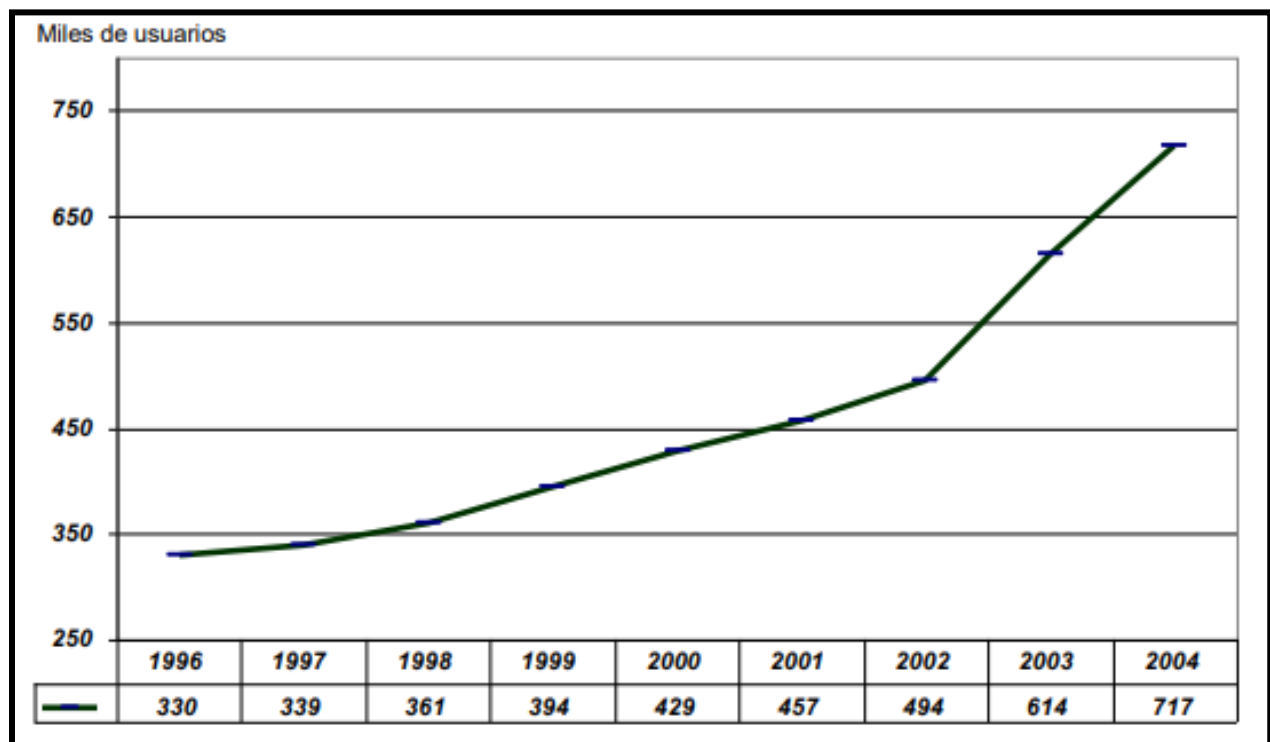


Fig. 2. 14. Incremento de usuarios para redes subterráneas.

2.8 Uso de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica

El uso de redes subterráneas en el país se ha estado generalizando, ya es más común que los desarrolladores formulen su proyectos con redes eléctricas subterráneas y prácticamente todos los desarrollos turísticos están utilizando este tipo de instalaciones, con el apoyo del Gobierno Federal, Estatal y Municipal se están sustituyendo redes aéreas por redes subterráneas de los centros de sus ciudades más importantes, así como centros históricos, también están apoyando para que los fraccionamientos de interés social sean construidos instalaciones subterráneas.

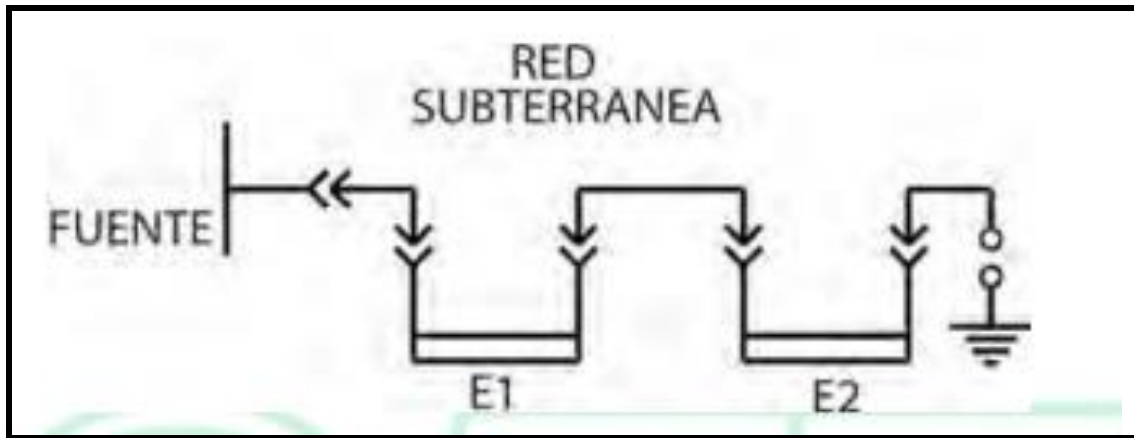


Fig. 2.15 Diagrama de red subterránea.

2.9 Centros históricos

Con el rescate de los centros históricos como de las ciudades de; Guanajuato, Gto., Oaxaca, Oax., Puerto Vallarta Jal., Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal del Edo. de Chiapas entre otras, se le da un fuerte empuje a la construcción de redes subterráneas en donde el principal beneficio es hacia la comunidad y hacia la misma ciudad, la característica de estas ciudades es la de ser históricas y turísticas por lo que en un común acuerdo las autoridades Federales, Estatales y Municipales coordinadamente con CFE, TELMEX, TV Cable, Alumbrado Público y otros servicios, se convino en eliminar las causas de la contaminación visual, ocasionada por las instalaciones de postes y cables, además de la obstrucciones en banquetas y cocheras, etc. y que afectaban el paisaje colonial, por lo que se iniciaron los trabajos de sustitución de instalaciones aéreas,

éstos se realizaron en etapas para afectar en lo menos posible la rutina de la vida diaria de estas ciudades partiendo de un programa integral de sustitución de instalaciones.

Como podemos observar en la imagen de la izquierda, está saturada de instalaciones aéreas y en la imagen de la derecha se presenta la misma imagen sin contaminación visual gracias a las instalaciones subterráneas.

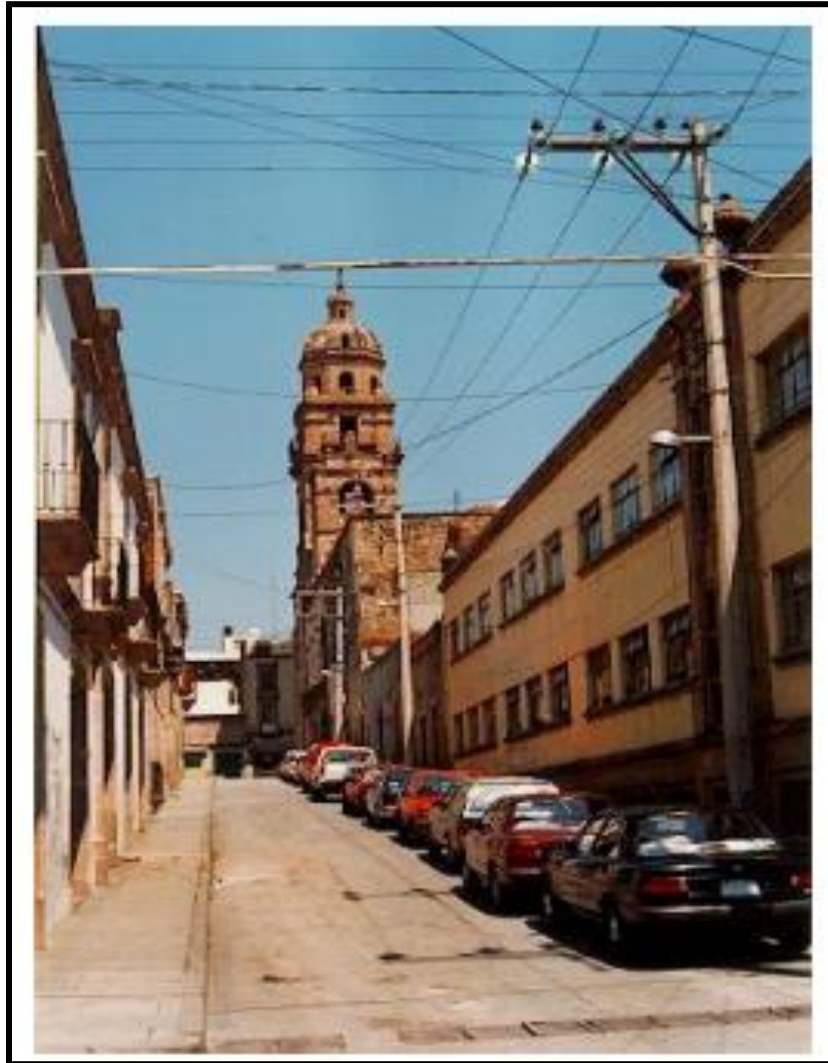


Fig. 2.16. Centro histórico con red aérea.



Fig. 2.17. Centro historico con red subterránea

2.10 Fraccionamientos de interés social

Con las modificaciones a las normas de construcción de líneas subterráneas de distribución se ha estado promoviendo la instalación de redes subterráneas en fraccionamientos de interés social en ciudades como; Poza Rica, Coatzacoalcos, Xalapa, Orizaba, del estado de Veracruz, Culiacán, Sin., Obregón y Navojoa, del estado de Sonora, etc.

En algunos casos, como es en el estado de Veracruz, algunas de sus ciudades son afectadas por huracanes que destruyen las instalaciones aéreas, por lo que en éstas se ha impulsado la instalación de redes subterráneas, otro estado que se ve afectado constantemente por

huracanes es el de Baja California Sur, en este caso los huracanes destruían las líneas aéreas que alimentaban los pozos de agua potable dejando a la población sin este vital líquido, resolviéndose el problema con la instalación de líneas subterráneas, a continuación se observa cómo después de un huracán corren el agua destruyendo las instalaciones aéreas, en este caso uno de los pozos de agua potable que abastece a la población de San José del Cabo en B.C.S. y en la siguiente imagen, podemos observar la solución definitiva y realizada por la División Baja California, siendo esta una instalación eléctrica subterránea que alimente al pozo de agua potable.



Fig. 2.18. Red eléctrica afectada por huracan en Baja California



Fig. 2.19. Instalación de red subterránea para pozo de agua, Baja California.

2.11 Centros turísticos y comerciales

Prácticamente a partir de los noventas, los nuevos centros turísticos y comerciales utilizan redes subterráneas esto debido a que son planeados y desarrollados con todas sus instalaciones subterráneas, con la finalidad de no contaminar el paisaje y estar al mismo nivel que otros centros en el mundo, desde luego que existen los que no tienen todas sus instalaciones subterráneas debido a que fueron construidos con bajos recursos o bien que fueron creciendo con los años hasta convertirse en grandes centros, sin embargo también éstos tienden a cambiar sus instalaciones aéreas a subterráneas, en las siguientes fotos podemos observar un centro turístico, un centro comercial y un centro de una ciudad turística.



Fig.2. 20. Centro turístico con red subterránea.



Fig.2. 21. Centro comercial con red subterránea.



Fig. 2.22. Centro de ciudad turística con red subterránea.

2.12 Comisión federal de electricidad con un mejor servicio

Para Comisión Federal de Electricidad el contar con redes subterráneas de distribución de energía eléctrica disminuye las fallas por daños causados por accidentes y evita las fallas fauna (aves y gatos) con lo que disminuye considerablemente las quejas de los usuarios por interrupciones de energía eléctrica, además elimina los gastos de reparación, otro beneficio son mejores condiciones de operación que proporciona una red subterránea, por otro lado al no estar expuesta la instalación al medio ambiente, el deterioro se minimiza de tal grado que el mantenimiento prácticamente es nulo por lo que no se requiere de grandes camiones especiales los cuales ocasionan quejas y molestias a los vecinos y al tráfico vehicular y por último se incrementa considerablemente la seguridad del personal que labora en líneas energizadas al no tener que realizar mantenimientos o reparaciones arriba de los postes.

2.13 Beneficios para el usuario

El usuario requiere que el servicio de energía eléctrica sea continuo y de calidad es decir que no tenga interrupciones, variaciones de voltaje o “parpadeos”, de contar su fraccionamiento con una red subterránea de energía eléctrica, estas situaciones realmente serán escasas y lo más probable es que la causa sea ajena a la red subterránea. El usuario de este tipo de instalaciones no tendrá problemas con poste y retenidas instalados en frente de su propiedad, que obstruyan la vista de su casa o cochera, obteniendo con ello una mejor armonía con el entorno y una mejor calidad de vida, otro beneficio muy importante es la plusvalía que adquirirá su bien inmueble al estar localizado en un área con instalaciones subterráneas y que en caso de venta obtendrá una mejor retribución por el.

2.14 Medio ambiente protegido

También se protege el medio ambiente ya que en la medida que construyan más instalaciones subterráneas se dejara de podar árboles que obstruyen las líneas aéreas y que en algunos casos algunos tipos de árboles se dañan de manera permanente ya sea por la poda o por el contacto con la energía eléctrica, por otro lado al dejar de usar los postes se evita se sigan talando bosques de pinos se utilizan para producir postes y crucetas de madera, al igual la fauna no correrá riesgos de contacto eléctrico al no existir conductores desnudos de energía eléctrica, y finalmente eliminamos la contaminación visual.

2.15 Demanda eléctrica.

De acuerdo con el criterio de las bases de proyectos únicas de la CFE. Zona Tlaxcala esta norma ubica a las viviendas dentro de la categoría de servicio doméstico, siendo de las de tipo residencial popular. Con una carga asignada por lote de 0.5 KVA.

Sobre la base de la información podemos plantear que las necesidades de carga por concepto de viviendas serán las siguientes:

DESCRIPCIÓN	SERVICIO DOMESTICO
CARGA POR LOTE	0.5 KVA
No. DE VIVIENDAS	96
DEMANDA ELÉCTRICA TOTAL	
$0.5 \text{ KVA} * 96$	
TOTAL	48 KVA

Tabla.2. Demanda eléctrica necesaria.

2.16 Fuente de alimentación

Sistema de distribución de 200 A.

Es aquél en el cual la corriente continua, en condiciones normales o de emergencia no rebasa los 200 A. Se utiliza en circuitos que se derivan de troncales de media tensión (tensiones de 13.2 kV a 34.5 kV) aéreos o subterráneos, la configuración debe ser conforme se indica en la siguiente imagen.

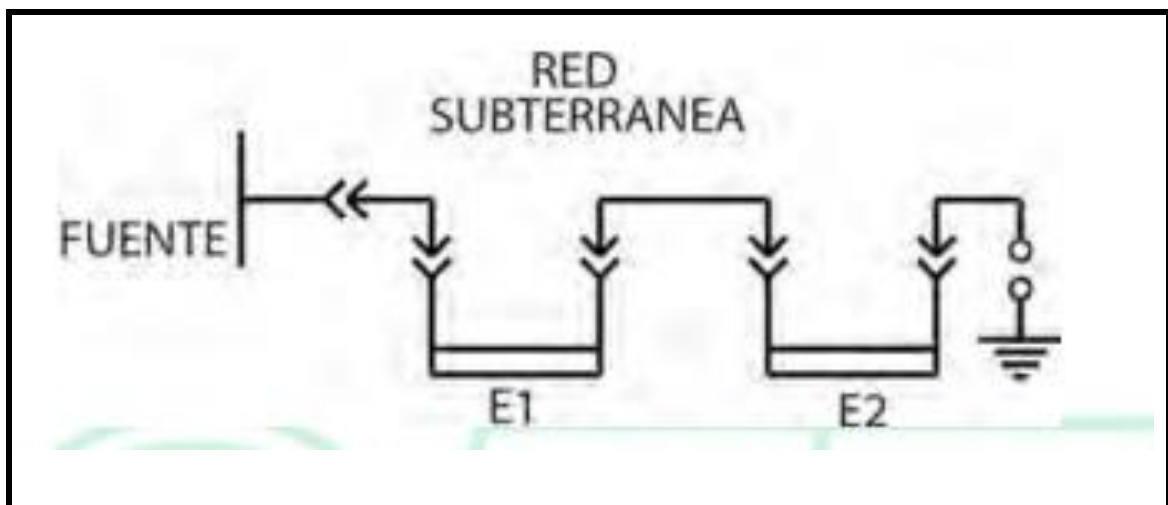


Fig. 2.23. Diagrama de red subterránea.

En condiciones de operación normal para el caso de circuitos en anillo, estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de operación. Con el objeto de tener mayor flexibilidad, se tendrá un medio de seccionamiento en todos los transformadores y derivaciones del circuito.

Se diseñarán de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido con conexiones múltiples de puesta a tierra.

Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3F-4H. Las características para nuestro alimentador son las siguientes:

Cargas	Configuración
Residencial	1F-2H O 3F-4H
Comercial	3F-4H
Industrial	3F-4H

Tabla. 2.1. Características por tipo de carga.

La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe exceder del 1% del punto de suministro indicado por CFE a la carga más alejada, en condiciones normales de operación, tomando en cuenta demandas máximas.

El cable del neutro debe ser cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre o aquél que haya sido aprobado por el LAPEM.

El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla. En ningún caso la corriente de corto circuito en el bus de las subestaciones que alimenten circuitos subterráneos, debe exceder los 10 kA simétricos.

El conductor de neutro corrido debe tener múltiples conexiones de puesta a tierra para garantizar en los sitios en donde se instalen accesorios y equipos, una resistencia a tierra inferior a 10 Ω en época de estiaje y menor a 5 Ω en época de lluvia, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado, excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos.

El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100 %. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (alto gradiente).

En transiciones aéreo-subterráneo-aéreo el nivel de aislamiento de los cables debe ser de 133 %, debiéndose utilizar cables con cubierta negra, para la protección contra los rayos ultravioleta.

En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (alto gradiente).

La sección transversal del cable debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo debe ser 53.5 mm² (1/0 AWG) y cumplir con la norma NRF-024-CFE.

Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.

Se debe indicar en las bases de diseño si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación NRF-024-CFE y de acuerdo a las características del lugar de instalación.

La pantalla metálica del cable, debe conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales del artículo 250 de la NOM-001-SEDE. En equipos (transformadores y seccionadores), se permite la puesta a tierra de los accesorios mediante sistemas mecánicos.

Los cables deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las tablas de esta Especificación; considerando siempre, que se deben respetar los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.

Donde se instalen equipos y/o accesorios debe dejarse un excedente de cable de 1.0 m después de haberse instalado en los soportes y presentado para la elaboración del accesorio. Cuando los transformadores no lleven registros, la reserva de cable debe dejarse en uno de los registros adyacentes.

En seccionadores y conectadores múltiples de media tensión, se deben utilizar indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema. Se deben emplear indicadores monofásicos o trifásicos con abanderamiento monofásico. Excepto en los siguientes casos:

1. Cuando el seccionador cuente con protección electrónica.
2. Cuando un codo porta fusible derive del conector múltiple.

Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación CFE GCUIO-68.

Se deben instalar apartarrayos de frente muerto en los puntos normalmente abiertos de los anillos y en el último transformador de cada ramal radial.

No se debe utilizar la red subterránea como troncal para alimentar redes aéreas.

Circuito de Media Tensión en 13.2 KV, 1F-2H; con conductor ASCR calibre 3/0. Con neutro de cobre desnudo calibre 2/0 AWG.

La longitud de nuestro circuito troncal es de 110.4 M lineales.

Construcción de obra civil (registro en media tensión, Pozo de visita, Banco de ductos) acorde a los indicado en las Normas de distribución - Construcción líneas Subterráneas.

Los ramales o anillos en MT que alimentaran el fraccionamiento tienen las siguientes características; cable de potencia de media tensión tipo ASCR con nivel de aislamiento al 100% calibre de 3/0 AWG.

El neutro será de cable de cobre desnudo calibre 2 AWG, directamente enterrado el cual se conectará a electrodos de tierra por medio de conectadores soldables en cada registro primario y en donde exista equipo y accesorios premoldeados.

2.17 Puesta a tierra.

Técnicamente, el término “puesta a tierra” significa la conexión física a la tierra.

Es, principalmente, un sistema de protección al usuario respecto de los aparatos conectados a la red eléctrica, y también un sistema de protección contra las sobretensiones o la acumulación de carga electroestática.

Consiste de una pieza metálica con poca resistencia que está enterrada en el suelo (en tierra real) y que cumple la función de derivar la tensión a través de ella.

Esta pieza metálica llamada jabalina, (también conocida como pica o electrodo), debe estar además conectada, de ser posible, a las partes metálicas de la estructura del equipo.

Los sistemas de puesta a tierra fueron diseñados principalmente para cumplir cuatro importantes funciones:

1. La primera función es eliminar la posibilidad de descargas eléctricas para el personal.
2. La segunda está relacionada con la seguridad de los equipos eléctricos y electrónicos.
3. La tercera es reducir la interferencia electromagnética en las comunicaciones.
4. Y la cuarta función es reducir la carga electroestática en áreas peligrosas, como la zona de carga y descarga de vehículos que transportan materiales inflamables.

Los métodos más comunes para la puesta a tierra son:

- Transformador con conexión en estrella - delta con el neutro de la estrella puesto a tierra mediante una resistencia.
- Transformador con conexión en estrella- delta con el neutro de la estrella conectado sólidamente a tierra una resistencia en el secundario de la delta.
- Transformador con conexión en zigzag con resistencia en el neutro. La práctica común para puesta a tierra de los sistemas de media tensión o mayores es mediante una baja resistencia que límite la corriente alrededor de 9 kA. La capacidad mínima de cada uno de los transformadores monofásicos que forman el arreglo trifásico es:

$$KVA_{min} = \frac{(\frac{3I_0}{3})(V_{l.t})}{T}$$

Donde:

kVA min = Capacidad mínima de transformador en KVA

I_p = Corriente del transformador = I₀ en Amperes

3I₀ = Corriente de falla deseable en Amperes

VLL = Tensión línea a línea del sistema (kV)

T = Constante

$$T = 35.14 t a^{-4.91}$$

t_o = Duración de la corriente de falla.

El factor T para dimensionar el transformador corresponde a la sobrecarga de corto tiempo (30 s o menos) de un transformador de distribución según la norma IEEE C57.91 1995.

