



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



SECRETARÍA DE EDUCACION PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA ELÉCTRICA.

MATERIA:
RESIDENCIA.

PROYECTO A REALIZAR:
INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA EJIDO EL BRASIL, MUNICIPIO
DE CHIAPA DE CORZO.

INTEGRANTES:
MACIAS AGUILAR FRANCISCO JAVIER

ASESOR EXTERNO:
ING. DAVID MANDUJANO ROMAN

ASESOR INTERNO:
ING. ALONSO JUÁREZ ONTIVEROS

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, A 06 DE JUNIO DEL 2019.

Contenido|

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. ANTECEDENTES.....	12
1.2. ESTADO DEL ARTE.....	13
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.4. OBJETIVO.....	14
1.5. METODOLOGÍA.....	15
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	16
2.1. LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	16
2.2. GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	16
2.3. CENTRALES ELÉCTRICAS.....	17
2.3.1. Centrales hidroeléctricas.....	18
2.4. SISTEMA ELÉCTRICO.....	19
2.5. TOPOLOGIA DE LAS REDES DE DISTRIBUCION.....	20
2.5.1. Sistema radial.....	21
2.5.2. Sistema anillo.....	22
2.5.3. Sistema red o malla.....	23
2.6. NIVELES DE VOLTAJES EN LA RED ELECTRICA.....	24
2.7. TRANSFORMADORES.....	24
2.7.1. Partes de un transformador.....	25
2.7.2. Como funciona un transformador.....	25
2.7.3. Para que sirve un transformador.....	26
2.7.4. Tipos de transformadores y su aplicación:.....	26
2.8. POSTES PARA RED ELECTRICA.....	27
2.8.1. Poste de madera.....	28
2.8.2. Poste de concreto.....	31
2.9. CEPAS.....	37
2.9.1. Cepas para postes de concreto.....	37
2.9.2. Cepas para anclas.....	38
2.9.3. Cepas en banqueta.....	39
2.9.4. Compactación de cepas.....	40
2.10. ESTRUCTURAS PARA RED ELÉCTRICA.....	42
2.10.1. Codificación de estructuras de media tensión.....	42
2.10.2. Selección de estructuras de media tensión.....	47
2.10.3. Características de la estructuras tipo T.....	48
2.10.4. Estructura TS3N.....	49
2.10.5. Estructura TD3N.....	50
2.10.6. Características de la estructura tipo P.....	51

2.10.7.	Estructura PS3N.....	51
2.10.8.	Estructura PD3N.....	52
2.10.9.	Características de la estructura tipo R.....	53
2.10.10.	Estructura RD3N.....	54
2.10.11.	Características de la estructura tipo A.....	55
2.10.12.	Estructura AD3N.....	55
2.10.13.	Características de la estructura tipo V.....	56
2.10.14.	Estructura VS3N.....	57
2.10.15.	Estructura VD3N.....	58
2.10.16.	Estructura VR3N.....	59
2.10.17.	Estructura VA3N.....	60
2.10.18.	Característica de la estructura tipo H.....	61
2.10.19.	Estructura HS3G.....	61
2.10.20.	Estructura HA3G.....	62
2.11.	RETENIDAS.....	64
2.11.1.	Codificación de retenidas.....	64
2.11.2.	Retenida sencilla de ancla.....	65
2.11.3.	Retenida doble de ancla.....	67
2.11.4.	Retenida poste a poste.....	68
2.11.5.	Retenida a estaca y ancla.....	69
2.11.6.	Retenida de banqueta y ancla.....	71
2.11.7.	Retenida volada a poste y ancla.....	73
2.11.8.	Retenida volada a estaca y ancla.....	75
2.11.9.	Retenida a poste y ancla.....	77
2.12.	CONDUCTORES.....	78
2.12.1.	Características de conductores desnudos.....	79
2.12.2.	Características de conductores múltiples.....	79
2.12.3.	Características de conductores con aislamiento termoplástico.....	80
2.12.4.	Fijación de conductores de media tensión.....	81
2.12.5.	Selección de grapas remate.....	82
2.13.	AISLADORES TIPO POSTE.....	84
2.13.1.	Selección del Aislador.....	86
2.14.	ESLABÓN FUSIBLE UNIVERSAL.....	88
2.14.1.	Características y condiciones generales:.....	88
2.14.2.	Fusibles para transformadores monofásicos.....	92
2.14.3.	Fusibles para transformadores trifásicos.....	93
2.15.	SISTEMAS DE TIERRA.....	94
2.15.1.	Bajante para tierra.....	95
2.15.2.	Electrodos para tierra.....	97

2.15.3.	Selección del conductor neutro corrido	98
2.15.4.	Conexión a tierra del neutro corrido o guarda	99
2.16.	LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN	100
2.16.1.	Estructuras para líneas de baja tensión	101
2.16.2.	Estructura de paso	101
2.16.3.	Estructura de remate	102
2.16.4.	Estructura de anclaje.....	104
2.16.5.	Estructura con conexión a transformador tipo poste.....	104
3.	DESARROLLO	106
3.1.	LEVANTAMIENTO DE CAMPO	106
3.2.	ELABORACION DE PROYETO	106
3.2.1.	Plano proyecto	107
3.3.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	108
3.3.1.	Potencia activa	108
3.3.2.	Factor de demanda.....	108
3.3.3.	Factor de utilización.....	109
3.4.	AUTORIZACIÓN DE OBRAS CONSTRUIDAS POR TERCEROS QUE SERÁN ENTREGADAS A CFE (SISPROTER)	111
3.5.	BASES DE PROYECTO.....	112
3.6.	INICIO DE OBRA	115
3.6.1.	Trazo y apertura de cepas, instalación de postes y herrajes.....	115
3.6.2.	Cálculo y tendido de conductores de M.T.	120
3.6.3.	Instalación de transformadores	123
3.6.4.	Cálculo e instalación de conductores de B.T.	125
3.6.5.	Cálculo de corto circuito, sistema de tierra y protecciones.....	126
4.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES	134
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
6.	ANEXOS	137

Ilustración 1 Turbina-Generador	17
Ilustración 2 Central hidroeléctrica.....	18
Ilustración 3 Estructura de un sistema eléctrico	19
Ilustración 4 Sistema radial.....	21
Ilustración 5 Sistema anillo.....	22
Ilustración 6 Sistema red o malla.....	24
Ilustración 7 Partes de un transformador	25

Tabla 1 Niveles de voltajes y su uso.....	24
Tabla 2 Clasificación de postes de madera, según carga de ruptura.....	29
Tabla 3 Características generales del poste de madera.....	29
Tabla 4 Dimensiones de postes de pino.....	30
Tabla 5 Características nominales y mecánicas de los postes de concreto reforzado (PCR).....	33
Tabla 6 Características físicas y mecánicas de los Postes de Concreto Pretensado (PCP).....	33
Tabla 7 Características físicas y mecánicas de los Postes de Concreto Reforzado con varilla grado 60 (PCRGR60).....	34
Tabla 8 Cepas para postes de concreto.....	38
Tabla 9 Codificación de estructuras de media tensión 1.....	43
Tabla 10 Codificación de estructuras de media tensión 2.....	44
Tabla 11 Codificación de estructuras de media tensión 3.....	45
Tabla 12 Codificación de estructuras de media tensión 4.....	45
Tabla 13 Codificación de estructuras de media tensión 5.....	46
Tabla 14 Codificación de estructuras de media tensión 6.....	46
Tabla 15 Codificación de estructuras de media tensión 7.....	47
Tabla 16 Selección de estructuras de media tensión 1.....	47
Tabla 17 Selección de estructuras de media tensión 2.....	48
Tabla 18 Materiales para estructura TS3N.....	49
Tabla 19 Materiales para estructura TD3N.....	50
Tabla 20 Materiales para estructura PS3N.....	52
Tabla 21 Materiales para estructura PD3N.....	53
Tabla 22 Materiales para estructura RD3N.....	55
Tabla 23 Materiales para estructura AD3N.....	56
Tabla 24 Materiales para estructura VS3N.....	58
Tabla 25 Materiales para estructura VD3N.....	59
Tabla 26 Materiales para estructura VR3N.....	60
Tabla 27 Materiales para estructura VA3N.....	61
Tabla 28 Materiales para estructura HS3G.....	62
Tabla 29 Materiales para estructura HA3G.....	63
Tabla 30 Codificación de las retenidas 2.....	65
Tabla 31 Codificación de las retenidas 2.....	65
Tabla 32 Materiales para retenida RSA en media tensión.....	66
Tabla 33 Materiales para retenida RSA en baja tensión.....	67
Tabla 34 Materiales para retenida RDA en media y baja tensión.....	68
Tabla 35 Materiales para retenida RPP en media tensión.....	69
Tabla 36 Materiales para retenida REA en media tensión.....	71
Tabla 37 Materiales para retenida RBA en media tensión.....	73
Tabla 38 Materiales para retenida RVP en media tensión.....	75
Tabla 39 Materiales para retenida RVE en media tensión.....	76
Tabla 40 Materiales para retenida RPA en media tensión.....	78
Tabla 41 Características de conductores desnudos.....	79
Tabla 42 Características de conductores múltiples 1.....	80
Tabla 43 Características de conductores múltiples 2.....	80
Tabla 44 Características de conductores múltiples 3.....	80
Tabla 45 Características de conductores con aislamiento termoplástico.....	81
Tabla 46 Factor de corrección por temperatura.....	81
Tabla 47 Rango de aplicación de grapas remate y suspensión de aluminio.....	83
Tabla 48 Rango de aplicación de grapas remate y suspensión de cobre.....	84
Tabla 49 Aisladores tipo poste 1.....	86
Tabla 50 Aisladores tipo poste 2.....	87
Tabla 51 Tension maxima de diseño para aisladores tipo poste.....	87
Tabla 52 Designación y características de los eslabones fusible tipo F (alto impulso) para distribución.....	89
Tabla 53 Designación y características de los eslabones fusible tipo K (rápido) para distribución.....	90
Tabla 54 Designación y características de los eslabones fusible tipo S (estándar) para distribución.....	91

Tabla 55 Designación y características de los eslabones fusible tipo T (lento) para distribución.....	92
Tabla 56 Fusibles para protección contra sobrecorriente en transformadore monofásicos.	93
Tabla 57 Fusible para protección contra sobrecorriente en transformadores trifásicos.....	94
Tabla 58 Materiales para una bajante a tierra en área normal.	95
Tabla 59 Materiales para una bajante a tierra en condiciones de contaminación.	95
Tabla 60 Conector para tierra 1.....	96
Tabla 61 Conector para tierra 2.....	96
Tabla 62 Conector Derivador Paralelo.....	97
Tabla 63 Selección del conductor puesto a tierra corrido (neutro corrido).	99
Tabla 64 Tensiones electricas de baja tension.	100
Tabla 65 Materiales para estructura de paso.....	102
Tabla 66 Materiales para estructura de remate.....	103
Tabla 67 Materiales para estructura de anclaje.....	104
Tabla 68 Materiales para estructura con transformador tipo poste.....	105
Tabla 69 Calculo KVA - Tansformador.	107
Tabla 70 Coordenadas punto de entronque.....	107
Tabla 71 Descripcion de procedimiento para obra mayor 1.....	111
Tabla 72 Descripcion de procedimiento para obra mayor 2.....	112
Tabla 73 Conductor ACSR plano 1.....	121
Tabla 74 Conductor ACSR plano 2.....	121
Tabla 75 Transformadores Instalados.....	123
Tabla 76 Conductor Neutranel Baja Tensión.....	125

Figura 1 Marcado del poste de madera.....	31
Figura 2 Dimensionamiento y marcado del poste (PCR, PCP, PCPC, PCRGR60)	35
Figura 3 Poste PCR -12- 750.....	36
Figura 4 Poste PCP-12-750.....	36
Figura 5 Poste PCRGR60-12-750.....	37
Figura 6 Cepa para ancla	39
Figura 7 Medidas de cepas para ancla	39
Figura 8 Cepa en banqueteta.....	40
Figura 9 Compactación de cepa para poste.....	41
Figura 10 Compactación de cepa para ancla.....	41
Figura 11 Compactación de cepa para retenida banqueteta.....	42
Figura 12 Estructura TS3N.....	49
Figura 13 Estructura TD3N	50
Figura 14 Estructura PS3N.....	51
Figura 15 Estructura PD3N.....	52
Figura 16 Estructura RD3N.....	54
Figura 17 Estructura AD3N.....	56
Figura 18 Estructura VS3N.....	57
Figura 19 Estructura VD3N.....	58
Figura 20 Estructura VR3N.....	59
Figura 21 Estructura VA3N.....	60
Figura 22 Estructura HS3G.....	62
Figura 23 Estructura HA3G.....	63
Figura 24 Retenida sencilla de ancla para línea de media tensión.....	66
Figura 25 Retenida sencilla de ancla para línea de baja tensión.....	67
Figura 26 Retenida doble de ancla.....	68
Figura 27 Retenida poste a poste.....	69
Figura 28 Retenida a estaca y ancla.....	70
Figura 29 Retenida de banqueteta y ancla.....	72
Figura 30 Retenida volada a poste y ancla.....	74
Figura 31 Retenida volada a estaca y ancla.....	76
Figura 32 Retenida a poste y ancla.....	77
Figura 33 Bajante a tierra.....	96
Figura 34 Diagrama esquemático de una bajante de tierra para equipo.....	97
Figura 35 Diagrama esquemático de una bajante de tierra para la línea.....	98
Figura 36 Bajante de tierra.....	100
Figura 37 Estructura de paso.....	102
Figura 38 Estructura de remate.....	103
Figura 39 Estructura de anclaje.....	104
Figura 40 Estructura con transformador tipo poste.....	105
Figura 41 Red existente.....	106

Foto 1 Trazo y localizacion de cepas para postes y anclas.	116
Foto 2 Trazo y localizavion de cepas para postes y anclas 2	116
Foto 3 Apertura de cepas para anclas.	117
Foto 4 Apertura de cepas para postes.	117
Foto 5 Suministro de piedra para cepas de postes y anclas.	118
Foto 6 Empotramiento de postes	118
Foto 7 Empotramiento de postes 2.	119
Foto 8 Aseguramiento de postes con tierra y piedra.	119
Foto 9 Aseguramiento de postes con tierra y piedra 2.	120
Foto 10 Colocacion y aseguramiento de ancla para RSA.	120
Foto 11 Tensionado de conductor en estructura AD3N.	122
Foto 12 Tensionado de conductor en estructura RD3N/RD3.	122
Foto 13 Tensionado de conductor en estructura VD3N.	123
Foto 14 instalacion de transformador 10 KVA voltaje 34.5 KV.	124
Foto 15 Instalacion de transformador 15 KVA 34.5 KV.	124
Foto 16 Cable neutranel y CDA.	125
Foto 17 Instalacion de cable Neutranel y CDA.	126
Foto 18 Instalacion de cable Neutranel y CDA.	126

Anexo 1 Separación de conductores a construcciones 1.	137
Anexo 2 Separación de conductores a construcciones 2.	138
Anexo 3 Altura mínima de conductores a superficies 1.	139
Anexo 4 Altura mínima de conductores a superficies 2.	140
Anexo 5 Plano proyecto 1 - Red Media Tension.	141
Anexo 6 Plano proyecto 2 - Red de Baja Tension.	142
Anexo 7 Simbología.	143
Anexo 8 Dispositivos Red Media Tension.	144
Anexo 9 Dispositivos Red De Baja Tension.....	145
Anexo 10 Cable ACSR.....	146
Anexo 11 conductor neutranel AAC-ACSR.....	147
Anexo 12 Cuadro de cargas Transformadores.....	148

INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EJIDO EL BRASIL, MUNICIPIO DE CHIAPA DE CORZO.

1. INTRODUCCIÓN

La energía tiene muchas formas de manifestarse. Alguna de las cualidades es la docilidad en su control, la fácil y limpia transformación de energía en trabajo, y el eficaz y rápido transporte.

Estas cualidades permiten a la energía eléctrica ser casi la energía perfecta. Es necesario que exista una diferencia de potencial o tensión eléctrica entre dos puntos para que se genere una corriente eléctrica.

Para la producción de electricidad existen muchos procedimientos, el más conveniente para transformar una energía mecánica en corriente eléctrica es el basado en el principio de inducción. A partir del principio de inducción surge la máquina denominada generador eléctrico o alternador. Así pues, el generador transforma la energía mecánica cinética en energía eléctrica.

Se define a un sistema eléctrico como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. se considera que inicia en una central generadora de energía eléctrica, la cual pasa por una estación elevadora, de ahí se usa para transportar en líneas de transmisión, llega a una subestación de transformación, en la cual reducen el voltaje para así poder transportarlo en líneas o concluir en la red de distribución, cuya finalidad es llegar a un transformador y reducir nuevamente el voltaje para que permita brindar el servicio en baja tensión a industrias, sector agrícola, comercios, casas habitacionales, etc.

La realización del proyecto es con la finalidad conocer y atender las necesidades de la sociedad, recabando los datos necesarios que permitan obtener información y los conocimientos adecuados para planear, implementar y desarrollar la correcta ejecución del proyecto de electrificación llamado Introducción de energía eléctrica ejido el Brasil, municipio de Chiapa de Corzo lo más pronto posible, tomando en cuenta la normativa de construcción que rige la comisión federal de electricidad, así mismo asegurar que el servicio que proporcione esta red de energía eléctrica sea eficiente y de gran beneficio para los usuarios, además que la han planteado como una necesidad prioritaria.

1.1.ANTECEDENTES

La red eléctrica se dividía en tres secciones, generación, distribución y consumo. Los centros de generación de energía se encontraban ubicados a grandes distancias de los centros de consumo, por lo cual era necesario implementar sistemas de transporte de energía eléctrica que fueran fiables y eficientes. El crecimiento industrial y urbano ha representado un aumento significativo en la potencia demandada a la red eléctrica. (Ramiro, s.f.)

En nuestro país hay un total de 24 006 357 hogares, de los cuales 588 864 no disponen de energía eléctrica. Los estados con mayor porcentaje sin servicio eléctrico son: Veracruz con 13.9%, Oaxaca 9.7%, Chiapas 8.4%, Guerrero 6.85%, San Luis Potosí 5.24%, Chihuahua 5.14% y México 4.99%, del total de hogares sin luz eléctrica. Baja California tiene un 1.74% equivalente a 10 260 hogares que no disponen del servicio eléctrico. (Machado, Sanchez, & Lambert Arista, 2010)

En Chiapas; se concentra el 30% del agua superficial del país y entre las más de 10 hidroeléctricas del Río Grijalva generan el 54% de la energía eléctrica del país. Teniendo muchos ríos, arroyos y lagunas es el estado idóneo donde la Comisión Federal de Electricidad CFE tiene un gran negocio en nuestro estado. Produce energía eléctrica con la fuerza del agua de los ríos concentrada en presas inmensas, como la de Malpaso, La angostura, Chicoasén, otras que están construyendo y 24 más que se construirán en el futuro. (Chiapas, 2011)

A causa del incremento de la población del municipio de Chiapa de Corzo se creó el ejido El Brasil, que consta de 38 lotes, los cuales no cuentan con el servicio de energía eléctrica siendo este una necesidad primordial para el desarrollo social.

Razón por la cual formulamos lo siguiente:

¿Cómo mejorar la vida de las personas que habitan en la comunidad del ejido El Brasil, en el ámbito social y que tengan servicio básico de la vivienda?

1.2. ESTADO DEL ARTE

Obra Ampliación de red de energía eléctrica ubicada en la localidad El Manguito (platanar) del municipio de Chiapa de Corzo, con un ámbito rural, siendo un proyecto de tipo urbanización, con un periodo de ejecución del 16 de junio de 2016 al 14 de agosto de 2016, con presupuesto de \$1 450 870.00, del ramo 33-aportaciones federales para entidades federativas y municipios y como institución ejecutora H Ayuntamiento Municipal De Chiapa De Corzo. (secretaria de hacienda, 2017, pág. 10)

Obra Ampliación de la red de energía eléctrica ubicada en la localidad Rivera las Flechas del municipio de Chiapa de Corzo, con un ámbito rural, siendo un proyecto de tipo urbanización, con un periodo de ejecución del 25 de julio de 2017 al 23 de octubre de 2017, con presupuesto de \$1 396 788.00, del ramo 33-aportaciones federales para entidades federativas y municipios y como institución ejecutora H Ayuntamiento Municipal De Chiapa De Corzo. (secretaria de hacienda, 2017, pág. 57)

Obra Mejoramiento de la red de energía eléctrica ubicada en la localidad Ignacio allende del municipio de Chiapa de Corzo, con un ámbito rural, siendo un proyecto de tipo urbanización, con un periodo de ejecución del 05 de septiembre de 2017 al 05 de diciembre de 2017, con presupuesto de \$3 470 809.00, del ramo 33-aportaciones federales para entidades federativas y municipios y como institución ejecutora H Ayuntamiento Municipal De Chiapa De Corzo. (secretaria de hacienda, 2017, pág. 73)

Obra Mejoramiento de la red de energía eléctrica segunda etapa ubicada en la colonia Barranca Honda del municipio de Chiapa de Corzo, con un ámbito rural, siendo un proyecto de tipo urbanización, con un periodo de ejecución del 20 de febrero de 2018 al 24 de mayo de 2018, con presupuesto de \$3 399 559.00, del ramo 33-aportaciones federales para entidades federativas y municipios y como institución ejecutora H Ayuntamiento Municipal De Chiapa De Corzo. (secretaria de hacienda 1, 2018, pág. 8)

Obra Ampliación de red de distribución de energía eléctrica ubicada en la localidad Chiapa de Corzo del municipio de Chiapa de Corzo, con un ámbito urbano, siendo un proyecto de tipo urbanización, con un periodo de ejecución del 23 de febrero de 2018 al 24 de mayo de 2018, con presupuesto de \$2 578 432.00, del ramo 33-aportaciones federales para entidades federativas y municipios y como institución ejecutora H Ayuntamiento Municipal De Chiapa De Corzo. (secretaria de hacienda 2, 2018, pág. 76)

Lo que aquí se propone como proyecto para resolver el problema de ausencia de sistema eléctrico es realizar un proyecto de tipo urbanización en la clasificación de electrificación en el ejido el Brasil del municipio de Chiapa de Corzo, con el propósito de beneficiar a las familias que ahí residen. Ya que la energía eléctrica es considerada un servicio básico de la vivienda.

1.3.JUSTIFICACIÓN

Introducción de energía eléctrica ejido el Brasil, municipio de Chiapa de Corzo, tiene como propósito beneficiar a 20 unidades de vivienda y abastecer de energía eléctrica a los 38 lotes en que está dividida la localidad. Siendo este un servicio básico de vivienda de ámbito rural y un proyecto de tipo urbanización. Para este proyecto se tiene contemplado instalar postes de concreto tipo PC-12-750, PC-9-400, red de media y baja tensión, transformadores monofásicos auto protegidos, CCF's.

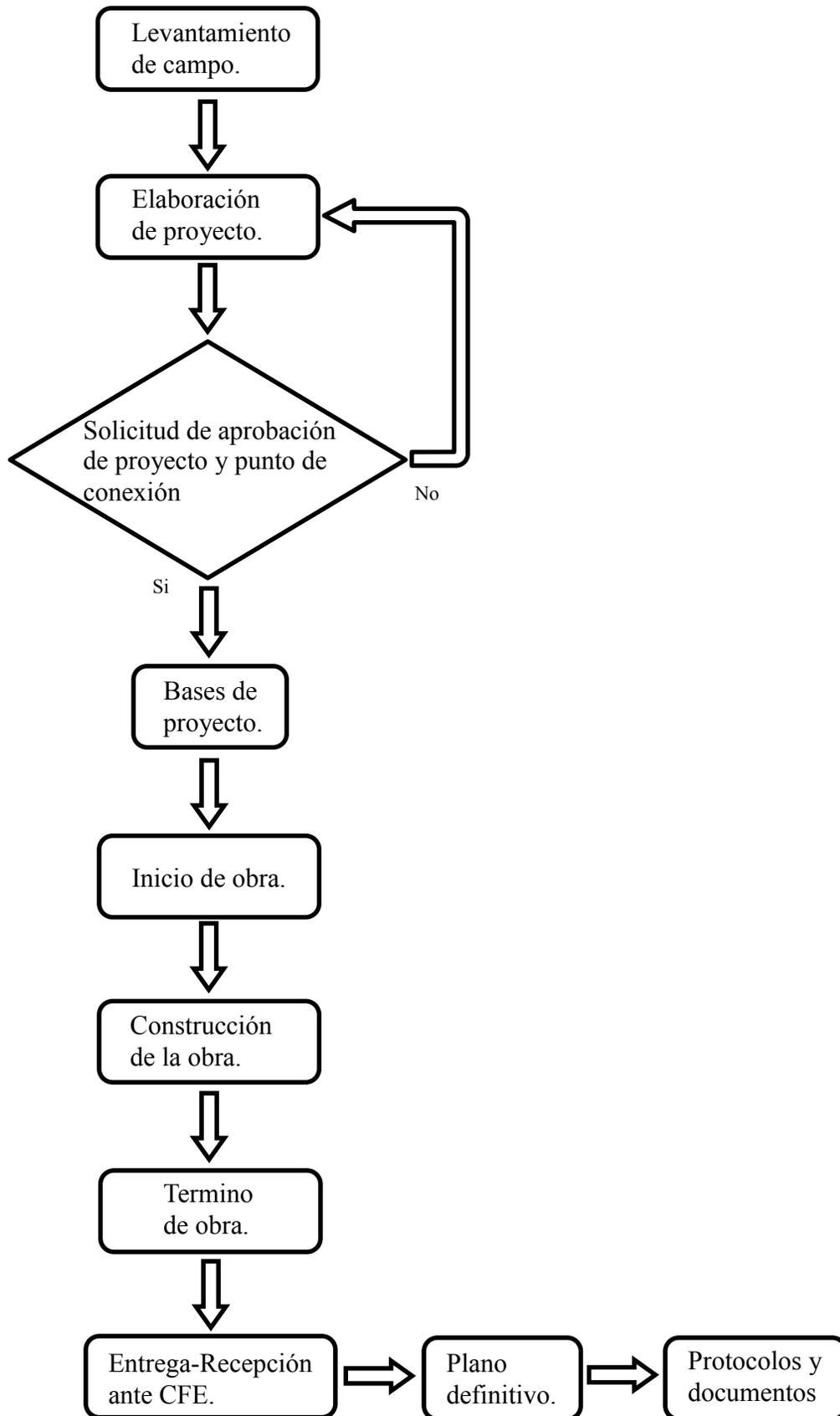
Debido al incremento de la población en el municipio de Chiapa de Corzo surge la necesidad de construir redes de distribución de energía eléctrica. Con la alta demanda que existe en el consumo de electricidad, fue necesario analizar y diseñar un proyecto de acuerdo con el lugar a trabajar, para asegurar que el servicio de energía eléctrica sea eficiente y de calidad.

A razón de una visita realizada al ejido El Brasil, se conocieron las necesidades y la problemática que tienen por la falta del servicio de energía eléctrica. El abastecimiento del servicio eléctrico beneficia a diferentes sectores en el servicio público, ya que es fundamental para un mejor desarrollo social.

1.4.OBJETIVO

Mejorar la vida de las personas que habitan en la comunidad del ejido El Brasil, ya que con el servicio de energía eléctrica satisfacen las necesidades de su vida diaria.

1.5.METODOLOGÍA



2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía tiene muchas formas de manifestarse. Algunas de las cualidades es la docilidad en su control, la fácil y limpia transformación de energía en trabajo, y el eficaz y rápido transporte. Estas cualidades permiten a la energía eléctrica ser casi la energía perfecta. El problema de la energía eléctrica es su dificultad para almacenarla.

Si se pudiera condensar el fluido eléctrico con la misma facilidad con lo que se almacena cualquier otro fluido energético, por ejemplo la gasolina, estaríamos ante una de las mayores revoluciones tecnológicas de nuestro tiempo.

Los fundamentos físicos de la electricidad se explican a partir del modelo atómico. La materia está compuesta por un conjunto de partículas elementales: electrones, protones y neutrones. Cuando un átomo tiene el mismo número de protones (cargas positivas) que de electrones (cargas negativas) es eléctricamente neutro. Es decir, la electricidad no se manifiesta, ya que las cargas de diferente signo se neutralizan.

Los electrones de las capas más alejadas del núcleo, sobre todo de los átomos metálicos, tienen cierta facilidad para desprenderse. Cuando un átomo pierde electrones queda cargado positivamente y si, por el contrario, captura electrones, entonces queda cargado negativamente. Este es el principio por el que algunos cuerpos adquieren carga negativa (hay más electrones que protones) o adquieren carga positiva (hay más protones que electrones).

Un cuerpo con carga negativa tiene predisposición a ceder electrones y un cuerpo con carga positiva tiene tendencia a capturarlos. Por lo tanto, cuando se comunican dos cuerpos con cargas eléctricas distintas, mediante un material conductor de la electricidad, fluye una corriente eléctrica que no es otra cosa que la circulación de electrones. Por lo tanto, la corriente eléctrica circula desde el cuerpo cargado negativamente hacia el cuerpo positivo. (La Energía Eléctrica, 2008)

2.2. GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Es necesario que exista una diferencia de potencial o tensión eléctrica entre dos puntos para que se genere una corriente eléctrica. Dicha diferencia se puede conseguir por distintos procedimientos, aunque a nivel industrial, las formas más empleadas son:

- Por Inducción. Si se desplaza un conductor eléctrico en el interior de un campo magnético, aparece una diferencia de potencial en los extremos del mismo. Los generadores industriales de electricidad están basados en esta propiedad electromagnética.
- Por acción de la luz. Al incidir la luz sobre ciertos materiales aparece un flujo de corriente de cierta importancia. Las células fotovoltaicas aprovechan esta energía. (La Energía Eléctrica, 2008)

En Alemania, Otto Von Guericke construye un sencillo aparato que contenía una gran bola de azufre. Girando la bola con un manubrio y colocando una mano sobre la bola, se cargaba por fricción. A mediados del siglo XIX, se habían inventado muchos generadores por fricción parecidos.

Otros tipos de generadores funcionaban por inducción electrostática, un proceso por el cual un objeto se carga eléctricamente por proximidad de otro objeto ya cargado.

Los generadores de inducción funcionan recogiendo cargas inducidas hasta acumular un voltaje elevado. Cuando se habla de energía eléctrica, tenemos que tener en cuenta que existen muchas maneras para poderla producir. (La energía eléctrica. generación.)

2.3.CENTRALES ELÉCTRICAS

Para la producción de electricidad existen muchos procedimientos, el más conveniente para transformar una energía mecánica en corriente eléctrica es el basado en el principio de inducción. A partir del principio de inducción surge la máquina denominada generador eléctrico o alternador. Así pues, el generador transforma la energía mecánica cinética en energía eléctrica.

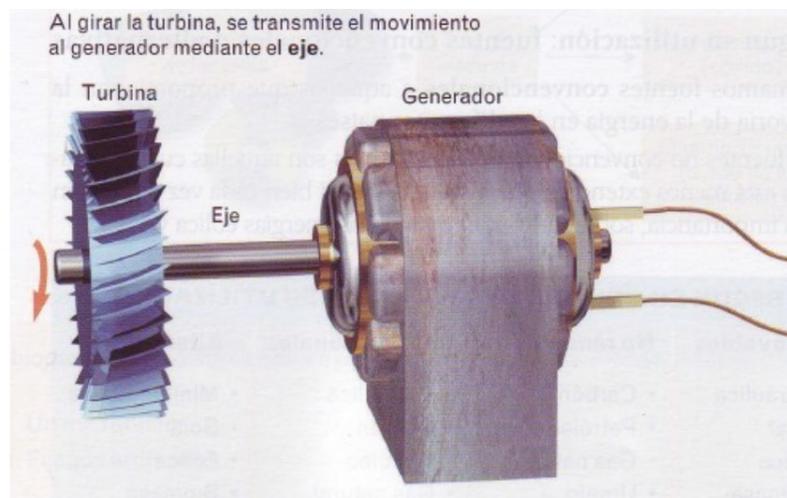


Ilustración 1 Turbina-Generador

Esto se logra mediante el movimiento de una turbina y este se transmite al generador eléctrico que produce energía eléctrica. La energía cinética del agua que cae por la tubería de una central, el movimiento de las aspas de un aerogenerador o la presión que ejerce el vapor de una central térmica son fácilmente transformables en electricidad. Para ello, sólo es necesario acoplar un generador de electricidad, el cual, en esencia, no es más que un conjunto de conductores que se mueven en el interior de un campo magnético.

El funcionamiento global de una central eléctrica es básicamente el mismo, sea ésta térmica, nuclear o hidroeléctrica. Simplemente, consiste en transformar la energía cinética del vapor o del agua en energía mecánica de rotación. De ello se encarga la turbina, que, al estar solidariamente unida al generador de electricidad, permite transformar movimiento en electricidad.

El condensador es un elemento que hace posible que el vapor de agua, a la salida de la turbina, se convierta en agua líquida, para volver a repetir el proceso de calentamiento en la caldera. Finalmente, el transporte de la electricidad interesa hacerlo a muy altas tensiones para reducir las pérdidas, por lo que debe elevarse la tensión de salida del generador varias decenas de veces. El transformador es el encargado de hacer esta última función.

2.3.1. Centrales hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas se basan en el aprovechamiento de la energía potencial y/o cinética del agua de los ríos. El agua se lleva a una turbina, donde mueve los álabes y genera un movimiento de rotación de su eje; dicho eje está unido al alternador, el cual genera la energía eléctrica.

- La potencia eléctrica de una central hidroeléctrica depende tanto del caudal turbinado como de la altura del salto. En función del caudal y la altura, el agua dispone de más energía potencial o más energía cinética, y ello permite distinguir dos tipos de centrales hidráulicas: Centrales hidroeléctricas de agua fluyente. No cuentan con reserva de agua y, por lo tanto, turbinan el agua de la que disponen en cada momento. Son centrales con gran caudal pero poco salto. La construcción se realiza sobre el propio cauce del río.
- Centrales hidroeléctricas de reserva. Necesitan de la construcción de un embalse, donde se almacena energía potencial y, por lo tanto, permiten gestionar la producción. En este caso, el salto es mayor, mientras que el caudal es más pequeño.

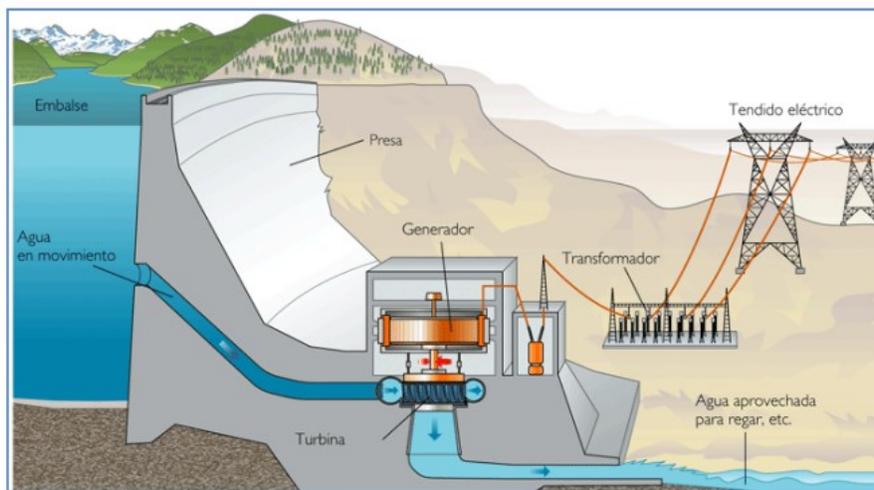


Ilustración 2 Central hidroeléctrica.

Las partes principales de una central hidráulica son:

- Presa
- Toma de agua
- Canal de derivación
- Cámara de presión
- Tubería de presión
- Cámara de turbinas
- Canal de desagüe
- Parque de transformadores (Hervas, s.f.)

A finales del siglo XIX, la energía hidroeléctrica se convirtió en una fuente para generar electricidad. La primera central hidroeléctrica se construyó en

Niagara Falls en 1879. En 1881, las farolas de la ciudad de Niagara Falls funcionaban mediante energía hidroeléctrica. En 1882, la primera central hidroeléctrica del mundo comenzó a funcionar en Estados Unidos en Appleton, Wisconsin.

La energía hidroeléctrica proporciona casi un quinto de la electricidad de todo el mundo. China, Canadá, Brasil, Estados Unidos y Rusia fueron los cinco mayores productores de este tipo de energía en 2004.

La energía hidroeléctrica es la que genera electricidad de forma más barata en la actualidad. Esto se debe a que, una vez que la presa se ha construido y se ha instalado el material técnico, la fuente de energía (agua en movimiento) es gratuita. Esta fuente de energía es limpia y se renueva cada año a través del deshielo y las precipitaciones. (Geographic, 2010)

2.4. SISTEMA ELÉCTRICO

Se define a un sistema eléctrico como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica.

Los primeros sistemas eléctricos estaban aislados unos de otros; el crecimiento de la demanda de electricidad, y de la consiguiente capacidad de generación y de transporte, supuso un rápido proceso de concentración empresarial y de interconexión de esos pequeños sistemas dando lugar a otros mucho más grandes, tanto en potencia como en extensión geográfica, que son los que existen actualmente. (El sistema Electrico, 2006)

A continuación se muestra un esquema de la estructura de un sistema eléctrico actual de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.

