



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“PROYECTO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN, PARA
FRACCIONAMIENTO HABITACIONAL CON ZONA COMERCIAL”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

PRESENTA:

SEBASTIAN TREJO TREJO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. GUILLERMO LÓPEZ MONROY



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F. MAYO DE 2014.

Agradecimientos



Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobretodo felicidad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería, por darme la oportunidad de estudiar y de ser un profesional.

Le doy gracias a mis padres, hermanos y demás miembros de mi familia por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una solida educación.

A mis amigos por confiar y creer en mí, y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

A mi esposa Erika y a mi pequeño Jared por su apoyo y comprensión para poder terminar este trabajo; pero sobretodo por formar parte importante en mi vida y ser el motor que me impulsa a conquistar nuevas metas.

Gracias al Ingeniero Rafael Sanchez a quien considero un gran amigo, por el apoyo proporcionado para finalmente culminar el esfuerzo y trabajo emprendido hace ya algunos años.

Gracias Ingeniero Guillermo Lopez Monroy, por creer en mí y haberme dado la oportunidad de trabajar en conjunto para la elaboración de esta tesis.

Y gracias a todos los que me brindaron su ayuda en este proyecto.

"El hombre inteligente no es el que tiene muchas ideas, sino el que sabe sacar provecho de las pocas que tiene."

-Anónimo-

Resumen



Para esta tesis se describe la implementación de un Sistema Subterráneo en Media Tensión, para un Fraccionamiento Habitacional con Zona Comercial, ubicado en Av. Parque de los ciervos 2 Fraccionamiento B, Rancho San Juan, Ex-Hda Sayaveedra, C.P. 52937, Atizapán de Zaragoza, Estado de México.

El proyecto tiene las siguientes características:

- Desarrollo residencial de nivel alto.
- Desarrollo de locales comerciales.
- Desarrollo de Amenities

Por tanto, en lo sucesivo se hará referencia al desarrollo denominado Residencial y Centro Comercial Esmeralda como “El desarrollo”, al conjunto de planos y la presente tesis en donde se detalla la acometida eléctrica en media tensión y la red interna de electrificación como “El Proyecto” y a la Comisión Federal de Electricidad como “CFE”.

El proyecto incluye los cálculos para dimensionamiento de equipos como son seccionadores eléctricos en media tensión, transformadores, conductores, ductos, registros, pozos de visita, protecciones y sistema de tierras.

En dicho proyecto se especifican un total de 5 seccionadores en Hexafluoruro de azufre (SF_6) en media tensión de 3 y 4 vías además de 22 transformadores trifásicos tipo pedestal, con capacidades de 112.5 kVA, 150 kVA, 225 kVA y 300 kVA.

Se realizarán los cálculos necesarios para conocer el calibre de los conductores de media tensión, *mediante el método de ampacidad y por caída de tensión*, los cuales de acuerdo al proyecto deberán de ser instalados en ductos PAD (polietileno de alta densidad) de 3” y 4” de diámetro (de acuerdo a normas de CFE).

Estos ductos también deberán ser calculados tomando como base el área de los conductores que van a albergar y de acuerdo a su factor de relleno.



Se elaborarán los planos correspondientes al proyecto de media tensión, mencionando toda la documentación necesaria que se requiere para poder presentar un proyecto ante CFE, aprobación, supervisión y liberación de la obra así como la ejecución de la misma. Esperando su comprensión total para poder llevar a cabo cualquier tipo de proyecto ante CFE.

El presente proyecto deberá ser elaborado tomando en cuenta la siguiente normatividad:

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su reglamento.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones eléctricas (utilización).
Normas para Construcción de Instalaciones Subterráneas para Distribución de Energía Eléctrica en Media y Baja Tensión de la CFE.

Índice General



| | |
|--|-------|
| Agradecimientos | iii |
| Resumen | v |
| Índice General | ix |
| Índice de Figuras | xv |
| Índice de Tablas | xxi |
| Nomenclatura | xxvii |
| | |
| Capítulo 1 Conceptos Generales | 1 |
| | |
| 1.1 Antecedentes | 3 |
| 1.2 Norma sistemas subterráneos CFE | 4 |
| 1.2.1 Media tensión | 4 |
| 1.2.1.1 Distribución residencial | 5 |
| 1.2.1.2 Equipo de seccionalización y protección | 6 |
| 1.2.2 Caída de tensión y pérdidas | 6 |
| 1.2.2.1 Cables | 7 |
| 1.2.2.2 Coordinación de protecciones | 8 |
| 1.2.2.3 Coordinación de protecciones contra sobretensión | 8 |
| 1.2.2.4 Diseño de la red de tierras | 9 |
| 1.2.2.5 Canalizaciones | 11 |
| 1.3 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 | 11 |
| 1.3.1 Generalidades | 12 |
| 1.3.2 Conductores | 15 |
| 1.3.2.1 Acometida | 15 |
| 1.3.2.2 Media tensión | 16 |
| 1.3.3 Subestaciones | 18 |
| 1.3.4 Protecciones | 19 |
| 1.3.4.1 Apartarrayos | 19 |



| | | |
|--|--|-----------|
| 1.3.4.2 | Media tensión..... | 20 |
| 1.3.4.3 | Acometida | 21 |
| 1.3.5 | Sistemas de Tierras | 21 |
| 1.3.5.1 | Conductor de Puesta a Tierra de un Apartarrayos..... | 24 |
| 1.4 | Red de Energía Eléctrica | 25 |
| 1.4.1 | Sistema de Suministro de Energía Eléctrica | 25 |
| 1.4.2 | Niveles de Tensión de las Redes de Distribución | 26 |
| 1.4.3 | Clasificación de los Sistemas de Distribución | 27 |
| 1.4.4 | Tipos de Sistemas Aplicables en Instalaciones Subterráneas | 29 |
| 1.4.4.1 | Configuración en Anillo | 29 |
| 1.4.4.2 | Configuración Radial..... | 33 |
| 1.4.5 | Tensiones utilizadas en México para Sistemas de Distribución Subterráneos..... | 33 |
| 1.4.6 | Definiciones y descripción de parámetros eléctricos..... | 33 |
| Capítulo 2 Descripción y etapas de construcción del Proyecto..... | | 39 |
| 2.1 | Objetivo..... | 41 |
| 2.2 | Descripción General del Proyecto..... | 42 |
| 2.3 | Etapas de Construcción del Proyecto..... | 44 |
| 2.4 | Justificación | 45 |
| 2.5 | Contenido general..... | 45 |
| Capítulo 3 Proyecto de Media Tensión | | 47 |
| 3.1 | Introducción | 49 |
| 3.2 | Transición | 49 |
| 3.3 | Sistema de Media Tensión en anillo | 53 |
| 3.4 | Seccionadores y Subestaciones | 53 |



3.4.1 Seccionadores..... 53

3.4.2 Transformadores 54

3.5 Cálculo de la potencia de los transformadores..... 57

3.6 Potencia del transformador calculada..... 67

3.7 Conductores..... 68

 3.7.1 Sección transversal de los conductores 70

 3.7.2 Ampacidad de los cables 70

 3.7.3 Caída de Tensión y Regulación de voltaje 73

 3.7.4 Pérdidas 75

 3.7.5 Cálculo del Neutro corrido..... 76

3.8 Protecciones y sistemas de tierra..... 76

 3.8.1 Protecciones..... 77

 3.8.2 Cálculo de protecciones contra sobretensión (Apartarrayos) 80

 3.8.3 Cálculo de conductor por corto circuito 82

 3.8.4 Indicadores de Falla..... 83

 3.8.5 Sistema de tierra 84

3.9 Registros y ductos..... 84

 3.9.1 Registros 85

 3.9.2 Ductos 88

3.10 Listado de equipos y materiales a instalar 89

Capítulo 4 Trámites y Proyecto Eléctrico ante CFE..... 91

4.1 Documentos para ingreso y aprobación del proyecto ante CFE..... 93

 4.1.1 Documentación para el ingreso del proyecto 93

4.2 Documentos para entrega a CFE..... 107

4.3 Generalidades 109



Conclusiones 113

Apéndices 119

Apéndice A: Memoria Técnica-Descriptiva 121

Apéndice B: Planos del proyecto 123

Bibliografía 129

Índice de Figuras



Capítulo 1

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 Configuración del apartarrayos..... | 9 |
| Figura 1.2 Diagrama esquematizado del sistema de suministro eléctrico. | 26 |
| Figura 1.3 Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación | 30 |
| Figura 1.4 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación, conectando las fuentes a un mismo equipo o accesorio de la red | 30 |
| Figura 1.5 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación, conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red | 31 |
| Figura 1.6 Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación, conectadas las fuentes a un mismo equipo de la red. | 31 |
| Figura 1.7 Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación, conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red. | 32 |
| Figura 1.8 Sistema de alimentación selectiva. | 32 |
| Figura 1.9 Configuración Radial..... | 33 |
| Figura 1.10 Triangulo de Potencias..... | 38 |

Capítulo 3

| | |
|--|----|
| Figura 3.1 Transición para sistemas de 200 A con CCF, NORMA CFE-TS200CCF | 50 |
| Figura 3.2 Terminal termocontractil 25 kV, uso exterior..... | 51 |
| Figura 3.3 Sello termocontráctil y sello contractil en frio de 3". | 52 |
| Figura 3.4 Ejemplo de transición de media tensión de aérea a subterránea..... | 52 |
| Figura 3.5 Seccionador tipo sumergible para redes subterráneas..... | 54 |
| Figura 3.6 Transformador trifásico tipo pedestal 300 kVA, operación anillo. | 55 |
| Figura 3.7 Conector tipo codo operación con carga de 23 kV, 200A..... | 56 |
| Figura 3.8 Inserto DE 25 kV operación con carga de 200A..... | 56 |



| | |
|--|----|
| Figura 3.9 Adaptador de tierra de 25 kV..... | 56 |
| Figura 3.10 Cable vulcanel monoconductor con aislamiento XLP 133% nivel de aislamiento de 25 kV, Sellado cableado clase B, y cubierta de PCV. | 69 |
| Figura 3.11 Diagrama eléctrico de Transformador tipo pedestal, operación anillo. | 77 |
| Figura 3.12 Partes de un fusible tipo inserto | 78 |
| Figura 3.13 Apartarrayo de oxido de zinc tipo transición (Riser Pole)..... | 80 |
| Figura 3.14 Indicador de falla, para líneas subterráneas | 83 |
| Figura 3.15 Instalación de indicadores de falla análogos de banderola en un seccionador . | 83 |
| Figura 3.16 Registro para Media Tensión en arroyo tipo 4. Norma CFE-RMTA4 | 85 |
| Figura 3.17 Pozo de visita para Media Tensión en arroyo, tipo P. Norma CFE-PVMTAP | 85 |
| Figura 3.18 Boveda para seccionador sumergible. Norma CFE-BT500A | 85 |
| Figura 3.19 Ejemplo de etiquetado..... | 87 |
| Figura 3.20 Ménsulas para el soporte de los cables. | 87 |
| Figura 3.21 Sellado de tubería..... | 87 |
| Figura 3.22 Tubo PAD de 4” para Media Tensión. | 88 |

Capítulo 4

| | |
|---|-----|
| Figura 4.1 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros | 96 |
| Figura 4.2 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros (continuación) | 97 |
| Figura 4.3 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros (continuación) | 98 |
| Figura 4.4 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros (continuación) | 99 |
| Figura 4.5 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros (continuación) | 100 |
| Figura 4.6 Formato 1A: Solicitud de Factibilidad..... | 101 |
| Figura 4.7 Formato 1: Solicitud de Servicio..... | 101 |
| Figura 4.8 Formato 2: Solicitud de Bases de Diseño..... | 102 |
| Figura 4.9 Formato 3: Solicitud de Revisión y Aprobación de Proyecto..... | 102 |
| Figura 4.10 Formato 3A: Solicitud de Revisión y Aprobación de Proyecto | 103 |



| | |
|---|-----|
| Figura 4.11 Formato 4: Aprobación de Proyecto | 103 |
| Figura 4.12 Formato 4.A: Rechazo de Proyecto | 104 |
| Figura 4.13 Formato 5: Designación de contratista e inicio de obra..... | 104 |
| Figura 4.14 Formato 6: Designación de supervisor de obra por CFE..... | 105 |
| Figura 4.15 Formato 8: Aviso de terminación de obra..... | 105 |
| Figura 4.16 Formato 9: Acta de entrega-recepción | 106 |
| Figura 4.17 Formato 9A: Inventario físico valorizado | 106 |

Apéndices

| | |
|---|-----|
| Figura B.1 Dimensiones en [mm] de los planos de media tensión. | 124 |
| Figura B.2 Cuadro de Referencia para planos de media tensión..... | 125 |

Índice de Tablas



Capítulo 1

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 1.1 | Sección transversal de conductores para circuitos de media tensión. Referencia tabla 2.6.5-A.1 Normas de distribución-construcción de sistemas subterráneos CFE | 7 |
| Tabla 1.2 | Valores típicos de resistividad para diferentes tipos de suelos. Referencia tabla 2.2.4-B.1 Normas de distribución-construcción de sistemas subterráneos CFE..... | 10 |
| Tabla 1.3 | Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C (Ref. TABLA 310-16 NOM-001-SEDE-2005) | 17 |
| Tabla 1.4 | Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV), en configuración tríplex al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C (Ref. TABLA 310-68 NOM-001-SEDE-2005) | 18 |
| Tabla 1.5 | Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos (Ref. TABLA 250-95 NOM-001-SEDE-2005). | 24 |

Capítulo 3

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 3.1 | Factores de demanda para cargas de receptáculos que no son unidades de vivienda (Ref. Tabla 220-13, NOM-001-SEDE-2005) | 57 |
| Tabla 3.2 | Cálculo opcional de los factores de demanda de unidades Multifamiliares con tres o más viviendas (Ref. Tabla 220-32, NOM-001-SEDE-2005)..... | 57 |
| Tabla 3.3 | Relación de Cargas Transformador E1, Edificio de Acceso, Fase 0. | 58 |
| Tabla 3.4 | Relación de Cargas Servicios Propios Típica para Fases 1, 2, 3, 4 y 5. | 58 |
| Tabla 3.5 | Relación de Cargas Transformador E2, Edificio Torre 1, Fase 1. | 59 |
| Tabla 3.6 | Relación de Cargas Transformador E3, Edificio Torre 2, Fase 1. | 59 |
| Tabla 3.7 | Relación de Cargas Transformador E4, Edificio Torre 3, Fase 1. | 60 |
| Tabla 3.8 | Relación de Cargas Transformador E5, Edificio Torre 4, Fase 2. | 60 |



| | |
|---|----|
| Tabla 3.9 Relación de Cargas Transformador E6, Edificio Torre 5, Fase 2. | 61 |
| Tabla 3.10 Relación de Cargas Transformador E7, Edificio Torre 6, Fase 2. | 61 |
| Tabla 3.11 Relación de Cargas Transformador E8, Edificio Torre 7, Fase 2. | 61 |
| Tabla 3.12 Relación de Cargas Transformador E9, Edificio Torre 8, Fase 3. | 62 |
| Tabla 3.13 Relación de Cargas Transformador E10, Edificio Torre 9, Fase 3. | 62 |
| Tabla 3.14 Relación de Cargas Transformador E11, Edificio Torre 10, Fase 3. | 63 |
| Tabla 3.15 Relación de Cargas Transformador E12, Edificio Torre 11, Fase 4. | 63 |
| Tabla 3.16 Relación de Cargas Transformador E13, Edificio Torre 12, Fase 4. | 64 |
| Tabla 3.17 Relación de Cargas Transformador E14, Edificio Torre 13, Fase 4. | 64 |
| Tabla 3.18 Relación de Cargas Transformador E15, Edificio Torre 14, Fase 5. | 65 |
| Tabla 3.19 Relación de Cargas Transformador E16, Edificio Torre 15, Fase 5. | 65 |
| Tabla 3.20 Relación de Cargas Transformador E17, Edificio Torre 16, Fase 5. | 66 |
| Tabla 3.21 Relación de Cargas General, por Etapas | 66 |
| Tabla 3.22 Resumen de Cargas, por Etapas | 67 |
| Tabla 3.23 Capacidades Normalizadas. Transformadores trifásicos. Tabla 2.6.3-A-2 Distribución-Construcción de Sistemas Subterráneos CFE | 68 |
| Tabla 3.24 Capacidad de conducción de corriente en cables de baja y media tensión con factor de carga 100% Cables Al – XLP - 25 – 100 Capacidades Normalizadas. Ref. Tablas 2.4.5 de las Normas de Distribución-Construcción de Sistemas Subterráneos CFE..... | 71 |
| Tabla 3.25 Ampacidad por Fases en Condiciones de Máxima Demanda | 71 |
| Tabla 3.26 Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV). Ref. tabla 310-78 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2005 | 72 |
| Tabla 3.27 Resistencia y Reactancia de Cables XLP, calibre 1/0 y 3/0 AWG..... | 74 |
| Tabla 3.28 Pérdidas de energía en %, que se tienen en el circuito eléctrico. | 76 |
| Tabla 3.29 Capacidad de fusibles para los transformador tipo pedestal, obtenida de acuerdo al art. 450 de la NOM-001-SEDE-2005..... | 79 |
| Tabla 3.30 Codos portafusibles clase 15 y 25 kV, Marca Elastimold. | 80 |



Tabla 3.31 Características de operación de los apartarrayos de óxido de zinc, Ref. Tabla 2.6.7 de las Normas de Construcción de Sistemas Subterráneos de CFE..... 82

Tabla 3.32 Listado de equipos y materiales a instalar..... 89

Apéndices

Tabla B.1 Lista de planos de media tensión.....128

Nomenclatura



A = Amper

ANSI = American National Standar Institute

AWG = American Wire Gage

CENAM = Centro Nacional de Metrología

CFE = Comisión Federal de Electricidad

CTRS = Conjunto Transformador Red Secundaria

DEPRORED = Sistema Desarrollador de Proyectos de Redes

Dmax = Demanda Máxima

DRS = Cable formado por dos o tres conductores y un conductor neutro con aislamiento

EMA = Entidad Mexicana de Acreditación

En = Voltaje de línea a neutro

e% = Caída de tensión en porcentaje

FP = Factor de potencia

Kcmil = mil circular mil

km = kilómetro

kVAmin = Capacidad mínima de transformador en kVA

kV = kiloVolt

kVA = kilovolt Ampere

kWH = Kilo Watt-Hora

LAPEM = Laboratorio de Pruebas a Equipos a Materiales

L = Longitud en metros

m = metro

MCOV = Tensión Máxima de Operación Continua

mm = Milímetro

MP = Margen de protección.

NMX = Norma Mexicana

NBAI = Nivel básico de aislamiento al impulso



NOM = Norma Oficial Mexicana

NRF = Norma de referencia

PAD = Polietileno de Alta Densidad

PADC = Polietileno de Alta Densidad Corrugado

PEMEX = Petróleos Mexicanos

PROASOL = Procedimiento para la atención de solicitudes de servicio

PROTER = Procedimiento para Construcción de Obras por Terceros

PSD = Aislamiento individual termoplástico de polietileno de alta densidad

R = Resistencia eléctrica

R_{mc} = Radio Medio Cuadrático

S = Sección transversal

SISPROTER = Sistema para la construcción de obras por terceros

T_{mft} = Tensión máxima del sistema de fase a tierra

T_{mff} = Tensión máxima del sistema entre fases

VR = Tensión de descarga residual

V = Volts

W_b = weber

W = Potencia real de Watts

XLP = Polietileno de Cadena Cruzada.

XLPE = Aislamiento individual de polietileno de cadena cruzada

%reg. = Porcentaje de regulación

Capítulo 1

Conceptos Generales

En el presente capítulo se definen los conceptos generales utilizados en Sistemas de Distribución en Media Tensión Subterránea, los cuales debemos de conocer y tomar en cuenta para la elaboración de un proyecto eléctrico como el que se tiene en este trabajo de tesis.



1 Conceptos Generales

1.1 Antecedentes

Debido al continuo aumento poblacional, la sociedad se preocupa por encontrar más espacios en los cuales vivir de una forma que se adapte a sus posibilidades, pero que no carezca de la comodidad requerida para satisfacer sus necesidades más primordiales.

Por esta razón se crean espacios que hagan posible la concentración de un gran número de familias como por ejemplo los fraccionamientos, pero estos espacios requieren de una infraestructura adecuada, así como de un buen diseño para así poder suministrarles los servicios más indispensables tales como agua, drenaje, telefonía y **Energía Eléctrica**.

Para que estos usuarios de la energía eléctrica puedan contar con la misma, de una forma rápida y eficiente, es necesario antes que nada tener en consideración la cantidad de energía que requiere este fraccionamiento, por lo que se hace indispensable proyectar la red de distribución de la energía eléctrica; para ello se hace necesario la aplicación de los cálculos correspondientes con lo cual se obtendrán las características del sistema, apoyándose en las normas de construcción y distribución de líneas subterráneas.

Las instalaciones eléctricas del tipo aéreo frecuentemente ocasionan accidentes debido a que se encuentran directamente a la intemperie, dichos accidentes son causados por fuerzas de la naturaleza o por accidentes viales. Además de que no ofrecen la calidad ni la estética necesaria.

Actualmente se está promoviendo por parte de CFE que las instalaciones eléctricas sean del tipo subterráneo en fraccionamientos, avenidas, espacios públicos, centros históricos etc., ya que ofrecen mayor seguridad, estética y calidad.



Esta tesis se ha estructurado en cuatro capítulos y se orienta para resolver el proyecto, diseño y la distribución en media tensión del Fraccionamiento Habitacional que incluye una zona Comercial.

Para este proyecto se está tratando de que se cumpla con las características de seguridad, estética y calidad. Toda la red eléctrica se realizará considerando un sistema subterráneo, de acuerdo con las exigencias propias del fraccionamiento residencial, basándose en las normas vigentes de CFE.

En dichos capítulos se hablará de todos los Componentes que se requieren para elaborar el proyecto, como son, cálculos de transformadores en media tensión, protecciones, conductores, ductos, registros, pozos de visita y sistema de tierras.

1.2 Norma sistemas subterráneos CFE

A continuación se hará mención de las normas subterráneas de CFE que fueron utilizadas a lo largo de la elaboración del proyecto.

1.2.1 *Media tensión*

A) 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 a 34,5 kV) aéreos o subterráneos.

- Se diseñarán de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido multiaterrizado.
- Los circuitos aéreos que alimentan el circuito subterráneo deben ser 3F-4H.



- La caída de la tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe exceder el 1% en condiciones normales de operación.
- El cable del neutro debe ser desnudo semiduro.
- Deben emplearse conductores de aluminio.
- Debe dejarse un excedente de cable de una longitud igual al perímetro del registro o pozo de visita únicamente donde se instalen equipos y accesorios.

1.2.1.1 Distribución residencial

Se deben emplear sistemas monofásicos y preferentemente cuando la carga residencial sea alta, se analizará la conveniencia de utilizar un sistema trifásico. Su configuración será en Anillo Operación Radial. Cuando los circuitos alimentadores aéreos existen, que se utilicen para alimentar los fraccionamientos subterráneos y que sean 3F-3H, se optará por alguna de las siguientes alternativas:

- A. Se correrá el neutro desde la subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición deberá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada o la propia CFE con cargo al fraccionador. La conexión de las cargas a su fuente de alimentación se hará de acuerdo a lo indicado en la sección 2.5.4 (*Acometidas en media y baja tensión*).
- B. Se diseñará la puesta a tierra según se indique en el punto 2.2.4 (*Sistema de tierra de sistemas flotantes*).
- C. En caso de utilizar configuración radial ésta será en ramales monofásicos y como máxima de dos transformadores.



1.2.1.2 Equipo de seccionalización y protección

- A) En los puntos de transición de instalaciones monofásicas estará dado por cortacircuitos fusibles, o fusibles de potencia.
- B) La protección para los transformadores estará dada por un fusible limitador de corriente de rango parcial en serie con un fusible de expulsión removible desde el exterior, para transformadores construidos de acuerdo a las especificaciones CFE K0000-08, “Transformadores trifásico tipo pedestal hasta 225 kVA para Distribución Subterránea”.
- C) Para los transformadores construidos con base a las especificaciones CFE K0000-07 “Transformadores trifásico tipo pedestal de 300 kVA y 500 kVA para Distribución Subterránea”, la protección estará dada por un fusible limitador de corriente de rango completo removible desde el exterior.

1.2.2 Caída de tensión y pérdidas

A) 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.

B) Valores máximos permitidos

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



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%.

1.2.2.1 Cables

- **Sección transversal de conductores**

Tabla 1.1 Sección transversal de conductores para circuitos de media tensión. Referencia tabla 2.6.5-A.1 Normas de distribución-construcción de sistemas subterráneos CFE

| Sección transversal mm ² | Conductor |
|-------------------------------------|------------------|
| 53,5 (1/0 AWG) | Aluminio |
| 85,0 (3/0 AWG) | Aluminio |
| 253,4 (500 kcmil) | Aluminio o cobre |
| 380,0 (750 kcmil) | Aluminio o cobre |
| 506.7 (1000 kcmil) | Aluminio o cobre |

- **Nivel de aislamiento.**

El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100%, y para acometidas menores de 100 m el nivel de aislamiento debe ser de 133% en los casos en donde se alimenten subestaciones tipo SF6. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será en apego a la especificación CFE E0000-17 vigente.



1.2.2.2 Coordinación de protecciones

Descripción de los dispositivos de protección:

Relevadores: Las protecciones utilizadas en subestaciones de distribución, en bancos de distribución y alimentadores son:

- ✓ Relevador de sobrecorriente instantáneo (50).
- ✓ Relevador de sobrecorriente con retraso de tiempo (51).

Seleccionador tipo poste: Se deben utilizar en transiciones, contar con protección de sobrecorriente y ser de apertura trifásica.

Protección de subestación eléctrica 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 de uso residencial, monofásicos y trifásicos, según especificaciones CFE K0000-08.
- ✓ Interruptor de baja tensión para proteger los transformadores contra sobrecargas y cortocircuitos en baja tensión.

1.2.2.3 Coordinación de protecciones contra sobretensión

Se deben instalar apartarrayos del tipo RISER POLE en las transiciones y de frente muerto en los puntos normalmente de los anillos.

A) Se usarán apartarrayos tipo inserto para sistema de 200 A, clase 25 kV, especificación o codificación CFE MT-AI.

- La conexión de tierra de apartarrayos o bajante de tierra no debe ser rígida para que en caso de falla se pueda expulsar el indicador de falla de apartarrayos.
- En el caso de Sistemas Subterráneos, en el nodo normalmente abierto, se instalarán aparatos con apartarrayos en ambas puntas del cable:

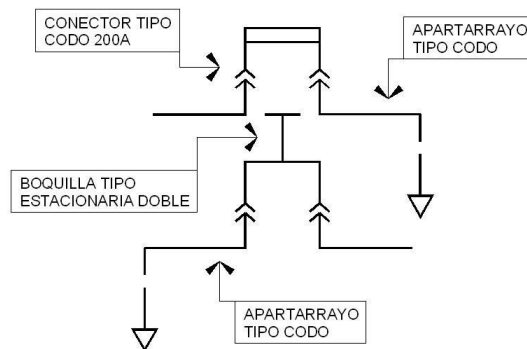


Figura 1.1 Configuración del apartarrayos.

1.2.2.4 Diseño de la red de tierras

Los sistemas de puesta a tierra son componentes importantes de los sistemas eléctricos, puesto que deben permitir la conducción hacia el suelo de cargas eléctricas, originadas por fallas en los sistemas del equipo eléctrico y las producidas por las descargas eléctricas.

Por razones de seguridad en sistemas subterráneos las pantallas metálicas de los conductores deben estar siempre puestas a tierra al menos en un punto con el objeto de limitar las tensiones inducidas. Uno de los elementos principales en una instalación de una red de tierras es el electrodo de puesta a tierra o también conocido como electrodo de tierra. La resistencia del electrodo puesto a tierra tiene tres componentes:

- A) Uno es su propia resistencia, la cual puede llegar a ser despreciable para efectos de cálculo. Pero las conexiones entre electrodo y conductor de baja pueden llegar a tener una resistencia considerable con el tiempo.
- B) La resistencia de contacto entre electrodo y suelo, cuando el electrodo está libre de pintura o grasa, es despreciable.
- C) La resistividad del terreno alrededor del electrodo. Introduciendo un electrodo en un terreno uniforme, la corriente se dispersará uniformemente alrededor del electrodo. La resistividad del terreno varía ampliamente según su composición y zonas climáticas.

Tabla 1.2 Valores típicos de resistividad para diferentes tipos de suelos. Referencia tabla 2.2.4-B.1 Normas de distribución-construcción de sistemas subterráneos CFE

| 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 |

El valor de resistividad del terreno debe obtenerse con base en mediciones, las cuales se recomienda realizarlas en época de estiaje.

A continuación se enumerarán algunos de los métodos usados para mejorar los valores de resistencia de puesta a tierra:

Electrodos profundos Cuando el terreno es penetrable se puede usar este método para mejorar el valor de resistencia de tierra.



Electrodos múltiples en paralelo Cuando se tienen valores de la resistividad del terreno de las capas superiores más baja que la de las capas más profundas o en casos donde no se pueden obtener las profundidades adecuadas de los electrodos de tierra, se recomienda el uso de dos o más electrodos en paralelo.

1.2.2.5 Canalizaciones

- Los circuitos deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes o andadores.
- Invariablemente debe instalarse en toda la trayectoria del banco de ductos una cinta de advertencia ubicándola en la parte superior del banco de ductos.
- En banco de ductos construidos bajo banqueta debe indicarse la trayectoria mediante un marco bajo relieve en la banqueta con las siglas CFE a cada cinco metros.
- Los registros no deben localizarse en banquetas angostas, en carriles de estacionamientos, cocheras y frente a puertas o salidas de peatones.
- Los registros deben ubicarse en el límite de la propiedad.
- Deben instalarse registros en los puntos donde se consideran derivaciones por acometidas.
- Cuando se utilicen tubos PAD solo se podrá utilizar en colores rojo y naranja.
- El banco de ductos debe terminarse con boquillas abocinadas en los registros, los cuales una vez cableados deben sellarse con algún sello-ducto adecuado.

1.3 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005

El objetivo de este apéndice es, hacer mención de las normas mexicanas, las cuales hablan de la correcta utilización de la energía eléctrica para brindar seguridad y protección. El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:



- Los choques eléctricos
- Efectos térmicos
- Sobrecorrientes
- Corrientes de falla
- Sobretensiones

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta norma no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas.

1.3.1 Generalidades

Requisitos de las instalaciones eléctricas En las instalaciones eléctricas a las que se refiere la presente NOM deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con las normas oficiales mexicanas.

Los materiales y equipos (productos) de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento señalado en el párrafo anterior, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos, acreditado y aprobado.

Los materiales y equipos (productos) que cumplan con las disposiciones establecidas en los párrafos anteriores se considerarán aprobados para los efectos de esta NOM.

Tensión eléctrica nominal del sistema. Es el valor asignado a un sistema eléctrico. Como ejemplos de tensiones normalizadas, se tienen:

- 120/208 V; 220/127 V; 480/227 y 480 V como valores preferentes
- 2 400 V como de uso restringido

Nota: La tensión eléctrica nominal de un sistema es el valor cercano al nivel de tensión al cual opera normalmente el sistema. Debido a contingencias de operación, el sistema opera



a niveles de tensión del orden de $\pm 10\%$ de la tensión eléctrica nominal del sistema para la cual los componentes del sistema están diseñados.

En las unidades de vivienda, un circuito derivado multiconductor que suministre electricidad a más de un dispositivo o equipo en la misma salida, debe estar provisto con un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase en el plano de alumbrado y control de donde se origine el circuito derivado. Los circuitos derivados multiconductores sólo deben suministrar cargas de línea a neutro.

Este artículo contiene requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones subterráneas para redes eléctricas de comunicación y sus equipos asociados, para salvaguardar a las instalaciones y a las personas durante la instalación, operación y mantenimiento, conservando o mejorando el entorno ecológico del lugar donde se lleva a cabo.

El diseño, construcción y materiales de los cables subterráneos deben estar de acuerdo con la tensión eléctrica, intensidad de corriente eléctrica, corriente eléctrica de cortocircuito, elevación de temperatura y condiciones mecánicas y ambientales a que se someten durante su instalación y operación. Cuando los cables están expuestos a ambientes húmedos y corrosivos es conveniente que sean diseñados y se usen con cubiertas protectoras.

Instalación de canales en canalizaciones subterráneas:

- Todos los cables deben instalarse en conductos.
- En instalaciones verticales o con pendientes, los cables deben soportarse adecuadamente para evitar deslizamientos y deformaciones debido a su masa.
- Los cables eléctricos y de comunicación no deben instalarse dentro del mismo conducto.
- Instalación de cables en registros, pozos y bóvedas:



- Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas deben quedar fácilmente accesibles y soportados de forma que no sufran daño debido a su propia masa, curvaturas o movimientos durante su operación.
- Los cables deben quedar soportados cuando menos 10 cm arriba del piso, o estar adecuadamente protegidos.
- No deben instalarse cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro pozo o bóveda.
- Que los cables queden soportados en paredes diferentes, evitando cruzamientos.
- Deben instalarse permitiendo su acceso sin necesidad de mover a los demás.

Estructuras de transición:

Estructuras de transición de líneas aéreas en vía pública a cables subterráneos. Las estructuras de transición de cables eléctricos deben estar provistas de una protección mecánica que rodee completamente el cable hasta una altura mínima de 2.45 m sobre el nivel del suelo y cuando menos hasta una profundidad de 30 cm. dentro del mismo suelo.

Cuando la protección conste de un tubo (conduit) o cubierta metálica, ésta debe ser puesta a tierra.

Estructuras de transición en equipos tipo pedestal. Los cables que llegan a transformadores, interruptores u otros equipos instalados en pedestal, deben colocarse y arreglarse dentro del registro que corresponde a la acometida al equipo, de manera que no se dañen sus cubiertas.

La entrada de los cables a equipos instalados en pedestal deben mantenerse a la profundidad adecuada para su clase de tensión eléctrica hasta que queden protegidos abajo del pedestal, a menos que se coloque una protección mecánica adecuada.



1.3.2 Conductores

Los conductores de alimentación deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas. Los conductores alimentadores de una unidad de vivienda o de una casa móvil, no tiene que ser de mayor tamaño que los conductores de la acometida.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a 30 A.

1.3.2.1 Acometida

Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para suministrar energía a las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada para un alimentador debe ser inferior a la suma de las cargas de los circuitos derivados conectados.

En unidades de vivienda cuya carga conectada está alimentada por un solo conjunto de tres conductores a 120/240 V, 127/220 V o 208/120 V en el alimentador o en la entrada de acometida con capacidad de conducción de corriente de 100 A o más, está permitido calcular las cargas del alimentador y de la acometida. Se permite que los conductores de alimentadores y de la entrada de acometida cuya demanda venga determinada por este cálculo opcional, tengan la carga del neutro determinada.

Aislamiento. Los conductores de acometida subterránea deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de acometida subterránea deben tener aislamiento para la tensión eléctrica aplicada.

Tamaño y designación de los conductores. Los conductores de acometida subterránea deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transformar la que se ha



calculado en la carga, según el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

Los conductores deben tener un tamaño nominal no menor que 8.37 mm^2 (8 AWG), si son de cobre y 13.3 mm^2 (6 AWG) si son de aluminio.

Para unidades de vivienda, se permite utilizar los conductores de la tabla como conductores de entrada de acometida monofásica a 127/220 V, 3F-4H, conductores de acometida subterránea y conductores del alimentador que sirve como principal fuente de alimentación de la unidad de vivienda y vayan instalados en canalizaciones o cables con o sin conductor de puesta a tierra de los equipos. Para la aplicación de esta Sección, el(los) alimentador(es) entre el interruptor principal y el tablero de alumbrado y carga, no se exige que los alimentadores a una unidad de vivienda sean de mayor tamaño nominal a los de la entrada de acometida. Se permite que el conductor puesto a tierra sea de menor tamaño nominal que los conductores de fase.

1.3.2.2 Media tensión

Un cable tipo MT es un cable monoconductor o multiconductor con aislamiento sólido para tensión eléctrica nominal de 2 001 V a 35 000 V.

Se permite determinar la capacidad de conducción de corriente para conductores con aislamiento sólido por medio de las tablas o supervisión de ingeniería. Cuando se calculan diferentes capacidades de conducción de corriente que se pudieran aplicar para un circuito de longitud dada, se debe tomar la de menor valor.



Tabla 1.3 Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C (Ref. TABLA 310-16 NOM-001-SEDE-2005)

| Tamaño nominal mm ² | Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13) | | | | | | Tamaño nominal AWGkcmil |
|-----------------------------------|--|---|--|--------------|-----------------------------------|--|----------------------------|
| | 60 °C | 75 °C | 90 °C | 60 °C | 75 °C | 90 °C | |
| | TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV | TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT | TIPOS RHH*, RHW- 2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, | TIPOS UF* | TIPOS RHW*, XHHW*, BM-AL | TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS | |
| | Cobre | | | Aluminio | | | |
| 0,8235 | --- | --- | 14 | --- | --- | --- | 18 |
| 1,307 | --- | --- | 18 | --- | --- | --- | 16 |
| 2,082 | 20* | 20* | 25* | --- | --- | --- | 14 |
| 3,307 | 25* | 25* | 30* | --- | --- | --- | 12 |
| 5,26 | 30 | 35* | 40* | --- | --- | --- | 10 |
| 8,367 | 40 | 50 | 55 | --- | --- | --- | 8 |
| 13,3 | 55 | 65 | 75 | 40 | 50 | 60 | 6 |
| 21,15 | 70 | 85 | 95 | 55 | 65 | 75 | 4 |
| 26,67 | 85 | 100 | 110 | 65 | 75 | 85 | 3 |
| 33,62 | 95 | 115 | 130 | 75 | 90 | 100 | 2 |
| 42,41 | 110 | 130 | 150 | 85 | 100 | 115 | 1 |
| 53,48 | 125 | 150 | 170 | 100 | 120 | 135 | 1/0 |
| 67,43 | 145 | 175 | 195 | 115 | 135 | 150 | 2/0 |
| 85,01 | 165 | 200 | 225 | 130 | 155 | 175 | 3/0 |
| 107,2 | 195 | 230 | 260 | 150 | 180 | 205 | 4/0 |
| 126,67 | 215 | 255 | 290 | 170 | 205 | 230 | 250 |
| 152,01 | 240 | 285 | 320 | 190 | 230 | 255 | 300 |
| 177,34 | 260 | 310 | 350 | 210 | 250 | 280 | 350 |
| 202,68 | 280 | 335 | 380 | 225 | 270 | 305 | 400 |
| 253,35 | 320 | 380 | 430 | 260 | 310 | 350 | 500 |
| 304,02 | 355 | 420 | 475 | 285 | 340 | 385 | 600 |
| 354,69 | 385 | 460 | 520 | 310 | 375 | 420 | 700 |
| 380,03 | 400 | 475 | 535 | 320 | 385 | 435 | 750 |
| 405,37 | 410 | 490 | 555 | 330 | 395 | 450 | 800 |
| 456,04 | 435 | 520 | 585 | 355 | 425 | 480 | 900 |
| 506,71 | 455 | 545 | 615 | 375 | 445 | 500 | 1000 |
| 633,39 | 495 | 590 | 665 | 405 | 485 | 545 | 1250 |
| 760,07 | 520 | 625 | 705 | 435 | 520 | 585 | 1500 |
| 886,74 | 545 | 650 | 735 | 455 | 545 | 615 | 1750 |
| 1013,42 | 560 | 665 | 750 | 470 | 560 | 630 | 2000 |
| FACTORES DE CORRECCION | | | | | | | |
| Temperatura ambiente en °C | Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes | | | | | | Temperatura ambiente en °C |
| 21-25 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 21-25 |
| 26-30 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 26-30 |
| 31-35 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 31-35 |
| 36-40 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 36-40 |
| 41-45 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 41-45 |
| 46-50 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 46-50 |
| 51-55 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 51-55 |
| 56-60 | | 0,58 | 0,71 | | 0,58 | 0,71 | 56-60 |
| 61-70 | | 0,33 | 0,58 | | 0,33 | 0,58 | 61-70 |
| 71-80 | | | 0,41 | | | 0,41 | 71-80 |

* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,082 mm²(14 AWG); 20 A para 3,307 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre.



Se permite usar los cables tipo MT en instalaciones hasta 35 000 V nominales, en lugares secos o mojados, en canalizaciones, en soportes tipo charola para cable o directamente enterrados y en alambrados soportados por mensajeros.

1.3.3 Subestaciones

Este artículo contiene requisitos que se aplican a las subestaciones de usuarios, y a las instalaciones que formen parte de sistemas instalados en la vía pública. Estos requisitos se aplican a toda instalación, en el caso de instalaciones temporales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que están siendo reestructuradas o reemplazadas), la autoridad competente puede eximir al usuario del cumplimiento de alguno de estos requisitos, de acuerdo con la justificación que existía para ello y siempre que se obtenga la debida seguridad por otros medios.