En forma aproximada la resistencia de puesta a tierra se puede calcular considerando que para una falla a tierra aparece en las terminales de la resistencia la tensión de línea a neutro del sistema. Por ejemplo, para limitar a 200 A la corriente de falla en un sistema de 13.2 kV (7.96 kV línea a tierra) se tiene:

$$\text{Resistencia de puesta a tierra} = 7.96 / 0.2 \text{ kA} = 39.8 \Omega$$

Para la resistencia de puesta a tierra se debe especificar:

$$\text{Tensión} = \text{Tensión fase a tierra} = V_p / 1.73224 \text{ de } 596$$

Corriente inicial que circulará por la resistencia (tiempo durante el cual la resistencia permanecerá energizada este tiempo varía entre 1 min o 10 min, en función de la protección utilizada).

Ejemplo: Se tiene un sistema con una tensión de fase a tierra de 13.2 kV, se desea diseñar el sistema para su puesta a tierra mediante un banco de transformadores monofásicos con conexión en estrella delta con el neutro de la estrella aterrizada a través de una resistencia.

Considerar que la corriente de falla se debe limitar a 200 A.

La capacidad de cada uno de los transformadores monofásicos es:

$$\text{kVA}_{\text{min}} = 13.2 \text{ kV} * (0.2 \text{ kA} / 3) / 3 = 300 \text{ kVA}$$

La resistencia a tierra se dimensiona para una tensión de fase a tierra (7.96 kV) de la siguiente forma:

$$R (\Omega) = 7.96 \text{ kV} / 0.2 \text{ kA} = 39.8 \Omega$$

La clasificación del tiempo de operación de la resistencia puede ser de 10 s, 1 min, 10 min o tiempo extendido dependiendo de las características de la protección utilizada.

Es necesario hacer una conexión a tierra firme, permanente y de baja impedancia. Del borne del neutro del transformador se conectará un conductor, en el mismo calibre del conductor del neutro, hacia el sistema de puesta a tierra.

El tanque o chasis del transformador se conectará también al sistema de puesta a tierra. A ésta tierra se deben conectar sólidamente todas las partes metálicas que no transporten corriente y estén descubiertas.

El número de varillas dependerá de la resistividad del terreno y de la resistencia del sistema de puesta a tierra. El tipo de configuración del sistema de puesta a tierra será definido por el área, resistividad del terreno y el valor de resistencia mínimo a cumplir. Las conexiones de puesta a tierra se harán con soldadura exotérmica.

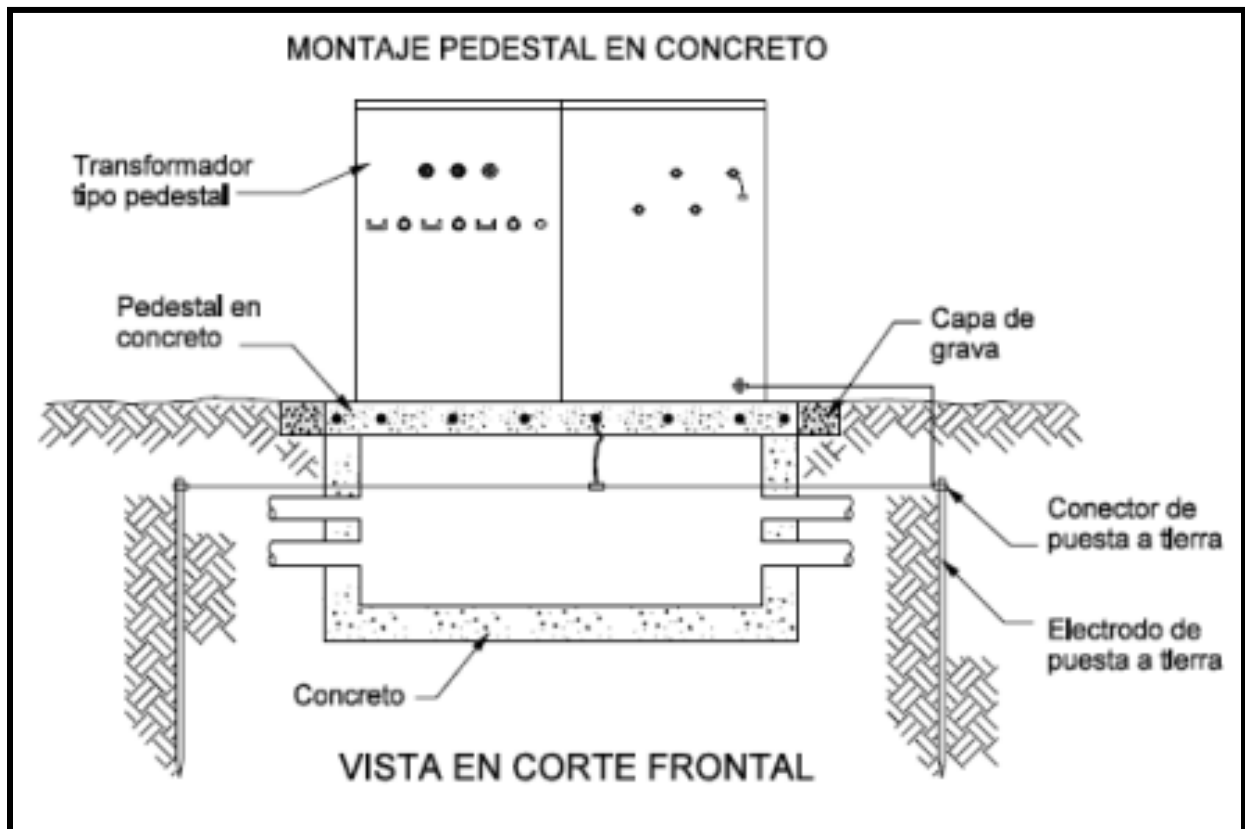


Fig.3. Montaje de transformador. Vista frontal.

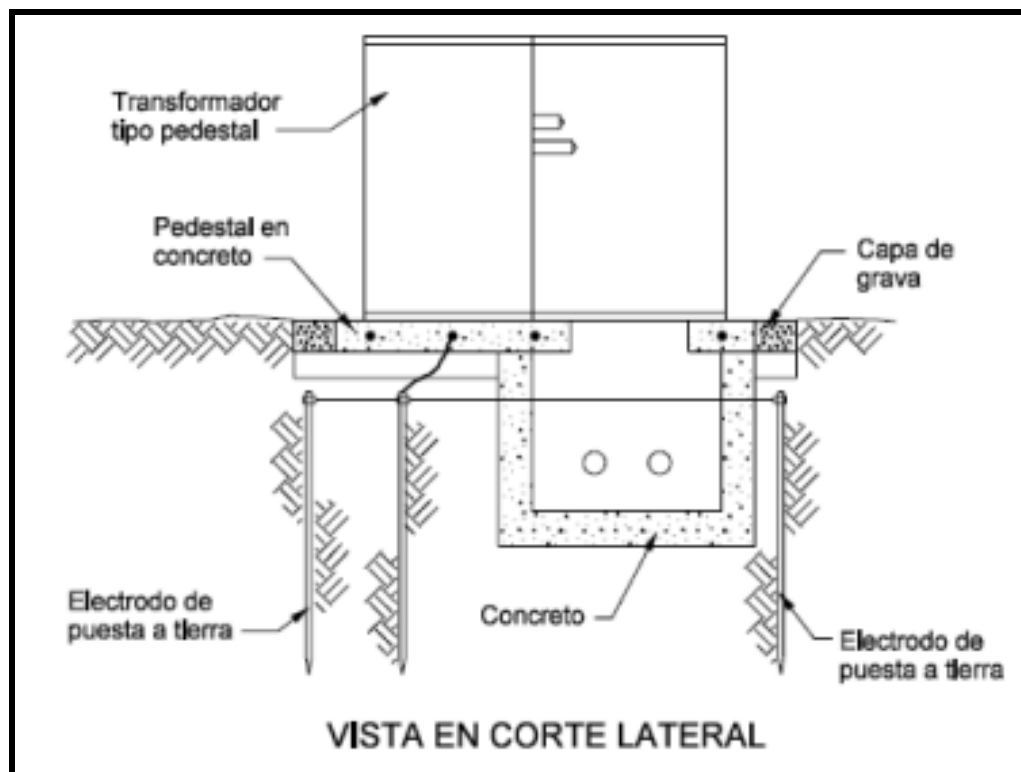


Fig. 3.1. Montaje de transformador. Vista lateral.

VALORES TÍPICOS DE RESISTIVIDAD PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELOS	
Tipo de suelo	Resistividad (Ω m)
Arcilla	2 - 100
Arena y grava	50 - 1 000
Piedra caliza de superficie	100 - 10 000
Piedra caliza	5 - 4 000
Esquisto o pizarra	5 - 100
Piedra arenisca	20 - 2 000
Granito, basalto	1 000

Tabla. 2.2. Resistividad de diferentes suelos.

CARACTERÍSTICAS DE ELECTRODOS PARA PUESTA A TIERRA			
Concepto		Acero con recubrimiento de cobre electrolítico	Acero con recubrimiento de cobre soldado
Uso		Electrodos con profundidad para conexiones a tierra en terrenos de alta resistencia eléctrica.	
Descripción corta		ACE – 16	ACS - 16
Abreviaturas en la descripción		A = Acero, C = cobre, E = Electrolítico	A = Acero, C = cobre, S = Soldado
Código MySAP		649181	445302
Longitud (L) mm (Tolerancia)		3 000 (-0 + 10 mm)	3 000 (-0 + 10 mm)
Masa aproximada en kg		4.4	4.4
Rectitud cm/m		0.083	0.083
Núcleo	Material	Acero estirado en frío AISI1018, 1035 ó 1045	
	Diámetro en mm	14.3 min. 15.5 max.	16
Recubrimiento	Material	Cobre electrolítico ASTM-B-152	Acero y cobre soldado
	Espesor mínimo (mm)	0.25	0.25
	Adherencia	Ningún desprendimiento del recubrimiento del núcleo	
Información	Logotipo de lote o marca de fabricación	Debe ser permanente en forma circular o longitudinal a 300 mm a partir del extremo de aristas redondeadas	
	Número de lote y año de fabricación	Debe estar contenido en la información	
	Empaque	10 piezas, Atados con fleje galvanizado o plástico	
	Unidad	Pieza	

Tabla 2.3. Características de electrodos.

La resistencia de conexión a tierra es afectada principalmente por cuatro factores: la resistividad del suelo, la longitud, el número de electrodos y el espaciamiento entre ellos. Las resistencias de conexión a tierra en situaciones críticas pueden mejorarse por varios métodos, utilizando electrodos más largos, ya que usualmente reducen la resistencia de conexión a tierra.

Electrodo de puesta a tierra. Los electrodos que se utilizan en los sistemas de tierras; deben cumplir con la especificación CFE56100-16 “Electrodos para tierra” y son en términos generales, de acero con recubrimiento de cobre soldado o electrolítico.

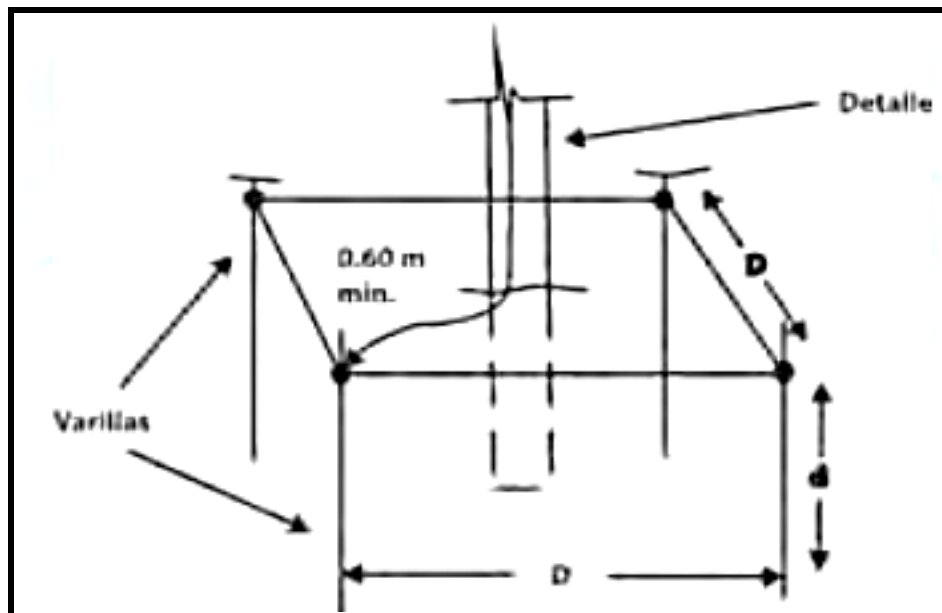


Fig. 3.2. Electrodos puestos a tierra.

A continuación, se muestra una instalación típica de una conexión a tierra para un arreglo de cuatro electrodos en paralelo.

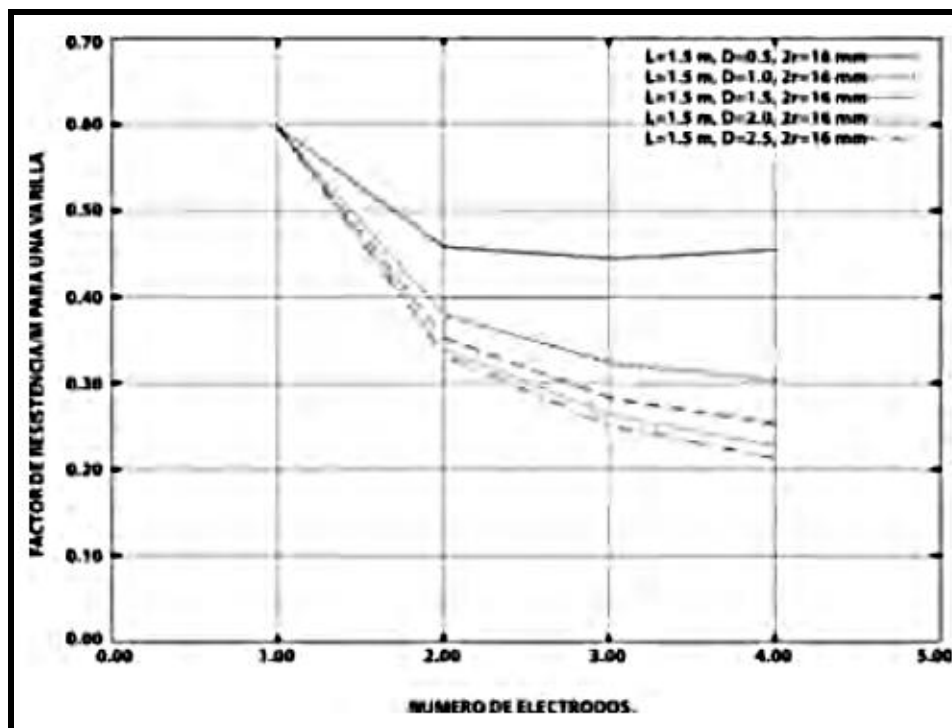


Fig.3.3. Cálculo de conexión de 4 electrodos

Donde:

d = longitud del electrodo

D = separación entre electrodos

En este caso la soldadura que se ocupó para la puesta a tierra fue CADWELD con varillas COPERWELL, a esto también se le conoce como soldadura exotérmica.

La soldadura exotérmica es una reacción aluminio térmica generada por alta temperatura en el crisol del molde para hacer que el metal se derrita completamente y como resultado lograr una unión molecular. Esta reacción se lleva a cabo en el interior del molde de grafito resistente a altas temperaturas. El proceso de la reacción exotérmica toma solamente unos pocos segundos.

Ideal para sistemas de puesta a tierra, soldaduras para uso con moldes de grafito en conexiones: cable a cable, cable a varilla y otras conexiones. Produce unión molecular permanente, evita el galvánico, es de poco peso y volumen; fácil de transportar. Puede soportar mayor voltaje y corriente que los conductores soldados. Esta soldadura se emplea en plantas generadoras de energía eléctrica, subestaciones eléctricas, en empresas de servicios públicos, fabricas procesadoras, edificios comerciales y demás establecimientos.

El principio consiste en reunir en un molde la pólvora de soldadura y el polvo encendedor. La composición de la pólvora de soldadura depende de los metales a soldar (óxido de cobre y aluminio para una soldadura cobre/cobre).

La reducción del óxido de cobre por el aluminio produce, bajo muy alta temperatura, cobre fundido y escoria de óxido de aluminio.

Este baño de cobre en fusión esta canalizado por el molde sobre las partes a soldar, les funde y les ligan molecularmente entre ellas.

Este sistema no necesita ninguna alimentación externa.



Fig.3.4. Material para soldadura exotérmica.



Fig.3.5. Procedimiento de soldadura exotérmica.

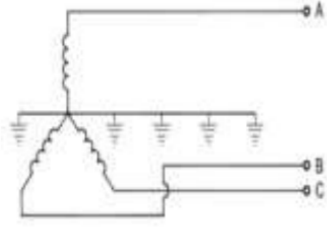
Tipo De Sistema	Descripción	Representación Gráfica	Descripción Genérica (No. de Hilos)
A	Conexión estrella, con el neutro sólidamente conectado a tierra en la subestación; neutro corrido desde la subestación y multiaterrizado.		3F- 4H

Tabla. 2.4. Descripción de conexión de tierras.

Tipo de Sistema	No. de Hilos	Tensión Eléctrica
Baja tensión	Monofásico	120 /240
Baja tensión	Trifásico	220Y /127 V
Media tensión	3F - 4H	13.2Y /7.62 kV
		22.86Y /13.2 kV
		33Y /19.05 kV

Tabla.2. 5.Tensiones eléctricas conforme el tipo de sistema.

2.18 Selección de transformador

Recomendaciones para la selección de los transformadores:

Tomando en cuenta las bases de proyecto únicas para instalaciones subterráneas se consideran los siguientes aspectos:

- 1) Los transformadores serán del tipo pedestal monofásico para operación en anillo. Todas las capacidades y características que CFE determine, en especificaciones CFE-K-0000-04. Las capacidades a emplear para este proyecto será transformador pedestal monofásico

13200YT/7620 – 120/240 para una tensión de 13200 volts. Siendo N para capacidades de 100, 75 y 25 KVA.

- 2) Los transformadores deberán contar con aviso de pruebas (protocolos) expedido por el fabricante. Así como las pruebas locales de recepción de los mismos, procedimiento CFE-K-0000-12.
- 3) Las zapatas de conexión deberán ser planas a compresión, bimetálicas con dos barrenos de acuerdo a la norma.
- 4) Toda la tornillería que se deba utilizar para conectar el transformador a los circuitos primarios, secundario y sistema de tierras, deberá de ser de cobre o bronce.

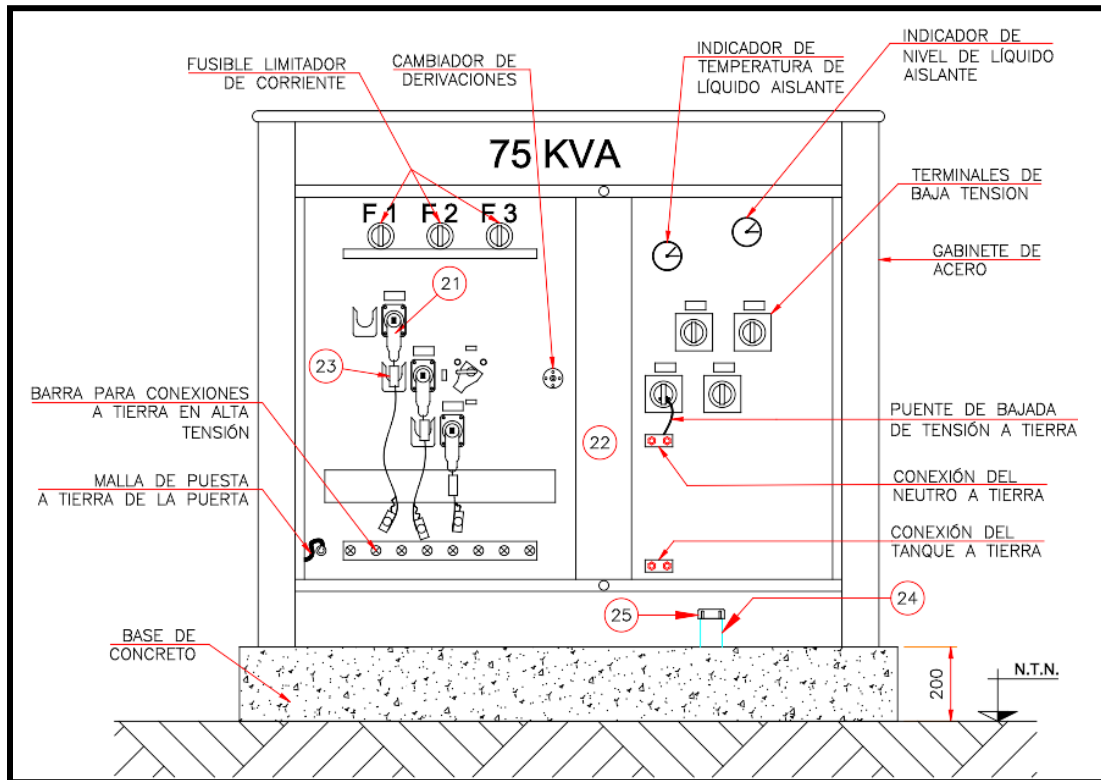


Fig. 3.6. Partes de transformador pedestal a utilizar.

INFORMACIÓN GENERAL				CANTIDAD
kVA:	75	Frecuencia:	60	1
Voltaje Primario:	13200YT/7620V	Conexión AT:	Estrella Aterrizada	
Voltaje Secundario:	220Y/127V	Conexión BT:	Estrella	
Fases:	Trifásico	Líquido Aislante:	Aceite mineral	
Tipo de Enfriamiento:	ONAN	Cambiador - posiciones:	4	
Frente:	Muerto	Cambiador - configuración:	+2/-2	
Sobreelevación de Temp:	65°C	Cambiador - % variación:	2.5%	
Operación:	Anillo	Temp. De Operación:	30°C / 40°C	
Altitud de Op:	2,300	Seccionador:	2 Seccionadores de 2 Posiciones	
Impedancia:	Estándar	Norma:	K0000-08	
Tiempo de Entrega (Planta Prolec): 15 semanas listo para embarque EXW Planta Prolec GE				
Incluido en este artículo				
Fusibles:	Fusible de rango parcial en serie con fusible de expulsión		Material del Tanque:	Acero al carbón
Conexión superior para filtro de prensa:	Sí		Barra de conexión a tierra:	Sí
Tipo de Boquilla AT:	Tipo pozo de 200 Amps		Manovacuómetro Indicador:	Provisión
Tipo de Boquilla BT:	Tipo espada		Válvula de Drenaje y Muestreo:	Sí
Indicador de Falla:	No		Válvula de Sobrepresión:	Sí
Interruptor Termomagnético BT:	No		Tipo de Registro:	Tipo Mano

Fig. 3.7. Ficha técnica de transformador pedestal.

