



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ESTUDIO DE LOS ARANCELES DE COSTOS PARA EL SECTOR PÚBLICO
DE LÍNEAS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA
13.2 KV Y 34.5 KV**

Josué Alberto Ruano Elizondo

Asesorado por el Ing. Hebert Alberto Duque Ortiz

Guatemala, febrero de 2007
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE LOS ARANCELES DE COSTOS PARA EL SECTOR PÚBLICO
DE LÍNEAS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA
13.2 KV Y 34.5 KV**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSUÉ ALBERTO RUANO ELIZONDO

ASESORADO POR EL ING. HEBERT ALBERTO DUQUE ORTIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2007

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación:

**ESTUDIO DE LOS ARANCELES DE COSTOS PARA EL SECTOR PÚBLICO
DE LÍNEAS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN PARA
13.2 KV Y 34.5 KV**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 15 de marzo de 2006.

JOSUÉ ALBERTO RUANO ELIZONDO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Saúl Cabezas Duran
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier Gonzáles López
EXAMINADOR	Ing. Gustavo Benigno Orozco Godinez
SECRETARIA	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Carlos Alberto Ruano Álvarez y Berta Argedia Elizondo de Ruano, quienes me han guiado y apoyado en cada momento de mi vida.

MIS HERMANOS

Glendy Arévalo, Bertha del Carmen Ruano Elizondo, Carlos Eduardo Ruano Elizondo y Joel Estuardo Ruano Elizondo; y mi única sobrina Jane Arévalo quienes me han dado motivación a la culminación de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X
RESUMEN	XVI
OBJETIVOS	XVIII
INTRODUCCIÓN	XX
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Líneas de distribución de media tensión.....	2
1.2.1. Objetivo.....	2
1.2.2. Requerimientos básicos para su diseño	3
1.3. Elementos de una línea de distribución	3
1.4. Comisión nacional de energía eléctrica.....	4
1.5. Instituto nacional de electrificación.....	5
1.5.1. Generalidades	5
1.5.2. Líneas de distribución primaria	5
1.5.3. Redes de distribución secundaria	5
1.6. Unidades constructivas de Unión Fenosa.....	6
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA EL AREA DE UNION FENOSA	7
2.1. Red de media tensión.....	7
2.1.1. Objeto	7
2.1.2. Campo de aplicación.....	7
2.1.3. Definiciones	7

2.1.4.	Características generales de las redes de media tensión ..	11
2.1.5.	Estructuras de redes y conectividad	13
2.1.6.	Criterios de protección	14
2.2.	Red de baja tensión	15
2.2.1.	Objeto	15
2.2.2.	Campo de aplicación	15
2.2.3.	Red aérea	16
2.2.3.1.	Transformadores	17
2.2.3.2.	Conductores	17
2.2.3.3.	Distancias máximas	17
2.3.	Líneas eléctricas aéreas de 12.3 y 34.5 kV	18
2.3.1.	Conductores	18
2.3.2.	Aislamientos	19
2.3.2.1.	Aisladores tipo poste	20
2.3.2.2.	Aisladores de suspensión	23
2.3.3.	Postes	25
2.3.4.	Armados de media tensión	26
2.3.4.1.	Armados circuitos trifásicos	26
2.3.4.2.	Armados simple circuitos monofásicos	32
2.3.5.	Retenidas	38
2.3.6.	Puesta a tierra	39
2.3.7.	Conexiones y empalmes	40
2.4.	Líneas eléctricas aéreas de 120/208, 120 – 240 V	41
2.4.1.	Conductores	42
2.4.2.	Postes	44
2.4.3.	Armados de baja tensión	45
2.4.3.1.	Armados de redes	46
2.4.3.2.	Armados de acometidas	49

2.4.4.	Cimentaciones.....	49
2.4.5.	Accesorios para el montaje de red de B.T.	50
2.4.5.1.	Material de conexión.....	51
2.4.5.2.	Conjuntos de anclaje y suspensión.....	52
2.4.5.3.	Cajas de derivación	55
2.4.6.	Acometidas	55
2.4.6.1.	Tipos	56
2.4.6.2.	Conductores.....	56
2.4.6.3.	Instalación.....	57
2.4.6.4.	Protección de la acometida.....	58
2.4.7.	Puesta a tierra.....	59
2.4.7.1.	Puesta a tierra del neutro	59
2.4.7.2.	Elementos constituidos de la puesta a tierra.....	60
3.	VALORACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS PARA 13.2 KV	61
3.1.	Líneas monofásicas	61
3.1.1.	Usos y aplicaciones.....	61
3.2.	Líneas trifásicas	85
3.2.1.	Usos y aplicaciones.....	85
3.3.	Centros de transformación y protecciones.....	99
3.3.1.	Usos y aplicaciones.....	99
4.	VALORACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS PARA 34.5 KV	107
4.1.	Líneas monofásicas	107
4.1.1.	Usos y aplicaciones.....	107
4.2.	Líneas trifásicas	121
4.2.1.	Usos y aplicaciones.....	121
4.3.	Centros de transformación, baja tensión y otros.....	135

4.3.1.	Usos y aplicaciones.....	135
5.	APLICACIÓN AL PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN EN EL	
	AREA DE UNIÓN FENOSA.....	157
5.1.	Contenido del expediente para que sea autorizado un proyecto para el desarrollo	157
5.2.	Desarrollo técnico.....	160
5.2.1.	Visita y levantamiento de campo.....	161
5.2.2.	Diseño de líneas y redes de campo	161
5.2.3.	Memoria de calculo	162
5.2.4.	Diagrama unifilar	162
5.2.5.	Calculo y cuantificación de materiales	162
5.2.6.	Cuantificación de los renglones de trabajo	163
5.2.7.	Solicitud del dictamen de capacidad	163
5.3.	Análisis de los factores que intervienen en el proyecto.....	164
5.3.1.	Materiales y mano de obra	164
5.3.2.	Transporte y supervisión	165
5.3.3.	Edi, administración, fianzas y seguros	166
5.3.4.	Impuestos y utilidad	167
5.3.5.	Factor e integración del presupuesto por renglones	167
5.3.6.	Costo del proyecto	169
	CONCLUSIONES	171
	RECOMENDACIONES.....	173
	BIBLIOGRAFÍA.....	175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Aislador tipo poste de porcelana	21
2	Características de los aisladores tipo poste de porcelana.....	22
3	Aislador tipo poste de composite	22
4	Características de los aisladores de línea de suspensión.....	23
5	Aislador de suspensión de composite	24
6	Configuraciones de estructuras MT	26
7	Líneas trifásicas de MT.....	26
8	Alineación tipo I trifásica	27
9	Alineación tipo II trifásica.....	28
10	Alineación tipo III y prolongación trifásica	29
11	Alineación tipo IV trifásica	30
12	Alineación tipo VI trifásica	31
13	Líneas monofásicas de MT	32
14	Alineación tipo I monofásica.....	33
15	Alineación tipo II monofásica	34
16	Alineación tipo III monofásica	35
17	Alineación tipo IV monofásica.....	36
18	Alineación tipo IV monofásica	37
19	Retenida.....	38
20	Puesta a tierra simple	39
21	Puesta a tierra en anillo cerrado	40
22	Empalme con conector de cuña	41

23	Empalme a plena tracción.....	41
24	Conductores para baja tensión	42
25	Armado de paso para B.T	47
26	Armado de remate doble para B.T	47
27	Armado de remate simple para B.T	48
28	Armado para B.T. para fachada.....	48
29	Conector de perforación	51
30	Conector de cuña.....	52
31	Grapa de suspensión para B.T.....	53
32	Grapa de remate para líneas de B.T	54
33	Grapa para acometidas.....	54
34	Cajas para acometidas	55
35	Armado simple circuito monofásico alineación ángulo <5° TIPO I	73
36	Armado simple circuito monofásico ángulo 5 a 30° TIPO II	75
37	Armado simple circuito monofásico ángulo 30 a 60° TIPO III	77
38	Armado simple circuito monofásico ángulo 60 a 90° TIPO IV.....	79
39	Armado simple circuito monofásico prolongación de línea TIPO V	81
40	Armado simple circuito monofásico fin de línea TIPO VI	83
41	Armado simple circuito trifásico alineación ángulo <5° TIPO I	87
42	Armado simple circuito trifásico ángulo 5 a 30° TIPO II	89
43	Armado simple circuito trifásico ángulo 30 a 60° TIPO III	91
44	Armado simple circuito trifásico ángulo 60 a 90° TIPO IV.....	93
45	Armado simple circuito trifásico prolongación de línea TIPO V	95
46	Armado simple circuito trifásico fin de línea TIPO VI	97
47	Centro de transformación para 10/25/50 y 75 KVA, 13.2 KV	100
48	Estructura pararrayos circuitos monofásico para 13.2 KV.....	102
49	Estructura cortacircuitos circuito monofásico para 13.2 KV	104
50	Armado circuito monofásico alineación ángulo <5° TIPO I, 34.5 KV	109

51	Armado simple circuito monofásico ángulo 5 a 30° TIPO II, 34.5 KV111
52	Armado simple circuito monofásico ángulo 30 a 60° TIPO III, 34.5 KV ...113
53	Armado simple circuito monofásico ángulo 60 a 90° TIPO IV, 34.5 KV....115
54	Armado circuito monofásico prolongación de línea TIPO V, 34.5 KV.....117
55	Armado simple circuito monofásico fin de línea TIPO VI, 34.5 KV119
56	Armado simple circuito trifásico alineación ángulo <5° TIPO I, 34.5 KV ..123
57	Armado simple circuito trifásico ángulo 5 a 30° TIPO II, 34.5 KV125
58	Armado simple circuito trifásico ángulo 30 a 60° TIPO III, 34.5 KV127
59	Armado simple circuito trifásico ángulo 60 a 90° TIPO IV, 34.5 KV.....129
60	Armado simple circuito trifásico prolongación de línea TIPO V, 34.5 KV ..131
61	Armado simple circuito trifásico fin de línea TIPO VI, 34.5 KV133
62	Centro de transformación para 10/25/50 y 75 KVA, 34.5KV137
63	Estructura pararrayos circuitos monofásico para 34.5 KV139
64	Estructura cortacircuitos circuito monofásico para 34.5 KV.....141
65	Estructura retenida de ancla sencilla143
66	Estructura puesta a tierra145
67	Estructura puesta a tierra p/transformadores y protecciones.....147
68	Estructura armado baja tensión hasta 30 grados neutro fijador.....149
69	Estructura armado baja tensión fin de línea neutro fijador151
70	Estructura armado baja tensión doble remate fin de línea.....153