Tabla 1.4 Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV), en configuración tríplex al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C (Ref. TABLA 310-68 NOM-001-SEDE-2005)

| Tamaño o Designación | | Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V | |
|----------------------|-------------|---|--------|--|--------|
| mm ² | AWG o kcmil | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| 13,3 | 6 | 70 | 77 | 75 | 84 |
| 21,2 | 4 | 90 | 100 | 100 | 110 |
| 33,6 | 2 | 125 | 135 | 130 | 150 |
| 42,4 | 1 | 145 | 160 | 150 | 175 |
| 53,5 | 1/0 | 170 | 185 | 175 | 200 |
| 67,4 | 2/0 | 195 | 215 | 200 | 230 |
| 85,0 | 3/0 | 225 | 250 | 230 | 265 |
| 107 | 4/0 | 265 | 290 | 270 | 305 |
| 127 | 250 | 295 | 325 | 300 | 335 |
| 177 | 350 | 365 | 405 | 370 | 415 |
| 253 | 500 | 460 | 510 | 460 | 515 |
| 380 | 750 | 600 | 665 | 590 | 660 |
| 507 | 1 000 | 715 | 800 | 700 | 780 |

Toda subestación particular debe tener en el punto de enlace entre el suministrador y el usuario un medio de desconexión general, ubicado en un lugar de fácil acceso y en el límite de predio, para las subestaciones siguientes:



Abiertas o pedestal mayores a 500 KVA. Abiertas o pedestal, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio medio de protección.

Control de alumbrado. Con objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos, barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras.

Eficiencia. Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar las luminarias y sus conexiones. Debe colocarse en el local, cuando menos, una lámpara para alumbrado de emergencia por cada puerta de salida del local.

Toda subestación debe tener en el lado primario un dispositivo general de protección contra sobrecorriente para la tensión eléctrica y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad nominal o ajuste de disparo, respectivamente.

1.3.4 Protecciones

Cuando no haya un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito alimentador fácilmente accesible, se deben instalar estos dispositivos en los circuitos derivados en el lado de la carga, en un lugar fácilmente accesible y deben ser de menor capacidad nominal que el dispositivo de sobrecorriente del circuito alimentador.

1.3.4.1 Apartarrayos

Un apartarrayos es un dispositivo protector que limita las sobretensiones transitorias descargando o desviando la sobrecorriente así producida, y evitando que continúe el paso de la corriente eléctrica, capaz de repetir esta función.

Cuando se utilice como un elemento en un punto del circuito, el apartarrayos debe conectarse a cada conductor de fase. Se permite que una misma instalación de



apartarrayos proteja a varios circuitos interconectados, siempre que ningún circuito quede expuesto a sobretensiones cuando esté desconectado de los apartarrayos.

La capacidad nominal de los apartarrayos tipo carburo de silicio no debe ser inferior a 125% de la tensión eléctrica máxima continua de fase a tierra disponible en el punto de aplicación.

La elección adecuada de apartarrayos de óxido metálico se debe basar en consideraciones de la tensión eléctrica máxima continua y del valor y duración de las sobretensiones en el lugar donde se vaya a instalar, y de cómo puedan afectar al apartarrayos las fallas de fase a tierra, los métodos de puesta a tierra del sistema, las sobretensiones por operación de interruptores y otras causas. Es conveniente consultar las instrucciones de los fabricantes para la aplicación y selección de apartarrayos en cada caso particular.

Esta permitido instalar apartarrayos en interiores o exteriores, pero deben ser inaccesibles a personas no calificadas, y lo más cerca del equipo.

1.3.4.2 Media tensión

Los alimentadores deben tener un dispositivo de protección contra corto circuito en cada conductor de fase. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes eléctricas de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su ajuste de disparo o punto de fusión. En ningún caso la capacidad de corriente nominal continua del fusible debe ser mayor que tres veces la capacidad de conducción de corriente del conductor. El ajuste del elemento de disparo con retardo de tiempo de un interruptor o el mismo ajuste de disparo de un fusible accionado electrónicamente, no debe ser mayor que seis veces la capacidad de conducción de corriente del conductor.

Se permite que los conductores en derivación de un alimentador sean protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del alimentador cuando dicho dispositivo proteja también a los



conductores de derivación. Deben coordinarse el tiempo de funcionamiento del dispositivo protector, la corriente eléctrica de corto circuito y el conductor utilizado, para evitar daños o temperaturas peligrosas en los conductores o a su aislamiento si se produjera un corto circuito.

1.3.4.3 Acometida

En un inmueble u otra estructura debe proveerse de un medio para desconectar todos los conductores a partir de los conductores de entrada de acometida.

Los medios para desconectar la acometida deben ser instalados, ya sea dentro o fuera de un edificio u otra estructura, en un lugar de rápido acceso en el punto más cercano de entrada de los conductores de acometida y a una distancia no mayor de 5 m del equipo de medición. El medio de desconexión de la acometida no se debe instalar en cuartos de baño.

Todos los conductores de fase de la acometida deben tener protección contra sobrecarga. Dicha protección debe consistir en un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de fase de la acometida que tenga una capacidad nominal o ajuste no superior a la capacidad de conducción de corriente del conductor.

1.3.5 Sistemas de Tierras

Los sistemas y los conductores de circuitos son puestos a tierra para limitar las sobretensiones eléctricas debidas a descargas atmosféricas, transitorios en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión, y para estabilizar la tensión eléctrica a tierra durante su funcionamiento normal. Los conductores de puesta a tierra del equipo se unen al conductor puesto a tierra del sistema para que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes eléctricas de falla, y que faciliten el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de fallas a tierra.



El conductor neutro debe ser puesto a tierra eficazmente en cada registro, equipo de transformación y acometida. En otros sistemas de uno, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la conexión de puesta a tierra debe hacerse al conductor común asociado con los circuitos de alumbrado.

Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos y que se coloquen directamente enterrados, deben ser tendidos flojos para obtener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan por movimientos de la tierra o asentamientos normales del terreno.

Los empalmes o derivaciones sin aislamientos de conductores de puesta a tierra directamente enterrados, deben ser hechos con soldadura o con dispositivos de compresión, para minimizar la posibilidad de aflojamiento o corrosión. Se debe reducir al mínimo el número de estos empalmes o derivaciones.

Las pantallas sobre aislamiento de cables conectadas a tierra, deben unirse a todo aquel equipo eléctrico accesible conectado a tierra en los registros, pozos o bóvedas.

Los materiales conductores que rodean a conductores o equipos eléctricos o que forman parte de dicho equipo, son puestos a tierra para limitar la tensión a tierra de esos materiales y para facilitar el funcionamiento de esos dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra.

El material de los conductores de puesta a tierra debe garantizar la adecuada conducción de corrientes a tierra, preferentemente sin empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben ser resistentes mecánicamente y a la corrosión, y estar hechos y mantenidos de tal modo que no se incremente la resistencia del conductor. Para apartarrayos, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de curvas cerradas (ángulos menores a 90°) como sea posible.



La estructura metálica de un edificio o construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo de tierra.

Para sistemas de corriente alterna en sistemas de alambrado de usuarios, el conductor que debe ser puesto a tierra es el que se especifica a continuación:

1. Sistemas monofásicos de dos conductores: un conductor.
2. Sistemas monofásicos de tres conductores: el conductor neutro.
3. Sistemas de varias fases con un conductor común a todas las fases: el conductor común.
4. Sistemas de varias fases en las que se requiera que una fase sea puesta a tierra: el conductor de una fase.

Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se debe utilizar un conductor del electrodo de puesta a tierra de tamaño nominal acorde con lo establecido en la tabla 1.5 para los conductores de fase derivados para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado con el electrodo de puesta a tierra. Esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado separadamente, desde su fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema o en la fuente del sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente.

El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que pueda producirse en la instalación y debe estar adecuadamente protegido contra la corrosión. El conductor debe ser alambre o cable, aislado, forrado o desnudo y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes o uniones.

Electrodos de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe ser lo más accesible posible y estar preferiblemente en la misma zona que la conexión del conductor del

electrodo de puesta a tierra del sistema. El electrodo de puesta a tierra debe ser: (1) el elemento metálico de la estructura o edificio más cercano puesto a tierra eficazmente o (2) la tubería metálica de agua puesta a tierra eficazmente que esté más cerca.

Tabla 1.5 Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos (Ref. TABLA 250-95 NOM-001-SEDE-2005).

| Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de: | Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil) | | |
|---|--|----------------|-------------------|
| | (A) | Cable de cobre | Cable de aluminio |
| 15 | | 2,08 (14) | |
| 20 | | 3,31 (12) | — |
| 30 | | 5,26 (10) | — |
| 40 | | 5,26 (10) | — |
| 60 | | 5,26 (10) | — |
| 100 | | 8,37 (8) | 13,3 (6) |
| 200 | | 13,3 (6) | 21,2 (4) |
| 300 | | 21,2 (4) | 33,6 (2) |
| 400 | | 33,6 (2) | 42,4 (1) |
| 500 | | 33,6 (2) | 53,5 (1/0) |
| 600 | | 42,4 (1) | 67,4 (2/0) |
| 800 | | 53,5 (1/0) | 85,0 (3/0) |
| 1 000 | | 67,4 (2/0) | 107 (4/0) |
| 1 200 | | 85,0 (3/0) | 127 (250) |
| 1 600 | | 107 (4/0) | 177 (350) |
| 2 000 | | 127 (250) | 203 (400) |
| 2 500 | | 177 (350) | 304 (600) |
| 3 000 | | 203 (400) | 304 (600) |
| 4 000 | | 253 (500) | 405 (800) |
| 5 000 | | 354,7 (700) | 608 (1 200) |
| 6 000 | | 405 (800) | 608 (1 200) |

1.3.5.1 Conductor de Puesta a Tierra de un Apartarrayos

El conductor de puesta a tierra debe tener “capacidad de conducción de corriente de tiempo corto”, bajo las condiciones de corriente eléctrica causada por un disturbio.

El conductor individual de puesta a tierra de un apartarrayos debe ser de tamaño nominal no menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre, o de 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio o un conductor equivalente en conductividad. Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayos, deben emplearse conductos flexibles



adecuados. El punto de referencia de tierra del apartarrayos se sujeta al tanque del transformador del cual parte un puente que conecta el neutro del transformador y, en su caso, una de las terminales de media tensión, junto con las cuales se conecta a tierra. El tanque del transformador no debe utilizarse como un medio de puesta a tierra.

Los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser del tamaño nominal inferior a 2.08 mm^2 (14 AWG) en cobre ni menor que 13.3 mm^2 (6 AWG) en aluminio. El conductor de puesta a tierra del apartarrayos se debe conectar a uno de los siguientes elementos:

1. Al conductor puesto a tierra de la acometida.
2. Al conductor del electrodo puesto a tierra.
3. Al electrodo de puesta a tierra de la acometida.
4. A la terminal de puesta a tierra del equipo de acometida. En los elementos (2) y (3) anteriores, el conductor de puesta a tierra debe ser de cobre.

1.4 Red de Energía Eléctrica

La Red es el conjunto de conductores unidos entre sí que sirven para llevar la energía eléctrica a los puntos de distribución o de consumo, se le conoce como red de Distribución de la Energía o Sistema de Distribución de Energía Eléctrica; es un subsistema del Sistema Eléctrico de Potencia, cuya función es el suministro de energía desde la subestación eléctrica de distribución hasta los usuarios finales (medidor del cliente).

1.4.1 Sistema de Suministro de Energía Eléctrica

El sistema de suministro de energía eléctrica es el conjunto de medios y elementos para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. La potencia eléctrica se genera en varias centrales que se encuentran geográficamente distantes entre si y de los centros de consumo de alta tensión a través del sistema de transmisión y subtransmisión y hacia las redes de distribución.

El sistema de suministro de energía eléctrica cuenta con los siguientes componentes:

- Plantas Generadoras de Electricidad
- Líneas de Transmisión
- Subestaciones Eléctricas
- Sistemas de Distribución

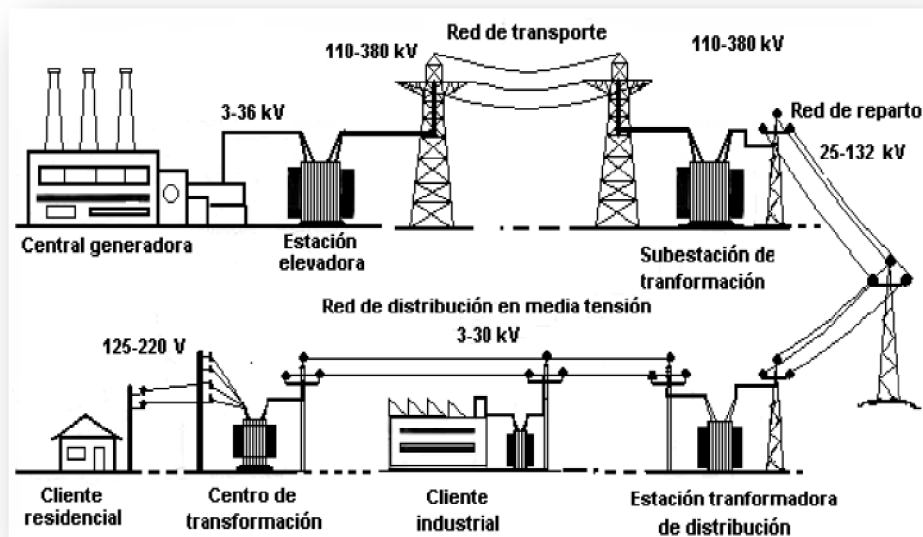


Figura 1.2 Diagrama esquematizado del sistema de suministro eléctrico.

1.4.2 Niveles de Tensión de las Redes de Distribución

Se caracterizan según su nivel de tensión y pueden ser de alta, media y baja tensión. La diversidad en los niveles de tensión en las redes se justifica por la diversidad en los tamaños de consumos y por la necesidad de optimizar las pérdidas óhmicas en líneas, siendo éstas menores a mayores tensiones.

- a) **Redes de baja tensión.** Son empleados para abastecer consumos domiciliarios y la mayor parte de los industriales, utilizándose tensiones menores a 1 kV entre fases (110 y 220 volts monofásicos para consumo residencial y 500 a 600 volts entre fases para consumos industriales de tamaño medio).



- b) **Redes de media tensión.** Se emplean tensiones de 1 kV y 115 kV entre fases y permiten transmisiones de orden de los MegaWatts. Se utilizan principalmente en instalaciones industriales importantes, en redes de distribución urbana y rural y en redes de Subtransmisión.

Redes de alta tensión. Se emplean tensiones mayores a 100 kV y se utilizan en sistemas de Subtransmisión, transporte e interconectados. Debido a su importancia, se requiere de equipos adecuados de aislamientos, control y protección para dar seguridad y calidad de servicio.

1.4.3 Clasificación de los Sistemas de Distribución

Dependiendo de las características, de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, y las condiciones de confiabilidad y seguridad con que se deban operar los sistemas de distribución, se clasifican en:

- a) **Industriales.** Comprende a los grandes consumidores de energía eléctrica, tales como las industrias del acero, químicas, petróleo, papel, etc.; que generalmente reciben el suministro eléctrico en alta tensión. Es frecuente que la industria genere parte de su demanda de energía eléctrica mediante procesos a vapor, gas o diesel.
- b) **Comerciales.** Es un fenómeno colectivo para sistemas de energía existentes dentro de grandes complejos comerciales y municipales, tales como edificios de gran altura, bancos supermercados, escuelas, aeropuertos, hospitales, puertos, etc. Este tipo de sistemas tiene sus propias características, como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia.



- c) **Urbana.** Alimenta la distribución de energía eléctrica a poblaciones y centros urbanos de gran consumo, pero con una densidad de carga pequeña. Son sistemas en los cuales es muy importante la adecuada selección en los equipos y el dimensionamiento de estos.

- d) **Rural.** Estos sistemas de distribución se encargan del suministro eléctrico en zonas de menor densidad de carga, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos y a tipos de red. Debido a las distancias largas y a las cargas pequeñas, es elevado el costo de kWh consumido. En muchos casos es justificado, desde el punto de vista económico, la generación local, en una fase inicial, y sólo en una fase posterior, puede resultar económica y práctica la interconexión para formar una red grande.

La red de distribución es el componente final del sistema de potencia, que tiene por objeto la interconexión de los usuarios con las subestaciones reductoras o de distribución.

Por su tipo de construcción las redes de distribución se clasifican en dos grandes grupos a saber:

- **Aéreas**
- **Subterráneas**

Redes aéreas: son las más comunes por su bajo costo y facilidad de construcción.

Redes subterráneas: cuando se tienen problemas de espacio, de contaminación o se desea conservar la estética del terreno las redes subterráneas aunque a un costo superior, representan una adecuada solución.

Los parámetros relevantes que determinan la estructura de una red de distribución subterránea son:

- ✓ El tipo de carga (residencial, comercial, industrial o mixta).
- ✓ La densidad de carga (kVA o MVA/km²).



- ✓ La localización geográfica de la carga.
- ✓ La forma geométrica de la expansión de la carga.
- ✓ La continuidad del servicio y el grado de confiabilidad requerido.
- ✓ La tasa o índice de requerimiento.
- ✓ Los criterios de operación.
- ✓ La mano de obra disponible para la construcción y para la operación de la red.
- ✓ El costo.

1.4.4 Tipos de Sistemas Aplicables en Instalaciones Subterráneas

A continuación se enlistan los diferentes tipos de sistemas de aplicables en instalaciones subterráneas en media tensión.

1.4.4.1 Configuración en Anillo

Es aquella que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el servicio de energía eléctrica.

- *Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación.*

Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con una sola fuente de alimentación. Opera en forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de la carga (ver Figura 1.3).

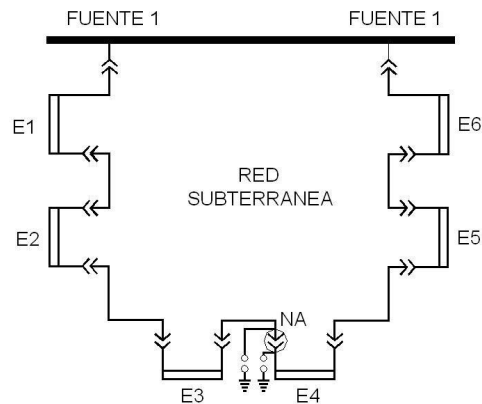


Figura 1.3 Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación

- Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación.

Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con dos fuentes de alimentación. Opera en forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de la carga.

- Conectando las fuentes a un mismo equipo o accesorio de la red (ver Figura 1.4).

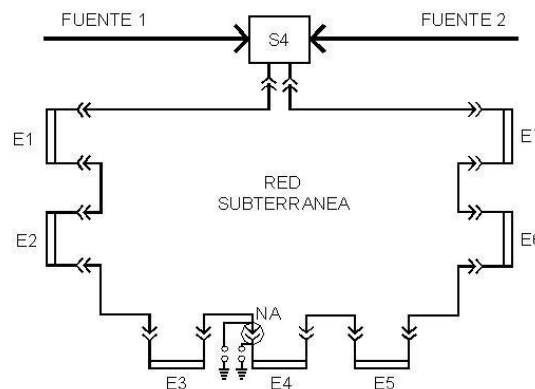


Figura 1.4 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación, conectando las fuentes a un mismo equipo o accesorio de la red

- Conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red (ver Figura 1.5).

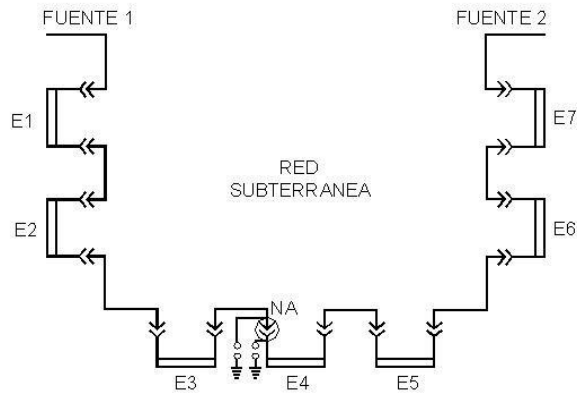


Figura 1.5 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación, conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red

- Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación.
- Conectadas las fuentes a un mismo equipo de la red (ver Figura 1.6).

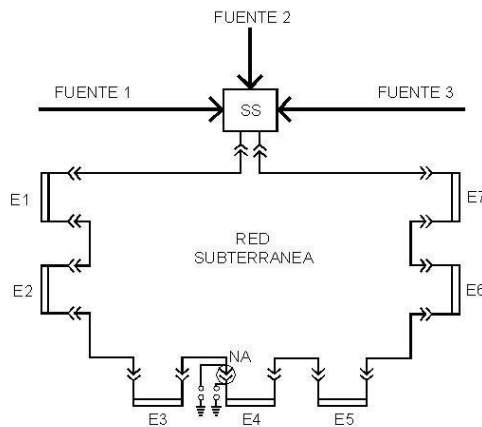


Figura 1.6 Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación, conectadas las fuentes a un mismo equipo de la red.

- Conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red (ver Figura 1.7).

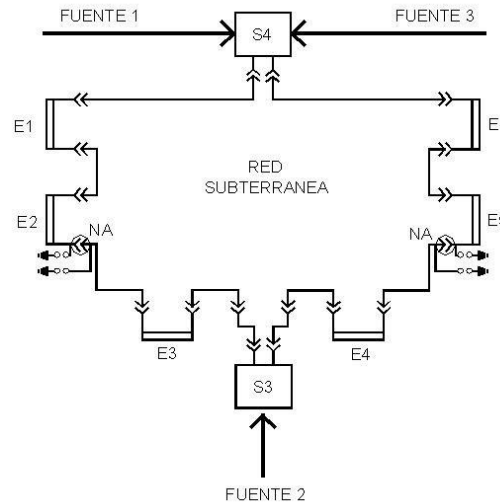


Figura 1.7 Configuración en anillo operación radial con tres fuentes de alimentación, conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.

- *Sistema de Alimentación Selectiva.*

Sistema en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación que sigue la misma trayectoria, una de las cuales se considera como preferente y la otra como emergente y que utiliza un seccionador con transferencia automática (ver figura 1.8).

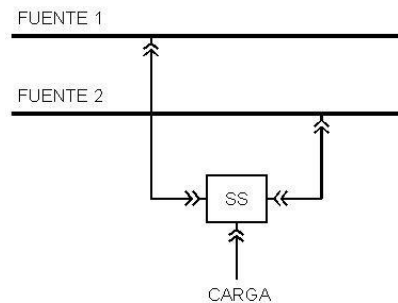


Figura 1.8 Sistema de alimentación selectiva.

Nota: Los arreglos mostrados no son limitativos ya que las diferentes fuentes también se pueden conectar en distintos puntos de la red, lo que permite la posibilidad de tener múltiples arreglos.

1.4.4.2 Configuración Radial

Es aquella que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga proporcionando el servicio de energía eléctrica (ver figura 1.9).

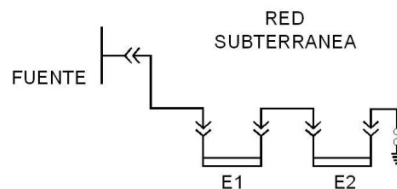


Figura 1.9 Configuración Radial

1.4.5 Tensiones utilizadas en México para Sistemas de Distribución Subterráneos

En México el sistema de distribución transporta la potencia eléctrica de las subestaciones de distribución a los clientes individuales, en tensiones que quedan en el rango de 34.5, 23, 13.8, 13.2, 6.6 ó 4.2 kV.

El arreglo de un sistema de distribución, se refiere entonces al arreglo físico de las líneas de distribución.

1.4.6 Definiciones y descripción de parámetros eléctricos

- **Carga Instalada**

Es la suma de todos los valores nominales de todas las cargas por alimentar y se puede expresar en A, kW ó kVA.

- **Densidad de Carga**

Es el cociente de la carga instalada entre el área de la zona en proyecto, se expresa en kW/m² o kVA/m².



Nota:

Debido a las diferentes condiciones climatológicas y de desarrollo existentes en el país, así como los diversos factores que se deben considerar para obtener las Densidades de Carga afectadas por el factor de coincidencia, cada División de Distribución de CFE, determinará cuales son las aplicables en sus zonas de distribución y proporcionará esta información en las Bases de Diseño para cada desarrollo en particular.

A) Determinación de Densidades de Carga.

Para obtener las Densidades de Carga se procederá de la siguiente manera:

A.1 Cargas de tipo residencial.

A.1.1 Se consideran los diferentes estratos socioeconómicos que se tengan en el área: Interés social (FOVISSSTE, etc.), clase media, clase alta, etc.

A.1.2 Se seleccionan como mínimo cinco áreas saturadas urbanística y eléctricamente de cada estrato socioeconómico cuando menos con 5 años en operación.

A.1.3 En temporada de alto consumo se obtiene la demanda máxima de cada una de las áreas y se cuenta el número de usuarios conectados, obteniendo la demanda máxima coincidente por usuario. El utilizar equipos de medición que cuenten con perfil de carga permite optimizar la capacidad de los transformadores usando de manera programada la sobrecarga permitida.

A.1.4 Se obtiene la raíz cuadrada media de la demanda máxima por usuario, para cada tipo de usuarios.

$$D = \sqrt{\frac{D1^2 + D2^2 + \dots + Dn^2}{n}}$$

Donde:

D = Demanda máxima coincidente por usuario de cada estrato

$D1, D2, \dots, Dn$ = Demanda máxima por usuario de cada área

n = Número de áreas de cada estrato



El valor obtenido es la demanda máxima coincidente por usuario, para cada tipo de estrato socioeconómico y es la que debe utilizarse para calcular capacidades de transformadores y secciones transversales de los conductores de baja tensión.

A.2 Cargas de tipo comercial.

A.2.1 Se deben seleccionar como mínimo 5 desarrollos de cada tipo (centros comerciales, hoteles, etc.), saturados urbanística y eléctricamente, cuando menos con 5 años en operación.

A.2.2 En temporada de alto consumo se obtiene la demanda máxima de cada uno de los desarrollos y se divide entre su correspondiente superficie construida, obteniéndose de esta forma la densidad máxima coincidente por desarrollo por superficie construida.

A.2.3 Se obtiene la raíz cuadrada media de la densidad máxima coincidente por desarrollo, para cada tipo de desarrollo.

$$D = \sqrt{\frac{D1^2 + D2^2 + \dots + Dn^2}{n}}$$

Donde:

D = Demanda máxima coincidente por tipo de desarrollo por superficie construida.

$D1, D2, \dots, Dn$ = Demanda máxima coincidente por desarrollo por superficie construida.

n = Número de desarrollos medidos

El valor obtenido es la densidad máxima coincidente por tipo de desarrollo por superficie construida y es la que deberá utilizarse para calcular capacidades de transformadores y secciones transversales de los conductores de baja tensión.



- **Demanda**

Es la potencia consumida por la carga, tomada en un valor medio en un intervalo de tiempo determinado, se expresa en kW, kVA o Amperes.

- **Demanda Máxima**

Es la mayor demanda que se tiene dentro de un intervalo de tiempo en un circuito eléctrico y se expresa en kW, kVA o A.

Nota:

Cuando el desarrollo se proyecte con ramales radiales monofásicos, la demanda máxima permisible debe ser el resultado de realizar un análisis de coordinación de protecciones, determinando la capacidad máxima del ramal, la cual debe estar limitada a evitar la salida del circuito por una operación por desbalance, cuidando la capacidad del elemento de protección. La máxima carga monofásica a alimentar por lote es 100 kVA. (*Referencia: Normas de distribución-construcción de sistemas subterráneos, especificación CFE DCCSSUBT, febrero 2013*).

- **Factor de demanda**

Es la relación de la demanda máxima de un circuito eléctrico respecto a su carga instalada, en un intervalo de tiempo determinado, generalmente es menor de uno; siendo unitario únicamente cuando, durante el intervalo considerado todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales.

- **Factor de diversidad**

Es la relación existente entre la suma de las demandas máximas individuales de las distintas partes de un sistema y la demanda máxima resultante del sistema entero, es mayor o igual a uno.



- **Factor de coincidencia**

Es la relación existente entre la demanda máxima de un sistema y la suma de las demandas máximas de los componentes del mismo, es menor o igual a uno. Este factor es recíproco del de diversidad.

- **Factor de utilización**

Es la relación existente entre la demanda máxima del sistema y la capacidad nominal del mismo. Este factor indica el grado en que el sistema está siendo aprovechado durante el pico de carga (demanda máxima).

Nota:

Se debe considerar un factor de utilización lo más cercano a la unidad para seleccionar la capacidad del Transformador, evitando dejar transformadores con poca carga.

- **Factor de potencia**

Es la relación entre la potencia real (W) y la potencia aparente (VA), es menor o igual a uno.

$$\text{Factor de Potencia} = \frac{\text{Potencia Real [W]}}{\text{Potencia Total [VA]}}$$

Es el término usado para describir la relación entre la potencia de trabajo o real y la potencia total consumida. Por lo que el triángulo de potencias muestra gráficamente la relación entre la potencia real [W], la potencia reactiva [VAR] y la potencia total [VA].

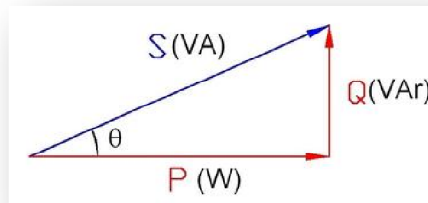


Figura 1.10 Triangulo de Potencias

Donde:

$P[W]$ = Potencia Real

$Q[VAr]$ = Potencia Reactiva (no produce trabajo, pero si hay que pagar por ella)

$S[VA]$ = Potencia Total Requerida para alimentar la carga

$$F. P. = \cos \theta = \frac{\text{Potencia Real [W]}}{\text{Potencia Total [VA]}}$$

- **Tensión de Servicio**

Es la diferencia de potencial medida en las terminales de la acometida del servicio o equipo de medición.

- **Tensión nominal**

Es la tensión de referencia o tensión de placa del equipo, es decir, es la tensión con la cual el equipo trabaja en condiciones normales.

- **Sistema de operación radial**

Es aquel en que el flujo de energía tiene una sola trayectoria, de la fuente a la carga, de tal manera que una falla en cualquier componente de la red puede producir una interrupción en todos los servicios.

Capítulo 2

Descripción y etapas de construcción del Proyecto

En este capítulo se da una breve explicación del porque hoy día es tan importante contar con energía eléctrica en espacios en donde existe un gran número de familias, como lo es este fraccionamiento, el cual se describirá a detalle más adelante.



2 Descripción y etapas de construcción del Proyecto

2.1 Objetivo

El objetivo del presente proyecto es el de establecer los criterios, equipos y materiales que se utilizarán en la construcción de la red subterránea de electrificación del fraccionamiento, que permitan lograr la máxima economía así como unas instalaciones eficientes que requieran del mínimo mantenimiento.

En este proyecto se utilizarán las fórmulas básicas de parámetros eléctricos como son; tensión, corriente, potencia y factor de potencia, los cuales nos darán referencia de las capacidades de todos y cada uno de los equipos que se especificarán al final de este trabajo (tales como; seccionadores, transformadores, tableros y dispositivos de protecciones); así mismo se hará uso de las normas mexicanas, el reglamento de construcción local y los lineamientos que requiere la CFE, para aprobar dicho proyecto y para que de esta manera sea puesto en operación el sistema.

La idea de que el proyecto sea subterráneo, es con la finalidad de contar con un sistema eléctrico en media tensión que ofrezca alta confiabilidad en su funcionamiento y operación, salvo cuando existan cortes de energía por parte de la compañía suministradora; y sobretodo contar con una mayor seguridad para todos los habitantes de dicho fraccionamiento; y que esto sea una aportación más a las nuevas formas de electrificación en espacios como estos, y en un futuro ser aplicados no sólo en zonas residenciales, sino también en lugares de interés social así como en los espacios públicos más importantes.

Este documento tiene como fin servir de guía para que futuras generaciones que estudien la carrera Ingeniería Eléctrica, puedan desarrollar un proyecto con estas características; ya que cuenta con los principios básicos y necesarios que se requieren y deben ser consideradas para una red de media tensión subterránea.



2.2 Descripción General del Proyecto

El desarrollo consta de las siguientes zonas y edificios, las cuales serán abastecidas de energía eléctrica como se indica a continuación.

Elementos abastecidos a través de una red eléctrica de distribución que será cedida a CFE, compuesta por un circuito eléctrico configuración en anillo, dentro del desarrollo con transformadores de distribución para:

- Zona de Acceso y comercial
- Torre vertical de departamentos 1
- Torre vertical de departamentos 2
- Torre vertical de departamentos 3
- Torre vertical de departamentos 4
- Torre vertical de departamentos 5
- Torre vertical de departamentos 6
- Torre vertical de departamentos 7
- Torre vertical de departamentos 8
- Torre vertical de departamentos 9
- Torre vertical de departamentos 10
- Torre vertical de departamentos 11
- Torre vertical de departamentos 12
- Torre vertical de departamentos 13
- Torre vertical de departamentos 14
- Torre vertical de departamentos 15
- Torre vertical de departamentos 16



La zona de acceso (fase 0) contará con lo siguiente:

- Zona de locales comerciales.
Consiste de zona de ventas para el desarrollo.
- Zona de oficinas.
Consiste en 6 oficinas para el desarrollo
- Salón de usos múltiples.
Consiste en área para la realización de eventos para el desarrollo.
- Plaza de acceso y control vehicular.
Consiste en dar acceso peatonal y vehicular al desarrollo con plaza de acceso y estacionamiento en acceso.

Las 16 torres contarán con lo siguiente:

- Varios niveles de departamentos de lujo y lobby de ingreso.
Consiste en unidades de diferentes tipos para vivienda.
- Estacionamiento en sótano y planta baja.
Consiste en estacionamiento para residentes y visitantes.
- Planta mezzanine con zona de amenidades (Gimnasio, ludoteca, alberca, spa, sauna, etc.)
Consiste en diferentes instalaciones para realizar actividades recreativas, culturales y de descanso para cada tipo de actividad.
- Sistemas de bombeo y planta de tratamiento.
Consiste en un sistema de bombeo para agua potable y una planta de tratamiento para aguas negras.
- Sistema de cárcamo para aguas negras y pluviales
Consiste en el bombeo de las aguas negras a la planta de tratamiento, el sistema pluvial será canalizado al río.



2.3 Etapas de Construcción del Proyecto

El presente desarrollo se pretende construir en 5 etapas o fases, de acuerdo con el siguiente calendario, el cual deberá de confirmarse al término de cada etapa y realizar los ajustes en caso que se requiera, debido a que pueden presentarse incrementos o decrementos de carga al no contar con el proyecto de las fases 2, 3, 4 y 5 (Ver plano EMT-01 para localización de fases constructivas):

- *Primera etapa*, para ser concluida en 2014 (Duración estimada 1.5 años)
 - Acometida en media tensión desde el poste de transición hasta inicio de puente.
 - Edificio de Acceso y zona comercial. (fase 0)
 - Torres 1,2 y 3
 - Servicios para las torres (bombeo, cárcamo, amenidades, etc.)

- *Segunda etapa*, para ser concluida en 2015 (Duración estimada 1.5 años)
 - Continuación de Media Tensión desde el puente a etapa 2.
 - Torres 4, 5, 6 y 7
 - Servicios para las torres (bombeo, cárcamo, amenidades, etc.)

- *Tercera etapa*, para ser concluida en 2017 (Duración estimada 1.5 años)
 - Continuación de Media Tensión desde la zona arbolada a etapa 3.
 - Torres 8, 9 y 10
 - Servicios para las torres (bombeo, cárcamo, amenidades, etc.)

- *Cuarta etapa*, para ser concluida en 2018 (Duración estimada 1.5 años)
 - Continuación de Media Tensión desde etapa 3 a etapa 4.
 - Torres 11 y 12
 - Servicios para las torres (bombeo, cárcamo, amenidades, etc.)



- *Quinta etapa*, para ser concluida en 2020 (Duración estimada 1.5 años)
 - Continuación de Media Tensión desde etapa 3 a etapa 4.
 - Torres 13, 14, 15 y 16
 - Servicios para las torres (bombeo, cárcamo, amenidades, etc.)

La duración es estimada de acuerdo a datos proporcionados por personal encargado del desarrollo.

2.4 Justificación

Ya que el tipo de proyecto que se realizará en este fraccionamiento, es un desarrollo residencial de nivel alto, en donde la finalidad primordial desde el punto de vista de los futuros habitantes, es el de tener privacidad, confort y estética; el hecho de realizarlo con una red de distribución subterránea no se aleja tanto de lo mencionado anteriormente, debido a que este es uno de los múltiples beneficios que se planearon desde un inicio.

Por tal motivo, para El Proyecto se está considerando un sistema distribución subterráneo en media tensión (23 kV), con la finalidad de aplicar las normas establecidas por parte de CFE, las normas mexicanas, y sobre todo considerando las exigencias del mundo actual; ya que como se sabe el emplear un sistema de distribución aérea es muy diferente al emplear uno subterráneo, tanto en el aspecto técnico de la ingeniería como en el aspecto económico.

2.5 Contenido general

La tesis se divide en cuatro capítulos, que son:

- ✓ Conceptos Generales
- ✓ Descripción y etapas de construcción del Proyecto
- ✓ Proyecto de Media Tensión
- ✓ Trámites y Proyecto Eléctrico ante CFE



Capítulo 2: Descripción y etapas de construcción del Proyecto

En el proyecto de media tensión, se tratarán distintos puntos como lo son: dimensionamiento de transformadores, conductores y ductos (canalizaciones para cableado). Así como la especificación de materiales de acuerdo a las normas de CFE.

Capítulo 3

Proyecto de Media Tensión

Para este capítulo haremos mención de lo que es el proceso de conexión y los cálculos correspondientes para el dimensionamiento de los equipos y accesorios a emplearse en este desarrollo.



3 Proyecto de Media Tensión

3.1 Introducción

Para la construcción del sistema subterráneo se hará una transición que se tomará de la línea aérea ya existente sobre Av. Parque de los ciervos 2 Fracc. B; de donde se alimentará toda la línea subterránea del fraccionamiento.

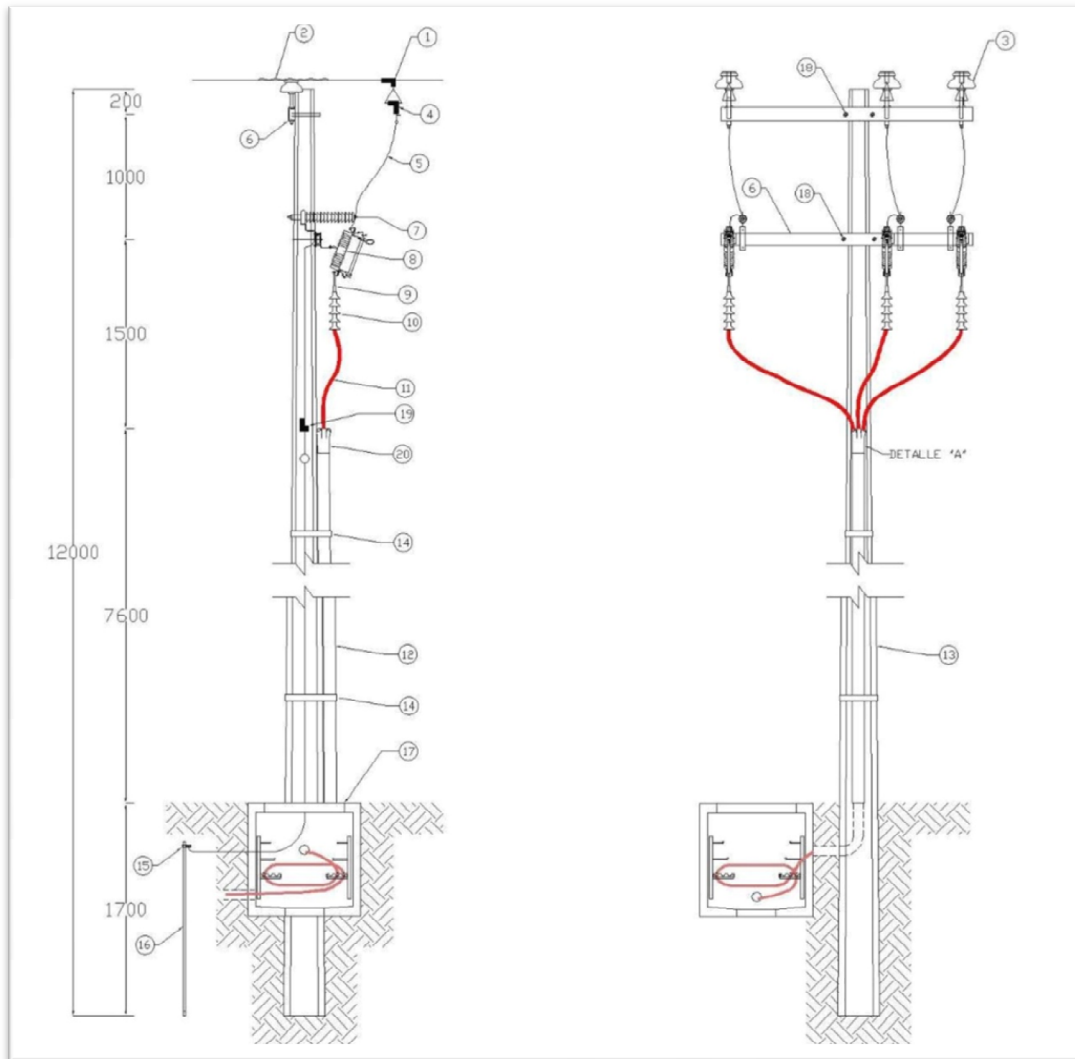
Por tanto la acometida eléctrica de la compañía suministradora al predio será en Media Tensión en 23 kV, alimentando a un Seccionador tipo sumergible propiedad de la compañía suministradora; y que servirá para la distribución eléctrica del predio (previa autorización del proyecto de Media Tensión por parte de CFE).

Este seccionador tipo sumergible estará ubicado en el acceso al predio, cerca de la caseta de acceso, donde a partir de este punto, la distribución de energía dentro del desarrollo se hará con seccionadores tipo sumergible, de los cuales se pretende contar con una distribuciones en media tensión arreglo en anillo operación radial, con la finalidad de suministrar de energía eléctrica a la totalidad de la carga a conectar.

A continuación hablaremos de los cálculos y materiales requeridos como: conductores, accesorios, registros, tuberías, transformadores, apartarrayos, cortacircuitos y sistema de tierras; necesarios para la media tensión, explicando el procedimiento requerido.