Los transformadores al igual que el resto del equipo que conforman la red, deben seleccionarse adecuadamente, ya que de ellos depende en gran parte la continuidad de servicio y las fallas que afecten a un sector grande de red por tiempo prolongado.

En el mercado nacional existen dos tipos de transformadores propios para ser utilizados en redes subterráneas, estos son el tipo pedestal y el sumergible entre los cuales la diferencia principal consiste en que en el primario se instala en un nivel bajo la superficie del terreno y el segundo se instala, sobre la superficie del terreno.

Es importante que, al diseñar la red de distribución, se considere la forma más adecuada del montaje, ya que, en terrenos altamente agresivos a la corrosión y extremadamente húmedos, no debe instalarse equipo sumergible, a menos que de antemano se prevean las soluciones que se darán a los efectos corrosivos y de inundaciones en las bóvedas ya que de otra forma se tendrían altos costos de mantenimiento y un gran número de fallas.

Por otro lado, hay que considerar que los transformadores de tipo pedestal no es recomendable instalarse en áreas de alta corrosión atmosférica y en lugares a daños mecánicos.

El uso de transformadores de pedestal es preferible por razones de costos y facilidad de operación y mantenimiento.

Los transformadores tipo sumergible, normalmente se instalan en lugares en donde no se tiene un espacio disponible para colocar un transformador tipo pedestal.

La capacidad y número de los transformadores requeridos, se realiza considerando que los transformadores serán monofásicos tipo pedestal para distribución residencial subterránea:

- a) Que la carga total conectada a cada equipo no deberá de exceder del 80% de su capacidad, de acuerdo con las bases de diseño.
- b) Que la densidad de carga por lote deberá ser de 0.5 KVA. Conforme lo marca CFE. a través de las bases de diseño.
- c) Que las capacidades de acuerdo al diseño, del proyecto sujetándose a 75 KVA. Para sistemas monofásicos.

De acuerdo con esto, el número de lotes alimentados por un transformador será:

$$No\ DE\ LOTES = \frac{KVA\ DEL\ TRANSFORMADOR \times 80\% \ DE\ UTILIZACIÓN}{KVA \times LOTE}$$

$$No\ DE\ LOTES = \frac{75 \times 0.80}{0.5\ KVA} = 120$$

TIPOS Y CAPACIDADES DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS	
CAPACIDAD DE kVA	TIPO
25	Pedestal y Sumergible
37.5	Pedestal y Sumergible
50	Pedestal y Sumergible
75	Pedestal y Sumergible
100	Pedestal y Sumergible

Fig. 3.8. Tipos y capacidad de transformadores.

3 Consideraciones generales.

Los circuitos deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes y andadores.

- En el acabado final de la banqueteta y en el eje del trazo del banco de ductos se marcará a cada 5 m bajo relieve las siglas de CFE.
- Los registros no deben localizarse en banquetas angostas, en carriles de estacionamiento, cocheras y frente a puertas o salidas de peatones.
- Los registros deben ubicarse en el límite de propiedad y se deben colocar, según lo permitan las acometidas, lo más retirado uno del otro, cuidando el cumplimiento de los criterios de regulación y pérdidas de la red de distribución.
- Deben instalarse registros en los puntos donde se consideren derivaciones por acometidas.
- Los cambios de dirección pueden ser absorbidos por los ductos, siempre y cuando se respeten los radios mínimos de curvatura de los cables y la presión lateral no rebase los límites permisibles para el cable durante el jalado.
- Se puede prescindir del registro de la base del transformador colocando las reservas de cable correspondientes a estos equipos en los registros adyacentes, cuidando la llegada de los ductos.
- En los transformadores donde se empleen registros, éstos deben ser del tipo reducido, según se indica en los planos de las Bases para Transformador Monofásico o Trifásico y Registro Reducido tipo 5 ó 6. En caso de que los radios mínimos de curvatura de los cables, se rebasen, debe utilizarse con registro tipo 3 ó 4.
- Cuando se proyecte la utilización de equipos seccionadores en media tensión, se puede prescindir de los registros del lado fuente y del lado carga de los mismos, siempre y cuando se cuente con registros adyacentes, en los cuales se alojarán las reservas de cable correspondientes a dichos equipos.
- En todos los casos debe respetarse los radios mínimos de curvatura y presiones laterales máximas permisibles de los cables.
- El banco de ductos debe terminarse con boquillas abocinadas en los registros, los cuales una vez cableados, deben sellarse con algún sello-ducto adecuado, compatible con la cubierta del cable, que no la dañe mecánicamente, debe ser expandible, formar sello hermético y que no propague el incendio.

- En estructuras de transición preferentemente se emplearán postes con el ducto alojado en su interior, como se indica en el capítulo 4 de esta Especificación. Cuando esto no sea posible, el ducto será de color negro corrugado o liso con una RD 13.5 y debe cumplir con la norma NRF-057-CFE.
- Los tubos de PAD o PADC deben cumplir con la norma NRF-057-CFE y sólo se podrán utilizar en colores rojo y naranja, B)

3.1 Utilización de transformadores trifásicos

Se instalan preferentemente del tipo pedestal, dejando el tipo sumergible para los casos en que por razones de espacio, estética, etc. sea más recomendable su uso. Se utilizan en los siguientes casos:

- Formando parte integral de un anillo trifásico.
- Formando parte integral de un ramal radial trifásico.
- Para servicio particular, conectados en forma radial a un anillo trifásico.

Recomendaciones generales

- ✓ Se deben utilizar capacidades de transformadores que optimicen el proyecto.
- ✓ El factor de utilización para transformadores en Sistemas Subterráneos será lo más cercano a la unidad.
- ✓ Se evitará dejar transformadores con poca carga.
- ✓ Tomar en cuenta la temperatura ambiente del lugar para determinar si el transformador tipo pedestal a instalar será del tipo cálido o normal.

3.2. Caída de tensión y pérdidas.

❖ Circuito equivalente

Los circuitos de media tensión subterráneos con longitudes menores de 15 km, se consideran como líneas de transmisión cortas, utilizando para los cálculos de caída de tensión un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, despreciándose la reactancia capacitiva.

En el caso de que un circuito exceda los 15 km de longitud, se utiliza para el cálculo un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, considerándose la reactancia capacitiva en paralelo.

Valores máximos permitidos

1. Circuitos de media tensión.

En condiciones normales de operación, el valor máximo de la caída de tensión no debe exceder del 1 % desde el punto de conexión, tomando en cuenta demandas máximas.

El cálculo debe realizarse tanto para la troncal como para los sub anillos, involucrando todas las cargas conectadas desde el inicio del circuito hasta el punto de apertura correspondiente.

El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2 %.

Circuitos de baja tensión.

El valor máximo de caída de tensión para los circuitos de baja tensión no debe exceder del 3 % para sistemas monofásicos y del 5 % para trifásicos, desde el transformador hasta el registro más lejano.

El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2 %.

Acometidas de baja tensión.

El valor máximo de caída de tensión para las acometidas no debe exceder del 1 % desde el registro de acometida hasta el equipo de medición. La longitud máxima de las acometidas debe ser de 35 m.

Valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva

Para realizar los cálculos de caída de tensión se tomarán los valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva mostrados en las siguientes tablas:

SECCIÓN TRANSVERSAL mm ²	RESISTENCIA 90° EN C.A. Ω/km	REACTANCIA INDUCTIVA EN Ω/km		
		15000 V	25000 V	35000 V
33.6 (2 AWG)	1.100	0.347	-	0.3262
53.5 (1/0 AWG)	0.691	0.3267	0.3263	0.3176
67.5 (2/0 AWG)	0.48	0.3181	0.3178	0.3090
85.0 (3/0 AWG)	0.434	0.3095	0.3093	0.3000
107.2 (4/0 AWG)	0.345	0.3005	0.3002	0.2920
126.7 (250 kcmil)	0.292	0.2925	0.2922	0.2849
152.6 (300 kcmil)	0.244	0.2854	0.2853	0.2794
177.3 (350 kcmil)	0.209	0.2798	0.2796	0.2741
202.8 (400 kcmil)	0.183	0.2746	0.2743	0.2693
228.0 (450 kcmil)	0.163	0.2697	0.2695	0.2656
253.4 (500 kcmil)	0.147	0.2660	0.2658	0.2576
304.0 (600 kcmil)	0.123	0.2579	0.2577	0.2545
329.4 (650 kcmil)	0.113	0.2549	0.2547	0.2528
352.7 (700 kcmil)	0.105	0.2522	0.2519	0.2491
380.0 (750 kcmil)	0.098	0.2494	0.2492	0.2468
405.0 (800 kcmil)	0.092	0.2472	0.2470	0.2419
456.0 (900 kcmil)	0.083	0.2422	0.2420	0.2375
506.7(1000 kcmil)	0.075	0.2377	0.2376	-

Tabla 2.6. Valores de resistencia y reactancia.

Sección Trasversal del Conductor mm ²	CAPACITANCIA (μF/km)			REACTANCIA CAPACITIVA EN Ω/km		
	15000 V	25000 V	35000 V	15000 V	25000 V	35000 V
33.6 (2 AWG)	0.1736	-	-	15 291.0		
53.5 (1/0 AWG)	0.2018	0.1606	0.1373	13 155.0	16 527.5	19 336.6
67.5 (2/0 AWG)	0.2148	0.1727	0.1469	12 159.2	15 373.5	18 073.6
85.0 (3/0 AWG)	0.2369	0.1862	0.1476	11 207.9	14 262.4	16 849.5
107.2 (4/0 AWG)	0.2593	0.2024	0.1704	10 239.1	13 119.3	15 580.9
126.7 (250 kcmil)	0.2718	0.2100	0.1765	9 771.4	12 646.0	15 043.0
152.6 (300 kcmil)	0.2919	0.2244	0.1879	9 096.8	11 834.8	14 134.0
177.3 (350 kcmil)	0.3089	0.2365	0.1974	8 596.8	11 228.3	13450.7
202.8 (400 kcmil)	0.3259	0.2486	0.2069	8 149.1	10 683.1	12833,6
228.0 (450 kcmil)	0.3428	0.2606	0.2163	7 746.9	10 190.0	12 273.2
253.4 (500 kcmil)	0.3566	0.2704	0.2240	7 446.9	9 820.0	11 851.3
304.0 (600 kcmil)	0.3800	0.2884	0.2389	6 988.2	9 208.1	11 115.5
329.4 (650 kcmil)	0.3920	0.2970	0.2456	6 774.9	8 943.5	10 812.0
352.7 (700 kcmil)	0.4039	0.3054	0.2523	6 574.4	8 694.0	10 525.0
380.0 (750 kcmil)	0.4158	0.3140	0.2590	6 385.6	8 458.3	10 253.3
405.0 (800 kcmil)	0.4263	0.3214	0.2648	6 229.1	8 262.5	10 027.3
456.0 (900 kcmil)	0.4501	0.3383	0.2781	5 899.1	7 848.0	9 547.1
506.7 (1 000 kcmil)	0.4725	0.3542	0.2906	5 620.1	7 496.1	9 138.0

Tabla.2.7.Valores de capacitancia y reactancia.

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR mm ²	RESISTENCIA A 90° EN LA C.A. Ω/km	REACTANCIA INDUCTIVA (CUADRUPLEZ O TRIPLEX) Ω/km
21.15 (4 AWG)	1.747	0.1087
33.6 (2 AWG)	1.100	0.1029
53.5 (1/0 AWG)	0.691	0.0995
67.5 (2/0 AWG)	0.548	0.0970
85.0 (3/0 AWG)	0.435	0.0949
107.2 (4/0 AWG)	0.345	0.0926
126.7 (250 kcmil)	0.292	0.0934
152.6 (300 kcmil)	0.244	0.0917
177.3 (350 kcmil)	0.209	0.0904
202.8 (400 kcmil)	0.183	0.0893
228.0 (450 kcmil)	0.163	0.0885
253.4 (500 kcmil)	0.147	0.0876
304.0 (600 kcmil)	0.123	0.0880
354.7 (700 kcmil)	0.106	0.0870
405.0 (800 kcmil)	0.094	0.0861
456.0 (900 kcmil)	0.084	0.0853
506.7 (1000 kcmil)	0.076	0.0846

Tabla. 2.8. Valores de resistencia y reactancia.

3.3 Pruebas del transformador.

Con el propósito de evaluar exhaustivamente el estado general del transformador y establecer medidas preventivas o correctivas, llevamos a cabo pruebas eléctricas y dieléctricas de alta precisión.

El servicio abarca la limpieza, cuando es necesario, así como una inspección física detallada del transformador. Además, se realizan pruebas específicas, como la medición de la relación de transformación, la resistencia óhmica y la resistencia de aislamiento, incluyendo la evaluación del índice de polarización.

Estas actividades se ejecutan utilizando equipos de medición y pruebas diseñados especialmente para este propósito, en estricto cumplimiento con los estándares establecidos por la norma NXM-J-169, la cual regula los métodos de prueba para transformadores de distribución y potencia. De esta manera, aseguramos resultados confiables y alineados con las mejores prácticas de la industria.

3.3.1 Registro de datos del transformador.

El transformador es un tipo de máquina que se encuentra presente en todos los sistemas eléctricos. Destaca por su utilidad y por su alta eficiencia. Su principio de operación se basa en la inducción electromagnética. Aunque existen distintos tipos de transformadores, sus características técnicas son comunes para la gran mayoría. Estas particularidades se pueden encontrar en su placa de datos. Vamos a revisar una **placa de datos de transformadores** para entender o recordar a que se refiere cada uno de sus atributos técnicos.

KVA o Potencia nominal

Es la potencia a la que se encuentra diseñado el transformador para trabajar a plena carga. Sin embargo, es conveniente recordar que se recomienda operar los transformadores entre un 70% y 80% de su capacidad nominal.

Frecuencia

Es la frecuencia para la cual está diseñado el equipo, su operación óptima se realizara solamente a este valor. El conectar un transformador a una frecuencia distinta a la de diseño ocasionara que este trabaje en forma inapropiada.

Número de serie

Este dato lo proporciona el fabricante para identificarlo en sus registros. Se utiliza en casos de garantías o para llevar un control del equipo en planta. Este dato es el identificador único del transformador.

Tensión nominal

Es el voltaje nominal de diseño del transformador. Podrás encontrar dos voltajes en una placa de datos. El voltaje en alta tensión y el voltaje en baja tensión. Si en baja tensión encuentras dos valores del tipo 220/127, significa que entre dos líneas tendrás 220 Volts.

Además, entre una fase y neutro obtendrás 127 Volts. Este es uno de los datos más importantes en la **placa de datos de transformadores**.

Corriente nominal

Es la corriente con la que podrás cargar al transformador. Tiene también su corriente en baja tensión y su corriente en el lado de alta tensión. Siempre la corriente de alta tensión será menor que la corriente en baja tensión. Este es otro de los parámetros indispensables dentro de los datos de placa de transformadores.

Masa

Se refiere comúnmente al peso total del conjunto transformador, es decir, es la suma del peso del núcleo más las bobinas más el tanque más el aceite o liquido aislante.

% de impedancia

Es el porcentaje de impedancia del transformador. Es utilizado en cálculos de corto circuito. Mientras más grande sea la impedancia significa que las pérdidas del transformador serán mayores.

Elevación de temperatura

Es el valor de diseño de temperatura del transformador. Mientras este valor se encuentre dentro del dato especificado el transformador debería operar normalmente dentro de su ciclo de vida estándar.

Altitud

Es la mayor altura en metros sobre el nivel del mar para la cual se ha diseñado el transformador. Este dato debería ser especificado al fabricante al momento de solicitar su equipo, sobre todo para zonas muy elevadas.

Cantidad de líquido aislante

Es la cantidad de litros de aceite con que debe llenarse el transformador para un adecuado funcionamiento.

N.B.A.I.

Nivel básico de aislamiento al impulso. Las normativas de fabricación marcan los valores de voltaje que deben soportar los transformadores en fenómenos de transitorios según su tipo. Este dato puede encontrarse en alta tensión y en baja tensión.

Tipo de refrigeración

Es el método de refrigeración que utiliza el transformador para mantener la temperatura dentro de su límite permitido. El OA es el tipo de enfriamiento más común, significa aceite enfriado por convección natural. Es decir, por medio del aire circundante.

Derivaciones

Se refiere al cambiador de taps del transformador. Comúnmente se tienen cinco pasos y se encuentran instalados en el devanado de alta tensión. El número del paso seleccionado define el voltaje que ha de recibir el transformador en el lado de alta tensión para entregar el voltaje de diseño en la baja tensión.

Diagrama vectorial o Diagrama de conexiones

Es el tipo de conexión que se tiene internamente en el transformador.

Fecha de fabricación

Es la fecha de manufactura del transformador.

Norma de diseño

Nos indica bajo cuales especificaciones nacionales o internacionales se ha fabricado el transformador.

Eficiencia

Es la cantidad de energía activa aprovechada en el transformador. La diferencia de la unidad menos la eficiencia nos dará las pérdidas totales del transformador.

FASES 3		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION				FRECUENCIA 60 Hz	
kV A	2000	PEDIDO	3481	SERIE	S34810409		
TENSION NOMINAL VOLTS		CORRIENTE NOMINAL AMPERES		N.B.A.I.	MATERIAL		
A.T.	13 200 V	A		95 kV	A.T.		
B.T.	440 / 254 V	A		30 kV	B.T.		
MASA		% DE IMPEDANCIA A 85°C		33.0			
NUCLEO BOBINAS	kg	ELEV. TEMPERATURA		65°C			
TANQUE	kg	ALTITUD m s.n.m.		2 300			
LIQUIDO	kg	LIQUIDO AISLANTE		2000 L			
TOTAL	5670 kg	CLASE	15 kV	TIPO OA			
DERIVACIONES				DIAGRAMA VECTORIAL			
POS	CONECTA	TENSION	CORRIENTE				
1	4-5	13 860 V	A				
2	5-3	13 530 V	A				
3	3-6	13 200 V	A				
4	6-2	12 870 V	A				
5	2-7	12 540 V	A				
BAJA TENSION				DIAGRAMA DE CONEXIONES			
Hecho en México		Normas de Fabricación					
Fecha: 06 09		NOM-002-SEDE-1998					
Instr. No.		Libro de BPC					
Eficiencia (%)		98.82					

Fig. 3.9. ejemplo de placa de datos de un transformador

3.3.2 Prueba de TTR

La prueba TTR, también conocida como prueba de relación de transformación, es una herramienta de evaluación crítica para transformadores eléctricos. Se utiliza para determinar la precisión de la relación de vueltas entre el devanado primario y secundario de un transformador. Esta prueba es un paso crucial para garantizar el funcionamiento adecuado y la confiabilidad del transformador, así como para garantizar que cumpla con los estándares y requisitos de la industria.

La prueba TTR se realiza midiendo la relación de tensión entre el devanado primario y secundario de un transformador. Luego, la relación de voltaje se compara con la relación nominal de vueltas del transformador, que especifica el fabricante. Esta comparación permite a los ingenieros determinar si existe alguna desviación de la relación de transformación nominal e identificar cualquier problema potencial con el transformador.



Fig.3.10. Prueba TTR.

3.3.3. Medición de resistencia óhmica (Mili-óhmetro)

Para medir la resistencia, se debe de utilizar un **óhmetro**, este tipo de equipos están diseñado para medir la resistencia eléctrica en Ohms. Hoy en día los óhmetros han dejado de existir por sí solos, ya que ahora se encuentran integrados en casi todos los multímetros del mercado. Una excepción puede ser un medidor de miliohms que al utilizar el método Kelvin de 4 puntas sólo mide resistencia eléctrica y está optimizada para resistencias pequeñas. Un punto muy importante es que no hay que confundir la **resistencia con la resistividad**.

La medición de resistencia se consigue colocando en paralelo el óhmetro con la resistencia a medir. El óhmetro provee un voltaje a la resistencia generando una corriente eléctrica, el equipo mide la corriente resultante y por ley de ohm calcula el valor de la resistencia.

El voltaje aplicado para probar la resistencia depende de la resolución del instrumento, la marca y el modelo. Poniendo un ejemplo, si se busca medir una resistencia de 1k ohm (1000 ohms), nuestro óhmetro puede aplicar un voltaje de 1V, por ley de ohm sabemos que la corriente resultante será de 1mA. Esta corriente de 1mA es la que indica al óhmetro el valor de la resistencia incógnita.



Fig.3.11. Equipo de medición de resistencia.

3.3.4 Medición de resistencia de aislamiento (Megohmetro)

La prueba de resistencia del revestimiento es un ensayo clave que se realiza en el lugar de la instalación y que detecta posibles taras del cable. Conocida como prueba de Megger, utiliza un megaóhmetro para medir la resistencia del compuesto reticulado o termoplástico a la tensión DC aplicada. Esta prueba demuestra la integridad del revestimiento del cable. El revestimiento externo funciona como protección ambiental del cable terminado. Por ello, la denominación "prueba de resistencia del revestimiento" es poco apropiada.

La tensión que se aplica depende del tipo de cable: para cables de baja tensión por debajo de 600V, es de 250Vdc, 500Vdc o 1000Vdc, mientras que para cables de media y alta tensión, la corriente continua supera los 2500V (2.5kV) y 5000V (5kV). La corriente se aplica durante un minuto antes de medirse y registrarse.