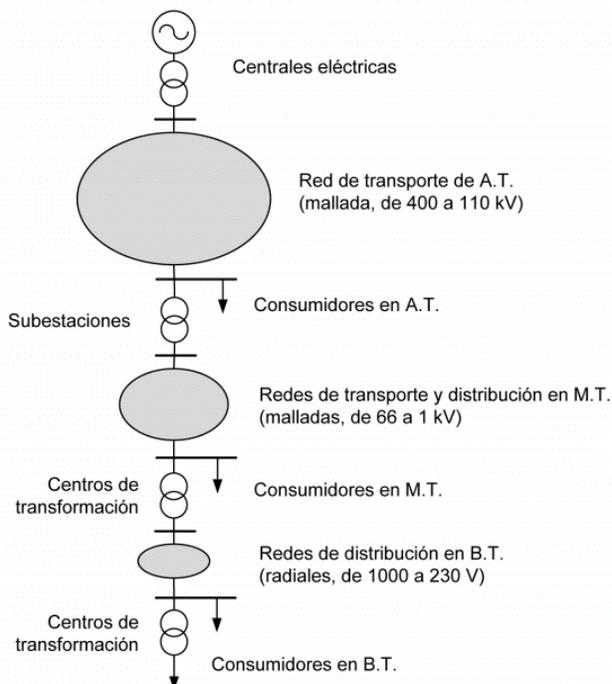


Ilustración 3 Estructura de un sistema eléctrico

Los sistemas eléctricos de distribución o redes de distribución son parte muy importante de los sistemas de potencia, porque la potencia que se genera se tiene que distribuir hacia los usuarios y estos se encuentran dispersos en gran territorio.

La definición clásica de un sistema de distribución, desde el punto de vista de la ingeniería, incluye lo siguiente:

- Subestación principal de potencia
- Sistema de subtransmisión
- Subestación de distribución
- Red primaria
- Transformadores de distribución
- Red secundaria y servicios

Estos elementos son válidos para cualquier tipo de cargas, tantos en redes aéreas como en las subterráneas. Las funciones de los elementos de un sistema de distribución son:

Subestación principal de potencia: esta recibe la potencia del sistema de transmisión y la transforma al voltaje de subtransmisión. Los voltajes de transmisión pueden ser de 230 KV, 400 KV y mayores, pero actualmente existen subestaciones de distribución de 230 KV.

Sistema de subtransmisión: son las líneas que salen de la subestación principal para alimentar a las subestaciones de distribución. Las tensiones de subtransmisión son de 115 KV y menores.

Subestación de distribución: se encarga de recibir la potencia de los circuitos de subtransmisión y de transformarla al voltaje de los alimentadores primarios. Su voltaje va desde 66 KV hasta 230 KV. Maneja potencias de decenas de MW, por ejemplo, bancos de transformadores de 60 o 75 MVA.

Red primaria: son los circuitos que salen de la subestación de distribución y llevan el flujo de potencia hasta los transformadores de distribución. La potencia de los alimentadores depende del voltaje de distribución (2.44 a 34.5 KV), pero puede ser entre 2 y 8 MW.

Transformador de distribución: reducen el voltaje del alimentador primario al voltaje de utilización del usuario, los voltajes de utilización comunes son de 440 V y de 220 V entre fases. Los transformadores de distribución para poste tienen potencias normalizadas de hasta 300KVA y los de redes de subterráneas de hasta 750KVA; en edificios grandes existen transformadores del orden de 2000 KVA.

Red secundaria y servicios: distribuyen la energía del secundario del transformador de distribución a los usuarios. Las potencias van desde 5 hasta 300 KVA en redes aéreas y hasta 750 KVA y más en redes subterráneas.

2.5. TOPOLOGIA DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

La topología de una red de distribución se refiere al esquema o arreglo de la distribución, esto es la forma en que se distribuye la energía a partir de la fuente de suministro hasta el usuario final.

Existen tres tipos de sistemas básicos de distribución, los cuales son:

- Sistema radial
- Sistema anillo
- Sistema en malla o mallado.

2.5.1. Sistema radial

En el sistema radial la corriente eléctrica circula en una sola dirección, lo que ofrece un control sencillo del flujo ya que es realizado exclusivamente del centro de alimentación.

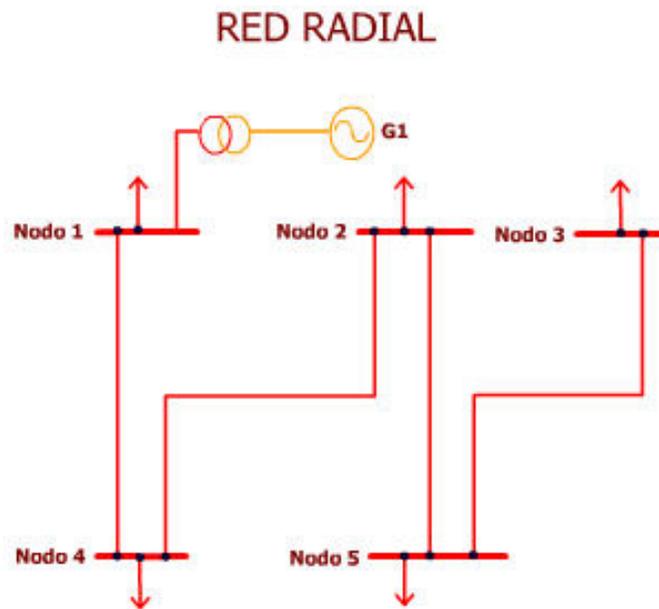


Ilustración 4 Sistema radial

El sistema radial es análogo a una rueda con rayos emanando desde el centro. La potencia principal se envía a un punto central, y desde allí se divide en circuitos con ramificaciones en serie para suministrar servicios a clientes individuales. El sistema tipo red se parece a una rejilla en paralelo y, dada su facilidad de lectura se ha convertido en el estándar para los sistemas de distribución subterráneos donde existe una densidad elevada de carga.

Se caracteriza por la alimentación por uno solo de sus extremos transmitiendo la energía en forma radial a los receptores y el emisor. Además presenta un cableado en las partes.

Ventajas

Resaltan su simplicidad y la facilidad que presentan para ser equipadas de protecciones selectivas. Prácticamente sin energía eléctrica no podemos hacer nada en la vida actual, todo funciona con ella, televisión, internet, radio, licuadoras, refrigeradoras, lavadoras, aspiradoras, las bombas para enviarte agua para tu casa, etc.

Desventajas

Su falta de garantía de servicio.

Estas desventajas pueden ser compensadas en la actualidad con los dispositivos modernos de desconexión automática de la zona en falla llamados "Órganos de Corte de Red" o la utilización de los dispositivos llamados "Reconectores" que desconectan y cierran la zona en falla, procurando de esa manera despejar la zona en falla y volver el servicio sobre la línea completa. (Clasificación de las redes eléctricas., s.f.)

2.5.2. Sistema anillo

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

Este sistema comienza en la estación central o subestación y hace un "ciclo" completo por el área a abastecer y regresa al punto de donde partió. Lo cual provoca que el área sea abastecida de ambos extremos, permitiendo aislar ciertas secciones en caso de alguna falla.

Este sistema es más utilizado para abastecer grandes masas de carga, desde pequeñas plantas industriales, medianas o grandes construcciones comerciales donde es de gran importancia la continuidad en el servicio.

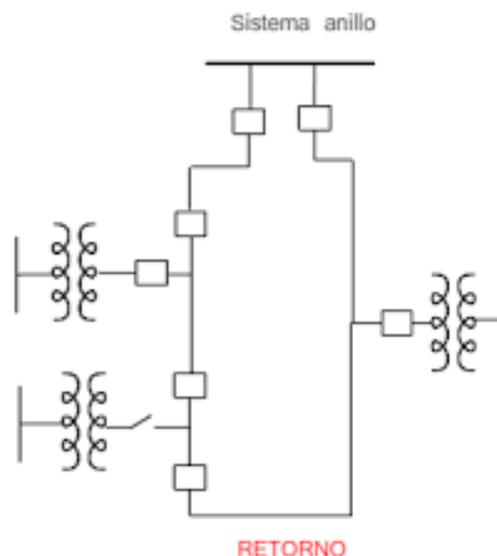


Ilustración 5 Sistema anillo

Cualquier variante del sistema en anillo, normalmente provee de dos caminos de alimentación a los transformadores de distribución o subestaciones secundarias. En general, la continuidad del servicio y la regulación de tensión que ofrece este sistema son mejor que la que nos da el sistema radial. La variación en la calidad del servicio que ofrecen ambos sistemas, depende de las formas particulares en que se comparen.

Regularmente, el sistema anillo tiene un costo inicial mayor y puede tener más problemas de crecimiento que el sistema radial, particularmente en las

formas utilizadas para abastecer grandes cargas. Esto es principalmente porque dos circuitos deben ponerse en marcha por cada nueva subestación secundaria, para conectarla dentro del anillo. El añadir nuevas subestaciones en el alimentador del anillo obliga a instalar equipos que se puedan anidar en el mismo.

A continuación, mostramos las ventajas en operación de este sistema:

- Son los más confiables ya que cada carga en teoría se puede alimentar por dos trayectorias.
- Permiten la continuidad de servicio, aunque no exista el servicio en algún transformador de línea.
- Al salir de servicio cualquier circuito por motivo de una falla, se abren los dos interruptores adyacentes, se cierran los interruptores de enlace y queda restablecido el servicio instantáneamente. Si falla un transformador o una línea la carga se pasa al otro transformador o línea o se reparte entre los dos adyacentes.
- Si el mantenimiento se efectúa en uno de los interruptores normalmente cerrados, al dejarlo desenergizado, el alimentador respectivo se transfiere al circuito vecino, previo cierre automático del interruptor de amarre. (Sistemas de Distribucion, 2010)

2.5.3. Sistema red o malla

Una forma de subtransmisión en red o en malla provee una mayor confiabilidad en el servicio que las formas de distribución radial o en anillo ya que se le da alimentación al sistema desde dos plantas y le permite a la potencia alimentar de cualquier planta de poder a cualquier subestación de distribución.

Este sistema es utilizado donde la energía eléctrica tiene que estar presente sin interrupciones, debido a que una falta de continuidad en un periodo de tiempo prolongado tendría grandes consecuencias, por ejemplo: en una fundidora.

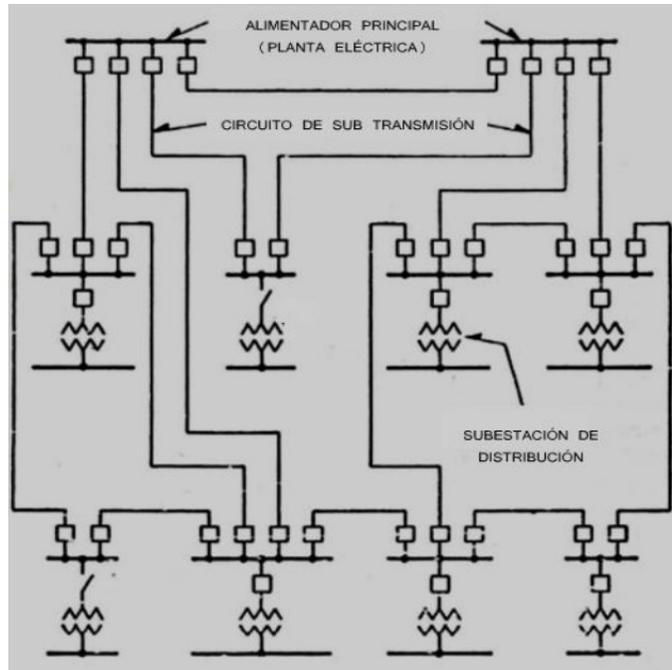


Ilustración 6 Sistema red o malla

2.6. NIVELES DE VOLTAJES EN LA RED ELECTRICA

Se considera instalaciones de alto voltaje o alta tensión eléctrica aquellas que generen, transporten, transformen, distribuyan o utilicen energías eléctricas con tensiones superiores a los 1.000 V de valor nominal.

En la práctica, se suele hacer una subdivisión dentro del grupo de instalaciones de alta tensión eléctricas, media tensión eléctrica, entre 3kV y 20kV, alta tensión eléctrica, entre 30 kV y 66kV, y muy alta tensión eléctrica, entre 132 kV y 400 kV. 12, normal, altas y bajas, justificado).

Tipo	Valor	Uso
Media tensión (MT)	3 kV	Producción y distribución de energía
	6 kV	
	10 kV	
	15 kV	
	20 kV	
Alta tensión (AT)	30 kV	Transporte y distribución de energía
	45 kV	
	66 kV	
Muy alta tensión (MAT)	132 kV	Transporte de energía
	230 kV	
	400 kV	

Tabla 1 Niveles de voltajes y su uso

Se consideran instalaciones de baja tensión eléctrica aquellas que distribuyan o generen energía eléctrica para consumo propio y a las receptoras, en los límites de tensiones eléctricas nominales igual o inferior a 1000 voltios. (electricas, 2016)

2.7. TRANSFORMADORES

Los transformadores son equipos de corriente alterna que permiten transformar la

intensidad de corriente, manteniendo la frecuencia y la potencia. Para la industria y los sistemas de distribución de energía eléctrica, son elementos fundamentales y existen distintos tipos dependiendo las características que se requieran de energía en la maquinaria, equipos y medios de distribución. (TIPOS DE TRANSFORMADORES Y SUS APLICACIONES, 2017)

2.7.1. Partes de un transformador

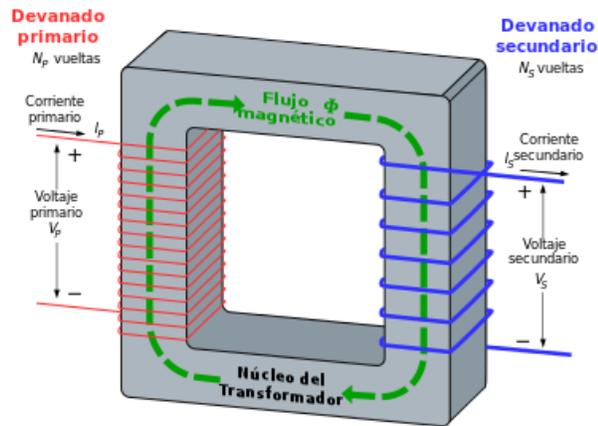


Ilustración 7 Partes de un transformador

Las partes que componen un transformador son:

- Bobina primaria: Encargada de recibir la tensión a transformar y convertirla en un flujo magnético.
- Núcleo del transformador: Encargado de transportar el flujo magnético a la bobina secundaria.
- Bobina secundaria: Encargada de transformar el flujo magnético en una diferencia de potencial requerida. (Como Funciona, 2018)

2.7.2. Como funciona un transformador

El funcionamiento de un transformador se basa en el principio de inducción electromagnética. El transformador se compone de dos bobinas, con distintas cantidades de vueltas. Ambas bobinas están unidas por un material ferromagnético para disminuir las pérdidas del transformador.

Se aplica un voltaje de corriente alterna al devanado primario, lo que genera en este un campo magnético, que se traslada a través del material ferromagnético al devanado secundario. Al ser un campo magnético variable (debido a la corriente alterna) genera en el devanado secundario una fem (fuerza electromotriz).

Este voltaje va a depender de 3 factores:

- La cantidad de vueltas que tiene el devanado primario (N_1)
- La cantidad de vueltas que tiene el devanado secundario (N_2)

- El voltaje aplicado en el devanado primario

El voltaje generado en el segundo devanado quedara dado por la siguiente formula:

$$V2 = (N2/N1) * V1$$

2.7.3. Para que sirve un transformador

Es muy probable que en todos lados donde encontremos energía eléctrica, haya previamente un transformador que este proveyendo la energía con el potencial justo.

Es por eso que el uso de un transformador es prácticamente universal, de igual forma a continuación detallaremos alguno de los usos más comunes de estos:

- Para distribución de energía. Es mucho más eficiente transportar la energía con alto potencial y baja intensidad. Es por esto que se utilizan los transformadores para elevar el potencial a alta tensión. Sin embargo en nuestros hogares tenemos corriente de baja tensión. Por lo que también se necesitan transformadores para pasar de alta a media y baja tensión.
- Para protección de maquinaria eléctrica. En las industrias, los transformadores son muy utilizados para proteger y aislar los equipos eléctricos, controlando los pulsos de energía.
- Para general altos voltajes. Los transformadores son muy utilizados en el ámbito ferroviario para hacer mover las maquinarias que necesitan de un alto voltaje para funcionar. (Como Funciona, 2018)

2.7.4. Tipos de transformadores y su aplicación:

Transformador de distribución. Son usados en el exterior e interior, para la distribución de la energía eléctrica de media tensión. Son producidos para potencias que van desde los 25 a los 1,000 kVA y una tensión primaria de 13.2 a 35 kV. Aunque pueden construirse en tensiones primarias específicas que se adaptan a las necesidades del usuario final. La variación de tensión en este transformador se realiza mediante un conmutador exterior de accionamiento sin carga. Se utilizan regularmente en zonas urbanas para el suministro eléctrico, asimismo en las principales industrias, en la minería, para la explotación petrolera, en grandes centros comerciales donde requiere un alto suministro eléctrico y en todo tipo de actividad que requiera de un uso intensivo de energía.

Transformador seco encapsulado. Son refrigerados con aire y utilizan resina epoxi como medio de protección, lo que hace innecesario el mantenimiento posterior a su instalación. Se usan en el interior para la distribución de electricidad de media tensión. Debido a su tamaño son perfectos para ser usados en espacios reducidos. Son los sustitutos ideales para los

transformadores que usan aceite como refrigerador en los lugares que requieran de una mayor seguridad para evitar incendios. Son fabricados en potencias que van desde los 100 hasta los 2,500 kVA y las mismas tensiones que el transformador de distribución. Al igual que los anteriores, su aplicación es en edificios, industrias y toda actividad que requiera de un suministro intensivo de energía eléctrica; aunque ya no utiliza materiales inflamables, su uso se extiende a industrias especializadas, laboratorios y hospitales en donde existe una reglamentación que prohíba usar objetos o elementos que puedan provocar un incendio.

Transformador hermético de llenado integral. Soy muy útiles en espacios reducidos y pueden ser usados tanto en interior como en exteriores. Estos transformadores no llevan tanque de expansión de aceite por lo que no requieren de mantenimiento. Tienen una potencia que va desde 100 hasta 1,000 kVA y una tensión primaria de 13.2 a 35 kV, dependiendo el modelo. Sus aplicaciones abarcan las del transformador de distribución y el transformador seco.

Transformador rural. Son diseñados para su instalación mono poste para las redes de electrificación suburbana monofilares, bifilares y trifilares que van desde los 7.6, 13.2 y 15 kV. También, en los casos de las redes trifilares se pueden utilizar un transformador trifásico o como alternativa tres monofásicos.

Transformador subterráneo. Son fabricados para resistir las condiciones de las cámaras subterráneas en cualquier nivel. Incluso pueden ser utilizados en inmersiones de cualquier naturaleza. Su potencia va de 150 a 2,000 kVA. Existen modelos de alta tensión de 15 o 24.2 kV y de baja tensión de 216.5/125, 220/127, 380/220, 400/ 231 V.

Transformador autoProtegido. En su fabricación se incorporan componente para la protección del sistema de distribución contra las sobrecargas, cortocircuitos en la red secundaria y fallas internas del transformador; como fusibles de alta tensión y un disyuntor de baja tensión que son montados de manera interna en el tanque del transformador. También puede estar provisto de uno o varios apartarrayos externos como medida contra las sobretensiones. Son fabricados para potencias que van de los 5 a los 150 kVA y existen modelos de alta tensión para 15 o 24.2 kV y de baja tensión de 380/220 o 220/127 V. (TIPOS DE TRANSFORMADORES Y SUS APLICACIONES, 2017)

2.8. POSTES PARA RED ELECTRICA

La posteria es el elemento que soporta los conductores y demás componentes de una línea aérea separándolos del terreno; están sometidos a fuerzas de compresión y flexión, debido al peso de los materiales que sustentan y a la acción del viento sobre los mismos; además, a los desniveles del terreno.

En la elección de los postes, se tendrá en cuenta la accesibilidad de todas sus partes, para la revisión y conservación de su estructura por parte del personal especializado. Atendiendo a la función de los postes en la línea, estos pueden clasificarse en:

- Apoyos de alineación, cuya función es solamente soportar los conductores y cables de tierra.
- Apoyos de ángulo, empleados para sustentar los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos que forma la línea en su trazado.
- Apoyos de anclaje, cuyo fin es proporcionar puntos firmes, en la línea, que impidan la destrucción total de la misma cuando por cualquier causa se rompa un conductor o apoyo.
- Apoyos de fin de línea, soportan las tensiones producidas por la línea; son su punto de anclaje de mayor resistencia.

Existen varios tipos de materiales en los cuales construyen la posteria dependiendo del tipo de esfuerzo que necesite que este resista. (Garnica, 2008)

2.8.1. Poste de madera

Objetivo y campo de aplicación.

La presente especificación establece las características técnicas, así como los métodos de prueba que se deben seguir para la evaluación confiable a los postes de madera de pino para soportar conductores eléctricos, equipo y los accesorios necesarios para la distribución de energía eléctrica de Comisión. (Postes de madera CFE, 2018, pág. 6)

Alcance de suministro.

El proveedor debe suministrar los postes de madera tratados según sean las necesidades de Comisión y cumplir con la calidad que se requiere como se indica en la presente especificación. (Postes de madera CFE, 2018, pág. 11)

Clasificación.

- Por su Tratamiento

Los postes de madera se clasifican según el tratamiento de preservación que se les aplique, pudiendo ser cualquiera de los siguientes:

- a) Con creosota (C).
- b) Con pentaclorofenol (P).

- Por su Carga de Ruptura

De acuerdo con su carga de ruptura a la flexión de acuerdo a la referencia 3 del capítulo 13 de esta especificación, que como mínimo deben soportar los postes de madera, como se muestra en la tabla 2. (Postes de madera CFE, 2018, pág. 12)

Clase	Carga de ruptura (N)
1	20 022
2	16 461
3	13 351
4	10 673
5	8 446

Tabla 2 Clasificación de postes de madera, según carga de ruptura

Características.

- Generalidades

En la tabla 3 se indican las características técnicas del poste.

Descripción corta	Longitud (m)	Carga de Ruptura (N)	Clase	Clave/masa (kg)			
				Creosota (C)		Pentaclorofenol (P)	
PM*8-3	7.60	13 351	3	J62DGC2240	294	J62DGC3240	308
PM*9-5	9.15	8 446	5	J62GCC2240	280	J62GCC3240	294
PM*11-5	10.65	8 446	5	J62JCC2240	348	J62JCC3240	417
PM*11-4	10.65	10 673	4	J62JEC2240	408	J62JEC3240	428
PM*12-4	12.20	10 673	4	J62MEC2240	487	J62MEC3240	511
PM*14-4	13.70	10 673	4	J62PEC2240	591	J62PEC3240	620
PM*15-3	15.20	13 351	3	J62RGC2240	812	J62RGC3240	852
PM*17-4	16.75	10 673	4	J62TFC2240	805	J62TFC3240	845
PM*17-3	16.75	13 351	3	J62TGC2240	920	J62TGC3240	966
PM*18-3	18.25	13 351	3	J62UGC2240	1046	J62UGC3240	1098
PM*18-2	18.25	16 461	2	J62UHC2240	1209	J62UHC3240	1269
PM*20-2	19.80	16 461	2	J62VHC2240	1359	J62VHC3240	1426
PM*20-1	19.80	20 022	1	J62VJC2240	1539	J62VJC3240	1615
PM*21-1	21.30	20 022	1	J62WJC2240	1700	J62WJC3240	1785

Tabla 3 Características generales del poste de madera

Abreviaturas en la descripción corta

*Para la adquisición de estos postes de madera se deben tomar en cuenta las posibles variantes existentes 1, 2, 3, 4.

1: Postes de madera (PM)

2: Indica el tratamiento * (C) Creosota y (P) Pentaclorofenol

3: Longitud nominal del poste de madera 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20 y 21

4: Clase de poste 1, 2, 3, 4 y 5

Ejemplo: PMC-15-3 (Poste de madera con tratamiento de Creosota, 15 m de Altura, indicando con Clase 3).

- Dimensiones

Las dimensiones, clases, carga de ruptura y perímetro mínimo de circunferencia en la base y punta de los postes de madera de pino se muestran en la tabla 4. (Postes de madera CFE, 2018, pág. 13)

Clase		1	2	3	4	5
Carga de ruptura	(N)	20 022	16 461	13 351	10 673	8 446
Perímetro mínimo de la circunferencia en la punta, en cm		69	63	58	53	48
Longitud del poste (m)	Línea de tierra (distancia de la base en cm)	Perímetro mínimo a 1.80 m de la base, en cm				
7.60	152	--	--	83	--	--
9.15	167	--	--	--	--	76
10.65	183	--	--	--	88	81
12.20	183	--	--	--	93	--
13.70	198	--	--	--	98	--
15.20	213	--	--	110	--	--
16.75	228	--	--	114	107	--
18.25	243	--	127	118	--	--
19.80	259	140	131	--	--	--
21.30	274	144	135	--	--	--

Tabla 4 Dimensiones de postes de pino

○ Marcado

En la parte longitudinal. A una distancia de 3 m de la base del poste, el proveedor debe marcar a fuego en forma clara e indeleble con letras y números de 2.5 cm de altura como mínimo, las siguientes marcas de identificación. (Véase figura 1).

- a) Las siglas CFE y los dos últimos dígitos del año de fabricación.
- b) Longitud (en m) y clase del poste.
- c) Tipo de la madera como ejemplo: PN (pino nacional), PS (pino del sur); y tratamiento, creosota (C) o pentaclorofenol (P).
- d) Identificación del proveedor, nombre, razón social o logotipo.
- e) Localización de la planta de fabricación Dgo., Chih., Oax., Mich.

En la base. El proveedor debe marcar a fuego, a golpe, o con ficha metálica, la longitud en (m) y la clase de poste. (Postes de madera CFE, 2018, pág. 22)

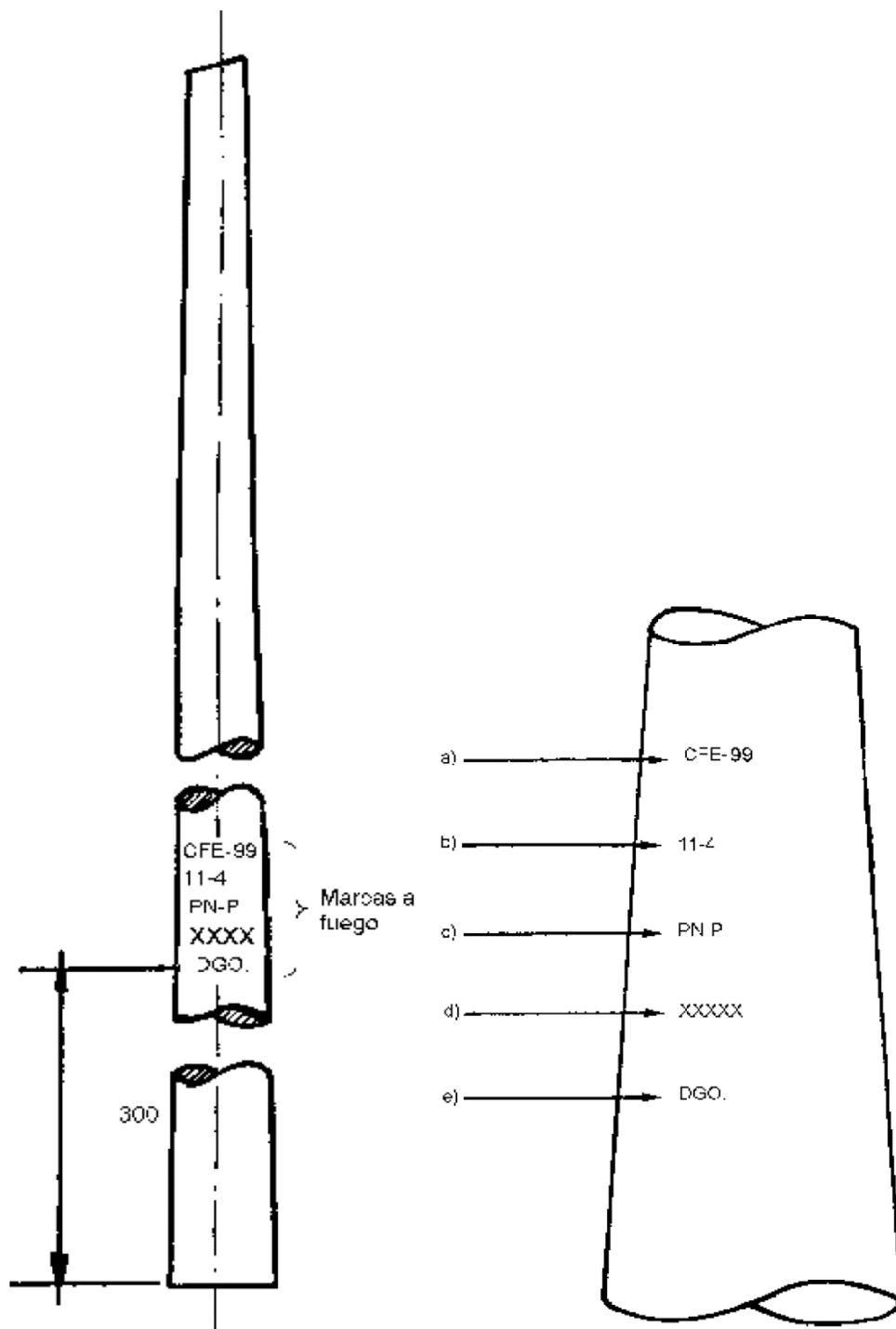


Figura 1 Marcado del poste de madera

2.8.2. Poste de concreto

Objetivo y campo de aplicación

Establecer las características técnicas que deben cumplir los postes de concreto reforzado, pretensado, centrifugado y con refuerzo grado 60 utilizados como soportes de conductores eléctricos aéreos, equipos y sus accesorios.

Los postes de concreto se utilizan en la red aérea para la distribución de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). (Postes de concreto CFE, 2016, pág. 6)

Características y condiciones generales

Las unidades de medida utilizadas en esta especificación son las contenidas en la norma NOM-008-SCFI.

○ Tolerancias

Las dimensiones de los postes de concreto deben cumplir con las indicadas en las tablas 1, 2, 3 y en las figuras 1 a 22, con tolerancias máximas permitidas de:

a) Longitud: $\pm 0.5 \%$.

b) Dimensiones transversales:

- Exteriores + 5%.

- Interiores - 5 %.

c) Canalización: $\pm 5 \%$.

d) Distancia entre anillos: $\pm 5 \%$.

e) Recubrimiento de concreto al acero más próximo + 5 mm.

f) Paso entre espirales ± 5 mm. g) Espesor de pared ± 5 mm.

○ Características Nominales, Mecánicas y de Durabilidad

En esta edición de la especificación se consideran cuatro tipos de postes de concreto siguientes:

a) Postes de concreto reforzado tipo costa y no costa (PCR) con características nominales y mecánicas de acuerdo con la tabla 5 y figuras 2 y 3.

b) Postes de concreto pretensado (PCP) con características nominales y mecánicas de acuerdo con la tabla 6 y figuras 2 y 4, estos postes se ofrecen mayor durabilidad a las condiciones de contaminación ambiental debido a que las especificaciones de fabricación y calidad del concreto son superiores a los que se consideran en los postes de concreto reforzado convencional.

c) Postes de concreto pretensado centrifugado (PCPC) con características nominales y mecánicas iguales a las del poste de concreto pretensado pero con sección transversal circular, por lo que se fabrican de acuerdo con la tabla 6 y figuras 2 y 4, la compactación del concreto se realiza por el método de centrifugado, las elevadas fuerzas de consolidación y bajas relaciones agua-cemento producen concreto excepcionalmente denso con mayor durabilidad que los postes pretensados, por lo que estos postes se recomiendan en áreas de alta contaminación.

d) Postes de concreto con acero de refuerzo grado 60 (PCRGR60) con características nominales y mecánicas de acuerdo con la tabla 7

y figuras 2 y 5, estos postes son equivalentes a los postes de concreto reforzado tipo costa, debido a que el acero de refuerzo tiene mayor resistencia a la fluencia permite reducir el diámetro del acero logrando mayor espesor de recubrimiento y menor peso del acero por lo que reduce costos. (Postes de concreto CFE, 2016, pág. 8)

Figura No.	Descripción corta	Dimensiones (véase figura 1)						Carga de prueba (N)	Masa aprox. (kg)
		A	B	C	D	E	F		
		(m)		(mm)					
2	PCR-6-900	6	0.3	174	264	160	74.5	8891	421
3	PCR-7-500	7	0.0.3	174	279	175	74.5	4 905	533
	PCR-7C-500	7	0.3	174	279	155	54.5	4 905	569
4	PCR-9-400	9	1.8	150	285	181	73	3 924	629
	PCR-9C-400	9	1.8	150	285	161	53	3 924	690
5	PCR-9-600	9	1.8	150	285	181	73	5 886	629
	PCR-9C-600	9	1.8	150	285	161	53	5 886	690
6	PCR-11-500	11	1.8	150	315	211	73	4 905	835
	PCR-11C-500	11	1.8	150	315	191	53	4 905	922
7	PCR-11-700	11	1.8	150	315	211	73	6 867	835
	PCR-11C-700	11	1.8	150	315	191	53	6 867	922
8	PCR-12-750	12	1.8	150	330	226	73	7 357	947
	PCR-12C-750	12	1.8	150	330	206	53	7 357	1 049
9	PCR-12-1250	12	1.8	175	355	204	51	12 262.5	1 355
10	PCR-13-600	13	1.8	150	345	241	73	5 886	1 065
	PCR-13C-600	13	1.8	150	345	221	53	5 886	1 150
11	PCR-14-700	14	1.8	150	360	256	73	6 867	1 120
12	PCR-15-800	15	1.8	150	375	271	73	7 848	1 320

Tabla 5 Características nominales y mecánicas de los postes de concreto reforzado (PCR)

NOTA:

Abreviaturas en la descripción corta.

PCR = Poste de concreto reforzado.

7...15 = Longitud en m.

C = Contaminación (costa y zona industrial).

900... 750 = Carga de prueba en kg.

FIGURA No.	Descripción corta	Dimensiones						Carga de prueba	Masa aproximada
		A	B	C	D	E	F		
		m	m	mm	mm	mm	mm		
13	PCP-7-500	7	0.3	174	279	155	54.5	4905	569
14	PCP-9-600	9	1.8	150	285	161	53	5886	690
15	PCP-11-700	11	1.8	150	315	191	53	6867	922
16	PCP-12-750	12	1.8	150	330	206	53	7357	1049
17	PCP-13-600	13	1.8	150	345	221	53	5 886	1150

Tabla 6 Características físicas y mecánicas de los Postes de Concreto Pretensado (PCP)

NOTA:

1.-Para los postes centrifugados se utilizarán los datos de la tabla 2 y figuras 13 a la 17 con la única diferencia que deben ser circulares y su nomenclatura debe ser PCPC en lugar de PCP.

2.-Abreviaturas en la descripción corta para postes de concreto pretensado PCP-7-500.

PC = Poste de concreto.

P = Pretensado.

7...13 = Longitud en m.

500... 1250 = Resistencia de la carga nominal en kg.

FIGURA No.	Descripción corta	Dimensiones						Carga de prueba	Masa aproximada
		A	B	C	D	E	F		
		m	m	mm	mm	mm	mm		
18	PCRGR60-7-500	7	0.3	174	279	155	54.5	4905	569
19	PCRGR60-9-600	9	1.8	150	285	161	53	5886	690
20	PCRGR60-11-700	11	1.8	150	315	191	53	6867	922
21	PCRGR60-12-750	12	1.8	150	330	206	53	7357	1049
22	PCRGR60-13-600	13	1.8	150	345	221	53	5 886	1150

Tabla 7 Características físicas y mecánicas de los Postes de Concreto Reforzado con varilla grado 60 (PCRGR60)

NOTA:

1.-Abreviaturas en la descripción corta PCRGR60.

PCR = Poste de concreto Reforzado.

GR60 = Grado 60.

7...13 = Longitud en m.

500... 750 = Resistencia de la carga nominal en kg.

Marcado

Los postes deben marcarse en su pared exterior a partir de 3 m, con caracteres perfectamente claros en bajo relieve, de una altura mayor a 30 mm, con los datos que se indican a continuación (véase figura 2), para los postes centrifugados el número de serie debe ser marcado con pintura de poliuretano alifático o equivalente en color amarillo, con una durabilidad de al menos 20 años.