TABLAS

I	Tipos de conductores	18
II	Características de los conductores de línea	19
III	Características de los aisladores de línea tipo poste.....	21
IV	Características de los aisladores tipo suspensión.	24
V	Configuraciones monofásicas.....	32
VI	Distancias máximas para B.T.....	44
VII	Armados de baja tensión	46
VIII	Armados para acometidas.....	49
IX	Conductores para acometidas.....	56
X	Protecciones para acometidas	59
XI	Materiales eléctricos	63
XII	Costo unitario monofásico tipo I para 13.2 KV.	74
XIII	Costo unitario monofásico tipo II para 13.2 KV.	76
XIV	Costo unitario monofásico tipo III para 13.2 KV.....	78
XV	Costo unitario monofásico tipo IV para 13.2 KV.	80
XVI	Costo unitario monofásico tipo V para 13.2 KV.....	82
XVII	Costo unitario monofásico tipo VI para 13.2 KV.	84
XVIII	Costo unitario trifásico tipo I para 13.2 KV.	88
XIX	Costo unitario trifásico tipo II para 13.2 KV.	90
XX	Costo unitario trifásico tipo III para 13.2 KV.....	92
XXI	Costo unitario trifásico tipo IV para 13.2 KV.....	94
XXII	Costo unitario trifásico tipo V para 13.2 KV.....	96
XXIII	Costo unitario trifásico tipo VI para 13.2 KV.....	98
XXIV	Costo unitario transformador 10 KVA para 13.2 KV.	101
XXV	Costo unitario pararrayos para 13.2 KV.	103
XXVI	Costo unitario cortacircuitos para 13.2 KV.	105

XXVII	Costo unitario monofásico tipo I para 34.5 KV.....	110
XXVIII	Costo unitario monofásico tipo II para 34.5 KV.	112
XXIX	Costo unitario monofásico tipo III para 34.5 KV.	114
XXX	Costo unitario monofásico tipo IV para 34.5 KV.....	116
XXXI	Costo unitario monofásico tipo V para 34.5 KV.....	118
XXXII	Costo unitario monofásico tipo VI para 34.5 KV.....	120
XXXIII	Costo unitario trifásico tipo I para 34.5 KV.....	124
XXXIV	Costo unitario trifásico tipo II para 34.5 KV.....	126
XXXV	Costo unitario trifásico tipo III para 34.5 KV.	128
XXXVI	Costo unitario trifásico tipo IV para 34.5 KV.....	130
XXXVII	Costo unitario trifásico tipo V para 34.5 KV.	132
XXXVIII	Costo unitario trifásico tipo VI para 34.5 KV.....	134
XXXIX	Costo unitario transformador 10 KVA para 34.5 KV.....	138
XL	Costo unitario pararrayos para 34.5 KV.	140
XLI	Costo unitario cortacircuitos para 34.5 KV.....	142
XLII	Costo unitario retenida de ancla sencilla.	144
XLIII	Costo unitario retenida de ancla doble.....	144
XLIV	Costo unitario puesta a tierra sencilla.	146
XLV	Costo unitario puesta a tierra para transformador y protecciones.	148
XLVI	Costo unitario armado baja tensión alineación y ángulo hasta 30°.	150
XLVII	Costo unitario armado baja tensión fin de línea.....	152
XLVIII	Costo unitario secundario doble remate.....	154
XLIX	Costo unitario acometida 120 voltios.	154
L	Costo unitario poste de concreto de 12 metros.	154
LI	Costo unitario poste de concreto de 10.6 metros.....	155
LII	Costo unitario poste de concreto de 9 metros.	155
LIII	Costo unitario kilómetro de conductor ACSR 1/0.	155
LIV	Costo unitario kilómetro conductor ACSR 4/0.	156

LV	Costo unitario kilómetro de conductor triplex # 2.....	156
LVI	Costo unitario kilómetro de conductor triplex 1/0.....	156
LVII	Renglones de trabajo de materiales	164
LVIII	Costo del proyecto	169

RESUMEN

El presente proyecto, en el capítulo uno es acerca de una descripción general de las líneas y redes de distribución de energía eléctrica de media tensión, los elementos o estructuras a utilizar, las entidades que influyen en las normas de construcción de las líneas y redes eléctricas, tanto la que influirá en el estudio como lo es Unión Fenosa, así mismo algunas otras de nuestro entorno como la Comisión Nacional de Energía Eléctrica o el Instituto Nacional de Electrificación.

El capítulo dos comprende un análisis de las especificaciones técnicas de los materiales y construcciones para el área de Unión Fenosa, tanto para redes de media tensión como para redes de baja tensión, las diferentes configuraciones de las estructuras monofásicas como trifásicas, retenidas, puesta a tierra, conexiones y empalmes, estructuras en baja tensión; esto servirá para poder establecer las conexiones a utilizar y materiales a trabajar.

En el capítulo tres se realiza la evaluación económica para las estructuras en un voltaje de 13.2 KV, tanto para monofásicas como trifásicas, principiando con un listado de materiales general con sus costos de lista que se encuentran en la empresa Importadora de Materiales Eléctricos, S.A. (IMPELSA) que es una de las empresas principales en el ramo para su venta en el mercado local, después, con ellos, poder estimar los costos por estructura final.

En el capítulo cuatro se realiza la evaluación económica para las estructuras en un voltaje de 34.5 KV, tanto para monofásicas como trifásicas, estableciendo los usos y aplicaciones para cada línea, en este capítulo se incluirán los renglones o estructuras que lleva toda línea eléctrica en su construcción como lo es tipos de

postes, tipos de líneas, las configuraciones en baja tensión, retenidas, tierras convencionales y para transformadores; estas no aparecen en el capítulo anterior ya que, sería la misma información y se incluyó en este capítulo, pero se debe tener en cuenta para los renglones de trabajo a utilizar, para poder definir los costos finales.

Y, por último, en el capítulo cinco se desarrolla un ejemplo a un proyecto de electrificación en el área de Unión Fenosa, para poder determinar, principalmente, su costo aproximado a utilizar, tomando en cuenta las estructuras a utilizar con la información obtenida en los capítulos tres y cuatro; pero, también, respecto de la documentación necesaria para poder realizar una licencia de construcción, los pasos importantes a seguir en el desarrollo técnico del proyecto, así como los factores que intervienen para encontrar el costo final.

OBJETIVOS

GENERALES

1. Enumerar y estudiar los costos que influyen en la construcción de proyectos de distribución de Energía Eléctrica en media tensión de 13.2 y 34.5 KV, con financiamiento del sector público.
2. Desarrollar cálculos matemáticos y técnicos para diseñar y construir un proyecto de electrificación para analizar los factores económicos que intervienen en ellos.

ESPECÍFICOS

1. A través de un estudio económico ordenar y cuantificar la información de carácter monetario que servirá de base para la evaluación económica un proyecto.
2. Plantear una completa recopilación, revisión y ordenación de los múltiples enfoques para la construcción de una línea de distribución utilizando los nuevos Procedimientos Normas Caribe en la practica de la Ingeniería Eléctrica.
3. Que sirva de parámetro a los inversionistas para tomar o no la decisión de invertir en el proyecto.
4. Aplicar técnicas modernas de planificación, programación y control en los proyectos de construcción, teniendo en cuenta los cambios surgidos por la implementación de estas normas.

5. Revisión de los costos unitarios de la obra, actualizándolos en sus rangos aceptables.

INTRODUCCIÓN

En el país, en la actualidad, hay alrededor de 25% de personas que aun no cuentan con un servicio de electricidad, donde en mayoría se encuentran en el área rural y que no cuentan con dicho servicio por diferentes razones:

1. por el incremento del costo de vida;
2. el encarecimiento del costo de producción y construcción;
3. el incremento desmedido del costo de materiales;
4. falta de recursos económicos;
5. vivir en comunidades marginales del área rural.

Luego se suma la aplicación de las Normas Caribe o Procedimientos Caribe que exige Unión Fenosa en la construcción de las líneas y redes de Media Tensión, afectando hasta en un 25 % más en el valor de la construcción de los proyectos de electrificación en el área rural.

Las personas que aun no cuentan con servicio de energía eléctrica optan por las siguientes formas para construir las líneas o redes de media tensión:

1. solicitar ayuda internacional para financiamiento de proyectos de esta naturaleza;
2. aportes comunitarios;
3. a través de la municipalidad de la localidad;
4. a través del gobierno central y sus dependencias;
5. una combinación de aportes comunitarios, municipalidad y gobierno central;

6. inversión privada.

Los procedimientos caribe exigidos por Unión Fenosa para la construcción de LM y BT, relativamente, comparados con las Normas autorizadas por la CNEE son más modernas y seguras, pero, también, conllevan a costos mas altos en los materiales y por consiguiente el precio de los proyectos de electrificación.

Al desarrollar este proyecto se busca proporcionar apoyo a personas individuales como a empresas privadas, de medios más efectivos para planificar y evaluar sus proyectos, de tal forma que se cumplan las previsiones establecidas, para que el ritmo de ejecución sea estable y continuo y se reduzca a un mínimo la perdida de tiempo y capital invertido, por falta o mala distribución de los recursos humanos y de materiales.

La aplicación de estas técnicas es necesaria para lograr un control eficiente y de calidad, al menor costo y en fechas previstas, aún cuando los medios para alcanzar esos objetivos difieran en cada empresa de acuerdo a su magnitud y naturaleza; por lo tanto, conforme se avance en el desarrollo del trabajo, las soluciones serán objetivas, reales y detalladas, esperando mejorar en la medida de lo posible el informe final de proyecto.

1. ANTECEDENTES

1.1. Generalidades

Un sistema de distribución de energía eléctrica comprende todas las instalaciones necesarias para conducir la energía eléctrica desde la estación generadora hasta los consumidores de la misma.

Básicamente consta de las siguientes instalaciones:

- 1) Estación generadora y elevadora
- 2) Línea de transmisión de alta tensión
- 3) Estación reductora
- 4) Líneas de sub-transmisión
- 5) Líneas de distribución de media tensión

La central generadora puede ser térmica o hidráulica. En la siguiente figura se muestra una distribución típica, en la que no se han considerado los detalles, como los aparatos de medición, interruptores y conmutadores. En dicha grafica se hayan dos generadores trifásicos, acoplados en paralelo, suministran la energía a una barra a 13.8 KV. La tensión se eleva mediante transformadores hasta 69 KV para el transporte y en la estación reductora se rebaja de nuevo a 13.8 KV para su distribución. La tensión de 69 KV utilizada para el transporte, aunque es típica, se indica solamente como ejemplo, ya que se emplean normalmente otros tanto en nuestro país como en otros

lugares de los que pueden ser 110, 138, 169, 230, etc., KV., según la distancia a que ha de transportarse la energía, el costo y otros factores.

Hay dos alternativas para la siguiente etapa de transformación:

- 1) La red de baja tensión en la que la tensión se rebaja de los 34.5 kilovoltios a 240/120 voltios en sistema trifásico.
- 2) La red de baja tensión en la que la tensión se rebaja de los 13.2 kilovoltios a 240/120 voltios en sistema trifásico.

Estas serán las dos etapas a trabajar es este estudio para poder lograr los costos que conllevan este tipo de sistemas eléctricos.

1.2. Líneas de distribución de media tensión

1.2.1. Objetivo

Primero nos referiremos a las líneas de transmisión las cuales tienen dos objetivos primordiales:

- ✓ Transferir potencia de un centro generador a otro de consumo.
- ✓ Transferir energía de un sistema a otro.