Conforme a la norma IEC 60364-6, las mediciones de resistencia del revestimiento deben de ser:

- Tensión extra baja (tensión de prueba de 250Vdc) $\geq 0.5 \text{ M}\Omega$
- Hasta 500V (tensión de prueba de 500Vdc) $\geq 1,0 \text{ M}\Omega$
- Más de 500V (tensión de prueba de 100Vdc) $\geq 1,0 \text{ M}\Omega$

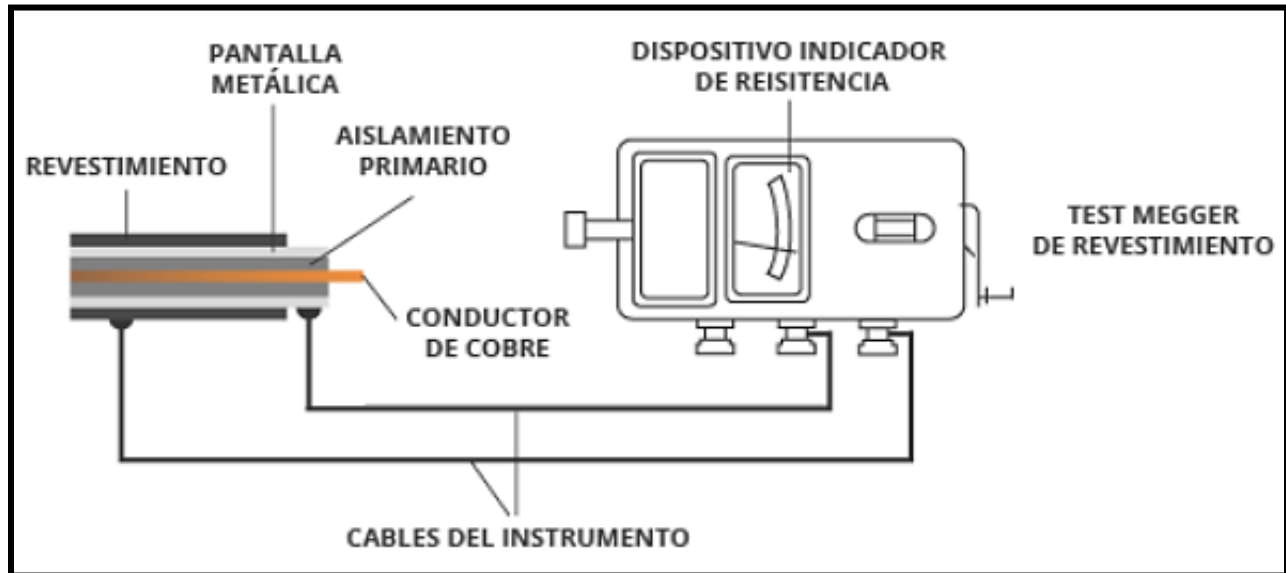


Fig. 3.12. Medición megger.

3.4 Tipo de terreno para colocación de tubo PAD.

3.4.1 Blando y normal.

Cuando el fondo de la excavación para alojar el banco de ductos sea inestable, por estar constituido por cenizas, carbones, basura, material orgánico o fragmentos de material inorgánico, se procederá a excavar 20 cm. extras, mismos que se rellenarán con arena húmeda y apisonada hasta lograr el 95% de compactación con el objeto de disponer de una superficie estable y nivelada para la correcta colocación y asiento de los bancos de ductos.

Cuando se empleen ductos de PAD, éstos serán continuos de registro a registro o unidos mediante termofusión. Cuando se empleen ductos de PADC, se permite el uso de sistemas de unión con adhesivos para tubos de pared corrugada, de acuerdo a la NRF-057-CFE.

En ambos casos se debe garantizar la hermeticidad del sistema de ductos.

Debe considerarse el uso de muretes para alojar conectadores múltiples de media tensión, donde no sea posible el empleo de estos muretes por limitaciones de espacio, deben emplearse equipos sumergibles en cuyo caso los registros, pozos de visita o bóvedas deben ser de las dimensiones establecidas en estas Especificaciones.

3.4.2. Terreno rocoso

Para la construcción del banco de ductos con tubos de PAD debe prepararse un asiento de arena o material de banco de 5 cm de espesor, como relleno debe emplearse material de banco inerte, libre de arcillas expansivas y piedras. No debe utilizarse el material producto de la excavación a menos que haya sido cribado.

Cuando se tengan bancos de ductos de baja y media tensión, se pueden colocar uno al lado de otro.

Debe considerarse el uso de muretes para alojar conectadores múltiples de media tensión.

Donde no sea posible el empleo de estos muretes por limitaciones de espacio, deben emplearse equipos sumergibles en cuyo caso los registros, pozos de visita o bóvedas deben ser de las dimensiones establecidas.

Estos tipos de terreno se mencionan porque fueron los que se encontraron en el proyecto realizado.

PRESIONES LATERALES Y TENSIONES MÁXIMAS DE JALADO						
Calibre	Sección transversal mm ²	Tensión máxima permisible cobre (kg)	Tensión máxima permisible aluminio (kg)	Presión lateral máxima 15 kV (kg)	Presión lateral máxima 25 kV (kg)	Presión lateral máxima 35 kV (kg)
2 AWG	33.6	235.2	118	235	303	363
1/0 AWG	53.5	375	187	253	313	375
2/0 AWG	67.5	473	236	263	325	390
3/0 AWG	85.0	595	298	275	343	411
4/0 AWG	107.2	750	375	288	358	429
250 kcmil	126.7	887	443	303	364	437
300 kcmil	152.6	1 068	534	319	380	456
350 kcmil	177.3	1 241	621	335	387	464
400 kcmil	202.8	1 420	710	341	398	478
450 kcmil	228.0	1 596	798	353	410	492
500 kcmil	253.4	1 774	887	365	450	540
600 kcmil	304.0	2 128	1064	390	458	550
650 kcmil	329.4	2 306	1153	398	467	560
700 kcmil	354.7	2 483	1241	405	475	570
750 kcmil	380.0	2 660	1330	413	489	587
800 kcmil	405.0	2 835	1418	425	503	603
900 kcmil	456.0	3 192	1596	438	518	621
1000 kcmil	506.7	3 547	1773	453		

Tabla. 2.9. Presiones y tensiones para tipos de cable.

3.4.3. Tablas de ampacidad en cables de baja y media tensión

Las tablas que a continuación se muestran fueron calculadas con los siguientes parámetros.

- ❖ Temperatura de interfase ducto terreno = 50 °C.
- ❖ Temperatura ambiente del terreno = 25 °C.
- ❖ Resistividad térmica del terreno = 120 °C-cm / W.
- ❖ Pantalla puesta a tierra en 2 o más puntos.

Factor de carga 50%. Cables Al – XLP - 35 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	186	152	132	120	110
3/0	85	60	237	194	167	152	138
250	127		290	237	204	185	168
300	152		318	260	223	202	184
350	177	75	350	283	242	220	199
500	253		417	339	289	261	236
750	380		509	411	358	315	284
1 000	507	100	594	478	403	362	325

Tabla.3. Factor de carga 50%. Cable XLP.

Factor de carga 75% Cables Al – XLP - 35 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	170	134	112	100	90
3/0	85	60	215	169	141	126	113
250	127		262	206	171	153	137
300	152		287	225	187	167	149
350	177	75	314	243	202	180	161
500	253		372	289	240	213	190
750	380		451	349	292	255	226
1 000	507	100	522	401	329	290	257

Tabla 3.1. Factores de carga 75%. Cable XLP.

Factor de carga 100% Cables Al – XLP - 35 – 100

Calibre conductor	Área transversal	Diámetro del ducto	Ampacidad (A)				
			No. de circuitos (No.)				
AGW ó kcmil	mm ²	mm	1	2	3	4	5
1/0	53.5	50	154	117	96	85	76
3/0	85	60	194	148	121	107	95
250	127		236	179	146	129	114
300	152		257	195	159	140	124
350	177	75	281	210	171	151	133
500	253		331	249	202	178	157
750	380		399	299	244	212	186
1 000	507	100	459	342	275	240	211

Tabla.3.2.Factores de carga 100%.Cable XLP.

SECCIÓN MÍNIMA DE DUCTOS A EMPLEAR EN CABLES DE BAJA TENSIÓN (mm)								
Configuración	Calibre	Diam. en mm	1 Circuito AMP.	2 Circuitos AMP.	3 Circuitos AMP.	4 Circuitos AMP.	5 Circuitos AMP.	6 Circuitos AMP.
Cable Triplex	2C/1N (4-4)	38	89	84	80	78	75	72
	2C/1N (2-4)	38	118	111	105	101	97	94
	2C/1N (1/0-2)	50	160	151	143	138	132	126
	2C/1N (3/0-1/0)	75	219	206	195	187	178	171
Cable Cuádruplex	3C/1N (4-4)	38	79	75	71	69	66	63
	3C/1N (2-4)	50	106	100	94	91	86	83
	3C/1N (1/0-2)	50	142	133	125	120	114	109
	3C/1N (3/0-1/0)	75	194	181	170	162	153	146
	3C/1N (350-4/0)	100	306	283	264	251	236	224

Tabla.3.3.Secciones de cables de baja tensión.

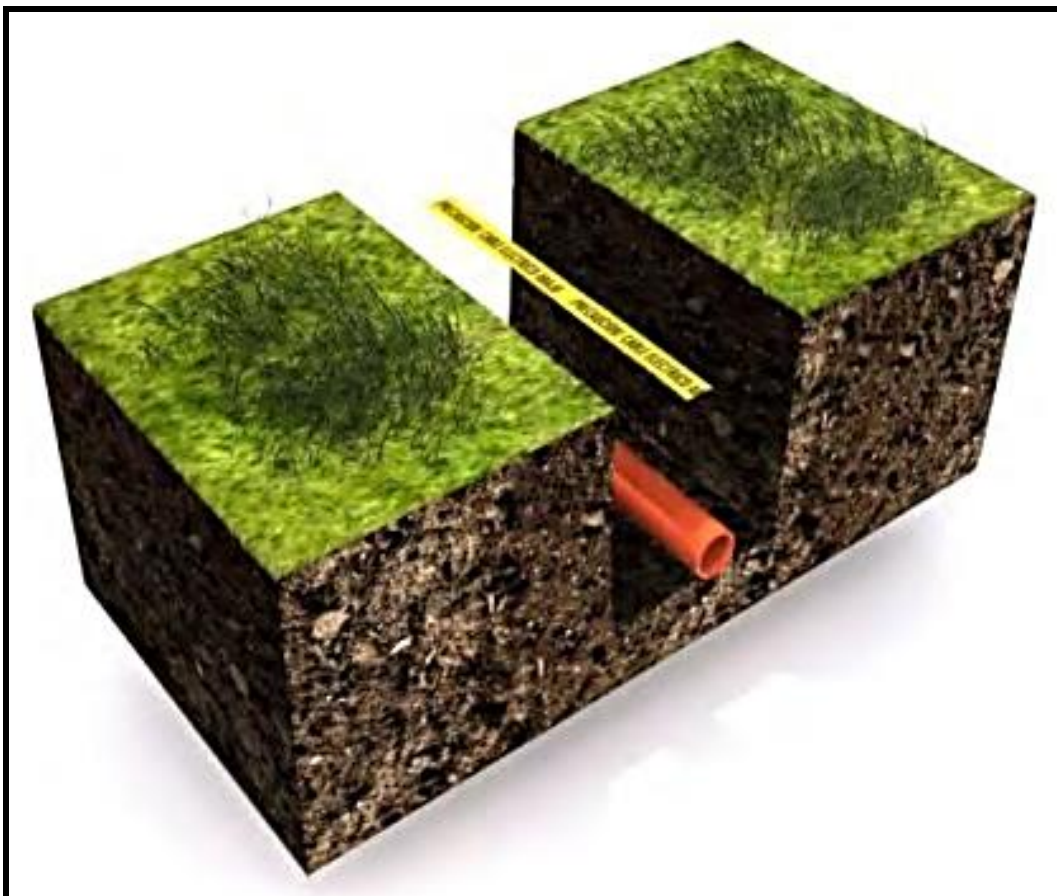
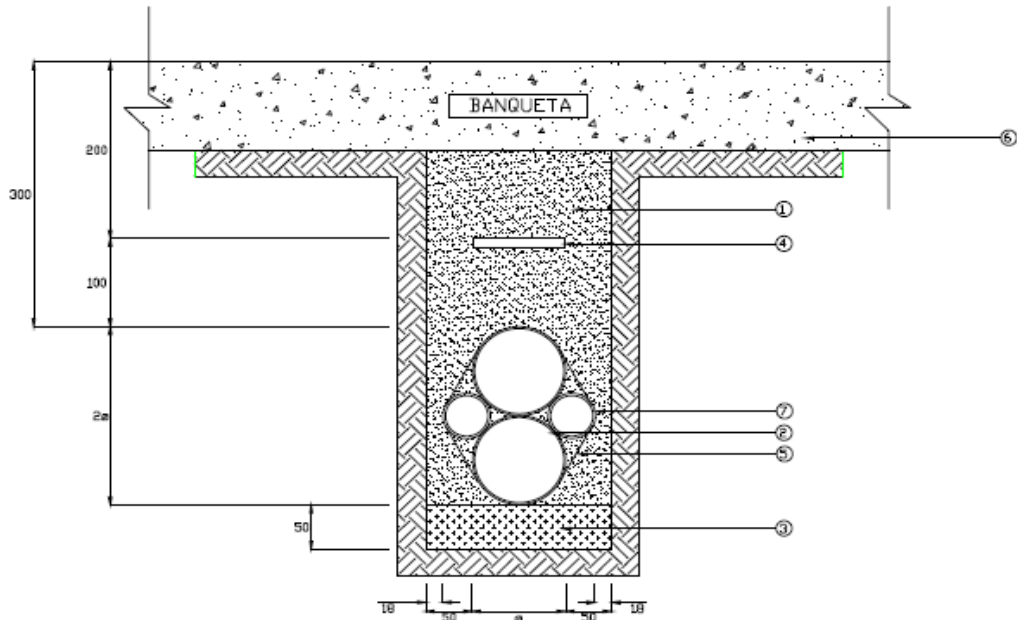


Fig.4. Colocación de cinta de seguridad arriba de ductos PAD.

BANCO DE DUCTOS DE PAD O PADC PARA BAJA TENSIÓN BAJO BANQUETA



Acotaciones en mm

NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 ó 101 mm DE Ø DE COLOR ROJO ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR 4?.
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE Ø DE COLOR ROJO ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES) EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

UTILIZAR EN REGISTRO SOLO DE BAJA TENSIÓN

Fig.4.1.Banco de dutos de baja tensión.

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 ó 101 mm DE Ø DE COLOR ROJO ó ANARANJADO.
- 3.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR). EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA ó ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 7.
- 4.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA " NO EXCAVE, LINEAS DE ALTA TENSION".
- 5.- FLEJE PLASTICO CON HEBILLA METALICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS.
- 6.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJANDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 7.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 ó 50.8 mm DE Ø DE COLOR ROJO ó ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.

Fig.4.2.Banco de ductos de media tensión.

3.5 Selección de registros.

Un registro eléctrico realmente es una caja o el espacio destinado para realizar las distintas conexiones y empalmes de las líneas eléctricas. Pueden estar fabricados en gran variedad de material en función del tipo de instalación en la cual se van a utilizar, de esta forma, disponemos de registros de pvc, plástico, metales como el hierro o el acero, etc.

Garantizan que la seguridad de las conexiones eléctricas aislándolas del exterior y protegiéndolas de manipulaciones accidentales o indeseadas

Cuando se considere la construcción de instalaciones para TV por cable, se debe recurrir a los “Lineamientos técnicos para la instalación de redes públicas de telecomunicaciones en postería, registros y ductos de la red de distribución de energía eléctrica, RCP4405”.

Estos registros de baja tensión aplican para terreno normal y terrenos con nivel freático muy alto o rocoso.



Fig. 4.3. Registro de baja tensión.



No.	Código MySAP	Descripción Corta	Norma
B.2.1	12198	REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN RMTB3	CFE-RMTB3

Fig. 4.4. Registro de media tensión.



CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL , FORMA Y ACABADO	Tapa circular de material polimérico de diámetro 823mm con acabado antiderrapante con dos asas de fierro redondo con marco de material polimérico de forma cuadrada de 899mm por lado y con diámetro interior de 835mm. Deberá tener nervaduras para lograr resistencia mecánica al tráfico pesado.
ESPECIFICACIÓN	NRF-023-CFE Herrajes y Accesorios. CFE 2DI00-38 Tapa y Marco 84A de Material Polimérico para Arroyo.
USO Y APLICACIÓN	Acoplada al aro 84 A cubre el acceso de los pozos de visita y registros ubicados en la banqueta. Se usa en casos de alto índice de vandalismo y en área de alta contaminación.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas.

Fig. 4.5. Tapa de resgistro de media tensión.

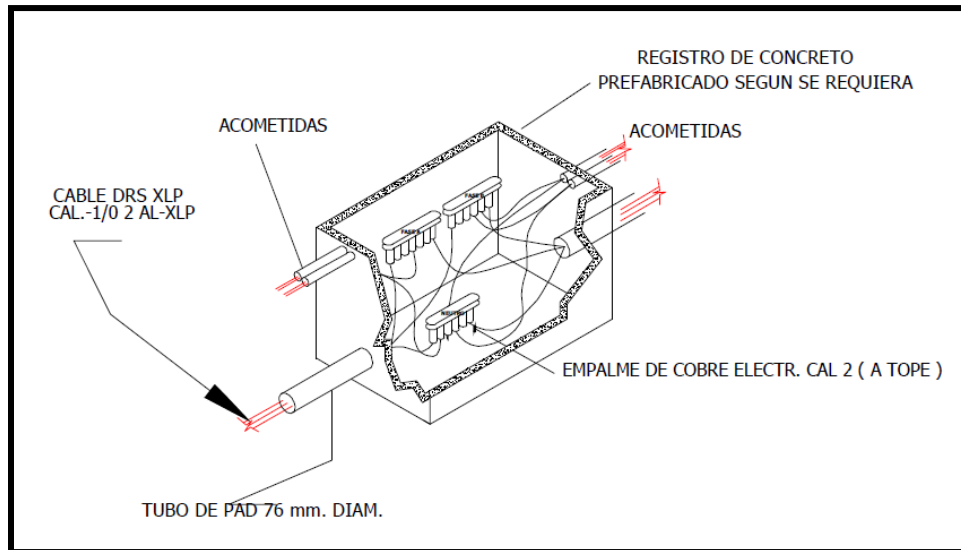


Fig. 4.6. Partes de un registro colocado y con sus conexiones.

3.6 Soportería para cable subterráneo.

Las ménsulas de alineación permiten el montaje de un aislador para perno estándar (con vástago corto de hasta 3/4" de diámetro) para la construcción de desvíos con cable unipolar con espaciador, así como también instalaciones de cables protegidos sin crucetas.

Este sistema de soportería es utilizada principalmente en trincheras y registros, los herrajes están fabricados con acero rolado en frío.

Posteriormente son galvanizados por inmersión en caliente. Esto los protege de manera eficiente ante la corrosión en ambientes húmedos o inmersos en agua.

Las correderas se fabrican en dimensiones de 1.40 M. * 1.00 M. Y 0.60 M. Y las ménsulas en 0.25 Y 0.35 M. Las correderas de 0.60 Y 1.00 M, ya incluyen los pernos.

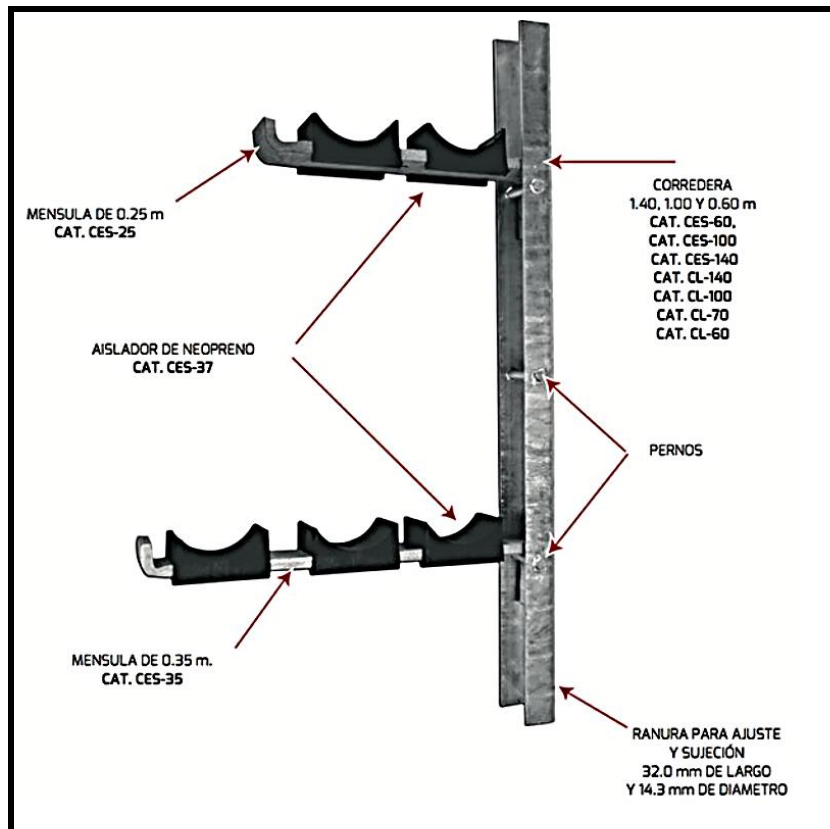


Fig. 4.7. Partes de mensula para registro de media tensión.

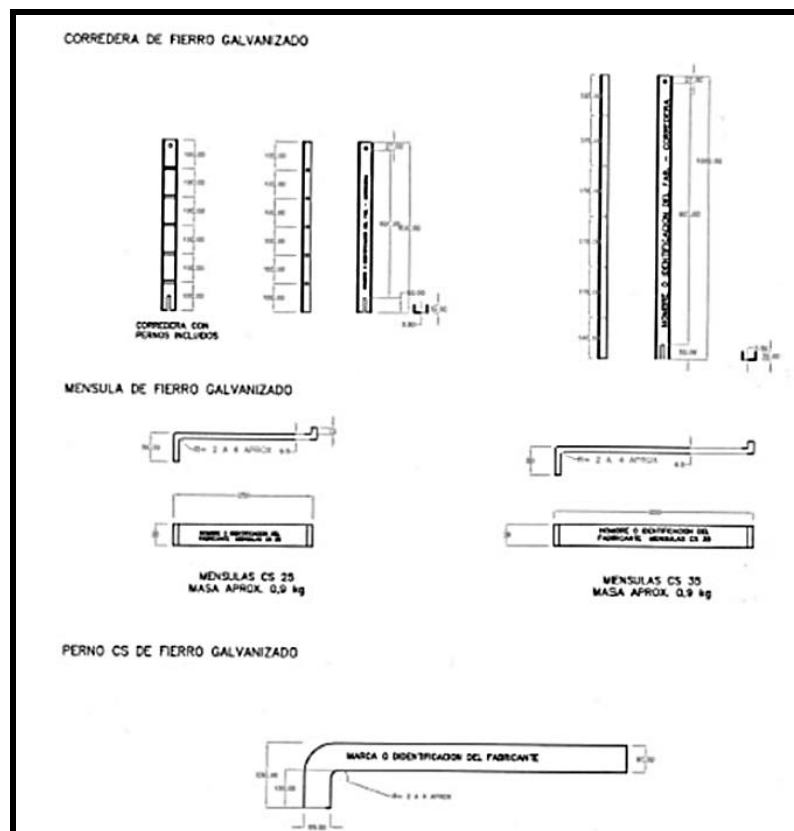


Fig. 4.8. Correderas para registros de baja tensión.