- a) Línea de referencia de empotramiento a $3\text{ m} \pm 5\text{ cm}$ de la base.
- b) Siglas de CFE.
- c) Descripción corta.
- d) Año de fabricación.
- e) Razón social o logotipo del fabricante.
- f) Número de serie de fabricación, para pretensados centrifugados puede ser en ambos extremos o con pintura longitudinalmente en el cuerpo.
- g) Marcado del centro de gravedad (círculo o cruz en la cara de marcado). (Postes de concreto CFE, 2016, pág. 29)

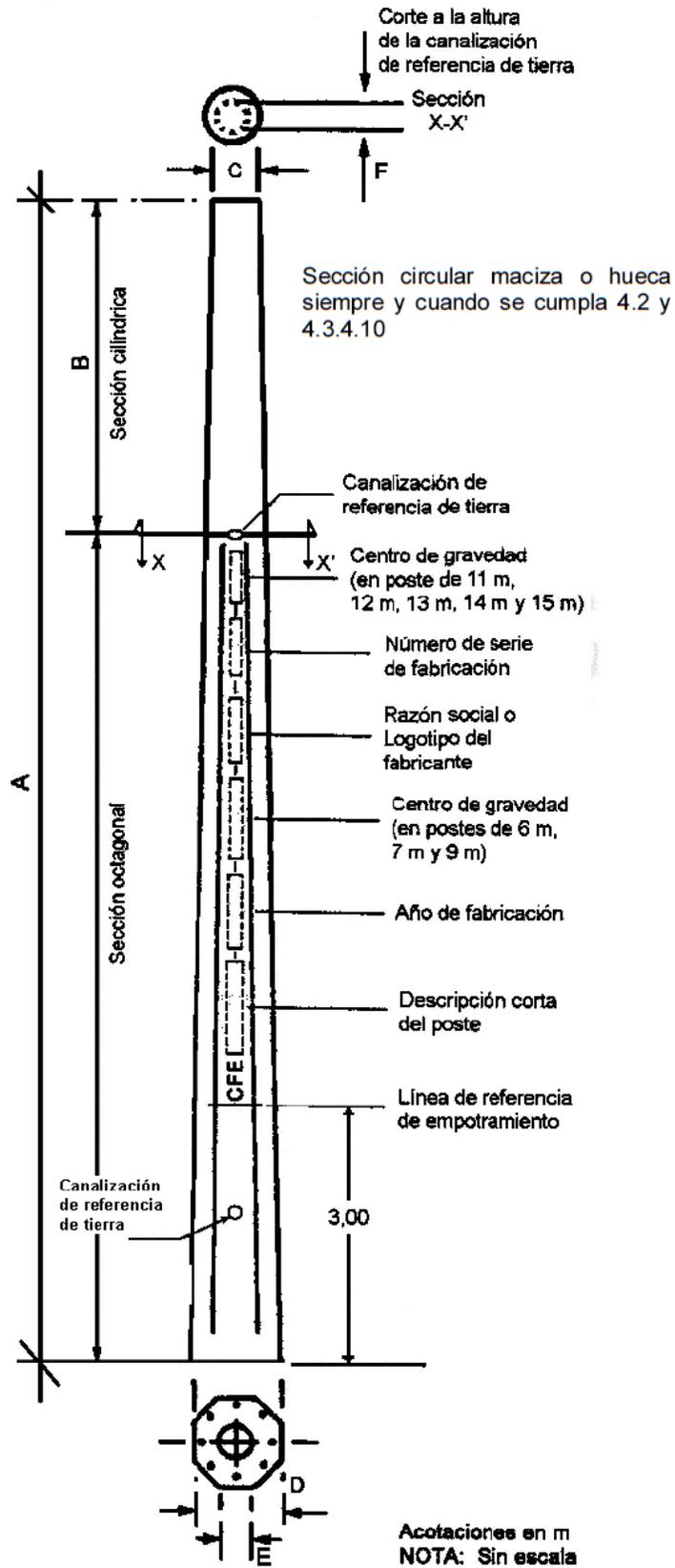


Figura 2 Dimensionamiento y marcado del poste (PCR, PCP, PCPC, PCRGR60)

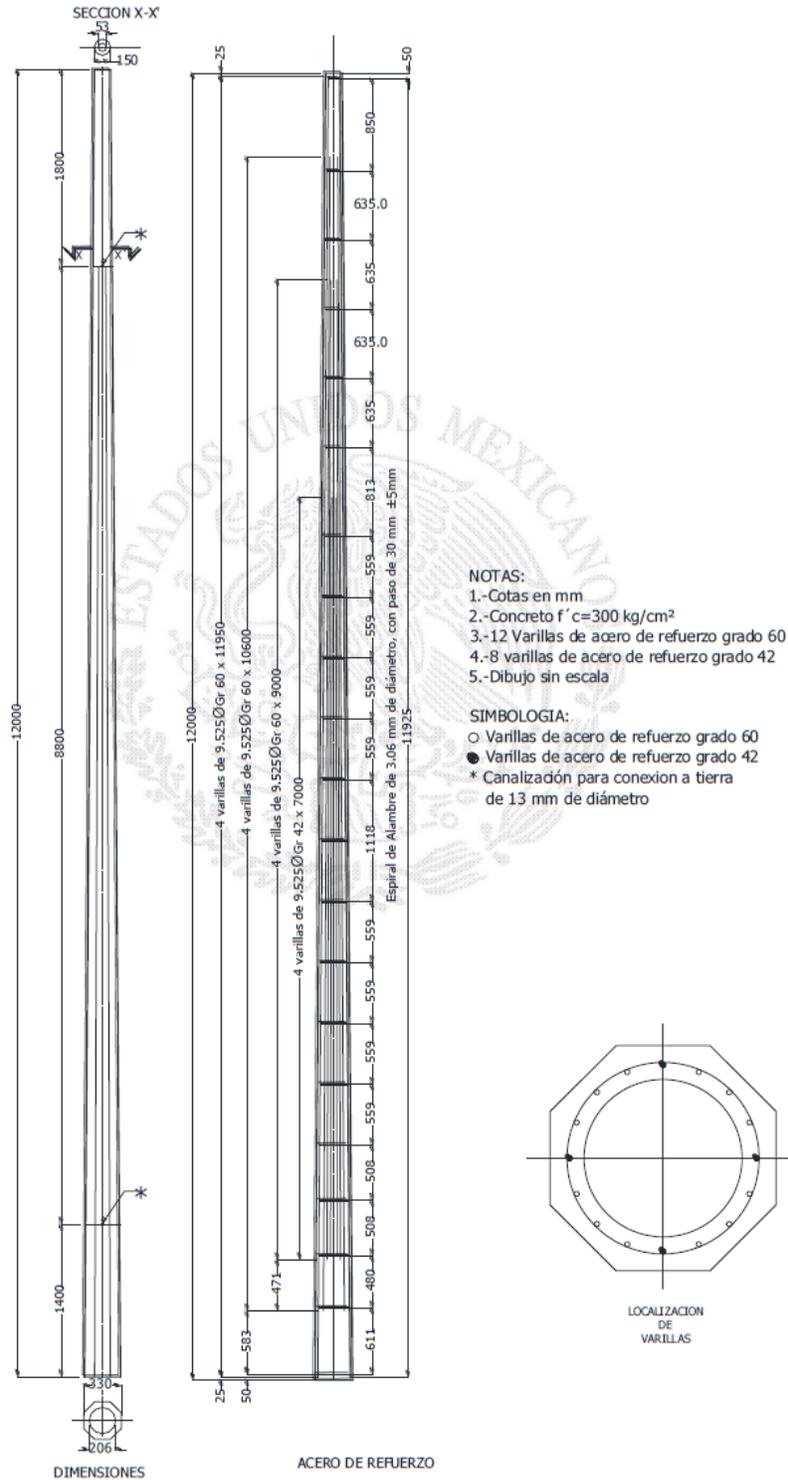


Figura 5 Poste PCRGR60-12-750

2.9.CEPAS

2.9.1. Cepas para postes de concreto

La profundidad de la ceba para empotrar postes está en función del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. El diámetro de la ceba es de 50 cm como mínimo en todos los casos.

EMPOTRAMIENTO POR TIPO DE SUELO (cm)			
Altura (m) y resistencia (kg) del poste	Blando	Normal	Duro
	Arena, arcilla suelta y arcilla con arena	Tierra común	Tepetate, grava y roca
7 – 600	140	120	100
9 – 450	160	140	120
12 – 750	190	170	150
13 – 600	200	180	160
14 – 700	210	190	170
15 – 800	220	200	180

Tabla 8 Cepas para postes de concreto

Notas:

1. Un terreno normal que se anega como tierra de cultivo se debe considerar como un terreno blando.
2. Un terreno blando es posible considerarlo como terreno normal si se compacta con piedras 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.
3. En áreas urbanas en las que el poste está en banquetta terminada se considera como terreno normal.
4. Un terreno normal es posible considerarlo como terreno duro si se compacta con piedras de 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.
5. En zonas con actividad sísmica adicione 10 cm al empotramiento de la tabla anterior y si el terreno es blando proceda como se indica en el punto 2.
6. En líneas rurales con terreno blando o normal se debe agregar una capa de 30 cm de piedra en la parte superior de la cepa.
7. En caso de que no se tenga la tabla, se puede utilizar la fórmula siguiente para terreno normal: Profundidad del empotramiento = Altura del poste en dm + 50 cm. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 69)

2.9.2. Cepas para anclas

1. La profundidad de las cepas debe ser de 140 cm para que la inclinación del perno ancla sea de 45°.
2. El perno ancla debe quedar 20 cm fuera del nivel del piso terminado y se hace una zanja para que el perno ancla quede alineado al punto de sujeción del cable de retenida en la estructura. El perno ancla a usar es el 1PA.
3. Para la ubicación de la cepa para la instalación de la retenida debe ser de acuerdo con las dimensiones indicadas en la siguiente figura.
4. Las anclas deben quedar recargadas en la pared de la cepa. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 70)

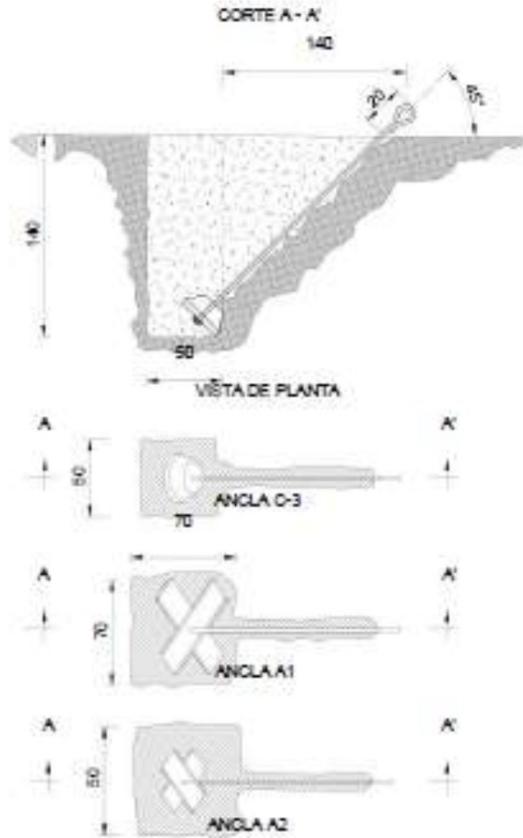


Figura 6 Cepa para ancla

5. El relleno de la cepa debe hacerse con el mismo material extraído del terreno, compactándolo cada 20 cm.

6. En terreno blando, el relleno de la cepa del ancla se compacta con piedras de 10 cm de diámetro hasta formar una capa de 60 cm de espesor sobre la base de la cepa, como se muestra en la figura siguiente: (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 72)

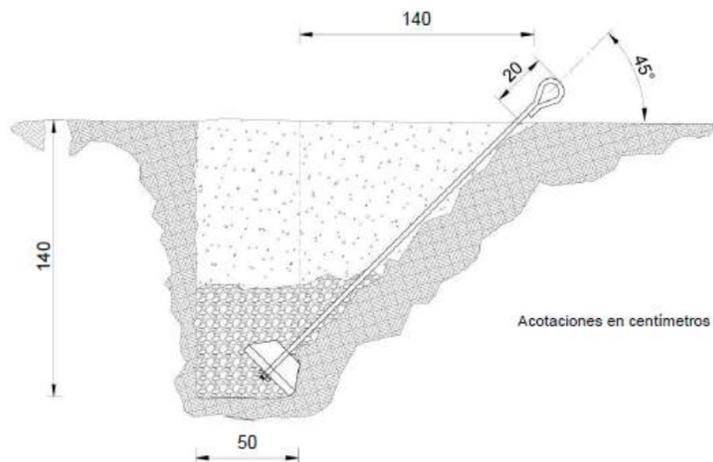


Figura 7 Medidas de cepas para ancla

2.9.3. Cepas en banqueta

Antes de hacer una cepa, compruebe con quien corresponda la existencia de instalaciones de agua, gas, drenaje, teléfono, cables eléctricos o fibra óptica, para no dañarlas.

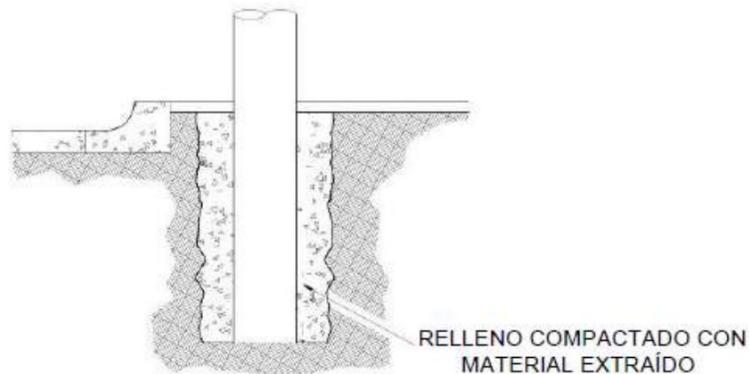


Figura 8 Cepa en banqueta

Cuando la cepa se tenga que hacer sobre la banquetta, procure afectarla lo menos posible. Posteriormente debe repararla de manera similar a su estado original, esto mismo debe hacerse cuando se retire algún poste.

Cuando quite una retenida, nunca deje que el ojo del perno ancla sobresalga del suelo; córtelo y repare la banquetta procurando dejarla de manera similar a su estado original. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 74)

2.9.4. Compactación de cepas

El poste debe quedar al centro de la cepa.

La separación del poste a la pared de la cepa debe permitir la entrada libre del pisón y de la piedra que se adicione. El tamaño máximo de la piedra debe ser de la mitad de distancia S (ver figura 9).

Se debe efectuar una compactación uniforme alrededor del poste en cada capa de 20 cm de material de relleno en la cepa.

Cuando se usen piedras, los huecos que se forman deben quedar bien rellenos de tierra o arena.

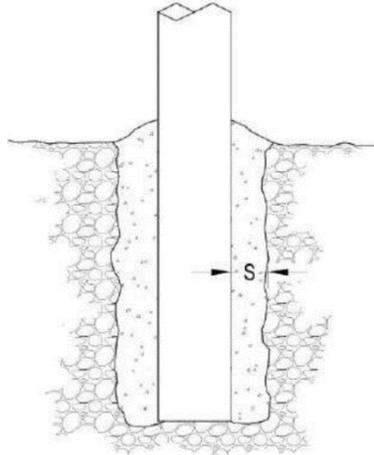


Figura 9 Compactación de cepa para poste

A la cepa para el ancla hacerle una cavidad para recargarla en terreno firme. Se debe hacer también una ranura para que el perno ancla quede instalado con el ángulo requerido por la retenida.

Para compactación en condiciones normales, el relleno para la cepa del ancla no requiere de otros materiales diferentes al extraído.

Al finalizar el relleno de una cepa, deje un pequeño montículo de material compactado, para evitar encharcamiento y para que con el tiempo, el terreno quede en su nivel. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 77)

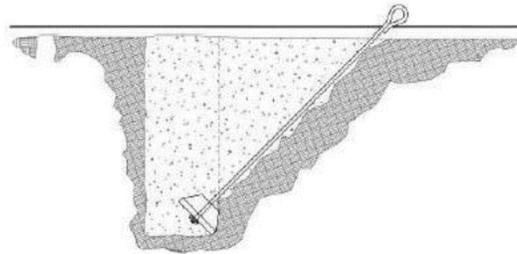


Figura 10 Compactación de cepa para ancla

La compactación en las cepas para retenidas de banquetta debe hacerse rellenando y apisonando la tierra extraída revuelta con piedras.

El perno ancla debe quedar pegado a la pared de la cepa.

La cepa para retenida de banquetta se debe cavar a partir de la colindancia del paramento con la banquetta, a una distancia máxima entre éste y la retenida de 5 cm.

Para compactar en terrenos blandos utilice piedra de aproximadamente 20 cm de diámetro. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 78)

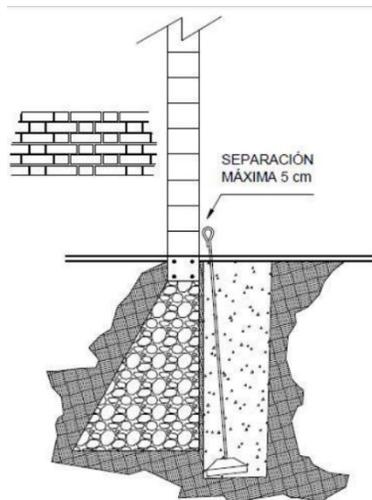


Figura 11 Compactación de cepa para retenida banquetas

2.10. ESTRUCTURAS PARA RED ELÉCTRICA

La sección de estructuras de media tensión está prevista con los lineamientos siguientes:

- Se consideran estructuras de líneas de media tensión todas aquellas que soporten conductores cuya operación sea de 13 kV hasta 33 kV.
- La identificación de las estructuras está codificada con base al tipo, de la posición de los diferentes niveles y número de conductores en la estructura. Esto facilita su sistematización al momento de presupuestar o requerir materiales.
- En las líneas de media tensión aéreas se utilizan conductores desnudos y semiaislados.

2.10.1. Codificación de estructuras de media tensión

Este sistema de codificación se usa para croquis, módulos de materiales y designación de estructuras de líneas de media tensión. La clave de codificación consta de cuatro dígitos para el primer nivel y de tres dígitos para los siguientes.

- Los dos primeros dígitos son alfabéticos e indican la forma o la función de la estructura, como se indica a continuación: (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 159)

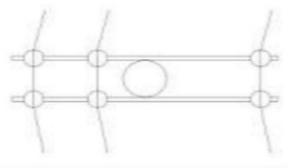
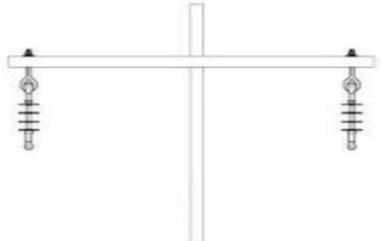
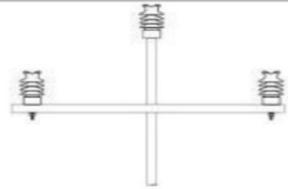
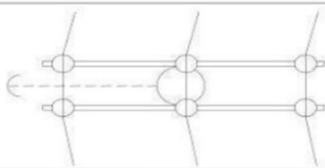
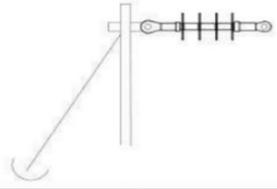
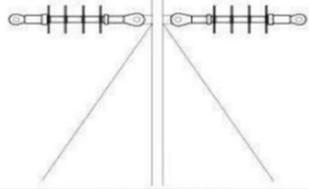
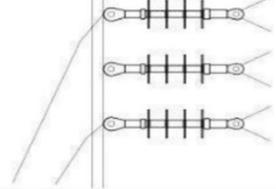
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS	Te, Sencilla
	TD	Te, Doble
	CT	Cadena en T
	PS	Punta poste Sencillo
	PD	Punta poste, Doble
	RD	Remate, Doble cruceta
	AD	Anclaje, Doble
	DP	Deflexión, de Paso

Tabla 9 Codificación de estructuras de media tensión 1.

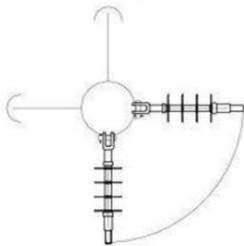
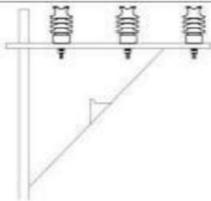
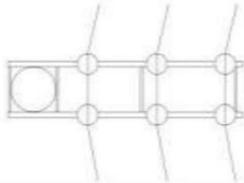
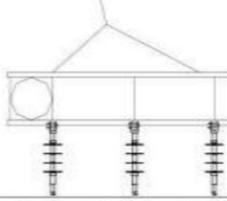
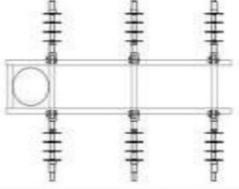
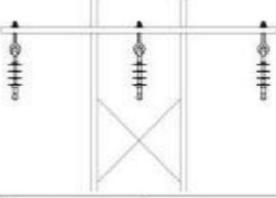
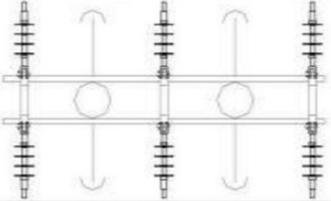
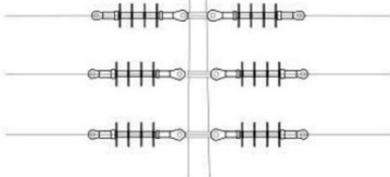
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	DA	Deflexión, de Anclaje
	VS	Volada, Sencilla
	VD	Volada, Doble
	VR	Volada, Remate
	VA	Volada, Anclaje
	HS	Hache, de Suspensión
	HA	Hache, de Anclaje
	AP	Anclaje, Poste

Tabla 10 Codificación de estructuras de media tensión 2.

- El tercer dígito indica el número de fases, ejemplo:

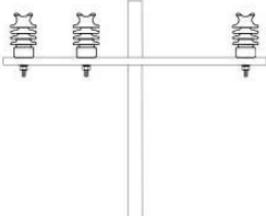
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3	Te, sencilla, 3 fases

Tabla 11 Codificación de estructuras de media tensión 3.

- El cuarto dígito indica la posición del neutro o guarda, ejemplo:

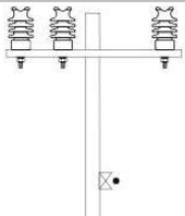
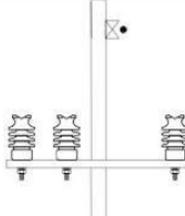
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N	Te, sencilla, 3 fases, neutro corrido
	TS3G	Te, sencilla, 3 fases, guarda

Tabla 12 Codificación de estructuras de media tensión 4.

- Cuando la estructura tenga varios niveles, se codificará el primer nivel conforme lo indicado (excepto en las estructuras tipo D o AP, ya que se considera un nivel por circuito).
- a) El segundo nivel debe codificarse únicamente con los tres primeros dígitos, puesto que el cuarto dígito es común para toda la estructura. La clave del segundo nivel se describe en seguida de la del primer nivel, separadas por una diagonal. Ejemplo: (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 163)

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
<p>1er NIVEL</p> <p>2º NIVEL</p> <p>NEUTRO</p>	TS3N/RD3	Te, Sencilla, 3 fases, Neutro corrido, Remate Doble cruceta, 3 fases

Tabla 13 Codificación de estructuras de media tensión 5.

- b) En los casos de tres niveles o más, se aplicará el mismo sistema de codificación.

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
<p>1er NIVEL</p> <p>2º NIVEL</p> <p>3º NIVEL</p> <p>NEUTRO</p>	TS3N/RD3/TS2	Te, Sencilla, 3 fases, Neutro corrido, Remate Doble cruceta, 3 fases, Te, sencilla, 2 fases.

Tabla 14 Codificación de estructuras de media tensión 6.

- En el caso de que en un mismo nivel se tengan diferentes condiciones en ambos lados de la estructura, utilizar un guión (-) para indicar la diferencia. Ejemplo: (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 164)

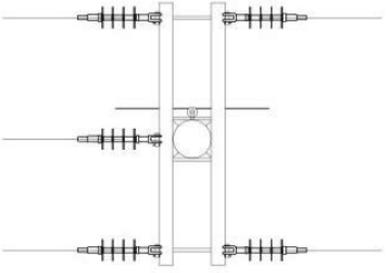
	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	AD3N-AD2	Anclaje, Doble, 3 fases, Neutro corrido, Anclaje, Doble, 2 fases.

Tabla 15 Codificación de estructuras de media tensión 7.

2.10.2. Selección de estructuras de media tensión

Para estructuras de líneas aéreas de media tensión de 13 kV a 33 kV, se debe usar como mínimo poste de concreto de 12 m. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 167)

ESTRUCTURA PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN													
FASES	SISTEMA	TS	TD	PS	PD	RD	RP	AD	AP	VS	VD	VR	VA
1	Neutro			PS1N	PD1N		RP1N		AP1N	VS1N	VD1N	VR1N	VA1N
2	Neutro	TS2N	TD2N			RD2N		AD2N	AP2N	VS2N	VD2N	VR2N	VA2N
3	Neutro	TS3N	TD3N	PS3N	PD3N	RD3N		AD3N	AP3N	VS3N	VD3N	VR3N	VA3N

Tabla 16 Selección de estructuras de media tensión 1.

ESTRUCTURAS PARA LINEAS DE DISTRIBUCIÓN														
FASES	SISTEMA	TS	TD	PS	PD	RD	RP	AD	AP	DP	DA	CT	HS	HA
1	Neu tro			PS1N	PD1N		RP1N		AP1N	DP1N	DA1N			
	Neutro de guarda						RP1G		AP1G	DP1G	DA1G	CT1G		
2	Neutro corrido	TS2N	TD2N			RD2N		AD 2N	AP2N	DP2N	DA2N			
	Neutro de guarda	TS2G	TD2G			RD2G		AD2G	AP2G	DP2G	DA2G			
3	Neutro corrido	TS3N	TD3N	PS3N	PD3N	RD3N		AD3N	AP3N	DP3N	DA3N			
	Neutro de guarda	TS3G	TD3G			RD3G		AD3G	AP3G	DP3G	DA3G	CT1G/ CT2	HS3G	HA3G

Tabla 17 Selección de estructuras de media tensión 2.

2.10.3. Características de la estructuras tipo T

La estructura tipo TS sirve para soportar conductores de líneas de media tensión sin absorber el esfuerzo de la tensión mecánica, solo los debidos al efecto de viento o pequeñas tensiones mecánicas como las del tramo flojo o alguna pequeña deflexión, para este tipo de estructuras el claro máximo interpostal depende fundamentalmente de:

- La estructura tipo TS se usa en líneas en media tensión urbana y rural. Esta estructura se utiliza siempre y cuando cumpla con la separación horizontal y vertical a CONSTRUCCIÓN es indicados en Anexo 1 y 2, en caso contrario use estructuras VS.
- Para ángulos mayores a los limitados por la estructura TS, es necesario consultar las limitaciones de las estructuras tipo, para seleccionar la adecuada al requerimiento.
- La altura mínima del poste a utilizar en líneas de media tensión es de 12 m.
- En áreas urbanas verificar que la estructura T cumpla con los libramientos requeridos indicados en anexo 3 y 4, en caso contrario seleccionar la estructura adecuada.
- En líneas rurales con sistemas 3F-4H con conductores pesados, el neutro se deberá llevar como hilo de guarda.
- En líneas rurales de 3 fases construidas con estructuras tipo TS, la fase central se alternará encada poste (en zig-zag).
- En áreas urbanas, la fase del centro siempre debe ir al lado de la calle.
- La posición de las crucetas en el poste se debe alternar, es decir, una del lado fuente y la siguiente en el lado de la carga. (Construccion de instalaciones aereas en media y baja tension CFE, 2014, pág. 179)

2.10.4. Estructura TS3N

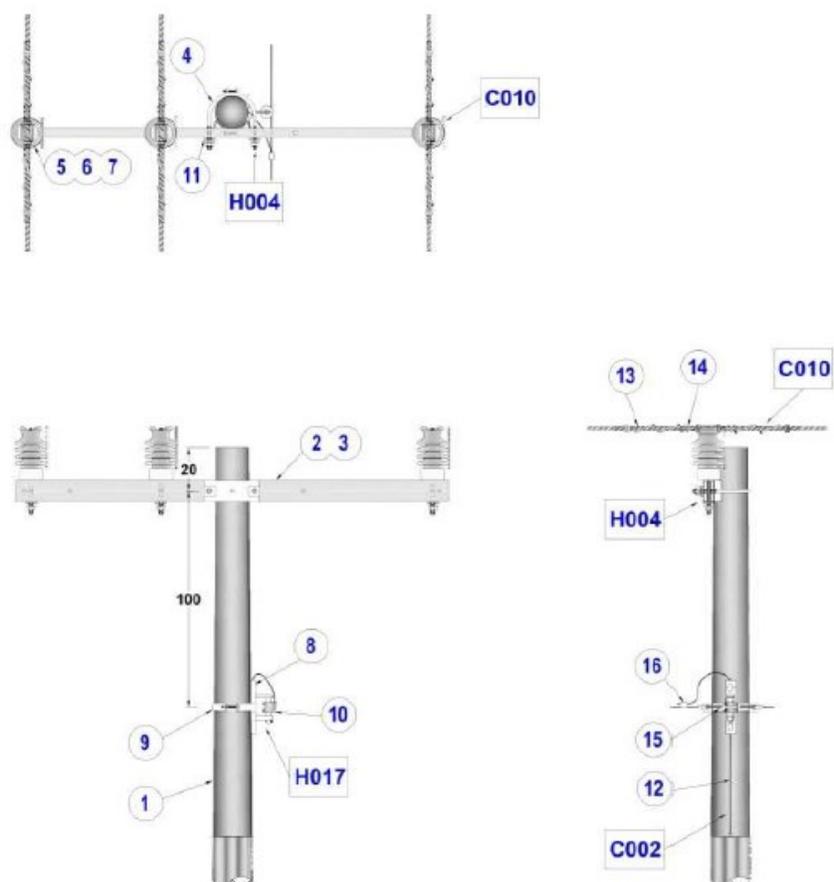


Figura 12 Estructura TS3N

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PT200	1	1	0
3	2C900-93	Pz	Cruceta PT250	0	0	1
4	2A100-05	Pz	Abrazadera UC	1	1	1
5	52000-92	Pz	Aislador 13PD	3	0	0
6	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	3	0
7	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	3
8	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
9	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
10	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
11	2A600-11	Pz	Placa 1PC	2	2	2
12		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
13	Nota 1	Pz	Varilla preformada	4	4	4
14	E0000-31	Lote	Alambre 4	3	3	3
15	E0000-31	Lote	Alambre 4	1	1	1
16	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 18 Materiales para estructura TS3N.

2.10.5. Estructura TD3N

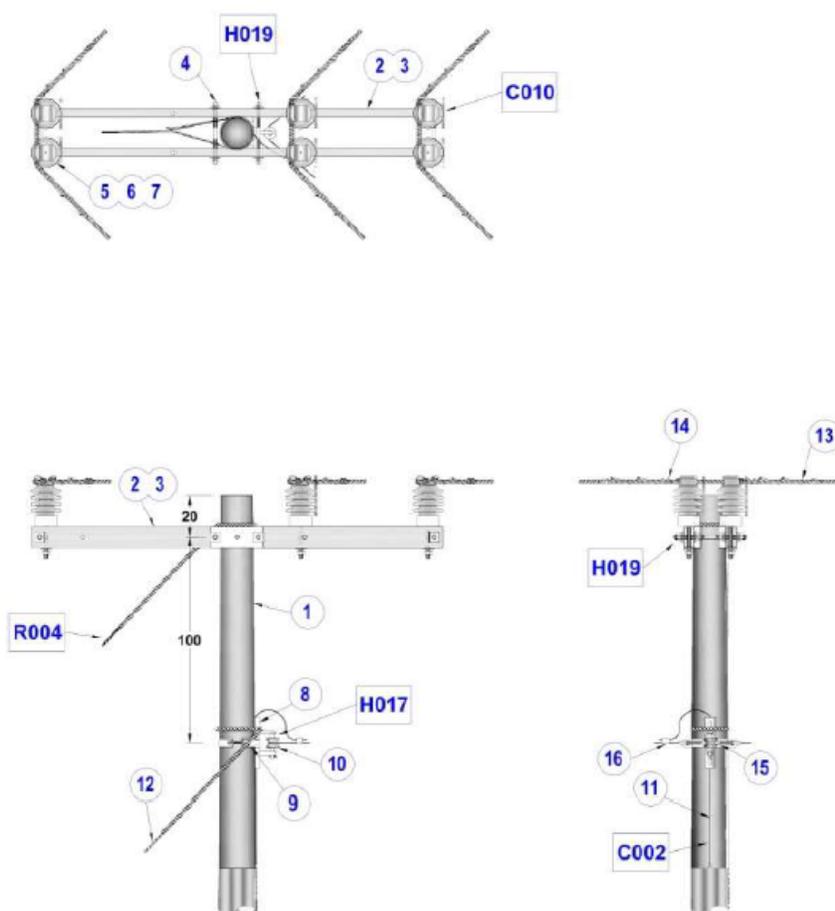


Figura 13 Estructura TD3N

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PT200	2	2	0
3	2C900-93	Pz	Cruceta PT250	0	0	2
4	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
5	52000-92	Pz	Aislador 13PD	6	0	0
6	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	6	0
7	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	6
8	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
9	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
10	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
11		Lote	Bajante de tierra, 09 00 02	1	1	1
12		Lote	Retenida	1	1	1
13	Nota 1	Pz	Varilla preformada	4	4	4
14	E0000-31	Lote	Alambre 4	3	3	3
15	E0000-31	Lote	Alambre 4	1	1	1
16	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 19 Materiales para estructura TD3N.

2.10.6. Características de la estructura tipo P

La estructura tipo P se utilizará en líneas rurales cuando las características del terreno lo requieran.

Por la separación entre fases que presenta esta estructura, puede tener un claro mayor al de la estructura TS, de acuerdo a los cálculos de esta especificación, este comportamiento se presenta para estructuras en zonas con viento de 120 km/h, no es posible aprovechar la utilización de estas estructuras, debido a que el poste es el que rige el claro máximo. Desde el punto de vista mecánico esta estructura es similar a la TS, por lo tanto aplican los criterios de diseño de esas estructuras.

La estructura tipo P sólo se utilizará en áreas rurales. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 239)

2.10.7. Estructura PS3N

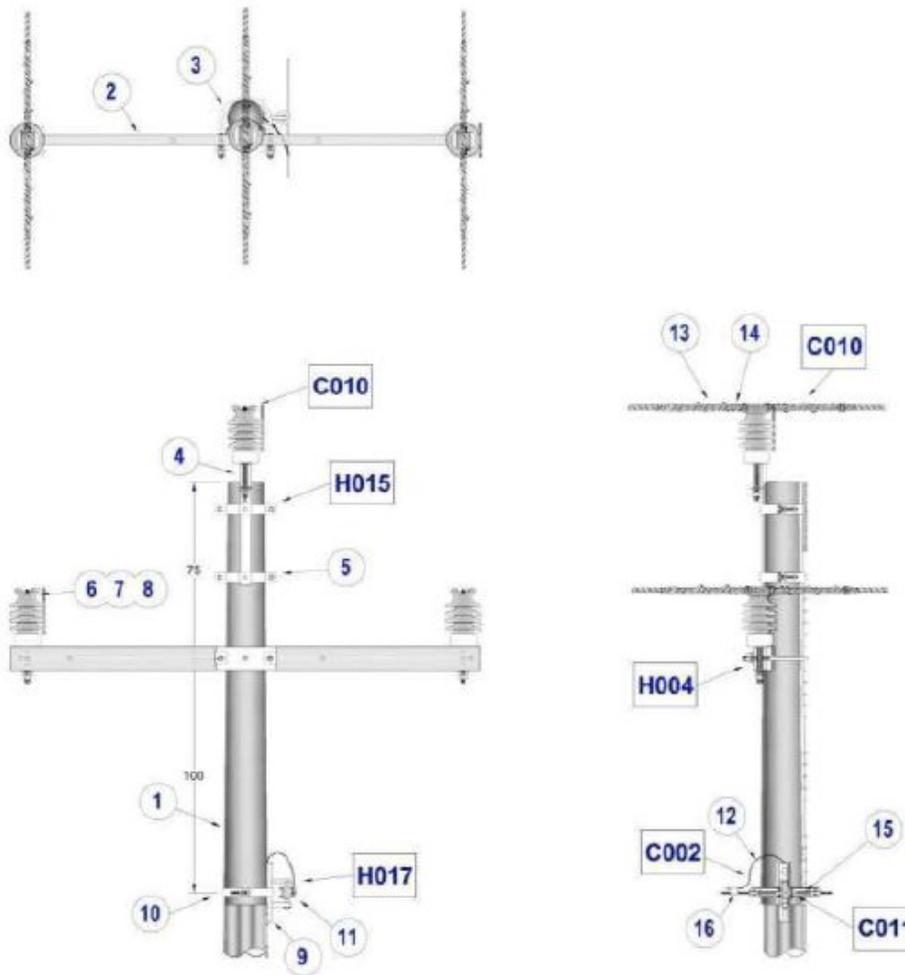


Figura 14 Estructura PS3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PT200	1	1	1
3	2A100-05	Pz	Abrazadera UC	1	1	1
4	2S300-35	Pz	Soporte SPA	1	1	1
5	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	2	2	2
6	52000-92	Pz	Aislador 13PD	3	0	0
7	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	3	0
8	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	3
9	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
10	2A100-04	Pz	Abrazadera 2BS	1	1	1
11	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
12		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
13	Nota 1	Pz	Varilla preformada	4	4	4
14	E0000-31	Lote	Alambre 4	3	3	3
15	E0000-31	Lote	Alambre 4	1	1	1
16	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 20 Materiales para estructura PS3N.

2.10.8. Estructura PD3N

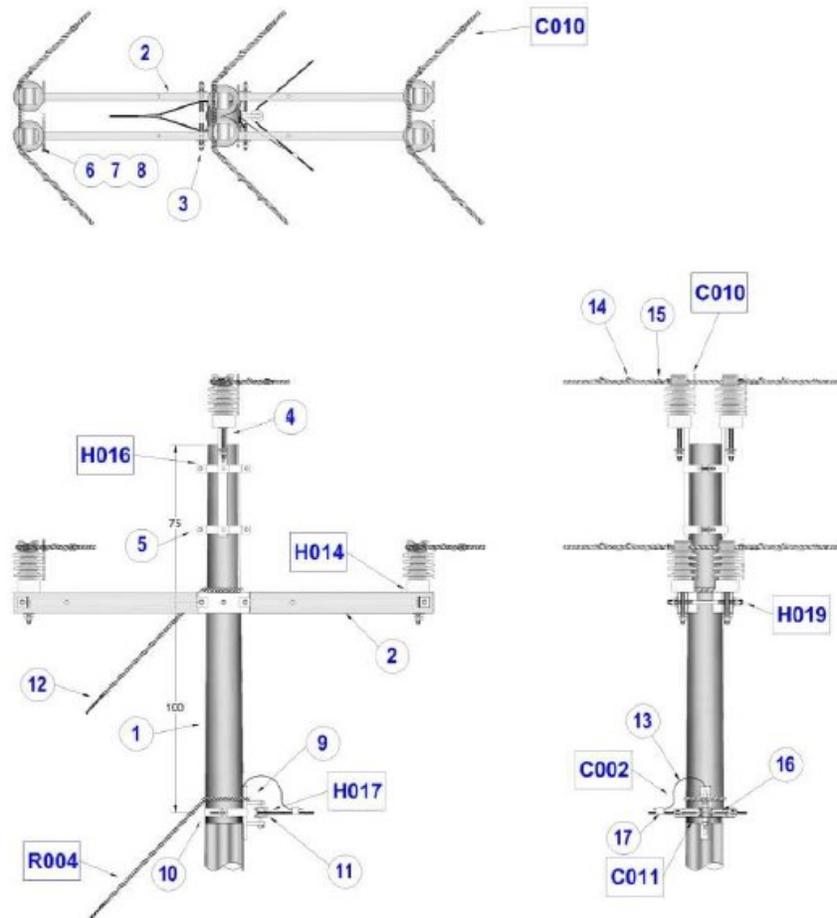


Figura 15 Estructura PD3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C000-93	Pz	Cruceta PT200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
4	2S300-35	Pz	Soporte SPA	2	2	2
5	2A100-02	Pz	Abrazadera 1BD	2	2	2
6	52000-92	Pz	Aislador 13PD	6	0	0
7	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	6	0
8	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	6
9	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
10	2A100-04	Pz	Abrazadera 2BS	1	1	1
11	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
12		Pz	Retenida	1	1	1
13		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
14	Nota 1	Pz	Varilla preformada	4	4	4
15	E0000-31	Lote	Alambre 4	3	3	3
16	E0000-31	Lote	Alambre 4	1	1	1
17	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 21 Materiales para estructura PD3N.