Su clasificación básica es la siguiente:

- ✓ Alta tensión: Voltajes mayores de 69 kV
- ✓ Media tensión: Voltajes de 13.2 KV y 34.5 kV

1.2.2. Requerimientos básicos para su diseño

- a. Estudio preliminar
- b. Selección de voltaje
- c. Localización preliminar
- d. Selección de conductores y espaciamiento de los mismos
- e. Selección de soportes y sus espaciamientos
- f. Lista de accesorios y materiales completos
- g. Capacidad admisible
- h. Análisis de costos estimados

En caso de haber varias alternativas para la construcción de una línea de transmisión son factores importantes a considerar:

- a. Acceso a la línea
- b. Longitud de la línea
- c. Número de estructuras en tangente
- d. Número de estructuras de remate
- e. Grado de facilidad para la inspección y mantenimiento
- f. Grado de dificultad para la obtención del derecho de Vía
- g. Número de circuitos posibles
- h. Longitud de ramales para otros puntos posibles

1.3. Elementos de una línea de distribución

Las estructuras generales especificadas por Unión Fenosa para la construcción de líneas y redes de distribución se presentan en la forma siguiente:

- a. Estructura tipo I; en tangente (ángulo entre 0° y 5°).
- b. Estructura tipo II; para ángulos entre > 5° y 30°.
- c. Estructura tipo III; para ángulos entre > 30° y 60°.
- d. Estructura tipo IV; para ángulos entre > 60° y 90°.
- e. Estructura tipo V; de anclaje.
- f. Estructura tipo VI; de remate.
- g. Anclaje sencillo.
- h. Anclaje doble.
- i. Puesta a tierra.
- j. Centros de transformación, protección u otros.

1.4. Comisión Nacional de Energía Eléctrica

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) posee normas que tienen por objeto establecer las disposiciones, criterios y requerimientos mínimos para asegurar que las mejoras y expansiones de distribución de energía eléctrica, se diseñen y operen, garantizando la seguridad de las personas y bienes y la calidad del servicio.

Estas normas serán de aplicación obligatoria en la Republica de Guatemala, para todas las personas individuales o jurídicas, que tengan relación con el diseño, construcción, supervisión, operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, incluyendo sus mejoras, ampliaciones e instalaciones temporales.

Por consiguiente como Unión Fenosa – Deorsa – Deocsa – no a tenido autorización por la CNEE para poder implementar sus Normas Caribe en la construcción de líneas y redes de distribución, estas fueron implementadas

como Procedimientos Caribe internos por parte de ellos, por lo tanto para poder obtener una licencia de construcción de parte de ellos se tienen que implementar por todos los interesados.

1.5. Instituto Nacional de Electrificación

1.5.1. Generalidades

El objetivo de las normas de electrificación rural es el de efectuar instalaciones de distribución de servicio eléctrico que sean seguras, eficientes y económicas. Estas normas del INDE son diferentes a las de Unión Fenosa que esta implementando pero su utilización es la misma en todo sentido básico y solo se utilizará como definiciones de sus sistemas de distribución para poder relacionarlas.

1.5.2. Líneas de distribución primaria

Es el conjunto de postes, conductores, aisladores y accesorios, destinados a la distribución de energía eléctrica en 13.2/7.6 kV y/o 34.5/19.9 kV. Las líneas se dividen e alimentadores principales (troncales), sub-alimentadores (ramales) y alimentadores laterales o líneas finales (racimos).

1.5.3. Redes de distribución secundaria

Llamado a la vez Sistema de Distribución Secundaria, es el formado por las líneas de distribución que se inician en el secundario del

transformador y termina en las acometidas que suministran energía al punto de entrega del consumidor.

1.6. Unidades constructivas de Unión Fenosa

Las unidades constructivas, en adelante UUCC, tienen por objeto establecer los parámetros técnicos (constructivos) bajo los cuales ejecutarán las obras de electrificación que contrate DEOCSA/DEORSA, así como establecer un precio de referencia para su contratación.

La unidad constructiva es un conjunto de materiales, equipo, mano de obra y transporte que actúan siempre en forma integrada en una obra de electrificación. Su objetivo es normalizar la construcción de obras de electrificación, definir los materiales de dicha construcción y valorizarla.

El precio de cada UUCC esta formada por la suma de los precios de materiales y la suma de la mano de obra de dicha unidad mas el transporte de sus materiales. Estos serán los precios a tomar en cuenta para este estudio de las líneas de distribución de media tensión.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA EL ÁREA DE UNION FENOSA

2.1 Red de media tensión

2.1.1. Objeto

Las redes de media tensión tienen como fin establecer las reglas y criterios para el análisis y lineamientos de la red actual y de las redes que se planifiquen en el futuro.

2.1.2. Campo de aplicación

Los criterios de construcción de redes aquí descritos se aplicarán todos los elementos sometidos a las tensiones denominadas como media tensión [MT], es decir menor o igual a 36 kV.

2.1.3. Definiciones

Línea principal

Es la línea trifásica que parte desde una salida de la subestación y constituye el eje eléctrico de una zona geográfica de distribución. En algunos casos se cierra con otra línea eje de otra subestación próxima o con otra línea eje de la misma subestación.

De la línea principal parten las líneas derivadas y el mínimo número posible de derivaciones hacia transformadores de distribución independientes. Los elementos a tener en cuenta a fin de definir cuál es la línea principal o troncal son:

- ✓ La línea que tiene la mayor carga
- ✓ La línea que circula paralela a la carretera (en el caso de líneas rurales)
- ✓ La línea que enlaza con otra proveniente de la misma o de otra subestación

Línea derivada y subderivada

Líneas derivadas son aquellas líneas que parten de una línea principal y alimentan a subderivadas y/o racimos. Serán siempre abiertas, no teniendo ninguna otra posibilidad de alimentación desde otras líneas secundarias o principales.

Las líneas subderivadas tienen su origen en líneas derivadas y alimentan a racimos. Derivadas y subderivadas podrán ser trifásicas o monofásicas.

Elementos de protección

Son elementos que ante una condición indeseada de sobrecarga, cortocircuito, etc., desconectan automáticamente la menor parte posible de la red, evitando que se afecte a las instalaciones "aguas arriba" de la falla o situación anormal.

Interruptor automático

Elemento capaz de abrir y cerrar automáticamente sobre corrientes de cortocircuito, que opera sobre la base de relés. Se sitúa en cabecera de línea y puede incluir la función de reenganche automático.

Reconectador (recloser)

Elemento de protección y maniobra con reenganche automático, capaz de abrir y cerrar sobre corrientes de cortocircuito que cuenta con un automatismo que permite establecer ciclos de apertura y cierre, regulable según tiempo y número de ciclos.

Permite despejar las fallas fugaces que afectan a la red (por ejemplo: ramas que tocan la línea) y evitar la innecesaria fusión de fusibles que puedan existir en los racimos.

Autoseccionador seccionalizador

El autoseccionador es un aparato de apertura automática que funciona asociado a un interruptor automático, dotado de reenganchador o un reconectador, situado aguas arriba del autoseccionador. Este abre el circuito, sin tensión, durante los tiempos muertos del ciclo de reenganche del interruptor automático.

Su función es similar a la de los fusibles, pero con las siguientes particularidades:

- ✓ No coordina por tiempo con la curva de protección del reconector aguas arriba, como es el caso de los fusibles.
- ✓ Es más confiable que el fusible.

Seccionador fusible de expulsión (cut out ó cortacircuitos)

Aparato mecánico capaz de abrir y cerrar un circuito con corrientes despreciables. Incluye un elemento fusible que al fundir provoca la apertura del seccionador.

Fusible

Elemento de protección que al fundirse aísla una parte de la red (por ejemplo: racimo).

Interruptor

Elemento que permite la apertura y cierre de la intensidad nominal. El medio de interrupción del arco voltaico puede ser aire, aceite, vacío o SF₆ y su operación puede ser local (mediante pértiga, palanca o con un control que accione un motor) o a distancia (interruptor telecontrolado)

Seccionador

Aparato mecánico capaz de abrir y cerrar un circuito con corrientes despreciables, existen dos tipos de seccionadores: los de cuchillas y los basados en seccionadores fusibles de expulsión, en los que se ha sustituido el tubo portafusible por una barra de cobre.

2.1.4. Características generales de las redes de media tensión

Subestaciones

Para cada subestación se debe establecer el área de influencia que queda definida por medio de la red de media tensión que parte de ella. Estas áreas deben estar perfectamente delimitadas en la explotación normal de la red, para que la medida de cargas, la energía y las incidencias tengan una correspondencia biunívoca con cada una de las líneas principales y derivadas de la subestación.

Se define como explotación normal de la red de una subestación la que tienen sus líneas cuando las mismas reciben tensión desde la subestación en cuestión hasta los puntos fijados como frontera con otras subestaciones y además tiene abiertos los enlaces entre las líneas pertenecientes a la subestación en los lugares que surgen de la planificación de la red.

Redes

Al igual que en las subestaciones, para cada salida se debe definir una explotación normal. Esta definición debe permitir que la operación de la misma se haga sin problemas de caída de tensión, sin sobrecarga y que soporte el crecimiento vegetativo de la zona sin necesidad de realizar inversiones adicionales dentro del período comprendido entre el establecimiento de la explotación y el año horizonte considerado en el estudio.

La configuración de las redes atenderá las siguientes características:

- ✓ La sección de las líneas principales y de las derivaciones será uniforme.
- ✓ La sección de las derivaciones será ser menor que la de la línea principal o derivación de mayor rango. Por lo tanto, en conjunto la red podrá ser telescópica o cilíndrica. como norma general un circuito no debe alimentar simultáneamente clientes de áreas rurales y clientes de áreas urbano.
- ✓ Las líneas principales deberán estar libres de fusibles
- ✓ En redes aéreas el neutro será distribuido, continuo y conectado (pero no compartido) con la red de baja tensión.
- ✓ Con el fin de reducir pérdidas, se instalarán baterías de condensadores en la red de MT en aquellos circuitos que lo justifiquen. En una primera fase se instalarán baterías fijas siempre que se justifique económicamente. En caso necesario podrán realizarse estudios específicos de instalación de baterías automáticas.
- ✓ Donde la tensión sea muy baja y no sean rentables otras actuaciones se instalaran reguladores de voltaje intermedios.

Protecciones

La protección de las redes se realiza para evitar los efectos nocivos que provocan las corrientes de cortocircuito y las sobrecargas en las instalaciones que están aguas arriba del lugar donde se produce la falta. También se usa la protección para aislar las zonas donde se produce la falta y segregar las mismas del resto de las instalaciones (que han de quedar en servicio] y para proteger las personas de contactos accidentales.

Tipos de redes de media tensión

Los criterios de diseño de redes se definen según las características de las redes que a su vez estarán asociados al mercado que atiendan. La segmentación del mercado no solamente corresponde a criterios de rentabilidad económica sino que de esta forma normalmente lo establecen las regulaciones vigentes del mercado eléctrico de cada país al establecer distintos índices de calidad del servicio y del producto técnico tomando en consideración las características del cliente [urbano, rural o aislado].