3.2 Transición

Significa pasar de una línea aérea a una subterránea como se muestra en la Figura 3.1.



| REFERENCIA | DESCRIPCION DEL MATERIAL O EQUIPO | UNIDAD | CANTIDAD |
|------------|--|--------|----------|
| 1 | CONECTOR A PRESION TIPO L CON ESTRIBO DE COBRE | PZA. | 3 |
| 2 | ALAMBRE DE ALUMINIO SUAVE PARA AMARRE | KG | SR |
| 3 | AISLADOR TIPO PIN POST CLASE 25 KV | PZA. | 3 |
| 4 | CONECTOR TIPO PERICO, PARA LINEA ENERGIZADA, SEGUN CALIBRE | PZA. | 3 |
| 5 | ALAMBRE O CABLE DE COBRE DESNUDO MINIMO 4AWG | KG | SR |
| 6 | CRUCETA TIPO PT200 | PZA. | 1 |
| 7 | APARTARRAYOS ADOM TS TIPO RISER POLE PARA 23 KV | PZA. | 3 |
| 8 | CORTACIRCUITOS FUSIBLE DE POTENCIA PARA 25 KV, CCF-27-150-300 | PZA. | 3 |
| 9 | TERMINAL POLIMERICA PARA CABLE DE ENERGIA, 25KV | PZA. | 3 |
| 10 | TERMINAL DE USO EXTERIOR PARA CABLE DE ENERGIA 25 KV TIPO XLP CAL. 3/0 (CONOS DE ALIVIO) | PZA. | 3 |

| | | | |
|----|---|------|----|
| 11 | CABLE DE POTENCIA TIPO 25 KV XLP CAL. 3/0 AWG | KG | SR |
| 12 | TUBO TIPO PAD RD 13.5 COLOR NEGRO DE 153 mm Ø CFE-DF100-23 | PZA. | 1 |
| 13 | POSTE DE CONCRETO OCTOGONAL DE 12 m. MINIMO PC-12-700 | PZA. | 1 |
| 14 | FLEJE DE ACERO INOX DE 1/2 DE ESPESOR | PZA. | 1 |
| 15 | SOLDADURA TIPO CADWELD | KG | SR |
| 16 | ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA DE 16mm Ø X 3 mts. CON CONECTOR MECANICO TIPO GK | PZA. | 1 |
| 17 | REGISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO CFE - RMTA4 | PZA. | 1 |
| 18 | ABRAZADERA TIPO UC | PZA. | 1 |
| 19 | CONECTOR DERIVADOR 90 GRADOS (CAL SEGUN REQUIERA) | PZA. | 1 |
| 20 | BOTA TERMOTRACTIL, PREMODELADA DE SALIDA MULTIPLE | PZA. | 1 |

Figura 3.1 Transición para sistemas de 200 A con CCF, NORMA CFE-TS200CCF

Para realizar la transición partimos de un poste existente de 12-750 en el cual 12 es su altura en metros y 750 la resistencia, en el cual se coloca una estructura con herrajes: cruceta, tirante, abrazaderas y accesorios para alojar los cortacircuitos, apartarrayos, y derivar la transición. Es importante señalar los accesorios que se requieren para la elaboración de la transición como:

TERMINAL TERMOCONTRÁCTIL 25 kV, USO EXTERIOR.

Se utiliza para controlar los esfuerzos eléctricos producidos por el campo magnético que se presenta sobre el aislamiento del cable al retirarse la pantalla semiconductora, las campanas premoldeadas tienen una alta resistencia a la radiación solar y no permiten el escurrimiento del agua sobre el conductor, las terminales tipo exterior se manejan en 15, 25 y 35 kV, y de calibres de 1/0 a 500 KCM como se muestra en la Figura 3.2.



Figura 3.2 Terminal termocontractil 25 kV, uso exterior.

SELLO PARA TRANSICIONES.

Sello termocontráctil o contráctil en frío para transiciones, diseñada para asegurar el aislante y el sellado del conductor con armadura o cables con cubierta, evitando la entrada de agua y polvo al interior de los ductos en las transiciones tanto de baja como de media tensión, proporcionando además soporte mecánico para los cables.

Para nuestro proyecto utilizaremos un sello termocontráctil de 3” ya que es el diámetro de nuestra tubería para la transición. Se maneja de diferentes medidas desde 2” hasta 4” y con salidas para los conductores con un rango desde 1/0 AWG a 500 KCM como se muestra en la Figura 3.3.



Figura 3.3 Sello termocontráctil y sello contráctil en frío de 3”.

Para la alimentación del desarrollo se va a requerir de una transición aéreo – subterránea, localizada frente del predio, a lo largo de la Av. Parque de los ciervos 2 Fracc. B, Rancho San Juan, Ex-Hda Sayaveedra. Esta transición se nombrará como acometida general del proyecto, indicada en el proyecto.

En esta transición se instalará cuchillas seccionadoras como medio de conexión de los circuitos alimentadores al desarrollo. Las terminales de los cables de energía serán termocontráctiles para uso exterior (ver Figura 3.4)

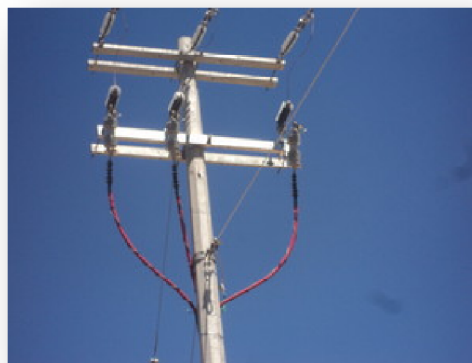


Figura 3.4 Ejemplo de transición de media tensión de aérea a subterránea.



3.3 Sistema de Media Tensión en anillo

De acuerdo a la respuesta de CFE, sobre la factibilidad de servicio para El desarrollo; la alimentación eléctrica será desde la subestación eléctrica Lomas Verdes (una sola fuente de energía) y se ha optado por construir un circuito subterráneo en media tensión (23 kV, 3F-4H) dentro del predio del desarrollo, necesario para abastecer de energía eléctrica al desarrollo.

La acometida al desarrollo se hará con un circuito en anillo operación radial a partir del seccionador tipo sumergible en media tensión subterráneo para abastecer la totalidad de la carga, lo cual permitirá realizar maniobras de mantenimiento en el circuito de la acometida.

La distribución de energía dentro del desarrollo se hará con seccionadores en configuración en anillo, operación radial con un punto normalmente abierto en el centro de las cargas conectadas.

El nivel de tensión tanto para la acometida al desarrollo como para los circuitos de distribución interna será 23 kV, 3 fases, 4 hilos.

3.4 Seccionadores y Subestaciones

3.4.1 Seccionadores

Los seccionadores que se instalarán en El desarrollo, son en Hexafluoruro de azufre (SF_6) con interruptores en vacío, clase 25 kV, con el número de vías indicado en el diagrama unifilar (plano EMT-07), 95 kV NBI (Nivel Básico de Aislamiento al Impulso), provistos de protección contra sobrecorriente en las vías de 200 Amperes por medio de interruptores controlados electrónicamente por un simulador de sobrecorriente ajustable de rango aproximado entre 30 y 200 Amperes, curvas tipo K o E con preparación para recibir automatización en lo futuro (si se requiere), con tanque de acero inoxidable de 6.35 mm de

espesor y gabinete de acero inoxidable de 2.77 mm de espesor. Estos equipos deberán de pasar por pruebas de puesta en servicio previas a su conexión (ver Figura 3.5).

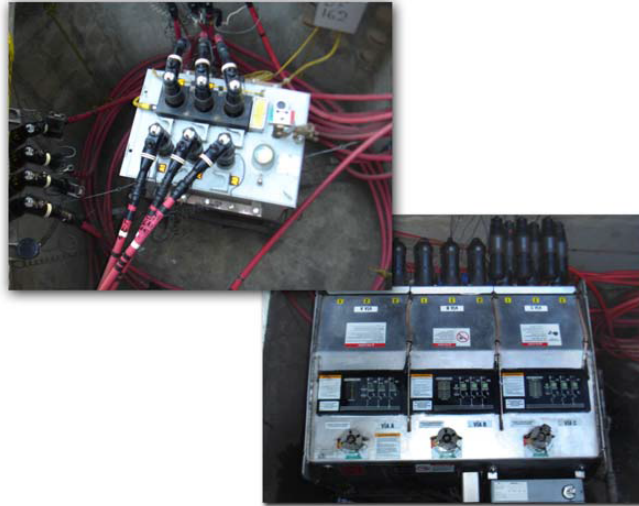


Figura 3.5 Seccionador tipo sumergible para redes subterráneas.

3.4.2 Transformadores

Los transformadores deberán de cumplir con la especificación CFE **K0000-08** (*“Transformadores trifásicos tipo pedestal hasta 225 KVA para Distribución Residencial Subterránea”, tipo radial*), por lo tanto estarán protegidos por un fusible limitador de corriente de rango completo removible desde el exterior, y tanto el tanque como el gabinete serán de acero inoxidable para estar instalados en un ambiente exterior normal.

Los transformadores particulares deberán de cumplir con las normas **NMX-J-285** (*“Establece los requisitos que deben cumplir los transformadores tipo pedestal, para operación a 60 Hz, monofásicos hasta 167 kVA y trifásicos hasta 2 500 kVA, para sistemas de distribución subterránea, autoenfriados en líquido aislante y frente muerto, para usarse con conectores aislados separables en media tensión y para conectarse en sistemas de hasta 34 500 V con conexión estrella”*.) y por lo tanto estarán protegidos por un fusible limitador de corriente de rango completo removible desde el exterior, y tanto el tanque

como el gabinete serán de acero inoxidable para estar instalados en un ambiente exterior normal (ver Figura 3.6).

Estos equipos deberán de pasar por pruebas de puesta en servicio previas a su conexión. Para la conexión de los circuitos de baja tensión se utilizarán zapatas terminales de compresión bimetálicas (para conductores de cobre o aluminio) para el calibre del conductor instalado, las cuales deberán de instalarse con pinzas calibradas por LAPEM.



Figura 3.6 Transformador trifásico tipo pedestal 300 kVA, operación anillo.

En el proceso de la conexión del conductor XLP al transformador se utilizan diferentes tipos de accesorios como:

- CONECTOR TIPO CODO OPERACIÓN CON CARGA DE 25 kV 200A. El cual se utiliza para conectar el conductor XLP al primario del transformador por medio de un inserto, cabe mencionar que se puede trabajar con carga como su nombre lo indica y lo muestra la figura 3.7.



Figura 3.7 Conector tipo codo operación con carga de 23 kV, 200A.

- INSERTO OPERACIÓN CON CARGA DE 25-200. El inserto lleva la conexión entre la boquilla del transformador y el codo operación con carga como se muestra en la figura 3.8.

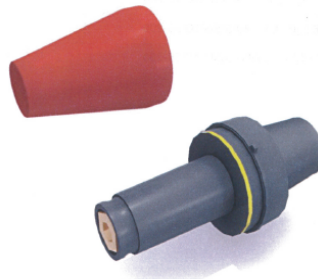


Figura 3.8 Inserto DE 25 kV operación con carga de 200A.

- ADAPTADOR DE TIERRA 25 kV. El adaptador de tierra tiene como función principal aterrizar la malla de tierra del conductor XLP como se muestra en la figura 3.9.



Figura 3.9 Adaptador de tierra de 25 kV.



Se debe tomar en cuenta que muchas veces en este tipo de transformadores se debe de tener cuidado de no ponerlos en lugares en los cuales se obstruya el paso tanto de personas como de automóviles, por lo que se sugiere ponerlos en espacios libres o áreas de donación en donde no se perjudique a los usuarios.

3.5 Cálculo de la potencia de los transformadores

Para realizar los cálculos de las potencias de cada uno de los transformadores, se deben tomar en cuenta los artículos 220-13 y 220-32, de la NOM-001-SEDE-2005, así como sus respectivas tablas, indicadas a continuación:

Tabla 3.1 Factores de demanda para cargas de receptáculos que no son unidades de vivienda (Ref. Tabla 220-13, NOM-001-SEDE-2005)

| Parte de la carga de receptáculos a la que se aplica el factor de demanda (VA) | Factor de demanda (%) |
|--|-----------------------|
| Primeros 10 kVA o menos | 100 |
| A partir de 10 Kva | 50 |

Tabla 3.2 Cálculo opcional de los factores de demanda de unidades Multifamiliares con tres o más viviendas (Ref. Tabla 220-32, NOM-001-SEDE-2005)

| Número de unidades de vivienda | Factor de demanda (%) |
|--------------------------------|-----------------------|
| 3-5 | 45 |
| 6-7 | 44 |
| 8-10 | 43 |
| 11 | 42 |
| 12-13 | 41 |
| 14-15 | 40 |
| 16-17 | 39 |
| 18-20 | 38 |
| 21 | 37 |
| 22-23 | 36 |
| 24-25 | 35 |
| 26-27 | 34 |
| 28-30 | 33 |
| 31 | 32 |
| 32-33 | 31 |
| 34-36 | 30 |
| 37-38 | 29 |
| 39-42 | 28 |
| 43-45 | 27 |
| 46-50 | 26 |
| 51-55 | 25 |
| 56-61 | 24 |
| De 62 en adelante | 23 |

Tomando en cuenta la información que el cliente proporciono al inicio (proyecto de iluminación, sembrado de contactos, equipos de HVAC, PLBG, etc.); se realizaron los cálculos correspondientes obteniendo como resultado, las siguientes demandas eléctricas.

Las relaciones de cargas que se muestran a continuación, indican las capacidades de cada uno de los transformadores con los que contara el desarrollo. Para ubicación y características de estos transformadores, ver planos MT-01, 02, 03, 04, 05, 06 y 07 (apéndice B).

Tabla 3.3 Relación de Cargas Transformador E1, Edificio de Acceso, Fase 0.

| RELACION DE CARGAS, FASE 0 | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| ZONA | TIPO DE CARGA | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| EDIFICIO DE ACCESO | L. COMERCIAL 1 | E1 | 2.70 | 1 | 2.70 | | BT | 112.5 | 100% |
| | L. COMERCIAL 2 | | 2.55 | 1 | 2.55 | | BT | | |
| | L. COMERCIAL 3 | | 2.55 | 1 | 2.55 | | BT | | |
| | L. COMERCIAL 4 | | 2.55 | 1 | 2.55 | | BT | | |
| | OFICINAS PB | | 6.56 | 1 | 6.56 | | BT | | |
| | OFICINAS 1 | | 7.44 | 1 | 7.44 | | BT | | |
| | OFICINAS 2 | | 7.44 | 1 | 7.44 | | BT | | |
| | SALON DE USOS MULTIPLES | | 50.00 | 1 | 50.00 | | BT | | |
| | SERVICIOS GENERALES | | 23.97 | 0.81 | 19.32 | | BT | | |
| TOTAL | 9 | | 105.76 | | 101.11 | 112.34 | | | |

Tabla 3.4 Relación de Cargas Servicios Propios Típica para Fases 1, 2, 3, 4 y 5.

| RELACION DE CARGAS SERVICIOS TIPICA PARA FASES 1, 2, 3, 4 Y 5 | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| ZONA | TIPO DE CARGA | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| SERVICIOS PROPIOS FASE 1, 2, 3, | ALUMBRADO | PARTICULAR | 51.55 | 1.00 | 51.55 | | MT | 300 | 100% |
| | CONTACTOS | | 71.37 | ART. 220-13 | 44.68 | | | | |
| | FUERZA | | 289.63 | 0.60 | 173.78 | | | | |
| TOTAL | 1 | | 412.55 | | 270.0 | 300.0 | | | |



Tabla 3.5 Relación de Cargas Transformador E2, Edificio Torre 1, Fase 1.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 1 | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 1 | MEZZANINE DEPTO. A | E2 | 14.48 | 0.6 | 8.69 | 150 | BT | 150 | 94% |
| | MEZZANINE DEPTO. B | | 14.03 | 0.6 | 8.42 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. C | | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.97 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| NIV. 10 DEPTO. H | 17.20 | 0.6 | 10.32 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 23 | | 352.12 | ART. 220-32 | 126.76 | 140.85 | | | |

Tabla 3.6 Relación de Cargas Transformador E3, Edificio Torre 2, Fase 1.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 1 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 2 | NIV. 1 DEPTO. C | E3 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | 150 | BT | 150 | 89% |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | |
| | NIV. 11 DEPTO. I | | 18.56 | 0.6 | 11.13 | | BT | | |
| TOTAL | 21 | | 323.55 | ART. 220-32 | 119.71 | 133.02 | | | |



Tabla 3.7 Relación de Cargas Transformador E4, Edificio Torre 3, Fase 1.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 1 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 3 | NIV. 1 DEPTO. C | E4 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | 150 | 89% |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | |
| | NIV. 11 DEPTO. I | | 18.56 | 0.6 | 11.13 | | BT | | |
| TOTAL | 21 | | 323.55 | ART. 220-32 | 119.71 | 133.02 | | | |

Tabla 3.8 Relación de Cargas Transformador E5, Edificio Torre 4, Fase 2.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 2 | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------|--|--|--|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) | | | | |
| TORRE 4 | MEZZANINE DEPTO. C | E5 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | 112.5 | 92% | | | | |
| | MEZZANINE DEPTO. D | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 1 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 1 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 6 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 6 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | | | | | |
| | NIV. 7 DEPTO. I | | 18.56 | 0.6 | 11.13 | | BT | | | | | | |
| | TOTAL | | 15 | | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | | | 103.47 | | | |

Tabla 3.9 Relación de Cargas Transformador E6, Edificio Torre 5, Fase 2.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 2 | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 5 | MEZZANINE DEPTO. C | E6 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | 103.47 | BT | 112.5 | 92% |
| | MEZZANINE DEPTO. D | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. I | | 18.56 | 0.6 | 11.13 | | BT | | |
| TOTAL | 15 | | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | | | | |

Tabla 3.10 Relación de Cargas Transformador E7, Edificio Torre 6, Fase 2.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 2 | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 6 | MEZZANINE DEPTO. C | E7 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | 103.47 | BT | 112.5 | 92% |
| | MEZZANINE DEPTO. D | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. I | | 18.56 | 0.6 | 11.13 | | BT | | |
| TOTAL | 15 | | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | | | | |

Tabla 3.11 Relación de Cargas Transformador E8, Edificio Torre 7, Fase 2.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 2 | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 7 | MEZZANINE DEPTO. C | E8 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | 103.47 | BT | 112.5 | 92% |
| | MEZZANINE DEPTO. D | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. I | | 18.56 | 0.6 | 11.13 | | BT | | |
| TOTAL | 15 | | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | | | | |



Tabla 3.12 Relación de Cargas Transformador E9, Edificio Torre 8, Fase 3.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 3 | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 8 | MEZZANINE DEPTO. A | E9 | 14.48 | 0.6 | 8.69 | | BT | 225 | 72% |
| | MEZZANINE DEPTO. B | | 14.03 | 0.6 | 8.42 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. C | | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.37 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| NIV. 7 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 7 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. G | 15.43 | 0.6 | 9.30 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. H | 17.20 | 0.6 | 10.32 | BT | | | | | |
| NIV. 14 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 29 | | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | | | |

Tabla 3.13 Relación de Cargas Transformador E10, Edificio Torre 9, Fase 3.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 3 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 9 | NIV. 1 DEPTO. C | E10 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | 225 | 70% |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.37 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| NIV. 8 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. G | 15.43 | 0.6 | 9.30 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. H | 17.20 | 0.6 | 10.32 | BT | | | | | |
| NIV. 14 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 27 | | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | | | |



Tabla 3.14 Relación de Cargas Transformador E11, Edificio Torre 10, Fase 3.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 3 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 10 | NIV. 1 DEPTO. C | E11 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | 225 | 70% |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.37 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| NIV. 8 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. G | 15.43 | 0.6 | 9.30 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. H | 17.20 | 0.6 | 10.32 | BT | | | | | |
| NIV. 14 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 27 | | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | | | |

Tabla 3.15 Relación de Cargas Transformador E12, Edificio Torre 11, Fase 4.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 4 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 11 | PB DEPTO. A | E12 | 14.48 | 0.6 | 8.69 | | BT | 225 | 72% |
| | PB DEPTO. B | | 14.03 | 0.6 | 8.42 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. C | | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.37 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| NIV. 7 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 7 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. G | 15.43 | 0.6 | 9.30 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. H | 17.20 | 0.6 | 10.32 | BT | | | | | |
| NIV. 14 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 29 | | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | | | |



Tabla 3.16 Relación de Cargas Transformador E13, Edificio Torre 12, Fase 4.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 4 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 12 | PB DEPTO. A | E13 | 14.48 | 0.6 | 8.63 | | BT | 225 | 72% |
| | PB DEPTO. B | | 14.03 | 0.6 | 8.42 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. C | | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.97 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 11 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 11 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 12 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 12 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 13 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| | NIV. 13 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | |
| NIV. 14 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 29 | | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | | | |

Tabla 3.17 Relación de Cargas Transformador E14, Edificio Torre 13, Fase 4.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 4 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 13 | NIV. 1 DEPTO. C | E14 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | 225 | 70% |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.97 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 11 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 11 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 12 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 12 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 13 DEPTO. G | | 15.49 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| | NIV. 13 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | |
| | NIV. 14 DEPTO. I | | 18.56 | 0.6 | 11.13 | | BT | | |
| | TOTAL | | 27 | | 414.36 | | ART. 220-32 | | |



Tabla 3.18 Relación de Cargas Transformador E15, Edificio Torre 14, Fase 5.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 5 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 14 | NIV. 1 DEPTO. C | E15 | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | 225 | 70% |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.37 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| NIV. 8 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. G | 15.49 | 0.6 | 9.30 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. H | 17.20 | 0.6 | 10.32 | BT | | | | | |
| NIV. 14 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 27 | | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | | | |

Tabla 3.19 Relación de Cargas Transformador E16, Edificio Torre 15, Fase 5.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 5 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 15 | PE DEPTO. A | E16 | 14.48 | 0.6 | 8.69 | | BT | 225 | 72% |
| | PE DEPTO. B | | 14.03 | 0.6 | 8.42 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. C | | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.37 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.31 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| NIV. 7 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 7 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 8 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 9 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 10 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 11 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. E | 14.34 | 0.6 | 8.60 | BT | | | | | |
| NIV. 12 DEPTO. F | 15.31 | 0.6 | 9.55 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. G | 15.49 | 0.6 | 9.30 | BT | | | | | |
| NIV. 13 DEPTO. H | 17.20 | 0.6 | 10.32 | BT | | | | | |
| NIV. 14 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 29 | | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | | | |

Tabla 3.20 Relación de Cargas Transformador E17, Edificio Torre 16, Fase 5.

| RELACION DE CARGAS DEPARTAMENTOS, FASE 5 | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|
| ZONA | TIPO DEPARTAMENTO | TRANSFORMADOR | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | TIPO DE MEDICION | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) | FACTOR DE UTILIZACION (%) |
| TORRE 16 | PB DEPTO. A | E17 | 14.46 | 0.6 | 8.69 | | BT | 225 | 72% |
| | PB DEPTO. B | | 14.03 | 0.6 | 8.42 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. C | | 14.40 | 0.6 | 8.64 | | BT | | |
| | NIV. 1 DEPTO. D | | 15.97 | 0.6 | 9.58 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 2 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 3 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 4 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 5 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 6 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 7 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 8 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 9 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 10 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 11 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 11 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 12 DEPTO. E | | 14.34 | 0.6 | 8.60 | | BT | | |
| | NIV. 12 DEPTO. F | | 15.91 | 0.6 | 9.55 | | BT | | |
| | NIV. 13 DEPTO. G | | 15.43 | 0.6 | 9.30 | | BT | | |
| | NIV. 13 DEPTO. H | | 17.20 | 0.6 | 10.32 | | BT | | |
| NIV. 14 DEPTO. I | 18.56 | 0.6 | 11.13 | BT | | | | | |
| TOTAL | 29 | | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | | | |

De acuerdo con lo indicado y mencionado anteriormente, este desarrollo se construirá en 5 etapas o fases, las cuales están proyectadas para terminarse en el año 2020. En la tabla siguiente se muestra el incremento de carga que se deberá de tomar en cuenta conforme se van realizando y construyendo las etapas (este calendario estimado se deberá de ser confirmado con el propietario).

Tabla 3.21 Relación de Cargas General, por Etapas

| RESUMEN DE CARGAS POR FASES | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|----------------|
| FASE | ZONA | CARGA INSTALADA (kW) | CARGA DEMANDADA | |
| | | | (kW) | (kVA) |
| FASE I (2014) | CARGA FASE 1 | 1517.54 | 737.31 | 819.23 |
| FASE II (2015) | CARGA FASE 1 Y 2 | 1343.77 | 642.50 | 713.88 |
| FASE III (2016) | CARGA FASE 1, 2 Y 3 | 1684.14 | 697.92 | 775.47 |
| FASE IV (2018) | CARGA FASE 1, 2, 3 Y 4 | 1712.66 | 703.19 | 781.32 |
| FASE V (2020) | CARGA FASE 1, 2, 3, 4 Y 5 | 1712.66 | 703.19 | 781.32 |
| TOTAL | | 7970.76 | 3484.10 | 3871.22 |

3.6 Potencia del transformador calculada

El transformador es el componente más importante de la red de distribución eléctrica ya sea por la función que desempeña de transferir la energía eléctrica de un circuito a otro (por lo general de diferente tensión) su costo con relación a las otras partes de la instalación es significativa por lo cual antes de seleccionarlo se deberá realizar un análisis adecuado.

Los transformadores que se instalarán en El desarrollo son de tipo pedestal con conexión en anillo, sistema de enfriamiento OA (sumergido en aceite, con enfriamiento natural), relación de transformación 23 kV/220-127 Volts, con 5 taps de derivación del $\pm 2.5\%$ sobre el valor de voltaje nominal, de la potencia indicada en los planos y diagrama unifilar.

La capacidad de los transformadores ha sido calculada en base a la carga demandada por cada uno de los servicios a alimentar, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3.22 Resumen de Cargas, por Etapas

| RESUMEN DE CARGAS "RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA" | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| FASE | ZONA | TRANSFORMADOR | SERVICIO | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA (kW) | CARGA DEMANDADA (kVA) | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (kVA) |
| FASE I | EDIFICIO DE ACCESO | E1 | COMERCIO Y OFICINAS | 105.76 | REL. CARGAS | 101.11 | 112.34 | 112.5 |
| | TORRE 1 | E2 | DEPARTAMENTOS | 352.12 | ART. 220-32 | 126.76 | 140.85 | 150 |
| | TORRE 2 | E3 | DEPARTAMENTOS | 323.55 | ART. 220-32 | 119.71 | 133.02 | 150 |
| | TORRE 3 | E4 | DEPARTAMENTOS | 323.55 | ART. 220-32 | 119.71 | 133.02 | 150 |
| | SERVICIO GENERAL | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| FASE II | DEPTOS TORRE 4 | E5 | DEPARTAMENTOS | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | 103.47 | 112.5 |
| | DEPTOS TORRE 5 | E6 | DEPARTAMENTOS | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | 103.47 | 112.5 |
| | DEPTOS TORRE 6 | E7 | DEPARTAMENTOS | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | 103.47 | 112.5 |
| | DEPTOS TORRE 7 | E8 | DEPARTAMENTOS | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | 103.47 | 112.5 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| FASE III | DEPTOS TORRE 8 | E9 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 9 | E10 | DEPARTAMENTOS | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 10 | E11 | DEPARTAMENTOS | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | 225 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| FASE IV | DEPTOS TORRE 11 | E12 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 12 | E13 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 13 | E14 | DEPARTAMENTOS | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | 225 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| FASE V | DEPTOS TORRE 14 | E15 | DEPARTAMENTOS | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 15 | E16 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 16 | E17 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| TOTAL | | | | 7970.76 | | 3484.10 | 3871.22 | 4537.50 |

Los transformadores indicados en la tabla anterior se alimentarán de una red interior que será abastecida del seccionador sumergible mediante conectores múltiples de “n” vías de 200 Amperes derivando del anillo principal.

En la siguiente tabla se muestran las capacidades de transformadores trifásicos para Redes de Distribución Subterráneas que se tienen normalizadas, con las que se eligieron los transformadores que alimentaran las cargas de cada una de etapas indicadas en la Tabla 3.22.

Tabla 3.23 Capacidades Normalizadas. Transformadores trifásicos. Tabla 2.6.3-A-2 Distribución- Construcción de Sistemas Subterráneos CFE

| TIPOS Y CAPACIDADES DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS | |
|--|-----------------------|
| CAPACIDAD DE kVA | TIPO |
| 75 | Pedestal y Sumergible |
| 112.5 | Pedestal y Sumergible |
| 150 | Pedestal y Sumergible |
| 225 | Pedestal y Sumergible |
| 300 | Pedestal y Sumergible |
| 500 | Pedestal y Sumergible |

3.7 Conductores

En este apartado se pretende hacer un cálculo de los conductores de media tensión, que se consideran para este proyecto.

El conductor de media tensión será de Aluminio tipo DS con aislamiento XLP-25B con bloqueo contra la penetración de agua (ver figura 3.10), según la norma de referencia NRF-024 para 25 kV, nivel de aislamiento del 133%, especificación CFE, E0000-16; “*Cables de potencia monopoles de 5 a 35 KV con aislamiento de etileno propileno (EPR) o polietileno de cadena cruzada (XLPE)*”.



Figura 3.10 Cable vulcanel monoconductor con aislamiento XLP 133% nivel de aislamiento de 25 kV, Sellado cableado clase B, y cubierta de PCV.

La totalidad de los conductores instalados en el proyecto deberán de pasar por pruebas de puesta en servicio previas a su energización, las cuales deberán de ser realizadas por un laboratorio acreditado por LAPEM.

Las características principales de este conductor se presentan a continuación:

- Tensión máxima de operación: 25 000 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 de corto circuito: 250° C.
- Los conductores son de cobre suave o de aluminio duro 1 350 en cableado concéntrico comprimiendo y en calibres de 8.367 a 506.7 mm² (8 AWG a 1 000 kcmil).
- El aislamiento es de polietileno de cadena cruzada (XLP).
- La cubierta es de policloruro de vinilo (PVC) resistente a la propagación de la flama y es de color rojo.
- La cubierta le proporciona protección adicional contra malos tratos durante la instalación y operación del cable.
- Su cubierta antinflama lo hace resistente a la intemperie, luz solar y agentes químicos.
- Puede instalarse directamente enterrado.



- Excelentes características eléctricas y mecánicas.
- Bajas pérdidas dieléctricas.
- 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.

3.7.1 Sección transversal de los conductores

La sección de los conductores se determina dentro de un rango de calibres del 1/0 AWG al 3/0 AWG.

En los puntos siguientes calcularemos su ampacidad, la caída de tensión, las pérdidas para demostrar que los calibres especificados son adecuados.

3.7.2 Ampacidad de los cables

En este punto vamos a verificar que la ampacidad de los cables que se van a utilizar en el desarrollo sea mayor que la corriente que será demandada por el circuito.

En la tabla 2.4.5 de las normas de distribución-construcción-líneas subterráneas de CFE se indican las siguientes ampacidades para el conductor de Aluminio clase 25 kV en un sistema 3 fases 4 hilos, con un factor de carga del 100%, instalado en ductos de 2" de diámetro:



Tabla 3.24 Capacidad de conducción de corriente en cables de baja y media tensión con factor de carga 100% Cables AI – XLP - 25 – 100 Capacidades Normalizadas. Ref. Tablas 2.4.5 de las Normas de Distribución-Construcción de Sistemas Subterráneos CFE.

| Calibre conductor AGW ó kcmil | Área transversal mm ² | Diámetro del ducto mm | Capacidad de conducción de corriente (A) | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | | | No. de circuitos (No.) | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1/0 | 53.5 | 50 | 154 | 118 | 97 | 86 | 77 |
| 3/0 | 85 | | 194 | 148 | 122 | 108 | 96 |
| 250 | 127 | | 236 | 180 | 148 | 131 | 116 |
| 300 | 152 | 60 | 259 | 197 | 161 | 153 | 127 |
| 350 | 177 | | 280 | 211 | 173 | 153 | 137 |
| 500 | 253 | | 331 | 251 | 205 | 181 | 163 |
| 750 | 380 | | 399 | 302 | 246 | 218 | 193 |
| 1000 | 507 | 75 | 458 | 345 | 281 | 248 | 220 |

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los cálculos realizados para determinar la ampacidad de cada zona:

Tabla 3.25 Ampacidad por Fases en Condiciones de Máxima Demanda

| FASE | ZONA ABASTECIDA | CARGA DEMANDADA POR ZONA (kVA) | CARGA DEMANDADA POR ETAPA (kVA) | CARGA DEMANDADA POR CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES (kVA) | CORRIENTE NOMINAL DEMANDADA (AMPERES) (kVA x 1000) / (23000 x 1.732) |
|----------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|---|
| FASE I | EDIFICIO DE ACCESO | 112.34 | 819.23 | 862.50 | 21.68 |
| | TORRE 1 | 140.85 | | | |
| | TORRE 2 | 133.02 | | | |
| | TORRE 3 | 133.02 | | | |
| | SERVICIO GENERAL | 300.01 | | | |
| FASE II | DEPTOS TORRE 4 | 103.47 | 713.88 | 750.00 | 18.85 |
| | DEPTOS TORRE 5 | 103.47 | | | |
| | DEPTOS TORRE 6 | 103.47 | | | |
| | DEPTOS TORRE 7 | 103.47 | | | |
| | SERVICIOS | 300.01 | | | |
| FASE III | DEPTOS TORRE 8 | 162.39 | 775.47 | 975.00 | 24.50 |
| | DEPTOS TORRE 9 | 156.54 | | | |
| | DEPTOS TORRE 10 | 156.54 | | | |
| | SERVICIOS | 300.01 | | | |
| FASE IV | DEPTOS TORRE 11 | 162.39 | 781.32 | 975.00 | 24.50 |
| | DEPTOS TORRE 12 | 162.39 | | | |
| | DEPTOS TORRE 13 | 156.54 | | | |
| | SERVICIOS | 300.01 | | | |
| FASE V | DEPTOS TORRE 14 | 156.54 | 781.32 | 975.00 | 24.50 |
| | DEPTOS TORRE 15 | 162.39 | | | |
| | DEPTOS TORRE 16 | 162.39 | | | |
| | SERVICIOS | 300.01 | | | |
| TOTAL | | 3871.22 | | 4537.50 | 114.04 |

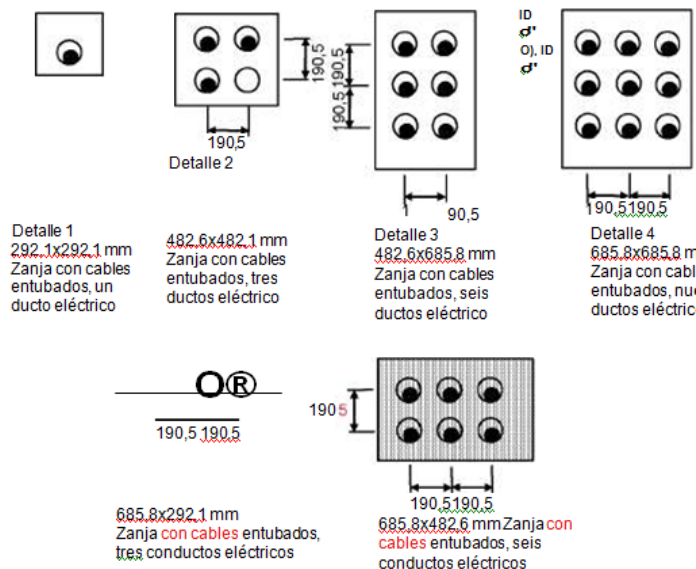
Como se puede comprobar en la tabla anterior, las capacidades de los alimentadores desde el seccionador sumergible a las Fases tienen ampacidades menores que las especificadas por la tabla 2.4.5 (Tabla 3.24) de las normas de distribución-construcción-líneas subterráneas de CFE; por lo que el calibre 3/0 AWG para todo el desarrollo como alimentador principal es adecuado, y la derivación con calibre 1/0 AWG para cada una de las fases también es el correcto.

Por otro lado, en la Tabla 3.26, se definen las siguientes ampacidades para los conductores que se utilizaran en este proyecto:

Tabla 3.26 Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV). Ref. tabla 310-78 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2005

| Calibre (AWG o KCM) | Tabla 310-78 Detalle 1 | | Tabla 310-78 Detalle 2 | | Tabla 310-78 Detalle 3 | |
|---------------------|------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|
| | 90°C | 105°C | 90°C | 105°C | 90°C | 105°C |
| 1/0 | 155 | 165 | 125 | 140 | 105 | 110 |
| 3/0 | 200 | 215 | 165 | 175 | 130 | 145 |

Siendo estos los detalles a los que hace referencia la tabla anterior:





En las columnas de 90 °C se puede comprobar que las ampacidades de los circuitos alimentadores al desarrollo están por debajo de las indicadas en las tres configuraciones (Detalles 1, 2 y 3) de la tabla anterior.

En cuanto a los circuitos interiores de distribución subterránea, se puede comprobar también que sus ampacidades son menores a las indicadas en la Tabla 3.24 (Tabla 2.4.5 de las normas de distribución, construcción de líneas subterráneas de CFE), en condiciones normales de operación.

3.7.3 Caída de Tensión y Regulación de voltaje

De acuerdo a lo indicado en las Normas de Distribución-Construcción de Sistemas Subterráneos de CFE, en el capítulo 2, sección 2.6.4., inciso A, para circuitos equivalentes, que a la letra dice: *“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.”; por lo que el cálculo de regulación para los circuitos de media tensión se hará considerando una línea corta con un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, despreciándose la reactancia capacitiva. Esto debido a que la línea tiene una longitud menor a 15 Kilómetros.

Como se observa, tenemos que las cargas son constantes por lo cual, la corriente se calcula en forma trifásica; por tanto el servicio será alimentado con cable subterráneo utilizando cable XLP con bloqueo contra agua de acuerdo a normas de CFE de los calibres calculados.

Para el cálculo utilizamos la fórmula general siguiente:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} \times I_n \times L \times 100 \times [(R \cos \theta) + (X \sin \theta)]}{V_{f-f} \times 1000}$$

Para obtener la caída de tensión y la regulación (1%) tenemos que:

Tabla 3.27 Resistencia y Reactancia de Cables XLP, calibre 1/0 y 3/0 AWG.

| CABLE XLP | Resistencia a 90°C de C.A. [Ω /km] | Reactancia inductiva [Ω /km] |
|----------------|--|--------------------------------------|
| 1/0 AWG | 0.691 | 0.3263 |
| 3/0 AWG | 0.434 | 0.3095 |

De acuerdo a lo anterior consideramos la carga total de los transformadores al final de la línea, con lo que aseguramos que las caídas parciales no exceden el 1% que se requiere. Por tanto se tiene lo siguiente:

| | | |
|---|----------|----------------------------|
| Carga total instalada: | 7,970.76 | [kVA] |
| Carga total demandada: | 4,537.50 | [Kva] |
| Voltaje de línea : | 23.0 | [kV] |
| Corriente : | 114.04 | A (Ver dato en Tabla 3.25) |
| Distancia Total : | 880.0 | [m] |
| Nivel de aislamiento: | 133 | [%] |
| Cable seleccionado en anillo principal: | 3/0 | AWG |

Aplicando la expresión para el cálculo de caída de tensión (fórmula general anterior), tenemos que:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} \times 114.04 \times 880 \times 100 \times [((0.434)(0.9)) + ((0.3095)(0.436))]}{23000 \times 1000} = 0.40\%$$



De lo anterior podemos decir que se cumple con el requerimiento de estar por debajo del 1% de caída de tensión total para el sistema, ya que este puede tener un valor menor si consideramos las caídas parciales de la trayectoria.

Conductor de tierra

Calibre 1/0 AWG desnudo

Cableado

3 – 3/0 AWG (Fase), 1 – 1/0 AWG (Neutro-tierra)

Canalización

El diámetro seleccionado es de 4" aun considerando que excede el mínimo necesario. Por lo tanto le corresponde una tubería de: 103 mm de diámetro (4").

3.7.4 Pérdidas

En esta sección calcularemos las pérdidas de energía que se tienen en el circuito del proyecto. Utilizaremos la información contenida en las tablas de ampacidades de la sección anterior, en las cuales calcularemos las pérdidas mediante la siguiente ecuación:

$$P = I^2 * R$$

Donde:

P = Pérdidas del circuito o del tramo del circuito en Watts

R = Resistencia del circuito o del tramo del circuito en Ohms

I = Corriente del circuito o del tramo del circuito en Amperes



La siguiente tabla muestra el resultado para el circuito general para el conjunto:

Tabla 3.28 Pérdidas de energía en %, que se tienen en el circuito eléctrico.

| PÉRDIDAS | | | | | | |
|--|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|---|-----------------|
| Circuito | Zona | Distancia (mts) | Carga Total (kVA) | Corriente I (Amp) | Resistencia (Ohms) = $((0.434/1000)(880))$ | Perdidas P (kW) |
| General | Esmeralda | 880 | 4,537.50 | 114.04 | 0.3819 | 4.97 |
| Total de las pérdidas (kW) | | | | | | 4.97 |
| Total de Potencia demandada (KW) | | | | | | 4083.75 |
| % de pérdidas | | | | | | 0.12% |
| Nota: La anterior tabla muestra el resultado general para el conjunto ya que este puede tener un valor menor si consideramos las pérdidas parciales de la trayectoria. | | | | | | |

Los resultados de los cálculos arrojan valores de pérdidas de potencia menores al 2% por lo que estas se consideran aceptables.