2.10.9. Características de la estructura tipo R

- La estructura tipo RD se usa para rematar los conductores donde principia o termina la línea. El remate de los conductores se hace en cruceta, las estructuras RD se deben instalar en tangente.
- Soporta las cargas verticales, transversales y longitudinales que transmiten los cables, así como el empuje del viento sobre el poste, sin embargo para el diseño rigen las cargas longitudinales de los cables.
- La capacidad de carga de esta estructura depende fundamentalmente de la resistencia de la cruceta así como el conjunto retenida, perno ancla, ancla y empotramiento. El diseño de estos componentes es compatible con la tensión horizontal máxima de diseño indicada en las tensiones de tendido.
- Una sola cruceta PR200, con apoyo fijo en el centro y carga aplicada horizontalmente en el extremo de la cruceta, tiene una resistencia de trabajo de 523 kg. Debido a la magnitud de las tensiones horizontales máxima de diseño indicado en las tablas de flechas y tensiones para tendido se deben utilizar dos crucetas en estructuras tipo R.
- La cruceta remate debe quedar perpendicular a los conductores.
- La posición de las grapas de remate estará en función de la conexión de la línea al equipo o derivación.
- En todas las estructuras de remate con neutro o cable de guarda debe existir una bajante de tierra.

- Antes de tensar los conductores el poste de una estructura de remate debe quedar ligeramente inclinado en sentido contrario a la tensión de los conductores, para que una vez rematados, el poste quede vertical.
- Al momento de rematar, los conductores de los extremos de las crucetas se deben tensar simultáneamente para evitar esfuerzos de torsión en el poste.

2.10.10. Estructura RD3N

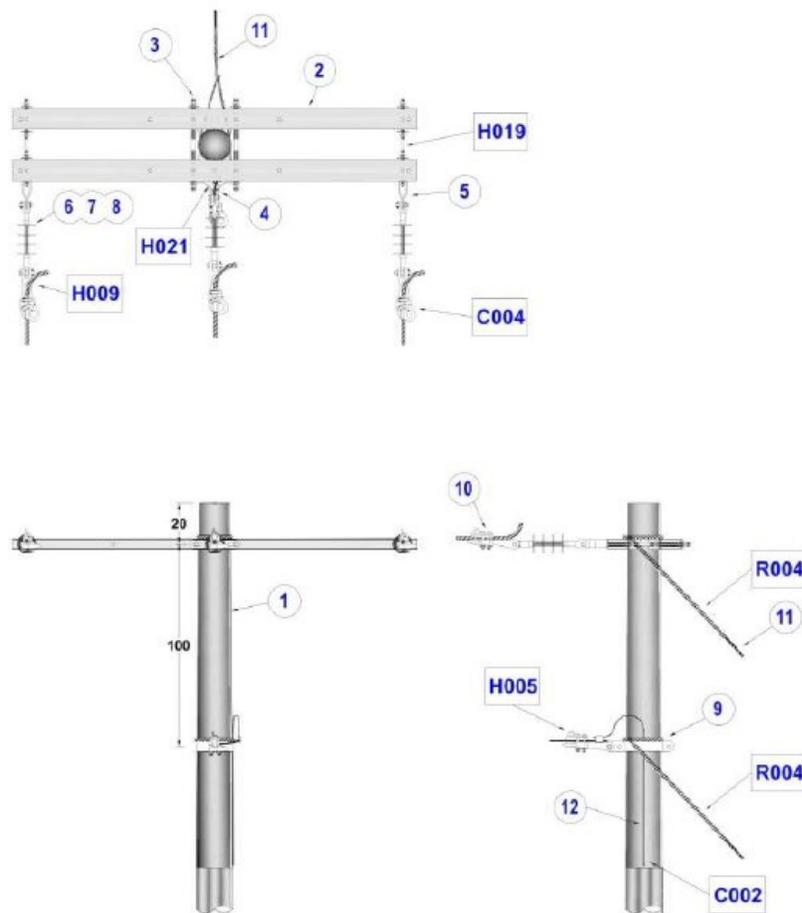


Figura 16 Estructura RD3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PR200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 457	4	4	4
4	2M300-37	Pz	Moldura RE	1	1	1
5	20100-38	Pz	Ojo RE	2	2	2
6	NRF-005	Pz	Aislador 13SHL45N	3	0	0
7	NRF-005	Pz	Aislador 23SHL45N	0	3	0
8	NRF-005	Pz	Aislador 34SHL45N	0	0	3
9	2A100-03	Pz	Abrazadera 1AG	1	1	1
10	2C500-68	Pz	Grapa remate	4	4	4
11		Lote	Retenida	2	2	2
12		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
13	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 22 Materiales para estructura RD3N.

2.10.11. Características de la estructura tipo A

- La estructura A de anclaje para líneas de media tensión tiene como función aislar mecánicamente una línea con trayectoria recta, cambio de calibre y pequeñas deflexiones.
- En áreas urbanas generalmente se utilizan estructuras de anclaje con remate en las crucetas.

La estructura AD se utiliza para todos los conductores normalizados:

Diámetro 9.47 mm 33.6 mm² (2 AWG) Cobre y Mayores

Diámetro 20.38 mm 85.0 mm² (3/0 AWG) ACSR y Mayores

Diámetro 24.30 mm 135.0 mm² (266.8 kcmil) AAC y Mayores (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 317)

- En líneas rectas debe existir una estructura de anclaje cada 1 km cuando menos; en zonas geográficas sometidas a condiciones climatológicas que ponen en riesgo el daño de las instalaciones deberá consultarse con el área correspondiente. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 318)

2.10.12. Estructura AD3N

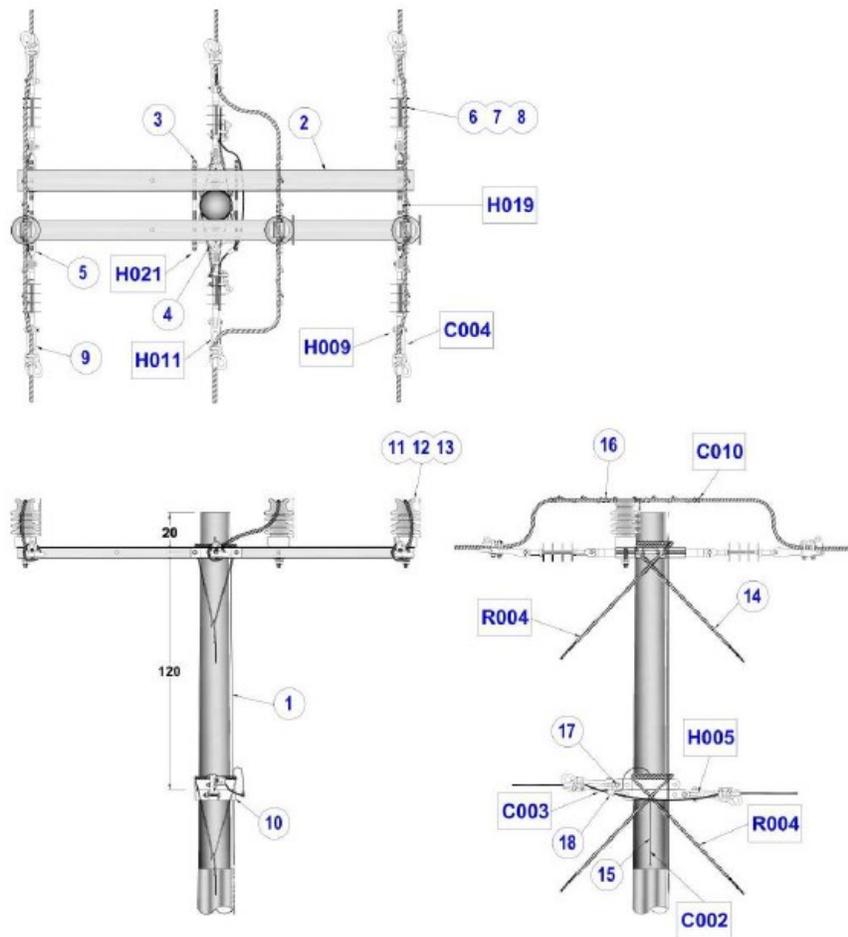


Figura 17 Estructura AD3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PR200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 457	4	4	4
4	2M300-37	Pz	Moldura RE	2	2	2
5	20100-38	Pz	Ojo RE	4	4	4
6	NRF-005	Pz	Aislador 13SHL45N	6	0	0
7	NRF-005	Pz	Aislador 23SHL45N	0	6	0
8	NRF-005	Pz	Aislador 34SHL45N	0	0	6
9	2C500-68	Pz	Grapa remate	6	6	6
10	2A100-03	Pz	Abrazadera 3AG	2	2	2
11	52000-92	Pz	Aislador 13PD	3	0	0
12	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	3	0
13	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	3
14		Lote	Retenida	4	4	4
15		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
16	E0000-31	Lote	Alambre 4	2	2	2
17	2G400-00	Pz	Grillete GA1	2	2	2
18	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 23 Materiales para estructura AD3N.

2.10.13. Características de la estructura tipo V

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PV200	1	1	1
3	2A100-05	Pz	Abrazadera UC	1	1	1
4	2C900-89	Pz	Placa PR	3	3	3
5	2T400-48	Pz	Tirante T2	1	1	1
6	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
7	67B00-04	Pz	Tornillo 16 x 76	1	1	1
8	52000-92	Pz	Aislador 13PD	3	0	0
9	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	3	0
10	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	3
11	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
12	2A100-04	Pz	Abrazadera 2BS	1	1	1
13	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
14		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
15	Nota 1	Pz	Varilla preformada	3	3	3
16	E0000-31	Lote	Alambre 4	3	3	3
17	E0000-31	Lote	Alambre 4	1	1	1
18	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 24 Materiales para estructura VS3N.

2.10.15. Estructura VD3N

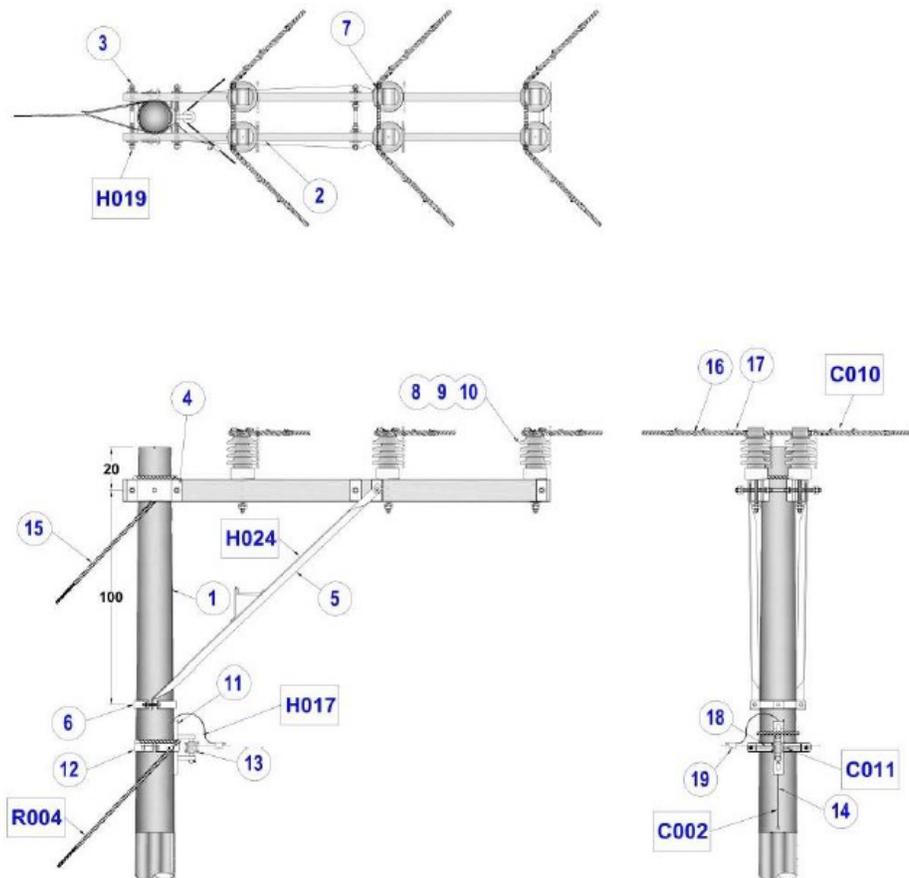


Figura 19 Estructura VD3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PV200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
4	2C900-89	Pz	Placa PR	10	10	10
5	67B00-04	Pz	Tornillo 16 x 76	2	2	2
6	2T400-48	Pz	Tirante T2	2	2	2
7	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
8	52000-92	Pz	Aislador 13PD	6	0	0
9	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	6	0
10	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	6
11	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
12	2A100-04	Pz	Abrazadera 2BS	1	1	1
13	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
14		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
15		Lote	Retenida	2	2	2
16	Nota 1	Pz	Varilla preformada	3	3	3
17	E0000-31	Lote	Alambre 4	3	3	3
18	E0000-31	Lote	Alambre 4	1	1	1
19	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 25 Materiales para estructura VD3N.

2.10.16. Estructura VR3N

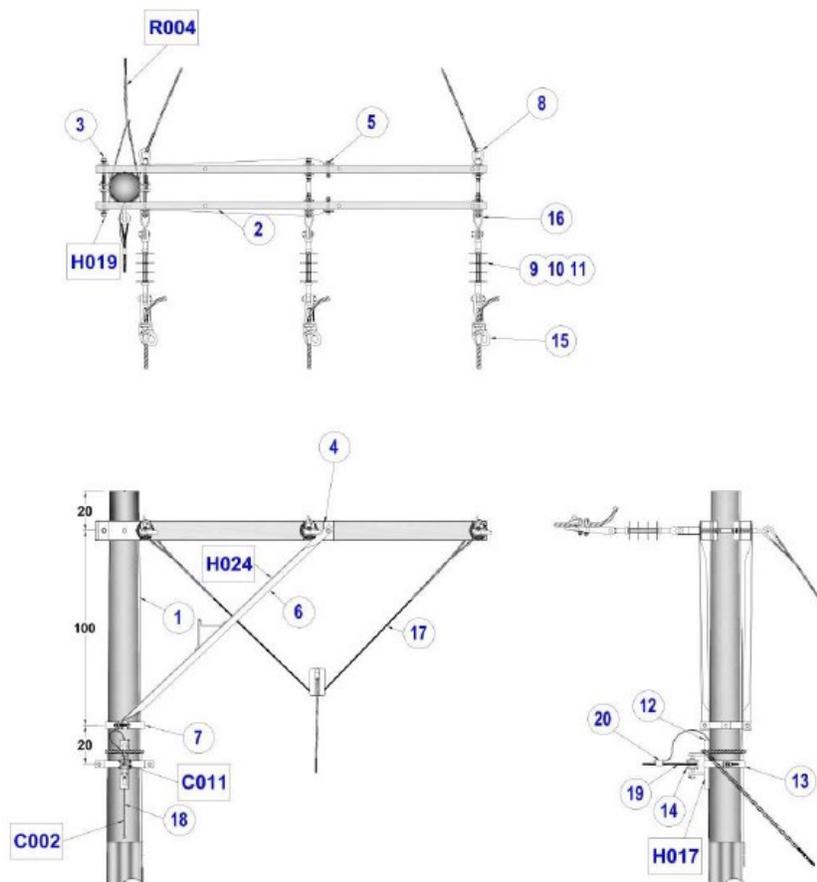


Figura 20 Estructura VR3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta RV200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
4	2C900-89	Pz	Placa PR	10	10	10
5	67B00-04	Pz	Tornillo 16 x 76	2	2	2
6	2T400-48	Pz	Tirante T2	2	2	2
7	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
8	2A000-36	Pz	Tuerca de Ojo	2	2	2
9	NRF-005	Pz	Aislador 13SHL45N	3	0	0
10	NRF-005	Pz	Aislador 23SHL45N	0	3	0
11	NRF-005	Pz	Aislador 34SHL45N	0	0	3
12	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
13	2A100-04	Pz	Abrazadera 2BS	1	1	1
14	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
15	2C500-68	Pz	Grapa remate	3	3	3
16	20100-38	Pz	Ojo RE	3	3	3
17		Pz	Retenida	2	2	2
18		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
19	51000-71	Lote	Remate preformado	1	1	1
20	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 26 Materiales para estructura VR3N.

2.10.17. Estructura VA3N

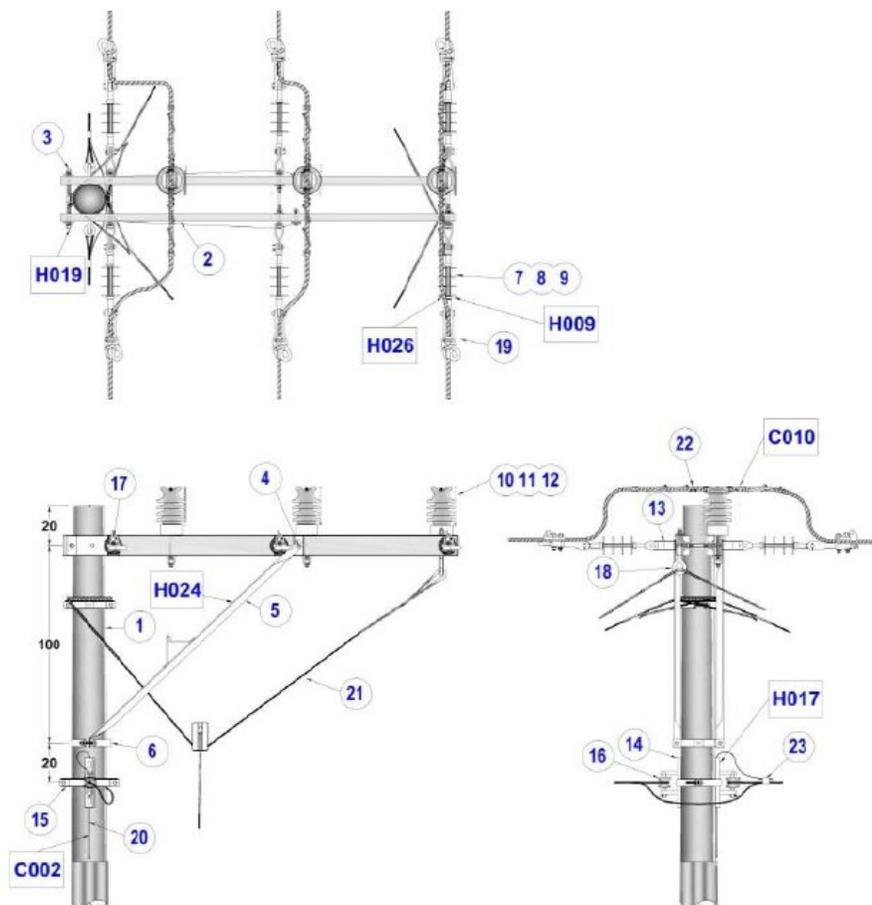


Figura 21 Estructura VA3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta RV200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
4	2C900-89	Pz	Placa PR	10	10	10
5	67B00-04	Pz	Tornillo 16 x 305	2	2	2
6	2T400-48	Pz	Tirante T2	2	2	2
7	2A100-04	Pz	Abrazadera 1 BS	2	2	2
8	NRF-005	Pz	Aislador 13SHL45N	6	0	0
9	NRF-005	Pz	Aislador 23SHL45N	0	6	0
10	NRF-005	Pz	Aislador 34SHL45N	0	0	6
11	52000-92	Pz	Aislador 13PD	3	0	0
12	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	3	0
13	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	3
14	20100-38	Pz	Ojo RE	6	6	6
15	2B200-12	Pz	Bastidor B1	2	2	2
16	2A100-02	Pz	Abrazadera 2BD	1	1	1
17	2C400-16	Pz	Carrete H	2	2	2
18		Lote	Bajante de tierra	1	1	1
19	2C500-68	Pz	Grapa remate	6	6	6
20	2A600-11	Pz	Placa 1PC	2	2	2
21	2P200-40	Pz	Perno 1PC	1	1	1
22		Lote	Retenida	4	4	4
23		Lote	Alambre 4	3	3	3
24	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 27 Materiales para estructura VA3N.

(Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 484).

2.10.18. Característica de la estructura tipo H

La estructura tipo H solo se utilizará en terrenos abruptos o para grandes tramos interpostales, como en el cruce de ríos donde no se pueda utilizar estructura P.

- Básicamente una línea de distribución construida con estructuras H es similar a una línea de subtransmisión. Debido a esto el diseñador de la línea deberá ser especialista en el diseño de líneas de subtransmisión.
- El uso de estas estructuras requiere de un estudio topográfico para determinar el perfil del terreno.
- Una vez determinado el perfil del terreno, se localizarán las estructuras verificando los libramientos a piso. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 494)

2.10.19. Estructura HS3G

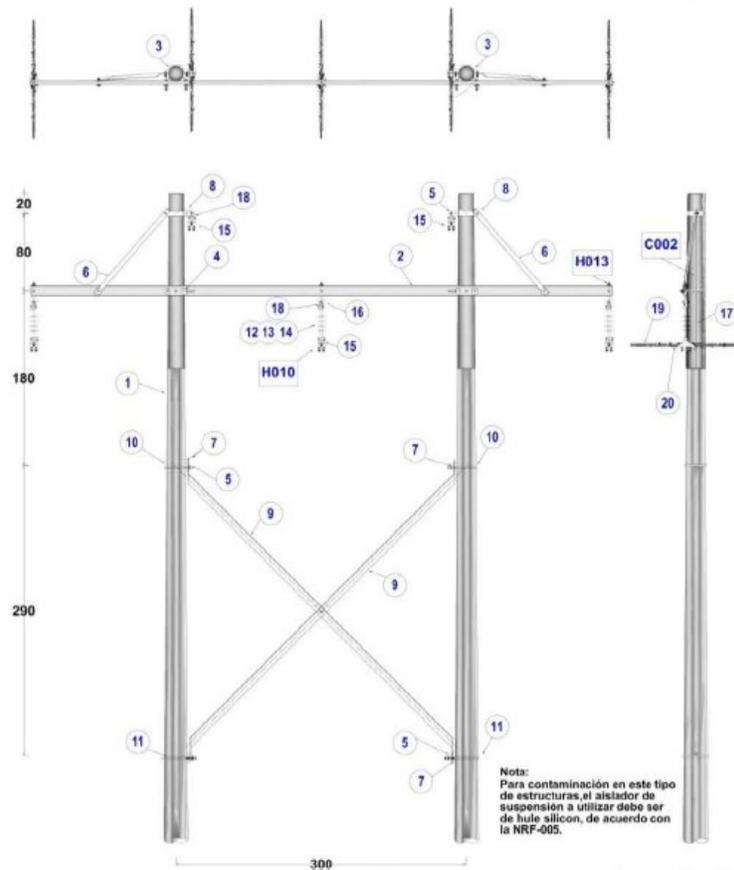


Figura 22 Estructura HS3G.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	2	2	2
2	2C900-19	Pz	Cruceta C4S	1	1	1
3	2A100-06	Pz	Abrazadera 1UH	2	2	2
4	2A600-11	Pz	Placa 2PC	4	4	4
5	67B00-04	Pz	Tornillo 19 x 76	7	7	7
6	2T400-47	Pz	Tirante H1	2	2	2
7	2S300-46	Pz	Soporte CV1	4	4	4
8	2A100-03	Pz	Abrazadera 1AG	2	2	2
9	2T400-17	Pz	Tirante CV1	2	2	2
10	2A100-06	Pz	Abrazadera 2UH	2	2	2
11	2A100-06	Pz	Abrazadera 3UH	2	2	2
12	NRF-005	Pz	Aislador 13SHL45N (2)	3	0	0
13	NRF-005	Pz	Aislador 23SHL45N (2)	0	3	0
14	NRF-005	Pz	Aislador 34SHL45N (2)	0	0	3
15	2C500-68	Pz	Grapa suspensión	5	5	5
16	2P200-40	Pz	Perno 1PO	3	3	3
17		Lote	Bajante de tierra	2	2	2
18	2G300-84	Pz	Grillete GA1	5	5	5
19		Lote	Varilla preformada	5	5	5
20		Lote	Alambre 4	5	5	5
21	55000-86	Pz	Conector	1	1	1

Tabla 28 Materiales para estructura HS3G.

2.10.20. Estructura HA3G

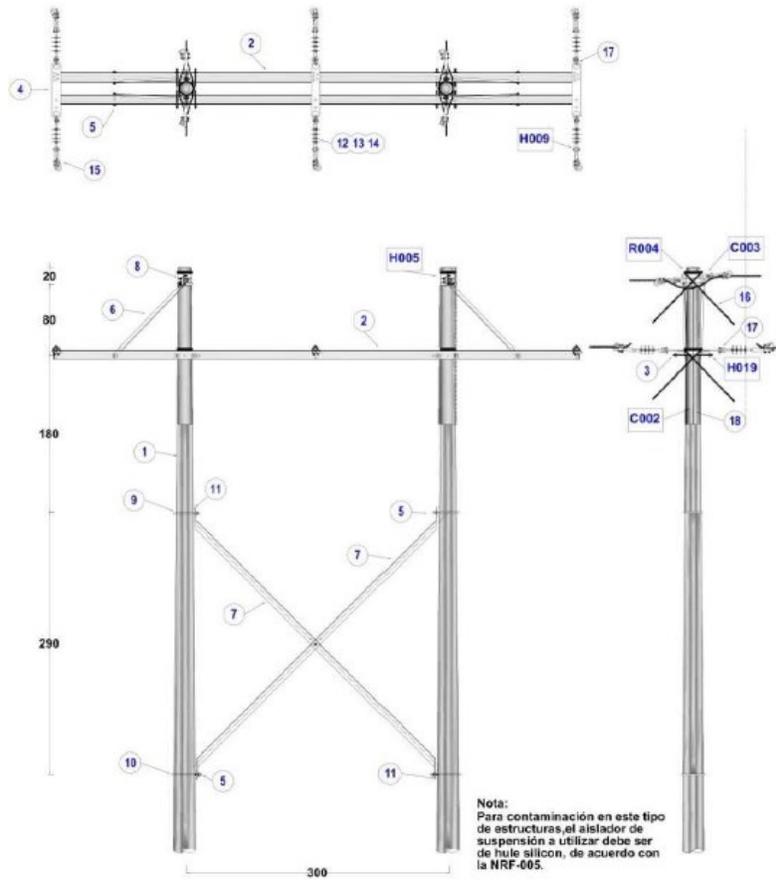


Figura 23 Estructura HA3G.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	2	2	2
2	2C900-19	Pz	Cruceta A4R	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
4	2P400-41	Pz	Placa HA1	3	3	3
5	67B00-04	Pz	Tornillo 19 x 76	17	17	17
6	2T400-47	Pz	Tirante H1	4	4	4
7	2T400-17	Pz	Tirante CV1	2	2	2
8	2A100-03	Pz	Abrazadera 1AG	6	6	6
9	2A100-06	Pz	Abrazadera 2UH	2	2	2
10	2A100-06	Pz	Abrazadera 3UH	2	2	2
11	2S300-46	Pz	Soporte CV1	4	4	4
12	NRF-005	Pz	Aislador 13SHL45N (2)	6	0	0
13	NRF-005	Pz	Aislador 23SHL45N (2)	0	6	0
14	NRF-005	Pz	Aislador 34SHL45N (2)	0	0	6
15	2C500-68	Pz	Grapa remate	10	10	10
16		Lote	Retenida	8	8	8
17	2G400-00	Pz	Grillete GA1	10	10	10
18		Lote	Bajante de tierra	2	2	2
19	55000-86	Pz	Conector,	1	1	1

Tabla 29 Materiales para estructura HA3G.

2.11. RETENIDAS

La retenida es un elemento mecánico que sirve para contrarrestar las tensiones mecánicas de los conductores en las estructuras y así eliminar los esfuerzos de flexión en el poste.

Las retenidas se instalan en sentido opuesto a la resultante de la tensión de los conductores por retener. Generalmente se deben de anclar en el piso con un ángulo de 45°; para colocarlas en ángulos diferentes se deben analizar los esfuerzos mecánicos.

Para estructuras RD, AD y DA, las retenidas se colocan en la dirección de la línea, para contrarrestar la tensión horizontal de los cables.

Para estructuras en deflexión como la TD, PD, VD, y DP, las retenidas se colocan en la dirección del ángulo bisectriz, para contrarrestar la componente transversal de la tensión máxima de los cables debida a la deflexión de la línea.

Las anclas para retenidas no deben estar colocadas en:

- Paso obligado de peatones, vehículos y animales.
- Cauce de agua que pueda aflojar el terreno o deslavarlo.
- Propiedades particulares.

Las retenidas para instalaciones de media y baja tensión en una misma estructura son independientes y comunes al perno ancla.

En todas las retenidas para sujetar instalaciones de media tensión (independientemente del tipo de poste) se debe instalar aislador tipo R de retenida. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 505)

2.11.1. Codificación de retenidas

La codificación de las retenidas está compuesta por tres dígitos alfabéticos.

El primero será la letra R de retenida y los dos siguientes dígitos son indicativos del nombre del tipo de retenida, anotándose en éstos la primera letra de las palabras que la describen, tal como se indica en los croquis siguientes: (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 507)

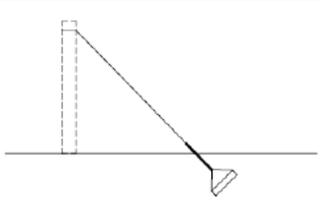
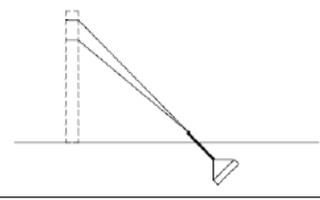
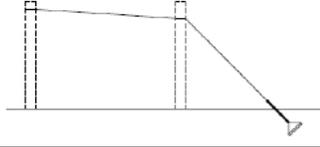
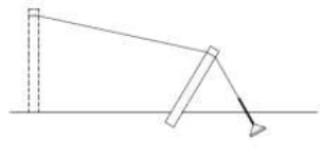
DISPOSICIÓN DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RSA	Retenida sencilla de ancla
	RDA	Retenida doble de ancla
	RPA	Retenida a poste y ancla
	REA	Retenida a estaca y ancla

Tabla 30 Codificación de las retenidas 2.

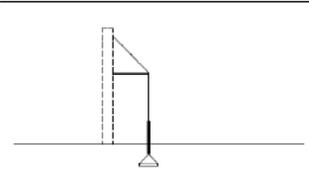
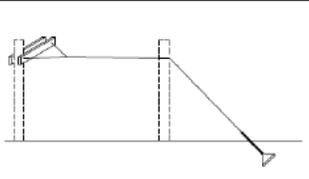
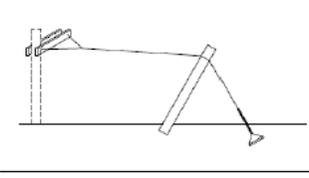
DISPOSICIÓN DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RBA	Retenida de banqueta y ancla
	RVP	Retenida volada a poste y ancla
	RVE	Retenida volada a estaca y ancla
	RPP	Retenida poste a poste

Tabla 31 Codificación de las retenidas 2.

2.11.2. Retenida sencilla de ancla

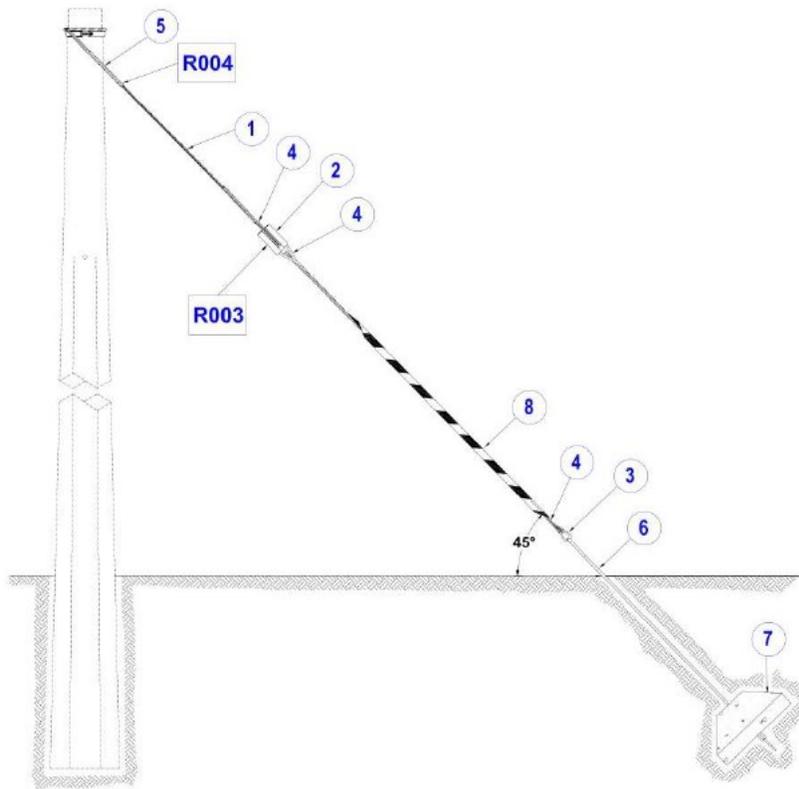


Figura 24 Retenida sencilla de ancla para línea de media tensión.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RSA EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida	1
2	52000-55	Pz	Aislador R	1
3	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	1
4		Pz	Remate preformado P	3
5		Pz	Remate preformado PRA	1
6	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
7	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3	1
8	2P600-43	Pz	Protector para retenida R1	1

Tabla 32 Materiales para retenida RSA en media tensión.

Notas:

Instale aislador 3R en 13 y 23 kV y aislador 4R en 33 kV.
Se puede utilizar ancla A2.

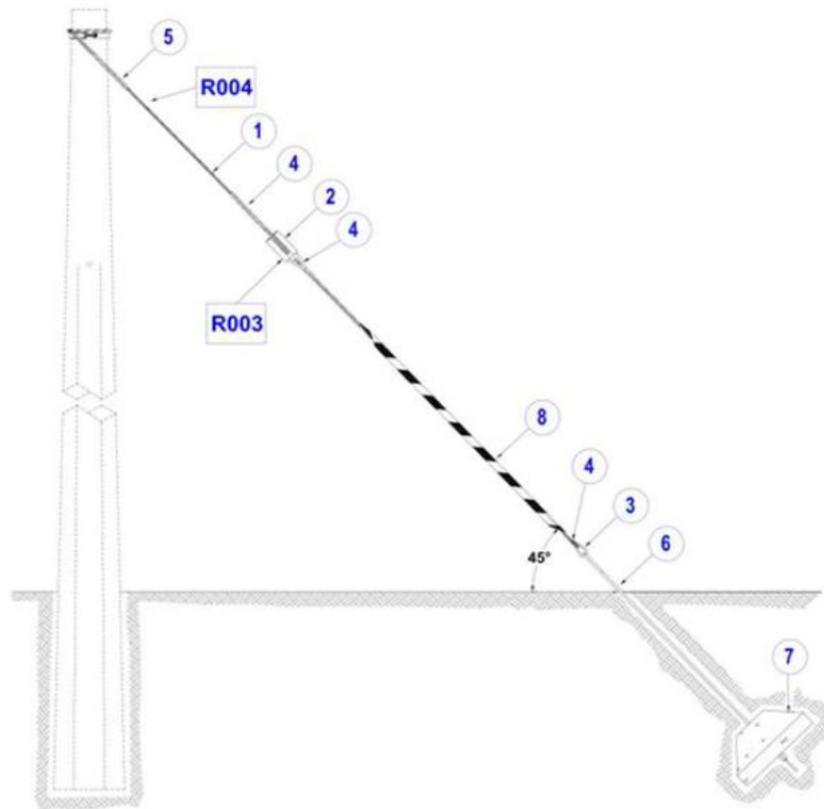


Figura 25 Retenida sencilla de ancla para línea de baja tensión.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RSA EN BAJA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida	1
2	52000-55	Pz	Aislador 2R	1
3	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	1
4		Pz	Remate preformado P	3
5		Pz	Remate preformado PRA	1
6	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
7	2A400-10	Pz	Ancla C3	1
8	2P600-43	Pz	Protector para retenida R1	1

Tabla 33 Materiales para retenida RSA en baja tensión

Nota:
Puede utilizar ancla A2.