2.1.5. Estructuras de redes y conectividad

Red aérea en antena

Estas redes están formadas por líneas que parten de una subestación y no tienen apoyo de ningún otro circuito. Estas redes son típicamente rurales.

La línea principal será trifásica de sección uniforme. En las líneas principales no se instalarán nunca fusibles. Se dividirá la línea principal instalando los correspondientes elementos de corte [interruptores telecontrolados y/o reconectador según los criterios técnicos que se presentarán.

Red aérea apoyada

Estas redes difieren de las mencionadas en el punto anterior en que la línea troncal puede apoyarse con otra línea troncal o cable cero,

perteneciente a otra subestación o a la misma. Estas redes son típicamente urbanas.

Red subterránea

Estas redes suelen ser urbanas, se caracterizan por tener cargas concentradas y tener menor extensión que las redes aéreas. La gran densidad que implican estas redes hace que existan anillos entre salidas de subestaciones. Estas redes serán siempre trifásicas. con excepción de estructuras derivadas en punta Q en anillo alimentadas por transformadores monofásicos.

Los principios básicos que se deben considerar al definir la estructura de una red subterránea son:

- ✓ Los respaldos deben de darse siempre por la línea troncal
- ✓ La protección de salida no tendrá reconexión automática.
- ✓ Los elementos de corte con telecontrol en la línea principal se aplicarán según criterios técnico-económicos

2.1.6. Criterios de protección

Protección contra sobrecargas y cortacircuitos

La protección principal de las redes de media tensión estará confiada al interruptor automático de línea.

En redes aéreas urbanas y rurales, el interruptor de cabecera estará dotado de reenganche automático. En redes subterráneas en ningún caso se instalará reenganche.

Protección contra sobretensiones

Se emplearán autoválvulas de óxidos metálicos en los siguientes elementos:

- ✓ Transformadores
- ✓ Pasos aéreo-subterráneos
- ✓ Conductores forrados

2.2. Red de baja tensión

2.2.1 Objeto

Los criterios de diseño mostrados en el presente documento tienen como fin establecer las reglas y criterios para el análisis y ordenamiento de la explotación de la red de baja tensión (B.T.) actual y de las redes que se planifiquen en el futuro.

2.2.2 Campo de aplicación

Los criterios de diseño de redes de BT aquí descritos se aplicarán a todas las instalaciones comprendidas entre los bornes de BT de los transformadores de la red de distribución general y la protección de la acometida. Están incluidos los elementos frontera con las redes de MT (transformadores de la red general de distribución) y excluidos los elementos

frontera con las instalaciones del cliente (los medidores de energía de los clientes).

Los siguientes elementos forman parte de la red de baja tensión:

- ✓ Transformadores de distribución.
- ✓ Red de distribución de BT.
- ✓ Acometidas a clientes.

2.2.3 Red aérea

Este apartado se refiere a la red secundaria de baja tensión destinada principalmente al suministro de clientes residenciales de todo tipo y comerciales.

Esta red podrá ser:

- ✓ ***Monofásica a tres hilos y con las tensiones de 120/240 V.***

Las redes de este tipo se alimentarán mediante un solo transformador monofásico tipo poste.

- ✓ ***Trifásica a cuatro hilos con las tensiones 120/240 V alimentada mediante un banco con dos transformadores en triángulo (delta) abierto.***

Para clientes que precisen suministro trifásico se podrán usar excepcionalmente bancos en poste con tres transformadores monofásicos. La red de distribución que saliera de este centro de transformación será en conductor cuádruplex su calibre depende de su capacidad del banco.

2.2.3.1 Transformadores

Los transformadores serán aéreos monofásicos del tipo autoprotegido. Los transformadores contarán con las siguientes protecciones:

- ☑ Contra sobrecarga, mediante un relé térmico interno en el primario del transformador.
- ☑ Contra cortocircuitos, mediante la instalación de fusibles de expulsión en el inicio de la línea que alimenta el racimo de transformadores.
- ☑ Contra sobretensiones, mediante pararrayos de óxidos metálicos montadas en la cuba del transformador y conectadas del lado de alimentación en M.T.

2.2.3.2 Conductores

Los conductores utilizados en este tipo de redes serán de aluminio (AAC) de dos, tres o cuatro conductores (dúplex, triplex o cuádruplex), con neutro (AAAC) que también se usará como mensajero.

2.2.3.3 Distancias máximas

Las distancias máximas que se pueden alcanzar con las distintas combinaciones de transformadores y conductores, supuestas una carga uniformemente repartida y equilibrada, son las que figuran en la siguiente tabla, para el caso de red a ambos lados del transformador o bien a un solo lado del transformador. La longitud obtenida no incluye el conductor de acometida ni su caída de tensión.

2.3. Líneas eléctricas aéreas de 13.2 y 34.5 kV

Se incluirán y realizarán de acuerdo con el proyecto tipo, todas las líneas con tensiones nominales de 13.2 y 34.5 kV.

2.3.1 Conductores

Los conductores a emplear serán desnudos de aluminio con alma de acero ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced – Conductor de aluminio con alma de acero) normalizados para las líneas eléctricas aéreas de 13,2 y 34,5 kV de Unión Fenosa.

Para la aplicación en las redes aéreas desnudas de media tensión en las empresas eléctricas del área Centroamérica y Caribe de Unión Fenosa se han seleccionado cables ACSR, por su relación calidad-precio con respecto a otros, por ser la tecnología más extendida en el área y porque no se han identificado problemas que desaconsejen su uso. En los cables ACSR vienen combinadas las dos principales características del acero galvanizado y del aluminio. El primero usado como núcleo para proporcionar la mayor parte del esfuerzo a la rotura del cable y el segundo para proporcionar la conductividad. Los conductores seleccionados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla I. Tipos de conductores

TIPO	CARACTERISTICAS
Hawk	Conductor ACSR 477 MCM
Partridge	Conductor ACSR 266 MCM
Penguin	Conductor ACSR 4/0 MCM
Raven	Conductor ACSR AWG 1/0

Las características principales de estos conductores se indican en la siguiente tabla:

Tabla II. Características de los conductores de línea

DENOMINACIÓN	477 MCM (HAWK)	266 MCM (PARTRIDGE)	4/0 AWG (PENGUIN)	1/0 AWG (RAVEN)
Sección transversal (mm ²)	280.86	157.22	125.10	62.46
Diámetro nominal del cable (mm)	21.973	16.307	14.310	10.109
Peso (daN/m)	0.956	0.535	0.433	0.212
Carga de rotura (daN)	□8 677	□5 028	□3 716	□1 949
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	7,700	7,700	8,100	8,100
Coefficiente dilatación lineal (°C ⁻¹)	18.9*10 ⁻⁶	18.9*10 ⁻⁶	19.1*10 ⁻⁶	19.1*10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica en C.C. a 20 °C (Ω/km)	0.1171	0.2092	0.2611	0.5232
Resistencia eléctrica en C.A. a 20 °C (Ω/km)	0.1182	0.2112	0.2636	0.5281
Resistencia eléctrica en C.A. a 75 °C (Ω/km)	0.1439	0.2570	0.3904	0.7169
Intensidad máxima admisible (A) (Temp. ambiente 25 °C)	696	480	375	251

2.3.2. Aislamientos

A continuación se indican los niveles de aislamiento correspondientes a cada nivel de tensión para cualquier línea eléctrica realizada según el presente Proyecto Tipo.

En una primera clasificación los aisladores pueden ser, según el material del que están compuestos, de porcelana o composite.

Para el diseño del aislamiento de las líneas eléctricas aéreas se han seleccionado aisladores que garanticen que no existan saltos de arcos eléctricos en condiciones de operación, sobretensiones transitorias, humedad, temperatura, lluvia o acumulaciones de suciedad, sal y otros contaminantes que no son desprendidos de una manera natural.

En consecuencia, se definen los siguientes niveles de aislamiento:

- ✓ Normal: Será de aplicación en la mayor parte de las situaciones, siempre y cuando las características de la línea no demanden un grado de aislamiento mayor (aisladores de porcelana).
- ✓ Reforzado: Será de aplicación cuando se den condiciones especiales en la línea que hagan recomendable su utilización. (aisladores porcelana reforzado y composite).

De acuerdo con estos niveles de aislamiento y considerando como valor preferente de diseño la mínima servidumbre posible (en especial en líneas urbanas) los aisladores serán, atendiendo a la configuración:

- ✓ Tipo poste, para alineaciones y pequeños ángulos
- ✓ De suspensión, para ángulos fuertes, amarres y finales de línea.

2.3.2.1. Aisladores tipo poste

Los aisladores tipo poste normalizados son los siguientes:

Tabla III. Características de los aisladores de línea tipo poste

Materiales y características		
Aislador composite tipo poste 13.2 ó 34.5 kV		
Perno corto acero galvanizado 3/4"-3/4"x3		
<i>Aislador</i>	13.2 kV	34.5 kV
Longitud aislador (mm)	≥ 280	380
Línea de fuga (mm)	≥ 350	≥ 910
Distancia de contorneo en seco (mm)	230	450