3.7 Transición para sistemas de 200 A con CCF

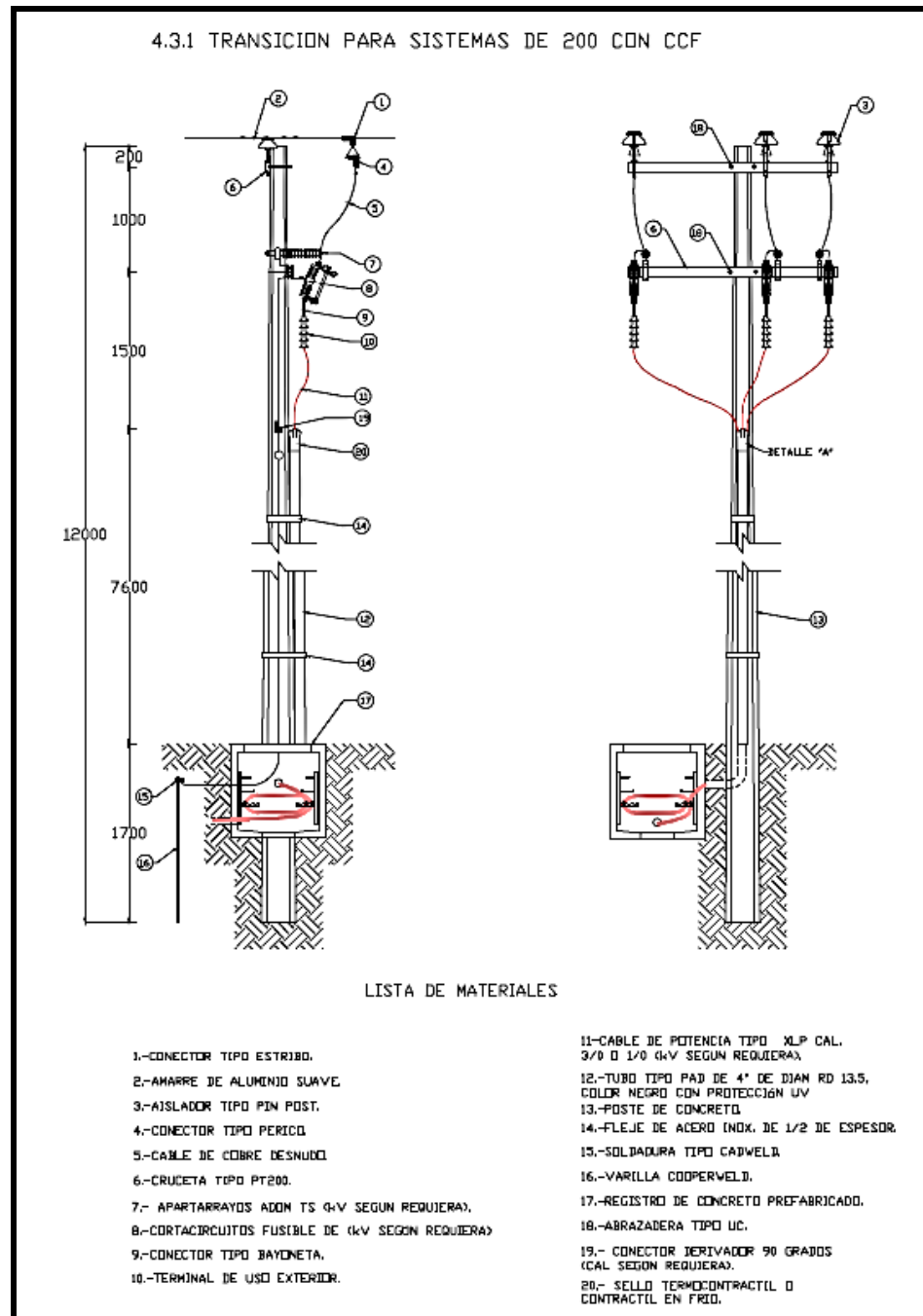


Fig. 4.9. Transición de red de media tensión.

1. Los cables de energía deben quedar sujetos al tubo con el soporte polimérico.
2. Los apartarrayos se instalarán en el poste de transición y serán de acuerdo a la tensión de suministro.
3. CFE indicará el poste donde se ubicará la transición.
4. En el registro debe dejarse cable de reserva.
5. El neutro corrido se instalará de acuerdo a lo indicado en las normas aéreas.
6. El tubo de transición debe de instalarse en el lado opuesto a la vialidad vehicular.
7. Para su uso en sistemas de 200 amperes para demandas menores a las señaladas en la siguiente tabla.

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL O EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD
1	CONECTOR A PRESIÓN TIPO L O T CON ESTRIBO DE COBRE	PZA	3
2	ALAMBRE DE ALUMINIO O COBRE SUAVE PARA AMARRE	KG	SR
3	AISLADOR TIPO ALFILER	PZA	SA
4	CONECTADOR PARA LINEA ENERGIZADA	PZA	3
5	ALAMBRE O CABLE DE COBRE DESNUDO MÍNIMO 21.2 mm ² (4AWG)	KG	SR
6	CRUCETA PT O DE MADERA	PZA	1
7	APARTARRAYO TIPO RISER POLE	PZA	3
8	CORTACIRCUITO FUSIBLE	PZA	3
9	TERMINAL POLIMÉRICA PARA CABLE DE ENERGÍA	PZA	3
10	CABLE DE ENERGÍA	KG	SR
11	TUBO DE 152 mm DE DIÁMETRO TIPO PAD ESPECIFICACIÓN CFEDF100-23 COLOR NEGRO HUMO	KG	SR
12	POSTE DE CONCRETO O MADERA DE 12 METROS MÍNIMO	PZA	1
13	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE	KG	SR
14	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA	PZA	SR
15	ELECTRODO DE TIERRA	PZA	SR
16	REGISTRO PARA MEDIA TENSIÓN	PZA	1
17	ABRAZADERA O TORNILLO	PZA	SR
18	ALFILER	PZA	SA
19	SELLO TERMOCONTRÁCTIL	PZA	1
20	PLACA DE IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O RED, COLORAMARILLO CON LETRAS NEGRAS DE 300 X 100 mm	PZA	1

Tabla 3.4. Materiales para transición de 200 A.

3.8 Elementos de composición.

Son elementos que son parte fundamental para la correcta instalación del cable de media tensión.

3.8.1. Sello de transiciones de media tensión.

También llamado botas termo contráctiles diseñadas para brindar protección y aislamiento a cables.

Características

Cuenta con 3 núcleos, ofrecen un sellado ambiental permanente en cada salida. Están revestidos internamente con masilla roja resistente al agua. Excelente resistencia al medio ambiente y a los rayos UV, a los químicos, solventes, a la corrosión y a los hongos.

Aplicación

En cables PVR, PILC, XLP, rango del cable de hasta 36KV. Para su aplicación en terminales eléctricos.



Fig. 4.10. Bota termocontráctiles.

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Sello termocontráctil o contráctil en frío para transiciones en baja y media tensión.
USO Y APLICACIÓN	Evita la entrada de agua y polvo al interior de los ductos en transiciones de baja y media tensión, proporcionando además soporte mecánico para los cables.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar empaque original o similar. Proteger contra Impacto, humedad y calor
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Tabla 3.5. Características de bota termocontractil.

3.8.2 Terminales contráctiles

Las terminales contráctiles en frío han sido especialmente diseñadas para usos de 15 a 35 kV, con aislamientos XLPE o EPR para sistemas de potencia y de distribución subterránea. Estas unidades permiten la correcta transición y conexión del sistema con conductores aéreos desnudos y equipo vivo a sistemas de cableado subterráneo.

Las aplicaciones incluyen instalaciones en interiores, exteriores, aéreas, en base de concreto y otras instalaciones "livefront" (frente vivo) expuestas al clima. Los diseños emplean material avanzado de hule siliconado sellado a la intemperie y resistencia a ambientes contaminados asegurando con esto un apropiado desempeño en las más severas condiciones. Su color gris le permite combinarse con el ambiente urbano.

Las terminales contráctiles en frío son utilizadas en un amplio rango de aplicaciones con sólo tres medidas, requeridas a cubrir desde cables #2 AWG a 1250 kcmils.

La cubierta contráctil en una sola pieza de 15kV a 25kV permite una fácil instalación, mientras que el diseño de dos piezas de 35kV provee una fácil remoción del núcleo. Simplemente se posiciona la terminal sobre el cable preparado y se remueve el núcleo central. Estas unidades son compactas y ligeras permitiendo su instalación en espacios reducidos.



Fig. 4. 11. Termial contractil en frío.

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Terminal de MT tipo contráctil en frío para cables de energía de A kV de tensión entre fases, tamaño B mm ² (AWG - kcmil) e instalación tipo C. Material de hule silicón, con control de esfuerzos de alta constante dieléctrica. Incorpora compuestos para el sello superior y el alivio de esfuerzos, resistente a los rayos UV, campanas integradas al cuerpo.
ESPECIFICACION	NMX-J-199 Terminal para cables de potencia de 2 a 230 kV.
USO Y APLICACION	Se usa para terminar cables de Media Tensión en instalaciones interior y exterior. Clase 1: Aplicables en zonas de alta contaminación o normal, alivia los esfuerzos del campo eléctrico, se usa en Media Tensión hasta 35 kV.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad en bolsa de plástico cerrada.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Tabla 3.5. Características de terminal contractil en frío.

3.8.3 Conector a compresión tipo zapata.

Terminales mecánicas para uso eléctrico, son elementos de transmisión de energía eléctrica que funcionan con un tornillo que al ser apretado con una herramienta sujeta y comprime el cable obteniendo así una unión eléctrica confiable y dispuesta a ser reusable.



Fig. 4.12 Zapata doble ojillo

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conector a compresión tipo zapata de cobre electrolítico estañado, de 1 y 2 perforaciones.
ESPECIFICACIÓN	CFE-55000-41 Conector Zapata a Compresión
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables de Baja Tensión a la terminal tipo espada del transformador pedestal. Conectar terminales de Media Tensión poliméricas o termocontráctiles a equipos.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Tabla 3.6. Características de conectores tipo zapata.

3.8.4 Adaptador 200 para aterrizar pantallas.

Los adaptadores de tierra facilitan conexiones a tierra seguras en instalaciones subterráneas de media tensión. Estos adaptadores están contruidos como una pieza única a partir de goma EPDM de alta calidad curada con peróxido. Están diseñados específicamente para ser compatibles con codos de 200A.

Este adaptador está diseñado para la conexión a tierra de la pantalla de hilos de cobre del conductor. Este dispositivo impide la entrada de humedad al interior del conector, toda vez que sella la zona en donde se instala.



Fig. 4.12. Adaptadores de tierra

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Adaptador para aterrizar las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión tipo DS, en sistemas de 200 A para A kV y tamaño Bmm ² (AWG).
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Conectar las pantallas metálicas a tierra, de los cables de Media Tensión en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Conservar en su empaque original o bolsa de plástico debidamente sellada, proteger contra la humedad, manejo delicado.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Tabla 3.7. Características de adaptadores de tierra.

3.8.5 Boquilla tipo inserto

La Boquilla tipo Inserto está diseñada para instalarse en boquillas tipo pozo para media tensión y se utiliza para conectar Codos de Operación con Carga. Utilizar boquillas tipo Inserto hace que la instalación y mantenimiento en campo sea posible y eficiente. La boquilla tipo Inserto está diseñada para operar con boquillas tipo pozo que cumplan con los estándares de la IEEE para para Conectores Separables en Sistemas Aislados ANSI/IEEE 386. La interfaz del codo para la boquilla tipo inserto debe cumplir con los requerimientos ANSI/IEEE 386.



Fig. 4. 13 Boquilla tipo inserto.

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Boquilla extensión tipo inserto para operación con carga 200 A aislada para A kV.
ESPECIFICACIÓN	ANSI 386
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables aislados por medio de terminales tipo codo 200 A a equipos y accesorios de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Tabla 3.8.Características de boquilla tipo inserto.

3.8.6 Conector tipo codo

Conector tipo codo es un conector de operación con carga 15kV, 25kV y 35kV para 200 amperes; provee una interfaz entre cables y transformador para conectarlos y desconectarlos con la línea energizada.



Fig. 4. 14. Conector tipo codo.

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conectores de MT, tipo codo separable de 200 A, aislados para A kV entre fases, con operación con carga, tamaño B mm ² (AWG), formado por un codo OCC de 200 A con punto de prueba, un conector de compresión de aluminio y una varilla de contacto.
ESPECIFICACIÓN	NOM-J-404
USO Y APLICACIÓN	Terminar cables de energía de MT, con aislamiento sólido y acoplado a la Terminal tipo inserto, conectar equipos en Sistemas de Distribución Subterránea.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad.
CARACTERÍSTICAS	Tensión Nominal de Operación. =15 25 35 Kv Tensión Máxima entre Fases. =14.4 26.3 36.6 kV Corriente Nominal.....=200 200 200 A Nivel Básico de Aislamiento.....= 95 125150 kV
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Tabla 3.9. Características de conector tipo codo.

3.8.7 Conector múltiple de baja tensión

El conector múltiple subterráneo o conector tipo "Pulpo", consiste de un cuerpo de aluminio, revestido con hule elastomérico aislante, moldeado y vulcanizado con alta temperatura y presión. Es utilizado en conexiones para cables de distribución subterránea en baja tensión.

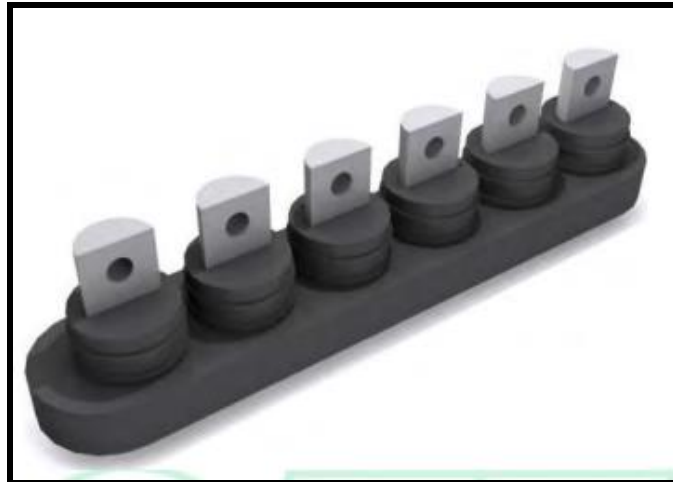


Fig. 4.15. Conector multiple de baja tensión.

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES	
MATERIAL, FORMA Y ACABADO	Conectador de aluminio tipo múltiple con Aislamiento a base de etileno propileno para 600 V, con A derivaciones adaptables a juego de conexiones tipo CM-600
ESPECIFICACIÓN	NMX-J-519
USO Y APLICACIÓN	Conectar cables aislados en Sistemas de Distribución Subterráneos de Baja Tensión y acometidas.
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO	Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad en bolsa de plástico cerrada.
PRUEBAS	Mecánicas y eléctricas

Tabla 3.10. Características de conector multiple de baja tensión.

3.9 Diagrama unifilar.

El diagrama unifilar es el plano eléctrico más común que identifica y suministra información sobre las dimensiones de los componentes principales del sistema de alambrado eléctrico y muestra cómo la potencia es distribuida desde la fuente, habitualmente la hasta el equipo de utilización.

Los diagramas unifilares representan las partes que componen a un sistema eléctrico de modo gráfico, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así una visualización completa del sistema de la forma más sencilla. Ya que un sistema trifásico balanceado siempre se resuelve como un circuito equivalente monofásico, o por fase, compuesto de una de las tres líneas y un neutro de retorno, es rara vez necesario mostrar más de una fase y el neutro de retorno cuando se dibuja un diagrama del circuito. A este diagrama simplificado de un sistema eléctrico se le llama diagrama unifilar o de una línea. Éste indica, por una sola línea y por símbolos estándar que pueden ser obtenidos de la NMX-J-136-ANCE, cómo se conectan las líneas de transmisión con los aparatos asociados de un sistema eléctrico.

En México, la NOM-001-SEDE, es la norma que establece las condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas de los inmuebles, tanto públicos como privados, y se actualiza periódicamente para garantizar su aplicación en todo el país.

En el caso de los diagramas unifilares, la NOM-001-SEDE establece la necesidad de elaborar un diagrama unifilar que muestre los detalles de los circuitos alimentadores antes de la instalación de los mismos.

Este diagrama unifilar debe mostrar información como la superficie en metros cuadrados del edificio o estructura alimentada por cada alimentador, la carga total conectada antes de aplicar los factores de demanda, los factores de demanda aplicados, la carga calculada después de aplicar los factores de demanda, y el tipo, tamaño nominal y longitud de los conductores utilizados.

Además, la NOM-001-SEDE establece un procedimiento de Evaluación de Conformidad (PEC) que debe ser seguido para garantizar el cumplimiento de la norma.

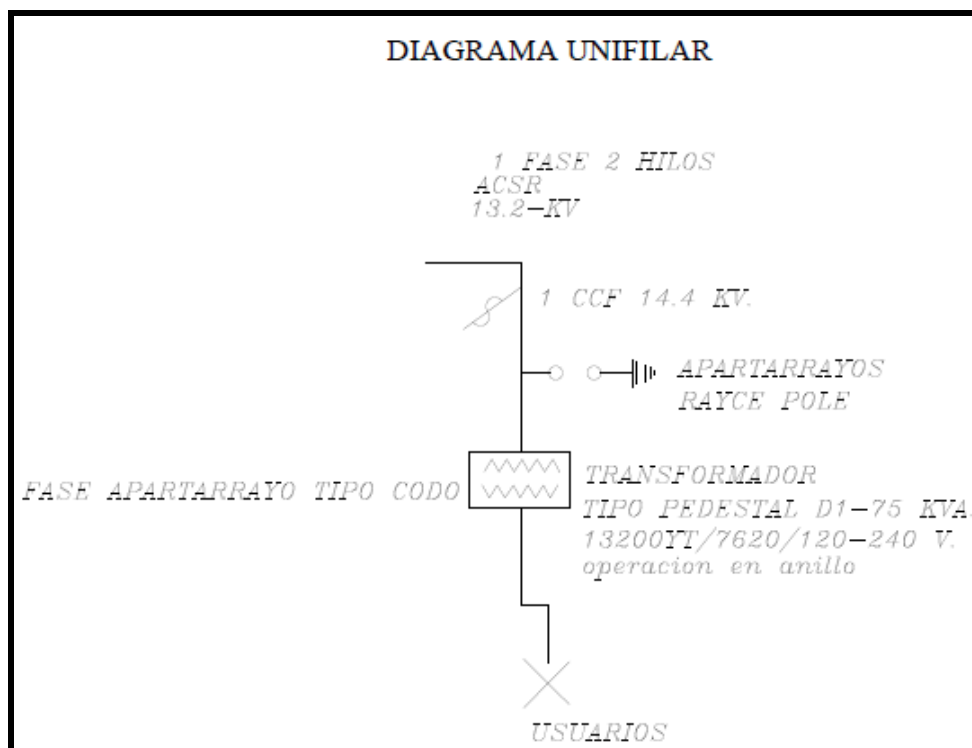


Fig. 4.16. Diagrama unifilar de subestación a instalar.

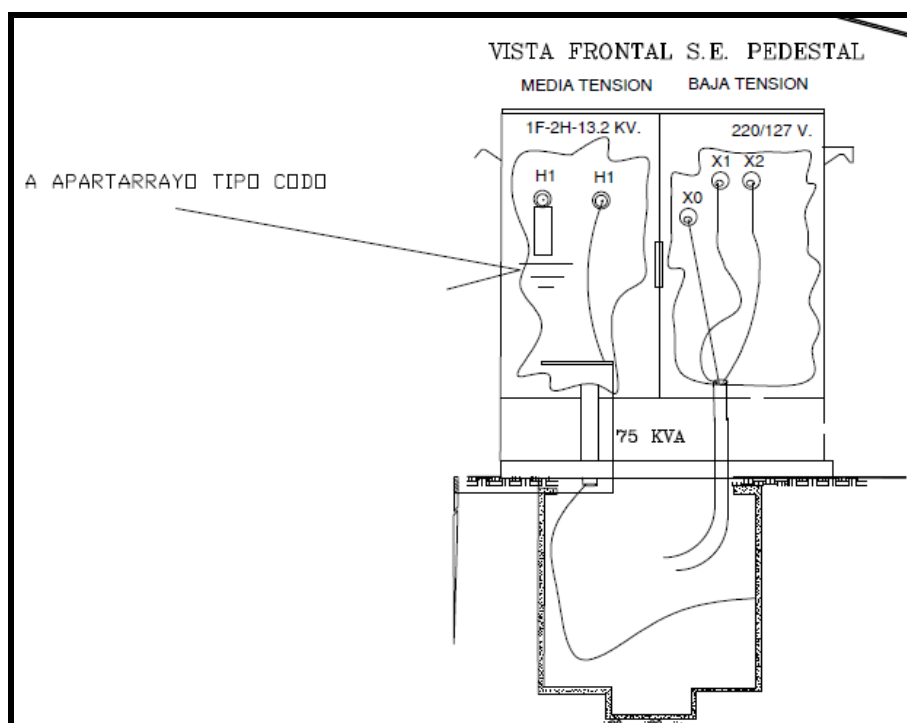


Fig. 4.17. Diagrama frontal de transformador pedestal.

3.10 Cuadro de cargas.

Llamado formalmente **cuadro de distribución de cargas**, es un resumen de la potencia de los dispositivos o elementos eléctricos en una instalación eléctrica, desde otro punto de vista, se pudiera entender, como una interpretación en forma de tabla, de algunos elementos del diagrama unifilar. Además, es importante mencionar que, en la práctica se puede agregar en la misma hoja o plano.

En primer lugar, considera que el **cuadro de cargas**, es un **requisito** de la instalación eléctrica cuando esta tiene una **carga instalada mayor o igual a 100 kilowatts**. A diferencia de instalaciones con **carga instalada menor a 100 kilowatts no es necesario**, es suficiente con presentar una relación de las cargas instaladas.

Primero en cada circuito de **fuerza, alumbrado, contactos o dispositivos**, incluir:

- Número de circuitos,
- lámparas,
- Contactos
- dispositivos eléctricos
- Fases a las que va conectado el circuito
- carga en Watts o Volt-Amperes,
- corriente en Amperes,
- tamaño de los conductores y
- Características de las protecciones contra sobre corriente.

CUADRO DE CARGAS DETALLADO POR CIRCUITO DE LA SUBESTACIÓN E1

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA				CARGA CONECTADA EN KVAS				DEMANDA EN KVAS		BALANCEO DE FASES	
CTOS.		CANTIDAD DE LOTES	KVA LOTE	KVAS	POR TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD DE LUMINARIAS	TOTAL KVAS	INSTALADA	UTILIZACIÓN	A	B
CTO.	1	18	0,5	9		0	9	75	12%	9	9
CTO.	2	24	0,5	12		0	12	75	16%	12	12
CTO.	3	24	0,5	12		0	12	75	16%	12	12
CTO.	4	30	0,5	15		0	15	75	20%	15	15
CTO.	5	ALUM			0,150W / 0,9 = 0,17 KVAS 0,17 11	1,87	1,87	75	2%		
TOTAL		96	0,5	48	0,150W / 0,9 = 0,17 KVAS 0,17 11	1,87	49,9	75	66%	60	60

Tabla 3.11. Cuadro de cargas.