2.11.3. Retenida doble de ancla

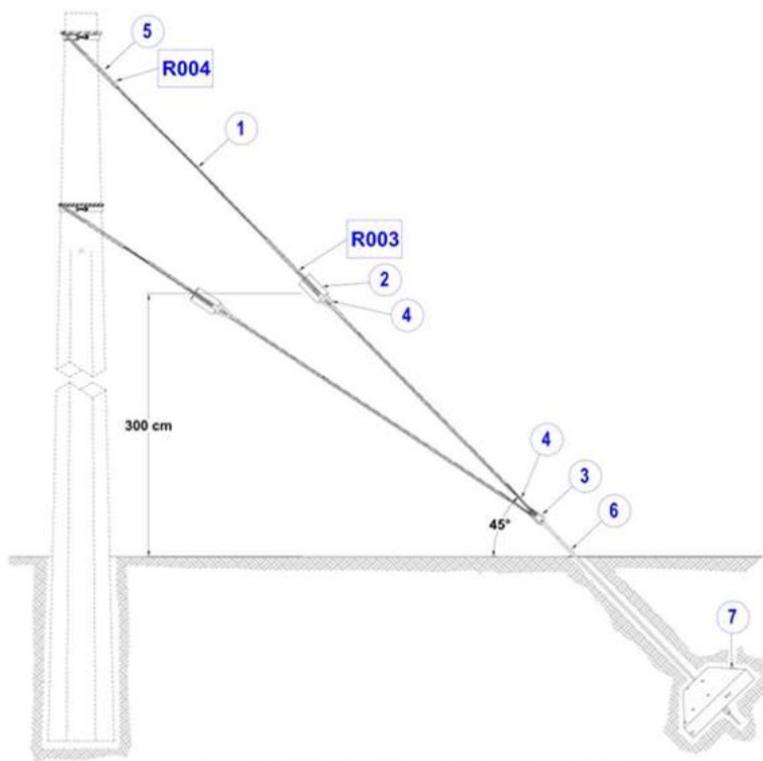


Figura 26 Retenida doble de ancla.

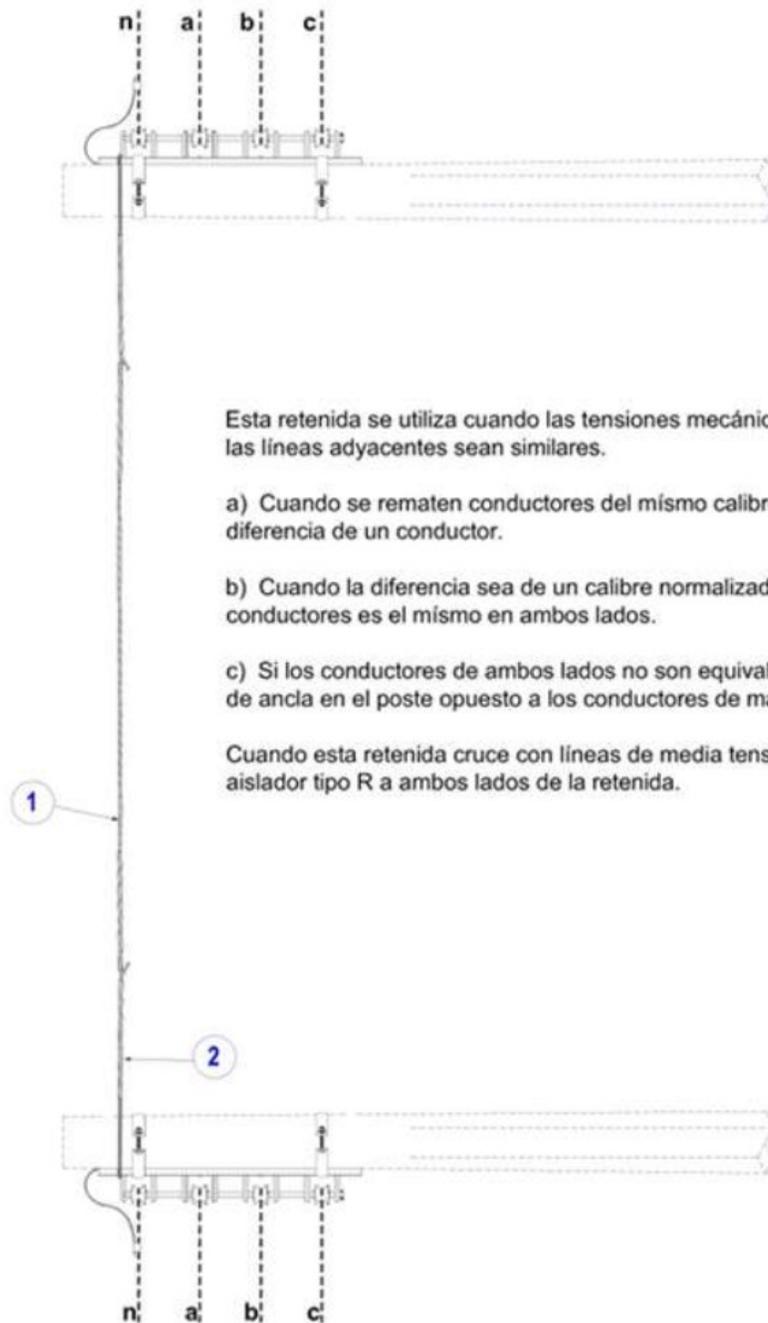
MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RDA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida.	2
2	52000-55	Pz	Aislador R (1)	2
3	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	2
4		Pz	Remate preformado P	6
5		Pz	Remate preformado PRA	2
6	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
7	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3 (2)	1

Tabla 34 Materiales para retenida RDA en media y baja tensión.

Notas:

Instale aislador 3R en 13 y 23 kV y aislador 4R en 33 kV.
Se puede utilizar también ancla A2.

2.11.4. Retenida poste a poste



Esta retenida se utiliza cuando las tensiones mecánicas de los remates de las líneas adyacentes sean similares.

- a) Cuando se rematen conductores del mismo calibre y material con diferencia de un conductor.
- b) Cuando la diferencia sea de un calibre normalizado y el número de conductores es el mismo en ambos lados.
- c) Si los conductores de ambos lados no son equivalentes, instale retenida de ancla en el poste opuesto a los conductores de mayor calibre.

Cuando esta retenida cruce con líneas de media tensión se instalará aislador tipo R a ambos lados de la retenida.

Figura 27 Retenida poste a poste.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RPP EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida	1
2	20000-98	Lote	Remate preformado PRA	2

Tabla 35 Materiales para retenida RPP en media tensión.

2.11.5. Retenida a estaca y ancla

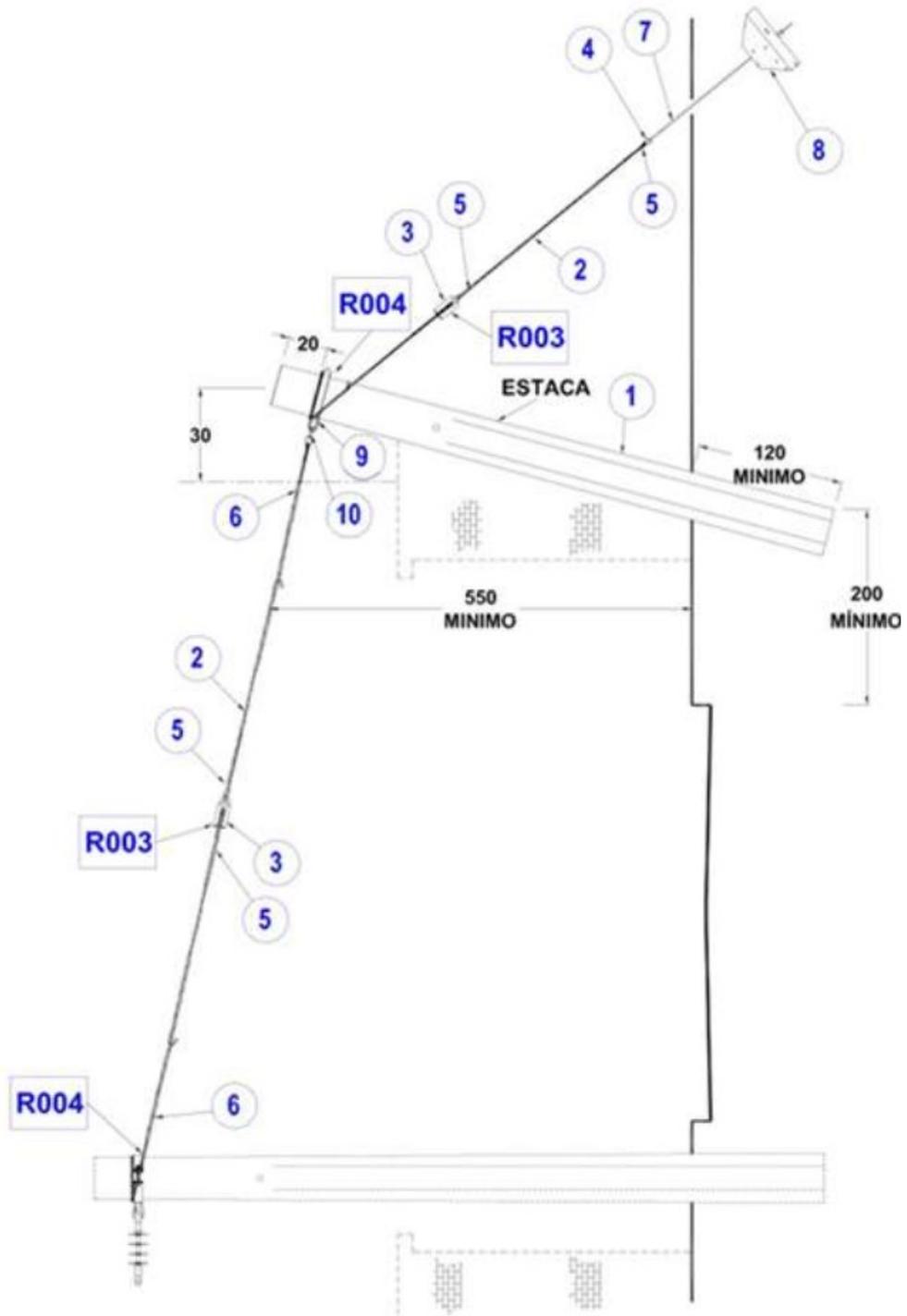


Figura 28 Retenida a estaca y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA REA EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-7C-500 (1)	1
2		Lote	Cable para retenida	1
3	52000-55	Pz	Aislador R (2)	2
4	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	2
5		Pz	Remate preformado P	6
6		Pz	Remate preformado PRA	2
7	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
8	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3 (3)	1
9	2A100-03	Pz	Abrazadera 2AG	1
10	2G300-84	Pz	Grillete GA1	1

Tabla 36 Materiales para retenida REA en media tensión.

Notas:

Es recomendable se analice el sustituir la estaca por un poste de media o baja tensión (vertical) para atender futuros desarrollos.

Instale aislador 3R en 13 y 23 kV y aislador 4R en 33 kV.

Se puede utilizar también Ancla A2.

En caso de que en la misma estructura se rematen instalaciones de media y baja tensión, se debe instalar una retenida desde la estaca a cada nivel de tensión.

2.11.6. Retenida de banquetta y ancla

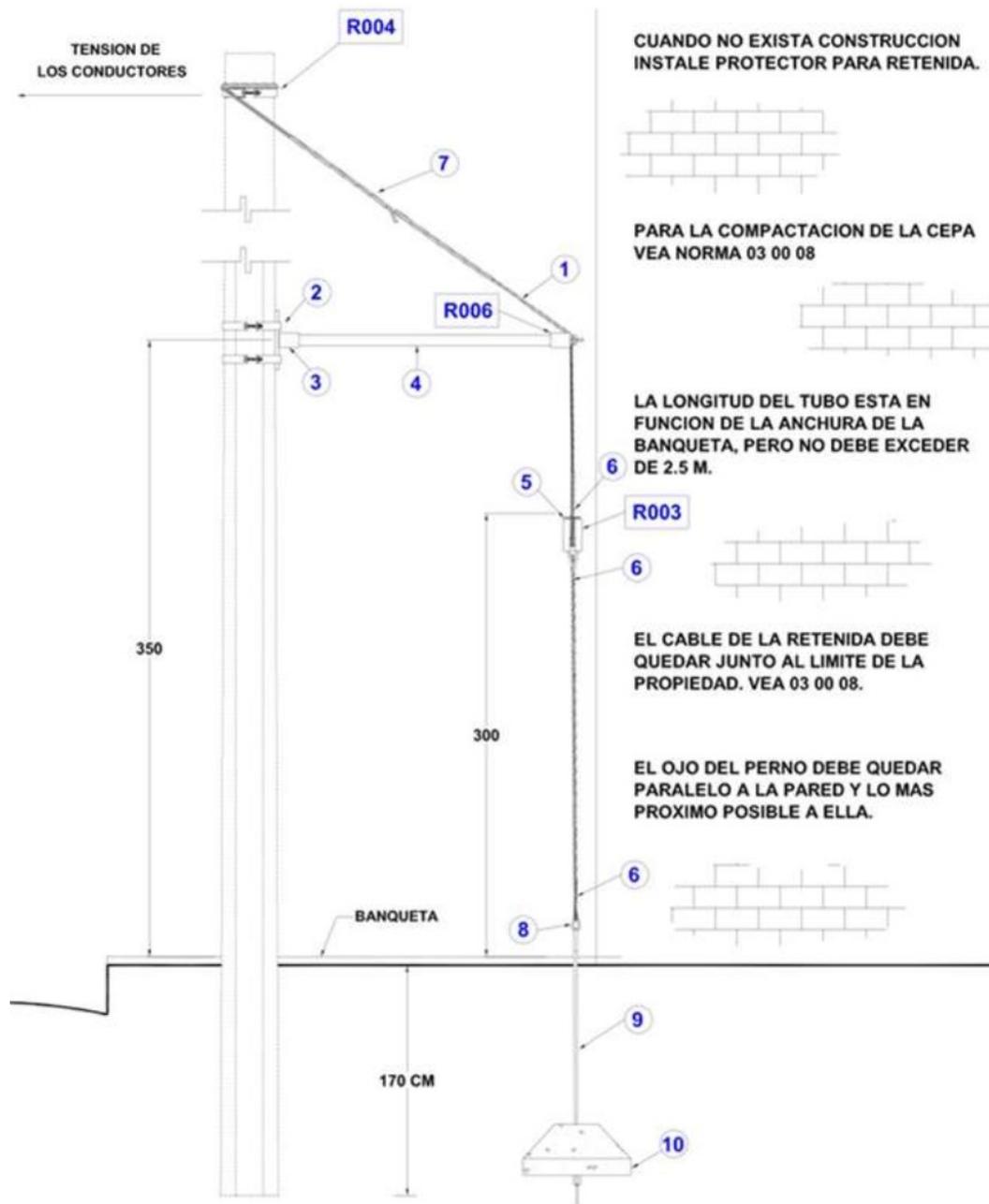


Figura 29 Retenida de banqueta y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RBA EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida	1
2	2A100-04	Pz	Abrazadera BS	2
3	2B500-30	Jgo	Grapa y base RB	1
4		Pz	Tubo de acero galvanizado 51 mm (1)	1
5	52000-55	Pz	Aislador R (2)	1
6		Pz	Remate preformado P	3
7		Pz	Remate preformado PRA	1
8	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	1
9	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
10	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3 (3)	1

Tabla 37 Materiales para retenida RBA en media tensión.

Notas:

Use tubo acero galvanizado, pared gruesa.

Use aislador 3R en líneas de 13 y 23 kV y aislador 4R en líneas de 33 kV.

Se puede utilizar ancla A2.

2.11.7. Retenida volada a poste y ancla

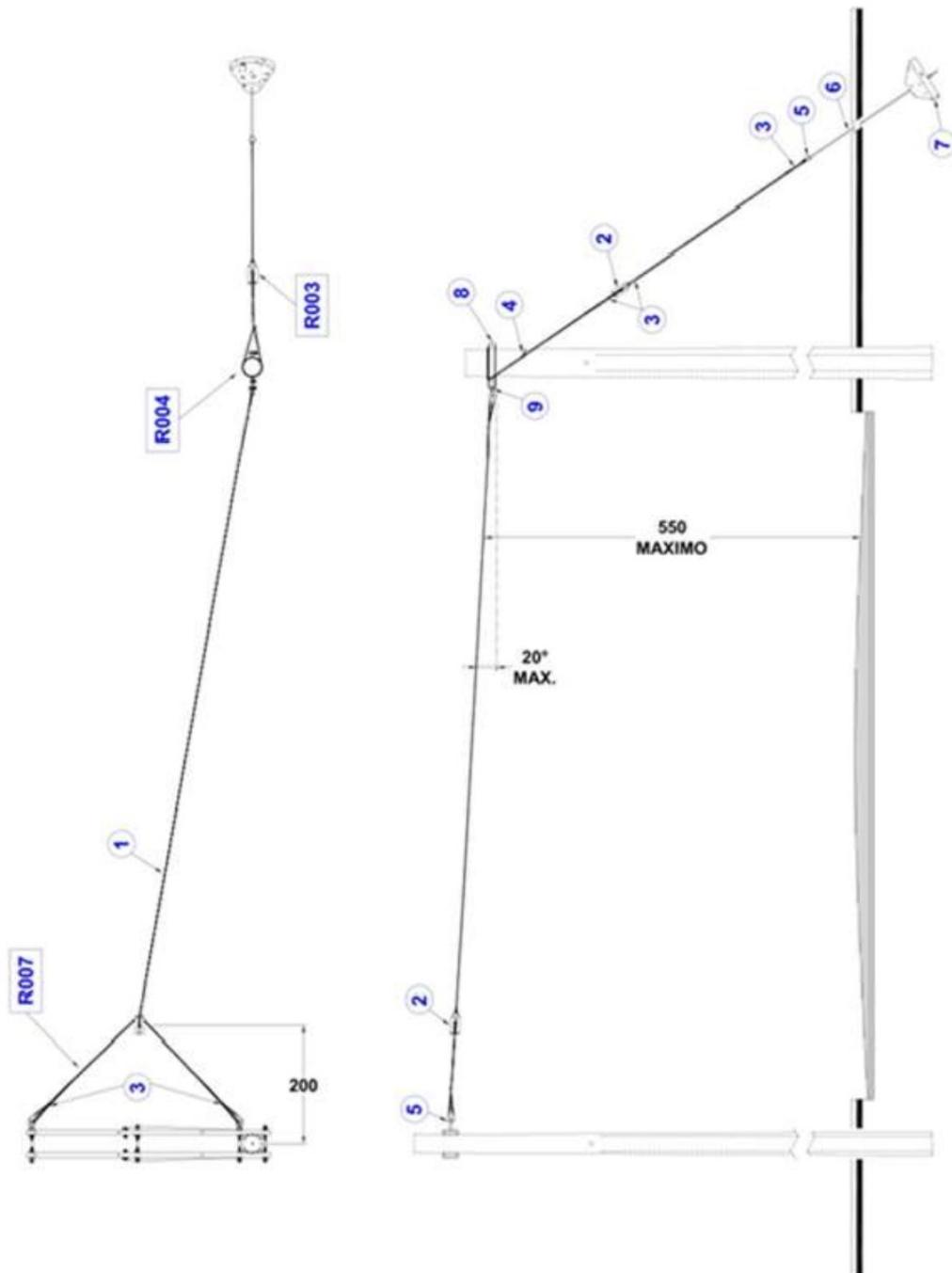


Figura 30 Retenida volada a poste y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RVP EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida.	1
2	52000-55	Pz	Aislador R (1)	2
3		Pz	Remate preformado P	7
4		Pz	Remate preformado PRA	1
5	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	4
6	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
7	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3 (2)	1
8	2A100-03	Pz	Abrazadera 2AG	1
9	2G300-84	Pz	Grillete	1

Tabla 38 Materiales para retenida RVP en media tensión.

Notas:

Use aislador 3R en líneas de 13 y 23 kV y aislador 4R en 33 kV.

Se puede utilizar también Ancla A2.

Si la retenida cruza con una línea de media tensión instale otro aislador entre poste.

2.11.8. Retenida volada a estaca y ancla

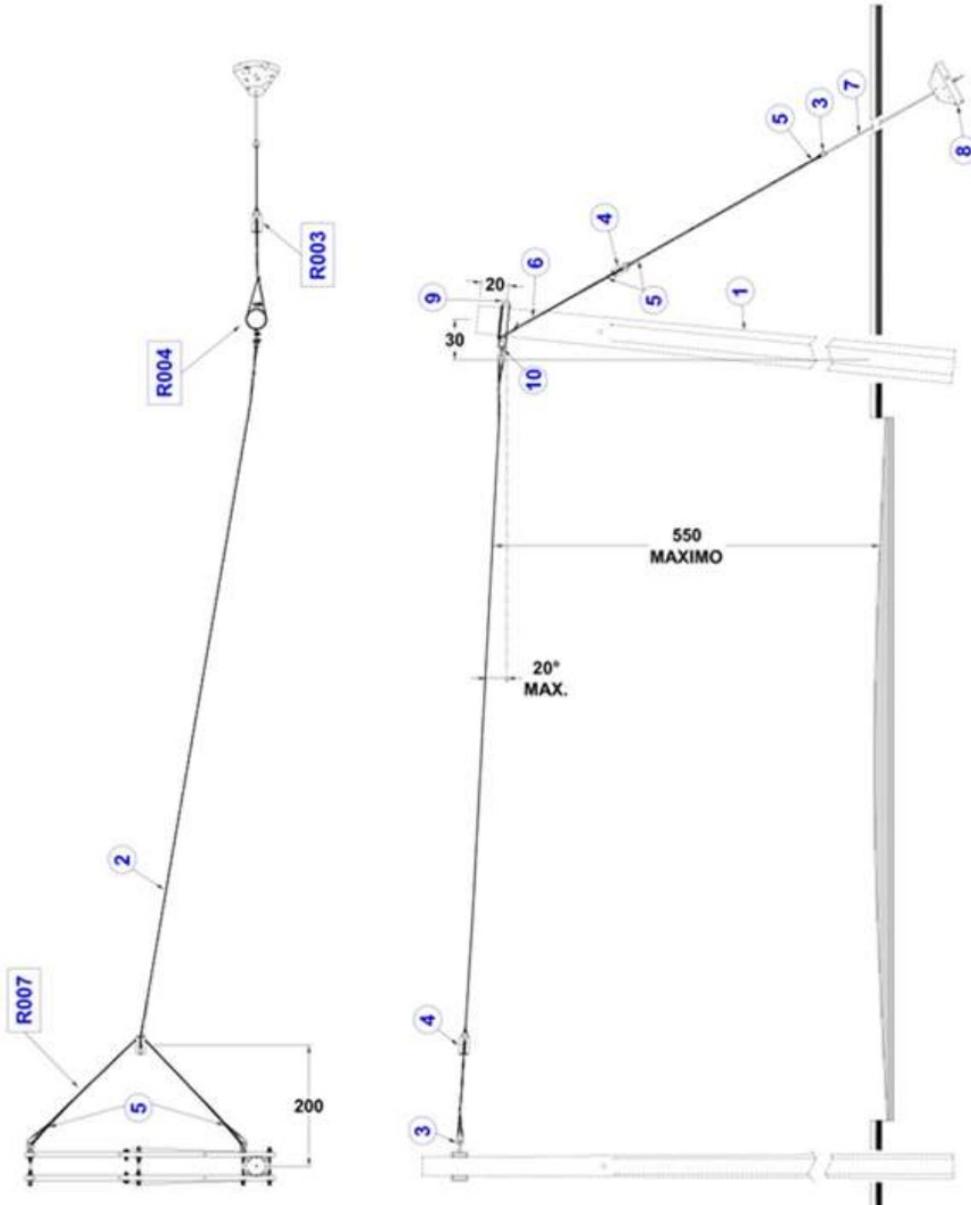


Figura 31 Retenida volada a estaca y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RVE EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-7C-500 (1)	1
2		Lote	Cable para retenida	1
3	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	4
4	52000-55	Pz	Aislador R (2)	2
5		Pz	Remate preformado P	7
6		Pz	Remate preformado PRA,	1
7	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
8	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3 (3)	1
9	2A100-03	Pz	Abrazadera 2AG	1
10	2G300-84	Pz	Grillete	1

Tabla 39 Materiales para retenida RVE en media tensión.

Notas:

Es recomendable se analice el sustituir la estaca por un poste de media o baja tensión (vertical) para atender futuros desarrollos.
Use aislador 3R en líneas de 13 Kv y 23 kV y aislador 4R en líneas de 33 kV.

Se puede utilizar también Ancla A2.

2.11.9. Retenida a poste y ancla

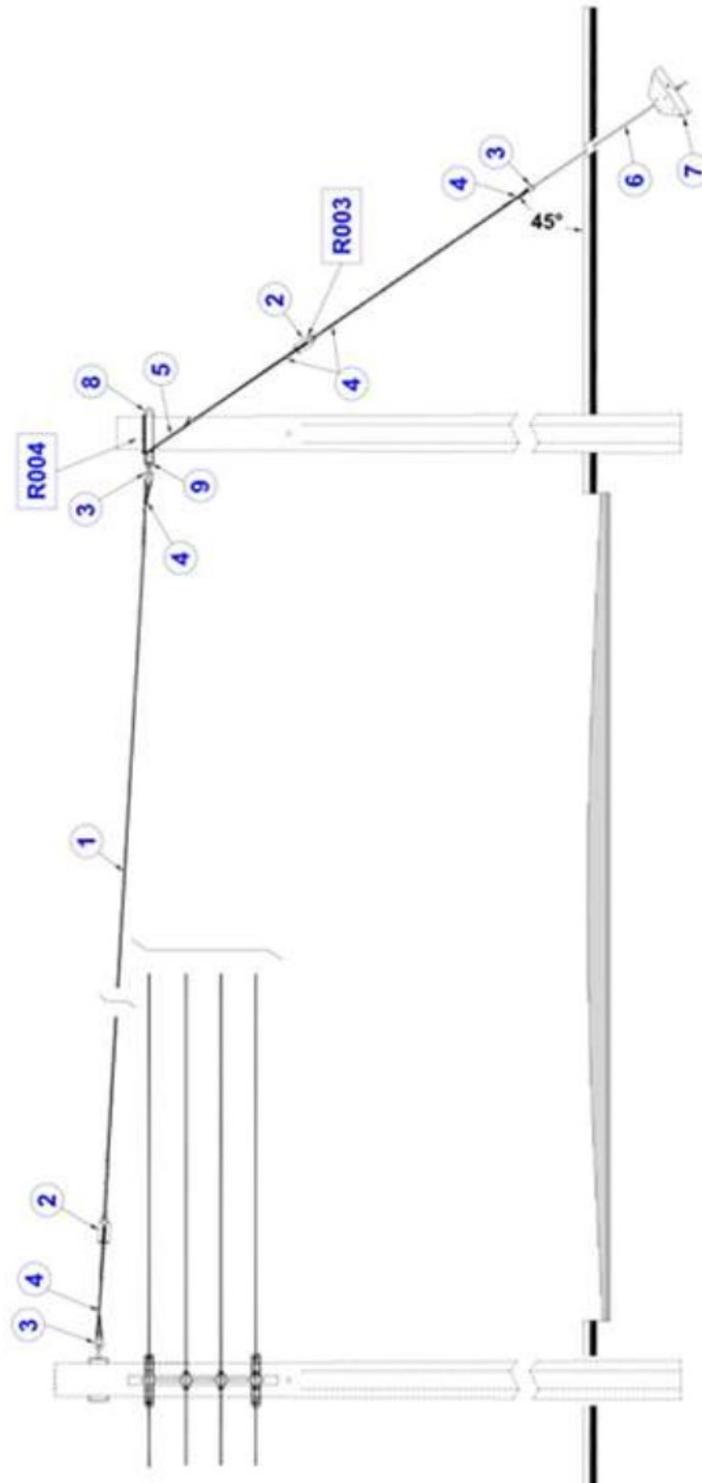


Figura 32 Retenida a poste y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RPA EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida	1
2	52000-55	Pz	Aislador R (1)	2
3	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	3
4		Pz	Remate preformado P	7
5		Pz	Remate preformado PRA	1
6	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
7	2A400-10	Pz	Ancla C3 (2)	1
8	2A100-03	Pz	Abrazadera 2AG	1
9	2G300-84	Pz	Grillete GA1	1

Tabla 40 Materiales para retenida RPA en media tensión.

Notas:

Utilice un aislador 3R en líneas de 13 y 23 kV y aislador 4R en 33 kV.

Se puede utilizar también Ancla A2

2.12. CONDUCTORES

Para seleccionar conductores se deben considerar factores eléctricos, mecánicos, ambientales y económicos.

Eléctricamente se calcula el calibre en función de la carga por alimentar y la distancia de la fuente a la carga. (Analizando regulación y pérdidas de energía por conducción). Empleando como mínimo 53.5 mm² (1/0 AWG) ACSR, 85 mm² (3/0 AWG) AAC y 33.6 mm² (2 AWG) Cu.

Las condiciones ambientales pueden ser normales, contaminadas o hielo.

Los conductores se normalizan en base a los siguientes criterios:

- Calibres
- Material
 - Líneas de media tensión aérea con conductor desnudo:
 - AAC: en áreas urbanas y de contaminación.
 - ACSR: Líneas y áreas rurales en todos los calibres normalizados
 - COBRE: En áreas donde se justifique técnica y económicamente.
 - Líneas de baja tensión aéreas:
 - Cable múltiple forrado: Es el formado por un conductor desnudo o de soporte y uno o varios conductores de aluminio o de cobre forrados y dispuestos helicoidalmente alrededor del conductor desnudo.

Para conectar ramales en media tensión se utilizará conector derivador tipo L, T.

Cuando se instalen conectores derivador mecánicos para línea viva (pericos) se deben instalar en un estribo de cobre.

Para rematar líneas de baja tensión de ACSR o AAC se utilizarán remates preformados.

El conductor de cobre se podrá empalmar, conectar y rematar entorchando, también se podrán utilizar conectores a compresión.

En remates de líneas de media tensión se usará grapa de remate, las líneas de baja tensión se rematarán mediante remates preformados. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 555)

2.12.1. Características de conductores desnudos

Cable ACSR: Cable de aluminio con refuerzo central de acero.

Cable AAC: Conductor fabricado en aluminio, de nominación usada gen conductores desnudos.

Cable de Cobre: Cable de cobre desnudo en temple duro, semiduro y suave.

Tamaño o designación		Material	Hilos	Área (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/1000 m)	kg/1000 m 3 Conductores + 5 %	Carga de ruptura (kg)	Ampacidad (A)	Equivalente en Ampacidad
mm ²	AWG o kcmil									
33.6	2	Cu	7	33.62	8.14	305	931	1312	230	-
53.49	1/0	Cu	7	53.48	9.36	485	1479	2155	310	-
85.01	3/0	Cu	7	85.01	11.8	771	2352	3341	420	-
127	250	Cu	19	126.7	15.24	1149	3505	5048	540	-
85.0	3/0	AAC	7	85.01	12.75	234.4	715	1377	330	Cu 1/0
135	266.8	AAC	19	135.2	16.31	372.8	1137	2784	440	Cu 3/0
171	336.4	AAC	19	170.5	18.29	470.1	1434	2730	510	Cu 4/0
242	477	AAC	19	241.7	21.77	666.4	2033	3773	640	300
53.49	1/0	ACSR	6/1	62.4	10.11	216	659	1940	240	Cu 2
85.01	3/0	ACSR	6/1	99.23	12.75	343	1046	3030	315	Cu 1/0
135	266.8	ACSR	26/7	157.22	16.28	545	1662	5100	455	Cu 3/0
171	336.4	ACSR	26/7	198.3	18.31	689	2101	6375	530	Cu 4/0
242	477	ACSR	26/7	281.1	21.8	977	2980	8820	660	300

Tabla 41 Características de conductores desnudos.

2.12.2. Características de conductores múltiples

Características para cable múltiple ACSR

Descripción	Conductores de fase de aluminio duro (AAC)							Cable mensajero ACSR					
	Calibre AWG	Número de cables aislados	Área de la sección mm ²	Número de hilos	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	dc* mm	e* mm	Calibre AWG	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Carga de ruptura mínima kN
(2+1) 1/0-2	1/0	2	53.50	19	0.538	9.47	1.52	2	39.20	7	8.01	0.853	12.67
(3+1) 1/0-2	1/0	3	53.50	19	0.538	9.47	1.52	2	39.20	7	8.01	0.853	12.67
(2+1) 3/0-1/0	3/0	2	85.00	19	0.338	11.94	1.52	1/0	62.40	7	10.11	0.535	19.48
(3+1) 3/0-1/0	3/0	3	85.00	19	0.338	11.94	1.52	1/0	62.40	7	10.11	0.535	19.48

Tabla 42 Características de conductores múltiples 1.

Características para cable múltiple AAC - AAC

Descripción	Conductores de fase de aluminio duro (AAC)							Cable mensajero de aluminio duro (AAC)						
	Designación	Número de cables aislados	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	e* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Designación	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Carga de ruptura mínima kN	
(1+1)8	8	1	8.37	7	3.70	1.14	3.44	8	8.37	7	3.70	3.44	1.67	
(1+1)6	6	1	13.30	7	4.67	1.14	2.17	6	13.30	7	4.67	2.17	2.53	
(2+1)6	6	2	13.30	7	4.67	1.14	2.17	6	13.30	7	4.67	2.17	2.53	
(3+1)6	6	3	13.30	7	4.67	1.14	2.17	6	13.30	7	4.67	2.17	2.53	
(3+1)4	4	3	21.20	7	5.88	1.14	1.36	4	21.20	7	5.88	1.36	3.91	
(2+1)2	2	2	33.60	7	7.42	1.14	0.856	2	33.60	7	7.42	0.856	5.88	
(3+1)2	2	3	33.60	7	7.42	1.14	0.856	2	33.60	7	7.42	0.856	5.88	
(2+1) 1/0-2	1/0	2	53.50	19	9.47	1.52	0.538	2	33.60	7	7.42	0.856	5.88	
(2+1) 3/0-1/0	3/0	2	85.00	19	11.94	1.52	0.338	1/0	53.50	19	9.47	0.538	9.89	
(3+1) 1/0-2	1/0	3	53.50	19	9.47	1.52	0.538	2	33.60	7	7.42	0.856	5.88	
(3+1) 3/0-1/0	3/0	3	85.00	19	11.94	1.52	0.338	1/0	53.50	19	9.47	0.538	9.89	

Tabla 43 Características de conductores múltiples 2.

Características para cable múltiple de cobre Cu-Cu cobre, con mensajero de cobre semiduro

Descripción	Conductores de fase de cobre suave							Cable mensajero de cobre semiduro						
	Designación	Número de cables aislados	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	e* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Designación	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Carga de ruptura mínima kN	
(1+1)8	8	1	8.37	7	3.70	1.14	2.100	8	8.37	7	3.70	2.160	3.0139	
(2+1)8	8	2	8.37	7	3.70	1.14	2.100	8	8.37	7	3.70	2.160	3.0139	
(3+1)8	8	3	8.37	7	3.70	1.14	2.100	8	8.37	7	3.70	2.160	3.0139	
(2+1)4	4	2	21.2	7	5.88	1.14	0.832	4	21.2	7	5.88	0.861	7.3997	
(3+1)4	4	3	21.2	7	5.88	1.14	0.832	4	21.2	7	5.88	0.861	7.3997	
(2+1) 1/0-2C	1/0	2	53.5	19	9.47	1.52	0.329	2	33.6	7	7.42	0.541	11.6000	
(3+1) 1/0-2C	1/0	3	53.5	19	9.47	1.52	0.329	2	33.6	7	7.42	0.541	11.6000	
(3+1) 3/0-2/0C	3/0	3	85.0	19	11.94	1.52	0.207	2/0	67.4	19	10.63	0.270	23.6069	

Tabla 44 Características de conductores múltiples 3.

2.12.3. Características de conductores con aislamiento termoplástico

Características de conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 v, para 75 °C.

Calibre (AWG o KCM)		Material	Hilos	Diámetro del conductor (mm)	Área	Espesor del aislamiento (mm)	Diámetro exterior (mm)	Capacidad de conducción al aire* (A)
mm ²	AWG o kcmil							
53.49	1/0	Cu	19	9.47	53.48	2.03	13.53	230
85.01	3/0	Cu	19	11.94	85.01	2.03	16	310
127	250	Cu	37	14.62	126.7	2.41	19.44	405
152	300	Cu	37	16.01	152.00	2.41	20.83	445

Tabla 45 Características de conductores con aislamiento termoplástico.

Estos conductores se utilizan para la interconexión de las boquillas de baja tensión del transformador a la red, con temperatura ambiente de 30 °C.

Para casos donde se tenga que operar a temperaturas mayores a 30 °C, la capacidad de los conductores se debe ajustar con los siguientes factores de corrección:

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA	
Temperatura ambiente °C	Factor
31 - 40	0.88
41 - 45	0.82
46 - 50	0.75
51 - 55	0.67
56 - 60	0.58

Tabla 46 Factor de corrección por temperatura.

2.12.4. Fijación de conductores de media tensión

La fijación del conductor sobre aisladores de paso será con amarres.

La fijación de conductores sobre aisladores 1C o carrete H será con amarres.

El amarre para líneas de media tensión con conductores de cobre será con alambre suave (o recocido) de cobre 13.3 mm² (6 AWG) para todos los calibres.

En líneas de media tensión con conductores de AAC o ACSR, el amarre será con alambre suave de aluminio 21 mm² (4 AWG) en todos los calibres.

Las grapas remate y suspensión serán de hierro o bronce para conductor de cobre y de aluminio para sujetar ACSR o AAC.

En grapas remate o suspensión, instale las arandelas de presión, apriete correctamente la abrazadera U con las tuercas y no omita instalar la chaveta.

En los puentes de línea de media tensión con conductores de AAC o ACSR apoyados en aislador de paso no se instalarán varillas protectoras. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 685)

2.12.5. Selección de grapas remate

Las grapas se utilizan para rematar y soportar los conductores en líneas de media tensión, neutro o guarda. De acuerdo a su uso o aplicación, la selección será de acuerdo a la siguiente tabla:

RANGO DE APLICACIÓN DE GRAPAS REMATE Y SUSPENSIÓN DE ALUMINIO					
FOTO	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN CORTA	AAC mm ² (AWG)	ACSR	
	2C500-68	RAL 8	85.01 a 241.70 (3/0 a 477)	53.49 a 242.00 (1/0 a 477)	
		PAL 4	85.01 (3/0)	53.49 a 135.00 (1/0 a 3/0)	
		PAL 8	85.01 a 170.5 (3/0 a 336)	53.49 a 135.00 (1/0 a 266)	
		PAL13	135.20 a 241.70 (266 a 477)	135.00 a 242.00 (266 a 477)	
		SAL 6	85.01 a 170.5 (3/0 a 336)	53.49 a 171.00 (1/0 a 336)	
		SAL13	135.20 a 241.70 (266 a 477)	135.00 a 242.00 (266 a 477)	
		2C000-53	RC-14	85.01 (3/0)	53.49 a 85.01 (1/0 a 3/0)
			RC-23	135.20 a 241.70 (266 a 477)	135.00 a 242.00 (266 a 477)

Tabla 47 Rango de aplicación de grapas remate y suspensión de aluminio.