Figura 1. Aislador tipo poste de porcelana

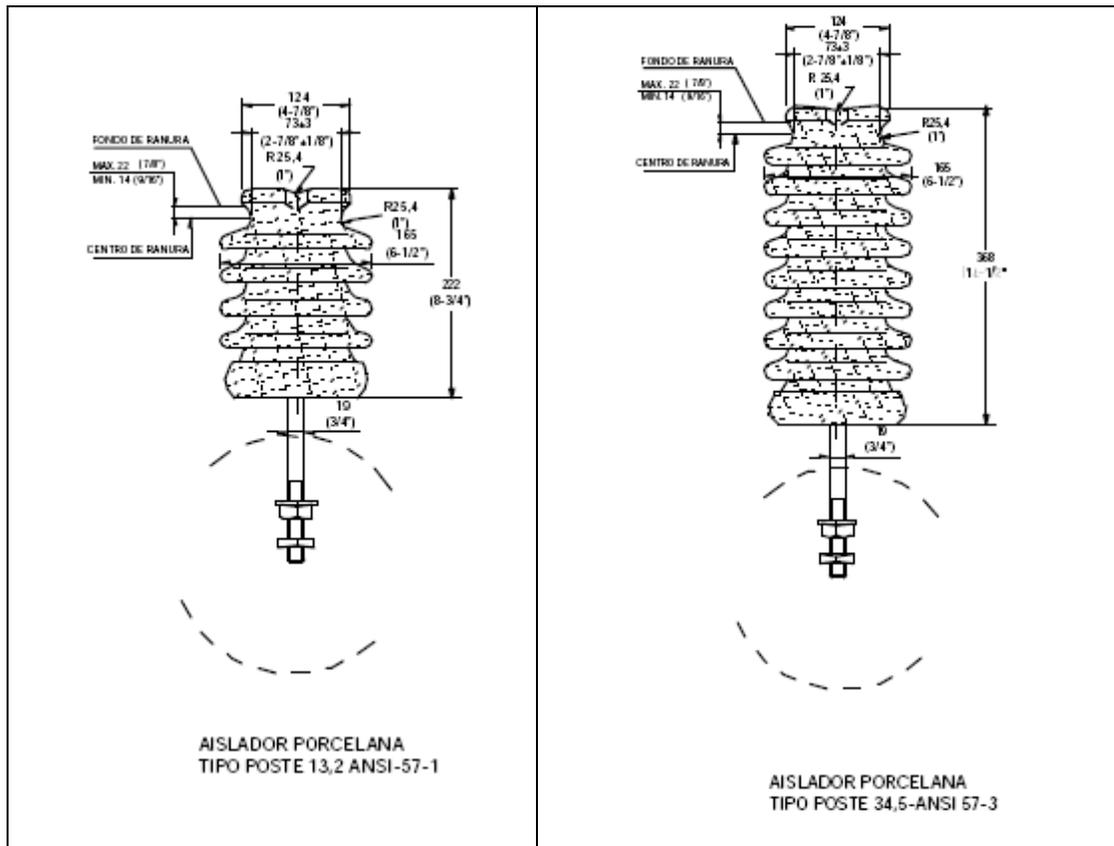


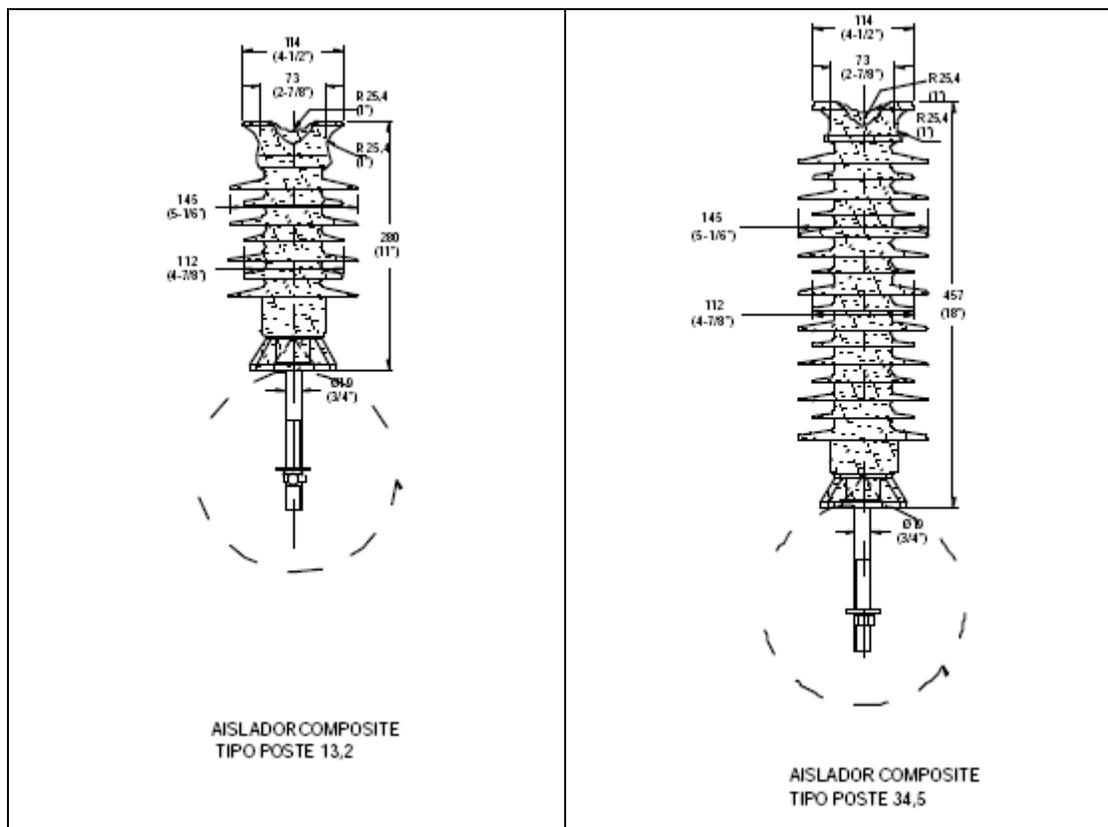
Figura 2. Características de los aislador tipo poste de porcelana



CÓDIGO	MATERIAL
436991	Aislador de porcelana tipo poste 13,2 kV. ANSI 57-1
458420	Aislador de porcelana tipo poste 24,9 kV. ANSI 57-2
436992	Aislador de porcelana tipo poste 34,5 kV ANSI 57-3
437655	Perno corto acero galvanizado 3/4"-3/4"x3

Aislador	13,2 kV	24,9 kV	34,5 kV
Longitud aislador (mm)	222	305	368
Línea de fuga (mm)	≥356	≥559	≥737
Distancia de contorno en seco(mm)	≥165	≥241,3	≥311

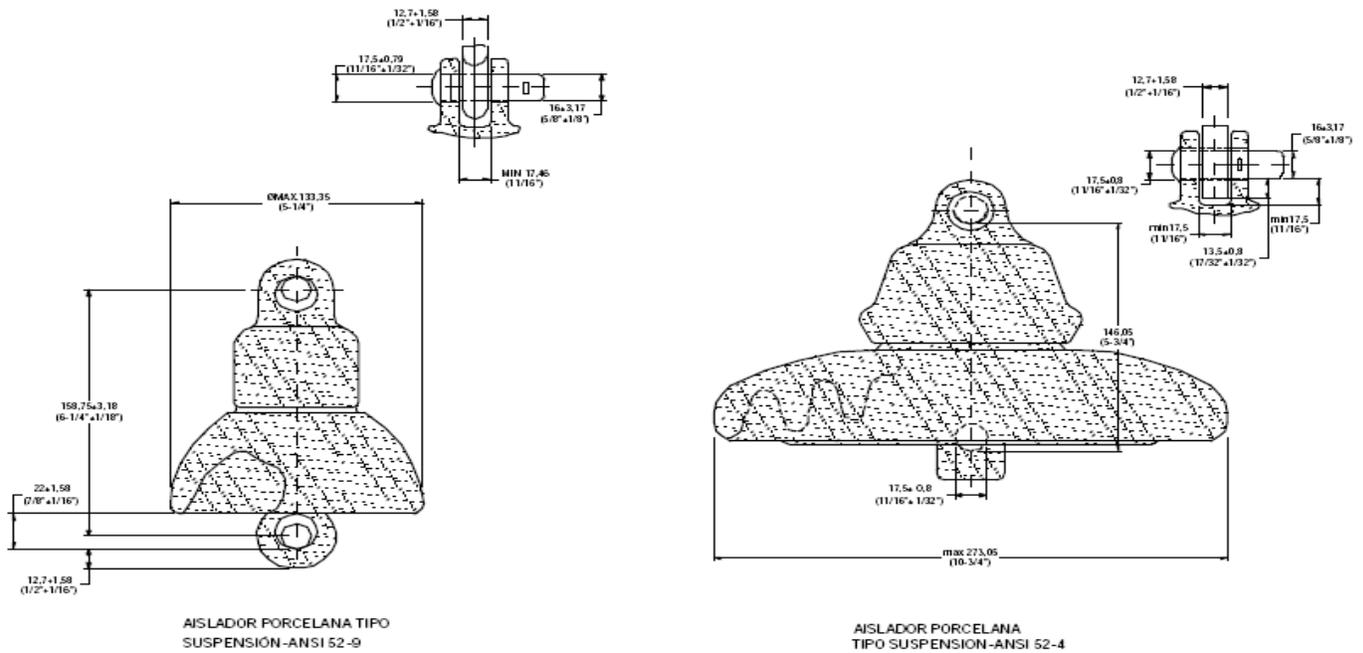
Figura 3. Aislador tipo poste de composite



2.3.2.2. Aisladores de suspensión

Dependiendo de la tensión de la línea y del nivel de aislamiento necesario, el número de elementos de porcelana tipo suspensión que constituyen la cadena de aisladores se muestra en la tabla contigua.

Figura 4. Características de los aisladores de línea de suspensión



CÓDIGO	MATERIAL
434075	Aislador porcelana tipo suspension ANSI 52.4
110073	Aislador porcelana tipo suspension ANSI 52.9

Aislador	ANSI 52.4	ANSI 52.9
Longitud aislador (mm)	≥ 146,05	≥ 158,75
Línea de fuga (mm)	≥ 292	≥ 171

Los aisladores de composite normalizados son:

Figura 5. Aislador de suspensión de composite

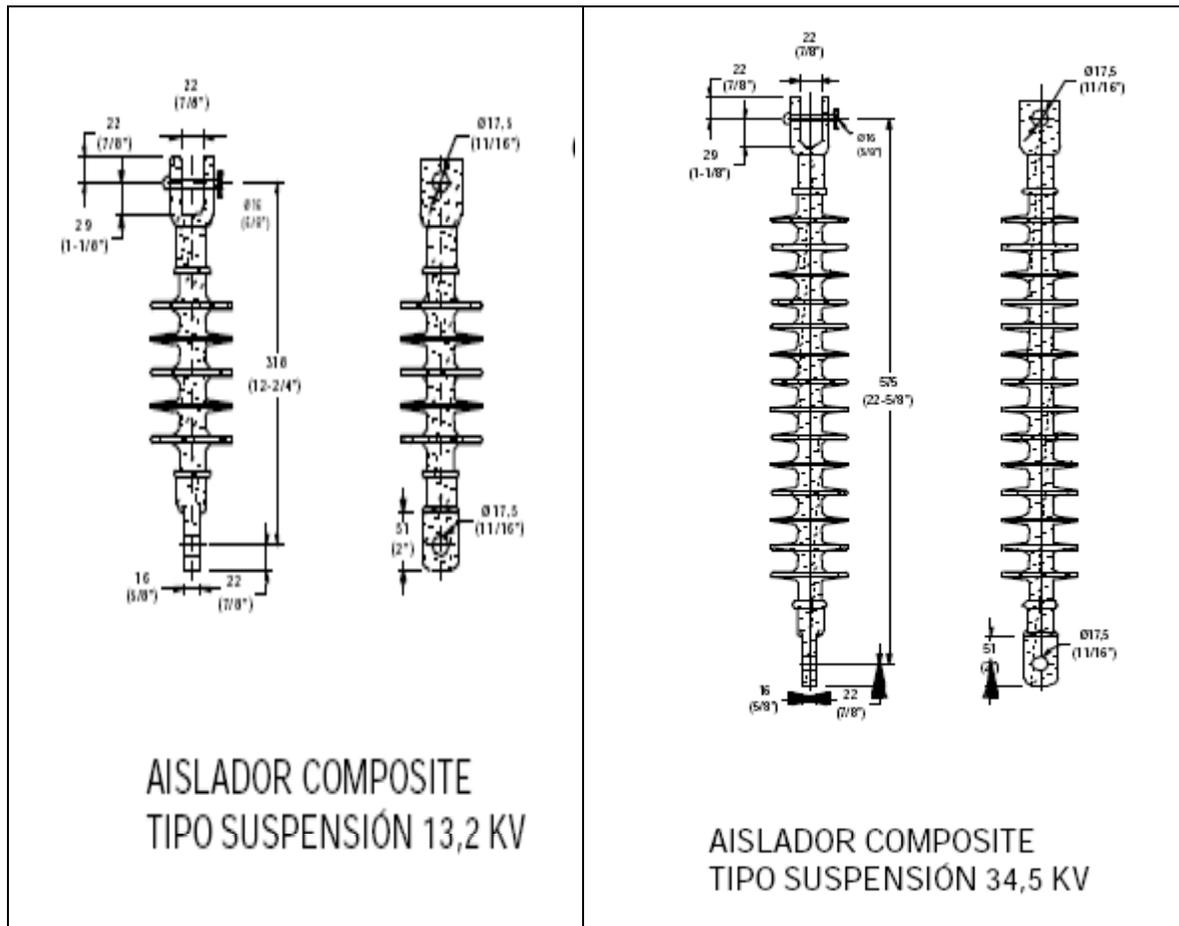


Tabla IV. Características de los aisladores tipo suspensión

Materiales y características		
Aislador compuesto tipo suspensión 13.2 ó 34.5 kV		
<i>Aislador</i>	13.2 kV	34.5 kV
Longitud aislador (mm)	≥ 315	≥ 525
Línea de fuga (mm)	≥ 350	≥ 910
Distancia de contorno en seco (mm)	≥ 170	≥ 430