3.11 Selección del conductor a media tensión.

Utilizaremos cable de potencia de media tensión XLP de cobre o aluminio calibre 3/0 AWG para la alimentación los anillos que abastecerán a los servicios particulares y a los transformadores de CFE.

Para 75 KVA XLPE 3/0, 100% de aislamiento, según especificación E0000-16 de las normas de construcción de redes subterráneas de CFE.

Se tendrá presente que la caída de tensión máxima no exceda del 1 % en condiciones normales de operación.

El neutro corrido será de cobre desnudo semiduro, calibre mínimo 2 AWG, el cual se deberá conectar a tierra en cada registro primario y equipo.

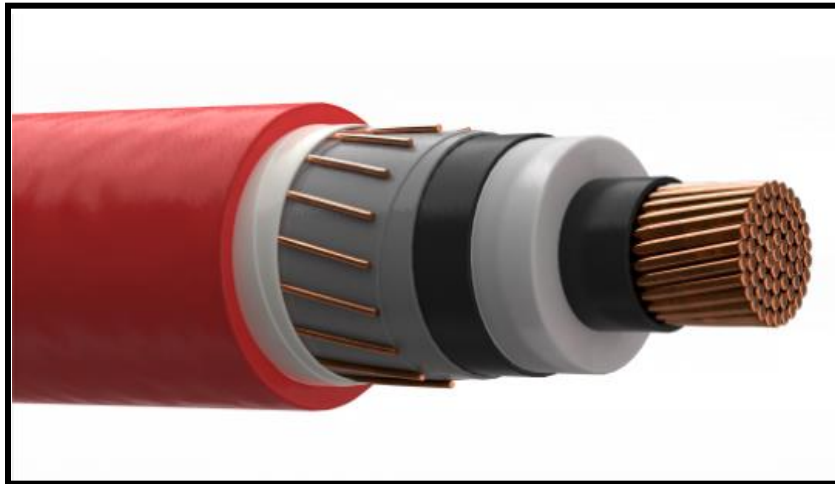


Fig. 4. 18. Cable XLPE 3/0

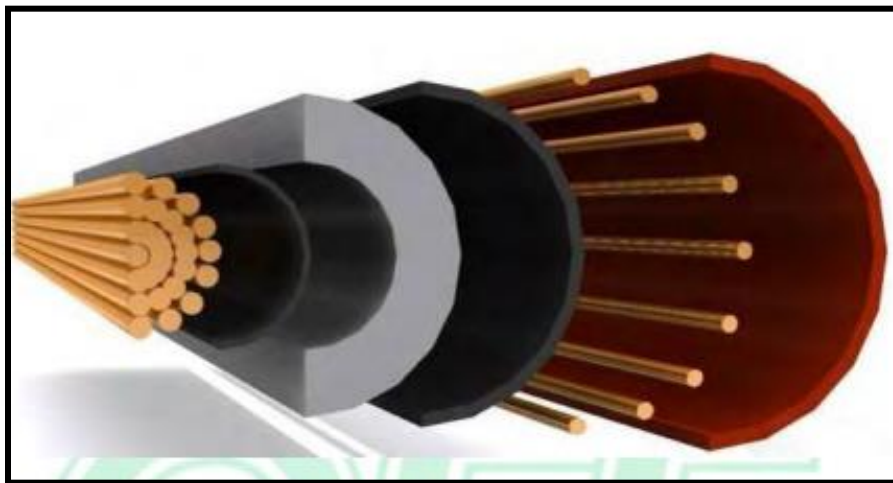


Fig.4.19. Construcción de cable XLPE.

Descripción general

Cable mono conductor formado por conductor de cobre suave o aluminio duro 1350 , con pantalla semiconductora sobre el conductor y aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLPE) o etileno propileno (EPR), pantalla sobre el aislamiento extruida, pantalla metálica a base de alambres de cobre y cubierta de policloruro de vinilo altamente deslizable (PVC-RAD).

Especificaciones

NMX-J-142/1 Cables de Energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o base de etileno propileno para tensiones de 5 a 35 kV.

Principales aplicaciones

- ✓ Redes subterráneas de distribución primaria en zonas comerciales donde la densidad de carga es muy elevada.
- ✓ Alimentación y distribución primaria de energía eléctrica en plantas industriales en general.
- ✓ Redes de distribución primaria en zonas residenciales
- ✓ En la alimentación y distribución de energía eléctrica en edificios con subestaciones localizadas en varios niveles.
- ✓ Puede Instalarse en conduit y ductos.

Características

- Tensión máxima de operación: 5 000, 8 000, 15 000, 25 000 o 35 000 V.
- Niveles de aislamiento de 100% y 133% (categorías I y II respectivamente)
- Temperatura máxima de operación: 90°C.
- Temperatura máxima de operación en emergencia: 130°C.
- Temperatura máxima de operación en corto circuito: 250°C.

Los conductores son de cobre suave o de aluminio duro 1 350 en cableado compactado en secciones de 8.37 a 507 mm²(8 AWG a 1 000 kcmil), según la tensión de operación.

El aislamiento es de polietileno de cadena cruzada (XLPE) o etileno propileno (EPR).

La pantalla metálica está formada por alambres de cobre suave que cumplen o exceden los requerimientos de NMX-J-142/1.

Cubierta Exterior Altamente Deslizable (RAD) de PVC Rojo resistente a la flama.

VENTAJAS

Su pantalla metálica:

- Permite hacer las conexiones a tierra lo cual mejora las condiciones de seguridad del personal durante la operación del cable.
- Confina y uniformiza el campo electrostático.
- Permite operar equipos de protección contra fallas eléctricas
- La cubierta le proporciona protección adicional contra malos tratos durante la instalación y operación del cable.
- Cuentan con una cubierta exterior formulado para que el cable pueda deslizarse fácilmente (altamente deslizable) durante su proceso de instalación de ductos de polietileno o de PVC.
- Puede instalarse en Conduit, ducto o directamente enterrado.
- Excelentes características eléctricas y mecánicas.

XLPE - 35 kV											
				100% Nivel de Aislamiento Espesor de aislamiento : 8,76 mm (345 mils)				133% Nivel de Aislamiento Espesor de aislamiento : 10,67 mm (420 mils)			
Designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado (kg / 100 m)		Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm ²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio	mm	mm	Cobre	Aluminio
1/0	53,48	19	8,6	27,7	36,8	151	116	31,5	40,7	173	138
2/0	67,43	19	9,6	28,7	37,8	168	124	32,5	41,7	190	147
3/0	85,01	19	10,8	29,9	39,1	190	135	33,7	43,0	213	158
4/0	107,2	19	12,1	31,6	40,8	218	149	35,4	46,3	259	189
250	126,7	37	13,2	32,9	42,1	244	161	36,7	47,6	285	203
300	152,0	37	14,5	34,2	43,6	274	175	38,0	49,0	316	217
350	177,3	37	15,7	35,4	46,3	318	203	39,2	50,2	346	230
400	202,7	37	16,7	36,4	47,3	347	215	40,2	51,6	378	247
500	253,4	37	18,7	38,4	49,4	404	239	42,2	53,7	437	272
600	304,0	61	20,6	40,5	52,0	467	269	44,3	55,9	497	300
750	380,0	61	23,0	42,9	54,4	550	302	46,7	58,3	582	334
1 000	506,7	61	26,9	46,8	58,4	686	357	50,6	62,4	720	391

Tabla 3.12. características de cable XLPE

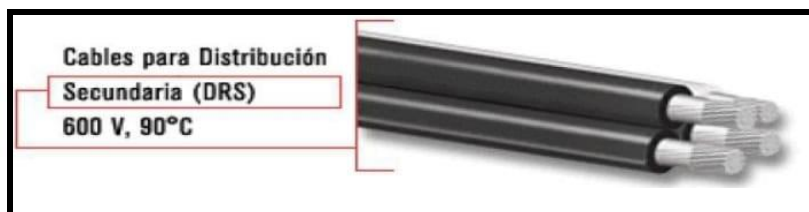
AWG KCMIL MM²	CLASE KV	AISLAMIENTO		CONDUCTOR				TENSION SOPORT		COD CRE
		Espesor		N° HxDiam Pulg	Area mm2	Diámetro		Imp.Atm KV	Frec. Ind. 5 min KV	
		mm	Pulg			mm	Pulg			
2	15	4.45	0.175	7 x .0947	33.62	6.8	0.268	95	33	3001
AWG	25	6.60	0.260	7 x .0947	33.62	6.8	0.268	150	49	293
1/0 AWG	15	4.45	0.175	19 x 0.745	53.49	8.5	0.336	95	33	---
	25	6.60	0.260	19 x .0745	53.49	8.5	0.336	150	49	304
	35	8.76	0.345	19 x .0745	53.49	8.5	0.336	150	49	---
4/0 AWG	15	4.45	0.175	19 x .1055	107.20	12.0	0.475	95	33	---
	25	6.60	0.260	19 x .1055	107.20	12.0	0.475	150	49	3378
	35	8.76	0.345	19 x .1055	107.20	12.0	0.475	150	49	265
250 KCMIL	15	4.45	0.175	37 x .0822	127.00	13.2	0.520	95	33	267
	25	6.60	0.260	37 x .0822	127.00	13.2	0.520	150	49	---
	35	8.76	0.345	37 x .0822	127.00	13.2	0.520	150	49	264
600 KCMIL	15	4.45	0.175	61 x .0992	304.00	20.6	0.813	95	33	286
	25	6.60	0.260	61 x .0992	304.00	20.6	0.813	150	49	4172
	35	8.76	0.345	61 x .0992	304.00	20.6	0.813	150	49	---
120 mm²	25	6.60	0.260	35	120.00	12.9		150	49	5166

Tabla 3.13. Características de tipos de cable XLPE.

TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR (°C)		
En régimen permanente	En régimen sobrecarga	En régimen corto-circuito
90	130	250

Tabla 3.14. Régimen de temperaturas de cable XLPE.

3.12 Selección del conductor para baja tensión



Es aquella que solo cuenta con una trayectoria, proporcionando el servicio de energía eléctrica.

Fig. 4.20. Cable XLPE negro

Descripción general:

Cable formado por dos o tres conductores de cobre o aluminio, con aislamiento individual de polietileno de cadena cruzada (XLPE) en color negro, reunidos entre sí con un conductor neutro aislado con polietileno de cadena cruzada (XLPE) en color blanco.

Especificaciones:

Los cables de distribución cumplen con las siguientes especificaciones:

- CFE E0000-02 Cables para 600 Volts con aislamiento de cadena cruzada.

Principales aplicaciones:

- Estos cables se usan en sistemas de distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión.
- Puede ser instalado en ductos o directamente enterrado.
- En instalaciones eléctricas permanentes o temporales de alumbrado en general.

Características:

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperatura máxima de operación en el conductor: 60 °C.
- Conductor de cobre suave en alambre o cable.

Se ofrecen en los siguientes empaques:

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperatura máxima de operación en el conductor: 90 °C.
- Los conductores de cobre se fabrican en temple suave y los de aluminio con aleación 1 350 en temple duro (H19).
- Se fabrican en calibres de 21.15 a 177.3 mm² (4AWG a 350 MCM).
- El color del aislamiento de los conductores de fase es negro, que lo hace resistente a la intemperie.

Ventajas:

- Puede instalarse directamente enterrado.
- Su aislamiento termofijo ofrece mayor estabilidad térmica.

3.13 Descripción de los dispositivos de protección

a) Relevadores

Un relé es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abriendo y cerrando el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente. Permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevadores. Existen diferentes tipos de relevadores, unos de ellos son:

- Relevador de sobre corriente instantáneo.
- Relevador de sobre corriente con retraso de tiempo.

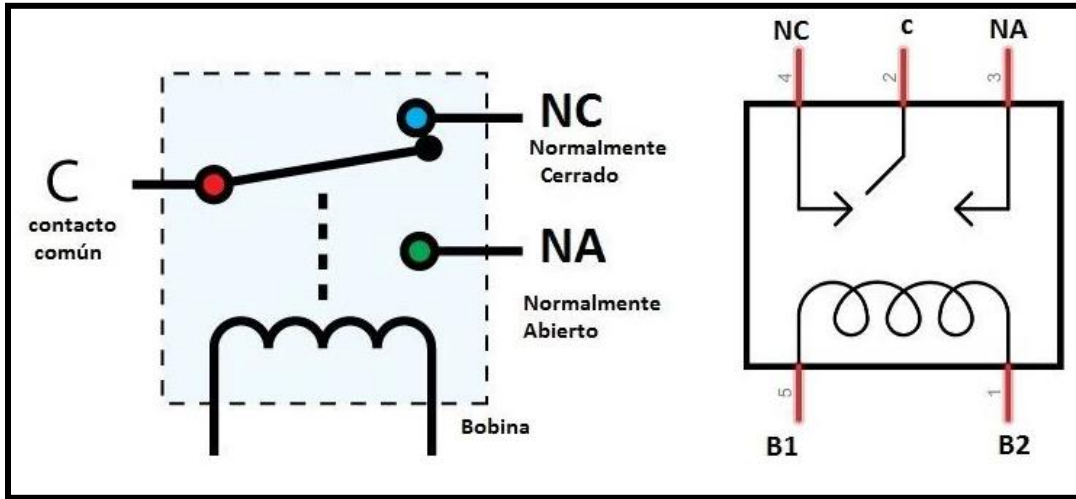


Fig. 4. 21 Funcionamiento de un relevador

b) Equipo de protección en transición.

Se deben utilizar en transiciones y ser de apertura trifásica.

Estos equipos deben cumplir con Normas Nacionales o Internacionales y/o especificaciones CFE vigentes.

Un ejemplo de estos serían los cortacircuitos que son un dispositivo que por la fusión de uno o más de sus componentes especialmente diseñados y dimensionados, abre el circuito al que se encuentra interconectado e interrumpe la corriente cuando esta excede un valor dado durante un tiempo suficiente.

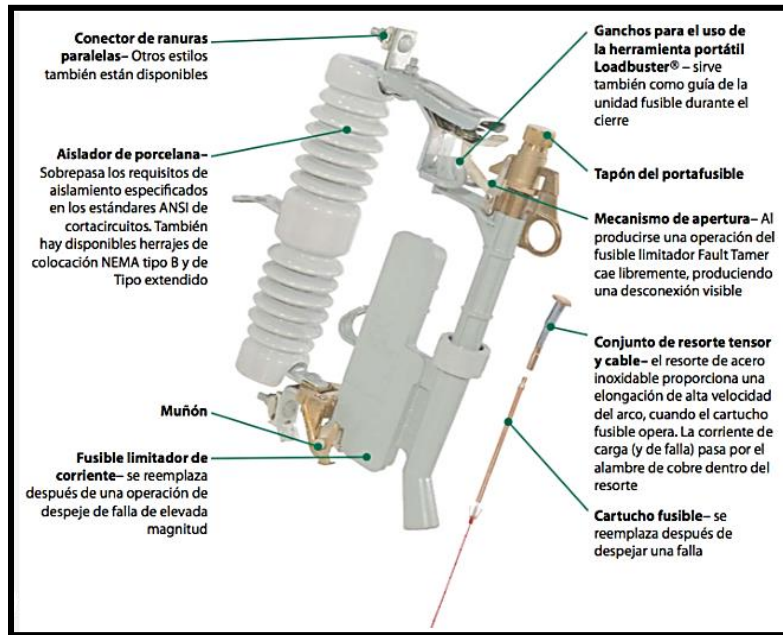


Fig. 4.22. Partes de un cortacircuito

c) Seccionadores tipo pedestal o sumergible.

Se deben utilizar en Sistemas Subterráneos. Su apertura será trifásica y deberá cumplir con las especificaciones CFE VM000-51 y CFE VM000-68.

Estos son fabricados para operación manual, con protección por medio de fusibles, cumpliendo con las necesidades de cada cliente en el momento de su solicitud. Son fabricados en uno o dos frentes en tanque y gabinete en acero dulce o bien en acero inoxidable para zonas de ambiente corrosivo.

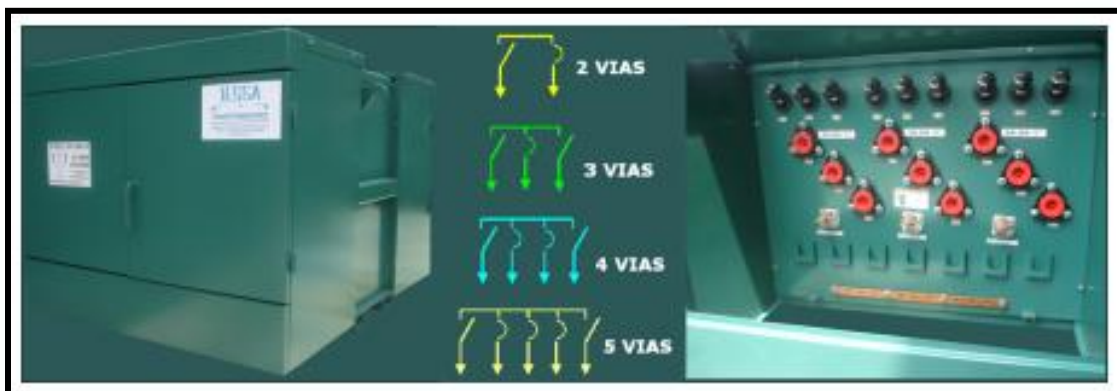


Fig. 4.23. Ejemplo de seleccionador tipo pedestal.

d) Fusible tipo expulsión.

El fusible debe especificarse de acuerdo a la frecuencia de operación, capacidad nominal de corriente, tensión máxima de diseño y capacidad interruptora.

La capacidad nominal es por definición la corriente que el elemento puede soportar continuamente sin sufrir calentamientos que pudieran modificar sus características de diseño. Para la coordinación de elementos fusibles, se consideran los siguientes aspectos:

- El elemento fusible no debe operar a causa de la corriente de carga, debe ser capaz de mantener el flujo de la corriente de carga máxima sin calentarse y sin modificar sus características originales.
- Para coordinar sus tiempos de operación con los del equipo adyacente, se debe estar consciente de que, para valores cercanos al tiempo mínimo de fusión, el fusible perderá sus características de diseño y aun cuando el elemento no sea fundido, no se apegará a sus tiempos originales.
- La falla es despejada hasta que se rebasa el valor de tiempo máximo de apertura.

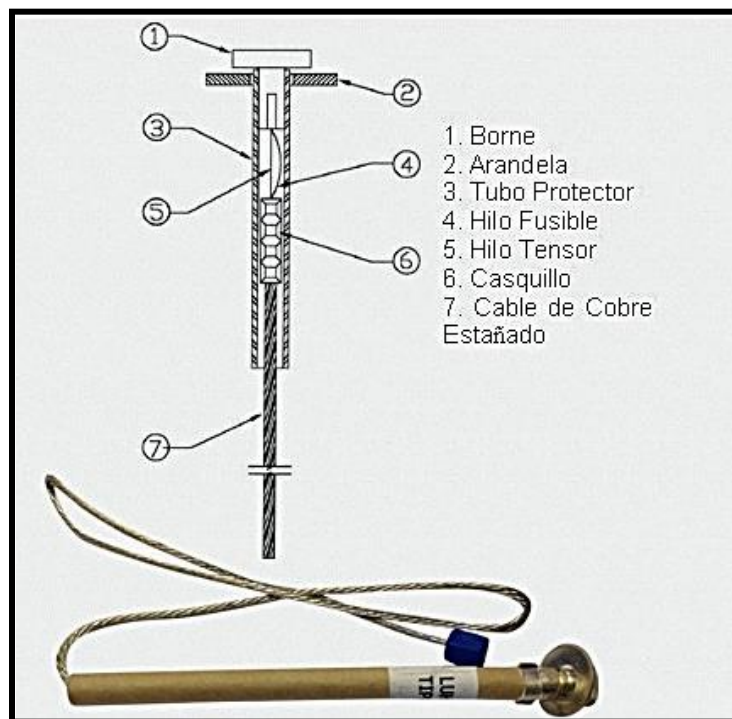


Fig. 4.24. Partes de Fusible simple expulsión.

e) Protección de transformadores tipo pedestal y sumergible.

Se deben utilizar las siguientes protecciones:

- Fusibles limitadores de corriente de rango parcial y fusibles de expulsión, para transformadores tipo pedestal trifásicos y monofásicos, según especificaciones CFE K0000-04, CFE K0000-08, CFE K0000-19 y CFE K0000-22.

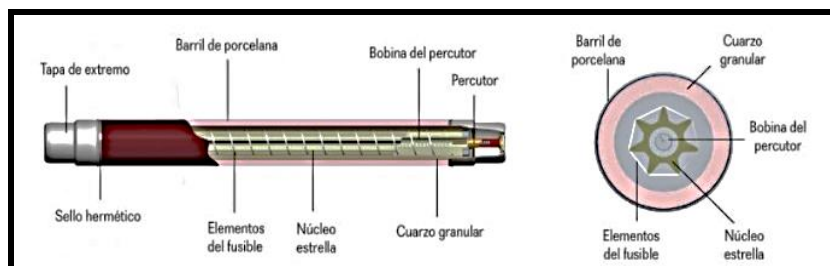


Fig. 4.25. Partes de fusibles limitadores de rango parcial.

- Fusible de rango completo para transformadores trifásicos. De acuerdo con las especificaciones CFE K0000-05 y CFE K0000-07.



Fig. 4.26. Fusibles de rango completo.

- Interruptor en baja tensión, para proteger los transformadores contra sobrecargas y cortocircuitos en baja tensión, si son requeridos en las características particulares.

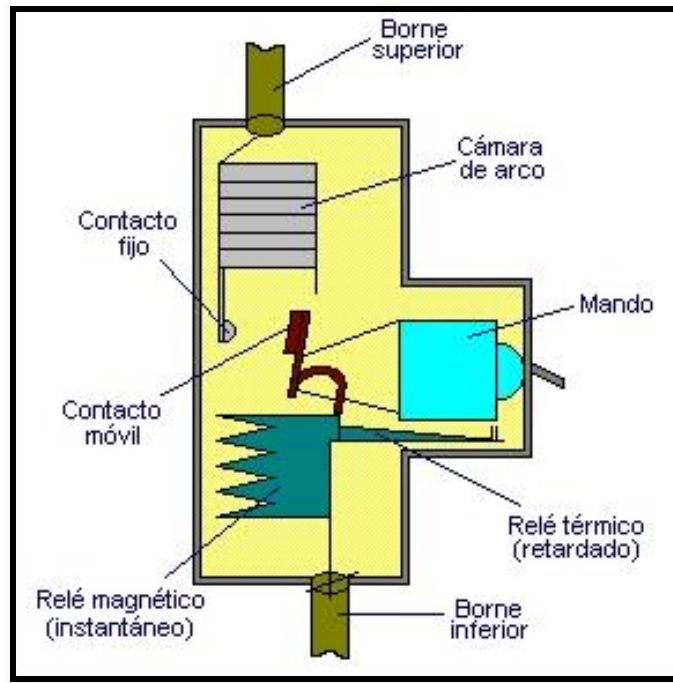


Fig. 4.27. Partes de interruptor de baja tensión.