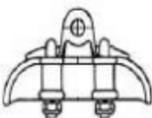
RANGO DE APLICACIÓN DE GRAPAS REMATE Y SUSPENSIÓN DE COBRE			
FOTO	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN CORTA	COBRE mm ² (AWG)
	2G200-30	RPF 18	126.7 (250)
		RRF 12	53.49 a 85.01 (1/0 a 3/0)
		RRF 18	126.7 (250)
			SF 12

Tabla 48 Rango de aplicación de grapas remate y suspensión de cobre.

2.13. AISLADORES TIPO POSTE

Objetivo:

Establecer los requerimientos principales para la adquisición, así como las características electromecánicas y dimensionales que deben cumplir los aisladores tipo poste (sintéticos o de porcelana), utilizados por la comisión federal de electricidad (cfe) en redes y líneas aéreas de distribución hasta 138 kV. (Aisladores tipo poste CFE, 2016, pág. 6)

Definiciones:

- Aislador: Un aislador es un soporte no conductor, para un conductor eléctrico.
- Aislador Tipo Poste: Es aquel que consiste de una pieza de material aislante ensamblado permanentemente aun a base metálica y en ocasiones a un herraje para fijación del conductor, para ser montado rígidamente a una estructura o cruceta por medio de un perno o varios tornillos.
- Aislador para Zonas Contaminadas, PC: Aislador tipo poste que, por sus características dimensionales de diseño del perfil y materiales, es adecuado para trabajar en zonas con nivel de contaminación media, alta y extra alta, de acuerdo a la norma NMX-J-562/1-ANCE.
- Aislador para Zonas con Descargas Atmosféricas, PD: Aislador tipo poste que, por sus características dimensionales de diseño del perfil y materiales, es adecuado para trabajar en zonas con incidencia de descargas atmosféricas, con una probabilidad mínima de flameo o perforación a 60 Hz.

- Distancia de Fuga: Es la distancia en milímetros más corta a lo largo del contorno de la superficie aislante externa del aislador, en la cual se aplica la tensión eléctrica de operación.
- Carbonización (Tracking): Es una degradación irreversible por la formación de caminos conductores iniciándose y desarrollándose en la superficie de un material aislante. Estos caminos son conductores aún en condiciones secas. La carbonización puede ocurrir en superficies de contacto con aire y también en las interfaces de los diferentes materiales aislantes.

Símbolos y abreviaturas:

La descripción corta muestra las principales características descriptivas de los aisladores tipo poste de acuerdo a lo siguiente:

Dónde: R S U V J W

R Tensión eléctrica nominal de sistema.

S Instalación.

U Aplicación.

V Material del aislador.

J Material del herraje

W Distancia de fuga.

Los valores que describen a un aislador tipo poste son los siguientes:

Tensión Eléctrica Nominal del Sistema “R”

- 13 = 13.8 kV.
- 22 = 23 kV.
- 33 = 34.5 kV.
- 69 = 69 kV.
- 115 = 115 kV.
- 138 = 138 kV.

Instalación “S”

- P = Montaje en poste de madera, fibra de vidrio o concreto (para tensiones igual o menores a 34.5 kV).
- PA = Montaje en poste de acero (para tensiones mayores a 34.5 kV).
- PM = Montaje en poste de madera o fibra de vidrio (para tensiones mayores a 34.5 kV).

Aplicación “U” (para Tensiones Igual o Menores a 34.5 kV)

- C = Aislador para zonas contaminadas.
- D = Aislador para zonas con descargas atmosféricas.

Material del Aislador “V”

- P = Porcelana construido en una sola pieza.
- H = Envoltorio de hule silicón, con núcleo de porcelana, fibra de vidrio, concreto polimérico o cualquier material aislante.

- Z = Concreto polimérico construido en una sola pieza

Material del Herraje “J”

- G = Acero inoxidable, acero o hierro nodular galvanizado por inmersión en caliente tipo especial, conforme a la norma NMX-H-004.
- L = Aluminio.

Distancia de Fuga “W”

- 1 = Con distancia específica de fuga mayor a 20 mm / kV.
- 2 = Con distancia específica de fuga mayor a 25 mm / kV.
- 3 = Con distancia específica de fuga mayor a 31 mm / kV.
- 4 = Con distancia específica de fuga mayor a 31 mm / kV y distancia de fuga protegida. (Aisladores tipo poste CFE, 2016, pág. 10)

2.13.1. Selección del Aislador

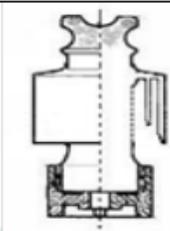
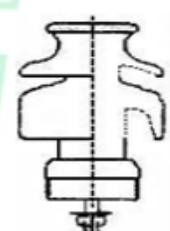
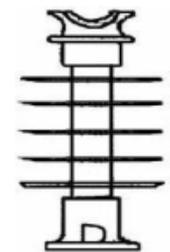
Descripción	Descripción corta	Figura ilustrativa
Aislador tipo poste de una red de distribución de 13.8 kV, para una zona de contaminación, con envoltorio de hule silicón, núcleo de porcelana y herraje de acero inoxidable o hierro nodular galvanizado, con distancia específica de fuga igual o mayor a 31 mm / kV y con distancia de fuga protegida de una sola pieza.	<u>13 P C H G 4</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 23 kV, para una zona de contaminación, de porcelana y herraje de acero inoxidable o hierro nodular galvanizado, con distancia específica de fuga igual o mayor a 25 mm / kV NOTA: Nótese que este aislador tiene distancia de fuga protegida. En caso de cumplir con lo especificado, este aislador puede ser clasificado como 22 PCPG3 ó 22 PCPG4	<u>22 PCPG2</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 34.5 kV, para una zona de contaminación, envoltorio de hule silicón con núcleo de porcelana, fibra de vidrio o concreto polimérico con herraje de aluminio, con distancia específica de fuga igual o mayor a 31 mm / kV	<u>33 P C H L 3</u>	

Tabla 49 Aisladores tipo poste 1.

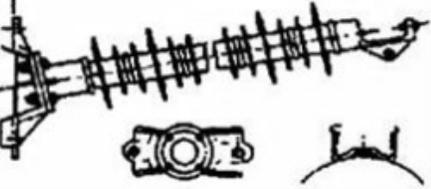
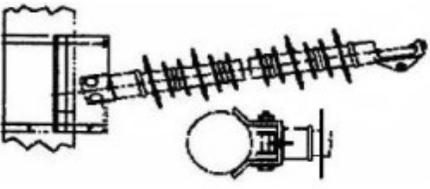
Descripción	Descripción corta	Figura ilustrativa
Aislador tipo poste de una red de distribución de 34.5 kV, para una zona de descargas atmosféricas, de porcelana y herraje de acero inoxidable o hierro nodular galvanizado, con distancia específica de fuga igual o mayor a 20 mm/ kV	<u>33 PDPG1</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 69 kV, para montaje en poste de madera, para una zona normal, de porcelana, herraje de acero galvanizado y con una distancia de fuga igual o mayor a 20 mm / kV. NOTA: Para postes de acero la descripción es 69 PA PG1	<u>69 PM PG1</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 115 kV, para montaje en poste de acero, para una zona de contaminación, con envoltorio de hule de silicón, herraje de acero galvanizado y con una distancia de fuga igual o mayor a 31 mm/kV. NOTA Para postes de madera la descripción es 115 PM PG1	<u>115 PA H G 3</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 138 kV, para montaje en poste de madera o fibra de vidrio, para una zona de contaminación, con envoltorio de hule silicón, herraje de acero galvanizado y con una distancia de fuga igual o mayor a 25 mm/ kV	<u>138 PM H G2</u>	

Tabla 50 Aisladores tipo poste 2.

Tensión Eléctrica nominal del sistema operación (kV)	Tensión máxima De diseño (kV)	Distancia de fuga (Nota1)				
		DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	
					Total (Nota 2)	Protegida
13.8	15.5	300	375	465	465	180
23	27	516	645	800	800	380
34.5	38	760	950	1 178	1 178	600
69	72.5	1 450	1 810	2 245		
85	100	2 460	3 075	3 813		
115	123	2 460	3 075	3 813		
138	145	2 900	3 625	4 495		

Tabla 51 Tension maxima de diseño para aisladores tipo poste

2.14. **ESLABÓN FUSIBLE UNIVERSAL**

Objetivo:

Esta especificación establece las características técnicas de control de calidad y pruebas que debe cumplir el eslabón fusible universal. (Eslabon fusible universal CFE, 2018, pág. 3)

Campo de aplicación:

Aplican para eslabones fusibles para distribución los cuales se utilizan en cortacircuitos fusible hasta 38 kV y 100 a que adquiere la comisión federal de electricidad (cfe) y sus empresas productivas subsidiarias (EPS).

2.14.1. **Características y condiciones generales:**

Clasificación

Se clasifican de acuerdo con sus relaciones de rapidez de fusión en:

- Eslabón fusible tipo fraccionario f (alto impulso) véase tabla 51.
- Eslabón fusible tipo k (rápido) ver tabla 52.
- Eslabón fusible tipo s (estándar), ver tabla 53.
- Eslabón fusible tipo t (lento) ver tabla 54.

Generalidades:

- Los eslabones fusibles deben cumplir con esta especificación y con los requisitos indicados en la norma NMX-J-149-2.

Designación:

- Se designan como se indica en las tablas 51, 52, 53 y 54.

Descripción corta	Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Longitud total (mm)
E F 15-F-0.33	15	0.33	600
E F 15-F-0.50	15	0.50	600
E F 15-F-0.75	15	0.75	600
E F 15-F-1.25	15	1.25	600
E F 15-F-1.50	15	1.50	600
E F 15-F-2.50	15	2.50	600
E F 15-F-2.75	15	2.75	600
E F 15-F-3.50	15	3.50	600
E F 15-F-5.50	15	5.50	600
E F 27-F-0.33	27	0.33	600
E F 27-F-0.50	27	0.50	600
E F 27-F-0.75	27	0.75	600
E F 27-F-1.25	27	1.25	600
E F 27-F-1.50	27	1.50	600
E F 27-F-2.50	27	2.50	600
E F 27-F-2.75	27	2.75	600
E F 27-F-3.50	27	3.50	600
E F 27-F-5.50	27	5.50	600
E F 38-F-0.50	38	0.50	750
E F 38-F-0.75	38	0.75	750
E F 38-F-1.25	38	1.25	750
E F 38-F-1.50	38	1.50	750
E F 38-F-2.50	38	2.50	750
E F 38-F-2.75	38	2.75	750
E F 38-F-3.50	38	3.50	750
E F 38-F-5.50	38	5.50	750

Tabla 52 Designación y características de los eslabones fusible tipo F (alto impulso) para distribución.

NOTA:

La tolerancia permisible en la longitud del eslabón fusible es de ± 20 mm.

Abreviaturas en la descripción corta:

15, 27 y 38 = Tensión nominal, en kV.

0.33, 0.50, 1, 2, 3...100 = Corriente nominal, en A.

EF = Eslabón fusible.

F = Fraccionario (alto impulso).

Descripción corta	Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Longitud total (mm)
EF 15K-1	15	1	600
E F 15K-2	15	2	600
EF 15K-3	15	3	600
E F 15K-5	15	5	600
E F 15K-6	15	6	600
E F 15K-8	15	8	600
E F15K-10	15	10	600
E F 15K-12	15	12	600
E F 15K-15	15	15	600
E F15K-20	15	20	600
E F 15K-25	15	25	600
E F 15K-40	15	40	600
E F 15K-65	15	65	600
E F 27K-1	27	1	600
E F 27K-2	27	2	600
E F 27K-3	27	3	600
E F 27K-5	27	5	600
E F27K-6	27	6	600
E F 27K-8	27	8	600
EF27K-10	27	10	600
E F27K-12	27	12	600
E F27K-15	27	15	600
E F 27K-20	27	20	600
E F 27K-25	27	25	600
E F 27K-40	27	40	600
E F 27K-65	27	65	600
E F 38K-1	38	1	750
E F 38K-2	38	2	750
E F 38K-3	38	3	750
E F 38K-5	38	5	750
E F 38K-6	38	6	750
E F 38K-8	38	8	750
EF38K-10	38	10	750
E F38K-12	38	12	750
E F38K-15	38	15	750
E F38K-20	38	20	750

Tabla 53 Designación y características de los eslabones fusible tipo K (rápido) para distribución.

NOTA:

La tolerancia permisible en la longitud del eslabón fusible es de ± 20 mm.

Abreviaturas en la descripción corta:

15, 27 y 38 = Tensión nominal, en kV.

K = Rápido.

1, 2, 3,...65 = Corriente nominal, en A.

EF = Eslabón fusible.

Descripción corta	Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Longitud total (mm)
E F 15S-1	15	1	600
E F 15S-2	15	2	600
E F 15S-3	15	3	600
E F 15S-5	15	5	600
E F 15S-8	15	8	600
E F 15S-10	15	10	600
E F 15S-12	15	12	600
EF 15S-15	15	15	600
E F 15S-25	15	25	600
EF 15S-40	15	40	600
E F 15S-65	15	65	600
E F 27S-1	27	1	600
E F 27S-2	27	2	600
E F 27S-3	27	3	600
E F 27S-5	27	5	600
E F 27S-8	27	8	600
EF27S-10	27	10	600
E F27S-12	27	12	600
E F27S-15	27	15	600
E F 27S-25	27	25	600
E F 27S-40	27	40	600
E F 27S-65	27	65	600
E F 38S-1	38	1	750
E F 38S-2	38	2	750
E F 38S-3	38	3	750
E F 38S-5	38	5	750
E F 38S-8	38	8	750
E F 38S-10	38	10	750
E F38S-12	38	12	750
E F 38S-15	38	15	750

Tabla 54 Designación y características de los eslabones fusible tipo S (estándar) para distribución.

NOTA:

La tolerancia permisible en la longitud del eslabón fusible es de ± 20 mm.

Abreviaturas en la descripción corta:

15, 27 y 38 = Tensión nominal, en kV.

S = Estándar.

1, 2, 3,...65 = Corriente nominal, en A.

EF = Eslabón fusible.

Descripción corta	Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Longitud total (mm)
E F 15T-10	15	10	600
E F 15T-12	15	12	600
E F 15T-15	15	15	600
E F 15T-20	15	20	600
E F 15T-25	15	25	600
E F 15T-30	15	30	600
E F 15T-40	15	40	600
E F 15T-50	15	50	600
E F 15T-65	15	65	600
E F 15T-80	15	80	600
E F 15T-85	15	85	600
E F 15T-100	15	100	600
E F 27T-10	27	10	600
E F 27T-12	27	12	600
E F 27T-15	27	15	600
E F 27T-20	27	20	600
E F 27T-25	27	25	600
E F 27T-30	27	30	600
E F 27T-40	27	40	600
E F 27T-50	27	50	600
E F 27T-65	27	65	600
E F 27T-80	27	80	600
E F 27T-85	27	85	600
E F 27T-100	27	100	600
E F 38T-10	38	10	750
E F 38T-12	38	12	750
E F 38T-15	38	15	750
E F 38T-20	38	20	750
E F 38T-25	38	25	750
E F 38T-30	38	30	750
E F 38T-40	38	40	750
E F 38T-50	38	50	750
E F 33T-65	38	55	750
E F 38T-80	38	80	750
E F 38T-85	38	85	750
E F 38T-100	38	100	750

Tabla 55 Designación y características de los eslabones fusible tipo T (lento) para distribución.

NOTA:

La tolerancia permisible en la longitud del eslabón fusible es de ± 20 mm.

Abreviaturas en la descripción corta:

15, 27 y 38 = Tensión nominal, en kV.

T = Lento.

10, 12, 15,...100 = Corriente nominal, en A.

EF = Eslabón fusible.

(Eslabon fusible universal CFE, 2018, pág. 10).

2.14.2. Fusibles para transformadores monofásicos

Tabla selectiva de eslabón fusible para protección contra sobre corriente en transformadores de distribución monofásicos.

Nota: La siguiente tabla no es aplicable para transformadores particulares (industriales o de bombeo) cuyo tipo y ciclo de carga es diferente a la red de distribución.

TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS												
kVA	TENSIÓN DEL PRIMARIO (V)											
	Una boquilla						Dos boquillas					
	13200/7620		22860/13200		33000/19050		13200		23000		33000	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
5	0.66	0.50	0.38	0.50	0.26	0.50	0.38	0.50	0.22	0.50	0.15	0.50
10	1.31	1.5	0.76	0.75	0.52	0.50	0.76	0.75	0.43	0.50	0.30	0.50
15	1.97	2	1.14	1	0.79	0.75	1.14	1	0.65	0.75	0.45	0.50
25	3.28	3	1.89	2	1.31	1.5	1.89	2	1.09	1	0.76	0.75
37.5	4.92	5	2.84	3	1.97	2	2.84	3	1.63	1.5	1.14	1
50	6.56	6	3.79	4	2.62	3	3.79	4	2.17	2	1.52	1.5
75	9.84	10	5.68	6	3.94	4	5.68	6	3.26	3	2.27	2
100	13.12	12	7.57	8	5.24	5	7.57	8	4.34	5	3.03	3
167	21.91	20	12.6	12	8.76	8	12.65	12	7.26	7	5.06	5

Tabla 56 Fusibles para protección contra sobrecorriente en transformadore monofásicos.

I. Corriente nominal en media tensión.

F. Capacidad nominal del eslabón fusible.

Nota: 1. Utilice eslabón fusible tipo universal, con velocidad estándar, K y fraccionario.

Tabla selectiva de eslabón fusible para protección contra sobre corriente en transformadores de distribución trifásicos.

Nota: La siguiente tabla no es aplicable para transformadores particulares (industriales o de bombeo) cuyo tipo y ciclo de carga es diferente a la de una red de distribución.

2.14.3. Fusibles para transformadores trifásicos

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS						
kVA	TENSIÓN DEL PRIMARIO (V)					
	13200		23000		33000	
	I	F	I	F	I	F
15	0.66	0.75	0.38	0.50	0.26	0.50
30	1.31	1.5	0.75	0.75	0.52	0.50
45	1.97	2	1.13	1	0.79	0.75
75	3.28	3	1.88	2	1.31	1
112.5	4.92	5	2.82	3	1.97	2
150	6.56	6	3.77	4	2.62	3

Tabla 57 Fusible para protección contra sobrecorriente en transformadores trifásicos.

I.- Corriente nominal en media tensión.

F.- Capacidad nominal del eslabón fusible.

Nota: 1. Utilice eslabón fusible de tipo universal con velocidad estándar, K y fraccionario.

2.15. SISTEMAS DE TIERRA

La seguridad del personal y equipo es de primordial importancia en los sistemas de distribución, por lo que el neutro y la conexión a tierra tienen la misma importancia que las fases energizadas.

Normalmente los sistemas de tierra deben construirse con alambre de cobre semiduro desnudo de 21.2 mm² (4 AWG) mínimo.

Nunca se deben utilizar conductores de ACSR o AAC.

La bajante para tierra en nuevas instalaciones se debe de instalar en el interior del poste, para el caso de instalaciones existentes se podrá instalar por el exterior utilizando protector TS.

La resistencia de tierra debe tener un valor máximo de 25 ohm en tiempo de secas, cuando el terreno esté húmedo debe tener un máximo de 10 ohm.

Todos los neutros contiguos y bajantes de tierra deben estar interconectados, independientemente que no correspondan al mismo circuito o área en baja tensión.

Para áreas de alta incidencia de vandalismo y cuando la bajante de tierra se instale por fuera del poste, se optará por utilizar alambre de acero con recubrimiento de cobre soldado (ACS), de sección transversal de 19.89 mm².

Para áreas de contaminación, todos los conectores a utilizar serán de cobre a compresión. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 767)

2.15.1. Bajante para tierra

La bajante para tierra está compuesta por conductor de cobre conectado a uno o varios electrodos para tierra y equipos de la estructura. En conjunto, el sistema de tierra debe tener la resistencia máxima antes indicada.

MÓDULO DE MATERIALES			
ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
E0000-32	kg	Alambre Cu 4	2
56100-16	Pz	Electrodo para tierra AC* 16	1
2D100-25	Pz	Conector mecánico para tierra MET-16	1

Tabla 58 Materiales para una bajante a tierra en área normal.

MÓDULO DE MATERIALES			
ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
E0000-32	kg	Alambre Cu 4	2
56100-16	Pz	Electrodo para tierra ACS 16	1
2D100-26	Pz	Conector a compresión para electrodo para tierra CET-16	1

Tabla 59 Materiales para una bajante a tierra en condiciones de contaminación.

La bajante a tierra debe ser una, sin empalmes, el extremo inferior conectado al electrodo y el superior directamente al cable de guarda, equipo o neutro del transformador. A la bajante se deben conectar las terminales para tierra de los apartarrayos mediante un conector, así como también las pantallas metálicas de cables aislados.

El orificio del ducto para la bajante a tierra en el poste se ubica a 1.8 m del extremo superior y otro a 1.5 m de la base.

La bajante se instala en el poste antes de hincarlo en la cepa, dejando suficiente conductor libre para las conexiones. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 769)

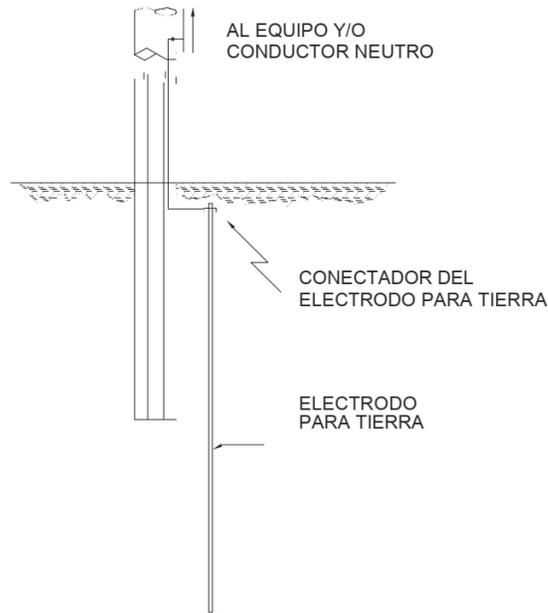


Figura 33 Bajante a tierra.

CONECTADORES PARA TIERRA								
ESPECIFICACIÓN CFE 2D100-26 CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA TIERRA								
	Descripción Corta	Diámetro del electrodo (mm)	Rango del diámetro del conductor (mm)	Dimensiones +0.3				Masa aprox. (kg)
				Tolerancias en mm (-0)				
				D	L	A	B	
	Conector CET-16	16	3.25 - 8.25	17.5	53	19.0	23	0.119

Tabla 60 Conector para tierra 1.

CONECTADORES PARA TIERRA									
ESPECIFICACIÓN CFE 2D100-26 CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA TIERRA									
	Descripción Corta	Diámetro del electrodo (mm)	Rango del diámetro del conductor (mm)	Dimensiones +0.59					Masa aprox. (kg)
				Tolerancias en mm (-0)					
				D	L	LI	A	B	
	Conector MET-16	16	3.25 - 8.25	17.5	43	25	22.3	26	0.08

Tabla 61 Conector para tierra 2.

CONECTADORES DERIVADORES PARALELOS					
ESPECIFICACIÓN CFE 55000-86 CONECTADORES DERIVADOS PARALELOS					
	DESCRIPCIÓN CORTA	CONDUCTOR			
		PRINCIPAL	DERIVADO	PRINCIPAL	DERIVADO
	CDP-7-10 /4-6	1/0	4	---	---
	CDP-7-10 / 7-10	1/0	1/0	---	---
	CDP-11-12 /7-10	3/0	1/0	---	---
	CDP-11-12 /11-12	3/0	3/0	1/0	1/0

Tabla 62 Conector Derivador Paralelo.

2.15.2. Electrodo para tierra

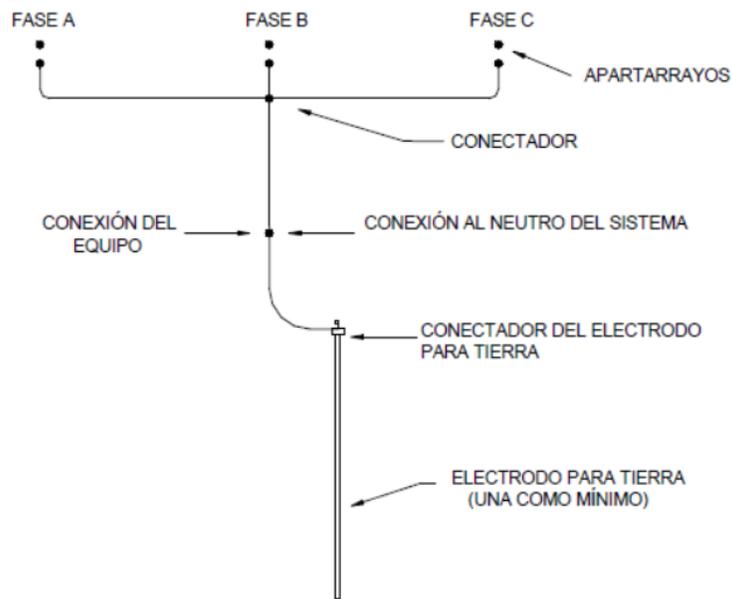


Figura 34 Diagrama esquemático de una bajante de tierra para equipo.

La conexión a la línea

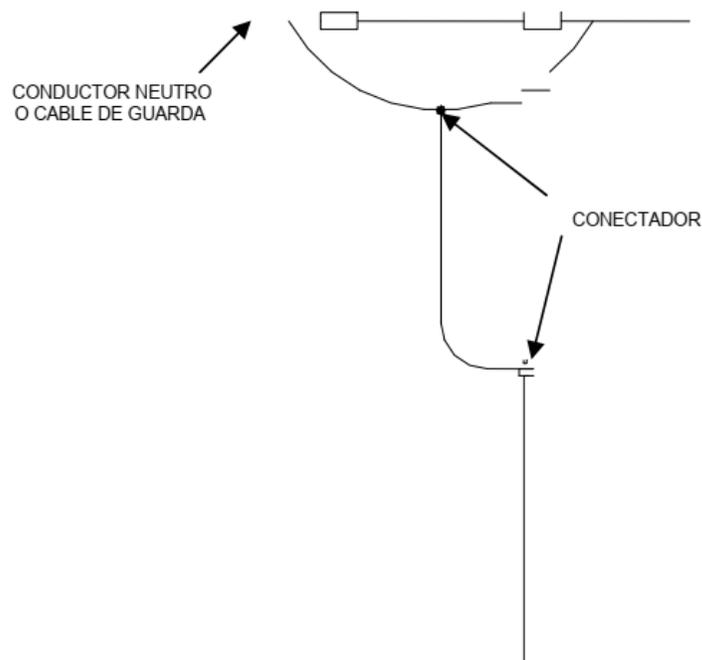


Figura 35 Diagrama esquemático de una bajante de tierra para la línea.

- La conexión de la bajante de tierra al neutro o cable de guarda de ACSR ACS se debe hacer con conector
- De existir puentes en la estructura, hacer la conexión en un puente, no en la línea con tensión mecánica.

Al clavar el electrodo es necesario utilizar como guía un tubo en el cual se inserte la varilla para que al golpearla no se flexione.

En áreas urbanizadas el electrodo debe quedar al nivel de piso. En áreas rurales (en despoblado), debe quedar a 20 cm de profundidad. En ambos casos se debe colocar frente al orificio para la bajante de tierra del poste.

2.15.3. Selección del conductor neutro corrido

El conductor neutro en un sistema balanceado tipo A (3F-4H) multiterrizado en líneas de media tensión, se debe seleccionar de acuerdo a la tabla siguiente:

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR PUESTO A TIERRA CORRIDO (NEUTRO CORRIDO)					
Conductor de fase			Conductor puesto a tierra (neutro corrido)		
mm ²	AWG o kcmil	Material	mm ²	AWG o Kcmil	Material
53.5	1/0	ACSR	53.5	1/0	ACSR
85	3/0		53.5	1/0	
135	266.8		53.5	1/0	
171	336.4		53.5	1/0	
242	477		85.0	3/0	
53.5	1/0	Cobre	33.6	2	Cobre
85	3/0		53.5	1/0	
127	250		53.5	1/0	

Tabla 63 Selección del conductor puesto a tierra corrido (neutro corrido).

En áreas urbanas el neutro será el de la línea de baja tensión, siempre y cuando sea equivalente o mayor al de la tabla; de no cumplirse esta condición, se debe instalar un neutro cuyo calibre que cumpla la tabla anterior.

Para líneas de media tensión con guarda, ubicadas en áreas rurales con contaminación se debe utilizar cable ACS (cable de acero recubierto con cobre soldado) como cable de guarda, en su equivalente al conductor de cobre en conductividad.

El neutro como cable de guarda no se debe instalar en áreas urbanas.

2.15.4. Conexión a tierra del neutro corrido o guarda

La bajante de tierra debe ser alambre de cobre 21.2 mm² (4 AWG) semiduro desnudo.

Para la conexión del conductor neutro corrido a la bajante de tierra, se debe utilizar el conector adecuado.

En líneas de media tensión rurales con neutro corrido o cable de guarda, se debe instalar una bajante de tierra cada dos estructuras conectándose a dicho conductor.

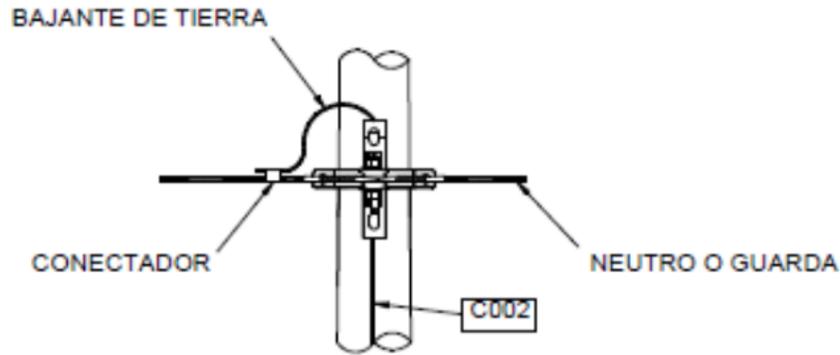


Figura 36 Bajante de tierra

Cuando exista cable de guarda, la bajante de tierra se sostendrá entre el canal del bastidor B1 y el poste.

Cuando la bajante de tierra pase por la cruceta, se sujetará en una de las tuercas de la abrazadera. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 777)

2.16. LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

Las tensiones eléctricas de las líneas de baja tensión están normalizadas como sigue:

SISTEMA	TENSIÓN ELÉCTRICA
2F - 3H	120/240 V
3F - 4H	220Y/127 V

Tabla 64 Tensiones eléctricas de baja tensión.

Las líneas de baja tensión se instalan en un nivel inferior a las líneas de media tensión y de equipos.

Los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tensión deben ser conductores múltiples para distribución aérea hasta 600 V para 75 °C, con el cable mensajero de ACSR para fases de aluminio o de cobre con fases de cobre.

El forro es una cubierta aislada que evita fallas por contactos momentáneos con objetos o ramas de árboles.

La regulación de voltaje en las instalaciones de baja tensión será de un máximo de 5 áreas trifásicas y de 3 % en áreas monofásicas en condiciones de demanda máxima.

El conductor de fase mínimo a utilizar en líneas de baja tensión con material de cobre será de 53.5 mm² (1/0 AWG).

Para instalaciones con conductor de aluminio puro (AAC) será de 53.5 mm² (1/0

AWG).

La instalación del bastidor para fijación de instalaciones de baja tensión se hará con abrazaderas BS, BD o fleje de acero.

La longitud máxima de las instalaciones de baja tensión no debe exceder a 100 m, a cada lado del transformador.

Debe utilizarse preferentemente sistema monofásico salvo aquellos casos en que se prevea que habrá cargas trifásicas.

Las capacidades de los transformadores tipo poste serán preferentemente de 15 kVA y 25 kVA en poblados rurales y 25 kVA, 37.5 kVA y 50 kVA en perímetros urbanos. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 781)

2.16.1. Estructuras para líneas de baja tensión

Esta especificación muestra las estructuras de baja tensión más usuales tanto para sujetar conductores múltiples de cobre como de AAC.

En el caso de fijar la baja tensión en estructuras para líneas de media tensión utilice fleje de acero inoxidable o abrazadera 2B*. El asterisco indica que el campo puede tener diferente letra (S o D).

En los bastidores B* (el asterisco indica el número de espacios para los aisladores). Ejemplo: un bastidor B2 indica que se trata de un bastidor con espacio para dos aisladores.

Los puentes de conexión entre líneas de baja tensión serán horizontales, moldeados y preferentemente por el lado de la calle. (Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 782)

2.16.2. Estructura de paso

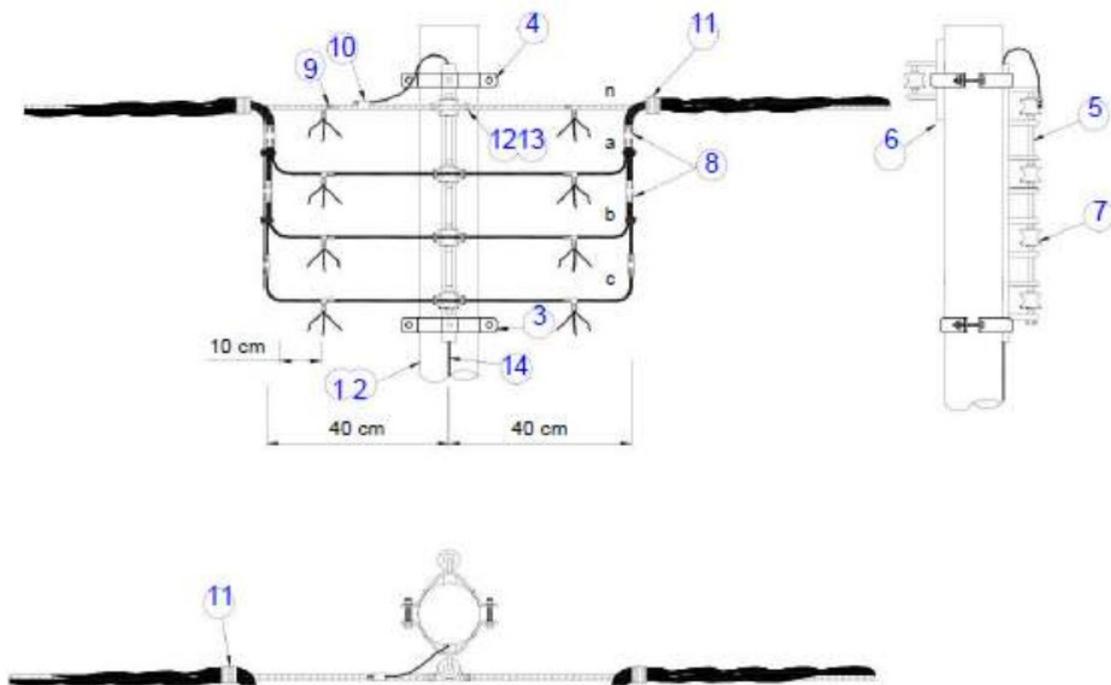


Figura 37 Estructura de paso.

MÓDULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9-400	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9C-400	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS (1)	1	1	1	1
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BD (1)	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B* (2)	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1	1
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conector	4	6	4	6
9		Pz	Conector	6	8	6	8
10		Pz	Conector	1	1	1	1
11	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	2	3	2	3
12	E0000-31	Lote	Alambre aluminio suave 4	-	-	1	1
13	E0000-32	Lote	Amarre alambre de cobre	1	1	-	-
14		Lote	Bajante de tierra	1	1	1	1

Tabla 65 Materiales para estructura de paso.

2.16.3. Estructura de remate

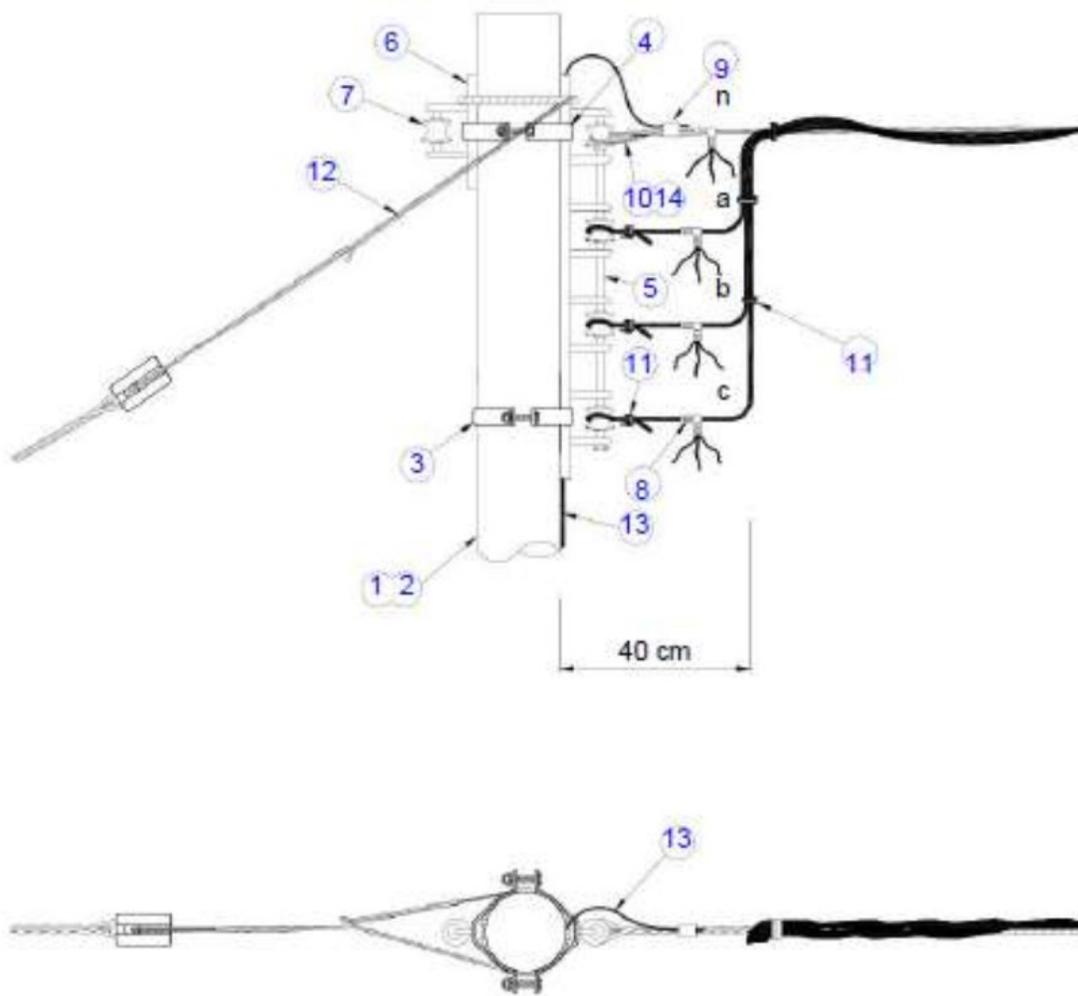


Figura 38 Estructura de remate.

MÓDULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9-400	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9C-400	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1	1
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BD	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B* (2)	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1	1
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conector	3	4	3	4
9		Pz	Conector	1	1	1	1
10	51000-69	Pz	Remate P ACSR * (5)	-	-	1	1
11	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	1	2	1	2
12		Lote	Retenida	1	1	1	1
13		Lote	Bajante de tierra	1	1	1	1
14	E0000-32	Lote	Amarre alambre de cobre	1	1	-	-

Tabla 66 Materiales para estructura de remate

2.16.4. Estructura de anclaje

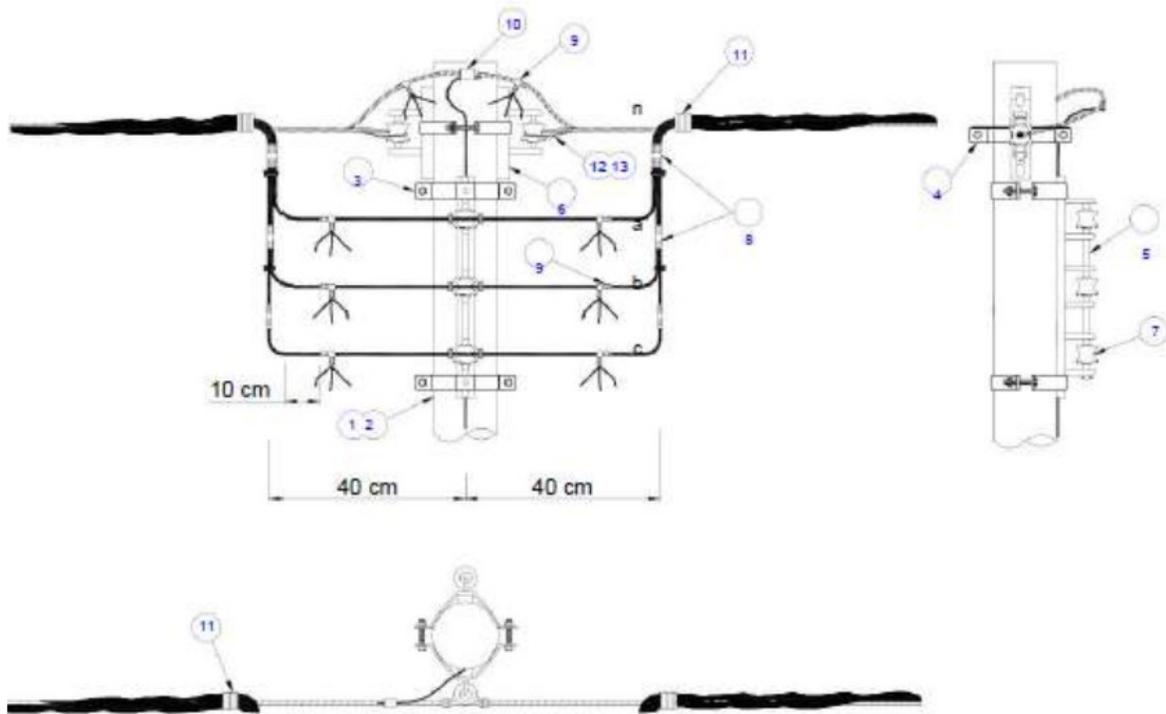


Figura 39 Estructura de anclaje.

MÓDULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9-400	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9C-400	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	2	2	2	2
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BD	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B*	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	2	2	2	2
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conectador	4	6	4	6
9		Pz	Conectador	6	8	6	8
10		Pz	Conectador	1	1	1	1
11	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	2	3	2	3
12	51000-69	Pz	Remate preformado	-	-	2	2
13	E0000-32	Lote	Amarre alambre de cobre	2	2	-	-

Tabla 67 Materiales para estructura de anclaje.

2.16.5. Estructura con conexión a transformador tipo poste

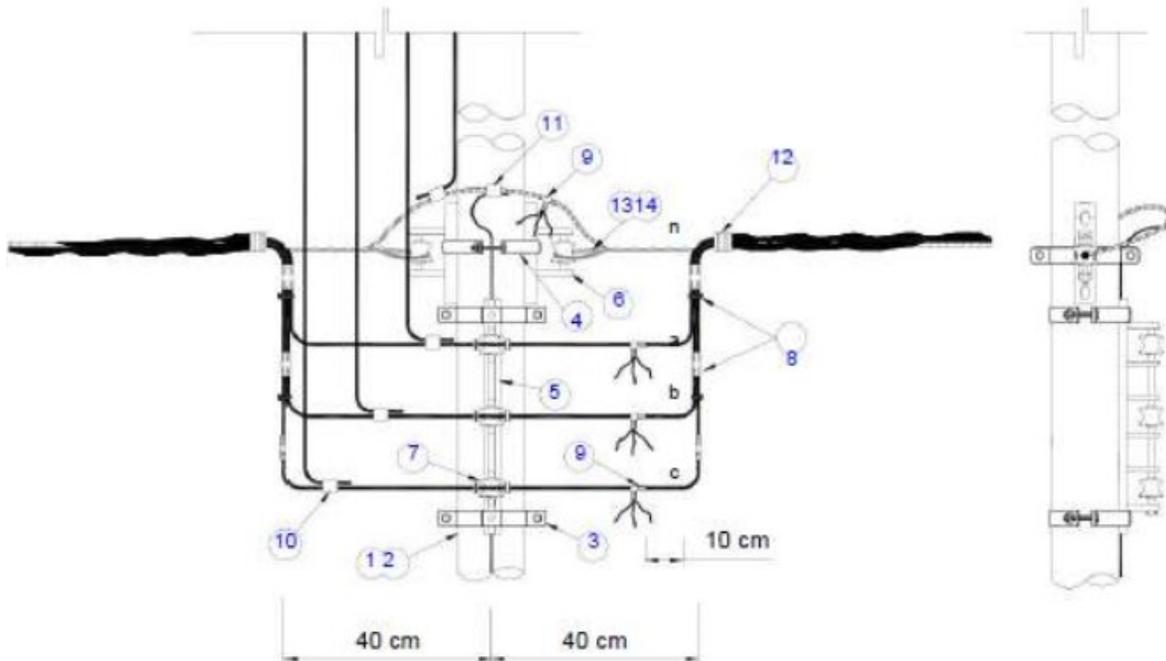


Figura 40 Estructura con transformador tipo poste

MÓDULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12C-750	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 3BS	2	2	2	2
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 3BD	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B*	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	2	2	2	2
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conectador	4	6	4	6
9		Pz	Conectador ₁	3	4	3	4
10		Pz	Conectador	3	4	3	4
11		Pz	Conectador	1	1	1	1
12	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	2	3	2	3
13	51000-69	Pz	Remate preformado	-	-	2	2
14	E0000-32	Lote	Amarre alambre de cobre	2	2	-	-

Tabla 68 Materiales para estructura con transformador tipo poste.

(Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE, 2014, pág. 790)

3. DESARROLLO

3.1.LEVANTAMIENTO DE CAMPO

En una visita realizada al lugar, se inició un levantamiento de campo de los lotes y casas, así como también de la red eléctrica existente, esto para determinar y proponer un proyecto adecuado a las necesidades del ejido. Se inició con la realización de un croquis de ubicación de postes con sus respectivas estructuras y retenidas.

La red eléctrica existente para obtener los servicios de energía eléctrica en media tensión para el ejido El Brasil, municipio de Chiapa de Corzo se encuentra a una distancia aproximada de 1,300 metros, dicha red de energía eléctrica es de tipo aérea propiedad de la comisión federal de electricidad (C.F.E.).

El circuito en que nos interconectaremos está construido con una línea de media tensión en 3 fases - 3 hilos con cable ACSR cal. 3/0 y siendo de 34.5 kV. Con postes de concreto reforzado de 12 metros de altura, de 750 kg de resistencia a la flexión, y estructuras de tipo TS3N.

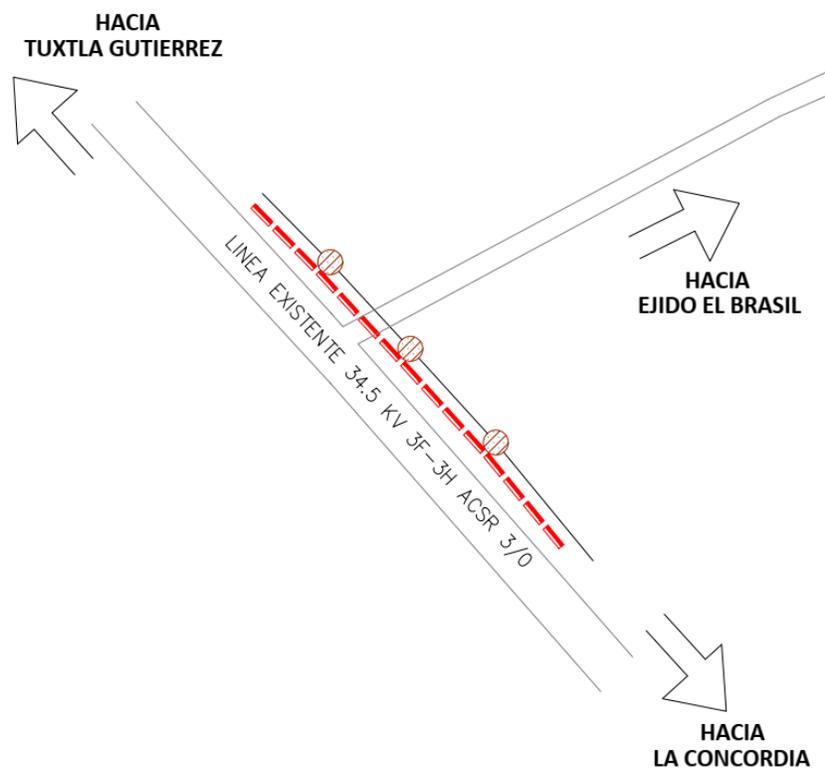


Figura 41 Red existente.

3.2.ELABORACION DE PROYETO

En la elaboración del proyecto se toman en cuenta los datos recabados en el levantamiento de campo, ya que son de suma importancia para saber y conocer la cantidad de lotes y casas a energizar, así como también la distancia que existen entre el punto de conexión y la localidad.

Se procedió a la elaboración del proyecto teniendo en cuenta la distribución de los lotes

y casas del ejido.

Para saber la capacidad de los transformadores que se instalaran, fue necesario hacer el cálculo de todas las cargas que se pretende tener. Tomando como referencia 1.2 KVA por lote para efectos de cálculo siendo una zona rural.

La carga a instalar es la siguiente:

Cantidad de lotes: 38

Carga por lote: 1.2 KVA

Carga total: $38 \times 1.2 \text{ KVA} = 45.6 \text{ KVA}$.

Teniendo el valor de carga total se propone instalar 5 transformadores monofásicos tipo poste de 2 boquillas con relación de transformación 33000/240-120 voltios, 60 Hz, conexión delta-estrella, como se muestra en la siguiente tabla, eso debido a la distribución de los lotes.

No. DE LOTES	KVA POR LOTE	KVA TOTAL	KVA TRANSFORMADOR
4	1.2	4.80	10
8	1.2	9.60	15
11	1.2	13.20	25
7	1.2	8.40	15
8	1.2	9.60	15
38		45.60	80

Tabla 69 Calculo KVA - Transformador.

3.2.1. Plano proyecto

Se inicia con la elaboración de un plano proyecto el cual se entrega a la Comisión Federal de electricidad CFE, para su evaluación y aprobación, indicando punto de entronque, distancias entre postes, estructuras, conductores y transformadores a utilizar (ver Anexo 5, 6, 7, 8 y 9).

Con la ayuda del GPS, se obtuvo las coordenadas del poste el cual se pretende usar como punto de conexión o punto de entronque para nuestra red.

COORDENADAS PUNTO DE ENTRONQUE	
X	504252.961
Y	1821518.751

Tabla 70 Coordenadas punto de entronque.

3.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Conociendo la capacidad de los transformadores a instalar, se procede a hacer cálculos individuales, ya que cada transformador tendrá diferente carga a la cual le suministrará energía.

3.3.1. Potencia activa

Potencia activa o potencia real que suministrará cada transformador en base a la carga a conectar.

Formula:

$$S = \frac{P}{F.P.}$$

Dónde:

S = potencia aparente en KVA (KVA total).

P = potencia activa o potencia real en KW.

F. P = factor de potencia. (0.90)

Despejaremos P:

$$P = S * F.P.$$

Sustituyendo datos:

Transformador 1.

$$P = 4.8 \text{ KVA} * 0.90 = 4.32 \text{ KW}$$

Transformador 2.

$$P = 9.6 \text{ KVA} * 0.90 = 8.64 \text{ KW}$$

Transformador 3.

$$P = 13.2 \text{ KVA} * 0.90 = 11.88 \text{ KW}$$

Transformador 4.

$$P = 8.4 \text{ KVA} * 0.90 = 7.56 \text{ KW}$$

Transformador 5.

$$P = 9.6 \text{ KVA} * 0.90 = 8.64 \text{ KW}$$

3.3.2. Factor de demanda

El factor de demanda en un intervalo de un sistema de distribución o de una carga, es la relación entre su demanda máxima en el intervalo considerado y la carga total instalada. Obviamente el factor de demanda es un número adimensional; por tanto la demanda máxima y la carga instalada se deberán

considerar en las mismas unidades, el factor de demanda generalmente es menor que 1 y será unitario cuando durante el intervalo de todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales. Por lo tanto, el factor de demanda se expresa: (Diseño eléctrico de tienda departamental, 2010, pág. 4)

$$Fd = \frac{Dmax}{Ctotal}$$

Donde:

Fd = Factor de demanda (consideraremos Fd = 1).

Dmax = Demanda máxima.

Ctotal = Carga total instalada (KVA total).

Despejando Dmax:

$$Dmax = Fd * Ctotal$$

Sustituyendo datos:

Transformador 1.

$$Dmax = 1 * 4.8 KVA = 4.8 KVA$$

Transformador 2.

$$Dmax = 1 * 9.6 KVA = 9.6 KVA$$

Transformador 3.

$$Dmax = 1 * 13.2 KVA = 13.2 KVA$$

Transformador 4.

$$Dmx = 1 * 8.4 KVA = 8.4 KVA$$

Transformador 5.

$$Dmax = 1 * 9.6 KVA = 9.6 KVA$$

3.3.3. Factor de utilización

El factor de utilización de un sistema de distribución es la relación entre demanda máxima y la potencia del transformador instalado. De tal forma el factor de utilización es expresada en %.

$$Fu = \frac{Dmax}{KVATR's} * 100$$

Donde:

Fu = Factor de utilización en %.

Dmax = Demanda máxima.

KVAtr's = Potencia del transformador (KVA transformador).

Sustituyendo datos:

Transformador 1.

$$Fu = \frac{4.8 \text{ KVA}}{10 \text{ KVA}} * 100 = 48 \%$$

Transformador 2.

$$Fu = \frac{9.6 \text{ KVA}}{15 \text{ KVA}} * 100 = 64 \%$$

Transformador 3.

$$Fu = \frac{13.2 \text{ KVA}}{25 \text{ KVA}} * 100 = 52.8 \%$$

Transformador 4.

$$Fu = \frac{8.4 \text{ KVA}}{15 \text{ KVA}} * 100 = 56 \%$$

Transformador 5.

$$Fu = \frac{9.6 \text{ KVA}}{15 \text{ KVA}} * 100 = 64 \%$$

Los datos anteriores nos indican que los transformadores estarán operado a menos del 80 % de su capacidad, lo cual hace que pueda soportar cargas a futuro, esto debido al incremento poblacional.

3.4. AUTORIZACIÓN DE OBRAS CONSTRUIDAS POR TERCEROS QUE SERÁN ENTREGADAS A CFE (SISPROTER)

No.	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN PARA OBRA MAYOR
0	Solicitante/Constructor	Inicio de trámite
1	Solicitante	Designa Proyectista para gestión del trámite de aprobación del proyecto
2	Proyectista	Entrega Oficio de Presupuesto de Obra derivado de la Solicitud de Servicio de Energía Eléctrica Bajo el Régimen de Aportaciones (Formato 1), proyecto y memoria técnica.
3	Departamento de Planeación	Revisión y aprobación del proyecto. ¿El proyecto cumple con la normatividad vigente. Guía 1 ó 2? Si = Continúa en actividad 4. No = Continúa en actividad 2.
4	Departamento de Planeación	Emite y entrega oficio de aprobación adjuntando planos y memoria técnica del proyecto aprobado al Proyectista.
5	Departamento de Planeación	Formaliza convenio con el solicitante.
6	Solicitante	Efectúa pago de aportación convenida.
7	Solicitante	Designa constructor.
8	Departamento de Planeación	Envía expediente a Distribución/Planeación-Construcción quien designa e informa el nombre del supervisor de obra.
9	Constructor	Entrega aviso de inicio de obra (Formato 3).
10	Distribución/Planeación-Construcción	Supervisa la construcción de las obras de acuerdo al proyecto aprobado y abre registro de supervisión de obra (Formato 4).

Tabla 71 Descripción de procedimiento para obra mayor 1.

No.	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN PARA OBRA MAYOR
11	Distribución/Planeación- Construcción	¿Detecta anomalías durante la supervisión? Si =Continúa en actividad 12. No=Cierra registro de supervisión de obra, continúa en actividad 13.
12	Constructor	Corrige anomalías relevantes observadas por el supervisor de obra de CFE y continúa en la actividad 10.
13	Constructor	Proporciona documentación (Anexo B) para su entrega - recepción.
14	Distribución/Planeación- Construcción	Formula y formaliza con el solicitante el acta de entrega - recepción. (Formato 6) y emite oficios para energizar y contratar.
15	Fin de trámite	Fin de trámite.

Tabla 72 Descripción de procedimiento para obra mayor 2.

(Construcción de obras por terceros CFE, 2014, pág. 13)

3.5. BASES DE PROYECTO

BASES DE PROYECTO PARA RED DE DISTRIBUCION AEREA

1. Densidad de carga. Tipo: domestico 1 Kw.
2. Localización de conexión primaria. Los puntos de conexión a la a nuevas obras serán en nuestra red de distribución a través de nuestra red existente.
3. Características eléctricas de media tensión en sistemas aéreos.
 - 3.1 El suministro en media tensión será en 34500 volts, sistema 3 fases 4 hilos.
 - 3.2 La red de distribución primaria será de tipo aéreo, y se utilizará sistemas 3F-4H configurado con una troncal en sistema radial o anillo según convenga a cada caso.
 - 3.3 La caída máxima de tensión no deberá exceder del 1% en condiciones normales de operación.
 - 3.4 El circuito troncal será en 3F-4H y calibre de conductor: AAC 3/0 desnudo o semiaislados (para zonas arboladas o reserva ecológicas), este conductor no será menor equivalente al AAC-CU – de 53.49 mm² de superficie.
 - 3.5 Los ramales serán en 3F-4H o 2F-3H, tipo y calibre de conductor: AAC 3/0 desnudo o semiaislados (para zonas arboladas o reservas ecológicas).
 - 3.6 Para el sistema de 3F-4H, el neutro será: cable de aluminio (ACSR1/0) y deberá aterrizararse a través de sus estructuras cada 300 m aproximadamente.

En ningún caso será menor al equivalente del cable de cobre con una superficie de 33,62 mm² indicado en las normas de construcción de la C.F.E.

3.7 Las pérdidas máximas permisibles en demanda máxima no deberán exceder del 5%.

4. Características de instalaciones del circuito primario en media tensión.

4.1 Las estructuras de soporte del circuito primario estarán montados en postes normalizados por la C.F.E. poste de concreto, 12 mts de longitud y 750 kg de resistencia mecánica de flexión.

4.2 El aislamiento primario será de tipo alfiler (33PD), aislado para 38 kV; en estructuras tipo TS y tipo anclaje, (aislamiento sintético).

4.3 En las estructuras de media tensión tipo de anclaje, en donde se realicen puentes aéreos deberá de considerarse conductor semiaislado con las características eléctricas correspondientes a un sistema para 34.5 Kv.

4.4 La distancia interpostal será de 40 a 50 mts en área urbana y 100 mts en campo travesía.

4.5 El equipo de protección y seccionamiento de los circuitos en media tensión serán: los equipos de protección y seccionamiento será a través de cortocircuitos fusibles hasta una carga de 125 KVA, para cargas mayores a 125 KVA para menores a 250 KVA se protegerá con cortocircuitos fusible de triple disparo o reconectado con apertura visible, para cargas superiores será a través de equipos con re cierre automático y operación trifásica.

5. Características eléctricas del sistema de distribución en baja tensión tipo aéreo.

5.1 El circuito secundario tendrá una extensión radial máxima de 100 mts. A partir del transformador con una caída de tensión de hasta 3% en sistema monofásico y de 5% para trifásico, instalándose cable múltiple de aluminio 2+1 o 3+1 en calibre mínimo 1/0.

5.2 El conductor de salida de las boquillas secundarias del transformador al bus secundario deberá ser como mínimo cable CUF 1/0 a 600 volts.

5.3 La distancia interpostal del circuito secundario no será mayor de 50 mts en aérea urbana y 50 mts en rural.

6. Transformadores de distribución y sus protecciones básicas.

6.1 Los transformadores de distribución a instalarse serán de acuerdo al sistema de la red en operación existente (2F/1F-N) y la máxima capacidad a instalarse debe ser de 25 KVA, las redes de baja requieran sistemas trifásicos se construirán con tres bancos monofásicos.

6.2 Todos los transformadores serán de tipo poste autoProtegido de acuerdo a especificaciones y con un factor de utilización proyectado será entre 90 y 100%.

- 6.3 El dispositivo de protección contra sobretensiones en media tensión serán apartarrayos del tipo distribución de óxidos metálicos, según especificaciones de CFE, para operar en 34.5 KV de la red proyectada.
- 6.4 Los cortacircuitos fusibles de protección de los transformadores de distribución serán del tipo expulsión a 38 KV para operarse en 34.5 KV.
- 6.5 Para los puentes de conexión con conductor CU4 que se instalan de los cortacircuitos a la boquilla del transformador, deberá de considerarse un forro o manga aislante para protección anti fauna.
7. Sistemas de tierra en media tensión y baja tensión.
- 7.1 Conexión del neutro en circuito primario. En las líneas y ramales diseñados de 3F-4 H, conductor del neutro debe ser aterrizado alternadamente con una distancia media de 300 m y su valor debe ser de 10 ohm en época de estiaje y de 5 ohm en temporadas de lluvia.
- 7.2 Partes metálicas de equipo eléctrico con conexión a tierra. Todos los equipos de transformación, protección, maniobras y otras maniobras, serán conectados a electrodos a tierra y cuyo sistema integrado no debe exceder a 10 ohm para época de estiaje y 5 para temporadas de lluvia. Cuando el proyecto contemple la posibilidad de instalar más de uno de los equipos antes mencionados en una misma estructuras o áreas compartidas la bajante a tierra será única y sin corte físico ni curvaturas que afecten la adecuada circulación de la corriente de impulso. (mismo conductor continuo para para apartarrayos, tanque y conductor del neutro del transformador).
- 7.3 Referencia a tierra del neutro secundario. El neutro en estructuras de remate del circuito en baja tensión, debe aterrizar a un electrodo a tierra, cuyo valor de resistencia en ohm no exceda los valores antes mencionados.
- 7.4 Consideraciones generales de construcción. En todos los casos de conexión de un electrodo a tierra para los circuitos de media y baja tensión, se apejarán a lo anunciado por la norma de CFE-090000 de construcción para líneas aéreas.
8. Acometidas y medición.
- 8.1 Para el diseño de la red de distribución eléctrica se deben considerar una longitud media para acometidas secundarias de hasta 35 metros en área urbanas y 50 metros en área rural.
- 8.2 Las preparaciones de la recepción del medidor, así como las características de construcción de muretes y acometidas se ajustarán a lo establecido en norma divisionales de medición y acometidas, misma que se darán a conocer junto con el convenio de construcción que se suscriba con esta C.F.E. posterior a la aprobación de este proyecto.
- 8.3 En la conexión para las acometidas aéreas deberá de considerarse CONECTOR IPC MULTIPLE PARA CABLE DESNUDO PARA 6 VIAS,

el cual deberá de contemplar las siguientes características técnicas. El sistema para conductores desnudos en redes aéreas de distribución en baja tensión, debe estar constituido por un conector aéreo mecánico dual, es decir, diseñado para que el conductor principal sea cable desnudo y el derivador sea una barra derivadora aislada de 6 salidas, debe operar en redes aéreas instaladas altamente corrosivos y contaminados, en tensiones nominales no mayores a 600 volts ca con capacidad máxima de corriente de 250 a.

3.6.INICIO DE OBRA

Ya teniendo el proyecto aprobado y el punto de conexión, se procede con iniciar la construcción de la obra. Con los pasos que se describen a continuación.

3.6.1. Trazo y apertura de cepas, instalación de postes y herrajes

Se realiza el trazado y ubicación de las cepas, así como la colocación, plomeo de postes, herrajes y retenidas para la red de M. T. y B. T.

La profundidad de la cepa para empotrar postes está en función del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. El diámetro de la cepa es de 50 cm como mínimo en todos los casos. Como indica el capítulo 2.9.1.

Se usa la siguiente formula:

$$PDE = 10\%HPoste + 50 \text{ cm.}$$

Donde:

PDF = Profundidad del empotramiento

10%HPoste = 10 % de la Altura del poste.

En este caso se instalaran postes de 12 metros de altura por lo tanto la profundidad de las cepas será:

$$PDE = 120 \text{ cm} + 50 \text{ cm} = 170 \text{ cm}$$

La profundidad de las cepas para anclas debe ser de 140 cm para que la inclinación del perno ancla sea de 45°. Como indica el capítulo 2.9.2.

Las retenidas volada estaca y ancla se usaron postes PC-9-400 para futuros desarrollos. Por lo tanto la profundidad de la cepa será:

$$PDE = 90 \text{ cm} + 50 \text{ cm} = 140 \text{ cm.}$$



Foto 1 Trazo y localizacion de cepas para postes y anclas.



Foto 2 Trazo y localizacion de cepas para postes y anclas 2



Foto 3 Apertura de cepas para anclas..



Foto 4 Apertura de cepas para postes.

Teniendo las cepas para postes y para las retenidas. Se lleva a cabo el empotramiento de los postes. Para lo cual fue necesario la utilización de una grúa, con ella se facilitó el empotramiento de los postes. Ya que estos tienen un peso poco mayor de 1 tonelada y se dificulta hacer tal trabajo a maniobra.



Foto 5 Suministro de piedra para cepas de postes y anclas.



Foto 6 Empotramiento de postes



Foto 7 Empotramiento de postes 2.

Se realizó el plomeo y aseguramiento de los postes con tierra, material extraído de la cepa y piedras, compactando a cada 20-30 cm. para asegurar que no queden huecos entre piedras y que esto pueda provocar inclinación que pueda dañar la instalación eléctrica en futuro.



Foto 8 Aseguramiento de postes con tierra y piedra.



Foto 9 Aseguramiento de postes con tierra y piedra 2.



Foto 10 Colocacion y aseguramiento de ancla para RSA.

Ya teniendo los postes colocados y plomeados, se lleva a cabo la instalación de los dispositivos de media tensión llamados estructuras o herrajes, los cuales están descritos en anexo 8 Dispositivos Red Media Tension.

3.6.2. Cálculo y tendido de conductores de M.T.

Hacer cálculos para selección de conductores adecuados de M.T., Realizar el tendido, el pre tensionado y el tensionado final de los conductores seleccionados.

En base al plano se determina las medidas de los conductores fase y neutro

corrido. Los cuales son de diferentes calibres.

RESUMEN DE CONDUCTOR		
MEDIA TENSION 3F-3H ACSR 3/0	1+300	KM
NEUTRO CORRIDO ACSR 1/0	1+300	KM

Tabla 73 Conductor ACSR plano 1

RESUMEN DE CONDUCTOR RED		
MEDIA TENSION 2F-2H ACSR 3/0	0+658	KM

Tabla 74 Conductor ACSR plano 2

Realizando la suma de las fases obtenemos: 1,300 metros lineales de cada fase por 3 fases por lo tanto tendremos 3,900 metros lineales en la tabla 1, ahora se hace el cálculo de la tabla 2 en la cual son 2 fases y 658 metros lineales, por lo que se obtiene 1,316 metros lineales.

La suma de los metros lineales de las 2 tablas será la cantidad total de metros lineales

$$3,900 \text{ m. lineales} + 1316 \text{ m. lineales} = 5216 \text{ metros lineales.}$$

Como se usara cable 3/0. Se procede a hacer una multiplicación por un factor de 343.8 Kg/Km. como indica en el anexo 10, ya que es conductor se comercia en Kg.

$$\frac{5216 \text{ m. lineales}}{1000 \text{ m.}} = 5.216 \text{ Km. lineales}$$

$$5.216 \text{ Km} * 343.8 \frac{\text{Kg}}{\text{Km}} = 1793.2698 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto se necesitara comprar 1793.2698 Kg. de cable calibre 3/0.

Ahora se procede con el conductor de neutro corrido que son 1300 m. lineales de calibre 1/0. Y tiene un factor de 216.2 Kg/Km. como indica en el anexo 11.

$$\frac{1300 \text{ m. lineales}}{1000 \text{ m.}} = 1.3 \text{ Km. lineales}$$

$$1.3 \text{ Km} * 216.2 \frac{\text{Kg}}{\text{Km}} = 281.06 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto se necesitara comprar 281.06 Kg. de cable ACSR calibre 1/0.



Foto 11 Tensionado de conductor en estructura AD3N.



Foto 12 Tensionado de conductor en estructura RD3N/RD3.



Foto 13 Tensionado de conductor en estructura VD3N.

3.6.3. Instalación de transformadores

Determinar la capacidad de los transformadores a instalar, compararlos entre sí desde el punto de vista técnico y económico para determinar el más eficiente de acuerdo a las necesidades de la colonia.

RESUMEN DE TRANSFORMADOR	
TRANSFORMADOR DE 10 KVA DE 2 BOQUILLAS, AUTOPROTEGIDO, RELACION DE TRANSFORMACION 34,500/240-120V	1 PZA.
TRANSFORMADOR DE 15 KVA DE 2 BOQUILLAS, AUTOPROTEGIDO, RELACION DE TRANSFORMACION 34,500/240-120V	3 PZA.
TRANSFORMADOR DE 25 KVA DE 2 BOQUILLAS, AUTOPROTEGIDO, RELACION DE TRANSFORMACION 34,500/240-120V	1 PZA.

Tabla 75 Transformadores Instalados.



Foto 14 instalacion de transformador 10 KVA voltaje 34.5 KV.



Foto 15 Instalacion de transformador 15 KVA 34.5 KV.

3.6.4. Cálculo e instalación de conductores de B.T.

Realizar cálculos para la selección e instalación de conductores adecuados para B.T., así como la colocación de accesorios para la conexión de acometidas.

En base al plano se realiza la medición de metros lineales para instalación de conductor de baja tensión.

RESUMEN DE CONDUCTOR RED		
B.T. NEUTRANEL 2+1 AAC/ACSR 1/0	0+618	KM

Tabla 76 Conductor Neutranel Baja Tensión.

Obteniendo la cantidad de 818 metro lineales. Se procede a realizar cálculos. El factor del cable Neutranel es 637 Kg/Km. como indica en el anexo 11.

$$\frac{818 \text{ m. lineales}}{1000 \text{ m.}} = 0.818 \text{ Km.}$$

$$0.818 \text{ Km} * 637 \frac{\text{Kg}}{\text{Km}} = 521.066 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto se necesitara comprar 521.066 Kg. de cable Neutranel 2+1 calibre 1/0 de tipo AAC-ACSR.

Además del conductor Neutranel, se propuso la instalación de dispositivos CDA (caja derivadora de acometida) para evitar la conexión ilícita y el robo de energía eléctrica.



Foto 16 Cable neutranel y CDA.



Foto 17 Instalacion de cable Neutranel y CDA.



Foto 18 Instalacion de cable Neutranel y CDA.

3.6.5. Cálculo de corto circuito, sistema de tierra y protecciones

Realizar el cálculo de corto circuito de los conductores. Instalar y medir el sistema de puesta a tierra adecuado aplicando las normas de CFE. Instalación y conexión al sistema de puesta a tierra de los equipos de protección.

El sistema de puesta a tierra se instalara y ejecutara de acuerdo a lo

mencionado en el capítulo 2.15 SISTEMAS DE TIERRA. Que desglosa puntos de la norma vigente de instalaciones eléctricas de CFE.

Para proteger de sobre voltaje algún equipo existen diferentes formas, una de las más utilizadas son los apartarrayos, en nuestra red se instalaron transformadores de tipo auto protegido, es decir que ya incluye este tipo de protecciones, y con eso ayudan a prolongar la vida útil del equipo.

Para la selección de protecciones de sobre corriente es necesario hacer cálculos a los transformadores a instalar, estos cálculos son de corriente nominal en lado primario y lado secundario.

Corriente nominal primaria

La corriente nominal primaria de un transformador es la corriente que circula a través de la bobina primaria o bobina de alta tensión (para estos casos que se usa como reductor de voltaje). Se puede calcular despejando la corriente de la fórmula general de potencia

$$P = I * V * F. P.$$

Donde:

P= potencia activa o potencia real en KW.

I = Ip= corriente nominal en primario en amperes.

V= voltaje de línea en volts.

F. P= factor de potencia. (0.90)

Despejaremos I:

$$Ip = \frac{P}{V * F. P.}$$

Sustituyendo datos:

Transformador 1.

$$Ip = \frac{10 \text{ KVA}}{34.5 \text{ KV}} = 0.2898 \text{ Amp.}$$

Transformador 2.

$$Ip = \frac{15 \text{ KVA}}{34.5 \text{ KV}} = 0.4347 \text{ Amp}$$

Transformador 3.

$$Ip = \frac{25 \text{ KVA}}{34.5 \text{ KV}} = 0.7246 \text{ Amp}$$

Transformador 4.

$$I_p = \frac{15 \text{ KVA}}{34.5 \text{ KV}} = 0.4347 \text{ Amp}$$

Transformador 5.

$$I_p = \frac{15 \text{ KVA}}{34.5 \text{ KV}} = 0.4347 \text{ Amp}$$

*NOTA: Se instalaran eslabón fusible de acuerdo a la norma vigente de CFE descrita en el capítulo 2.14.2 Fusibles para transformadores monofásicos.

Corriente nominal secundaria

La corriente nominal secundaria de un transformador es la corriente que circula a través de la bobina secundaria o bobina de baja tensión (para estos casos que se usa como reductor de voltaje). Se puede calcular despejando la corriente de la formula general de potencia

$$P = I * V * F.P.$$

Donde:

P= potencia activa o potencia real en KW.

I = Is= corriente nominal en secundario en amperes.

V= voltaje de línea en volts.

F. P= factor de potencia. (0.90)

Despejaremos I:

$$I_s = \frac{P}{V * F.P.}$$

Sustituyendo datos:

Transformador 1.

$$I_s = \frac{10 \text{ KVA}}{240 \text{ V}} = 41.666 \text{ Amp.}$$

Transformador 2.

$$I_s = \frac{15 \text{ KVA}}{240 \text{ V}} = 62.5 \text{ Amp}$$

Transformador 3.

$$I_s = \frac{25 \text{ KVA}}{240 \text{ V}} = 104.166 \text{ Amp}$$

Transformador 4.

$$I_s = \frac{15 \text{ KVA}}{240 \text{ V}} = 62.5 \text{ Amp}$$

Transformador 5.

$$I_s = \frac{15 \text{ KVA}}{240 \text{ V}} = 62.5 \text{ Amp}$$

*NOTA: A los transformadores no se les instalara dispositivo de protecci3n contra sobre corriente en el lado de baja tensi3n, ya que ser3n donados a CFE y ellos no aceptan tal equipo.

Calculo de corto circuito

La finalidad del c3lculo de cortocircuito es el de obtener la magnitud de corriente de cortocircuito que se puede generar o presentar en el momento de una falla del sistema o la red interna.

Conocer dicha magnitud y el tiempo que permanece en el sistema es importante porque nos ayuda a seleccionar el equipo adecuado capaz de soportar tal corriente de falla sin afectar a la integridad de los equipos y operar satisfactoriamente.

Existen varios m3todos para el an3lisis del c3lculo de corto circuito, a continuaci3n utilizaremos el m3todo del bus infinito por considerarlo pr3ctico y de resultados aproximados.

M3todo del bus infinito.