2.3.3 Postes

En este apartado se definen los diferentes tipos de postes a utilizar en el diseño de líneas eléctricas aéreas realizados según el Proyecto Tipo.

Los postes se clasifican en:

- ✓ Postes de hormigón:
 - Poste de hormigón pretensado centrifugado (HPC)
 - Poste de hormigón armado vibrado (HVA)
- ✓ Postes metálicos de chapa (MCH)
- ✓ Postes de madera

Con carácter prioritario se usarán postes de hormigón. Como alternativa se utilizarán los apoyos metálicos de chapa en puntos de difícil acceso, por la facilidad de acopio debido a su menor peso.

Los apoyos de madera se utilizarán solamente como alternativa a los de hormigón cuando no estén disponibles los metálicos, en la ejecución de líneas provisionales, y para consumir existencias de almacenes.

Los postes de hormigón armado vibrado normalizados son los que tienen en su diseño de construcción 300 daN con medidas 6, 9 y 10.5 mts, 500 daN con medidas 9, 10.5, 12 y 14 mts y 800 daN con medidas de 12 y 14 mts dependiendo del diseño de construcción. Como también los postes de hormigón pretensado centrifugado y los postes metálicos de chapa.

2.3.4. Armados de media tensión

Los postes se clasificarán según sus funciones en: AL, Postes de alineación; AG, Postes de ángulo; AC, Postes de anclaje; FL, Postes de fin de línea.

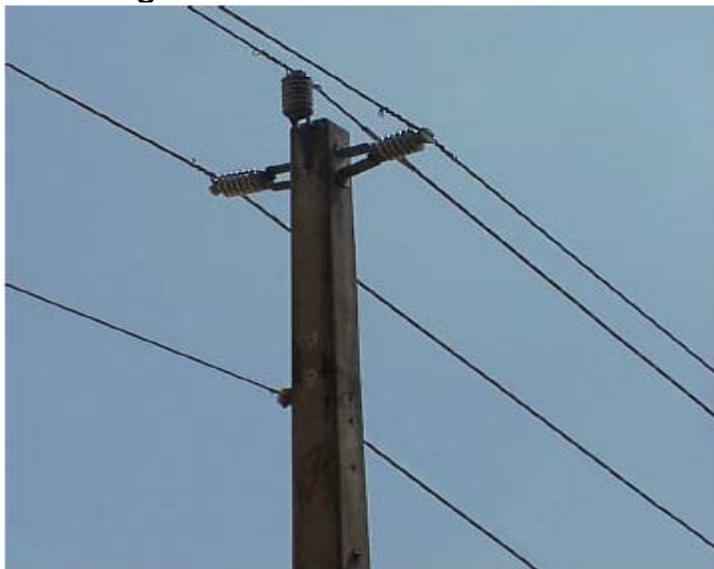
En consecuencia existen las siguientes configuraciones normalizadas las cuales se mostrarán en las siguientes páginas según su configuración:

Figura 6. Configuraciones de estructuras MT

<p>ALINEACIÓN Y ÁNGULO < 5° ÁNGULO 5° A 20° (Hawk, Partridge) ÁNGULO 5° A 30° (Raven, Penguin) ANCLAJE-ÁNGULO 20° A 60° (Hawk, Partridge) ANCLAJE-ÁNGULO 30° A 60° (Raven, Penguin) ÁNGULO 60° A 90° FIN DE LÍNEA</p>