- f) Para seccionadores de transferencia manual o automática.
Se debe utilizar protección mediante un simulador electrónico de apertura trifásica de la capacidad requerida de acuerdo a las especificaciones CFE VM000-51 y CFE VM000-68.

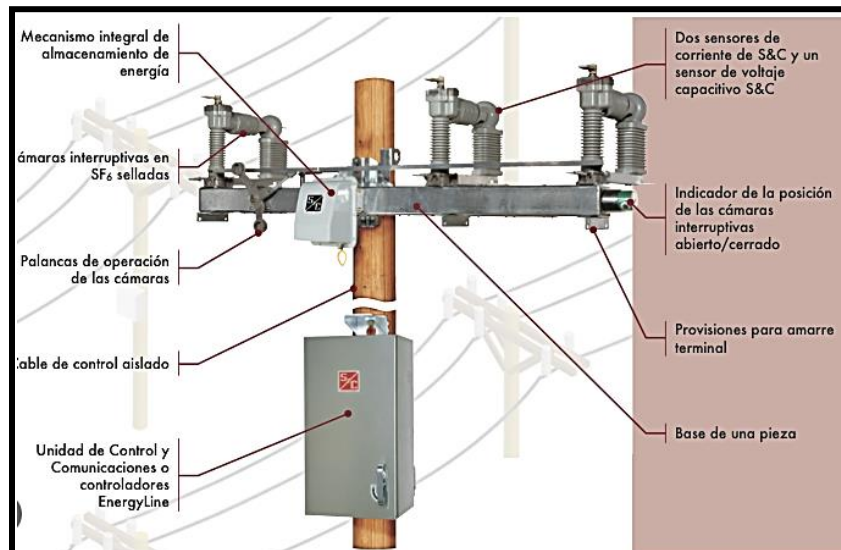


Fig. 4.28. Partes de un seccionador de transferencia automática

- g) Conectores tipo codo porta fusible para 200 A de apertura con carga o fusibles limitadores de corriente en contenedores premoldeados.

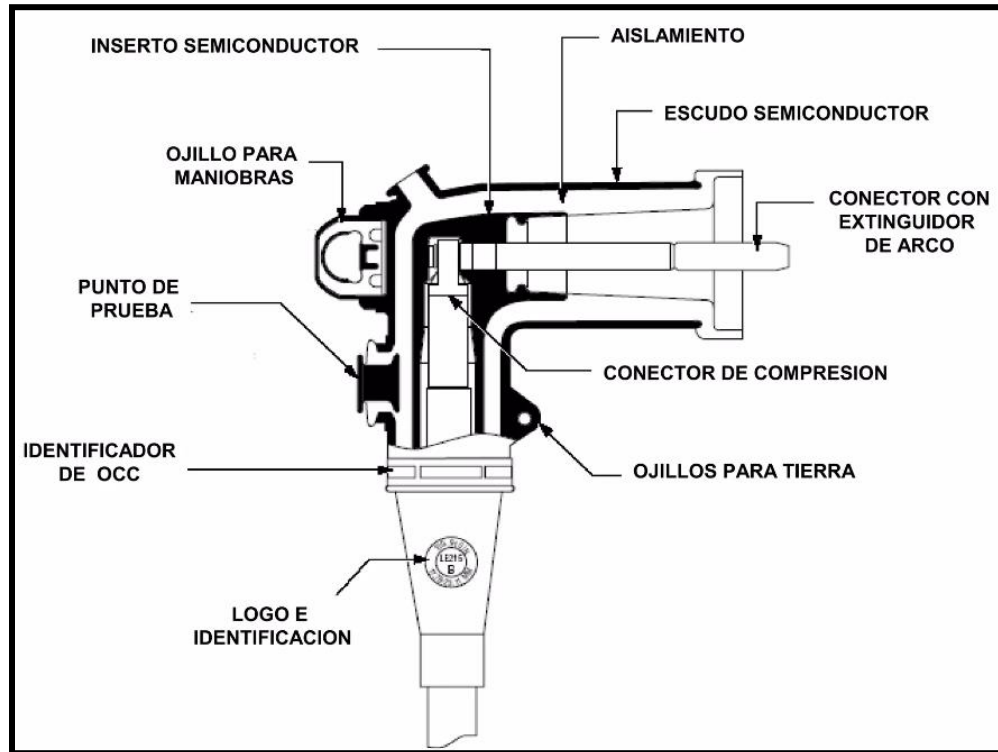


Fig. 4.29. Partes de codo porta fusible

3.14 Importancia.

Los equipos de protección eléctrica son fundamentales por varias razones, incluyendo la seguridad, la confiabilidad del sistema eléctrico y la protección de los componentes eléctricos. Aquí se destacan algunas de las principales razones:

- ❖ Seguridad del personal: Los equipos de protección eléctrica, como interruptores automáticos, fusibles y relés de protección, ayudan a prevenir accidentes eléctricos que pueden causar lesiones graves o incluso la muerte. Estos dispositivos pueden detectar fallas eléctricas y desconectar rápidamente la energía, evitando choques eléctricos y posibles incendios.

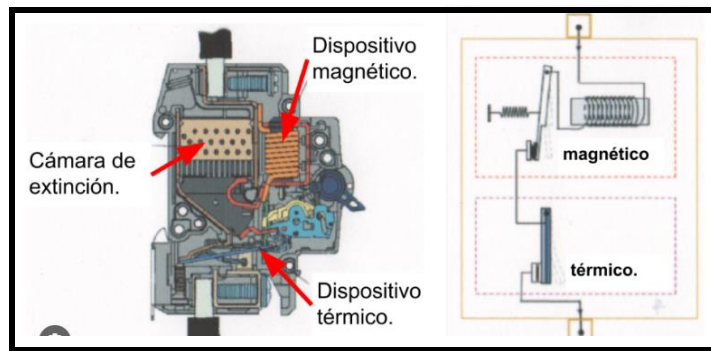


Fig. 4.30. Partes de interruptor termomagnético.

2. Protección de equipos: Los equipos eléctricos y electrónicos son costosos y sensibles a las sobretensiones, cortocircuitos y otros eventos eléctricos anómalos. Los dispositivos de protección limitan el daño que estas condiciones pueden causar, prolongando la vida útil de los equipos y reduciendo los costos de mantenimiento y reemplazo.



Fig. 4.31. Protección de equipos eléctricos.

3. Fiabilidad del sistema: La protección adecuada asegura que el sistema eléctrico funcione de manera confiable. La detección y desconexión rápidas de fallas minimizan el tiempo de inactividad y aseguran un suministro continuo de electricidad, lo cual es crucial para operaciones industriales, comerciales y residenciales.

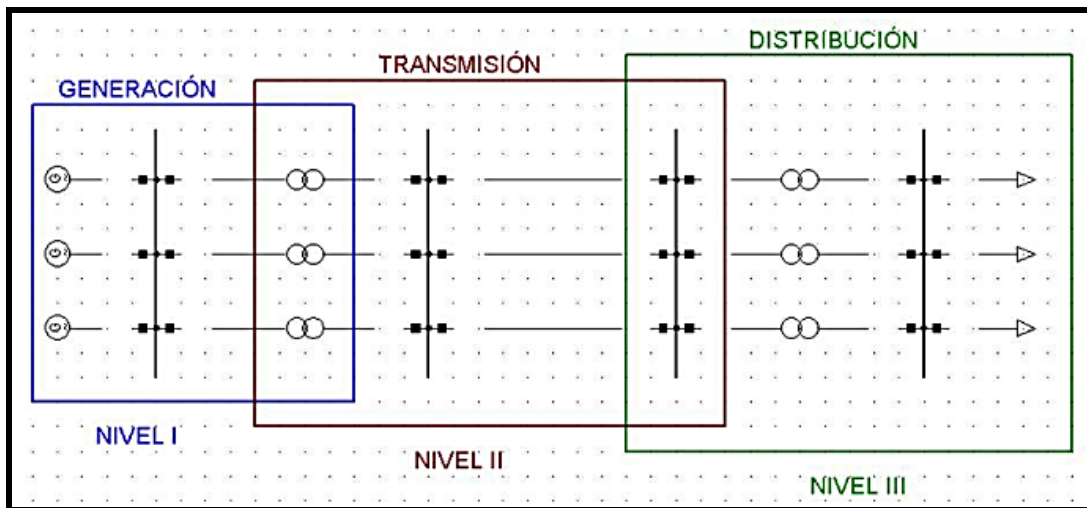


Fig. 4.32. Niveles de confiabilidad en el sistema eléctrico.

4. Cumplimiento de normas y regulaciones: Existen normativas y estándares internacionales que exigen la implementación de medidas de protección eléctrica. El cumplimiento de estas regulaciones no solo es un requisito legal, sino que también garantiza que las instalaciones eléctricas sean seguras y eficientes.



Fig. 4.33. Estructura de CFE.

5. Prevención de incendios: Las fallas eléctricas son una causa común de incendios. Los dispositivos de protección pueden detectar condiciones peligrosas, como sobrecargas y cortocircuitos, y actuar rápidamente para desconectar la energía, evitando que se inicie un incendio.

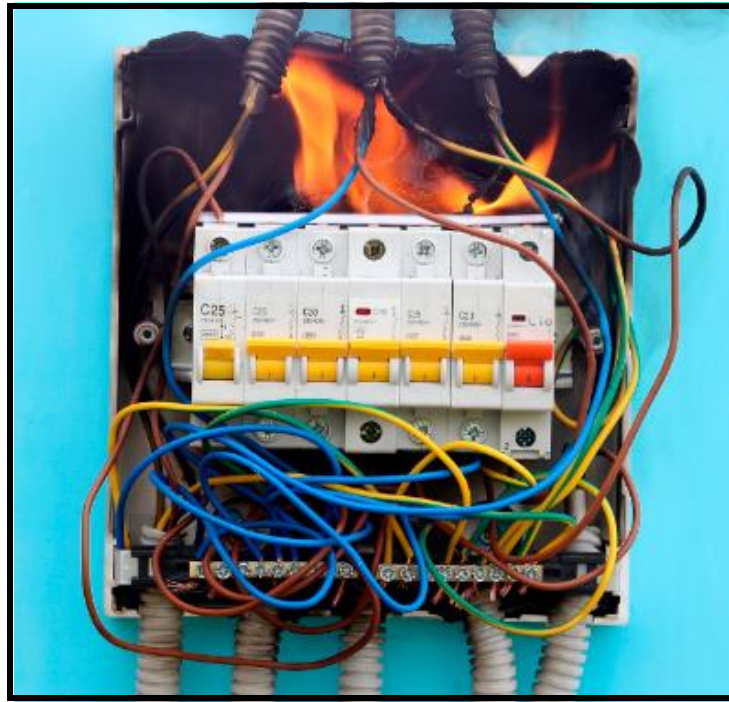


Fig. 4.34. Riesgo de incendio eléctrico.

6. Reducción de costos: La inversión en equipos de protección eléctrica puede parecer costosa inicialmente, pero a largo plazo ahorra dinero al evitar daños a los equipos, reducir el tiempo de inactividad y minimizar los riesgos de accidentes que podrían resultar en demandas legales o compensaciones.

En resumen, los equipos de protección eléctrica son esenciales para garantizar la seguridad de las personas, proteger los equipos y asegurar la continuidad y confiabilidad del suministro eléctrico.

3.15 Desarrollo

La electrificación subterránea de un nuevo fraccionamiento implica varios pasos y procedimientos técnicos y administrativos, es este proyecto se llevaron a cabo de la siguiente manera:

1. Estudios y Planeación

- ✓ Estudio de Factibilidad: Evaluar la viabilidad técnica del proyecto.
- ✓ Levantamiento Topográfico: Realizar un levantamiento detallado del terreno para identificar las características del área. (Anexos 1)
- ✓ Diseño del Proyecto: Elaborar los planos y especificaciones técnicas del sistema de electrificación subterránea, considerando la normativa y las necesidades del fraccionamiento. (Anexos 2)
- ✓ Presupuesto: Elaborar un total de precio conforme los materiales necesarios a comprar, la mano de obra y los trámites ante CFE. (Anexos 3)

2. Trámites y Permisos

- ✓ Permisos Municipales: Obtener los permisos necesarios de uso de suelo, constancia de alineamiento y número oficial.

Municipio de Xaltocan Tlaxcala
"Vagor de Ciudad de México a Dónde se Sienta en Ciudad"

ALTOCAN
Trámites para Ciudad

DIRECCION DE OBRAS PÚBLICAS
OFICIO No.: DOFMX-NO-21-019
ASUNTO: CONSTANCIA DE ALINEAMIENTO Y NÚMERO OFICIAL

A QUIEN CORRESPONDA PRESENTE.

A través de este medio, la dirección de obras públicas hace constar que en "EL PREDIO DENOMINADO CAPULTITLA" se construirá un Fraccionamiento denominado "RESIDENCIAL CAMPESTRE EL ARENAL", el cual constara de 96 lotes, Ubicado en Calle Tlacuicco en la comunidad de San Simón Tlatlahuictepec, Municipio de Xaltocan, Tlaxcala, amparado mediante LA ESCRITURA PUBLICA DE COMPRAVENTA No. 2882 VOLUMEN No. 31 PASADA ANTE LA FE DEL DR. CARLOS ERIC IXTLAPALE CARMONA NOTARIO PUBLICO No.3 DE LA DEMARCACION DE JUAREZ A FAVOR DE MUNDICASA SOLUCIONES INMOBILIARIAS S.A. DE C.V, según visita ocular por esta dirección se hace constar que ha respetado el alineamiento y el ancho de las calles con sus respectivas medidas según plano de lotificación autorizado por esta dirección por lo que se le extiende la presente constancia de alineamiento, así mismo hago constar que a los 96 lotes se les asignaron los NÚMEROS OFICIALES que a continuación se detallan:

MANZANA	LOTE	No. OFICIAL	PRIVADA
001	1	1	XOCOYUL
001	2	3	XOCOYUL
001	3	5	XOCOYUL
001	4	7	XOCOYUL
001	5	9	XOCOYUL
001	6	11	XOCOYUL
002	7	2	XOCOYUL
002	8	4	XOCOYUL
002	9	6	XOCOYUL
002	10	8	XOCOYUL
002	11	10	XOCOYUL
002	12	12	XOCOYUL
002	13	14	TEPEZINTLE
002	14	16	TEPEZINTLE
002	15	18	TEPEZINTLE
002	16	20	TEPEZINTLE
002	17	22	TEPEZINTLE
002	18	24	TEPEZINTLE

PODERADO MUNICIPAL
Cde. San Martín Balleza, S.A.
C.P. 90440, Xaltocan, Tlaxcala.

(541) 41 54002 / 41 54100

direccionobraspublicas@xaltocan.gub.mx

www.xaltocan.gub.mx

Fig. 2.23 Constancia de alineamiento

Municipio de Xaltocan Tlaxcala
"Lugar de Ciudad de Atenas a Donde se Sumbra en Atenas"

DIRECCION DE OBRAS PÚBLICAS
OFICIO No.: DOPMX-US- 21-004
ASUNTO: PERMISO DE USO DE SUELO

A QUIEN CORRESPONDA PRESENTE.

El que suscribe Ing. Genaro Nava Flores, Director de Obras Públicas del Municipio de Xaltocan, Tlax., en uso a las facultades que le confieren los Artículos 33 fracción XVIII de la Ley Municipal del Estado de Tlaxcala. Y con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 115 Párrafo V inciso D de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Artículo 86 Fracción VI de la Constitución Política del Estado de Libre y Soberano de Tlaxcala; y Artículo 33 fracción XVIII de la Ley Municipal y en total apego a la Ley de Ordenamiento Territorial para el Estado de Tlaxcala Artículo 1, Artículo 4 Párrafo XVI, Artículo 12 Párrafo IV, y Artículo 119. Manifiesto que Mediante Inspección en campo por la Dirección de Obras Públicas del Municipio de Xaltocan, Tlax. Se otorga el presente:

PERMISO DE USO DE SUELO

Para "USO DE UNIDAD HABITACIONAL" Ubicado en Calle Tlacomulco en la comunidad de San Simón Tlatlahuquitepec, Municipio de Xaltocan, Tlaxcala., amparado mediante LA ESCRITURA PUBLICA DE COMPRAVENTA No. 2882 VOLUMEN No. 38 PASADA ANTE LA FE DEL DR. CARLOS ERIC IXTLAPALE CARMONA NOTARIO PUBLICO No.3 DE LA DEMARCACIÓN DE JUARÉZ A FAVOR DE MUNDICASA SOLUCIONES INMOBILIARIAS S.A. DE C.V.

Lo que se comunica a usted para su conocimiento y a efecto procedente, reiterándole un cordial saludo.

Este documento tiene una vigencia de 5 (cinco) años a partir de la fecha de expedición, se extiende la presente para los fines y usos legales a l s 12 días del mes de octubre 2020.

ATENTAMENTE.


ING. GENARO NAVA FLORES

Fig. 2.23. Permiso de uso de suelo

- ✓ Aprobación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE): Presentar el proyecto a la CFE para su revisión y aprobación. Se presenta el OPO (Presupuesto de cargos por obra(s) específica(s) y de ampliación.).

CFE
Comisión Federal de Electricidad®

DIVISION CENTRO ORIENTE
ZONA TLAXCALA
OFICIO DE PRESUPUESTO DE OBRA
"2023 Año de Francisco Villa,
El Revolucionario del Pueblo"

Oficio No. : 1689/2023
Solicitud No. 00001625/2023

MUNDICASA SOLUCIONES INMOBILIARIAS SA DE CV TLACOMULCO

Asunto : Presupuesto de cargos por obra(s) específica(s) y de ampliación.
Fecha Oficio: 11/23/2023
Atención: EUSTORGIO REPRESENTANTE

Con relación a la solicitud de servicio de energía eléctrica bajo el régimen de aportaciones No. 00001625 de fecha 11/17/2023 para su servicio a nombre de EUSTORGIO MORENO RIVERA que se localiza en TLACOMULCO, Número: 85, en la colonia S S TLATLAHUQUITEPEC022 entre INDEPENDENCIA y FRANCISCO I MADERO, Municipio de XALTOCAN, Estado de TLAXCALA, con el presente, nos permitimos comunicarle el resultado de los estudios que hemos realizado:

1.- CARACTERÍSTICAS

De acuerdo con las necesidades expresadas en su solicitud, las características del servicio que proporcionaremos serán las siguientes:

Carga contratada	54 kVA 48 kW
Demanda Contratada	54 kVA 48 kW
Tensión de suministro	220 V
Tolerancia en la tensión	± 5 %
Frecuencia	60 HERTZ
Tolerancia en la frecuencia	± 0,5 %
Número de fases e hilos	1F2H
Tarifa	01-1

2.- OBRAS NECESARIAS

Para que el suministrador otorgue el servicio solicitado, será necesario, que se realice, fuera del programa que tiene autorizado, las obras específicas, cuyo croquis figura en el Anexo No. 1, con las características y presupuesto que a continuación se listan:

DESCRIPCIÓN Y COSTO DE LAS OBRAS ESPECÍFICAS
CONEXIÓN LINEA MEDIA TENSIÓN ÁREA 1 FASE

Fig. 2.24. OPO.

- ✓ Referencia: Se emite la referencia a pagar por parte de CFE.

CFE		FICHA DE DEPÓSITO NO. 1		DIVISIÓN: CENTRO ORIENTE ZONA: TLAXCALA FECHA: 30 DE MAYO DE 2024	
CFE DISTRIBUCIÓN APORTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS NECESARIAS A CARGO DE C.F.E.					
BANCO BANORTE			CONVENIO: 005562		
			REFERENCIA: 46168401050743075268		
RÉGIMEN DE APORTACIONES:					
SOLICITUD:	00000748/2024				
OFICIO:	733				
SOLICITANTE:	EUSTORGIO MORENO RIVERA				
FECHA LÍMITE DE PAGO:	30 DE JULIO DE 2024				
TIPO DE DEPÓSITO					
EFFECTIVO	☐	CARGO POR OBRA ESPECÍFICA: \$		21,352.61	
CHEQUE	☐	CARGO POR AMPLIACIÓN: \$		0.00	
		I.V.A.: \$		3,436.47	
		SUBTOTAL: \$		21,352.61	
		TOTAL: \$		24,769.38	
PRESENTAR ESTA FICHA DE DEPÓSITO PARA PAGOS EN VENTANILLA BANCARIA BANORTE ANTES DE LA FECHA LÍMITE. PARA PAGOS VÍA SPEI DEPOSITAR A LA CUENTA BANORTE / CLABE INTERBANCARIA: 3000999880 / 07255003000998808, ANOTANDO EN EL CAMPO DE REFERENCIA NUMÉRICA EL NÚMERO: 005562, Y EN EL CAMPO "PROPOSITO DE TRANSFERENCIA" / "CONCEPTO DE PAGO" AÑOTAR EL NÚMERO DE REFERENCIA PROPORCIONADO POR CFE QUE APARECE EN EL ENCABEZADO DE LA PRESENTE FICHA (20 DÍGITOS). UNA VEZ REALIZADO EL PAGO CUENTA CON 5 DÍAS HÁBILES PARA SOLICITAR SU FACTURA					
DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA SOLICITUD DE FACTURA:					
❖ En caso de requerir factura, deberá solicitarse vía correo electrónico dentro de los siguientes 5 días hábiles posteriores a su pago, a las siguientes direcciones: • maria.moralesp@cfe.mx • cynthia.garcia@cfe.mx • jhonatan.mendez@cfe.mx ❖ En la solicitud vía correo electrónico se deberá anexar: • Formato No.1 Requisitos para facturación • Boucher o comprobante de transferencia electrónica, depósito bancario o cheque certificado. • Ficha de referencia para depósito bancario. • Oficio resolutivo de obra o presupuesto de pago de excedente de KVA's,					

Fig. 2.25. Referencia a pagar por parte de CFE.

3. Preparación del Terreno

- ✓ Desmonte y Limpieza: Limpiar el área de trabajo de vegetación y escombros para un mejor trabajo en cuestión de organización.



Fig. 2.26. Desmonte y limpieza

- ✓ Marcación y Señalización: Marcar y señalizar las áreas donde se realizarán las excavaciones y el tendido de ductos.



Fig. 2.27 Marcación y señalización.