3.7.5 Cálculo del Neutro corrido

Suponiendo que la corriente máxima que circulara por el neutro, fuera el mismo valor de la corriente nominal del circuito principal (114.04 A), se selecciona cable de cobre semiduro desnudo de 1/0, para el neutro, que tiene una capacidad de conducción de corriente permisible de 150 [A]; instalando en tubo de 101 mm (4”) de diámetro, junto con un conductor de fase, a una temperatura de 75°C. (Tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-2005).

3.8 Protecciones y sistemas de tierra

Para tener una protección de los equipos eléctricos y hacer que un sistema eléctrico sea seguro, se debe contar con un buen sistema de protecciones en conjunto con el sistema de tierras.

3.8.1 Protecciones

Tomando en cuenta que se está trabajando con un sistema subterráneo, sólo se consideran las protecciones en los cortacircuitos que se ubicaran en el poste de la transición.

Para la protección de los transformadores, éstos cuentan con su propia protección interior, por lo que sólo se hace un cálculo de corriente de la línea que va de la transición hasta la subestación final. Ver Figura 3.11.

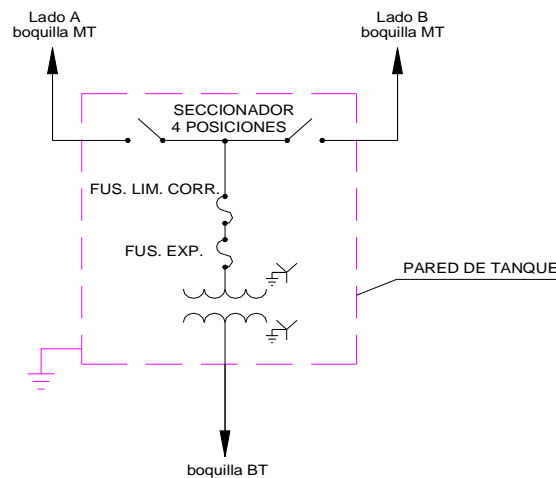


Figura 3.11 Diagrama eléctrico de Transformador tipo pedestal, operación anillo.

La protección toma un papel muy importante en este caso, ya que nos va a ayudar a evitar errores en la línea y la subestación de servicio. También con un cálculo exacto, estamos protegiendo la línea y las subestaciones (transformadores) contra descargas atmosféricas así como de fallas simétricas.

Para este proyecto, la protección de los circuitos de distribución de la planta de conjunto se hará mediante los interruptores en vacío de los seccionadores en Hexafluoruro de azufre (SF_6).

Las acometidas a las subestaciones particulares (transformadores tipo pedestal) se harán con conectadores múltiples de media tensión y se protegerán con conectores tipo codo operación con carga para sistemas de 200A, con fusibles, considerando demandas de hasta 300 kVA, ver Figura 3.12.

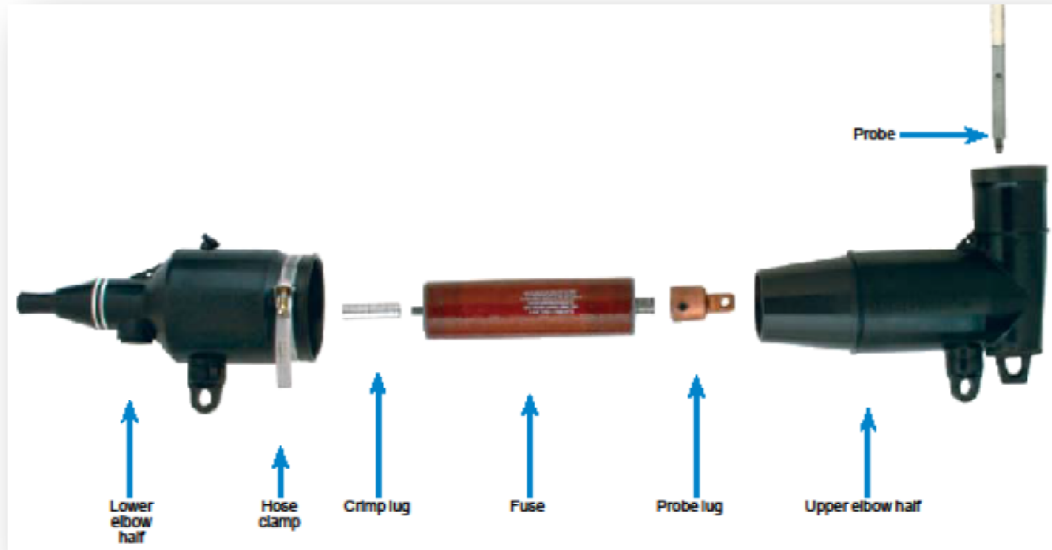


Figura 3.12 Partes de un fusible tipo inserto

Apoyándose en el artículo 450, “**Transformadores y Bóvedas Para Transformadores**” y las Tablas 450-3(a)(1) y 450-3(a)(2)(b), de la NOM-01-SEDE-2005, se obtiene la **capacidad del fusible** que deberá de especificarse para cada uno de los transformadores, el cual dependerá de la capacidad del transformador; como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 3.29 Capacidad de fusibles para los transformador tipo pedestal, obtenida de acuerdo al art. 450 de la NOM-001-SEDE-2005.

| FASE | ZONA | TRANSFORMADOR | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR [kVA] | CORRIENTE NOMINAL EN TRANSFORMADOR (Pot. Transf. kVA / 1.73* Voltaje) [A] | CAPACIDAD DE FUSIBLE (In*300%) [A] |
|--------------|--------------------|---------------|-------------------------------------|---|--|
| FASE I | EDIFICIO DE ACCESO | E1 | 112.5 | 2.83 | 8.48 |
| | TORRE 1 | E2 | 150 | 3.77 | 11.31 |
| | TORRE 2 | E3 | 150 | 3.77 | 11.31 |
| | TORRE 3 | E4 | 150 | 3.77 | 11.31 |
| | SERVICIO GENERAL | PARTICULAR | 300 | 7.54 | 22.62 |
| FASE II | DEPTOS TORRE 4 | E5 | 112.5 | 2.83 | 8.48 |
| | DEPTOS TORRE 5 | E6 | 112.5 | 2.83 | 8.48 |
| | DEPTOS TORRE 6 | E7 | 112.5 | 2.83 | 8.48 |
| | DEPTOS TORRE 7 | E8 | 112.5 | 2.83 | 8.48 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | 300 | 7.54 | 22.62 |
| FASE III | DEPTOS TORRE 8 | E9 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | DEPTOS TORRE 9 | E10 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | DEPTOS TORRE 10 | E11 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | 300 | 7.54 | 22.62 |
| FASE IV | DEPTOS TORRE 11 | E12 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | DEPTOS TORRE 12 | E13 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | DEPTOS TORRE 13 | E14 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | 300 | 7.54 | 22.62 |
| FASE V | DEPTOS TORRE 14 | E15 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | DEPTOS TORRE 15 | E16 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | DEPTOS TORRE 16 | E17 | 225 | 5.65 | 16.96 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | 300 | 7.54 | 22.62 |
| TOTAL | | | 4537.50 | 114.04 | |

De acuerdo con los resultados sobre la capacidad de fusible, indicados en la tabla anterior; el siguiente paso es consultar una tabla de algún fabricante con los codos portafusibles, para seleccionar el adecuado, considerando la tensión de operación y la máxima corriente continua.

A continuación, se muestra una tabla con las características eléctricas para codos portafusibles de la marca Elastimold (ver Tabla 3.30).

Tabla 3.30 Codos portafusibles clase 15 y 25 kV, Marca Elastimold.

| Voltaje clase KV | Voltaje nominal del fusible | Rango de corriente (AMP) | Número de catálogo | Voltaje máximo (KV) | Máxima corriente continua | | | Pico de arco voltaje (KV) | Límite de disparo I ² t (AMP ² -seg) | |
|------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|------|------|---------------------------|--|---------|
| | | | | | 25°C | 40°C | 65°C | | Min. | Max. |
| 15 | 8.3 | 3 | EFX083003-E | 10.0 | 4.3 | 4.2 | 3.9 | 30 | 100 | 350 |
| 15 | 8.3 | 6 | EFX083006-E | 10.0 | 9.5 | 9.0 | 8.5 | 32 | 620 | 2,700 |
| 15 | 8.3 | 8 | EFX083008-E | 10.0 | 11.5 | 11.0 | 10.5 | 28 | 800 | 4,000 |
| 15 | 8.3 | 10 | EFX083010-E | 10.0 | 14.0 | 13.5 | 13.0 | 28 | 800 | 4,000 |
| 15 | 8.3 | 12 | EFX083012-E | 10.0 | 19.0 | 18.5 | 17.5 | 26 | 920 | 8,000 |
| 15 | 8.3 | 18 | EFX083018-E | 10.0 | 21.0 | 20 | 19.0 | 26 | 1,310 | 9,500 |
| 15 | 8.3 | 20 | EFX083020-E | 10.0 | 26.0 | 25 | 24.0 | 26 | 1,620 | 11,000 |
| 15 | 8.3 | 25 | EFX083025-E | 10.0 | 34.0 | 33.0 | 31.0 | 26 | 3,660 | 22,000 |
| 15 | 8.3 | 30 | EFX083030-E | 10.0 | 37.5 | 36.5 | 34.5 | 26 | 5,250 | 30,000 |
| 15 | 8.3 | 40 | EFX083040-E | 10.0 | 43.0 | 42.0 | 40.0 | 26 | 8,700 | 50,000 |
| 15 | 8.3 | 45 | EFX083045-E | 10.0 | 49.0 | 47.0 | 45.0 | 26 | 12,800 | 70,000 |
| 15 | 8.3 | 65 | EFX083065-E | 8.8 | 70.0 | 68.0 | 64.5 | 23 | 34,000 | 200,000 |
| 15 | 8.3 | 80 | EFX083080-E | 8.8 | 80.0 | 77.5 | 73.5 | 22 | 51,200 | 280,000 |
| 25 | 15.5 | 6 | EFX155006-E | 15.5 | 8.5 | 8.0 | 7.7 | 52 | 620 | 3,000 |
| 25 | 15.5 | 8 | EFX155008-E | 15.5 | 10.5 | 10.0 | 9.5 | 40 | 800 | 4,300 |
| 25 | 15.5 | 10 | EFX155010-E | 15.5 | 13.0 | 12.5 | 12.0 | 40 | 800 | 4,300 |
| 25 | 15.5 | 12 | EFX155012-E | 15.5 | 16.0 | 15.5 | 15.0 | 38 | 920 | 8,000 |
| 25 | 15.5 | 18 | EFX155018-E | 15.5 | 20.0 | 19.5 | 18.5 | 38 | 1,620 | 13,000 |
| 25 | 15.5 | 20 | EFX155020-E | 15.5 | 23.5 | 22.5 | 21.5 | 38 | 2,200 | 16,500 |
| 25/28 | 17.2 | 3 | EFX172003-E | 17.2 | 4.3 | 4.2 | 3.9 | 51 | 100 | 510 |
| 25/28 | 17.2 | 6 | EFX172006-E | 17.2 | 9.5 | 9.0 | 8.5 | 54 | 620 | 3,250 |
| 25/28 | 17.2 | 8 | EFX172008-E | 17.2 | 11.5 | 11.0 | 10.5 | 46 | 800 | 4,600 |
| 25/28 | 17.2 | 10 | EFX172010-E | 17.2 | 14.0 | 13.5 | 13.0 | 46 | 800 | 4,600 |
| 25/28 | 17.2 | 12 | EFX172012-E | 17.2 | 18.0 | 17.5 | 16.5 | 43 | 920 | 8,500 |
| 25/28 | 17.2 | 18 | EFX172018-E | 17.2 | 20.0 | 19.5 | 18.5 | 45 | 1,310 | 10,000 |
| 25/28 | 17.2 | 20 | EFX172020-E | 17.2 | 24.0 | 23.0 | 22.0 | 45 | 1,620 | 12,500 |
| 25/28 | 17.2 | 25 | EFX172025-E | 17.2 | 31.5 | 30.5 | 29.0 | 45 | 3,660 | 27,500 |
| 25/28 | 17.2 | 30 | EFX172030-E | 17.2 | 35.5 | 34.5 | 32.5 | 45 | 5,250 | 37,500 |
| 25/28 | 17.2 | 40 | EFX172040-E | 17.2 | 41.0 | 40.0 | 38.0 | 45 | 8,700 | 62,500 |
| 25/28 | 17.2 | 45 | EFX172045-E | 17.2 | 46.0 | 45.0 | 42.5 | 45 | 12,800 | 87,500 |

3.8.2 Cálculo de protecciones contra sobretensión (Apartarrayos)

Se deben instalar apartarrayos del tipo RISER POLE en la transición aéreo-subterránea (ver Figura 3.13).



Figura 3.13 Apartarrayo de óxido de zinc tipo transición (Riser Pole).



Para el cálculo de la capacidad de este apartarrayos, consideramos el voltaje de línea de 23 kV, en un sistema 3F-4H, con neutro aterrizado sólidamente a tierra, por lo tanto:

- a) Para obtener el voltaje máximo de operación continua MCOV, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{MCOV} = (\text{V.L.} / 1.732) * (\text{FACTOR TOV})$$

Donde:

V.L. = Voltaje de línea (Entre fases) en kilovolts

TOV = Es el factor que considera el aumento de Tensión temporal y de acuerdo a la norma ANSI C62, 11 – 1987, se toma como 1.06.

$$\text{MCOV} = (23.00/1.732) * (1.06)$$

$$\text{MCOV} = 14.07 \text{ kV}$$

El factor de aterrizamiento del sistema (**FA**) considera el aumento transitorio de tensión a que se someten las fases no fallados durante una falla a tierra y el cual depende del tipo de aterrizamiento del neutro del sistema. En un sistema con neutro sólidamente aterrizado este factor es típicamente de 1.3 a 1.4.

La tensión nominal del apartarrayos debe entonces seleccionarse como igual o mayor al producto de la tensión máxima de operación MCOV y el factor de aterrizamiento.

$$\text{Tensión nominal} = (\text{MCOV}) * (\text{FA}) \text{ del apartarrayos}$$

$$\text{Tensión nominal} = (14.07) * (1.40)$$

$$\text{Tensión nominal} = 19.66 \text{ kV}$$

Por lo tanto se elige un apartarrayos de clase 27 kV (ver Tabla 3.31)

Tabla 3.31 Características de operación de los apartarrayos de oxido de zinc, Ref. Tabla 2.6.7 de las Normas de Construcción de Sistemas Subterráneos de CFE.

| Tensión nominal de sistema F-t kV rmc | Tensión nominal del apartarrayo kV rmc | Tensión nominal continua que soporta el apartarrayo f=t Mcov kV rmc | Tensión máxima a las descargas para impulsos de corriente 8x20µs (kV cresta) | | |
|--|---|--|--|-------|-------|
| | | | 5 kA | 10 kA | 20 kA |
| 13,2 | 10 | 8 | 21-25 | 23-27 | 25-31 |
| | 12 | 10 | 28-36 | 30-36 | 33-38 |
| | 15 | 13 | 35-38 | 38-42 | 43-47 |
| | 18 | 15 | 41-45 | 45-50 | 50-57 |
| 23,0 | 15 | 13 | 35-38 | 38-42 | 43-47 |
| | 18 | 15 | 41-45 | 45-50 | 50-57 |
| | 21 | 17 | 48-53 | 52-58 | 56-58 |
| | 27 | 22 | 61-67 | 67-75 | 75-85 |
| 34,5 | 27 | 22 | 61-67 | 67-75 | 75-86 |
| | 30 | 24 | 65-73 | 69-77 | 77-88 |

3.8.3 Cálculo de conductor por corto circuito

En este caso solo intervienen características del propio conductor y las condiciones de cortocircuito sin considerarse la longitud de las líneas. La primera consideración para realizar este cálculo es la capacidad de cortocircuito de suministro estimada en 200 MVA (este dato deberá de ser confirmado por CFE).

Potencia de cortocircuito PCC = 200 MVA

Por lo que la corriente de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times kV}$$

$$I_{cc} = \frac{200,000}{\sqrt{3} \times 23.0}$$

$$I_{cc} = 5.02[kA]$$

3.8.4 Indicadores de Falla

Se instalarán indicadores de fallas monofásicos para 200 Amperes clase 25 kV en todos los transformadores de pedestal y conectores múltiples de media tensión. La ubicación de estos dispositivos será en el lado fuente de cada equipo o conector indicado en el diagrama unifilar y de obra eléctrica de la planta de conjunto (ver Figuras 3.14 y 3.15).



Figura 3.14 Indicador de falla, para líneas subterráneas

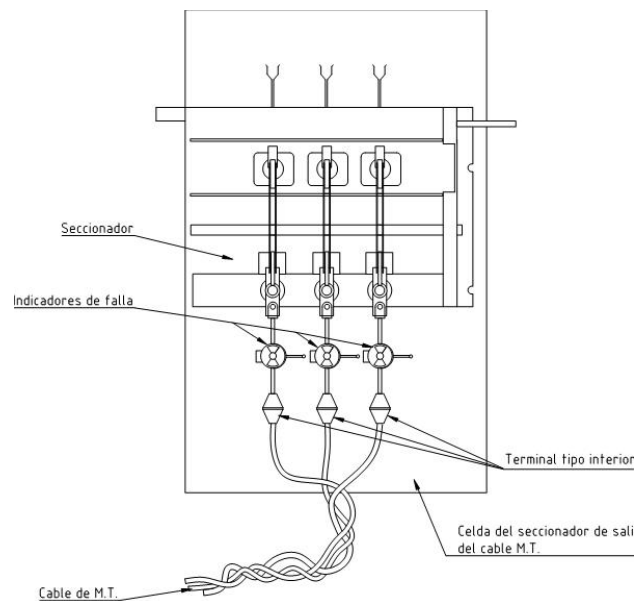


Figura 3.15 Instalación de indicadores de falla análogos de banderola en un seccionador



3.8.5 Sistema de tierra

Los sistemas de tierras se han dispuesto de acuerdo a lo siguiente:

Para la línea de acometida en media tensión donde se ubicara el seccionador principal, así como en los cambios de dirección de la trayectoria de la canalización, se ha indicado un sistema de tierras, mediante una varilla de cobre de 3 metros de longitud directamente enterrada y conectada con soldadura exotérmica.

En la red de media tensión de la planta de conjunto del desarrollo se han dispuesto sistemas de tierras en cada transformador y cada conector múltiple. Además de esto en cada registro de media tensión donde exista un equipo eléctrico o una derivación eléctrica, se deberá de conectar el conductor neutro a una varilla de cobre de 3 metros de longitud directamente enterrada mediante soldadura exotérmica

3.9 Registros y ductos

Una parte que va en conjunto con los conductores, son las canalizaciones, ya que son quienes protegen a estos, de los esfuerzos mecánicos y al aislamiento de los mismos, ayudando así en demasía a evitar fugas de corriente y causar algún daño grave en una línea eléctrica de media tensión que se encuentre en operación.

Existen diversos factores que hacen que el aislamiento se vaya deteriorando, desde el desgaste natural hasta desgaste por animales subterráneos que pueden llegar a roer el material aislante.

Para estos casos el material a utilizar debe ser el adecuado para que de esta manera tenga una mayor resistencia a estos factores de deterioro. Además se debe contar con un registro donde llegaran los conductores, los cuales también deben ser los adecuados para que estos mismos conductores no sufran ningún daño.

Todos los materiales a utilizar en la construcción de la obra civil deberán de contar con aviso de pruebas de LAPEM.

3.9.1 Registros

Para este proyecto se han dispuesto registros del tipo RMTA4 y pozos de visita, dependiendo de la cantidad de cables y equipos que vayan instalados en su interior. En los planos correspondientes del anexo A, se indica claramente el tipo de cada uno de los registros, pozos de visita y bóveda a utilizar. Ver Figuras 3.16, 3.17 y 3.18.



Figura 3.16 Registro para Media Tensión en arroyo tipo 4. Norma CFE-RMTA4



Figura 3.17 Pozo de visita para Media Tensión en arroyo, tipo T. Norma CFE-PVMTAT



Figura 3.18 Bóveda para seccionador sumergible. Norma CFE-BT500A



Estos registros, pozos de visita y bóveda, deben tener las siguientes características:

1. El acero de refuerzo será $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
2. Todo el concreto se elaborará con impermeabilizante integral dosificado de acuerdo con las recomendaciones del producto.
3. Los recubrimientos serán de 2.5 cm.
4. El concreto tendrá acabado aparente en el interior y común en el exterior.
5. Deberán colocarse anclas de acero redondo o $\frac{3}{4}$ " galvanizado para jalón de cables por cada cara opuesta al banco de ductos.
6. El cable de cobre del sistema de tierra debe ser de sección transversal 33.6 mm^2 (2 AWG).

Los registros debemos de etiquetarlos e identificarlos con placas de plástico en las cuales lleve el número y tipo de registro, de dónde viene y a dónde va, instalar soportes para los conductores como: ménsulas, correderas, empaques de neopreno o correderas de fibra de vidrio; los cuales con taquetes de expansión y tornillo se colocarán en los registros, sujetando y amarrando los conductores sobre los soportes, también debemos de colocar grava en el registro para drenaje de aguas pluviales, resanado de las tuberías, sellado con espuma de poliuretano para que no entre agua y/o animales roedores como se muestra en las Figuras 3.19, 3.20 y 3.21.

En general, la identificación de los elementos de la instalación objeto del presente proyecto deberá de apegarse a lo asentado en las láminas correspondientes. Deberán de consultarse con oportunidad al departamento de planeación de la Zona de CFE las especificaciones en cuanto a dimensiones y colores de los caracteres a utilizar.

Las terminaciones de los cables de media tensión ya sean en registros como en equipos (transformadores, conectadores o seccionadores) deberán de rotularse con una etiqueta permanente indicando la procedencia del conductor (lado fuente). Se utilizará la codificación normalizada de CFE para indicar su procedencia.



Figura 3.19 Ejemplo de etiquetado.



Figura 3.20 Ménsulas para el soporte de los cables.



Figura 3.21 Sellado de tubería.

3.9.2 Ductos

El banco de ductos es utilizado para instalar todo el sistema de cables, además de establecer de forma definitiva la trayectoria de la instalación; de ahí radica su importancia, ya que debe estar diseñada para el tipo de cable que se va a instalar, tomando en cuenta su radio mínimo de curvatura para que este no sufra daños.

La tubería para los circuitos de media tensión debe ser tubo PAD color naranja (poliducto de alta densidad) con campana, ya que ofrece una alta resistencia al terreno y está formado de material dieléctrico, dicho ducto es de color rojo como se muestra en la Figura 3.22.



Figura 3.22 Tubo PAD de 4” para Media Tensión.

Después de que son instalados los ductos, se debe poner una leyenda arriba de los ductos “Peligro Alta Tensión”, para poder distinguir la tubería con alguna otra que se encuentre cerca de la zanja. Para finalizar, se debe rellenar la zanja con material adecuado “sin basura” que pueda afectar los ductos.

La construcción de los bancos de ductos para la red interna de la planta de conjunto se hará con el método de excavación a cielo abierto, y deberá de seguir la configuración de acuerdo a lo indicado el plano EMT-09 del apéndice C, incluido en este trabajo.



3.10 Listado de equipos y materiales a instalar

El siguiente es el listado de equipos y materiales por instalar (Tabla 3.32), los cuales deberán de contar con aviso de prueba por parte de LAPEM y deberán de someterse a pruebas de puesta en servicio previas a su conexión.

Tabla 3.32 Listado de equipos y materiales a instalar.

| Concepto | Especificación o codificación CFE |
|--|---|
| Transformador trifasico tipo pedestal conexión en anillo, relacion de transformacion 23.0kV/220-127 v de 300 kVA, protegido con fusible limitador de corriente de rango completo removible desde el exterior. | CFE K000-07, "Trnasformadores trifásicos tipo pedestal de 300 kVA y 500 kVA, para Distribución Subterránea". |
| Transformador trifasico tipo pedestal conexión en anillo, relacion de transformacion 23.0kV/220-127 v de 150 kVA, protegido con fusible limitador de corriente de rango completo removible desde el exterior. | CFE K000-08, "Trnasformadores trifásicos tipo pedestal hasta 225 kVA, para Distribución Subterránea". |
| Seccionador tipo sumergible en Hexafloruro de Azufre (SF6) clase 25 kV, provistos de proteccion contra sobrecorriente en las vias de 200 Amperes por medio de interruptores en vacio ajustable de rango aproximado entre 30 y 200 A, curvas tipo K o E . | CFE VM-000-68, "Seccionador tipo sumergible para redes subterranas" |
| Indicador de falla monofasico para sistema de 200 Amperes clase 25 kV. | GCUIO-68 |
| Cable de energia con aislamiento XLP para 25 kV, conductor de aluminio, con bloqueo para la penetracion de agua. | CFE E0000-16 "Cables de potencia monopares de 5 a 35 kV, con aislamiento de etileno propileno (EPR) o polietileno de cadena cruzada (XLP). NRF-024- CFE "Cables de pootencia monopares de 5 a 35 kV". |
| Tubo conduit de polietileno de alta densidad (PAD) color rojo o naranja. | CFE DF-100-23 "Tubos de polietileno de Alta Densidad para Sistemas de Cableado Subterráneo" |
| Adaptador de tierras para sistema de 200 Amperes, clase 25 kV. | MT-A2AP |
| Apartarrayo tipo inserto para sistema de 200 A. clase 25 kV. | MT-AI |
| Conectador tipo codo de operación con carga para sistemas de 200 A. | MT-AC |

Capítulo 4

Tramites y Proyecto Eléctrico ante CFE

En este capítulo se menciona la documentación para la elaboración y aprobación de proyectos de Redes Eléctricas de Distribución Subterránea, las cuales serán entregadas a la CFE para su operación y mantenimiento, debiendo apegarse al Procedimiento para la Construcción de Obras por Terceros (PROTER) y el Procedimiento para la Atención de Solicitudes de Servicio (PROASOL).



4 Trámites y Proyecto Eléctrico ante CFE.

4.1 Documentos para ingreso y aprobación del proyecto ante CFE

En esta parte debemos señalar los documentos necesarios para hacer el ingreso de un proyecto a CFE, por lo que también se deberá elaborar la documentación necesaria para hacer la entrega del mismo, apegándose a lo establecido en el SISPROTER; que es un sistema que facilita los trámites relacionados con la construcción de las obras de suministro de energía eléctrica que realizan los particulares y, que beneficia sustancialmente la gestión de los desarrolladores, diseñadores, constructores y colaboradores de CFE en su diseño y recepción.

Estos documentos deberán contener los datos principales del proyecto como son:

- ✓ Descripción General
- ✓ Características generales, Nombre, clasificación del desarrollo, localización, nombre del propietario entre otros
- ✓ Descripción de otros servicios
- ✓ Red de distribución secundaria (Aplica para fraccionamientos)
- ✓ etc.

Todo esto, dirigido a la compañía suministradora del servicio eléctrico, que en este caso es CFE.

4.1.1 Documentación para el ingreso del proyecto

Los documentos para el ingreso del proyecto son los que se entregan a CFE antes de iniciar la obra, dichos documentos sirven como respaldo a garantía para realizar una obra de calidad además de que la documentación tiene validez oficial, por lo que a continuación se describen:



- *CARTA PODER*: por medio de este documento el propietario del fraccionamiento otorga el poder de hacer los trámites del proyecto eléctrico ante CFE, a la persona encargada de dicho proyecto.
- *FACTIBILIDAD DE SERVICIO*: a través del representante legal del dueño del desarrollo, en este caso del fraccionamiento, se solicita la factibilidad de servicio a la CFE (**Formato 1A**).
- *SOLICITUD SERVICIO*: esta es la solicitud que se hace a la CFE para pedir la carga demandada y la que se va a instalar; se entrega Solicitud de Servicio de Energía Eléctrica Bajo el Régimen de Aportaciones. (**Formato 1**).
- *SOLICITUD DE BASES DE DISEÑO*: se solicitan las bases de diseño a la CFE, con las cuales debe contar el proyecto del fraccionamiento. (**Formato 2**).

En este lapso CFE, a través del Jefe del Departamento de Planeación, entrega por escrito las bases de diseño (guía No. 1) y la guía para la revisión de proyectos de Instalaciones Aéreas o Subterráneas según corresponda.

- *SOLICITUD DE REVISIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO*: por medio de ésta se solicita la revisión y aprobación del proyecto al Jefe del Dpto. de Planeación de CFE, para así poder suministrar la energía eléctrica al fraccionamiento. (**Formato 3 o 3A**).

En caso de no tener ninguna observación, el Jefe del Dpto. de Planeación de CFE informa la aprobación del proyecto (**Formato 4**) anexando planos, memoria y documentación aprobada, asimismo entrega oficio resolutivo donde se indica monto de la aportación que deberá cubrir a CFE.

- *DESIGNACIÓN DE CONTRATISTAS E INICIO DE OBRA*: en este documento el propietario informa el nombre de la empresa contratista que realizará la construcción de las obras, así como la fecha de inicio de las mismas (**Formato 5**).



- *SUPERVISIÓN DE LAS OBRAS*: el Jefe del Dpto. de Distribución de CFE, designa y comunica al solicitante (representante legal del Fraccionamiento), el nombre del supervisor de la obra por parte de CFE. (**Formato 6**).
- *TERMINACIÓN DE OBRA*: se informa al Departamento de Distribución la terminación de la obra (**Formato 8**), anexando la documentación para su recepción (anexo B).
- *INVENTARIO DE EQUIPOS Y MATERIALES*: el Supervisor de obra emite dictamen de conformidad y formula inventario físico de materiales y equipo por unidades de inventario (**formato 9A**). En este documento se relacionan los materiales a entregar a CFE.
- *ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN*: el Jefe del Dpto. de Distribución formaliza con el solicitante o su representante legal el acta de entrega - recepción (**Formato 9**) y envía al Departamento de Planeación junto con la documentación de la obra para su capitalización.
- *CONTRATACIÓN Y CONEXIÓN DE SERVICIOS*: el Jefe del Dpto. de Planeación informa al Departamento Comercial para la formulación de los contratos y conexión correspondiente. En este documento se solicita a la CFE la conexión del servicio.

A continuación se anexan los diagramas de flujo para entender mejor el procedimiento a seguir para ingresar un proyecto a CFE; y construir obras por terceros:

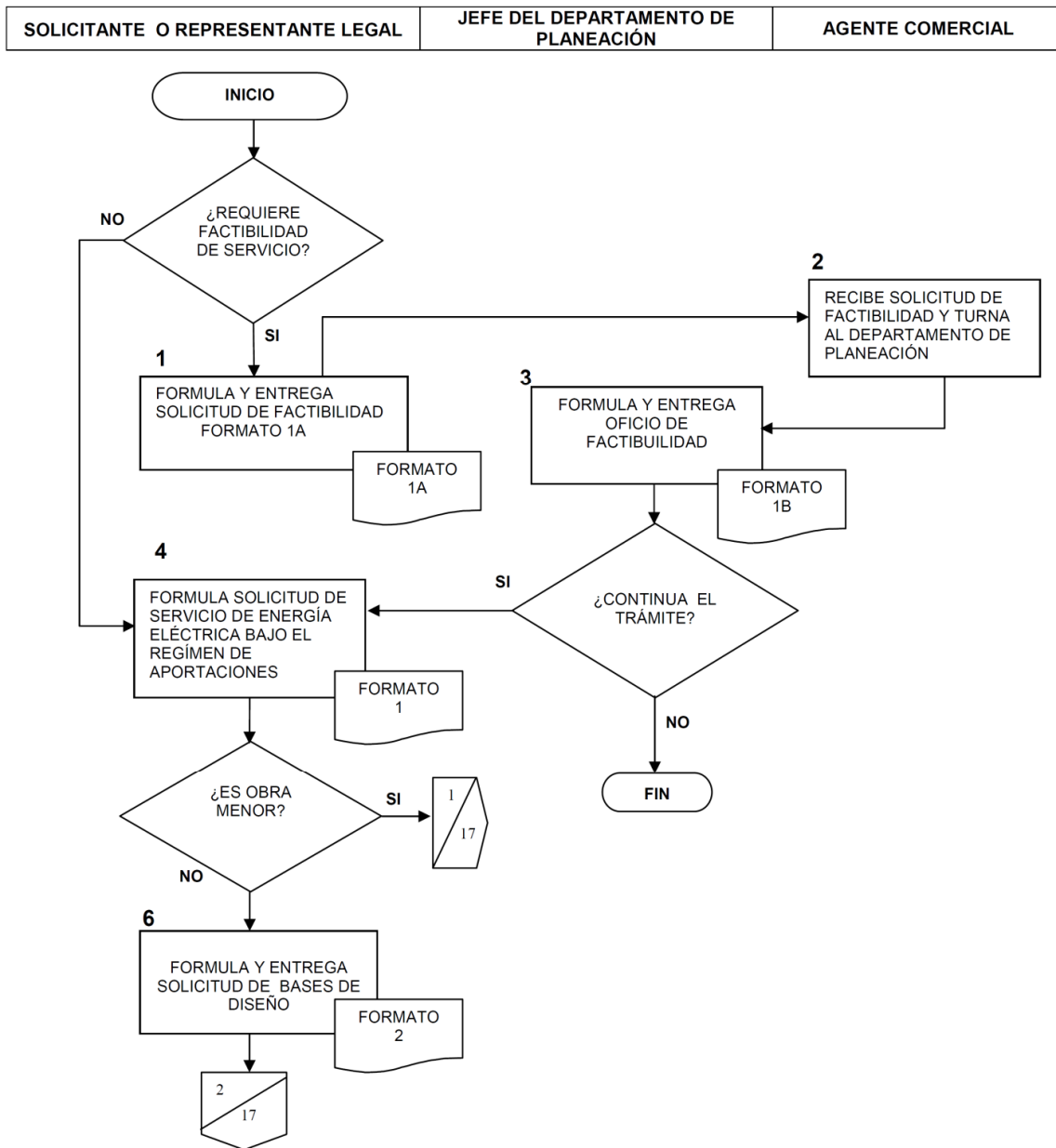


Figura 4.1 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros

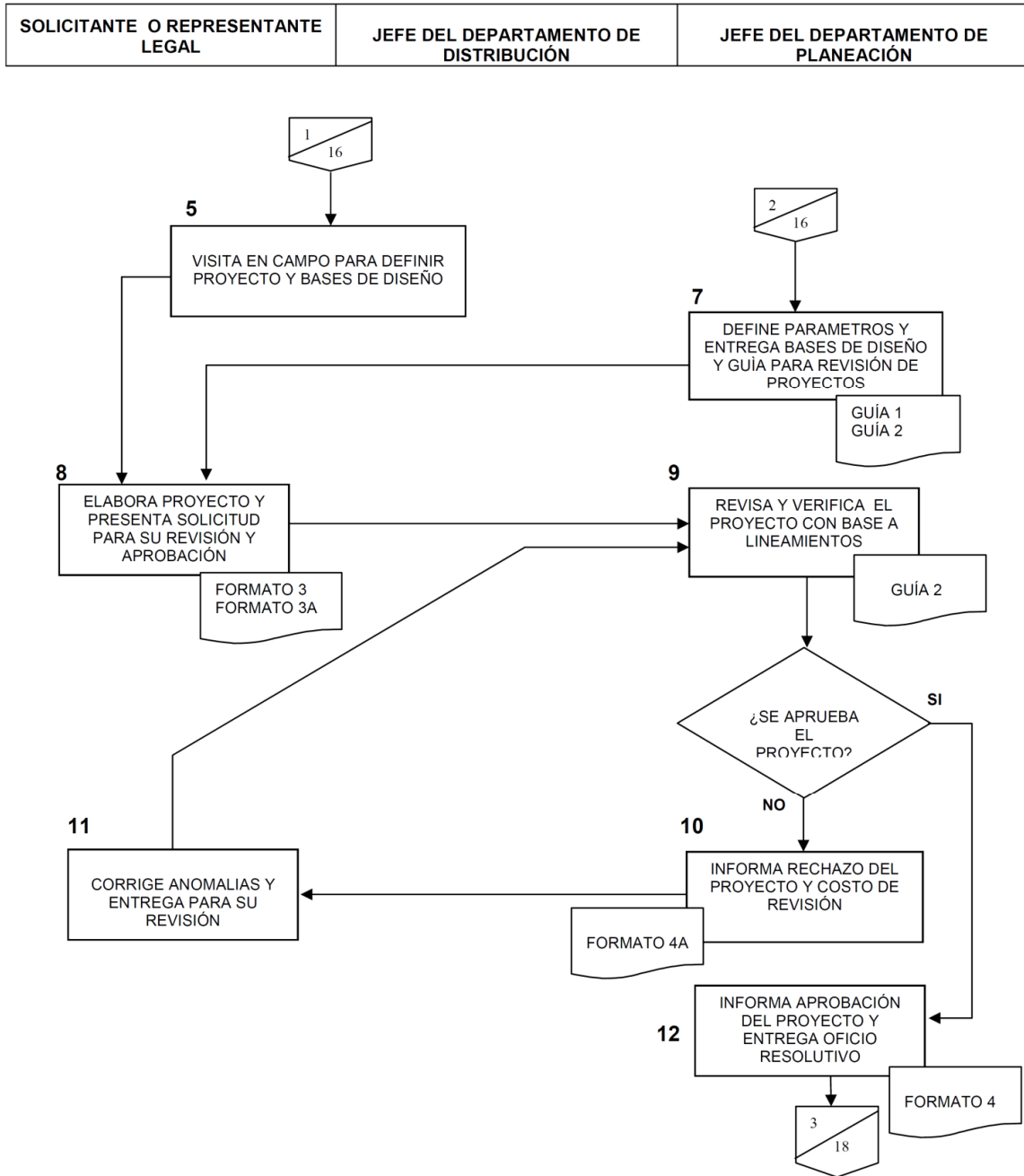


Figura 4.2 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros (continuación)

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| SOLICITANTE O REPRESENTANTE LEGAL | JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN | GERENTE DIVISIONAL |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|

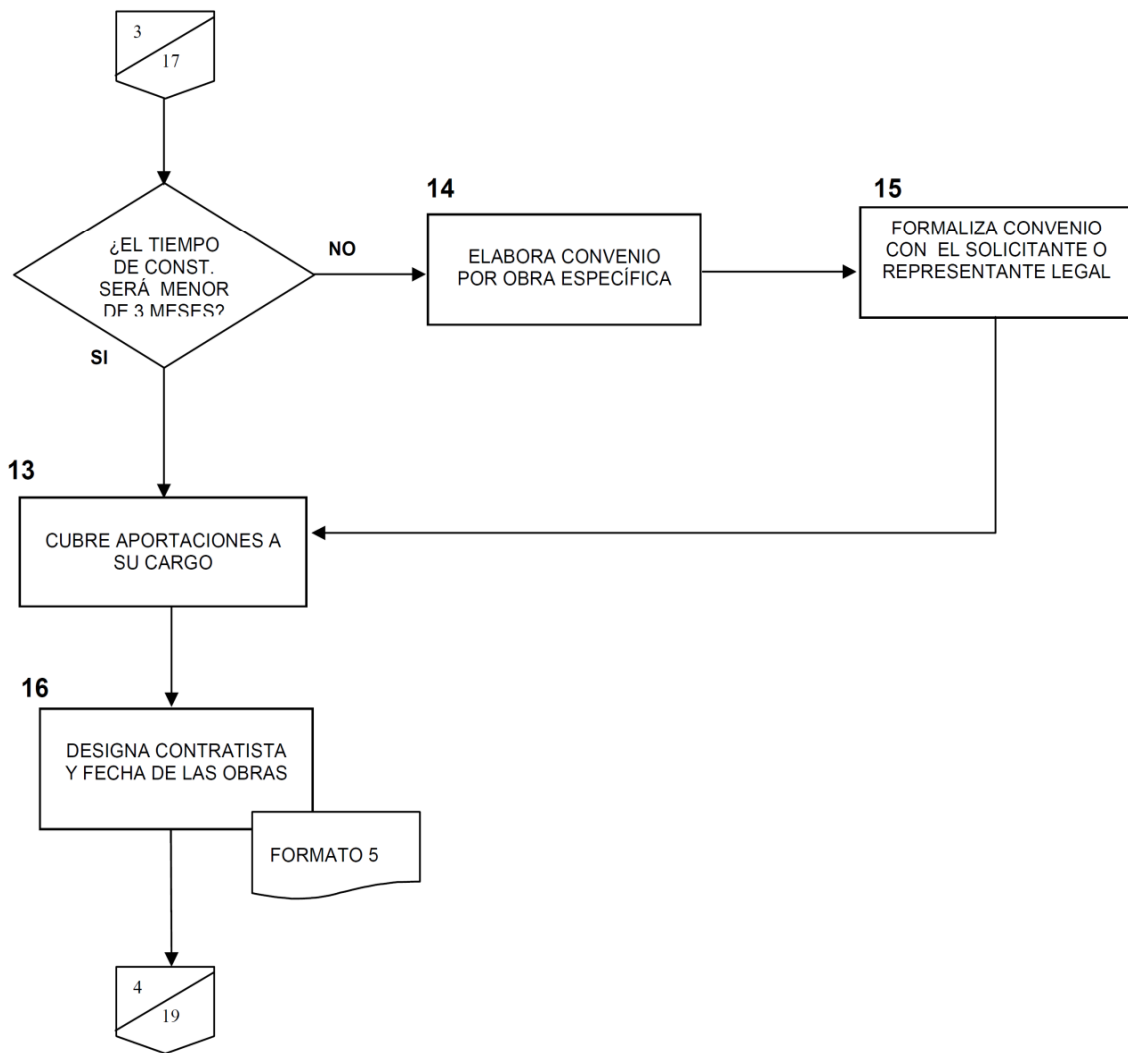


Figura 4.3 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros (continuación)