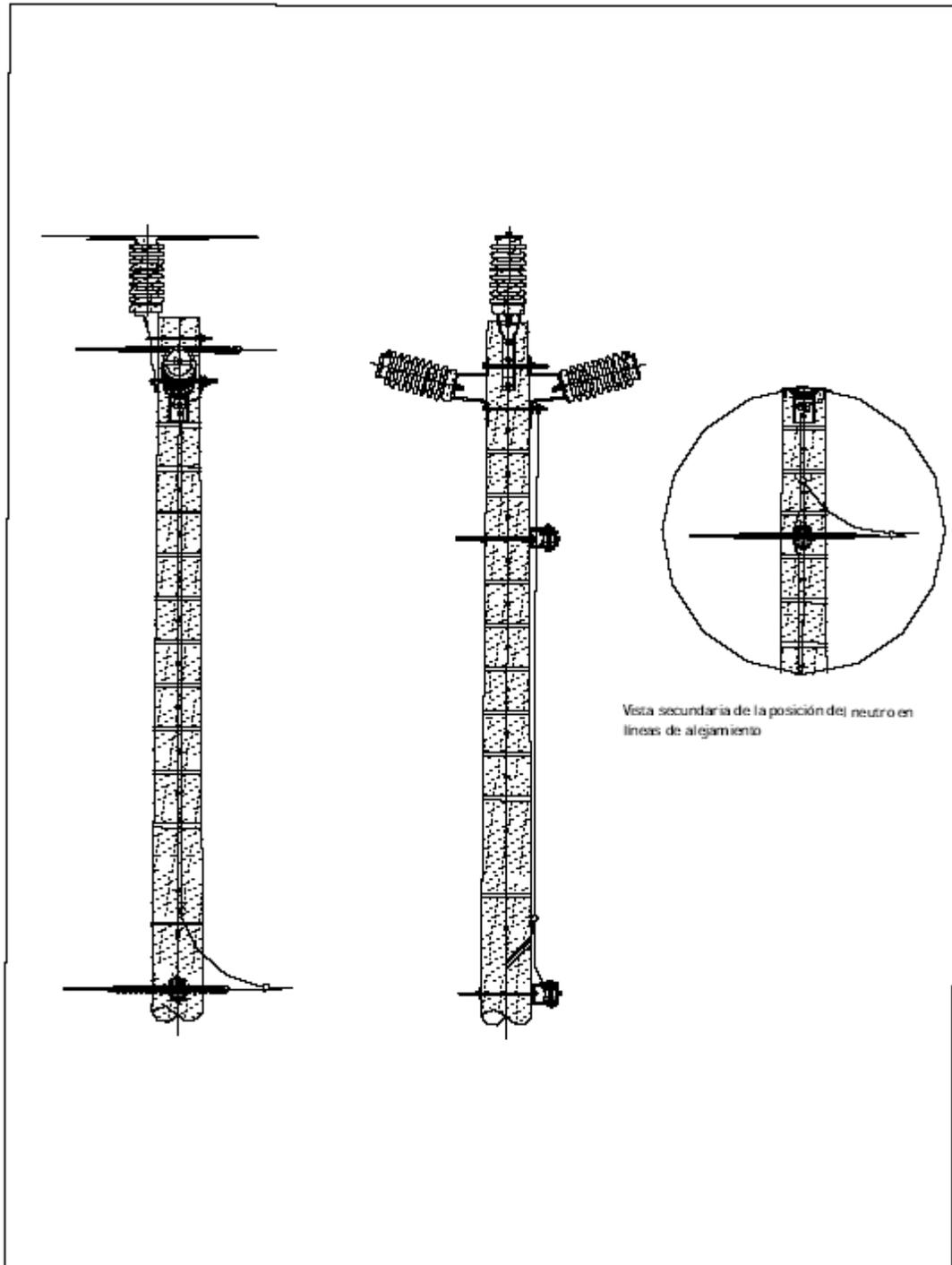
2.3.4.1. Armado circuito trifásico

Figura 7. Líneas trifásicas de MT



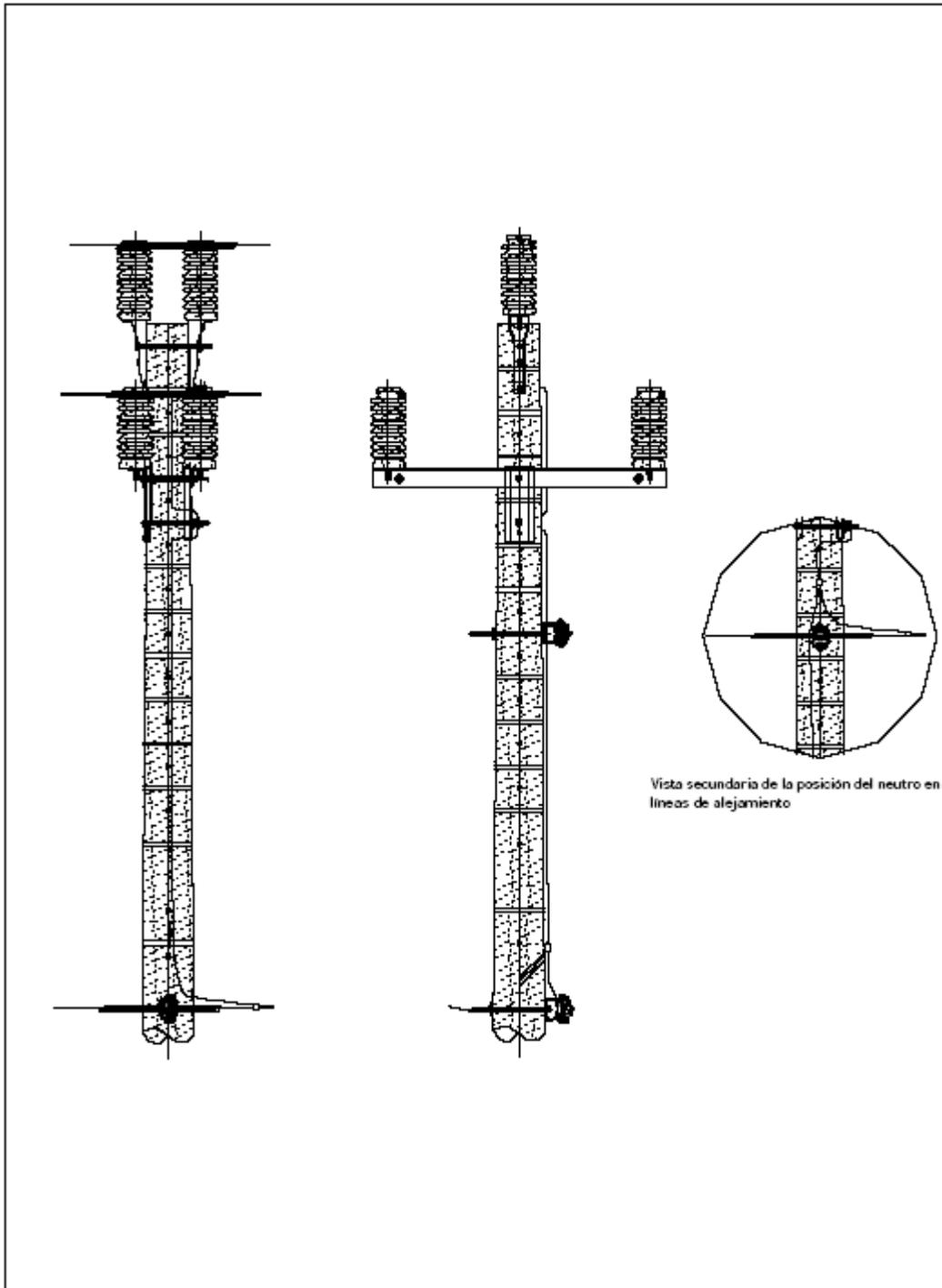
Alineación – ángulo menor de 5°

Figura 8. Alineación tipo I trifásica



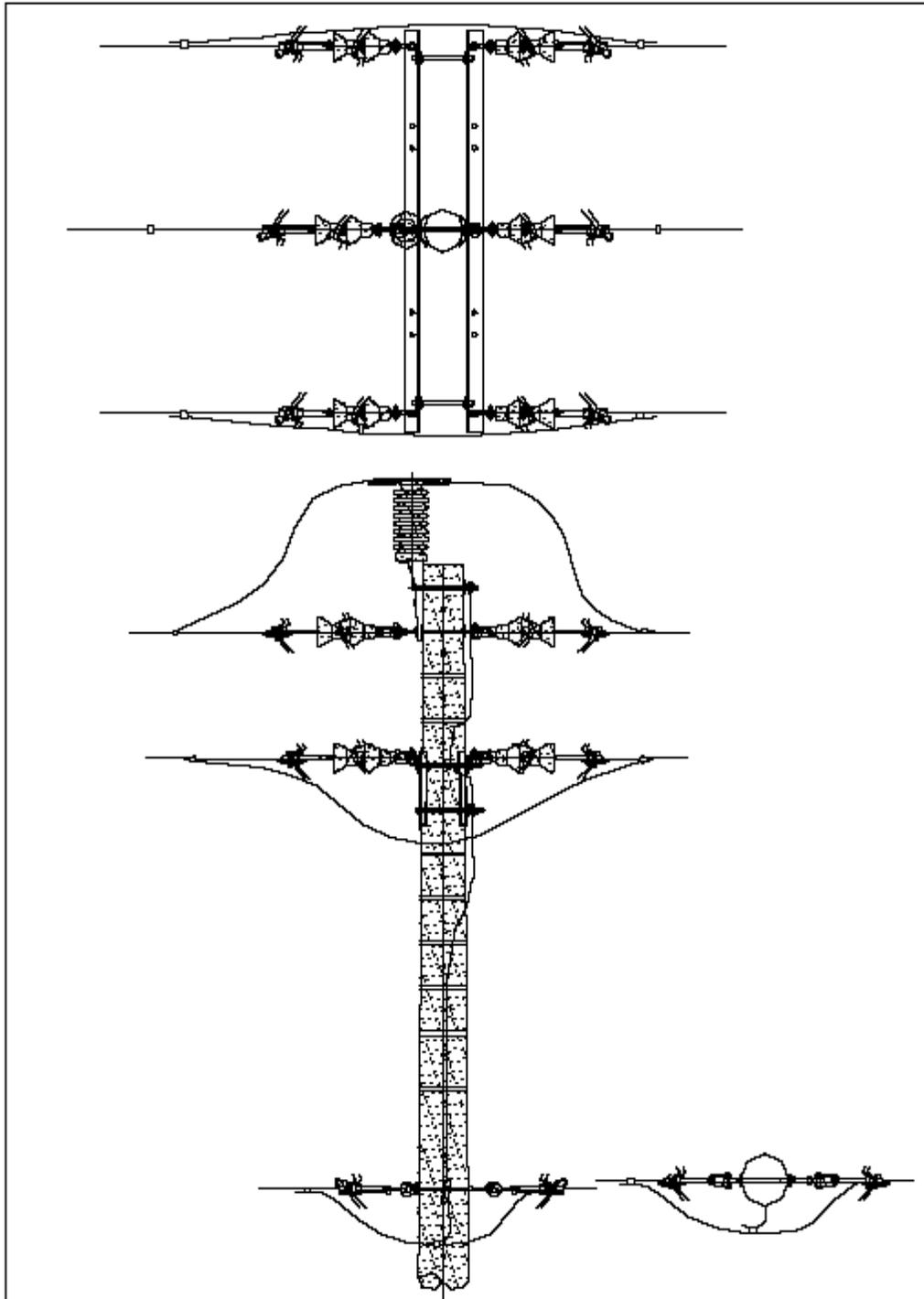
Ángulo 5° a 20 – 30 °

Figura 9. Alineación tipo II trifásica



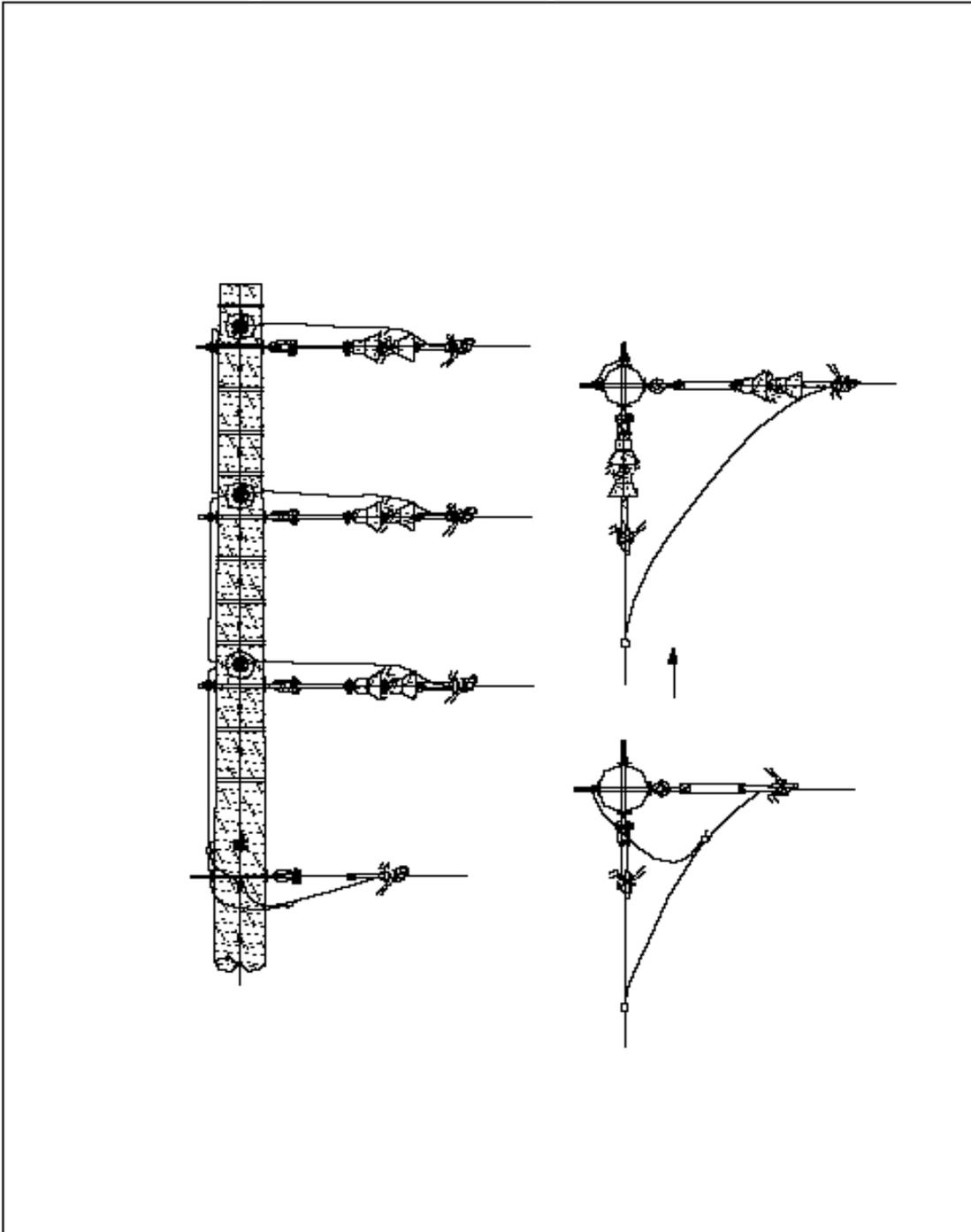
Anclaje y ángulo $20 - 30^\circ$ a 60°

Figura 10. Alineación tipo III y prolongación trifásica



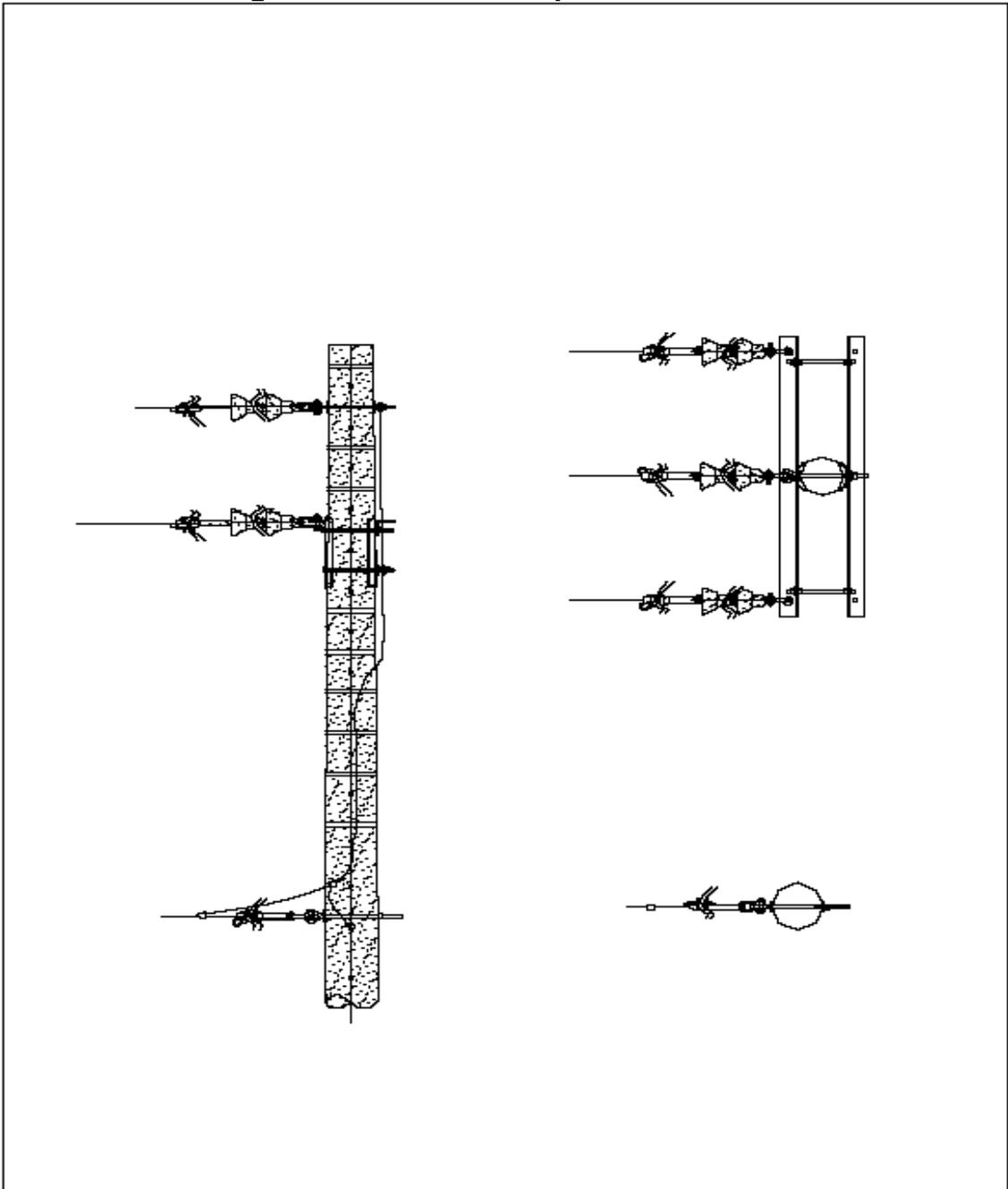
Ángulo 60 – 90 °

Figura 11. Alineación tipo IV trifásica