4. Excavación y Canalización

- ✓ Excavación de Cepas: Realizar las excavaciones de cepas donde se colocarán los registros para media y baja tensión.



Fig. 2.27. Excavación de cepas

- ✓ Excavación de Zanjas: Realizar las excavaciones para las zanjas donde se colocarán los ductos. Las dimensiones y profundidad de las zanjas deben cumplir con las especificaciones del diseño, conforme a los registros utilizados.



Fig. 2.28 Excavación de zanjas.

- ✓ Instalación de Ductos: Colocar ductos de PVC o concreto en las zanjas, que servirán de conductos para los cables eléctricos.

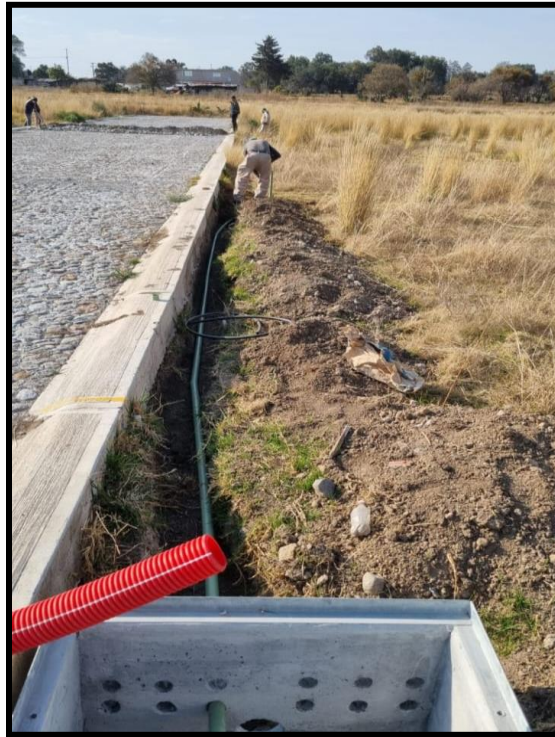


Fig. 2.29. Instalación de ductos.

- ✓ Colocación de Registros: Instalar registros en puntos estratégicos para facilitar el mantenimiento y la inspección futura.



Fig. 2.30. Colocación de registros.

5. Tendido de Cables

- ✓ Instalación de Cables: Pasar los cables eléctricos a través de los ductos instalados. Utilizar equipos especializados para asegurar que los cables no sufran daños durante la instalación.
- ✓ Empalmes y Conexiones: Realizar empalmes y conexiones necesarias, asegurando una correcta continuidad eléctrica y aislamiento.

6. Instalación de Equipo y restauración

- ✓ Transformador: Instalar el transformador y sus subestaciones eléctricas según lo requiera el diseño del proyecto.



Fig.2.31. Instalación de subestación de transformador.



Fig. 2.31. Instalación de cable a transformador pedestal.

- ✓ Conexión conforme al transformador: En este caso nosotros conectamos en delta, ya que esta puede manejar cargas más pesadas y suministrar más potencia en comparación con la conexión estrella, lo que la hace ideal para aplicaciones que requieren altos niveles de potencia.
- ✓ Terminaciones del transformador: Las terminaciones involucran H1, H2, H3 y H4, lo que indica el lado de alto voltaje. Al mismo tiempo, X1, X2, X3 y X4 representan el lado de bajo voltaje del transformador. Incluso si la interconexión del transformador difiere según el fabricante y el voltaje de entrada, la terminación se mantiene precisa a pesar del tamaño del transformador.
- ✓ Placa de tierras: Esta proporciona una ruta a tierra de impedancia relativamente baja, manteniendo así el sistema neutro en el potencial de tierra o cerca de él. Limite la magnitud de las sobretensiones transitorias cuando se produzcan fallas a tierra. Proporciona una fuente de corriente de falla a tierra durante fallas de línea a tierra.
- ✓ Seccionador: En este caso se utiliza un seccionador MT de uso interior con fusibles. Están diseñados para instalaciones en espacios cerrados; Estos dispositivos permiten

aislar secciones de un circuito eléctrico para realizar mantenimiento o hacer reparaciones. La presencia de fusibles agrega una capa adicional de protección, ya que actúan como dispositivos de desconexión en caso de sobrecargas o fallas en el sistema eléctrico, lo que ayuda a prevenir mayores daños y garantiza la seguridad de las personas y los equipos.

- ✓ Temperatura del transformador: Todos los transformadores a que se refiere esta especificación deben estar diseñados para operar a una temperatura ambiente máxima de 40 °C, sin embargo, en la hoja de pruebas dada por el vendedor especifica las temperaturas a funcionar.
- ✓ Nivel de aceite: Según la norma IEC 60599 (2007), el límite de aceptación del TDCG en el aceite de un transformador de potencia debe estar entre 560ppm y 1250ppm, mientras que la norma IEEE C57.
- ✓ Restauración del Terreno: Restaurar el terreno a su estado original o mejorado, incluyendo pavimentación si es necesario.

7. Pruebas y Comisionamiento

- ✓ Pruebas de Continuidad y Aislamiento: Realizar pruebas para verificar la continuidad y el aislamiento de los cables.
- ✓ Hoja de pruebas: Ejecutar pruebas de carga para asegurar que el sistema puede manejar la demanda eléctrica prevista. (Anexo 4)
- ✓ Inspección Final: CFE hace una revisión final junto con el ingeniero por si existe algún detalle, lo pueda corregir el ingeniero y así tener una instalación adecuada.

9. Entrega

- ✓ Entrega Formal: Realizar la entrega formal del proyecto a la entidad responsable de la operación y mantenimiento del sistema.

Cada uno de estos pasos requiere de coordinación entre ingenieros, contratistas, proveedores y autoridades para asegurar que la electrificación subterránea se realice de manera segura, eficiente y conforme a las normativas vigentes.

4 Conclusiones.

- Consumo de electricidad y vida moderna son prácticamente sinónimos en el mundo industrializado. Nuestras comunicaciones, el transporte, el abastecimiento de alimentos, y la mayor parte de los servicios de los hogares, oficinas y fábricas de nuestros días dependen de un suministro fiable de energía eléctrica.
- De lo anterior surge la inquietud para el desarrollo del tema presentado en este trabajo acerca del diseño y planeación de redes de distribución.
- El proceso para la construcción de nuevas redes de distribución, o en su caso la modificación o cambio de las ya existentes obedece a la creciente demanda y al rápido crecimiento de la mancha urbana, así como las zonas industrializadas, deben cumplir con las normas aplicables a estas tantas técnicas, económicas y ambientales.
- Se debe realizar un estudio para determinar el tipo de servicio que se brindara, con ello ver la factibilidad para implementar una nueva red.
- Por otra parte, para determinar el tipo de arreglo es de suma importancia conocer entre otros aspectos el tipo de carga la cual requiere ser alimentada, ya sea comercial, industrial o residencial, ya que se tiene diferentes criterios para la selección del arreglo dependiendo de la carga.
- De acuerdo a lo anterior se debe de cuidar el cumplimiento de las normas, especificaciones y recomendaciones, que aplican para la construcción de la red subterránea, así como el aspecto técnico y económico. Dentro del aspecto económico se debe cuidar sin olvidar que se requieren equipos y materiales de calidad es decir que garanticen continuidad en el servicio, reduciendo el número de interrupciones del suministro.
- Para la correcta selección del equipo y materiales a emplear, se debe conocer entre otros factores el tipo de carga, parámetros eléctricos, niveles de contaminación etc. Ya que no se emplearán equipos o accesorios para una región costera en rural puesto que se emplean criterios diferentes para las áreas geográficas en donde se localizará la red.
- De acuerdo a lo anterior, el siguiente trabajo realizado muestra la solución a la problemática del fraccionamiento. Se muestra también que la sección del conductor de acuerdo a la tensión que va a operar la red es la correcta, a su vez se muestra que la eficiencia de potencia del alimentador es aceptable.

- De lo anterior se concluye que esta solución a la problemática presente en esta región es aceptable tal y como lo demuestran los resultados de los cálculos, brindando un mejor suministro de energía eléctrica y reduciendo el número de interrupciones del servicio.

4.1 Recomendaciones.

- Con la idea llevar a cabo la aplicación y utilización de redes subterráneas en fraccionamientos de interés social y valiéndose de los análisis previos y conclusiones de este estudio se recomienda lo siguiente: Será necesario establecer programas de construcción de fraccionamientos de interés social con instalaciones subterráneas coordinadamente con autoridades de Gobierno, Instituciones de Vivienda, Desarrolladores de Fraccionamientos y CFE.
- En lo que sea posible que las autoridades de la División Baja California a nivel de Municipio continúe con los Congresos de Sistemas de Distribución Subterránea a efecto de dar a conocer a los desarrolladores locales, las facilidades que es posible obtener de CFE al construir con instalaciones subterráneas, exponer por medio de proveedores los nuevos materiales y accesorios para redes subterráneas, asesorar en la aplicación de las normas de construcción de redes subterráneas.
- CFE al recibir de parte de los desarrolladores, los proyectos de redes aéreas de fraccionamientos, deberá en coordinación del desarrollador convertirlo a un proyecto de red subterránea y presupuestar los dos tipos de redes eléctricas para determinar cuál es realmente la diferencia en costo entre las dos tipos de redes.
- Los ahorros que obtenga CFE por concepto de mantenimientos a fraccionamientos de cualquier nivel con instalaciones subterráneas, se inviertan en programas de sustitución de redes áreas por redes subterráneas.
- Que los programas de electrificación de colonias y poblados que realizan conjuntamente las Autoridades de Gobierno y CFE sean realizados con redes subterráneas para empezar a generalizar este tipo de instalación.
- Los institutos oficiales de la vivienda promuevan y construyan fraccionamientos de interés social con redes subterráneas para equilibrar la oferta y la demanda. La diferencia del costo que se presente entre una red subterránea y una red aérea deberá ser integrado al valor de la vivienda sin que se incremente por otros motivos.

- Compra en volumen de materiales y accesorios para instalaciones subterráneas dentro de los programas de electrificación de colonias y poblados, para acceder a una economía de escala.
- El desarrollador de fraccionamientos de interés social dentro de la promoción que realice, integre las ventajas de las instalaciones subterráneas. El desarrollador indique al cliente cual es la diferencia en costo por concepto de la red subterránea y en que tanto afectara la mensualidad del inmueble.
- Compra en volumen de materiales y accesorios para instalaciones subterráneas para acceder a una economía de escala.

4.2 Experiencia profesional adquirida.

Una experiencia personal profesional adquirida en una electrificación a un fraccionamiento puede incluir varios aspectos técnicos y de gestión cómo:

❖ Planificación y Diseño

- Estudio de Viabilidad: Realicé estudios de viabilidad técnica y económica para evaluar la necesidad y el alcance del proyecto.
- Diseño del Sistema Eléctrico: Diseñé la red eléctrica considerando la demanda energética del fraccionamiento, seleccionando equipos adecuados y calculando cargas y caídas de tensión.
- Normativas y Permisos: Aseguré el cumplimiento de las normativas locales y gestioné los permisos necesarios con las autoridades correspondientes.

❖ Ejecución del Proyecto

- Coordinación de Equipos: Supervisé y coordiné equipos de trabajo multidisciplinarios, asegurando la correcta instalación de cables, transformadores, subestaciones y medidores.
- Gestión de Recursos: Administré recursos materiales y humanos, asegurando la disponibilidad de materiales en tiempo y forma y la asignación eficiente de personal.
- Implementación de Seguridad: Implementé y supervisé medidas de seguridad para proteger a los trabajadores y a la comunidad durante el proceso de electrificación.

❖ Pruebas y Mantenimiento

- Pruebas de Funcionamiento: Realicé pruebas de funcionamiento y verificación de la red eléctrica para asegurar su correcta operatividad y el cumplimiento de los estándares de calidad.
- Resolución de Problemas: Identifiqué y solucioné problemas técnicos que surgieron durante la instalación y las pruebas.
- Plan de Mantenimiento: Implementé un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la longevidad y eficiencia del sistema eléctrico.

❖ Relación con el Cliente y la Comunidad

- Comunicación Efectiva: Manteniendo una comunicación constante y transparente con los clientes y la comunidad, informándoles sobre el progreso del proyecto y gestionando sus expectativas.
- Capacitación: Proveí capacitación a los residentes y al personal de mantenimiento del fraccionamiento sobre el uso y mantenimiento adecuado del sistema eléctrico.

❖ Resultados y Aprendizajes

- Mejora Continua: Documenté las lecciones aprendidas durante el proyecto, identificando áreas de mejora para futuros proyectos.
- Satisfacción del Cliente: Logré una alta satisfacción del cliente al entregar un proyecto a tiempo, dentro del presupuesto y con la calidad esperada.
- Desarrollo Profesional: A través de esta experiencia, adquirí habilidades avanzadas en gestión de proyectos, resolución de problemas, y liderazgo, además de un profundo conocimiento técnico en sistemas eléctricos residenciales.

Esta experiencia en la electrificación de un fraccionamiento no solo refuerza competencias técnicas y de gestión, sino que también contribuye significativamente al desarrollo profesional y a la capacidad de manejar proyectos complejos en el futuro.

5 Competencias desarrolladas.

Trabajar en la electrificación de un fraccionamiento desarrolla y aplica una serie de competencias clave, tanto técnicas como interpersonales, cómo:

Competencias Técnicas

➤ Diseño y Planificación Eléctrica

Realice el cálculo de cargas y dimensionamientos precisos para dimensionar conductores, transformadores y otros equipos.

- Diseño de Redes de Distribución: Elaboré planos y esquemas de la red eléctrica, asegurando eficiencia y confiabilidad.
- Selección de Materiales: Elegí los materiales adecuados para la instalación, considerando calidad, costo y disponibilidad.

➤ Normativas y Reglamentos

- Conocimiento de Normativas: Aplique normativas locales, nacionales e internacionales para asegurar que el proyecto cumpla con todos los requisitos legales y de seguridad.
- Gestión de Permisos: Gestioné permisos y licencias necesarios con las autoridades pertinentes.

➤ Gestión de Proyectos

- Planificación y Programación: Cree cronogramas detallados y gestionar el tiempo para asegurar la finalización del proyecto dentro del plazo establecido.
- Gestión de Presupuesto: Administre el presupuesto del proyecto, controlando costos y evitando sobrecostos.

➤ **Instalación y Mantenimiento**

- **Supervisión de Instalación:** Supervise la instalación de sistemas eléctricos, asegurando que se realice correctamente y de acuerdo con los planos y especificaciones.
- **Pruebas y Comisionado:** Realicé pruebas de funcionamiento y comisionado de los sistemas eléctricos instalados.
- **Mantenimiento Preventivo y Correctivo:** Desarrolle e implemente planes de mantenimiento para asegurar la longevidad y eficiencia del sistema.

Competencias Interpersonales

➤ **Liderazgo y Coordinación**

- **Liderazgo de Equipos:** Dirigí y motivé equipos de trabajo, asignando tareas y supervisando el cumplimiento de los objetivos.
- **Resolución de Conflictos:** Maneje conflictos que puedan surgir entre los miembros del equipo o con otras partes interesadas.

➤ **Comunicación Efectiva**

- **Comunicación con Clientes:** Mantuve una comunicación clara y constante con los clientes, informándoles sobre el progreso del proyecto y atendiendo sus inquietudes.
- **Presentación de Informes:** Elaboré y presenté informes técnicos y de progreso al ingeniero del proyecto.

➤ **Negociación y Gestión de Contratos**

- **Negociación con Proveedores:** Negocié contratos con proveedores y contratistas para asegurar la obtención de materiales y servicios de calidad a precios competitivos.
- **Gestión de Contratos:** Supervise el cumplimiento de los términos contractuales por parte de proveedores y subcontratistas.

➤ **Adaptabilidad y Solución de Problemas**

- **Adaptabilidad:** Me adapté a cambios en el proyecto, ya sean de diseño, presupuesto o cronograma.
- **Solución de Problemas:** Identifique y resolver problemas técnicos y logísticos que puedan surgir durante el proyecto.

Competencias de Seguridad y Sostenibilidad

➤ **Seguridad Laboral**

- **Implementación de Normas de Seguridad:** Implemente y supervise normas de seguridad para proteger a los trabajadores y a la comunidad.
- **Capacitación en Seguridad:** Capacite al personal en prácticas seguras de trabajo y en la respuesta ante emergencias.
- **Implementación de normas STPS:** Implemente conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2011

➤ **Sostenibilidad**

- **Eficiencia Energética:** Diseñar y seleccionar sistemas que promuevan la eficiencia energética y el uso sostenible de recursos.
- **Impacto Ambiental:** Minimizar el impacto ambiental del proyecto mediante la elección de materiales y prácticas de construcción sostenibles.

Estas competencias aseguran no solo la correcta ejecución técnica del proyecto, sino también la gestión eficiente y segura del mismo, resultando en una electrificación exitosa y sostenible del fraccionamiento.

6 Referencias bibliográficas

<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/nrf/pdfs/f/NRF-024.pdf>

Cables de potencia monopolares

http://www.iusa.com.mx/brochure/catalogo_conductorRohs.pdf

Alambre y cables THW-LS/THHW-LS, CE-RoHS, 90°C, 600 VOLTS.

<http://www.daltor.com.mx/pdf/MONOFASICO-normak.pdf>

NORMA K-0000-04 Característica de transformador tipo pedestal.

http://www.aresureste.com/documentos/abb/LV_productos/8_Tablas/Tablas.pdf

Tablas de potencias y corrientes nominales.

<http://www.viakon.com/catalogo/detalle.php?producto=58>

Cable de Distribución Secundaria (XLPE) 600 V / 75 °C 600 V / 75 °C

<http://www.cfe.gob.mx/paginas/home.aspx>

CFE

http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/29112012-VES.pdf

Norma oficial mexicana nom-001-sede-2012, instalaciones eléctricas (utilización).

<http://www.ingenierosenenergia.com/normativa/NI%2056-88-01.pdf>

Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV

<http://www.cfe.gob.mx/Industria/InformacionCliente/Paginas/Normas-de-distribucion.aspx>

Normas de Distribución. - Construcción de Sistemas Subterráneos 2008

<http://www.cfe.gob.mx/Industria/InformacionCliente/Lists/Normas%20de%20Distribucion/Attachments/3/Trazosylibramientos.pdf>

Normas de distribución – construcción – instalaciones

<http://www.cfe.gob.mx/Industria/InformacionCliente/Lists/Normas%20de%20Distribucion/Attachments/9/Sistemasdetierra.pdf>

Generalidades para la construcción

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5261471&fecha=27/07/2012

Artículo 923 líneas subterráneas.

Comisión Federal de Electricidad. Optimización de Proyectos de Distribución Subterránea Primer Congreso siglo XXI.

Comisión Federal de Electricidad. 2003. Vladimir Márquez B. Aspectos Técnicos Constructivos para Incentivar las Instalaciones Subterráneas en Media y Baja Tensión en Fraccionamientos de Interés Social. Segundo congreso CFE.

Roberto Hernández. 2003. Metodología de la Investigación. Michael, 1981. Steiner 1982 Berenice. Ibáñez Brambila Manual para la Elaboración de Tesis Editorial Trillas.

Grupo ENERSIS www.enersis.plc.cl/

Comunicaciones PLC www.plcendesa.com/

Institute of Electrical and Electronics Engineers <https://ieee.org.mx/>

7 Terminología

- ❖ Acometida. - Tramo de línea que conecta la instalación del usuario a la línea suministradora.
- ❖ Aterrizar. - Conectar a tierra un elemento o equipo eléctrico.
- ❖ Balancear carga. - Distribuir equitativamente la carga entre fases.
- ❖ Área secundaria. - Conjunto de banco de transformación, línea de baja tensión y acometidas.
- ❖ Banco. - Conjunto de equipo eléctrico montado en una estructura.
- ❖ Des energizar. - Retirar o interrumpir la tensión eléctrica a una línea o equipo eléctrico.
- ❖ Distribución. - Parte del sistema eléctrico que proporciona servicio a los clientes en media y baja tensión.
- ❖ Energizar. - Aplicar tensión eléctrica a una línea o equipo eléctrico.
- ❖ Estructura. - El conjunto de poste, herrajes y aisladores.
- ❖ Línea de media tensión. - Línea cuya tensión eléctrica de operación está entre 1000 y 33000 volts.
- ❖ Línea de baja tensión. - Línea cuya tensión eléctrica es menor de 1000 volts.
- ❖ Neutro. - Punto de referencia eléctrico cuyo potencial eléctrico con respecto a tierra es igual a cero en sistemas trifásicos balanceados.
- ❖ Sobrecarga. - Condición de trabajo de un elemento o equipo en que se excede su capacidad nominal.
- ❖ Tierra. - Punto de referencia cuyo potencial eléctrico es igual a cero.
- ❖ Líneas de subtransmisión. - Circuitos de conducción masiva de energía eléctrica a distancia; que alimenta e interconecta a las subestaciones de distribución. Los niveles de tensión utilizados en nuestro país son de 138, 115, 85 y 69 KV.
- ❖ Subestaciones de distribución. - Conjuntos de equipos eléctricos necesarios para la conversión y seccionamiento de energía eléctrica recibida en bloque y distribuida en diferentes trayectorias a través de los circuitos de distribución.
- ❖ Circuitos de media tensión. - Circuitos eléctricos que parten de las subestaciones de distribución y proporcionan la potencia eléctrica a los transformadores de distribución.
- ❖ Transformador de distribución. - Equipo eléctrico que reduce la tensión de los circuitos de media tensión a la tensión de utilización de los usuarios.
- ❖ Circuitos de baja tensión. - Circuitos que emanan de los transformadores de distribución y proporcionan el camino a la potencia eléctrica que será entregada a los usuarios.

Anexo 1: Plano lotificado

En esta misma carpeta aparece un PDF con nombre “Lotificación Fracc. El Arenal” donde se podrá checar la lotificación de este y las firmas de las autoridades correspondientes.

Anexo 2: Plano para CFE.

En esta misma carpeta aparece un PDF con nombre “Fracc. El Arenal” donde se podrá checar el plano con sus especificaciones como: Nombre del proyecto, ubicación, tipo de transformador, tipo de cable, diagrama unifilar, cuadro de cargas y la manera como se llevará a cabo su distribución eléctrica.

Anexo 3: Presupuesto.

En esta misma carpeta aparece un PDF con nombre “Presupuesto Fracc. El Arenal” donde se podrá checar todo el material a cobrar y que se va utilizar, el cobro por la mano de obra y así mismo, también el costo de los tramites que se llevaran a cabo ante CFE, como son las referencias para pagos.

Anexo 4: Hoja de pruebas

En esta misma carpeta aparece un PDF con nombre “Hoja de pruebas” donde se aprecian las pruebas que se le realizan al transformador que se compra para este proyecto, el cual es de 75 KVA.