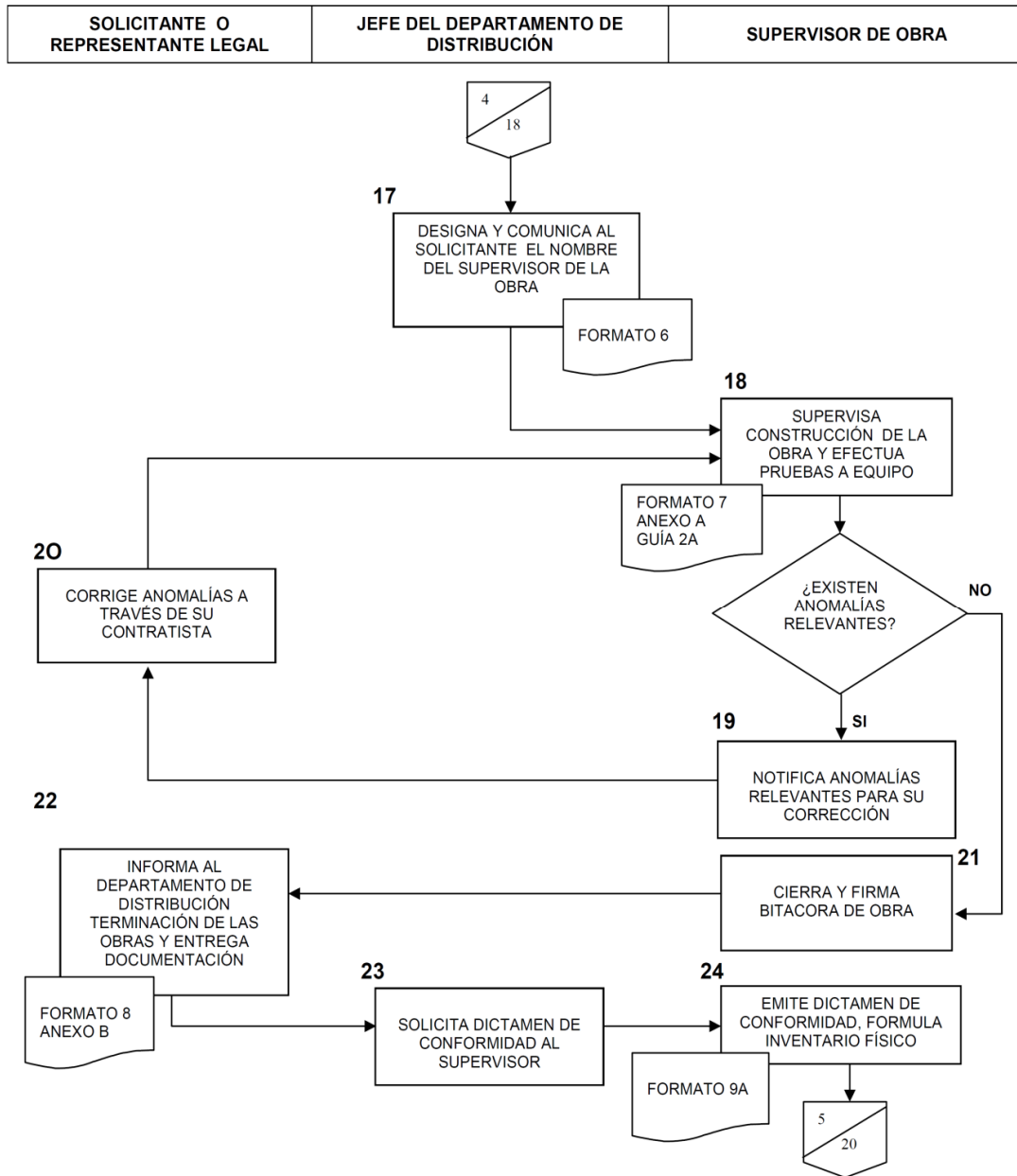


Figura 4.4 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros (continuación)

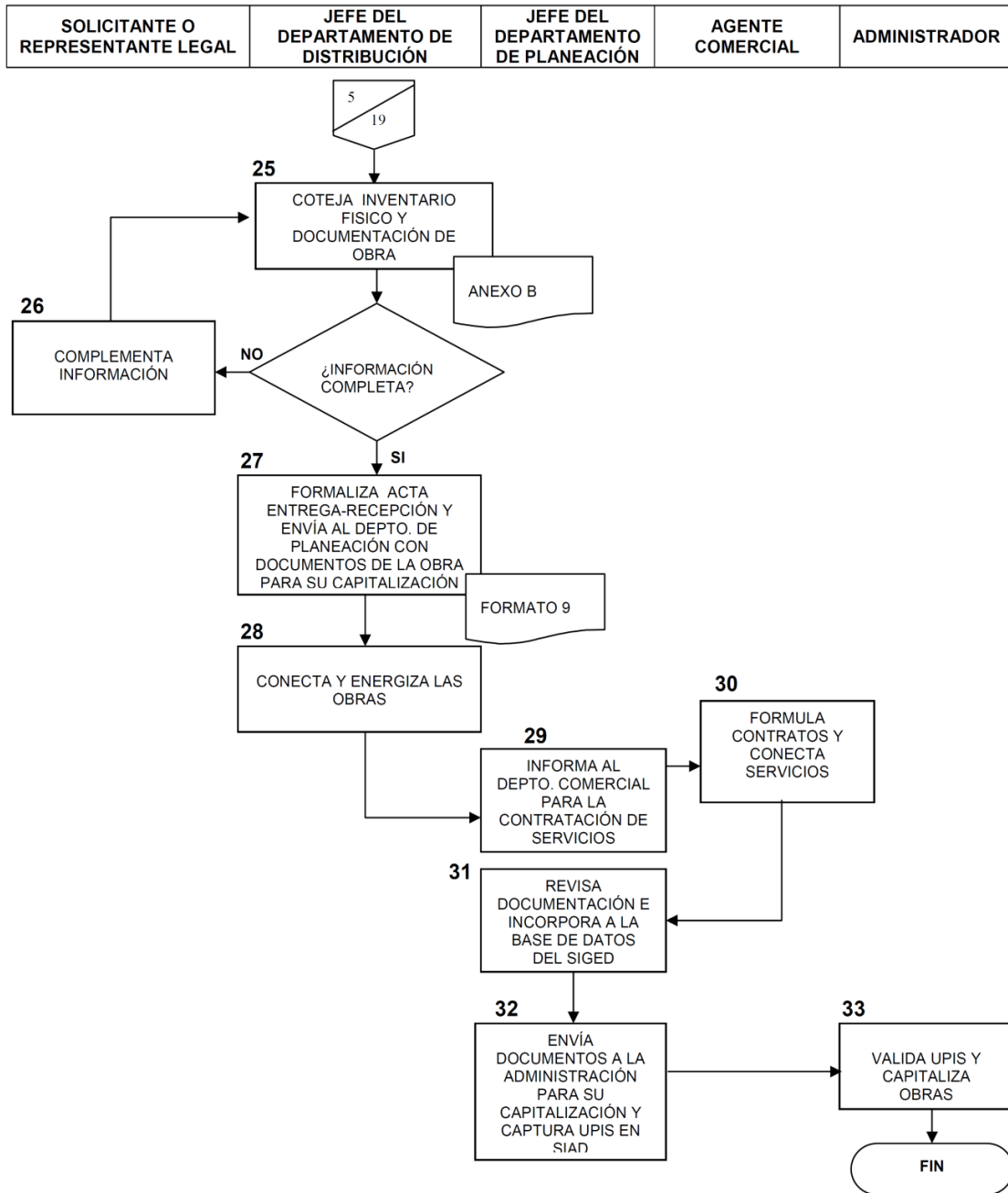


Figura 4.5 Diagrama de Flujo: Construcción de Obras por Terceros (continuación)

A continuación se anexan los documentos (formatos) para ingreso del proyecto en turno a CFE, al área de Planeación.

Figura 4.6 Formato 1A: Solicitud de Factibilidad

Formato 1A

ASUNTO: SOLICITUD DE FACTIBILIDAD

[Lugar y Fecha]

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
(DIRECCION)
PRESENTE

Por medio del presente solicito la FACTIBILIDAD del servicio de energía eléctrica, para el predio que se localiza en _____ de la población de _____ Municipio de _____ con una superficie de _____ m2 de acuerdo al croquis adjunto, el cual se destinará para _____.

Por lo anterior agradeceré dirigir la contestación al suscrito con domicilio en _____ de la ciudad de _____.

Atentamente

[Nombre y firma del Solicitante, representante o razón social]

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
SOLICITUD DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA BAJO EL RÉGIMEN DE APORTACIONES

SOLICITANTE No. _____
 AREA RECEPTORA _____
 FECHA: ____/____/____

POR MEDIO DE LA PRESENTE, SOLICITO QUE SE REALICE EL ESTUDIO TÉCNICO- ECONÓMICO PARA OBTENER EL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL PREDIO Y CON LOS DATOS QUE SE INDICAN.
 MODIFICACIÓN DE INSTALACIONES DEL SUMINISTRADOR.

DATOS DEL SOLICITANTE

NOMBRE, CEROFONIA O IDENTIFICACION SOCIAL: _____ COLONIA: _____
 DOMICILIO DEL SERVICIO SOLICITADO: _____ DELEG. O MUNICIPIO: _____
 ENTRE CALLES: _____ Y _____ TELEFONO: _____ FAX: _____ DELEG. O MUNICIPIO: _____
 LA LOCALIZACION DEL SERVICIO: _____ REPUBLICAS COMPLEMENTARIAS PARA _____
 DOMICILIO PARA ESCRIBIR NOTIFICACIONES: _____
 DELEG. O MUNICIPIO: _____ ESTADO: _____ TELEFONO: _____ FAX: _____

CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO SOLICITADO

| | | | |
|--|---|---|--|
| TIPO: <input type="checkbox"/> NUEVO <input type="checkbox"/> MODIFICACION DE CARGA <input type="checkbox"/> PROFESIONAL _____ MESES | TENSION: <input type="checkbox"/> BAJA (120/240 V) <input type="checkbox"/> MEDIA (132/264 V) <input type="checkbox"/> ALTA (138/276 V) | FASES: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 | CLASE DE SERVICIO <input type="checkbox"/> COMERCIAL <input type="checkbox"/> INDUSTRIAL <input type="checkbox"/> CIVIL O PUEBLO <input type="checkbox"/> SUMINISTRO DE AGUA <input type="checkbox"/> MECANICO <input type="checkbox"/> PASADIZO INDUSTRIAL |
|--|---|---|--|

ALUMBRADO PUEBLO
 CENTRO COMERCIAL
 FRACC. O UNDO HAB.
 ESCUELA
 ED. F. O MAS O DEPTOS.
 DE MANEJO PUEBLOS
 OTRO _____

* PARA SERVICIO DE SUMIN. TENSION EN CASO DE COMERCIAL, INDICAR LA DISTANCIA ENTRE EL POSTE O RECEPTOR DE BAJA TENSION MAS CERCA DEL SUMINISTRADOR Y LAS INSTALACIONES DEL SOLICITANTE: _____ METROS

DATOS DE LA CARGA / FORMA DE CONEXION

SERVICIO NUEVO O MODIFICACION: CARGA POR CONTINUA: _____ KW DEMANDA SOLICITADA: _____ KW

SERVICIO EXISTENTE CON NECESIDADES DE MODIFICACION DE CARGA Y DEMANDA

ACTIVO: CARGA POR CONTINUA: _____ KW
 CARGA DEPARTADA: _____ KW CARGA DEMANDA: _____ KW
 DEMANDA CONTRACTADA: _____ KW
 NUMERO DE FASES: _____

DATOS ADICIONALES PARA SERVICIO DE REGISTRO Y ALTA TENSION

CAPACIDAD DE LA SUBESTACION PARTICULAR: _____ KVA TENSION PRIMARIA: _____ KV TENSION SECUNDARIA: _____ KV
 UBICACION PROPIETARIA DE LAS E. DEL SOLICITANTE: PUNTA BAJA TIPO SOCIO OTRO _____
 USO DE LA SUBESTACION: INDUSTRIAL COMERCIAL OTRO _____
 TIPO DE SU ESTACION: EN CALZADA (PERO) BLENDA INTERFERIR POSTE PREBETON OTRO _____

* EN SUBESTACIONES COMERCIALES AL SOLICITANTE SE ASIGNA UN TENSION CONFORME A LA CATEGORIA TECNICA DEL COMERCIO

TIPO DE SERVICIO DE INSTALACIONES

POSTES CONEXION EN SUBESTACION DEL SUMINISTRADOR
 LINEAS EQUIPO DE MEDICION OTRO _____

DECLARAR BAJO PENALIDAD DE DECLARACION FALSA QUE LOS DATOS ASERTADOS SON CIERTOS EN SU CASO, PERO OTRA DESIGNACION PARA REALIZAR LOS TRAMITES EN CASO DE PERSONA MORAL:

NOMBRE Y FIRMA: _____
 CARGO: _____ TELEFONO: _____
 FIRMA DEL SOLICITANTE: _____

IMPORTANTE: FAVOR DE VERIFICAR LOS REQUISITOS Y RECOMENDACIONES LISTADOS AL REVERSO.

Figura 4.7 Formato 1: Solicitud de Servicio

Figura 4.8 Formato 2: Solicitud de Bases de Diseño

Formato 2

Asunto: Solicitud de bases de diseño.
[Lugar y Fecha]

[Nombre del representante de CFE]
[Cargo]
[Dirección]

Por medio del presente solicitamos atentamente nos proporcionen las bases de diseño para la elaboración del proyecto eléctrico de la red de distribución (aérea o subterránea) de energía eléctrica para el desarrollo _____ ubicado en [Dirección, Municipio y Estado], el cual se pretende llevar a cabo en ___ etapas, durante un periodo de ___ años.

Para ello estamos anexando la siguiente información:

- a. Nombre del solicitante
- b. En su caso, carta poder donde se designa al representante para todo trámite ante CFE.
- c. Autorización para el uso del suelo, otorgada por _____ [la dependencia oficial que corresponda al giro de actividad del servicio solicitado].
- d. Copia impresa del plano de lotificación en escala 1:_____ que contiene la información correspondiente al desarrollo (ubicación de lotes, trazo, nombre y cortes de calles, banquetas, áreas verdes de donación y dimensiones, recuadro donde se aprecie la localización geográfica del predio, local o fraccionamiento, señalización del (los) punto(s) probable(s) de conexión con las instalaciones de CFE más cercanas al establecimiento, instalaciones periféricas existentes cercanas tales como FFCC., telégrafos, PEMEX, canales, carreteras, etc.), autorizado por la autoridad competente.

Atentamente

[Nombre y Firma del solicitante o Representante]

Formato 3

Asunto: Solicitud de Revisión y Aprobación de Proyecto
[Lugar y Fecha]

[Nombre del representante de CFE]
[Cargo]
[Dirección]

Por medio del presente solicitamos la revisión y aprobación del proyecto para suministrar energía eléctrica a [razón social o persona física], localizada en [Dirección], [Ciudad], [Municipio], [Estado]; el cual elaboramos tomando en cuenta las bases de diseño que nos fueron entregadas con el oficio [número], del [fecha].

Para ello estamos entregando la información que se relaciona a continuación:

- Planos de media tensión, baja tensión, alumbrado público y detalles.
- Memoria técnica descriptiva.
- Guía para la revisión de proyectos de instalaciones (autoverificada).

Atentamente

[Nombre y Firma del solicitante o representante]

[Aplica para obras mayores]

Figura 4.9 Formato 3: Solicitud de Revisión y Aprobación de Proyecto

Figura 4.10 Formato 3A: Solicitud de Revisión y Aprobación de Proyecto

Formato 3A

Asunto: Solicitud de Revisión y Aprobación de Proyecto
[Lugar y Fecha]

[Nombre del representante de CFE]
[Cargo]
[Dirección]

Por medio del presente solicitamos la revisión y aprobación del proyecto para suministrar energía eléctrica a [razón social o persona física], localizada en [Dirección], [Ciudad], [Municipio], [Estado]; el cual elaboramos con base a los requerimientos técnicos establecidos en la visita en sitio que realizamos conjuntamente a la obra en mención.


Para ello estamos entregando la información que se relaciona a continuación:

- Croquis
- Guía para la revisión de proyectos de instalaciones (autoverificada).

Atentamente

[Nombre y Firma del solicitante o representante]

[Aplica para obras menores]

Formato 4

Asunto: Aprobación de Proyecto
[Lugar y Fecha]

[Nombre del solicitante o su representante]
[Nombre de la compañía]
[Dirección]

En atención a su escrito [Número], del [fecha], en el que nos solicitaron la revisión y aprobación del proyecto eléctrico para el suministro de energía eléctrica a [razón social o persona física], localizada(o) en [Dirección], [Ciudad], [Municipio], [Estado]; nos permitimos comunicarle que una vez efectuada la revisión correspondiente, hemos determinado otorgar nuestra aprobación al mismo.

Esta aprobación tendrá vigencia de un año a partir de la fecha en que haga efectivo el pago por concepto de revisión de proyecto, además de los costos por supervisión de obra y conexión de la misma, los cuales ascienden a la cantidad de \$[Cantidad con número] [Cantidad en letra]. Los cuales deberá cubrir oportunamente a fin de poder entregarle el proyecto debidamente autorizado.

Estos costos tienen una vigencia de 2 meses, contados a partir de la fecha en que haya sido entregado el presente oficio, por lo que en caso de no cubrir la cantidad arriba señalada, quedará sin efecto, y será necesario actualizarlos de acuerdo a los precios que se encuentren vigentes, debiendo liquidar previamente el costo administrativo por los trabajos de actualización del presupuesto.

Atentamente

[Nombre y Firma del Representante de CFE]
[Cargo]

o.e.p. [Nombre(s) de funcionario(s) que designe CFE.]

Figura 4.11 Formato 4: Aprobación de Proyecto

Figura 4.12 Formato 4.A: Rechazo de Proyecto

Formato 4A

CFE
Comisión Federal de Electricidad

Asunto: Rechazo de Proyecto
[Lugar y Fecha]

**[Nombre del solicitante a su representante]
[Nombre de la compañía]
[Dirección]**

En atención a su escrito [Número], del [fecha], en el que nos solicitaron la revisión y aprobación del proyecto eléctrico para el suministro de energía eléctrica a [razón social o persona física], localizada(o) en [Dirección], [Municipio], [Estado]; nos permitimos comunicarle que una vez efectuada la revisión correspondiente, se determinó rechazar el proyecto debido a que no cumple con las normas y especificaciones que se indicaron en las bases de diseño.

Con base en lo anterior deberá proceder a efectuar las correcciones indicadas en el (los) plano(s) y hoja(s) anexas, asimismo le agradeceremos pase a nuestra caja a cubrir el costo por concepto de la (n) revisión de proyecto, cuyo monto asciende a \$[Cantidad con número] [Cantidad en letra].

Estos costos tienen una vigencia de 2 meses, contados a partir de la fecha en que haya sido entregado el presente oficio, por lo que en caso de no cubrir la cantidad arriba señalada, quedará sin efecto, y será necesario actualizarlos de acuerdo a los precios que se encuentren vigentes, debiendo liquidar previamente el costo administrativo por los trabajos de actualización del presupuesto.

Atentamente

**[Nombre y Firma del Representante de CFE]
[Cargo]**

c.c.p. [Nombre(s) de funcionario(s) que designe CFE.]

Formato 5

CFE
Comisión Federal de Electricidad

Asunto: Designación de contratista e inicio de obra.
[Lugar y Fecha]

**[Nombre del representante de CFE]
[Cargo]
[Dirección]**

Por medio del presente le informamos que hemos designado a la compañía:

[Nombre o Razón Social], representada por el señor [Nombre], Dirección: _____ de la ciudad de _____, Teléfono _____ y Fax _____, como el contratista que llevará a cabo las obras del proyecto autorizado con el oficio [Número], del [Fecha] y de acuerdo al convenio No. _____, suscrito el [Fecha], para el suministro de energía eléctrica a [razón social o persona física], localizada(o) en [Dirección], [Municipio], [Estado].

Asimismo, le informamos que la fecha de inicio de las obras, será el [Fecha], agradeciendo informamos el nombre de su supervisor.

Atentamente

[Nombre y Firma del solicitante o representante]

Figura 4.13 Formato 5: Designación de contratista e inicio de obra

Figura 4.14 Formato 6: Designación de supervisor de obra por CFE

Formato 6

CFE
Comisión Federal de Electricidad

Asunto: Designación de supervisor de obra por CFE

[Lugar y Fecha]

[Nombre del solicitante o su representante]
[Nombre de la compañía]
[Dirección]

En respuesta a su notificación de [Fecha], para el inicio de la obra denominada [Nombre del desarrollo], la cual fue formalizada en el convenio de construcción [No.], nos permitimos informarle que hemos designado como supervisor de dicha obra al [Nombre], con dirección en [Dirección], teléfono [No. de teléfono], Fax [No. Fax] y dirección electrónica [Dirección].

Atentamente

[Nombre y Firma del Representante de CFE]
[Cargo]

Formato 8

CFE
Comisión Federal de Electricidad

Asunto: Aviso de terminación de obra.

[Lugar y Fecha]

[Nombre del representante de CFE]
[Cargo]
[Dirección]

Por medio del presente nos permitimos comunicarle que hemos concluido las obras que nos autorizaron con el oficio [número], del [fecha] para el suministro de energía eléctrica a [razón social o persona física].


Por ello, solicitamos se elabore el acta de entrega-recepción de las instalaciones, para lo cual entregamos la documentación que se relaciona en el anexo B del Procedimiento para la Construcción de Obras por Terceros.

Atentamente

[Nombre y Firma del solicitante o representante]

Figura 4.15 Formato 8: Aviso de terminación de obra

Figura 4.16 Formato 9: Acta de entrega-recepción



Formato 9


ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN

En la ciudad de _____ siendo las _____ del día _____ del mes de _____ de _____, reunidos en las oficinas de CFE, comparecen por una parte el _____, en su carácter de Superintendente de la Zona _____ División _____, por la otra parte _____ en su carácter de _____, ambas partes de común acuerdo manifiestan haber cumplido fielmente las normas y procedimientos para la construcción de la obra _____ ubicada en el municipio de _____, la cual fue oertificada por el supervisor de CFE _____.

El _____ en su carácter de _____, hace entrega física de las instalaciones correspondientes a la obra señalada en el párrafo anterior, mismas que fueron construidas, según convenio No. _____, celebrado por las partes con fecha _____, anexando a este documento el inventario físico valorizado de la misma.

El _____, representante de CFE, recibe las instalaciones antes mencionadas, las cuales serán incorporadas al patrimonio de la Comisión Federal de Electricidad, para realizar a través de las mismas, las funciones que le otorga la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica vigente.

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ENTREGA: | RECIBE: |
| _____ Nombre o Razón Social | _____ Superintendente de la Zona |
| TESTIGO: | TESTIGO: |
| _____ Supervisor del solicitante | _____ Supervisor de CFE |



Formato 9A

INVENTARIO FÍSICO VALORIZADO

DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN ZONA : _____

INVENTARIO DE MATERIALES Y EQUIPOS

NOMBRE DE LA OBRA: _____
 ÁREA DE DISTRIBUCIÓN: _____
 LUGAR DE INSTALACIÓN: _____
 MUNICIPIO: _____
 CLAVE DE INSTALACIÓN: _____
 CIRCUITO: _____
 FECHA DE TERMINACIÓN: _____

| CONCEPTO | COMPONENTE UNIDAD GENERADORA | UNIDAD | UNIDADES DE INVENTARIO (CANTIDAD) | VALOR \$ | CTA. CONTABLE |
|--------------------------|------------------------------|--------|-----------------------------------|----------|---------------|
| EQUIPO ELÉCTRICO | | | | | |
| REPARTIDOR | | | | | |
| BUJAS DE DESCONECTADORAS | | | | | |
| POSTALCANTON | | | | | |
| RECONEXIONADOR | | | | | |
| RESTAURADOR | | | | | |
| POSTES Y ACCESORIOS | | | | | |
| DE CONCRETO | | | | | |
| DE MADERA | | | | | |
| CONDUCTORES Y CABLES | | | | | |
| CONDUCTORES DESNUDOS | | | | | |
| CABLE MULTIFIL | | | | | |
| TRANSFORMADORES | | | | | |
| TIPO POSTE | | | | | |
| AUTOPROTEGIDO | | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | SUBTOTAL | |
| COSTO TOTAL | | | | | |

Figura 4.17 Formato 9A: Inventario físico valorizado



4.2 Documentos para entrega a CFE.

En esta sección se indican los lineamientos generales que deberán seguirse en lo referente a trámites y documentación para elaboración y aprobación de proyectos de redes eléctricas de distribución subterránea, las cuales serán entregadas a CFE para su operación y mantenimiento.

Las bases para el proyecto bajo las cuales se desarrollará invariablemente el mismo, serán proporcionadas al interesado en respuesta a la “Solicitud de bases de diseño” (Formato 2); y la información que deberán contener dichas bases será la siguiente:

- ✓ Densidad de carga expresada en VA/m² o demanda coincidente en kVA de las áreas involucradas en el proyecto.
- ✓ Tensión de operación a la que se proporcionará el servicio.
- ✓ Puntos de conexión de la red del proyecto con la red existente.
- ✓ Equipos de protección y seccionalización que se instalarán en los puntos de conexión y en la red del proyecto.
- ✓ Tipos de sistemas a utilizar en las redes de media y baja tensión.
- ✓ Caída de tensión máxima permitida en baja y media tensión.
- ✓ Material y sección transversal mínima de los conductores en media y baja tensión.
- ✓ Material y sección transversal del neutro corrido y su conexión.
- ✓ Tipos de transformadores a utilizar.
- ✓ Longitudes máximas de los circuitos secundarios.
- ✓ Pérdidas eléctricas en cable y equipos. Para la aprobación y entrega del proyecto deben efectuarse los trámites indicados en los siguientes puntos:
 - Plano general de media tensión.
 - Plano general de baja tensión.
 - Plano general de obra civil.
 - Plano de alumbrado público.
 - Memoria técnica descriptiva (ver apéndice A).



A continuación se presentan los documentos a emplearse para la entrega de la obra ante CFE. Y al igual que los ingresos, tienen carácter legal, ya que implican nombres de los interesados y de las personas encargadas de CFE que están al tanto del correcto funcionamiento de la red eléctrica.

- *CARACTERÍSTICAS DE TRANSFORMADORES INSTALADOS:* aquí se presenta la información de las subestaciones instaladas y los números que le asigna CFE para su control interno.
- *AVISO DE TERMINACIÓN DE OBRA:* esta hoja ampara la documentación a entregar a CFE la cual señala lo necesario para hacer la entrega, además de hacer el aviso que la obra ha concluido.
- *ACTA SESIÓN:* aquí se presenta una serie de puntos en los cuales las personas interesadas señalan que la obra ha concluido satisfactoriamente, por lo cual han dejado las instalaciones del fraccionamiento en correctas condiciones.
- *ACTA FINIQUITO:* En esta acta se debe mencionar a las personas involucradas en la construcción del proyecto a lo cual están en total acuerdo de la cesión de la obra.
- *BITÁCORA DE OBRA:* en este documento se hace una relación del tiempo estimado de la construcción.

Figura 4.18 Formato 7: Bitácora de obra

The form is titled 'Formato 7' in a small box at the top right. On the left, the CFE logo is displayed with the text 'Comisión Federal de Electricidad'. The form contains several sections: 'DIVISIÓN' and 'ZONA' with blank lines for input; 'BITÁCORA DE OBRA' followed by fields for 'Nombre de la obra', 'Ubicación', 'Contratista', and 'Fecha'; a section for 'ANOMALÍAS DETECTADAS Y ACUERDOS ESTABLECIDOS' with five horizontal lines; and a 'FIRMAS AUTORIZADAS' section with two columns: 'POR CFE' and 'POR EL CONTRATISTA', each with a line for a signature. Below the 'POR CFE' signature line, the text 'SUPERVISOR DE OBRA' is printed.

4.3 Generalidades

- En todos los planos se utilizará la simbología y nomenclatura indicada en la norma.
- Las instalaciones eléctricas aéreas necesarias para alimentar a la red subterránea deberán mostrarse en planos diferentes de ésta.
- Todos los planos generales de media tensión, baja tensión, obra civil y alumbrado público deben contener la siguiente información:
 - Norte geográfico, el cual se indicará en el primero o segundo cuadrante del plano.
 - Notificación.
 - Trazos de calles con sus nombres
 - Identificación de áreas verdes y donación.
 - Simbología.



El propósito es de presentar los planos empleados completos, para la realización del proyecto de media tensión.

Cada uno de los planos está desarrollado en base a las normas de CFE, conteniendo cada uno de los datos que se piden, así como las dimensiones que se señalan, inclusive la forma en que deben de ir doblados éstos según sus medidas.

De acuerdo a las normas de distribución-construcción de sistemas subterráneos de CFE, en cada uno de estos planos deben ir los siguientes datos principales:

- ✓ Nombre de quien construye
- ✓ Los peritos responsables
- ✓ Nombres de quien dibujó y de encargado de obra
- ✓ Localización del fraccionamiento a electrificar
- ✓ Escala de cada plano
- ✓ Nombre del plano de acuerdo al proyecto al que pertenece.
- ✓ Nombre del proyecto
- ✓ Nombre de la constructora encargada de la obra civil del fraccionamiento
- ✓ Nombre de la empresa encargada de dar el servicio de electricidad, así como a la zona y división a la que pertenece
- ✓ Cuadro de cargas
- ✓ Simbología
- ✓ Descripción de ductos y registros de acuerdo a los conductores que lleva
- ✓ Tipos de lotes con los que cuenta el fraccionamiento (dimensiones y superficies)
- ✓ Localización del fraccionamiento de acuerdo a su referencia
- ✓ Rosa de los vientos para la localización del norte



- ✓ Datos de construcción para media y baja tensión
- ✓ Inventario de materiales, registros, cables, tubería etc. Utilizados en el proyecto de media tensión
- ✓ Dispositivos y estructuras de media tensión aérea (sólo plano de media tensión)
- ✓ Plano de fraccionamiento con lotificación y diseño de proyecto
- ✓ El tamaño de los planos varía dependiendo del tipo de proyecto, para este caso se utilizó en escala de 1:1000 en tamaño de papel 60 x 90 [cm].

Conclusiones



El consumo de electricidad y vida moderna son prácticamente sinónimos en el mundo industrializado; por lo que, nuestras comunicaciones, el transporte, el abastecimiento de alimentos, y la mayor parte de los agrados y 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 de la planeación de una red de distribución en media tensión para un fraccionamiento.

Tal como se indicó, el proceso para la construcción de una nueva red de distribución en media tensión, debe cumplir con las normas aplicables a estas, tanto técnicas como económicas y ambientales.

Por otra parte, para determinar el tipo de arreglo que se desea implementar, es de suma importancia conocer entre otros aspectos, como lo es; el tipo de carga la cual requiere ser alimentada, ya sea comercial, industrial o residencial. Esto es, porque se tienen diferentes criterios para la selección del arreglo dependiendo de la carga.

Aunado a lo anterior se debe de cuidar el cumplimiento de las normas, especificaciones y recomendaciones, que aplican para la construcción de la red, dentro del marco legal que comprende a estas, incluyendo el aspecto técnico económico.

El presente proyecto se llevó a cabo bajo las normas de CFE y la NOM-001-SEDE-2005, teniendo en consideración las necesidades requeridas del fraccionamiento, empezando por contemplar la densidad de carga que presentaba dicho fraccionamiento, y en su defecto las cargas de alumbrado, contactos y equipos de bombeo, ya definidas por el cliente; esto con la finalidad de poder determinar la cantidad de energía requerida, así como sus necesidades específicas del proyecto.



Aunque es un tema que no se considero dentro este trabajo; 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 emplearan equipos o accesorios para una región costera en una región rural; puesto que se emplean criterios diferentes de acuerdo a la zona geográfica en donde se localizará el predio y en donde se pretende implementar una nueva red de distribución.

En general este trabajo da algunos consejos, lineamientos así como algunas recomendaciones necesarias para el desarrollo de un proyecto eléctrico con una red de distribución en media tensión, para un fraccionamiento habitacional con zona comercial.

Así mismo, se menciona la documentación que hay que presentar a CFE, para la elaboración y aprobación de proyectos de Redes Eléctricas de Distribución Subterránea.

De acuerdo a lo anterior, en el proyecto presentado en esta tesis, muestra la solución que se le dio a este fraccionamiento habitacional, tomando en cuenta los requerimientos del cliente y los requerimientos arquitectónicos, en donde lo primordial para ellos es la estética y contar con un sistema eléctrico confiable.

También se presentaron algunos de los cálculos eléctricos empleados para la construcción de redes de distribución como es el caso del apartarrayos que los cálculos para la selección del mismo indican que el apartarrayos seleccionado esta dentro de los márgenes de protección y dentro de los valores normalizados.

De igual forma se muestra que la selección del conductor de acuerdo a la tensión de operación de la red, es la correcta; así como la caída tensión y las pérdidas que se tienen



en el circuito de la red, están de acuerdo a los valores recomendados por las normas de CFE.

De lo anterior se concluye que la solución que dio a este proyecto es aceptable (implementar una red de distribución subterránea en media tensión, con tres anillos, operación radial cada uno), tal y como lo demuestran los resultados de los cálculos y las experiencias obtenidas en situaciones similares, documentadas en distintos proyectos y espacios en donde ya cuentan con un sistema eléctrico similar; brindando así estética mayor seguridad, un mejor suministro de energía eléctrica y reduciendo el número de interrupciones en el servicio.

Apéndices



Apéndice A: Memoria Técnica-Descriptiva

Esta memoria deberá de entregarse a CFE junto con el proyecto eléctrico (planos), para ser revisada y aprobada por el departamento correspondiente.

La información que debe contener esta memoria es la siguiente:

- 1 Generalidades del desarrollo
 - 1.1 Nombre oficial del desarrollo y propietario
 - 1.2 Localización
 - 1.3 Tipo de desarrollo
 - 1.4 Descripción general
 - 1.5 Etapas de construcción

- 2 Descripción general del proyecto
 - 2.1 Generalidades
 - 2.2 Objetivos
 - 2.3 Especificaciones, normas y reglamentos
 - 2.4 Determinación de las demandas eléctricas
 - 2.5 Fuentes de alimentación
 - 2.6 Tipos de sistema a utilizar
 - 2.7 Configuraciones de la red de media tensión
 - 2.8 Material de los conductores, tipo y nivel de aislamiento de cables de media y baja tensión
 - 2.9 Etapas de construcción

- 3 Descripción de la obra eléctrica
 - 3.1 Cálculos eléctricos para determinar:
 - 3.1.1 Capacidad de los transformadores
 - 3.1.2 Sección transversal de los conductores
 - 3.1.3 Ampacidad de los cables



- 3.1.4 Regulación de voltaje
- 3.1.5 Pérdidas
- 3.1.6 Calculo del Neutro corrido
- 3.1.7 Calculo de protecciones contra sobretensión (Apartarrayos)
- 3.1.8 Calculo de conductor por corto circuito

3.2 Indicar cantidad y ubicación de transiciones de líneas de media tensión Aéreas a Subterráneas.

3.3 Indicar el equipo de transformación, seccionalización, protección, indicación de fallas, accesorios de media y baja tensión que se instalarán.

- 3.3.1 Descripción de la red de media tensión
- 3.3.2 Descripción de la red de baja tensión
- 3.3.3 Descripción de la acometida de media tensión, domiciliarias y a concentraciones de medidores.
- 3.3.4 Conexiones de sistemas de tierras
- 3.3.5 Listado del equipo y materiales por instalar, indicando marcas, modelos y Normas aplicables.

4 Descripción de la obra civil

Describir en forma breve los elementos de Obra Civil que se utilizarán y su aplicación, indicando las Normas correspondientes.

5 Identificaciones

En base a las Normas correspondientes, describir la identificación de los elementos eléctricos y civiles que se realiza en Planos de proyectos y además como se efectuará físicamente en la obra dicha identificación.



5.1 Registros

5.2 Transformadores

5.3 Seccionadores

5.4 Cables de media tensión

5.5 Cables de baja tensión

6 Alumbrado Publico

Describir el sistema de alumbrado y los cálculos eléctricos correspondientes, tomando en consideración que será obligatorio el uso de sistemas de alumbrado ahorrador y circuitos de restricción horaria.

Nota: El presente proyecto no incluye red de alumbrado público ya que esta infraestructura no será cedida al Ayuntamiento. Su operación y mantenimiento correrá por cuenta del propietario.

Apéndice B: Planos del proyecto

1) Presentación de Planos

A. Generalidades.

A.1 En todos los Planos se utilizará la Simbología y Nomenclatura indicadas en la Norma de CFE.

A.2 Las instalaciones eléctricas aéreas necesarias para alimentar a la red subterránea deberán mostrarse en Plano (s) diferente (s) de ésta.

A.3 Todos los Planos generales de Media y Baja Tensión, Obra Civil y Alumbrado Público deberán contener la siguiente información:

- Norte geográfico, el cual se indicará en el primero o segundo cuadrante del

Plano, orientado hacia donde convenga al proyecto.

- Lotificación.
- Trazo de calles con sus nombres.
- Identificación de áreas verdes y donación.
- Simbología.

La información requerida para las características particulares de cada Plano está indicada en el PROTER.

B. Tamaño de los planos.

Se podrán utilizar planos de las siguientes dimensiones (mm):

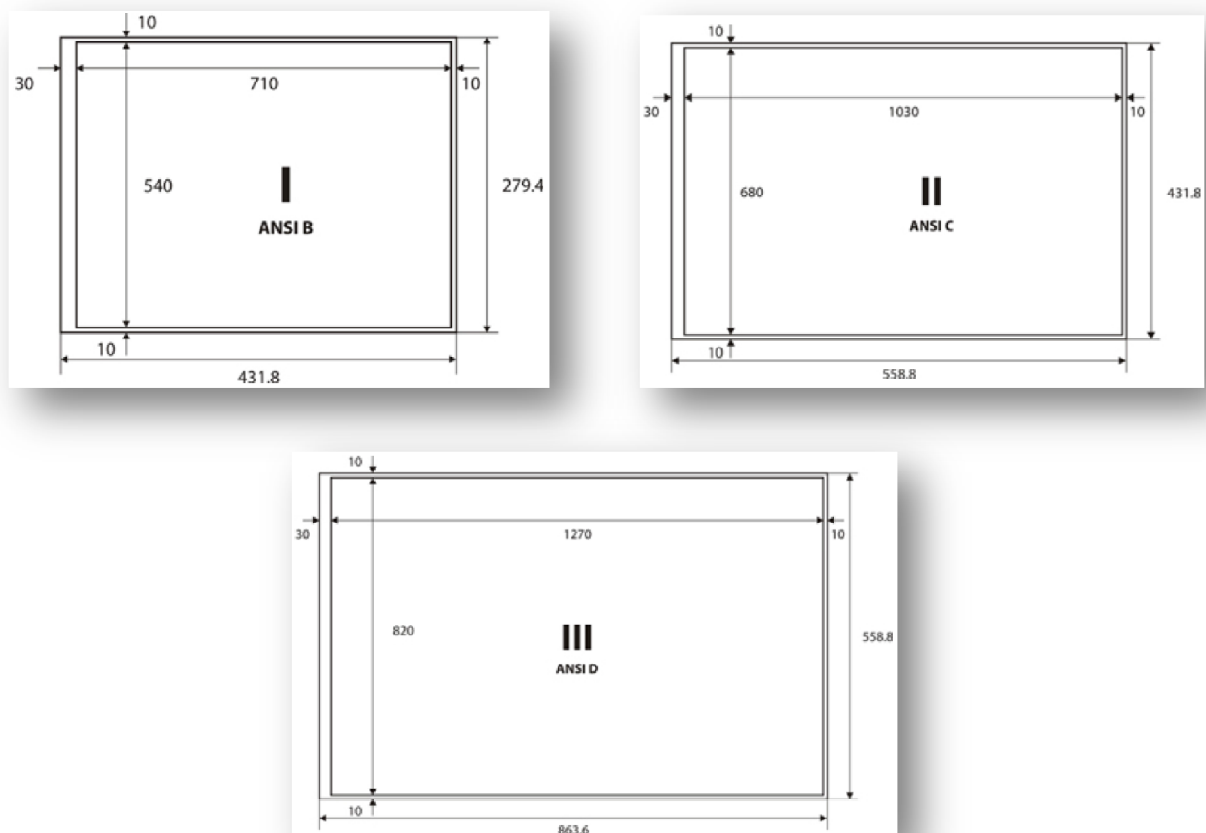


Figura B.1 Dimensiones en [mm] de los planos de media tensión.

C. Cuadro de referencia.

El Cuadro de Referencia está contenido de acuerdo a las normas actuales así como en el sistema Desarrollador de Proyectos DEPRORED y se dibujará en la esquina inferior derecha de cada Plano.