1. C3lculo de la intensidad de corriente nominal en baja tensi3n del transformador.
2. Calculando las corrientes de cortocircuito sim3trico y asim3trico con las siguientes condiciones: transformador sin carga. (no existe contribuci3n de corriente al corto circuito). La 3nica impedancia que limita la corriente de falla es la del transformador.

a) Corriente de cortocircuito sim3trica IccSim

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_t$$

Donde:

I_s = Corriente del secundario del transformador

Z_t = impedancia del transformador.

b) Corriente de cortocircuito asim3trica, IccAsim

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} (1.25)$$

3. C3lculo de las corrientes sim3trica y asim3trica bajo las condiciones

siguientes: transformador con carga. Las impedancias que limitan las corrientes de falla son las del transformador y de las cargas. Si consideramos el 80% de la capacidad del transformador como carga.

$$KVAc = (KVA)*(0.80)$$

a) Corriente de cortocircuito simétrico, I_{ccSim}

$$Z_m = KVAt * 10 / KVAc$$

$$Z_r = (Z_t) (Z_m) / (Z_t + Z_m)$$

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_r$$

b) CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ASIMÉTRICA, I_{ccAsim}

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} \times 1.25$$

*NOTA: las impedancias de los transformadores están en el anexo 13 cuadros de cargas de transformadores.

Sustituyendo valores para cálculos de cortocircuito

Transformador 1.

$$I_s = 41.666 \text{ Amp.}$$

Sin carga.

Corriente de cortocircuito simétrica I_{ccSim}

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_t = 100 (41.666) / 2.58 = 1614.72 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, I_{ccAsim}

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} (1.25) = 1614.72 * 1.25 = 2018.41 \text{ Amp.}$$

Con carga. Si consideramos el 80% de la capacidad del transformador como carga.

$$KVAc = (KVA)*(0.80) = 10 \text{ KVA} * 0.8 = 8 \text{ KVA}$$

Corriente de cortocircuito simétrico, I_{ccSim}

$$Z_m = KVAt * 10 / KVAc = 10 \text{ KVA} * 10 / 8 \text{ KVA} = 12.5$$

$$Z_r = (Z_t) (Z_m) / (Z_t + Z_m) = 2.58 * 12.5 / (2.58 + 12.5) = 2.1385$$

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_r = 1948.37 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, I_{ccAsim}

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} \times 1.25 = 2435.46 \text{ Amp.}$$

Transformador 2.

$$I_s = 62.5 \text{ Amp}$$

Sin carga.

Corriente de cortocircuito simétrica IccSim

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_t = 100 (62.5) / 2.52 = 2480.15 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, IccAsim

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} (1.25) = 2480.15 * 1.25 = 3100.19 \text{ Amp.}$$

Con carga. Si consideramos el 80% de la capacidad del transformador como carga.

$$KVA_c = (KVA) * (0.80) = 15 \text{ KVA} * 0.8 = 12 \text{ KVA}$$

Corriente de cortocircuito simétrico, IccSim

$$Z_m = KVA_t * 10 / KVA_c = 15 \text{ KVA} * 10 / 12 \text{ KVA} = 12.5$$

$$Z_r = (Z_t) (Z_m) / (Z_t + Z_m) = 2.52 * 12.5 / (2.52 + 12.5) = 2.09$$

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_r = 2990.43 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, IccAsim

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} * 1.25 = 3738.03 \text{ Amp.}$$

Transformador 3.

$$I_s = 104.166 \text{ Amp}$$

Sin carga.

Corriente de cortocircuito simétrica IccSim

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_t = 100 (104.166) / 1.96 = 5314.59 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, IccAsim

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} (1.25) = 5314.59 * 1.25 = 6643.23 \text{ Amp.}$$

Con carga. Si consideramos el 80% de la capacidad del transformador como carga.

$$KVA_c = (KVA) * (0.80) = 25 \text{ KVA} * 0.8 = 20 \text{ KVA}$$

Corriente de cortocircuito simétrico, IccSim

$$Z_m = KVA_t * 10 / KVA_c = 25 \text{ KVA} * 10 / 20 \text{ KVA} = 12.5$$

$$Z_r = (Z_t) (Z_m) / (Z_t + Z_m) = 1.96 * 12.5 / (1.96 + 12.5) = 1.69$$

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_r = 6163.66 \text{ Amp.}$$

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ASIMÉTRICA, I_{ccAsim}

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} * 1.25 = 7704.58 \text{ Amp.}$$

Transformador 4.

$$I_s = 62.5 \text{ Amp}$$

Sin carga.

Corriente de cortocircuito simétrica I_{ccSim}

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_t = 100 (62.5) / 2.49 = 2510.04 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, I_{ccAsim}

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} (1.25) = 2510.04 * 1.25 = 3137.55 \text{ Amp.}$$

Con carga. Si consideramos el 80% de la capacidad del transformador como carga.

$$KVA_c = (KVA) * (0.80) = 15 \text{ KVA} * 0.8 = 12 \text{ KVA}$$

Corriente de cortocircuito simétrico, I_{ccSim}

$$Z_m = KVA_t * 10 / KVA_c = 15 \text{ KVA} * 10 / 12 \text{ KVA} = 12.5$$

$$Z_r = (Z_t) (Z_m) / (Z_t + Z_m) = 2.49 * 12.5 / (2.49 + 12.5) = 2.07$$

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_r = 3019.32 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, I_{ccAsim}

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} * 1.25 = 3774.15 \text{ Amp.}$$

Transformador 5.

$$I_s = 62.5 \text{ Amp}$$

Sin carga.

Corriente de cortocircuito simétrica I_{ccSim}

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_t = 100 (62.5) / 2.47 = 2530.36 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, I_{ccAsim}

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} (1.25) = 2530.36 * 1.25 = 3162.95 \text{ Amp.}$$

Con carga. Si consideramos el 80% de la capacidad del transformador como carga.

$$KVA_c = (KVA) * (0.80) = 15 \text{ KVA} * 0.8 = 12 \text{ KVA}$$

Corriente de cortocircuito simétrico, I_{ccSim}

$$Z_m = KVA_t * 10 / KVA_c = 15 \text{ KVA} * 10 / 12 \text{ KVA} = 12.5$$

$$Z_r = (Z_t) (Z_m) / (Z_t + Z_m) = 2.47 * 12.5 / (2.47 + 12.5) = 2.06$$

$$I_{ccSim} = 100 (I_s) / Z_r = 3033.98 \text{ Amp.}$$

Corriente de cortocircuito asimétrica, I_{ccAsim}

$$I_{ccAsim} = I_{ccSim} * 1.25 = 3792.47 \text{ Amp.}$$

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En todo el proceso de planeación y ejecución de la obra de proyecto de residencia profesional se fueron adquiriendo aprendizajes, de los cuales son como realizar una obra de red en media tensión, y el resultado más satisfactorio que se adquirió fue el de saber que toda obra tiene los mismos principios, eso nos prepara para poder ejecutar y realizar infinidad de obras de electrificación para el futuro.

Describiendo cada parte de un proceso de construcción de obra sería: el tener conocimiento en el impacto y aporte que genera cuando se realiza un proyecto así, puesto que sirve como beneficio para familias y futuras generaciones. Es indispensable siempre tener los principios básicos que conllevan realizar un proyecto de tal magnitud.

Además es de suma importancia contar diferentes tipos de herramientas que ayudan a ejecutar más fácil la obra de las cuales serían: de software de diseño como lo es el AutoCAD para realizar planos y trazos, herramientas de cálculo como lo es Excel, herramientas de ubicación como lo es Google Earth o Google Maps, herramientas fotográficas para tener evidencia del proceso y herramienta de mano de obra.

Al adentrarnos más a las normas de construcción de CFE no pudimos dar cuenta de los diferentes tipos de estructuras que existen y el uso que se le da a cada una, los tipos de retenidas, tipos de postes, tipos de conductores y calibres, capacidades de transformadores, los sistemas de puesta a tierra y protecciones, la red de baja tensión y también de conocer la nomenclatura de cada una de ellas,

Teniendo el adecuado recurso y material para construcción así como la herramienta de mano de obra se pudo tener un buen control en el avance de ejecución, además es importantísimo la buena comunicación con las personas que ayudan en el proceso, como son los jornaleros, supervisores de obra, ingenieros y demás involucrados para obtener buenos resultados y también lograr las metas propuestas.

Durante la ejecución del proyecto se analizaron diferentes puntos y aspectos, que implican tener un buen desarrollo del proyecto, tales aspectos son la organización, responsabilidad, seriedad y muy importante la disciplina con la persona que tiene a su cargo el control de la obra, de la misma forma la capacidad de comunicación que se debe tener con el personal que labora en la obra.

Las evidencias y resultados presentados en este proyecto fue de Introducción de energía eléctrica ejido el Brasil, municipio de Chiapa de corzo. El cual tuvo como objetivos Llevar acabo el diseño, cálculo y construcción de 1.5 km de red aérea de m.t. 34.5 kV, y 1.0 km de red aérea de b.t. y el de Mejorar la vida de las personas que habitan en la comunidad del ejido el Brasil, ya que con el servicio de energía eléctrica satisfacen las necesidades de su vida diaria.

Gracias a que la empresa CELMEC, DISEÑO Y CONSTRUCCION, S.A. DE C.V. me brindó la oportunidad de desarrollar la residencia procesional ahí, logre desenvolver y adquirir conocimientos durante mi formación, así también aprender y conocer del personal que labora en la obra y en la empresa, fue de gran ayuda e impulso para estar preparado para la vida tanto personal como laboral.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(08 de 2010). Obtenido de Sistemas de Distribución: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/784/A4%20SISTEMAS%20DE%20DISTRIBUCION.pdf?sequence=4>

Aisladores tipo poste CFE. (Mayo de 2016). Obtenido de <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/52000-91.pdf>

Chiapas, T. (13 de Octubre de 2011). Chiapas: La fuente más importante de energía eléctrica. Obtenido de <http://todochiapas.mx/chiapas/chiapas-la-fuente-mas-importante-de-energia-electrica/11599>

Científicos, a. (2012). SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE C/A. Obtenido de <http://apuntescientificos.org/redes.html>

Clasificación de las redes eléctricas. (s.f.). Obtenido de <https://automatismoidustrial.wordpress.com/f-redes-subterranas/montaje-de-redes-subterranas/clasificacion-de-las-redes-electricas/>

Como Funciona. (12 de Enero de 2018). Obtenido de <https://como-funciona.co/un-transformador/>

Construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión CFE. (Febrero de 2014). Obtenido de <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf>

Construcción de obras por terceros CFE. (Junio de 2014). Obtenido de <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/R/DCPROTER.pdf>

Diseño eléctrico de tienda departamental. (2010). Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/301/A4.pdf?sequence=4>

El sistema Eléctrico. (15 de Junio de 2006). Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/844814807X.pdf>

Eléctricas, C. i. (10 de Abril de 2016). Instalaciones de alta, media y baja tensión eléctricas. Obtenido de <http://www.comuval.com/blog/Introduccion-alta-media-baja-tension-electrica.html>

Garnica, J. A. (02 de Diciembre de 2008). Características De La Posteria Eléctrica. Obtenido de <http://caracteristicasdelaposteriaelectr.blogspot.com/>

Geographic, N. (05 de Septiembre de 2010). Energía hidroeléctrica. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-hidroelectrica>

Hervas, I. V. (s.f.). Obtenido de <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/10/energia-hidraulica.pdf>

La Energía Eléctrica. (Septiembre de 2008). Obtenido de <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2008/09/la-energia->

electronica.pdf

La energía eléctrica. Generación. (s.f.). Obtenido de <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADLD0000526/Capitulo%202.pdf>

Machado, M. Z., Sánchez, E. L., & Lambert Arista, A. A. (01 de febrero de 2010). revista.unam.mx. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.11/num2/art24/int24e.htm>

Postes de concreto CFE. (Enero de 2016). Obtenido de <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/t/J6200-03.pdf>

Postes de madera CFE. (Mayo de 2018). Obtenido de <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/J6200-01.pdf>

Ramiro, F. J. (s.f.). Comparativa convertidores HVDC-VSC. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/40062/fichero/CAPITULOS%252F1.-+JUSTIFICACI%C3%93N.pdf>

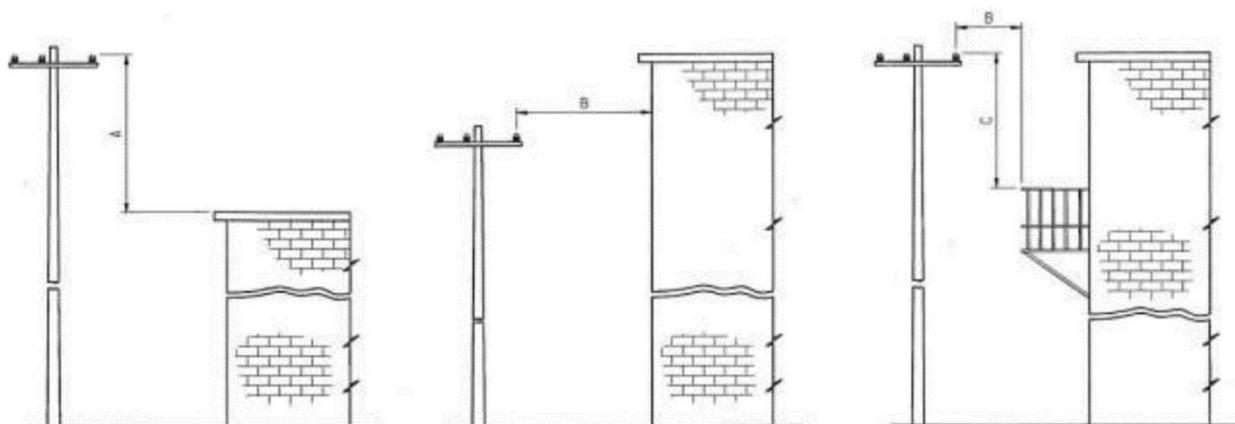
Secretaria de hacienda 1. (09 de mayo de 2018). Obtenido de <http://www.haciendachiapas.gob.mx/rendicion-ctas/informes-SFU/Municipios/2018/informacion/1er-trimestre/Gestion-Proyectos/PDF/FISM.pdf>

Secretaria de hacienda 2. (07 de agosto de 2018). Obtenido de <http://www.haciendachiapas.gob.mx/rendicion-ctas/informes-SFU/Municipios/2018/informacion/2do-trimestre/Gestion-Proyectos/PDF/FISM.pdf>

Secretaria de hacienda. (06 de febrero de 2017). Obtenido de <http://www.haciendachiapas.gob.mx/rendicion-ctas/informes-SFU/Municipios/2017/informacion/4to-trimestre/Gestion-Proyectos/PDF/FISM.pdf>

TIPOS DE TRANSFORMADORES Y SUS APLICACIONES. (24 de diciembre de 2017). Obtenido de <https://www.altatecnologia.com.mx/tipos-de-transformadores-y-sus-aplicaciones/>

6. ANEXOS



Consideraciones:

- a) La Separación horizontal. Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento a una presión de 19 kg/m, con flecha final y temperatura de 16 °C.
- b) La Separación vertical. Debe aplicarse con temperatura en los conductores de 50 °C, con flecha final sin carga.
- c) Se recomienda dejar un espacio de 180 cm entre los edificios de más de 3 pisos ó 15 m de altura y los conductores para facilitar la colocación de escaleras en caso de incendio.
- d) Cuando la línea cumpla con las distancias verticales mínimas indicadas, la distancia horizontal mínima del plano imaginario vertical sobre una construcción o balcón a la línea no debe ser menor a un metro.
- e) En caso de que las separaciones anteriores no se pueden lograr, los conductores eléctricos deben colocarse en estructuras tipo V o bien aislarse para la tensión de operación.

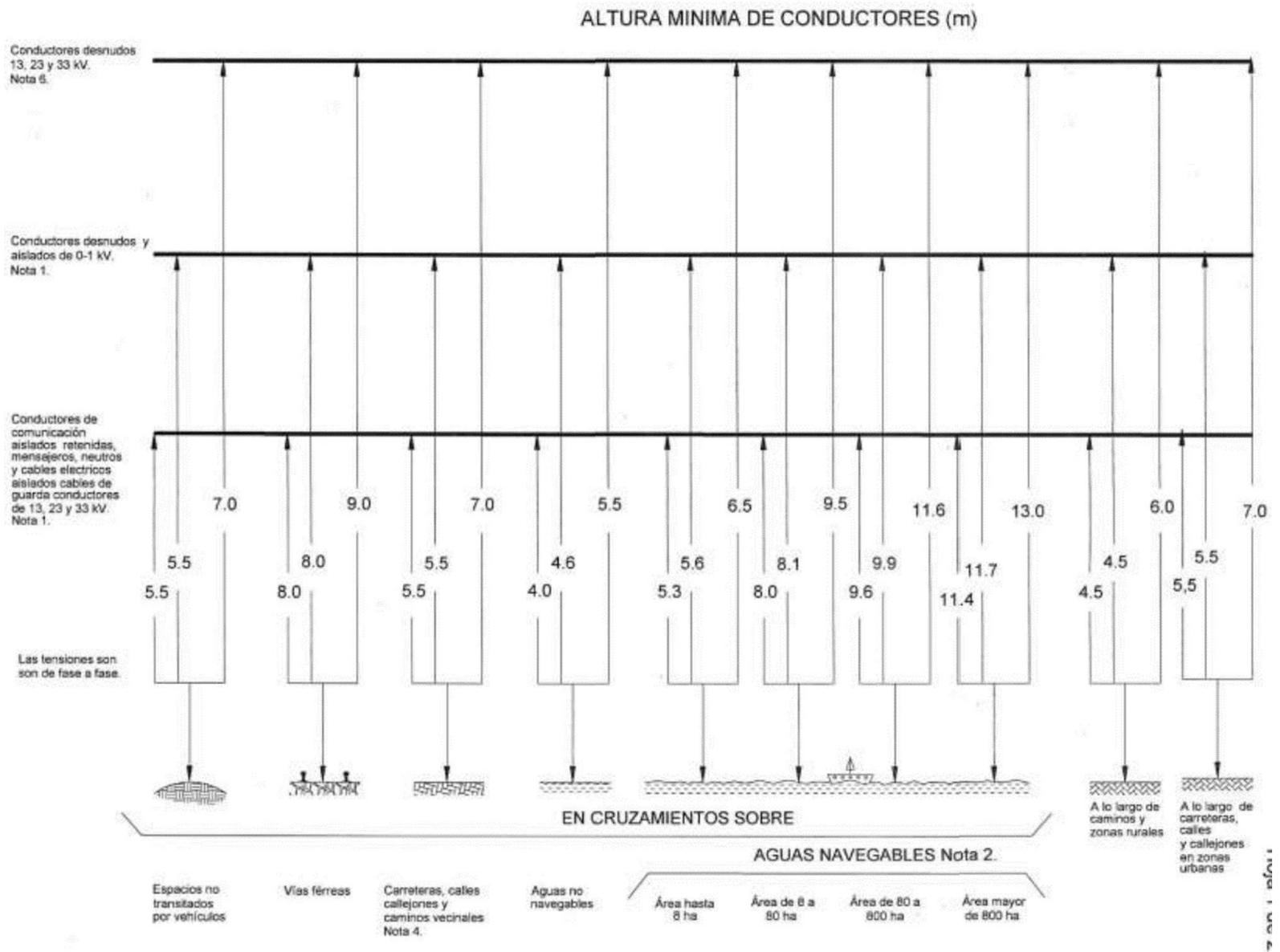
Anexo 1 Separación de conductores a construcciones 1.

Construcciones							
	Horizontal		Vertical			Anuncios, chimeneas, antenas y tanques de agua (m)	
	(m)		(m)			B	A
	B		A	C		B	A
	Espacios no accesibles a personas	Espacios accesibles a personas (3)	Espacios no accesibles a personas (3)	Espacios accesibles a personas (3)	Sobre Techos accesibles a tráfico vehicular	Horizontal	Vertical
Retenidas, hilos de guarda, neutros y cables eléctricos aislados 0 V a 750 V	1.40 (1)	1.40 (1)	0.9	3.2	4.7	0.9	0.9
Cables suministradores de más de 750 V aislados y conductores de desnudos de 0 V a 750 V	1.70 (1)	1.70 (1)	3.2	3.5	5	1.70(1)	1.8
Conductores suministradores de línea abierta de 750 V a 23 kV	2.30 (2)	2.3	3.8	4.1	5.6	2.30(1)	2.45
Conductores suministradores de línea abierta a 33 kV	2.5	2.5	4	4.3	5.8	2.5	2.5
Partes vividas rígidas no protegidas de más de 750 V a 33 kV	2.0 (2)	2	3.6	4	5.5	2.0(4)	2.3

Nota: Debe cumplirse la distancia horizontal o vertical.

- 1.- Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1 m.
- 2.- Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.5 m, en esta condición el claro interpostal no debe ser mayor de 50 m.
- 3.- Un techo, balcón o área es considerada accesible a personas, si el medio de acceso es a través de una puerta, rampa o escalera permanente.

Anexo 2 Separación de conductores a construcciones 2.



Anexo 3 Altura mínima de conductores a superficies 1.

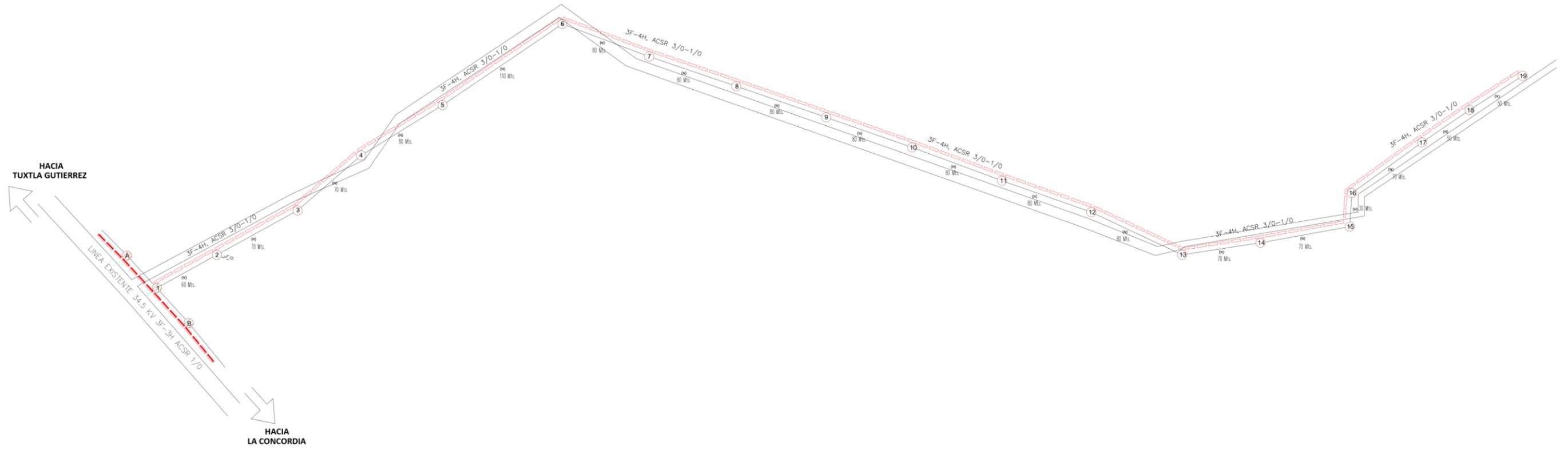
Los requisitos de esta sección se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores, con respecto al suelo, al agua y a la parte superior de rieles; se aplican bajo las siguientes condiciones:

- a. Temperatura en los conductores de 50 °C.
- b. Sin viento.

Notas:

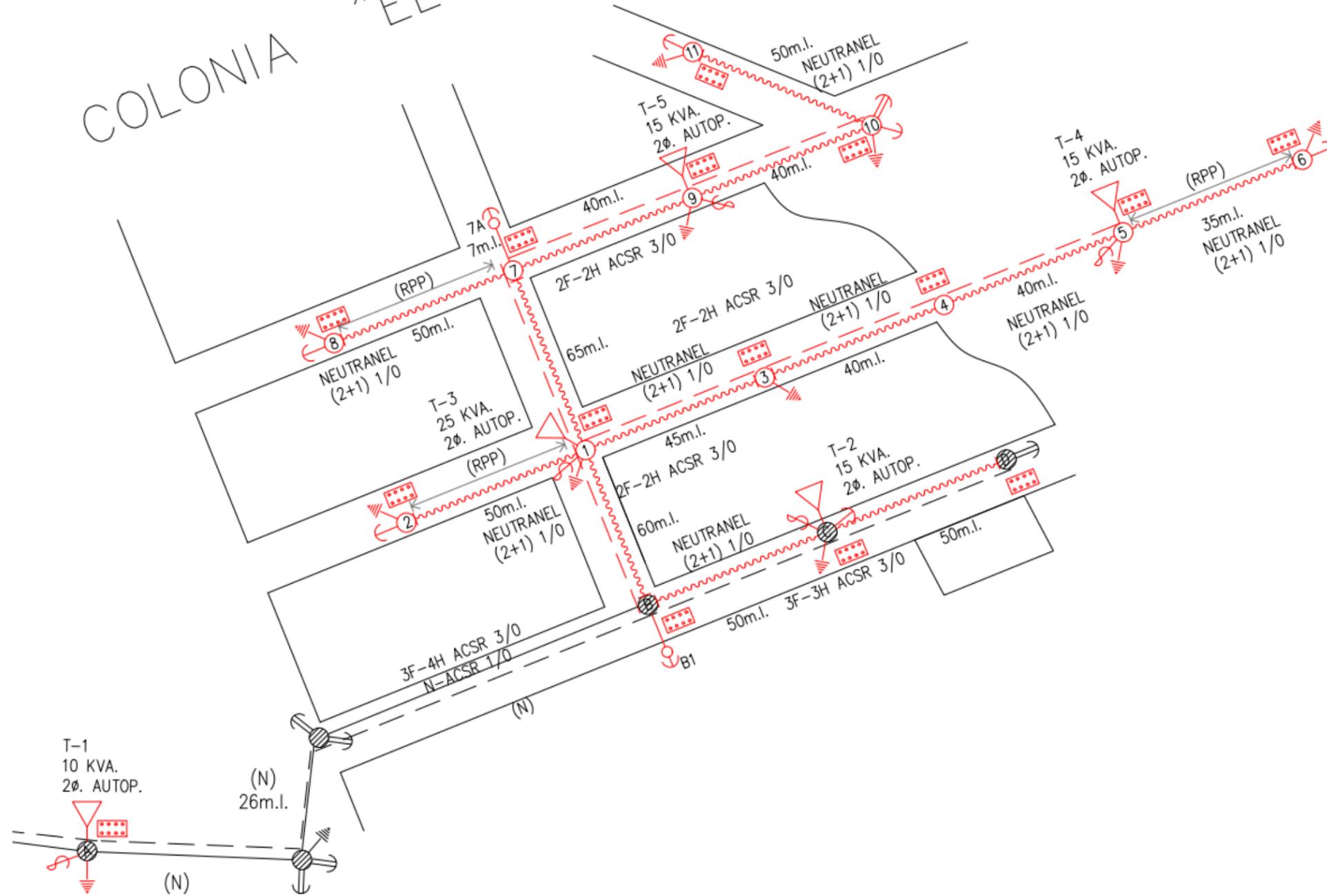
1. Los cables aislados, de comunicación, mensajeros, de guarda y conductores neutros a que se refiere esta tabla son los descritos en la sección [01 00 07](#) terminología.
2. Para depósitos controlados, el área del agua y la altura de los conductores deben basarse en el más alto nivel de agua de diseño. Para otros depósitos de agua, el área a considerar debe ser la que marque el más alto nivel anual del agua, y la altura debe basarse en el nivel de aguas máximo extraordinario. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1 600 m de río o canal, que incluya al cruce.
3. En cruces sobre aguas navegables, ferrocarriles y carreteras, se debe considerar la reglamentación específica en la materia.
4. Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.
5. Las tensiones son de fase a fase.
6. El cable semiaislado se debe considerar como un conductor desnudo.

Anexo 4 Altura mínima de conductores a superficies 2.

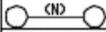
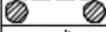


Anexo 5 Plano proyecto 1 - Red Media Tension.

COLONIA "EL BRASIL"



Anexo 6 Plano proyecto 2 - Red de Baja Tension.

S I M B O L O G I A	
	POSTE DE CONCRETO EXISTENTE
	POSTE DE CONCRETO EN PROYECTO
	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO 2Ø. EN PROYECTO EN RELACION 33000/240-120V.
	LINEA MEDIA TENSION 2F-2H
	LINEA DE NEUTRO CORRIDO ACSR 1/0
	LINEA DE BAJA TENSION NEUTRANEL (2+1) ACSR 1/0
	LINEA DE MEDIA TENSION 3F-4H, ACSR 3/0 EXISTENTE 34.5 KV.
	APARTARRAYO PARA 34.5 KV.
	SISTEMA DE TIERRA
	CORTA CIRCUITO FUSIBLE SIMPLE 34.5KV.
	RETENIDA DOBLE ANCLA (RDA).
	RETENIDA SENCILLA DE ANCLA (RSA).
	RETENIDA DE POSTE A POSTE (RPP)
	RETENIDA VOLADA ESTACA (RVE) O RETENIDA ESTACA ANCLA (REA).
	DISPOSITIVO SARE

Anexo 7 Simbologia.

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN					
No.	POSTE	DISPOSITIVO DE MEDIA TENSION	DISPOSITIVO DE BAJA TENSION	RETENIDAS	TIERRA
1	PCR-12-750	TS3N/RD3	1R1	RBA	K
2	PCR-12-750	AD3N, CCF'S 3D 33KV	1R1/1R1	RDA	K
3	PCR-12-750	AD3N	1R1/1R1	2RDA	
4	PCR-12-750	VD3N	1P1	RSA	K
5	PCR-12-750	AD3N	1R1/1R1	2RDA	
6	PCR-12-750	RD3N/RD3	1R1/1R1	2REA	K
6A	PCR-9-400			REA	
6B	PCR-9-400			REA	
7	PCR-12-750	VS3N	1P1		
8	PCR-12-750	VD3N	1P1	RSA	K
9	PCR-12-750	VS3N	1P1		
10	PCR-12-750	AD3N	1R1/1R1	2RDA	K
11	PCR-12-750	VS3N	1P1		
12	PCR-12-750	VD3N	1P1	2RDA	
13	PCR-12-750	RD3N/RD3	1R1/1R1	2RDA	K
14	PCR-12-750	VS3N	1P1		
15	PCR-12-750	RD3N/RD3	1R1/1R1	2RDA	K
16	PCR-12-750	RD3N/RD3	1R1/1R1	2RDA	
17	PCR-12-750	VS3N	1P1		
18	PCR-12-750	VS3N	1P1		
19	PCR-12-750	RD3N	1R1	RDA	K

Anexo 8 Dispositivos Red Media Tension.

RED DE DISTRIBUCIÓN						
No.	POSTE	BANCO	DISPOSITIVO DE MEDIA TENSION	DISPOSITIVO DE BAJA TENSION	RETENIDAS	TIERRA
A	PC-12-750	01	VS3N, TR 2B 10 KVA, 2 CCF'S 34 KV	1P1, DA		3K
B	PC-12-750		VS3N/VR2	1R1/1R1/1R1, DA		
B1	PC-9-400				REA	
C	PC-12-750	02	VS3N, TR 2B 15 KVA, 2 CCF'S 34 KV	1P1, DA		3K
D	PC-12-750		RD3N	1R1, DA	1RDA	K
1	PC-12-750	03	VS20/VR2, TR 2B 25 KVA, 2 CCF'S 34 KV	1R1/1R1, DA	RPP	3K
2	PC-9-400			1R1, DA	1RSA	1K
3	PC-12-750		VS20	1R1/1R1, DA		1K
4	PC-12-750		VS20	1P1, DA		
5	PC-12-750	04	VR30, TR 2B 15 KVA, 2 CCF'S 34 KV	1P1, DA	RPP	3K
6	PC-9-400			1R1, DA	1RSA	1K
7	PC-12-750		VR20/VR2	1R1/1R1, DA	RPP	
7A	PC-9-400				REA	
8	PC-9-400			1R1, DA	1RSA	1K
9	PC-12-750	05	VS20, TR 2B 15 KVA, 2 CCF'S 34 KV	1P1, DA		3K
10	PC-12-750		RD20	1R1/1R1, DA	1RDA, 1RSA	1K
11	PC-9-400			1R1, DA	1RSA	1K

Anexo 9 Dispositivos Red De Baja Tension.

CABLE ACSR

CÓDIGO MUNDIAL	CALIBRE AWG Ø kcmil	NÚMERO DE HILOS ALUMINIO	NÚMERO DE HILOS ACERO	EQUIVALENTE EN COBRE A W G kcmil	MASA APROX. kg/km	CARGA DE RUPTURA APROX. kN	RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20°C Ω/km	AMPACIDAD * AMPERES (A)
TURKEY	6	6	1	8	53,7	5,30	2,150	100
SWAN	4	6	1	6	85,5	8,30	1,350	140
SPARROW	2	6	1	4	135,7	12,67	0,853	180
RAVEN	1/0	6	1	2	216,2	19,48	0,535	230
QUAIL	2/0	6	1	1	272,0	23,52	0,424	270
PIGEON	3/0	6	1	1/0	343,8	29,38	0,336	300
PENGUIN	4/0	6	1	2/0	433,1	37,03	0,267	340
PATRIDGE	266,8	26	7	3/0	545,4	50,22	0,214	460
LINNET	336,4	26	7	4/0	689,9	62,99	0,170	530
ORIOLE	336,4	30	7	4/0	784,5	77,34	0,170	530
IBIS	397,5	26	7	250	813,4	72,55	0,143	590
LARK	397,5	30	7	250	924,4	90,66	0,144	600
HAWK	477,0	26	7	300	975,8	86,54	0,119	670
FLICKER	477,0	24	7	300	914,6	76,50	0,119	654
HEN	477,0	30	7	300	1 110,0	105,35	0,119	670
DOVE	556,5	26	7	350	1142,0	101,22	0,102	730
EAGLE	556,5	30	7	350	1298,0	123,07	0,103	730
GROSBEAK	636,0	26	7	400	1302,0	112,23	0,089 8	780
STARLING	715,5	26	7	450	1465,0	126,37	0,079 8	840
CONDOR	795,0	54	7	500	1522,0	125,46	0,071 6	900
DRAKE	795,0	26	7	500	1626,0	140,07	0,071 6	900
CANARY	900,0	54	7	566	1726,0	141,37	0,063 3	970
BLUEJAY	1 113,0	45	7	700	1871,0	133,17	0,051 1	1051

Anexo 10 Cable ACSR

Cable múltiple AAC-ACSR

Construcción	CONDUCTOR DE FASE (Aluminio)				CONDUCTOR NEUTRO-MENSAJERO (ACSR)			
	Calibre	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Calibre	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Peso total aprox.
	AWG	mm ²		mm	AWG	mm ²		kg/km
(1+1)6	6	13.30	7	1.150	6	13.30	6 Al / 1 Ac	116
(1+1)4	4	21.20	7	1.150	4	21.20	6 Al / 1 Ac	176
(1+1)2	2	33.60	7	1.150	2	33.60	6 Al / 1 Ac	270
(2+1)6	6	13.30	7	1.150	6	13.30	6 Al / 1 Ac	177
(2+1)4	4	21.20	7	1.150	4	21.20	6 Al / 1 Ac	266
(2+1)2	2	33.60	7	1.150	2	33.60	6 Al / 1 Ac	403
(2+1)1/0-2	1/0	53.50	19	1.520	2	33.60	6 Al / 1 Ac	556
(2+1)1/0	1/0	53.50	19	1.520	1/0	53.50	6 Al / 1 Ac	637
(2+1)2/0	2/0	67.40	19	1.520	2/0	67.40	6 Al / 1 Ac	787
(2+1)3/0-1/0	3/0	85.00	19	1.520	1/0	53.50	6 Al / 1 Ac	846
(3+1)6	6	13.30	7	1.150	6	13.30	6 Al / 1 Ac	238
(3+1)4	4	21.20	7	1.150	4	21.20	6 Al / 1 Ac	355
(3+1)2	2	33.60	7	1.150	2	33.60	6 Al / 1 Ac	536
(3+1)1/0-2	1/0	53.50	19	1.520	2	33.60	6 Al / 1 Ac	765
(3+1)1/0	1/0	53.50	19	1.520	1/0	53.50	6 Al / 1 Ac	847
(3+1)2/0	2/0	67.40	19	1.520	2/0	67.40	6 Al / 1 Ac	1043
(3+1)3/0-1/0	3/0	85.00	19	1.520	1/0	53.50	6 Al / 1 Ac	1160
(3+1)3/0	3/0	85.00	19	1.520	3/0	85.00	6 Al / 1 Ac	1290

Anexo 11 conductor neutranel AAC-ACSR.

Revisión septiembre 2016

RHG - IEE/ITTG

CUADRO DE CARGAS

No. DE TRANSFORMADOR	MARCA	FECHA FAB.	IMP. %	ACEITE LTS.	PESO KGS.	N°. SERIE	N°. ECONOMICO	LECTURA SISTEMAS TIERRAS (OHMS)	No. DE LOTES	KVA POR LOTE	KVA TOTAL	KVA TRANSFORMADOR	FASES	FASES			% DE UTILIZACION
														A	B	C	
TDA-01	PROLEC	ene-17	2.58	119	245	DAN638-44-006	2027	5.74	4	1.2	4.80	10	2	5.00	5.00		48.00
TDA-02	PROLEC	ene-17	2.52	111	256	DAN639-28-006	2028	3.00	8	1.2	9.60	15	2		7.50	7.50	64.00
TDA-03	PROLEC	ago-17	1.96	106	285	DAN640-09-001	2029	2.21	11	1.2	13.20	25	2	12.50		12.50	52.80
TDA-04	PROLEC	ene-17	2.49	111	256	DAN639-28-014	2030	1.88	7	1.2	8.40	15	2	7.50	7.50		56.00
TDA-05	PROLEC	dic-16	2.47	111	256	DAN639-28-007	2031	4.22	8	1.2	9.60	15	2		7.50	7.50	64.00
TOTAL									38		45.60	80		25.00	27.50	27.50	57.00

Anexo 12 Cuadro de cargas Transformadores.