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--------------------------|--|-------------------|------------------------------|--|-----------------|--|--|------------------------|
| 110.00 | <p>LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION DE DISTRIBUCIÓN (DIVISION) CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZADO EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL (DIA) DE (MES) DEL AÑO (AÑO)</p> <p style="text-align: center;">REVISO Vo.Bo.</p> <p style="text-align: center;"> _____ NOMBRE REVISO NOMBRE Vo.Bo. CARGO REVISO CARGO Vo.Bo. </p> <p style="text-align: center;">APROBO</p> <p style="text-align: center;"> _____ NOMBRE APROBO CARGO APROBO </p> <p><small>NOTA: CON ESTA APROBACIÓN NO ESTA AUTORIZADO PARA CONSTRUIR. LA OBRA PODRA EJECUTARSE HASTA QUE SEA FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.</small></p> | | | | | | | | | |
| 35.00 |  <p>DIVISION ZONA TIPO DE PLANO ID DE PLANO</p> | | | | | | | | | |
| 40.00 | <p>RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DEL DESARROLLO: DOMICILIO 1 DOMICILIO 2 DESARROLLADOR UBICACION 1 UBICACION 2</p> | | | | | | | | | |
| 35.00 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 2px;"> Dibujó: NOMBRE DIBUJO </td> <td style="width: 33%; padding: 2px;"> Propietario: _____ PROPIETARIO </td> <td style="width: 33%; padding: 2px;"> Escala: ESCALA </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"> Proyecto: NOMBRE PROYECTO </td> <td></td> <td style="padding: 2px;"> Fecha: FECHA </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="padding: 2px;"> Plano: No. DE PLANO </td> </tr> </table> | Dibujó: NOMBRE DIBUJO | Propietario: _____ PROPIETARIO | Escala: ESCALA | Proyecto: NOMBRE PROYECTO | | Fecha: FECHA | | | Plano: No. DE PLANO |
| Dibujó: NOMBRE DIBUJO | Propietario: _____ PROPIETARIO | Escala: ESCALA | | | | | | | | |
| Proyecto: NOMBRE PROYECTO | | Fecha: FECHA | | | | | | | | |
| | | Plano: No. DE PLANO | | | | | | | | |
| | <p>← 40.00 80.00 40.00 →</p> | | | | | | | | | |

Figura B.2 Cuadro de Referencia para planos de media tensión.



D. Escalas.

Las escalas que se utilizarán para la elaboración de planos de redes de distribución subterráneas estarán en función del tamaño del desarrollo, como a continuación se indica:

D.1 Para el recuadro de localización general, que permitirá ubicar el desarrollo con respecto a un punto importante de referencia:

- Escala 1:50 000 para la localización con respecto a una ciudad.
- Escala 1:10 000 para la localización en una área urbana.

D.2 Para el área de lotificación se podrán utilizar:

- Escala 1:500 para desarrollos de 1 a 5 bancos de transformación.
- Escala 1:1 000 para desarrollos de 6 a 20 bancos de transformación.
- Escala 1:2 000 para desarrollos de más de 20 bancos de transformación.

2) Planos de proyecto.

A. Plano general de media tensión.

Cada plano deberá contener, además de lo solicitado en los incisos A y C, toda la información necesaria para su clara comprensión e interpretación y que como mínimo será la siguiente:

- ✓ Recuadro de localización general.
- ✓ Trayectoria de los circuitos.
- ✓ Localización de transiciones Aéreo-Subterráneas, indicando circuitos y subestaciones que las alimentan.
- ✓ Localización de equipos y dispositivos.



- ✓ Identificación de equipos, circuitos y fases de acuerdo a la Norma correspondiente.
- ✓ Diagramas trifilares o unifilares, indicando todos los componentes eléctricos. Tratándose de apegar los trazos a la configuración real en campo.
- ✓ Cuadro de dispositivos en el cual se deberá indicar el tipo, cantidad y características de los dispositivos eléctricos, debiéndose indicar la ubicación de cada uno de los elementos.
- ✓ Simbología y claves eléctricas del Plano de planta y diagrama trifilar o unifilar.
- ✓ Notas aclaratorias que sean necesarias.

B. Plano general de la obra civil.

B.1 Trayectoria de los bancos de ductos.

B.2 Localización de bóvedas, pozos de visita, registros, concentraciones de medidores, bases de equipo y muretes.

B.3 Nomenclatura de todos los componentes de la obra civil.

B.4 Cortes de avenidas, calles y banquetas.

B.5 Cuadro de los componentes de la red, en el que se indicará el número, tipo y norma de cada bóveda, pozo de visita, registro, bases de equipo y muretes; para los bancos de ductos se indicará su nomenclatura.

C. Plano de detalles de la obra civil.

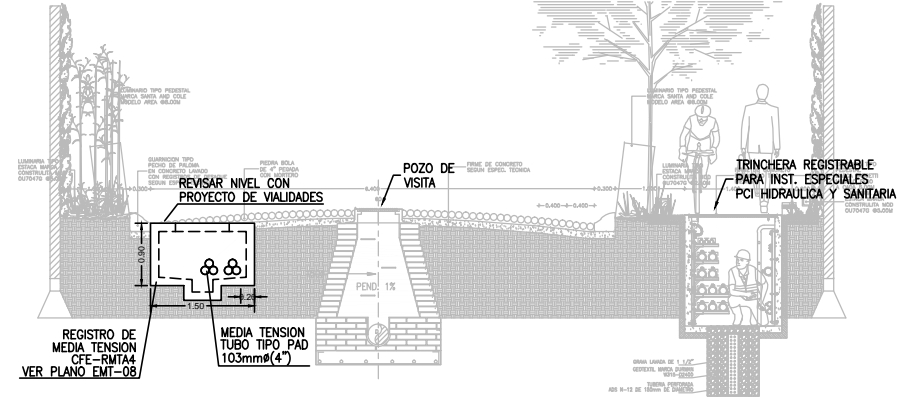
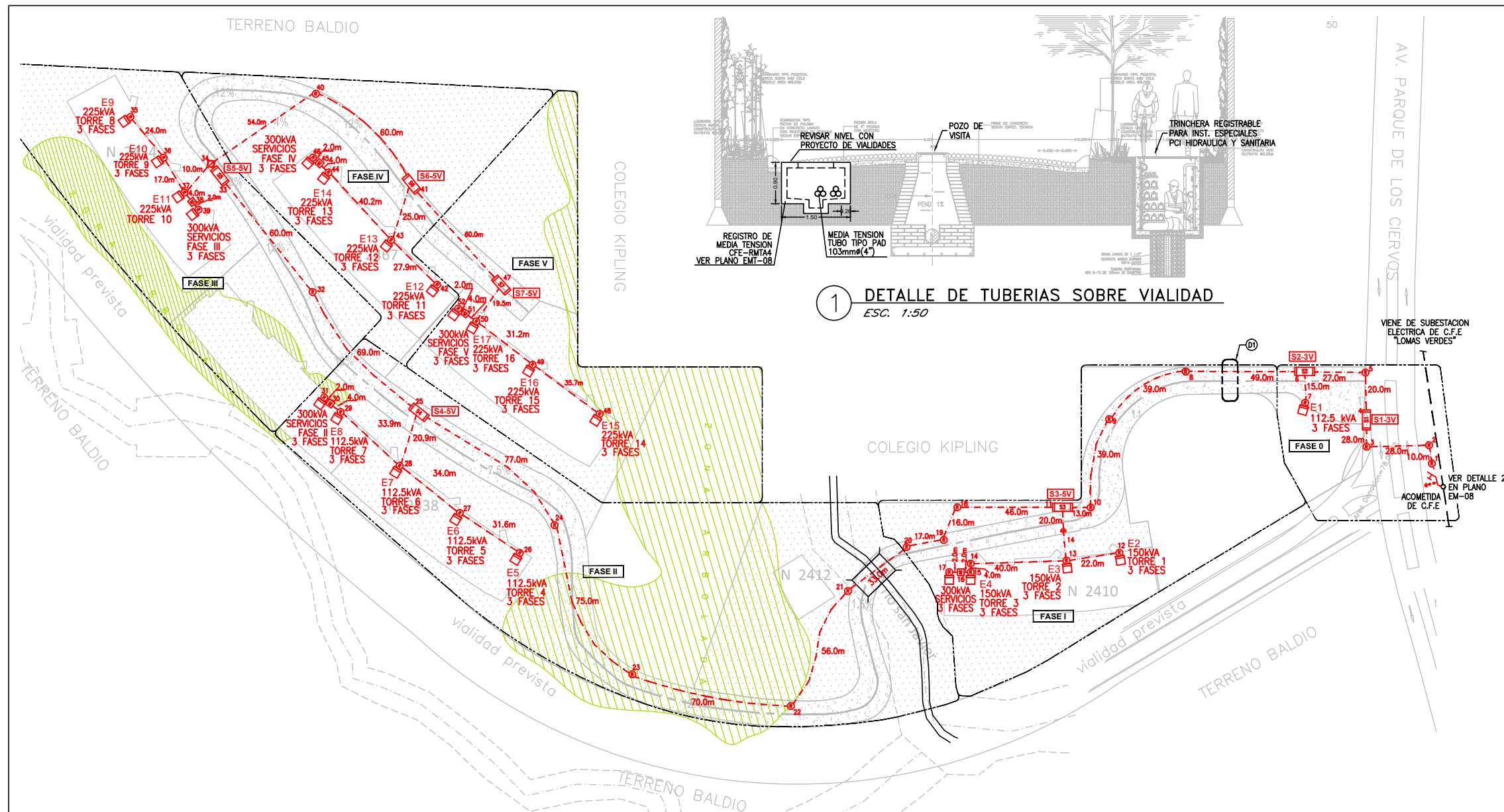
En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de: bóvedas, pozos de visita, registros, base de equipos muretes y detalles importantes, especificando su Norma correspondiente.

Para la mayor comprensión e interpretación de cada plano se podrá consultar toda la información contenida en el PROTER (pagina de internet de CFE).

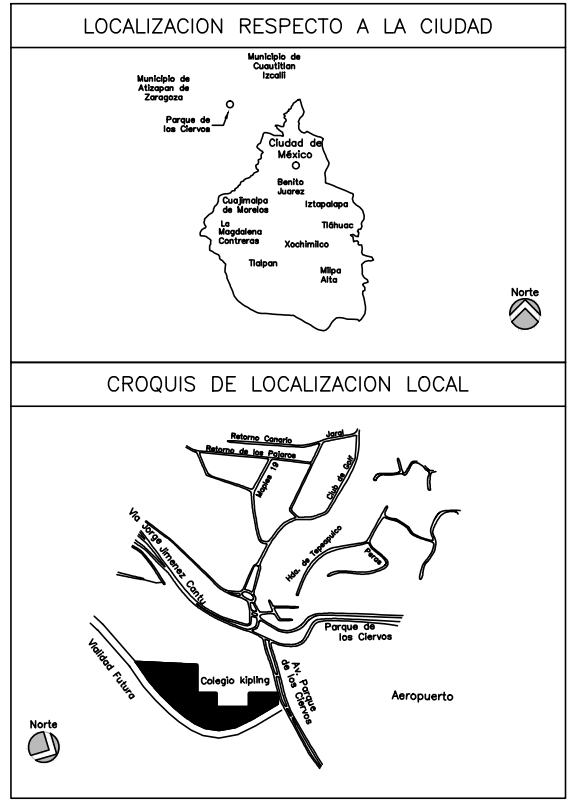
El propósito de este apéndice es el de presentar los planos empleados para la realización del proyecto.

Tabla B.1 Lista de planos de media tensión.

| NO. | CLAVE DE PLANO | DESCRIPCIÓN | ESC. |
|-----|----------------|------------------------------------|--------|
| 1 | EMT-01 | TRAYECTORIA DE MEDIA TENSIÓN | 1:1000 |
| 2 | EMT-02 | PLANO DE OBRA ELÉCTRICA | 1:1000 |
| 3 | EMT-03 | PLANO DE OBRA CIVIL | 1:1000 |
| 4 | EMT-04 | RELACIONES DE CARGA | S/E |
| 5 | EMT-05 | RELACIONES DE CARGA | S/E |
| 6 | EMT-06 | RELACIONES DE CARGA | S/E |
| 7 | EMT-07 | DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN | S/E |
| 8 | EMT-08 | DETALLES DE OBRA CIVIL "A" | S/E |
| 9 | EMT-09 | DETALLES DE OBRA CIVIL "B" | S/E |
| 10 | EMT-10 | DETALLES DE OBRA CIVIL "C" | S/E |
| 11 | EMT-11 | DETALLES DE OBRA CIVIL "D" | S/E |
| 12 | EMT-12 | DETALLES DE OBRA CIVIL "E" | S/E |
| 13 | EMT-13 | DETALLES DE OBRA CIVIL "F" | S/E |



1 DETALLE DE TUBERIAS SOBRE VIALIDAD
ESC. 1:50



- SIMBOLOGÍA:**
- RIO
 - PUENTE
 - AREA VERDE
Av = 47,475 m²
 - AREA DE DONACION
Ad = 78.06m²
 - TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL PARA OPERACION EN ANILLO, CAPACIDAD INDICADA, CONEXION EN MEDIA TENSION ESTRELLA-ESTRELLA (PREVIA REVISION CFE), ATERRIZADA 23KV. CONEXION EN BAJA TENSION 220Y/127 VOLTS, CON 4 DERIVACIONES 2 ARRIBA Y 2 ABAJO DEL VOLTAJE NOMINAL, CON 2.5% CADA UNA, 60 HZ, CON ENFRIAMIENTO NATURAL EN ACEITE CON FUSIBLES EN MEDIA TENSION, CON SECCIONADOR EN ANILLO, PARA OPERAR EN ATIZAPAN, MEXICO, MCA. AMBAR O EQUIVALENTE.
 - ESPECIFICACION:
CFEK0000-07 TRANSF. TRIFASICOS TIPO PEDESTAL PARA DISTRIBUCION COMERCIAL SUBTERRANEA. CAPACIDADES: 300, 500 KVA.
CFEK0000-08 TRANSF. TRIFASICOS TIPO PEDESTAL PARA DISTRIBUCION RESIDENCIAL SUBTERRANEA. CAPACIDADES: 75, 112.5, 150, 225 KVA.
 - REGISTRO PARA MEDIA TENSION EN BANQUETA O ARROYO TIPO 4. NORMA CFE-TN-RMTB4 O CFE-TN-RMTA4. CON TAPA CIRCULAR DE FIERRO FUNDIDO DE DIAMETRO 823 mm CON ACABADO ANTIDERRAPANTE. ARO DE FIERRO FUNDIDO DE DIAMETRO EXTERIOR 915mm E INTERIOR 835mm, NORMA: CFE 20000-1. PARA DETALLES, DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES, VER PLANO EMT-06,07,08,09,10.
 - POZO DE VISITA PARA MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO T NORMA CFE-PVMTAT.

- NOMENCLATURA:**
- S1-3V No. DE VIAS. No. DE SECCIONADOR.
 - E3 25 KVA 3 FASES No. DE TRANSFORMADOR CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR FASES
 - 18 No. DE REGISTRO.
- ESPECIFICACION DEL CONDUCTOR:**
- CONDUCTOR DE ALUMINIO CON AISLAMIENTO XLP Y BLOQUEO CONTRA AGUA, DE CALIBRE 3/0 AWG, PARA 25 KV.
 - CONDUCTOR DE ALUMINIO CON AISLAMIENTO XLP Y BLOQUEO CONTRA AGUA, DE CALIBRE 1/0 AWG, PARA 25 KV.
- ESPECIFICACION:
E 0000 - 16 - CABLES DE POTENCIA MONOPOLARES DE 5 A 35 KV CON AISLAMIENTO DE XLP, POLIETILENO DE CADENA CRUZADA.

- NOMENCLATURA:**
- BASE DE MEDICION EN MEDIA TENSION PARA SERVICIOS. NORMA CFE-EM-MT502
 - TRANSICION AEREO-SUBTERRANEA CON SECCIONADOR 23 kv, 60 Hz.
 - SECCIONADOR TIPO SUMERGIBLE EN HEXAFLORURO (SF6) DE "n" VIAS CON INTERRUPTORES EN VACIO, 23 kv, 60 Hz. MCA. S&C O EQUIVALENTE.
 - POSTE DE CONCRETO SEGUN ESPECIFICACION DE CFE
 - LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION, PARA SISTEMA DE 200 AMP.
 - LINEA DE MEDIA TENSION BAJO LOSA DE SOTANO DEL EDIFICIO A BASE DE TUBERIA CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA DE 78mm # (3")
 - LINEA AEREA DE MEDIA TENSION 23 kv, 60 Hz. (EXISTENTE).
 - INSTALACION EXISTENTE
 - INSTALACION NUEVA

- NOTAS:**
- LA UBICACION FINAL DEL TRANSFORMADOR Y MEDIDORES SE DEFINIRA EN BASE AL PROYECTO PROPIO DE LA ZONA QUE ALIMENTA DICHO TRANSFORMADOR.
 - LA TRAYECTORIAS DE DUCTOS Y UBICACION DE TRANSFORMADORES DEBERA REVISARSE CON LA DIRECCION DE OBRA Y CON LA CFE EN EL SITIO.
 - PARA DETALLES DE OBRA CIVIL VER PLANOS EMT-08,09,10,11,12 Y 13.
 - EL CONDUCTOR DEL CABLE DE ENERGIA SERA TIPO DS ALUMINIO XLP-25B (BLOQUEO CONTRA AGUA) ESPECIFICACION CFE E0000-16 PARA 25KV AL 100% NA Y AL 133% NA EN LA TRANSICION EL CUAL DEBERA PASAR POR PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO ANTES DE SU ENERGIACION.
 - LA TUBERIA TIPO PAD TENDRA UN RD DE 17 INSTALADO EN SISTEMA DE CIELO ABIERTO. SERA DE COLOR ROJO O ANARANJADO Y CON UNA LEYENDA QUE INDIQUE PELIGRO.
 - UNA VEZ INSTALADO EL CABLE DE ENERGIA EN LOS DUCTOS, ESTOS DEBERAN SER SELLADOS CON HULE ESPUMA Y SILICON, PARA EVITAR EL INGRESO DE AGUA Y ANIMALES.
 - EN TODOS LOS REGISTROS DONDE EXISTA EQUIPO, SE DEBERA DEJAR UN EXCEDENTE DE CABLE POR FASE DE LONGITUD IGUAL A PERIMETRO DEL MISMO. ASI COMO EN LOS REGISTROS ANEXOS. EN LOS REGISTROS QUE SEAN DE PASO DEJAR UNA MEDIA VUELTA DE CABLE SIENDO OPCIONAL DEJARLA COMPLETA EN UN REGISTRO SI Y EN OTRO NO.
 - EN CADA REGISTRO DE MEDIA TENSION SE DEBERA DEJAR EQUIPO DE SOPORTERIA DE MENSULAS Y CORREDERAS SEGUN ESPECIFICACION DE CFE.
 - LA PANTALLA METALICA DEL CABLE, DEBE CONECTARSE SOLIDAMENTE A TIERRA EN TODOS LOS PUNTOS DONDE EXISTAN EQUIPOS O ACCESORIOS DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES GENERALES DEL ARTICULO 250 DE LA NOM-001-SEDE. EN EQUIPOS (TRANSFORMADORES Y SECCIONADORES), SE PERMITE LA PUESTA A TIERRA DE LOS ACCESORIOS MEDIANTE SISTEMAS MECANICOS, A TRAVES DE UNA VARILLA DE PUESTA A TIERRA.
 - LA CONEXION DE LOS TRANSFORMADORES AL NEUTRO CORRIDO DEBERA DE SER DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES DE CFE
 - SE DEBERA CONFIRMAR LA CARGA, CAPACIDADES DE EQUIPOS Y REQUERIMIENTOS FINALES DE LAS FASES II, III, IV Y V, AL TERMINO DE LA FASE I.
 - ESTE PLANO DEBERA SER REVISADO Y APROBADO POR CFE

RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE. CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20__

REVISÓ _____ Vo. Bo. _____
NOMBRE REVISÓ CARGO REVISÓ NOMBRE Vo. Bo. CARGO Vo. Bo.

APROBÓ _____
NOMBRE APROBÓ CARGO APROBÓ

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

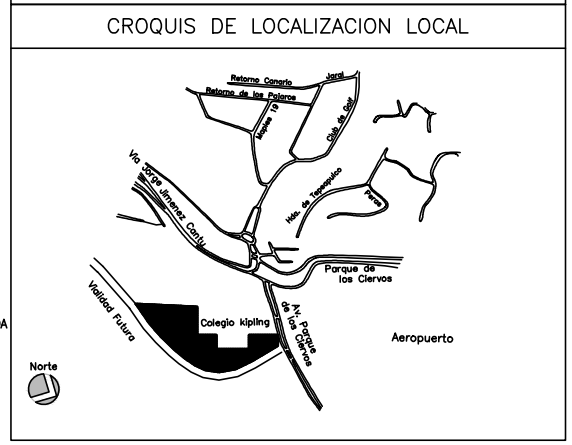
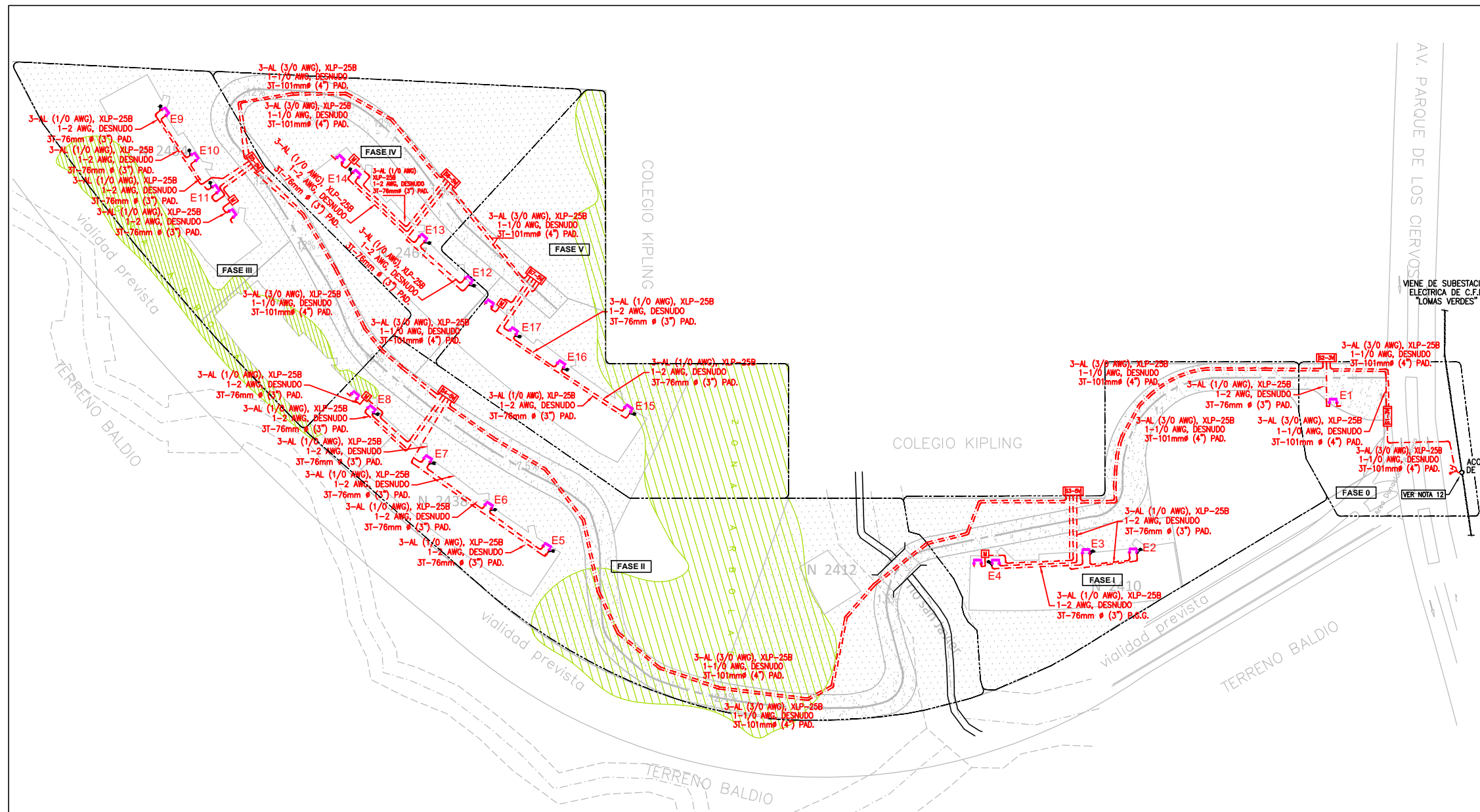
DIVISION _____
ZONA _____
PLANO DE _____
PLANO No. _____

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____
UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS S/N. FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

TRAYECTORIA DE MEDIA TENSION

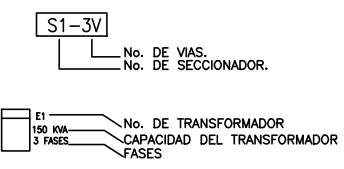
DIBUJÓ: S.T.T. PERITO RESPONSABLE: _____ ESCALA: 1:1000
PROYECTÓ: S.T.T. FECHA: DIC-2013
PLANO: EMT-01



SIMBOLOGÍA:

- RIO
- PUENTE
- AREA VERDE
Av= 47,475 m²
- AREA DE DONACION
Ad= 78.06m²
- TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL PARA OPERACION EN ANILLO, CAPACIDAD INDICADA, CONEXION EN MEDIA TENSION ESTRELLA -ESTRELLA ATERRIZADA 23 KV. CONEXION EN BAJA TENSION 220Y/127 VOLTS, CON 4 DERIVACIONES 2 ARRIBA Y 2 ABAJO DEL VOLTAJE NOMINAL, CON 2.5% CADA UNA, 60 Hz, CON ENFRIAMIENTO NATURAL EN ACEITE CON FUSIBLES EN MEDIA TENSION, CON SECCIONADOR EN ANILLO, PARA OPERAR EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA, ESTADO DE MEXICO.
- SECCIONADOR TIPO SUMERGIBLE DE OPERACION AUTOMATICO PARA TENSION DE 25 KV, 200 AMPERES DE CORRIENTE CONTINUA Y DE APERTURA Y CIERRE CON CARGA, PROVISTO CON TERMINALES PARA RECIBIR CONECTORES DE M.T. TIPO PERNO.
- INDICADOR DE FALLA
- EQUIPO DE MEDICION
- LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION, PARA SISTEMA DE 200 AMP. 3F-4H, CONDUCTOR DE ALUMINIO CON AISLAMIENTO XLP Y BLOQUEO CONTRA AGUA, CALIBRE INDICADO, 23KV, 100% Y AL 133% PARA LA TRANSICION ASL, Y UN CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO CALIBRE INDICADO EN DUCTO TIPO PAD DIAMETRO INDICADO.
- LINEA AEREA DE MEDIA TENSION 23Kv, 60Hz. (EXISTENTE)

NOMENCLATURA:



NOTAS:

- 1.- LA UBICACION FINAL DEL TRANSFORMADOR Y MEDIDORES SE DEFINIRA EN BASE AL PROYECTO PROPIO DE LA ZONA QUE ALIMENTA DICHO TRANSFORMADOR
- 2.- LAS TRAYECTORIAS DE DUCTOS Y UBICACION DE TRANSFORMADORES DEBERA REVISARSE CON LA DIRECCION DE OBRA Y CON LA CFE EN EL SITIO.
- 3.- PARA DETALLES DE INSTALACION VER PLANO EMT-06,07,08,09,10.
- 4.- EL CONDUCTOR DEL CABLE DE ENERGIA SERA TIPO DS ALUMINIO XLP-25B (BLOQUEO CONTRA AGUA) ESPECIFICACION CFE E0000-16 PARA 25KV AL 100% Y AL 133% EN LA TRANSICION EL CUAL DEBERA PASAR POR PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO ANTES DE SU ENERGIZACION

- 5.- LA TUBERIA TIPO PAD TENDRA UN RD DE 17 INSTALADO EN SISTEMA DE CIELO ABIERTO, SERA DE COLOR ROJO O ANARANJADO Y CON UNA LEYENDA QUE INDIQUE PELIGRO
- 6.- UNA VEZ INSTALADO EL CABLE DE ENERGIA EN LOS DUCTOS, ESTOS DEBERAN SER SELLADOS CON HULE ESPUMA Y SILICON PARA EVITAR EL INGRESO DE AGUA Y ANIMALES.
- 7.- EN TODOS LOS REGISTROS DONDE EXISTA EQUIPO, SE DEBERA DEJAR UN EXCEDENTE DE CABLE POR FASE DE LONGITUD IGUAL AL PERIMETRO DEL MISMO, ASI COMO EN LOS REGISTROS ANEXOS, EN LOS REGISTROS QUE SEAN DE PASO, DEJAR UNA MEDIA VUELTA CABLE SIENDO OPCIONAL DEJARLA COMPLETA EN UN REGISTRO SI Y EN OTRO NO.
- 8.- EN CADA REGISTRO DE MEDIA TENSION SE DEBERA DEJAR EQUIPO DE SOPORTERIA DE MENSULAS Y CORREDERAS SEGUN ESPECIFICACION DE CFE
- 9.- LA PANTALLA METALICA DEL CABLE, DEBE CONECTARSE SOLIDAMENTE A TIERRA EN TODOS LOS PUNTOS DONDE EXISTAN EQUIPOS O ACCESORIOS DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES GENERALES DEL ARTICULO 250 DE LA NOM-001-SEDE. EN EQUIPOS (TRANSFORMADORES Y SECCIONADORES), SE PERMITE LA PUESTA A TIERRA DE LOS ACCESORIOS MEDIANTE SISTEMAS MECANICOS, A TRAVES DE UNA VARILLA DE PUESTA A TIERRA.
- 10.- LA CONEXION DE LOS TRANSFORMADORES AL NEUTRO CORRIDO DEBERA DE SER DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES DE CFE
- 11.- SE DEBERA CONFIRMAR LA CARGA, CAPACIDADES DE EQUIPOS Y REQUERIMIENTOS FINALES DE LAS FASES II, III, IV Y V, AL TERMINO DE LA FASE I.
- 12.- ESTE PLANO DEBERA SER REVISADO Y APROBADO POR CFE

RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE, CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20__

REVISÓ _____ Vo. Bo. _____

NOMBRE REVISÓ _____ CARGO REVISÓ _____

APROBÓ _____

NOMBRE APROBÓ _____ CARGO APROBÓ _____

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DIVISION _____

ZONA _____

PLANO DE _____

PLANO No. _____

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____

UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS S/N, FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

PLANO DE OBRA ELECTRICA

DIBUJÓ: S.T.T.

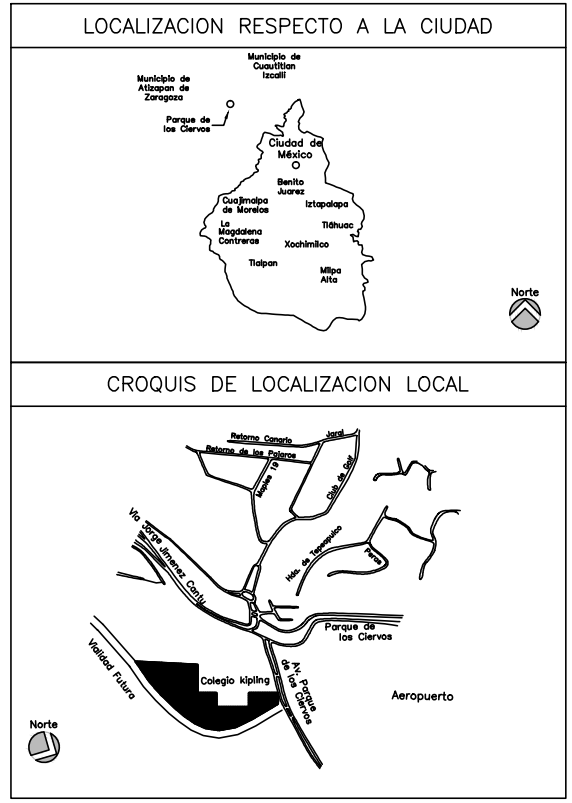
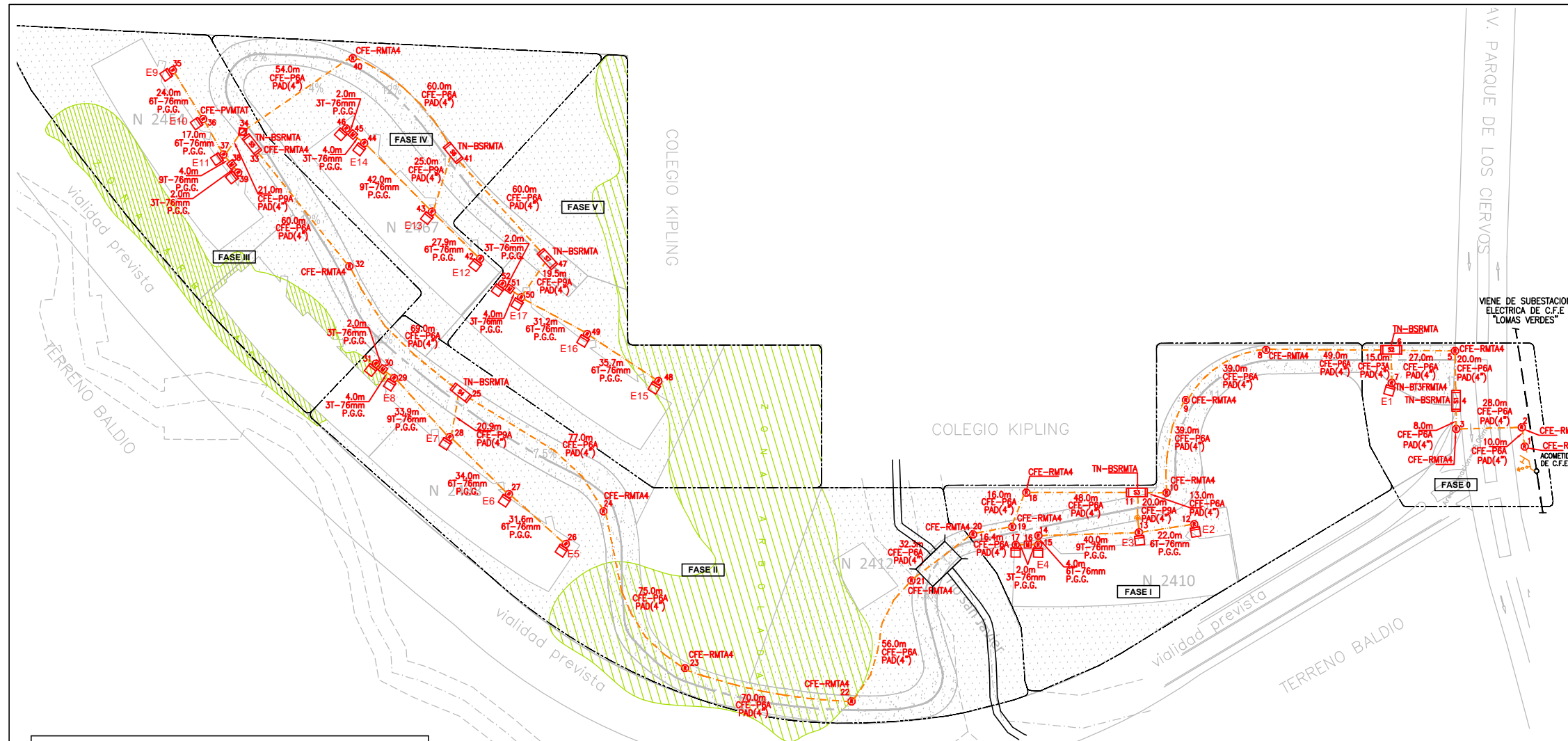
PERITO RESPONSABLE: _____

PROYECTÓ: S.T.T.

ESCALA: 1:1000

FECHA: DIC-2013

PLANO: EMT-02



| REGISTROS DE MEDIA TENSION | | | | |
|----------------------------|--------------|--|---|---------------------|
| No. | TIPO | DESCRIPCION | EQUIPO/ACCESORIO | ELECTRODO DE TIERRA |
| 1 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | TRANSICION | K |
| 2 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 3 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 4 | TN-BSRMTA | BOVEDA PARA SECCIONADOR, EN ARROYO | SECCIONADOR 1 | K |
| 5 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | K |
| 6 | CFE-BTS00A | BOVEDA PARA SECCIONADOR, EN ARROYO | SECCIONADOR 2 | K |
| 7 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E1 | K |
| 8 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 9 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 10 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 11 | TN-BSRMTA | BOVEDA PARA SECCIONADOR, EN ARROYO | SECCIONADOR 3 | K |
| 12 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E2 | K |
| 13 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E3 | K |
| 14 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 15 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E4 | K |
| 16 | CFE-EM-MT502 | BASE PARA EQUIPO DE MEDICION DE CFE EN MEDIA TENSION | EQUIPO DE MEDICION EN MEDIA TENSION PARA SERVICIOS FASE 1 | K |
| 17 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | SUBSTACION PARTICULAR | K |
| 18 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 19 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 20 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 21 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 22 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 23 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 24 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 25 | TN-BSRMTA | BOVEDA PARA SECCIONADOR, EN ARROYO | SECCIONADOR 4 | K |
| 26 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E5 | K |
| 27 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E6 | K |

| No. | TIPO | DESCRIPCION | EQUIPO/ACCESORIO | ELECTRODO DE TIERRA |
|-----|--------------|--|---|---------------------|
| 28 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E7 | K |
| 29 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E8 | K |
| 30 | CFE-EM-MT502 | BASE PARA EQUIPO DE MEDICION DE CFE EN MEDIA TENSION | EQUIPO DE MEDICION EN MEDIA TENSION PARA SERVICIOS FASE 2 | K |
| 31 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | SUBSTACION PARTICULAR | K |
| 32 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 33 | TN-BSRMTA | BOVEDA PARA SECCIONADOR, EN ARROYO | SECCIONADOR 5 | K |
| 34 | CFE-PVMTAT | POZO DE VISITA TIPO T | | |
| 35 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E9 | K |
| 36 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E10 | K |
| 37 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E11 | K |
| 38 | CFE-EM-MT502 | BASE PARA EQUIPO DE MEDICION DE CFE EN MEDIA TENSION | EQUIPO DE MEDICION EN MEDIA TENSION PARA SERVICIOS FASE 3 | K |
| 39 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | SUBSTACION PARTICULAR | K |
| 40 | CFE-RMTA4 | REGISTRO EN MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4 | | |
| 41 | TN-BSRMTA | BOVEDA PARA SECCIONADOR, EN ARROYO | SECCIONADOR 6 | K |
| 42 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E12 | K |
| 43 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E13 | K |
| 44 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E14 | K |
| 45 | CFE-EM-MT502 | BASE PARA EQUIPO DE MEDICION DE CFE EN MEDIA TENSION | EQUIPO DE MEDICION EN MEDIA TENSION PARA SERVICIOS FASE 4 | K |
| 46 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | SUBSTACION PARTICULAR | K |
| 47 | TN-BSRMTA | BOVEDA PARA SECCIONADOR, EN ARROYO | SECCIONADOR 7 | K |
| 48 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E15 | K |
| 49 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E16 | K |
| 50 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | E17 | K |
| 51 | CFE-EM-MT502 | BASE PARA EQUIPO DE MEDICION DE CFE EN MEDIA TENSION | EQUIPO DE MEDICION EN MEDIA TENSION PARA SERVICIOS FASE 5 | K |
| 52 | TN-BT3FRMTA4 | BASE PARA TRANSFORMADOR 3F Y REGISTRO MEDIA TENSION TIPO 4 | SUBSTACION PARTICULAR | K |

- SIMBOLOGIA:**
- LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION, PARA SISTEMA DE 200 AMP.
 - LINEA DE MEDIA TENSION BAJO LOSA DE SOTANO DEL EDIFICIO A BASE DE TUBERIA CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA DE 78mm ø (3")
- NOTAS:**
- LA UBICACION FINAL DEL TRANSFORMADOR Y MEDIDORES SE DEFINIRAN EN BASE AL PROYECTO PROPIO DE LA ZONA QUE ALIMENTA DICHO TRANSFORMADOR.
 - LAS TRAYECTORIAS DE DUCTOS Y UBICACION DE TRANSFORMADORES DEBERAN REVISARSE CON LA DIRECCION DE OBRA Y CON LA CFE EN EL SITIO.
 - PARA DETALLES DE OBRA CIVIL VER PLANOS EMT-08,09,10,11,12.
 - EL CONDUCTOR DEL CABLE DE ENERGIA SERA TIPO DS ALUMINIO XLP-25B (BLOQUEO CONTRA AGUA) ESPECIFICACION CFE E0000-16 PARA 25KV AL 100% Y AL 133% EN LA TRANSICION EL CUAL DEBERA PASAR POR PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO ANTES DE SU ENERGIZACION.
 - LA TUBERIA TIPO PAD TENDRA UN RD DE 17 INSTALADO EN SISTEMA DE CIELO ABIERTO. SERA DE COLOR ROJO O ANARANJADO Y CON UNA LEYENDA QUE INDIQUE PELIGRO.
 - UNA VEZ INSTALADO EL CABLE DE ENERGIA EN LOS DUCTOS, ESTOS DEBERAN SER SELLADOS CON HULE ESPUMA Y SILICON PARA EVITAR EL INGRESO DE AGUA Y ANIMALES.
 - EN TODOS LOS REGISTROS DONDE EXISTA EQUIPO, SE DEBERA DEJAR UN EXCEDENTE DE CABLE POR FASE DE LONGITUD IGUAL A PERIMETRO DEL MISMO, ASI COMO EN LOS REGISTROS ANEXOS. EN LOS REGISTROS QUE SEAN DE PASO, DEJAR UNA MEDIA VUELTA DE CABLE SIENDO OPCIONAL DEJARLA COMPLETA EN UN REGISTRO SI Y EN OTRO NO.
 - EN CADA REGISTRO DE MEDIA TENSION SE DEBERA DEJAR EQUIPO DE SOPORTERIA DE MENSULAS Y CORREDERAS SEGUN ESPECIFICACION DE CFE.
 - LA CONEXION DE LOS TRANSFORMADORES AL NEUTRO CORRIDO DEBERA DE SER DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES DE CFE.
 - ESTE PLANO DEBERA SER REVISADO Y APROBADO POR C.F.E.

RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE. CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20__

REVISÓ _____ Vo. Bo. _____
 NOMBRE REVISÓ _____ CARGO REVISÓ _____
 APROBÓ _____
 NOMBRE APROBÓ _____ Vo. Bo. _____
 CARGO APROBÓ _____

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DIVISION _____
 ZONA _____
 PLANO DE _____
 PLANO No. _____

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____
 UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS S/N, FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

PLANO DE OBRA CIVIL

DIBUJÓ: S.T.T. PERITO RESPONSABLE: _____ ESCALA: 1:1000
 PROYECTÓ: S.T.T. FECHA: DIC-2013
 PLANO: EMT-03

| RESUMEN DE CARGAS "RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA" | | | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| FASE | ZONA | TRANSFORMADOR | SERVICIO | CARGA INSTALADA (kW) | FACTOR DE DEMANDA | CARGA DEMANDADA A (kW) | CARGA DEMANDADA A (KVA) | CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR (KVA) |
| FASE I | EDIFICIO DE ACCESO | E1 | COMERCIO Y OFICINAS | 105.76 | REL. CARGAS | 101.11 | 112.34 | 112.5 |
| | TORRE 1 | E2 | DEPARTAMENTOS | 352.12 | ART. 220-32 | 126.76 | 140.85 | 150 |
| | TORRE 2 | E3 | DEPARTAMENTOS | 323.55 | ART. 220-32 | 119.71 | 133.02 | 150 |
| | TORRE 3 | E4 | DEPARTAMENTOS | 323.55 | ART. 220-32 | 119.71 | 133.02 | 150 |
| FASE II | SERVICIO GENERAL | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| | DEPTOS TORRE 4 | E5 | DEPARTAMENTOS | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | 103.47 | 112.5 |
| | DEPTOS TORRE 5 | E6 | DEPARTAMENTOS | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | 103.47 | 112.5 |
| | DEPTOS TORRE 6 | E7 | DEPARTAMENTOS | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | 103.47 | 112.5 |
| FASE III | SERVICIOS | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| | DEPTOS TORRE 7 | E8 | DEPARTAMENTOS | 232.80 | ART. 220-32 | 93.12 | 103.47 | 112.5 |
| | DEPTOS TORRE 8 | E9 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 9 | E10 | DEPARTAMENTOS | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | 225 |
| FASE IV | DEPTOS TORRE 10 | E11 | DEPARTAMENTOS | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | 225 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| | DEPTOS TORRE 11 | E12 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 12 | E13 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| FASE V | DEPTOS TORRE 13 | E14 | DEPARTAMENTOS | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | 225 |
| | SERVICIOS | PARTICULAR | SERVICIOS | 412.55 | REL. CARGAS | 270.0 | 300.0 | 300 |
| | DEPTOS TORRE 14 | E15 | DEPARTAMENTOS | 414.36 | ART. 220-32 | 140.88 | 156.54 | 225 |
| | DEPTOS TORRE 15 | E16 | DEPARTAMENTOS | 442.87 | ART. 220-32 | 146.15 | 162.39 | 225 |
| TOTAL | | | | | | | | |
| | | | | 7970.76 | | 3484.10 | 3871.22 | 4537.50 |

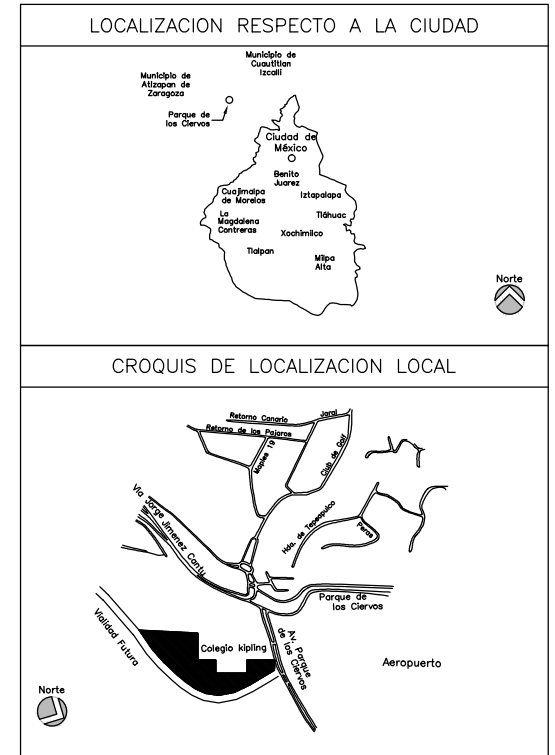
| AMPACIDAD POR FASES EN CONDICIONES DE MAXIMA DEMANDA | | | | | |
|--|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|--|
| FASE | ZONA ABASTECIDA | CARGA DEMANDADA POR ZONA (KVA) | CARGA DEMANDADA POR ETAPA (KVA) | CARGA DEMANDADA POR CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES (KVA) | CORRIENTE NOMINAL DEMANDADA (AMPERES) (Kva x 1000) / (23000 x 1.732) |
| FASE I | EDIFICIO DE ACCESO | 112.34 | 819.23 | 862.50 | 21.68 |
| | TORRE 1 | 140.85 | | | |
| | TORRE 2 | 133.02 | | | |
| | TORRE 3 | 133.02 | | | |
| | SERVICIO GENERAL | 300.01 | | | |
| FASE II | DEPTOS TORRE 4 | 103.47 | 713.88 | 750.00 | 18.85 |
| | DEPTOS TORRE 5 | 103.47 | | | |
| | DEPTOS TORRE 6 | 103.47 | | | |
| | DEPTOS TORRE 7 | 103.47 | | | |
| | SERVICIOS | 300.01 | | | |
| FASE III | DEPTOS TORRE 8 | 162.39 | 775.47 | 975.00 | 24.50 |
| | DEPTOS TORRE 9 | 156.54 | | | |
| | DEPTOS TORRE 10 | 156.54 | | | |
| | SERVICIOS | 300.01 | | | |
| | DEPTOS TORRE 11 | 162.39 | | | |
| FASE IV | DEPTOS TORRE 12 | 162.39 | 781.32 | 975.00 | 24.50 |
| | DEPTOS TORRE 13 | 156.54 | | | |
| | SERVICIOS | 300.01 | | | |
| | DEPTOS TORRE 14 | 156.54 | | | |
| | DEPTOS TORRE 15 | 162.39 | | | |
| FASE V | DEPTOS TORRE 16 | 162.39 | 781.32 | 975.00 | 24.50 |
| | SERVICIOS | 300.01 | | | |
| TOTAL | | 3871.22 | | 4537.50 | 114.04 |

| CAIDA DE TENSION Y REGULACION DE VOLTAJE | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------|-------------|---------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Carga Total (KVA) | Corriente I (Amp) | Distancia (mts) | Voltaje (v) | Calibre | Resistencia (ohms/km) | Reactancia inductiva (ohms/km) | Caída de tension (e%) |
| 4,537.50 | 114.04 | 880 | 23,000 | 3/0 | 0.434 | 0.309 | 0.40 |

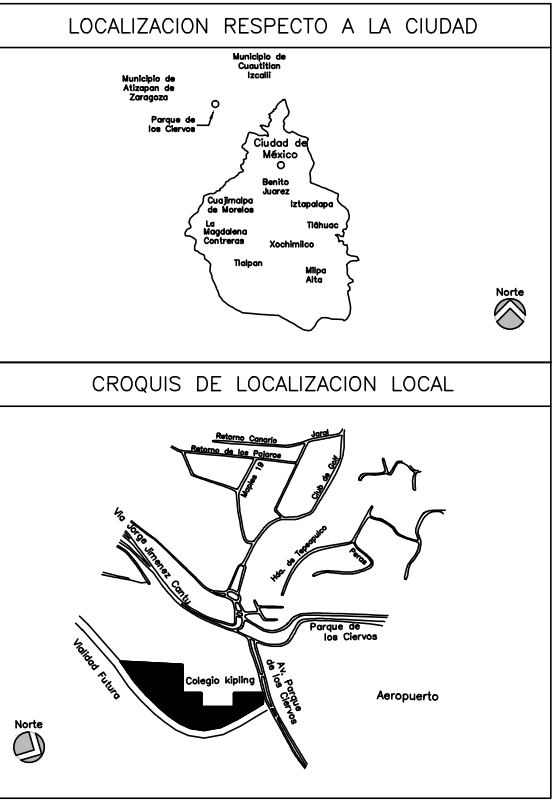
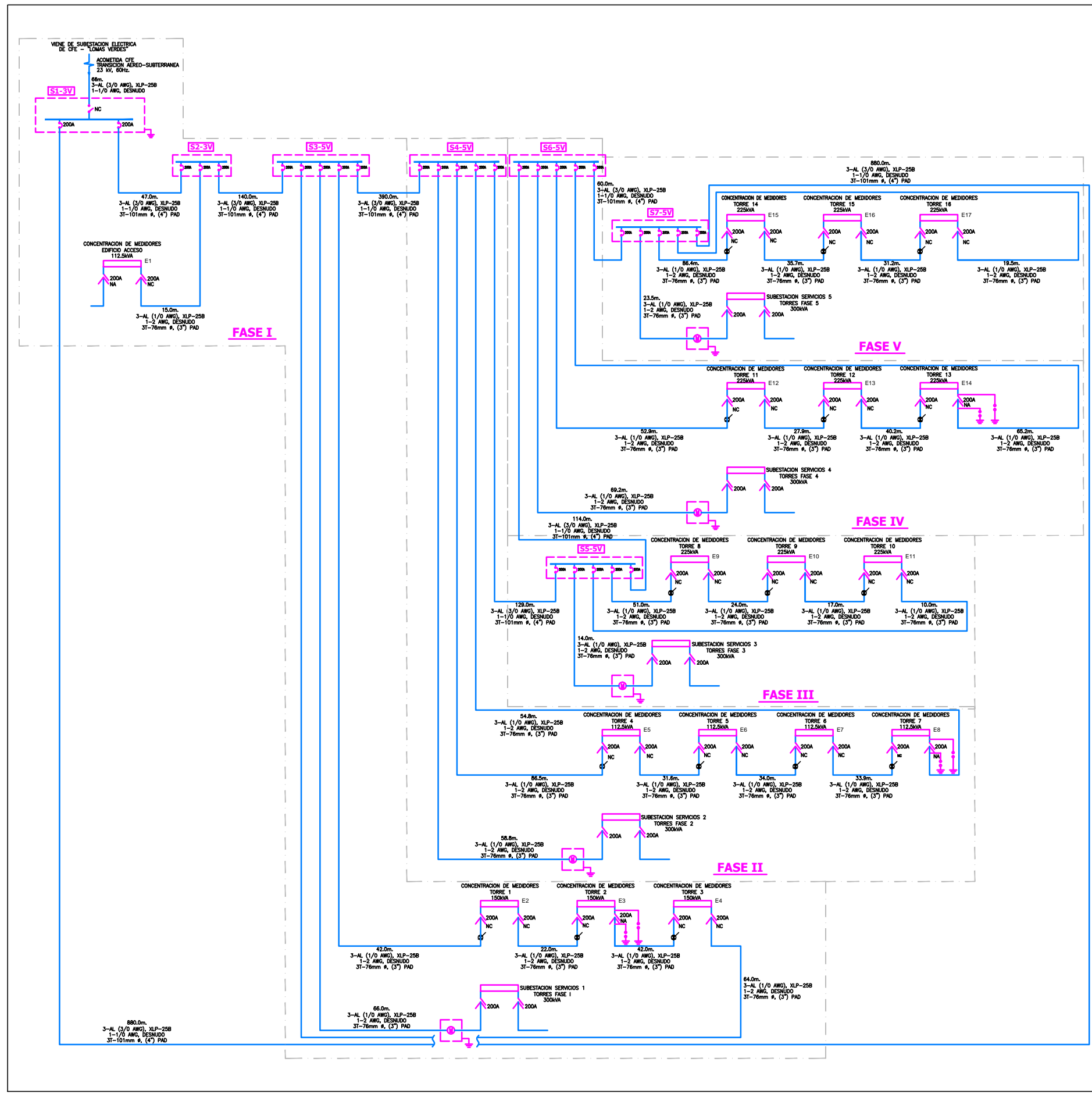
Nota: Consideramos la carga total de los transformadores al final de la línea y la distancia total con lo cual aseguramos que las caídas parciales no exceden el 1% que se requiere.

| PERDIDAS | | | | | |
|----------------------------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Circuito | Zona | Distancia (mts) | Carga Total (KVA) | Corriente I (Amp) | Perdidas P (Kw) |
| General | Esmeralda | 880 | 4,537.50 | 114.04 | 4.97 |
| Total de las pérdidas (Kw) | | | | | 4.97 |
| Total de Potencia demandada (Kw) | | | | | 4083.75 |
| % de pérdidas | | | | | 0.12% |

Nota: La anterior tabla muestra el resultado general para el conjunto ya que este puede tener un valor menor si consideramos las pérdidas parciales de la trayectoria.



| RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA | |
|---|--|
| <p>LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISIÓN CENTRO-ORIENTE, CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20 ____</p> | |
| REVISÓ | Vo. Bo. |
| _____ NOMBRE REVISÓ CARGO REVISÓ | _____ NOMBRE Vo. Bo. CARGO Vo. Bo. |
| APROBO | |
| _____ NOMBRE APROBO CARGO APROBO | |
| <p>NOTA: ESTA APROBACIÓN NO ES AUTORIZACIÓN PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRÁ EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.</p> | |
| COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD | |
| DIVISIÓN | _____ |
| ZONA | _____ |
| PLANO DE | _____ |
| PLANO No. | _____ |
| RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA | |
| <p>PROPIETARIO: _____ UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS, S/N, FRACCIÓN "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCIÓN TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPÁN DE ZARAGOZA ESTADO DE MÉXICO</p> | |
| RELACIONES DE CARGAS | |
| DIBUJÓ: S.T.T. | PERITO RESPONSABLE: |
| PROYECTÓ: S.T.T. | ESCALA: S/E FECHA: DIC-2013 PLANO: EMT-06 |



- SIMBOLOGIA**
- APARTARRAYOS AUTOVALVULARES CLASE 25KV
 - INDICA CONEXION A SISTEMA DE TIERRAS.
 - ACOMETIDA DE COMPAÑIA SUMINISTRADORA DE ENERGIA ELECTRICA.
 - SECCIONADOR SUMERGIBLE DE TRES VIAS EN HEXAFLORURO (SF6) CON INTERRUPTOR EN VACIO
 - SECCIONADOR TIPO SUMERGIBLE DE CINCO VIAS EN HEXAFLORURO (SF6) CON INTERRUPTOR EN VACIO
 - EQUIPO DE MEDICION EN SUBESTACION ELECTRICA
 - TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL
 - INDICADOR DE FALLA

- NOTAS**
- 1.- EL CONDUCTOR DEL CABLE DE ENERGIA SERA TIPO DS ALUMINIO XLP-25 (BLOQUEO CONTRA AGUA) ESPECIFICACION CFE E0300-18 PARA 25KV AL 100% Y AL 133% PARA LA TRANSICION EL CUAL DEBERA PASAR POR PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO ANTES DE SU ENERGIZACION.
 - 2.- LA TUBERIA TIPO PAD TENDRA UN RD DE 17 INSTALADO EN SISTEMA DE CIELO ABIERTO. SERA DE COLOR ROJO O ANARANJADO Y CON UNA LETRADA QUE INDIQUE PELIGRO.
 - 3.- UNA VEZ INSTALADO EL CABLE DE ENERGIA EN LOS DUCTOS, ESTOS DEBERAN SER SELLADOS CON HULE ESPUMADO Y SILICON, PARA EVITAR EL INGRESO DE AGUA Y ANIMALES.
 - 4.- EN TODOS LOS REGISTROS DONDE EXISTA EQUIPO, SE DEBERA DEJAR UN EXCEDENTE DE CABLE POR FASE DE LONGITUD IGUAL AL PERIMETRO DEL MISMO, ASI COMO EN LOS REGISTROS ANEXOS, EN LOS REGISTROS QUE SEAN DE PASO, DEJAR UNA MEDIA VUELTA DE CABLE SIENDO OPCIONAL DEJARLA COMPLETA EN UN REGISTRO SI Y EN OTRO NO.
 - 5.- EN CADA REGISTRO DE MEDIA TENSION SE DEBERA DEJAR EQUIPO DE SOPORTERA DE MENSULAS Y CORREDERAS SEGUN ESPECIFICACION DE CFE
 - 6.- LA CONEXION DE LOS TRANSFORMADORES AL NEUTRO CORRIDO DEBERA CONFIRMARSE Y DEBERA SER DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES DE CFE
 - 7.- SE DEBERA AJUSTAR LA CAPACIDAD DE LOS INTERRUPTORES DE ACUERDO A LA CARGA TOTAL DEL SISTEMA.

RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE. CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20__

| | |
|---------------|----------------|
| REVISÓ | Vo. Bo. |
| NOMBRE REVISÓ | NOMBRE Vo. Bo. |
| CARGO REVISÓ | CARGO Vo. Bo. |
| APROBÓ | |
| NOMBRE APROBÓ | |
| CARGO APROBÓ | |

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

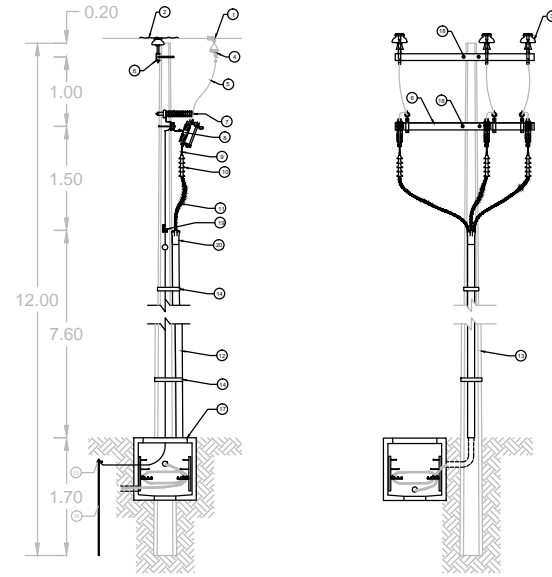
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DIVISION _____
 ZONA _____
 PLANO DE _____
 PLANO No. _____

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____
 UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS S/N. FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA. EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

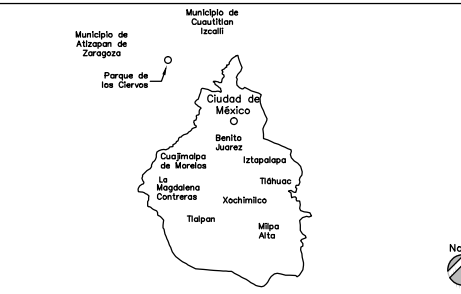
| | | |
|---|---------------------|--------------------|
| DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIA TENSION | | |
| DIBUJÓ: S.T.T. | PERITO RESPONSABLE: | ESCALA: S/E |
| PROYECTÓ: S.T.T. | | FECHA: DIC-2013 |
| | | PLANO: EMT-07 |



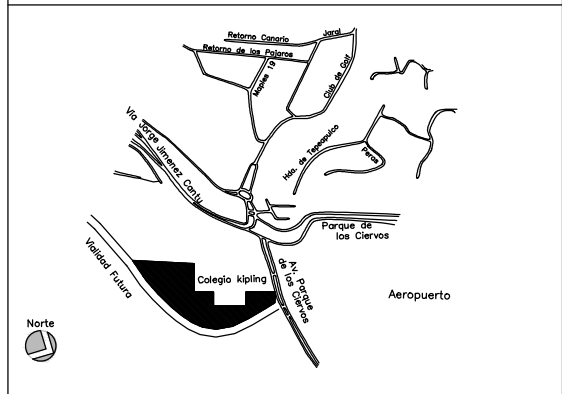
| REFERENCIA | DESCRIPCION DEL MATERIAL O EQUIPO | UNIDAD | CANTIDAD |
|------------|--|--------|----------|
| 1 | CONECTOR A PRESION TIPO L CON ESTRIBO DE COBRE | PZA. | 3 |
| 2 | ALAMBRE DE ALUMINIO SUAVE PARA AMARRE | KG | SR |
| 3 | AISLADOR TIPO PIN POST CLASE 25 KV | PZA. | 3 |
| 4 | CONECTOR TIPO PERICO, PARA LINEA ENERGIZADA, SEGUN CALIBRE | PZA. | 3 |
| 5 | ALAMBRE O CABLE DE COBRE DESNUDO MINIMO 4AWG | KG | SR |
| 6 | CRUCETA TIPO PT200 | PZA. | 1 |
| 7 | APARTARRAYOS ADOM TS TIPO RISER POLE PARA 23 KV | PZA. | 3 |
| 8 | CORTACIRCUITOS FUSIBLE DE POTENCIA PARA 25 KV, CCF-27-150-300 | PZA. | 3 |
| 9 | TERMINAL POLIMERICA PARA CABLE DE ENERGIA, 25KV | PZA. | 3 |
| 10 | TERMINAL DE USO EXTERIOR PARA CABLE DE ENERGIA 25 KV TIPO XLP CAL. 3/0 (CONOS DE ALIVIO) | PZA. | 3 |
| 11 | CABLE DE POTENCIA TIPO 25 KV XLP CAL. 3/0 AWG | KG | SR |
| 12 | TUBO TIPO PAD RD 13.5 COLOR NEGRO DE 153 mm Ø CFE-DF100-23 | PZA. | 1 |
| 13 | POSTE DE CONCRETO OCTOGONAL DE 12 m. MINIMO PC-12-700 | PZA. | 1 |
| 14 | FLEJE DE ACERO INOX DE 1/2 DE ESPESOR | PZA. | 1 |
| 15 | SOLDADURA TIPO CADWELD | KG | SR |
| 16 | ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA DE 16mm Ø X 3 mts. CON CONECTOR MECANICO TIPO GK | PZA. | 1 |
| 17 | REGISTRO DE CONCRETO PREFABRICADO CFE - RMT4 | PZA. | 1 |
| 18 | ABRAZADERA TIPO UC | PZA. | 1 |
| 19 | CONECTOR DERIVADOR 90 GRADOS (CAL SEGUN REQUIERA) | PZA. | 1 |
| 20 | BOTA TERMOTRACTIL, PREMODELADA DE SALIDA MULTIPLE | PZA. | 1 |

1 TRANSICION AEREA-SUBTERRANEA PARA SISTEMAS DE 200 CON CCF
NORMA CFE-TS200CCF

LOCALIZACION RESPECTO A LA CIUDAD



CROQUIS DE LOCALIZACION LOCAL



NOTA

- ESTE PLANO ES UNA PROPUESTA QUE DEBERA SER REVISADA Y APROBADA POR CFE.
- SE DEBERA DE CONFIRMAR LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE PARA EL PUNTO DE LA ACOMETIDA CON CFE.

RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE. CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL DE DE 20

| | |
|---------------|----------------|
| REVISÓ | Vo. Bo. |
| NOMBRE REVISÓ | NOMBRE Vo. Bo. |
| CARGO REVISÓ | CARGO Vo. Bo. |
| APROBÓ | |
| NOMBRE APROBÓ | |
| CARGO APROBÓ | |

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

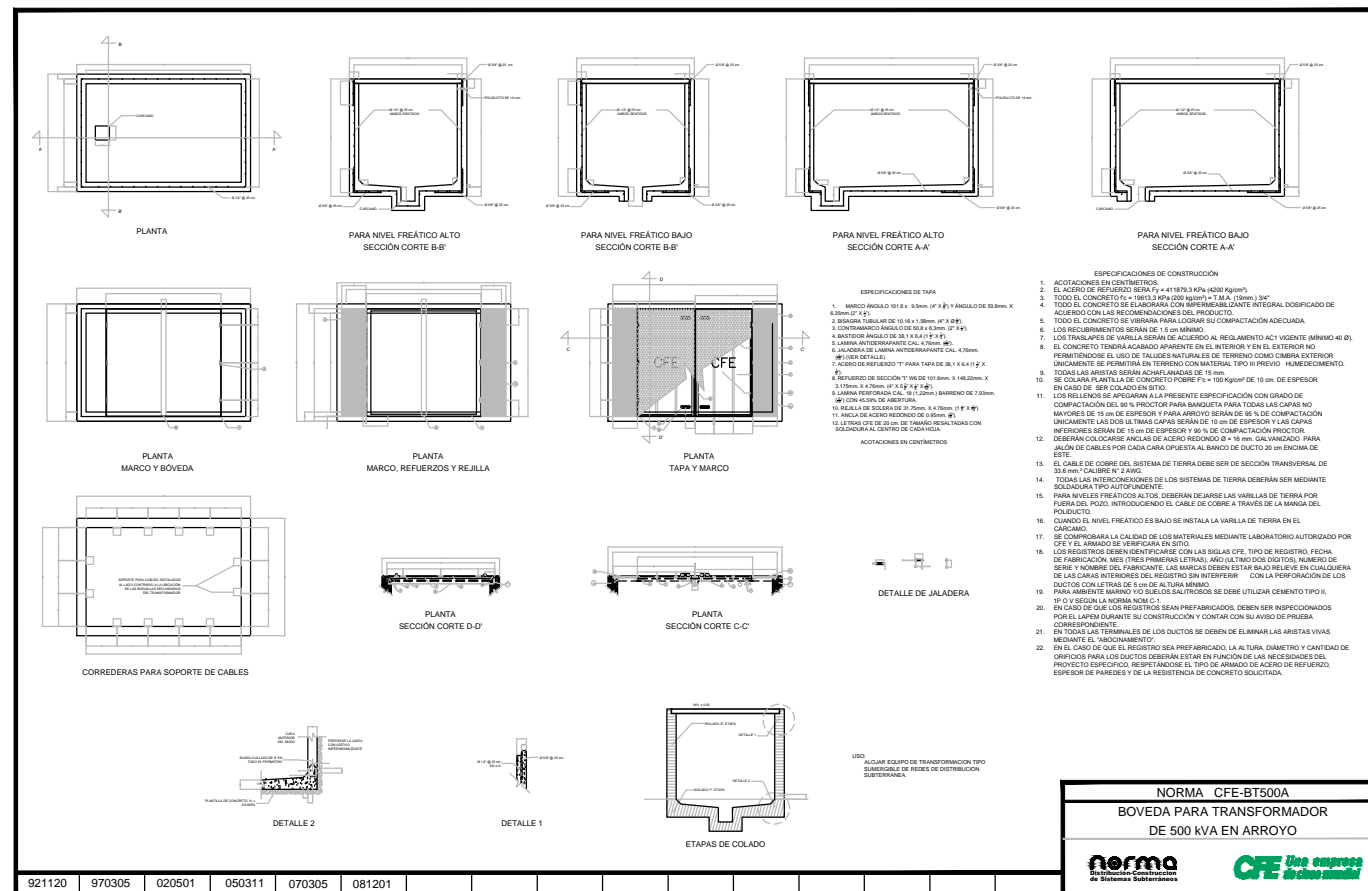
DIVISION _____
ZONA _____
PLANO DE _____
PLANO No. _____

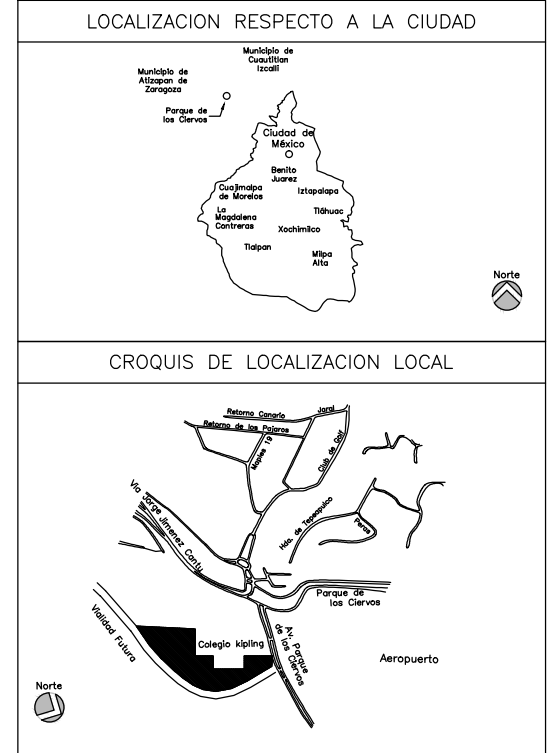
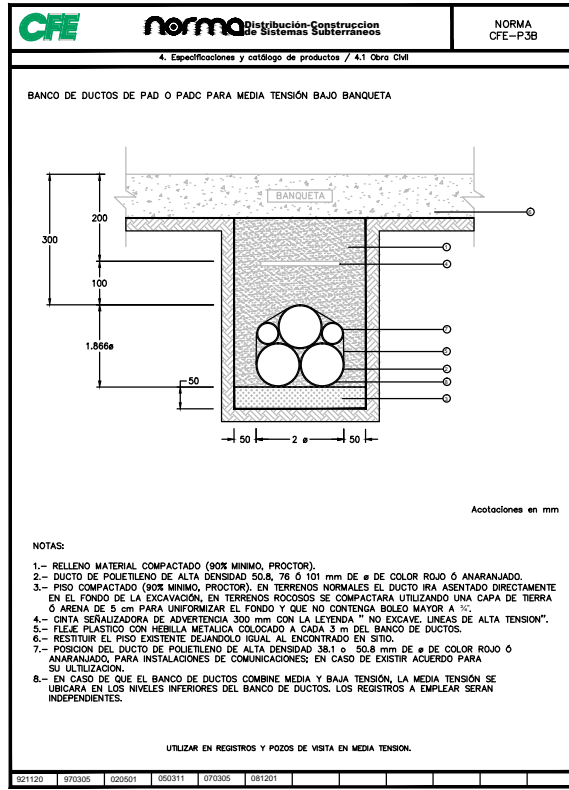
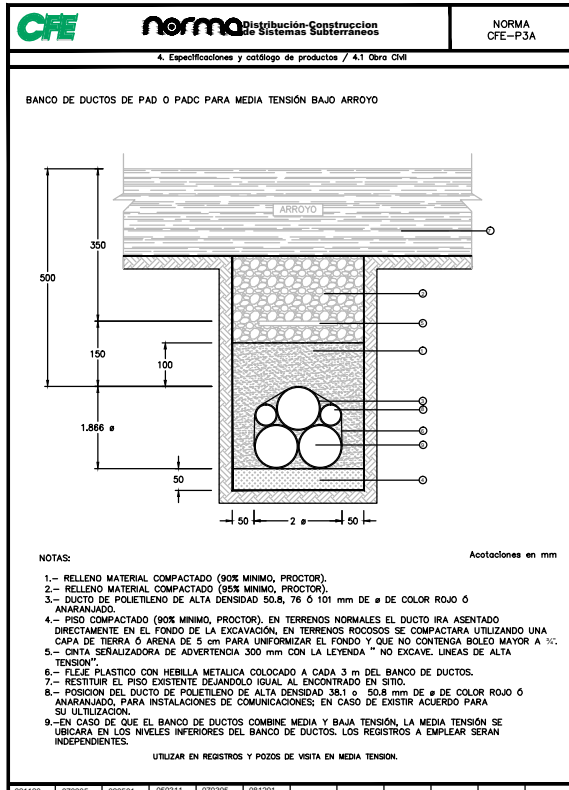
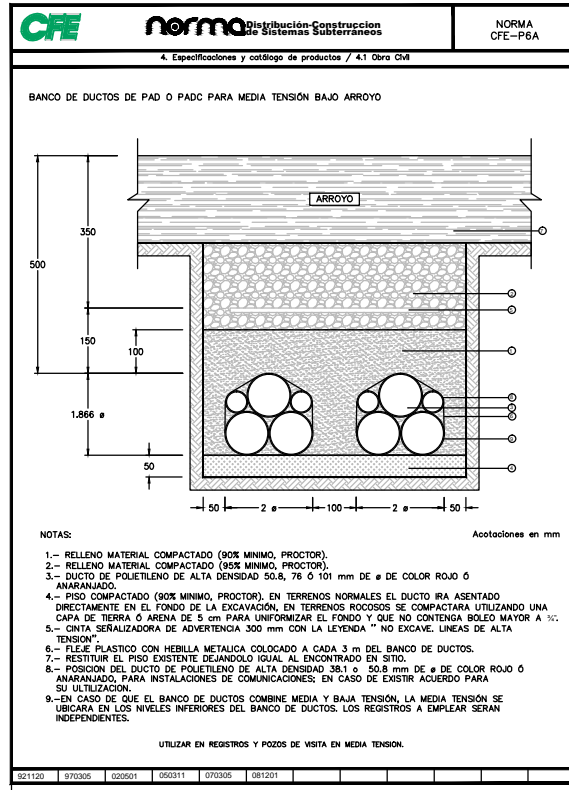
RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____
UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS S/N, FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

DETALLES DE OBRA CIVIL "A"

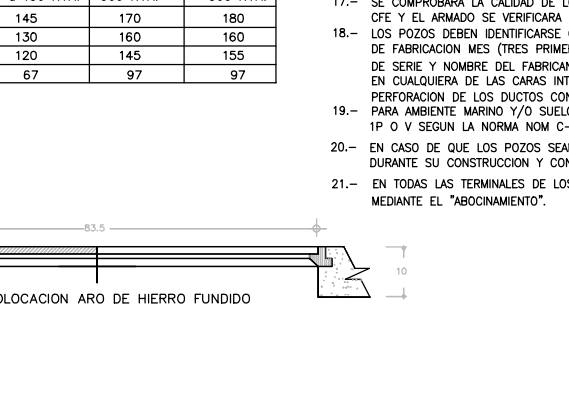
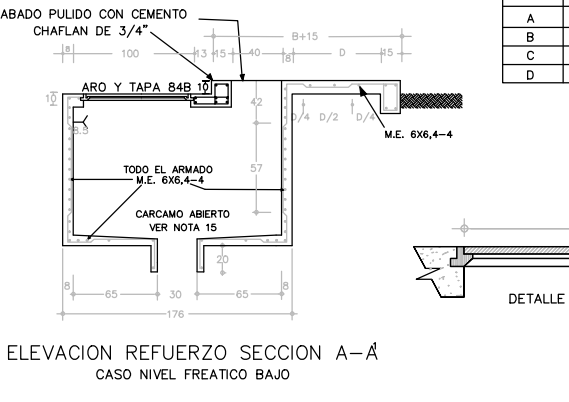
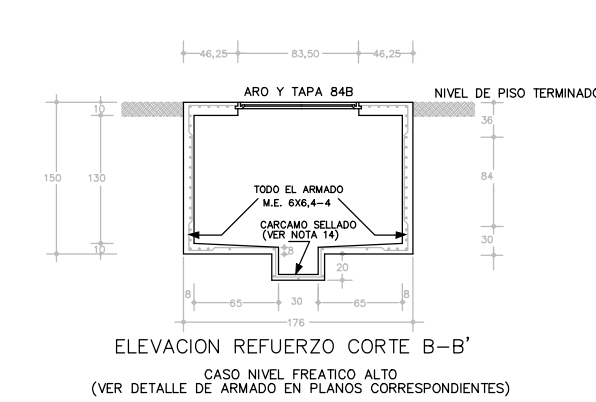
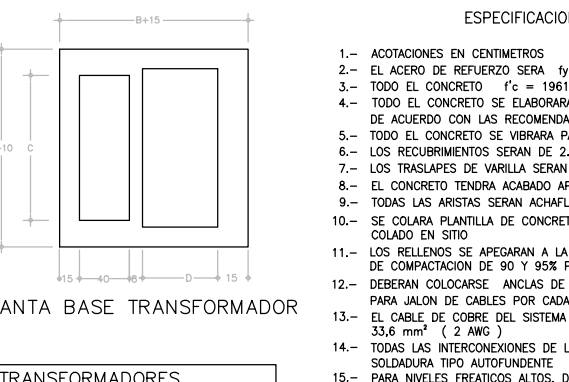
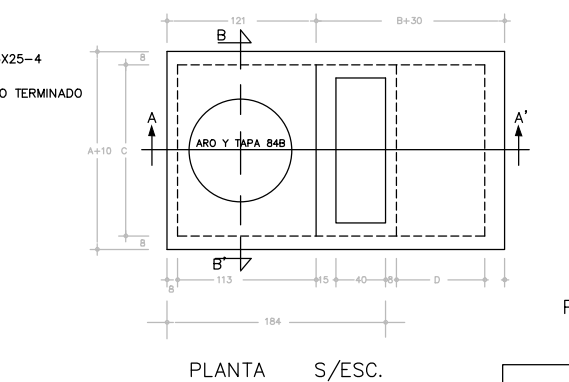
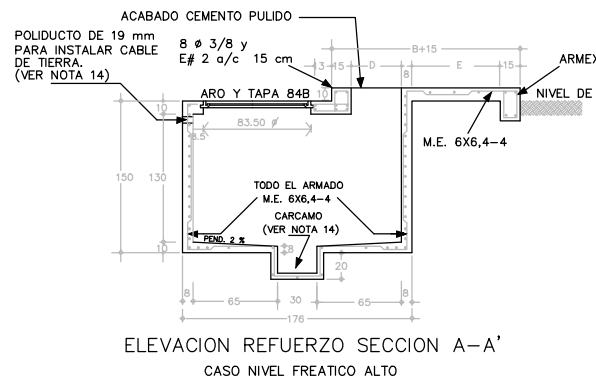
| | | |
|------------------|---------------------------|-----------------|
| DIBUJÓ: S.T.T. | PERITO RESPONSABLE: _____ | ESCALA: S/E |
| PROYECTÓ: S.T.T. | | FECHA: DIC-2013 |
| | | PLANO: EMT-08 |





NOTA

1.- ESTE PLANO ES UNA PROPUESTA QUE DEBERA SER REVISADA Y APROBADA POR CFE



RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE. CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20 ____

REVISO _____ Vo. Bo. _____

NOMBRE REVISOR CARGO REVISOR _____ NOMBRE Vo. Bo. CARGO Vo. Bo. _____

APROBÓ _____

NOMBRE APROBADO CARGO APROBADO _____

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DIVISION _____

ZONA _____

PLANO DE _____

PLANO No. _____

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____

UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS. SIN FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

DETALLES DE OBRA CIVIL "B"

DIBUJÓ: S.T.T. _____

PERITO RESPONSABLE: _____

ESCALA: S/E

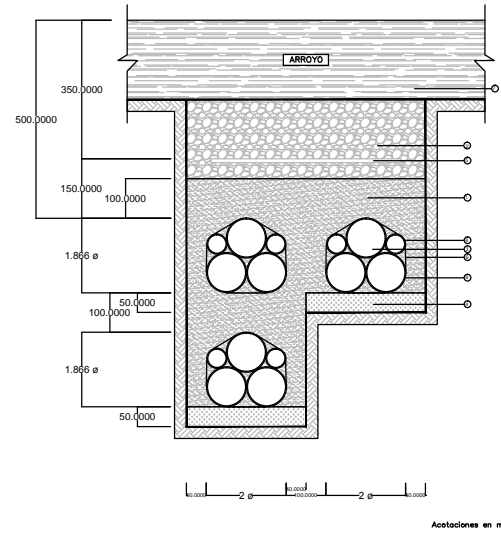
FECHA: DIC-2013

PROYECTO: S.T.T. _____

PLANO: EMT-09

BANCO DE DUCTOS DE PAD O PADC PARA MEDIA TENSIÓN BAJO ARROYO

Pag. 1 de 2



NOTAS:

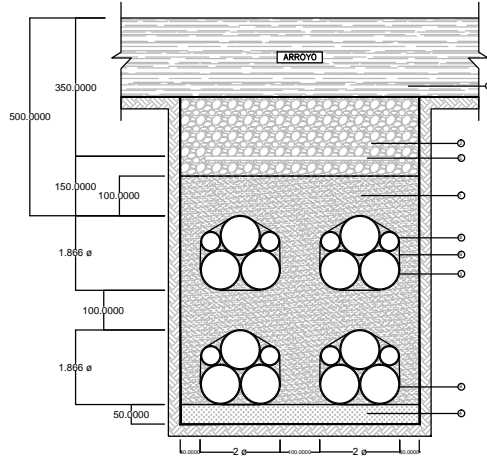
- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 O 101 mm DE ø DE COLOR ROJO O ANARANJADO.
- 4.- PISO COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR), EN TERRENOS NORMALES EL DUCTO IRA ASENTADO CAPA DE TIERRA O ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1/4".
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA "NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLÁSTICO CON HEBILLA METÁLICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS, DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA O ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1/4".
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJÁNDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO O ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 9.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.
- 10.- SE RECOMIENDA QUE PRIMERAMENTE SE EXCAVE HASTA EL NIVEL DONDE SE ALOJAN LOS DOS CIRCUITOS HORIZONTALES CON EL ANCHO DE EXCAVACION REQUERIDO Y POSTERIORMENTE SE CONTINUE CON LA EXCAVACION DEL CIRCUITO TRES UBICADO EN EL NIVEL INFERIOR.

UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISITA EN MEDIA TENSION.

| | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 921120 | 970305 | 020501 | 050311 | 070305 | 081201 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

BANCO DE DUCTOS DE PAD PARA MEDIA TENSIÓN BAJO ARROYO

Pag. 1 de 2



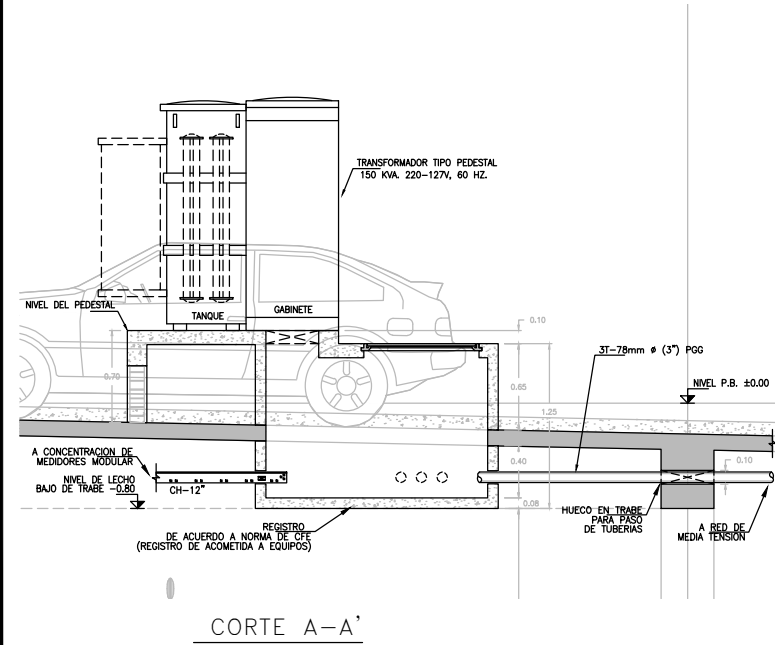
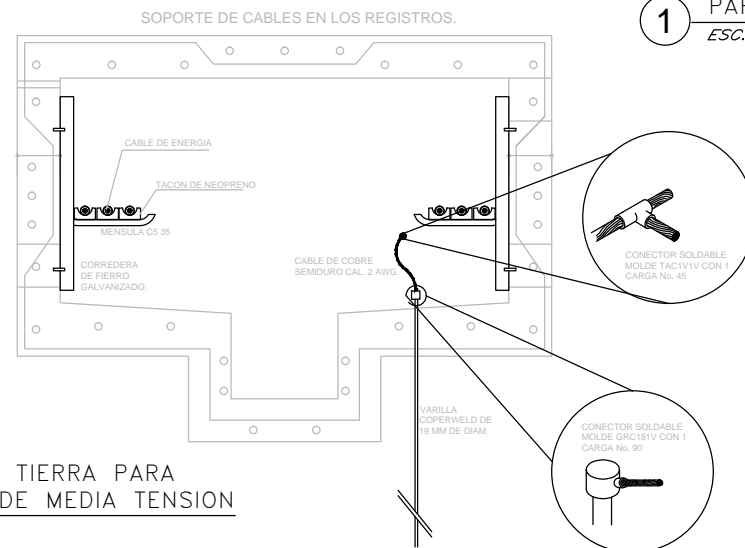
NOTAS:

- 1.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (90% MINIMO, PROCTOR).
- 2.- RELLENO MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO, PROCTOR).
- 3.- DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 50.8, 76 O 101 mm DE ø DE COLOR ROJO O ANARANJADO.
- 4.- 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 O ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1/4".
- 5.- CINTA SEÑALIZADORA DE ADVERTENCIA 300 mm CON LA LEYENDA "NO EXCAVE. LINEAS DE ALTA TENSION".
- 6.- FLEJE PLÁSTICO CON HEBILLA METÁLICA COLOCADO A CADA 3 m DEL BANCO DE DUCTOS, DIRECTAMENTE EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, EN TERRENOS ROCOSOS SE COMPACTARA UTILIZANDO UNA CAPA DE TIERRA O ARENA DE 5 cm PARA UNIFORMIZAR EL FONDO Y QUE NO CONTENGA BOLEO MAYOR A 1/4".
- 7.- RESTITUIR EL PISO EXISTENTE DEJÁNDOLO IGUAL AL ENCONTRADO EN SITIO.
- 8.- POSICION DEL DUCTO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD 38.1 o 50.8 mm DE ø DE COLOR ROJO O ANARANJADO, PARA INSTALACIONES DE COMUNICACIONES; EN CASO DE EXISTIR ACUERDO PARA SU UTILIZACION.
- 9.- EN CASO DE QUE EL BANCO DE DUCTOS COMBINE MEDIA Y BAJA TENSION, LA MEDIA TENSION SE UBICARA EN LOS NIVELES INFERIORES DEL BANCO DE DUCTOS. LOS REGISTROS A EMPLEAR SERAN INDEPENDIENTES.

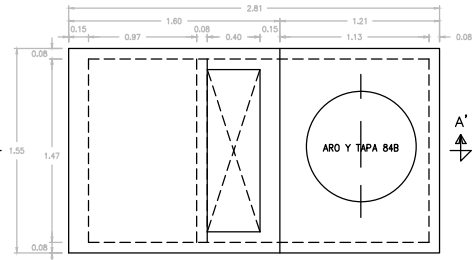
UTILIZAR EN REGISTROS Y POZOS DE VISITA EN MEDIA TENSION.

| | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 921120 | 970305 | 020501 | 050311 | 070305 | 081201 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

2 DETALLE DE TIERRA PARA REGISTROS DE MEDIA TENSION ESC. 5/E



CORTE A-A'



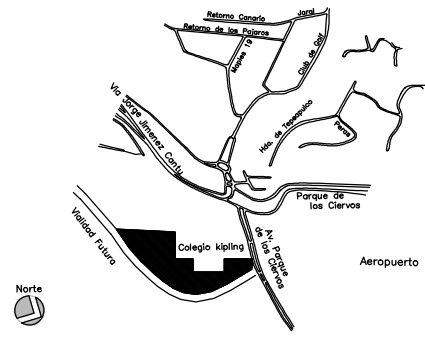
PLANTA PEDESTAL

1 DETALLE DE REGISTRO PARTICULAR PARA TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL ESC. 1:25

LOCALIZACION RESPECTO A LA CIUDAD



CROQUIS DE LOCALIZACION LOCAL



RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE. CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20__

| | |
|---------------|----------------|
| REVISO | Vo. Bo. |
| NOMBRE REVISO | NOMBRE Vo. Bo. |
| CARGO REVISO | CARGO Vo. Bo. |
| APROBÓ | |
| NOMBRE APROBÓ | |
| CARGO APROBÓ | |

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

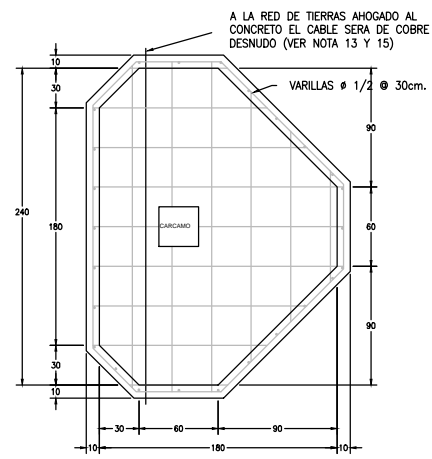
| | |
|-----------|-------|
| DIVISION | _____ |
| ZONA | _____ |
| PLANO DE | _____ |
| PLANO No. | _____ |

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

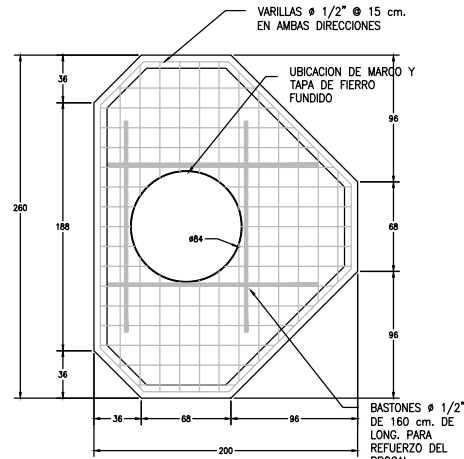
PROPIETARIO:
UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS, SIN FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

DETALLES DE OBRA CIVIL "C"

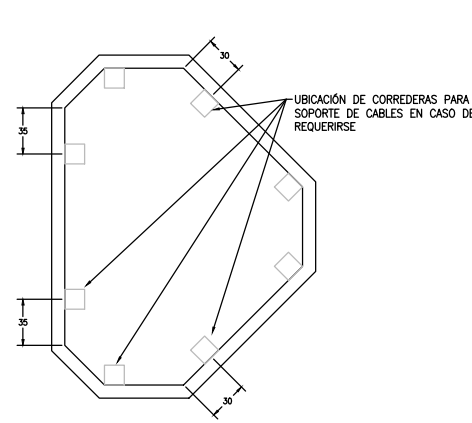
| | | |
|-----------|---------------------|----------|
| DIBUJÓ: | PERITO RESPONSABLE: | ESCALA: |
| S.T.T. | | S/E |
| PROYECTÓ: | | FECHA: |
| S.T.T. | | DIC-2013 |
| | | PLANO: |
| | | EMT-10 |



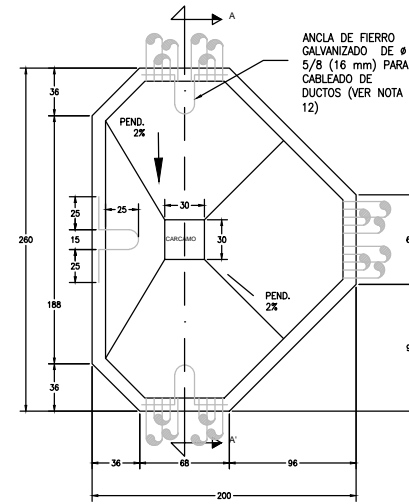
PLANTA LOSA PISO



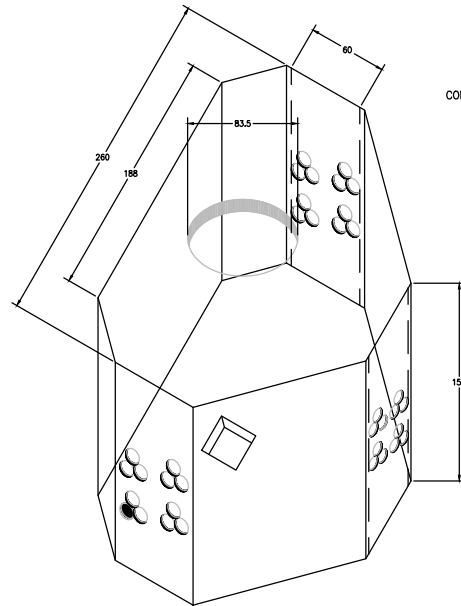
REFUERZO EN LOSA SUPERIOR



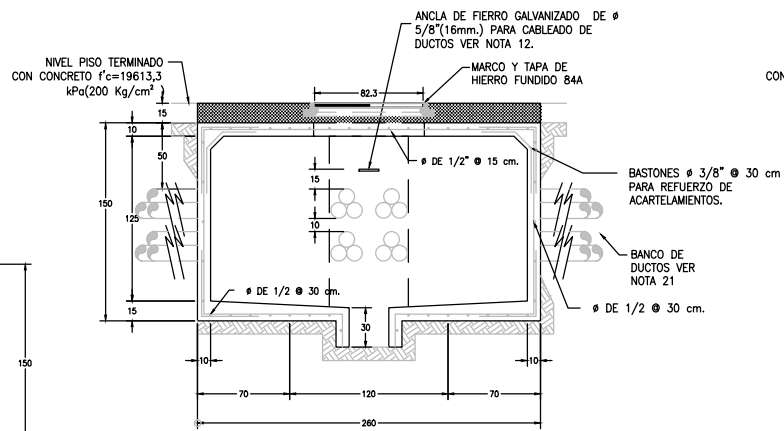
CORREDERAS PARA SOPORTE DE CABLES



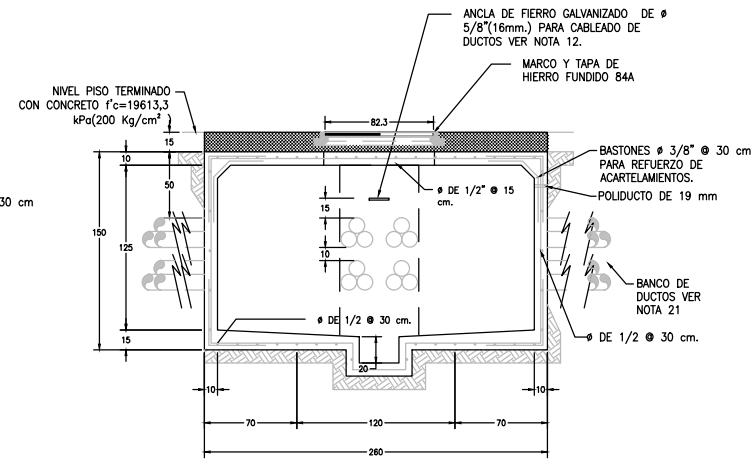
PENDIENTES Y DETALLES EN LOSA DE PISO



ISOMETRICO



ELEVACION REFUERZO SECCION A-A' (CASO NIVEL FREATICO BAJO)



ELEVACION REFUERZO SECCION A-A' (CASO NIVEL FREATICO ALTO)

POZO DE VISITA PARA MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO T, CFE-PVMTAT

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

- ACOTACIONES EN CENTIMETROS.
- EL ACERO DE REFUERZO SERA $f_y = 411879.3 \text{ KPa}$ (4,200 Kg/cm²).
- TODO EL CONCRETO $f'_c = 19,613 \text{ KPa}$ (200 kg/cm²) = T.M.A. (19mm).
- TODO EL CONCRETO SE ELABORARA CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DOSIFICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO.
- TODO EL CONCRETO SE VIBRARA PARA LOGRAR SU COMPACTACION ADECUADA.
- LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 2.5 cm MINIMO.
- LOS TRASLAPES DE VARILLA SERAN DE ACUERDO AL REGLAMENTO ACI VIGENTE (MINIMO 40 Ø).
- EL CONCRETO TENDRA ACABADO APARENTE EN EL INTERIOR Y COMUN EN EL EXTERIOR NO PERMITIENDOSE EL USO DE TALUDES NATURALES DE TERRENO COMO CIMBRA EXTERIOR UNICAMENTE SE PERMITIRA EN TERRENO CON MATERIAL TIPO III PREVIO HUMEDECIMIENTO.
- TODAS LAS ARISTAS SERAN ACHAFLANADAS DE 1.5 cm.
- SE COLARA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ DE 5 cm. DE ESPESOR EN CASO DE SER COLADO EN SITIO.
- LOS RELLENOS SE APECARAN A LA PRESENTE ESPECIFICACION CON GRADO DE COMPACTACION DEL 90 % PROCTOR PARA BANQUETA PARA TODAS LAS CAPAS NO MAYORES DE 15 cm DE ESPESOR Y PARA ARROYO SERAN DE 95 % DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm DE ESPESOR Y LAS CAPAS INFERIORES SERAN DE 15 cm DE ESPESOR Y 90 % DE COMPACTACION PROCTOR.
- DEBERAN COLOCARSE ANCLAS DE ACERO REDONDO Ø = 16 mm (3/4") GALVANIZADO PARA JALON DE CABLES POR CADA CARA OPUESTA AL BANCO DE DUCTOS 20 cm ENCIMA DE ESTE.
- EL CABLE DE COBRE DEL SISTEMA DE TIERRA DEBE SER DE SECCION TRANSVERSAL DE 33.6 mm² (2 AWG).
- TODAS LAS INTERCONEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TIERRA DEBERAN SER MEDIANTE SOLDADURA TIPO AUTOFUNDENTE.

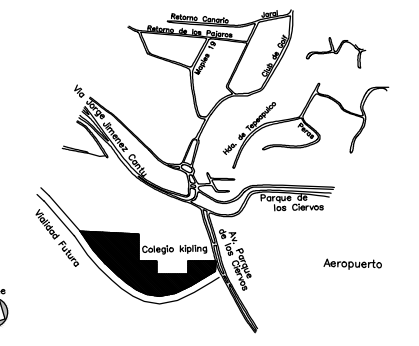
- PARA NIVELES FREATICOS ALTOS, DEBERAN DEJARSE LAS VARILLAS DE TIERRA POR FUERA DEL POZO, INTRODUCIENDO EL CABLE DE COBRE A TRAVES DE LA MANGA DEL POLIDUCTO SELLANDOSE EL CARCAMO.
- CUANDO EL NIVEL FREATICO ES BAJO SE INSTALA LA VARILLA DE TIERRA EN EL CARCAMO Y NO SE DEJA POLIDUCTO EN LA PARED DEL POZO.
- SE COMPROBARA LA CALIDAD DE LOS MATERIALES MEDIANTE LABORATORIO AUTORIZADO POR CFE Y EL ARMADO SE VERIFICARA EN SITIO.
- LOS POZOS DEBEN IDENTIFICARSE CON LAS SIGLAS CFE, TIPO DE POZO, FECHA DE FABRICACION, MES (TRES PRIMERAS LETRAS), AÑO (ULTIMO DOS DIGITOS), NUMERO DE SERIE Y NOMBRE DEL FABRICANTE. LAS MARCAS DEBEN ESTAR BAJO RELIEVE EN CUALQUIERA DE LAS CARAS INTERIORES DEL POZO SIN INTERFERIR CON LA PERFORACION DE LOS DUCTOS CON LETRAS DE 5 cm DE ALTURA MINIMO.
- PARA AMBIENTE MARINO Y/O SUELOS SALITROSOS SE DEBE UTILIZAR CEMENTO TIPO II, 1P O V SEGUN LA NORMA NOM C-1.
- EN CASO DE QUE LOS POZOS SEAN PREFABRICADOS, DEBEN SER INSPECCIONADOS POR EL LAPEM DURANTE SU CONSTRUCCION Y CONTAR CON SU AVISO DE PRUEBA CORRESPONDIENTE.
- EN TODAS LAS TERMINALES DE LOS DUCTOS SE DEBEN DE ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS MEDIANTE EL "ABOCINAMIENTO".
- EN EL CASO DE QUE EL POZO SEA PREFABRICADO, LA ALTURA, DIAMETRO Y CANTIDAD DE ORIFICIOS DE LOS DUCTOS, DEBERAN ESTAR EN FUNCION DE LAS NECESIDADES DEL PROYECTO ESPECIFICO, RESPETANDOSE EL TIPO DE ARMADO DE ACERO DE REFUERZO, ESPESOR DE PAREDES Y DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO SOLICITADA.
- PARA LOS POZOS PREFABRICADOS EL CARCAMO EN LUGAR DE VENIR CONSTRUIDO DE FABRICA ES POSIBLE QUE EN EL SITIO DESTINADO AL MISMO, SE DEJE EL ORIFICIO CON JUNTAS OQUILLADAS PARA QUE SE CUELE EN SITIO, CON UNA MEZCLA DEL CONCRETO DE LA RESISTENCIA SOLICITADA Y ADITIVOS PARA JUNTAS FRIAS, HUMEDIECENDO EL BORDE DONDE SE UBICA LA JUNTA OQUILLADA ANTES DEL COLADO EN SITIO.

USO DE POZO:
COMO POZO HASTA 12 DUCTOS EN 600 A. COMO POZO HASTA 12 DUCTOS EN 200 A. APLICARAN PARA TERRENO NORMAL Y CON NIVEL FREATICO MUY ALTO O ROCOSO.

LOCALIZACION RESPECTO A LA CIUDAD



CROQUIS DE LOCALIZACION LOCAL



RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE. CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20 ____

REVISO _____ Vo. Bo. _____
NOMBRE REVISOR CARGO REVISOR _____ NOMBRE Vo. Bo. CARGO Vo. Bo. _____
APROBO _____
NOMBRE APROBADO CARGO APROBADO _____

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

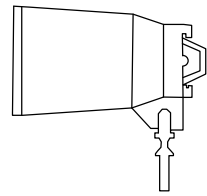
DIVISION _____
ZONA _____
PLANO DE _____
PLANO No. _____

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____
UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS S/N. FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

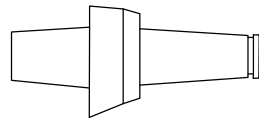
DETALLES DE OBRA CIVIL "D"

DIBUJO: S.T.T. PERITO RESPONSABLE: _____ ESCALA: S/E
FECHA: DIC-2013
PROYECTO: S.T.T. PLANO: EMT-11



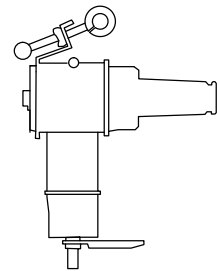
| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|--|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | Tapón aislado, para utilizarse en sistemas de 25 KV. |
| ESPECIFICACION | ANSI 386 |
| USO Y APLICACIÓN | Se acopla a la boquilla tipo inserto 200 OCC para aislara. |
| EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO | Conservar empaque original o similar, proteger contra impacto y humedad. |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas. |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

1 TAPÓN AISLADO 200-OCC



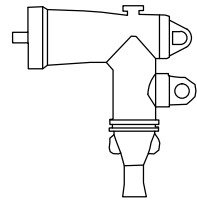
| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|--|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | Boquilla tipo inserto para operación con carga, de 200 A, aislado para 25 KV (tensión de fase a tierra). |
| ESPECIFICACION | ANSI 386 |
| USO Y APLICACIÓN | Conectar cables aislados por medio de terminales tipo codo 200 A a equipos y accesorios de Distribución Subterránea. |
| EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO | Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad, debidamente sellada, proteger contra la humedad. |
| CLAVE | BOQUILLA TIPO INSERTO 8,3-200 535P520100 |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas. |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

5 BOQUILLA TIPO INSERTO MT-200-OCC



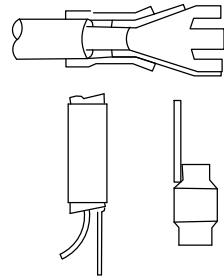
| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|---|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | Apartarrayo de óxido metálico de frente muerto, aislado para 25 KV y equipado con una interface que permite su conexión con otros accesorios de 200A. |
| ESPECIFICACION | V4100 - 43 y ANSI 386 |
| USO Y APLICACIÓN | Protección contra sobretensiones transitorias que se presentan en el sistema de distribución subterránea. |
| EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO. | Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad. |
| CLAVE | APARTARRAYO TIPO BOQUILLA ESTACIONARIA 200/OCC-25 |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

9 APARTARRAYO TIPO BOQUILLA ESTACIONARIA



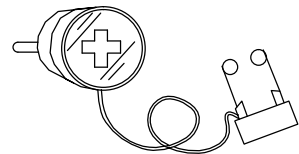
| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|--|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | Conectores de MT, tipo codo separable de 200A, aislados para 25KV entre fases, con operación con carga, calibre C formado por un codo de 200A con un punto de prueba. Un conector de compresión de aluminio y una varilla de contacto. |
| ESPECIFICACION | NOM - J - 404 |
| USO Y APLICACIÓN | Terminar cables de energía de MT, con aislamiento adido 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. |
| CLAVE | CONECTOR TIPO MÚLTIPLE 200 (8,3-CC)1/0 55MA12B201 |
| 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.= 95 125 150 KV. |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas. |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

2 CONECTOR TIPO CODO MT-200-OCC



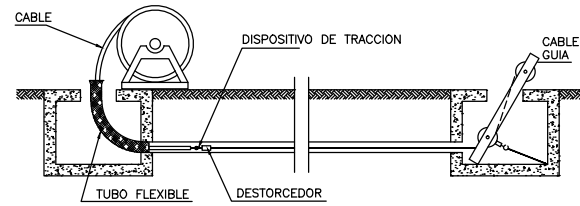
| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|--|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | Adaptador para aterrizar las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión tipo D.S. En sistemas de 200 A para 1/0 AWG. |
| ESPECIFICACION | ANSI 386 |
| USO Y APLICACIÓN | Conectar las pantallas metálicas a tierra, de los cables de Alta 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. |
| CLAVE | ADAPTADOR 200 (1/0) 5781A23B00 |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas. |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

6 ADAPTADOR 200 PARA ATERRIZAR PANTALLA



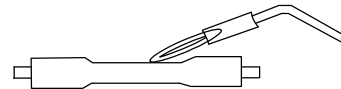
| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|---|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | Indicador de falla de restablecimiento automático tipo sumergible para operar a una corriente de 200 Amperes. |
| ESPECIFICACION | C.F.E. GCU0-68 |
| USO Y APLICACIÓN | Señalizar el paso de una corriente de falla en sistemas de distribución subterránea. |
| EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO. | Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad. |
| CLAVE | INDICADOR DE FALLA (200) GCU13B2000 |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

10 INDICADOR DE FALLA



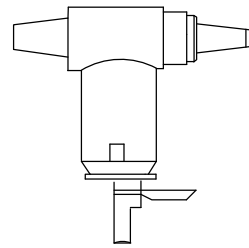
3 DISPOSICION DEL CARRETE Y EL EQUIPO PARA LA INSTALACION DE CABLES DE ENERGIA EN DUCTOS

3 INSTALACION DE CABLE EN DUCTOS



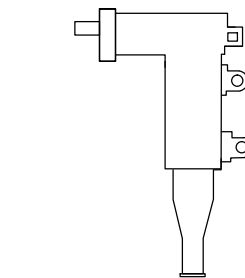
| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|--|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | En este tipo de empalme los elementos reconstitutos de la pantalla semiconductor sobre el conductor, del aislamiento y de la pantalla semiconductor sobre aislamiento se aplican mediante el proceso conocido como termocontracción. |
| USO Y APLICACIÓN | La conexión y la reconstrucción de todos los elementos que constituyen un cable de potencia aislado; protegidos mecánicamente dentro de una cubierta o carcasa. |
| EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO | Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo. |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas. |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

7 EMPALME TERMOCONTRÁCTIL MT



| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|--|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | Estos empalmes restituyen la pantalla semiconductor sobre conductor, el aislamiento y la pantalla semiconductor sobre conductor, aplicando los elementos reconstitutos al retirar del cuerpo del empalme previamente expandido en fábrica un alma, usualmente de plástico, lo que hará que el mismo se reduzca hasta el diámetro de los elementos a reconstruir. |
| USO Y APLICACIÓN | La conexión y la reconstrucción de todos los elementos que constituyen un cable de potencia aislado; protegidos mecánicamente dentro de una cubierta o carcasa. |
| EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO | Proteger contra impacto y humedad. Cuidado en el manejo. |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas. |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

8 EMPALME CONTRÁCTIL EN FRIO MT



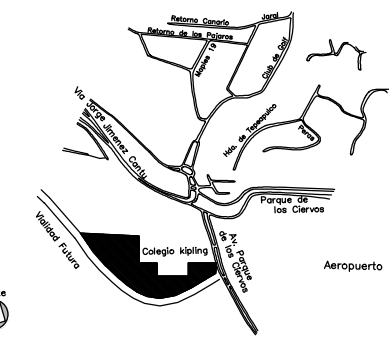
| CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES | |
|-------------------------------|--|
| MATERIAL FORMA Y ACABADO. | Conectores de MT, tipo portafusible, aislado para 25 KV entre fases, calibre 1/0 AWG. El fusible limitador de corriente puede ser de 5, 8, 12, 18 o 30A. |
| ESPECIFICACION | ANSI 386 |
| USO Y APLICACIÓN | Derivaciones de servicios de Media Tensión para demandas de hasta 500KVA en 13.2KV y 850 KVA en 23 KV. |
| EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO | Manéjese con cuidado, proteger contra impacto y humedad. |
| CLAVE | EMPALME TERMOCONTRÁCTIL 200 - (1/0) |
| CARACTERÍSTICAS | Tensión Nominal de Operación.= 25 KV |
| PRUEBAS | Mecánicas y eléctricas. |
| MARCA | ELASTIMOLD O EQUIVALENTE |

12 CONECTOR TIPO PORTAFUSIBLE MT 200-OCC

LOCALIZACION RESPECTO A LA CIUDAD



CROQUIS DE LOCALIZACION LOCAL



RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISIÓN CENTRO-ORIENTE. CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20 ____

REVISÓ _____ Vo. Bo. _____

NOMBRE REVISÓ _____ NOMBRE Vo. Bo. _____
CARGO REVISÓ _____ CARGO Vo. Bo. _____

APROBÓ _____

NOMBRE APROBÓ _____
CARGO APROBÓ _____

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRÁ EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DIVISIÓN _____
ZONA _____
PLANO DE _____
PLANO No. _____

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____
UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS, S/N, FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

DETALLES DE OBRA CIVIL "E"

DIBUJO: _____ ESCALA: S/E
S.T.T. _____ FECHA: DIC-2013
PROYECTO: _____ PERITO RESPONSABLE: _____
S.T.T. _____ PLANO: EMT-12

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

1. ADICIONES EN CENTIMETROS.
2. EL ACERO DE REFERENCIA SERA MALLA ELECTRODOLADA 4 X 4 - 44 Fy.
3. TODO EL CONCRETO T₁ + 19.03 KPA (200 kg/cm²) + T.M.A. (15mm).
4. TODO EL CONCRETO DE ELABORACION CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DOSIFICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO.
5. TODO EL CONCRETO SE VIBRARA PARA LOGRAR SU COMPACTACION ADECUADA.
6. LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 2.5 cm MINIMO.
7. EL CONCRETO TENDRA ACABADO APARENTE EN EL INTERIOR Y COMEN EN EL EXTERIOR NO PERMITIENDOSE EL USO DE TALLOS NATURALES DE TIPO NO COMO CUBRA EN EL INTERIOR DE TIERRA EN TIERRA CON MATERIAL TIPO PREVIAMENTE MENCIONADO.
8. TODAS LAS ARISTAS SERAN ACHAPLANADAS DE 15 mm.
9. SE COLARA PLANALLA DE CONCRETO PORME P = 100 kg/cm² DE 5 cm DE ESPESOR EN CASO DE SER COLADO EN SITIO.
10. LOS RELIEFOS SE APLICARAN A LA PRESENTE ESPECIFICACION CON GRADO DE COMPACTACION DEL 95% PROCTOR PARA BANQUETA PARA TODAS LAS CAPAS MAYORES DE 15 cm DE ESPESOR Y PARA ARRIBO SERAN DE 95% DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm DE ESPESOR Y LAS CAPAS INFERIORES SERAN DE 15 cm DE ESPESOR Y 90% DE COMPACTACION PROCTOR.
11. EL CABLE DE COBRE DEL SISTEMA DE TIERRA DEBE SER DE SECCION TRANSVERSAL DE 33.8 mm² (2 AWG).
12. TODAS LAS INTERCONEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TIERRA DEBERAN SER MEDIANTE SOLDADURA TIPO AUTOFUNDENTE.
13. PARA NIVELES PRETATICOS DEBERAN USARSE LAS VARILLAS DE TIERRA POR FUERA DEL REGISTRO, INTRODUCIENDO EL CABLE DE COBRE A TRAVES DE LA MANIOLA DEL PRODUCTO SELLANDOSE EL CARCAMO.
14. CUANDO EL NIVEL PRETATICO ES BAJO SE INSTALA LA VARILLA DE TIERRA EN EL CARCAMO Y NO SE DEJA POLVUCO EN LA PARED DEL REGISTRO.
15. SE CONFIRMARA LA CALIDAD DE LOS MATERIALES MEDIANTE LABORATORIO AUTORIZADO POR CFE Y EL ARMADO SE VERIFICARA EN SITIO.
16. LOS REGISTROS DEBEN IDENTIFICARSE CON LAS SIGLAS CFE, TIPO DE REGISTRO, FECHA DE FABRICACION, MES Y TRES PRIMERAS LETRAS DEL AÑO AL TIPO DOS DIGITOS, NUMERO DE SERIE Y NOMBRE DEL FABRICANTE, LAS MARCAS DEBEN ESTAR BAJO RELIEVO EN CUALQUIERA DE LAS CARAS INTERIORES DEL REGISTRO SIN INTERFERIR CON LA PERFORACION DE LOS DUCTOS CON LETRAS DE 1 cm DE ALTIMA MINIMA.
17. PARA AMBIENTE MARINO Y/O SUELOS SALITROSOS SE DEBE UTILIZAR CEMENTO TIPO 8 Y/O SEGUN LA NORMA NOM-011.
18. EN CASO DE QUE LOS REGISTROS SEAN PREFABRICADOS DEBEN SER INSPECCIONADOS POR EL LABORANTE DE LA CONSTRUCCION Y CONTAR CON SU ASISO DE PRUEBA CORRESPONDIENTE.
19. EN TODAS LAS TERMINALES DE LOS DUCTOS SE DEBEN DE ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS MEDIANTE EL "ABOCINAMIENTO".
20. EN EL CASO DE QUE EL REGISTRO SEA PREFABRICADO, LA ALTURA, DIAMETRO Y CANTIDAD DE ORIFICIOS DEBEN ESTAR EN FUNCION DE LAS NECESIDADES DEL PROYECTO ESPECIFICO, RESPETANDO EL TIPO DE ARMADO DE ACERO DE REFUERZO, ESPESOR DE PAREDES Y DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO SOLICITADA.
21. PARA LOS REGISTROS PREFABRICADOS EL CARCAMO EN LUGAR DE SER CONSTRUIDO SE DEBE DE ORIFICIO CON ANILLO GALVANIZADO PARA QUE SE CUELE EN SITIO, CON UNA MEZCLA DEL CONCRETO DE LA RESISTENCIA SOLICITADA Y ADHESIVO PARA JUNTAS FRIAS, HUNDIENDO EL BORDE DONDE SE UBICA LA JUNTA GULLADA ANTES DE COLADO EN SITIO.
22. VIBRACIONES CON ALTA CONTAMINACION LAS PUERTAS SE CONSTRUYEN CON ACERO INOXIDABLE.
23. PUEDEN SER UTILIZADOS LOS REGISTROS REDUCIDOS EN MEDIA TENSION EN LUGAR DEL REGISTRO TIPO 3 PARA LOS CASOS QUE LA CANTIDAD DE LOS CABLES Y EL RADIO MINIMO DE CURVATURA LO PERMITA.

USO DE MURETE

1. PARA ALGUNA DERIVACION EN MEDIA TENSION EN TERRENOS CON FREATICO MUY ALTO O TERRENO ROCOSO, EN SISTEMAS DE 200 A MONOFASICOS O TRIFASICOS.

NORMA CFE-MDMT2/2
MURETE PARA DERIVACION EN MEDIA TENSION 200/200 CON REGISTRO TIPO 3

norma CFE *empresas mundial*

921120 970305 020501 050311 070305 081201

LOCALIZACION RESPECTO A LA CIUDAD

CROQUIS DE LOCALIZACION LOCAL

921120 970305 020501 050311 070305 081201

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

1. ADICIONES EN CENTIMETROS.
2. EL ACERO DE REFERENCIA SERA MALLA ELECTRODOLADA 4 X 4 - 44 Fy.
3. TODO EL CONCRETO T₁ + 19.03 KPA (200 kg/cm²) + T.M.A. (15mm).
4. TODO EL CONCRETO DE ELABORACION CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DOSIFICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DEL PRODUCTO.
5. TODO EL CONCRETO SE VIBRARA PARA LOGRAR SU COMPACTACION ADECUADA.
6. LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 2.5 cm MINIMO.
7. EL CONCRETO TENDRA ACABADO APARENTE EN EL INTERIOR Y COMEN EN EL EXTERIOR NO PERMITIENDOSE EL USO DE TALLOS NATURALES DE TIPO NO COMO CUBRA EN EL INTERIOR DE TIERRA EN TIERRA CON MATERIAL TIPO PREVIAMENTE MENCIONADO.
8. TODAS LAS ARISTAS SERAN ACHAPLANADAS DE 15 mm.
9. SE COLARA PLANALLA DE CONCRETO PORME P = 100 kg/cm² DE 5 cm DE ESPESOR EN CASO DE SER COLADO EN SITIO.
10. LOS RELIEFOS SE APLICARAN A LA PRESENTE ESPECIFICACION CON GRADO DE COMPACTACION DEL 95% PROCTOR PARA BANQUETA PARA TODAS LAS CAPAS MAYORES DE 15 cm DE ESPESOR Y PARA ARRIBO SERAN DE 95% DE COMPACTACION UNICAMENTE LAS DOS ULTIMAS CAPAS SERAN DE 10 cm DE ESPESOR Y LAS CAPAS INFERIORES SERAN DE 15 cm DE ESPESOR Y 90% DE COMPACTACION PROCTOR.
11. EL CABLE DE COBRE DEL SISTEMA DE TIERRA DEBE SER DE SECCION TRANSVERSAL DE 33.8 mm² (2 AWG).
12. TODAS LAS INTERCONEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TIERRA DEBERAN SER MEDIANTE SOLDADURA TIPO AUTOFUNDENTE.
13. PARA NIVELES PRETATICOS DEBEN USARSE LAS VARILLAS DE TIERRA POR FUERA DEL REGISTRO, INTRODUCIENDO EL CABLE DE COBRE A TRAVES DE LA MANIOLA DEL PRODUCTO SELLANDOSE EL CARCAMO.
14. CUANDO EL NIVEL PRETATICO ES BAJO SE INSTALA LA VARILLA DE TIERRA EN EL CARCAMO Y NO SE DEJA POLVUCO EN LA PARED DEL REGISTRO.
15. SE CONFIRMARA LA CALIDAD DE LOS MATERIALES MEDIANTE LABORATORIO AUTORIZADO POR CFE Y EL ARMADO SE VERIFICARA EN SITIO.
16. LOS REGISTROS DEBEN IDENTIFICARSE CON LAS SIGLAS CFE, TIPO DE REGISTRO, FECHA DE FABRICACION, MES Y TRES PRIMERAS LETRAS DEL AÑO AL TIPO DOS DIGITOS, NUMERO DE SERIE Y NOMBRE DEL FABRICANTE, LAS MARCAS DEBEN ESTAR BAJO RELIEVO EN CUALQUIERA DE LAS CARAS INTERIORES DEL REGISTRO SIN INTERFERIR CON LA PERFORACION DE LOS DUCTOS CON LETRAS DE 1 cm DE ALTIMA MINIMA.
17. PARA AMBIENTE MARINO Y/O SUELOS SALITROSOS SE DEBE UTILIZAR CEMENTO TIPO 8 Y/O SEGUN LA NORMA NOM-011.
18. EN CASO DE QUE LOS REGISTROS SEAN PREFABRICADOS DEBEN SER INSPECCIONADOS POR EL LABORANTE DE LA CONSTRUCCION Y CONTAR CON SU ASISO DE PRUEBA CORRESPONDIENTE.
19. EN TODAS LAS TERMINALES DE LOS DUCTOS SE DEBEN DE ELIMINAR LAS ARISTAS VIVAS MEDIANTE EL "ABOCINAMIENTO".
20. EN EL CASO DE QUE EL REGISTRO SEA PREFABRICADO, LA ALTURA, DIAMETRO Y CANTIDAD DE ORIFICIOS DEBEN ESTAR EN FUNCION DE LAS NECESIDADES DEL PROYECTO ESPECIFICO, RESPETANDO EL TIPO DE ARMADO DE ACERO DE REFUERZO, ESPESOR DE PAREDES Y DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO SOLICITADA.
21. PARA LOS REGISTROS PREFABRICADOS EL CARCAMO EN LUGAR DE SER CONSTRUIDO SE DEBE DE ORIFICIO CON ANILLO GALVANIZADO PARA QUE SE CUELE EN SITIO, CON UNA MEZCLA DEL CONCRETO DE LA RESISTENCIA SOLICITADA Y ADHESIVO PARA JUNTAS FRIAS, HUNDIENDO EL BORDE DONDE SE UBICA LA JUNTA GULLADA ANTES DE COLADO EN SITIO.

USO DE REGISTRO

1. COMO REGISTRO HASTA 4 DUCTOS EN MEDIA TENSION EN 200 A.
2. COMO REGISTRO HASTA 3 DUCTOS EN 200 A.

NORMA CFE-RMT4
REGISTRO PARA MEDIA TENSION EN ARROYO TIPO 4

norma CFE *empresas mundial*

921120 970305 020501 050311 070305 081201

RESIDENCIAL Y CENTRO COMERCIAL ESMERALDA

LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION CENTRO-ORIENTE, CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZA EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACION CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL ____ DE ____ DE 20 ____

REVISO: _____ Vo. Bo. _____

NOMBRE REVISOR: _____ CARGO REVISOR: _____

APROBÓ: _____

NOMBRE APROBADO: _____ CARGO APROBADO: _____

NOTA: ESTA APROBACION NO ES AUTORIZACION PARA CONSTRUIR LA OBRA, PODRA EJECUTARSE HASTA QUE HAYA SIDO FORMALIZADO EL CONVENIO DE OBRA CORRESPONDIENTE.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DIVISION: _____

ZONA: _____

PLANO No. _____

RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA

PROPIETARIO: _____

UBICACION: LOTE DOS UBICADO EN AVENIDA PARQUE DE LOS CIERVOS, SIN FRACCION "B" DEL PREDIO DENOMINADO "RANCHO SAN JUAN" ANTES FRACCION TERCERA DE LA HACIENDA DE SAYAVEDRA, EN EL MUNICIPIO DE ATIZAPAN DE ZARAGOZA ESTADO DE MEXICO

DETALLES DE OBRA CIVIL "F"

DIBUJO: S.T.T.

PERITO RESPONSABLE: _____

ESCALA: S/E

FECHA: DIC-2013

PLANO: EMT-13

921120 970305 020501 050311 070305 081201

Bibliografía



- ✓ Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su reglamento.
- ✓ Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento.
- ✓ Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones eléctricas (utilización).
- ✓ Normas para Construcción de Instalaciones Subterráneas para Distribución de Energía Eléctrica en Media y Baja Tensión de la CFE (2006).
- ✓ Comisión Federal de Electricidad, consultada en la página www.cfe.gob.mx, consultada de mayo a diciembre de 2013.
- ✓ SISPROTER-CFE, consultada en la página www.sisproter.cfe.gob.mx, consultada de mayo de 2013 a marzo de 2014.
- ✓ CFE, Normas subterráneas de Comisión Federal de Electricidad, 2010.
- ✓ Lopez Monroy, Guillermo. "Sistemas de Tierra en Redes de Distribución". Distribuido por el autor.
- ✓ Espinosa y Lara, Roberto. "Sistemas de distribución". Editorial Limusa, 1990.
- ✓ Prolec, Catálogo de Transformadores, 2008.
- ✓ Condumex, Catálogo de Conductores, consultado en la página www.condumex.com.mx, consultada de mayo a diciembre de 2013.
- ✓ Viakon, Manual del Electricista, consultado en www.viakon.com.mx, consultada de mayo de 2013 a febrero de 2014.
- ✓ Catálogos de Elastimold, consultado en la página de www.grupodielec.com, consultada de mayo de 2013 a enero de 2014.