Fin de línea

Figura 12. Alineación tipo VI trifásica



2.3.4.2 Armados simple circuitos monofásicos

Figura 13. Líneas monofásicas de MT

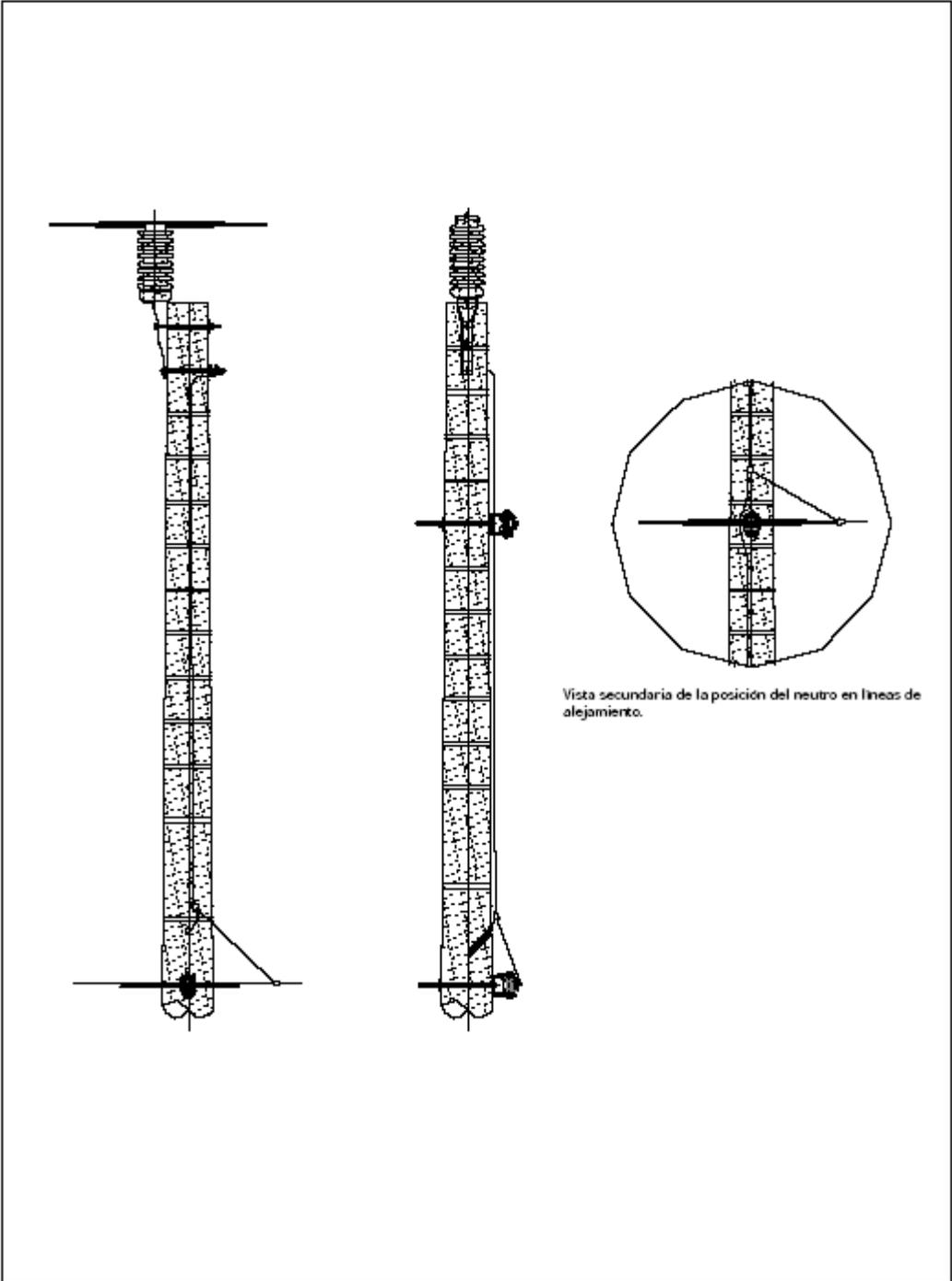


Tabla V. Configuraciones monofásicas

ARMADO
SIMPLE CIRC. MONOF. AL. Y ÁNG. MENOR DE 5°
SIMPLE CIRCUITO MONOF. ÁNGULO 5 A 30°
SIMPLE CIRCUITO MONOF. ANCLAJE Y ÁNGULO 30 A 60°
SIMPLE CIRCUITO MONOF. ÁNGULO 60 A 90°
SIMPLE CIRCUITO MONOF. FIN DE LÍNEA

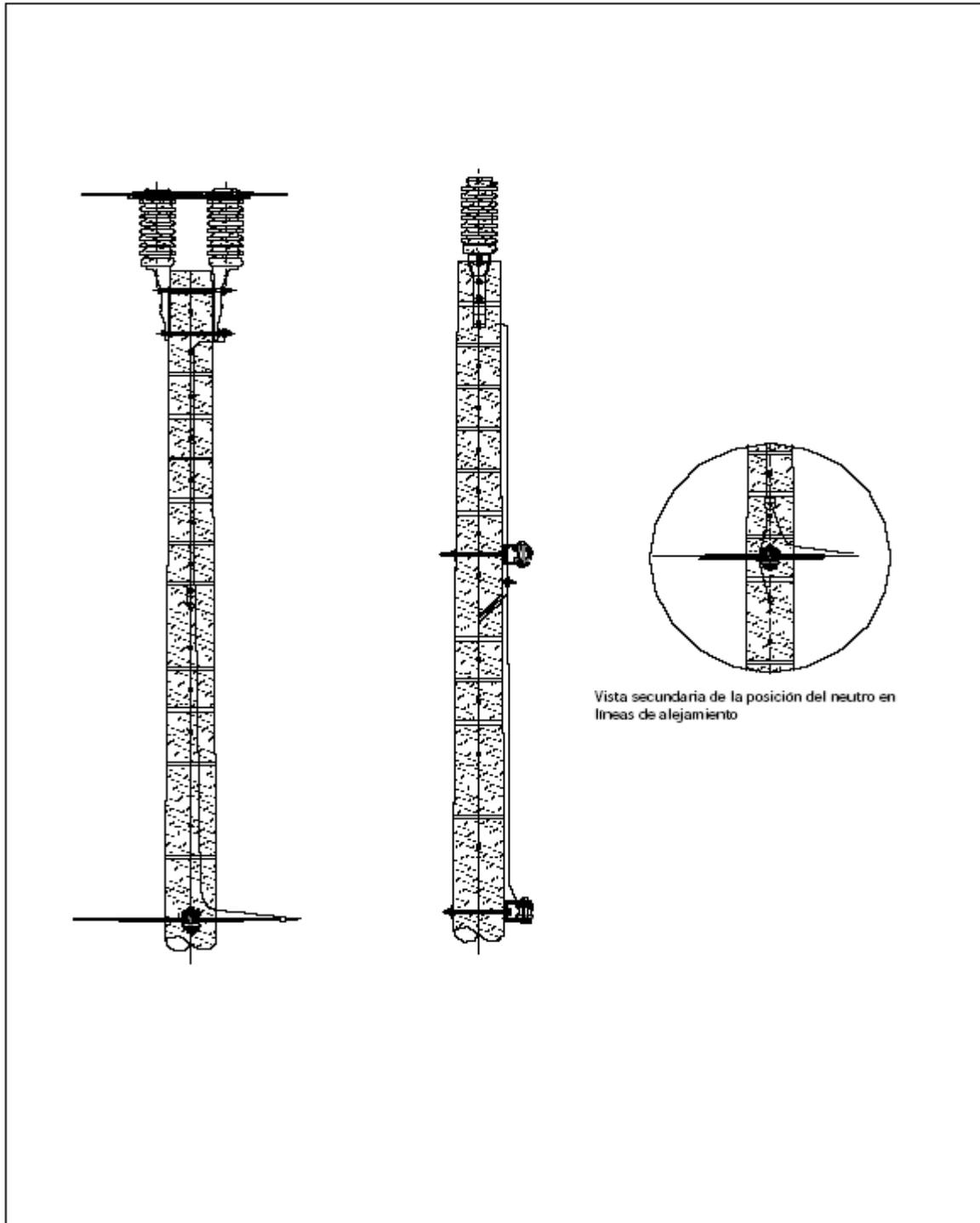
Armado simple circuito monofásico alineación y ángulo menor a 5°

Figura 16. Alineación tipo I monofásica



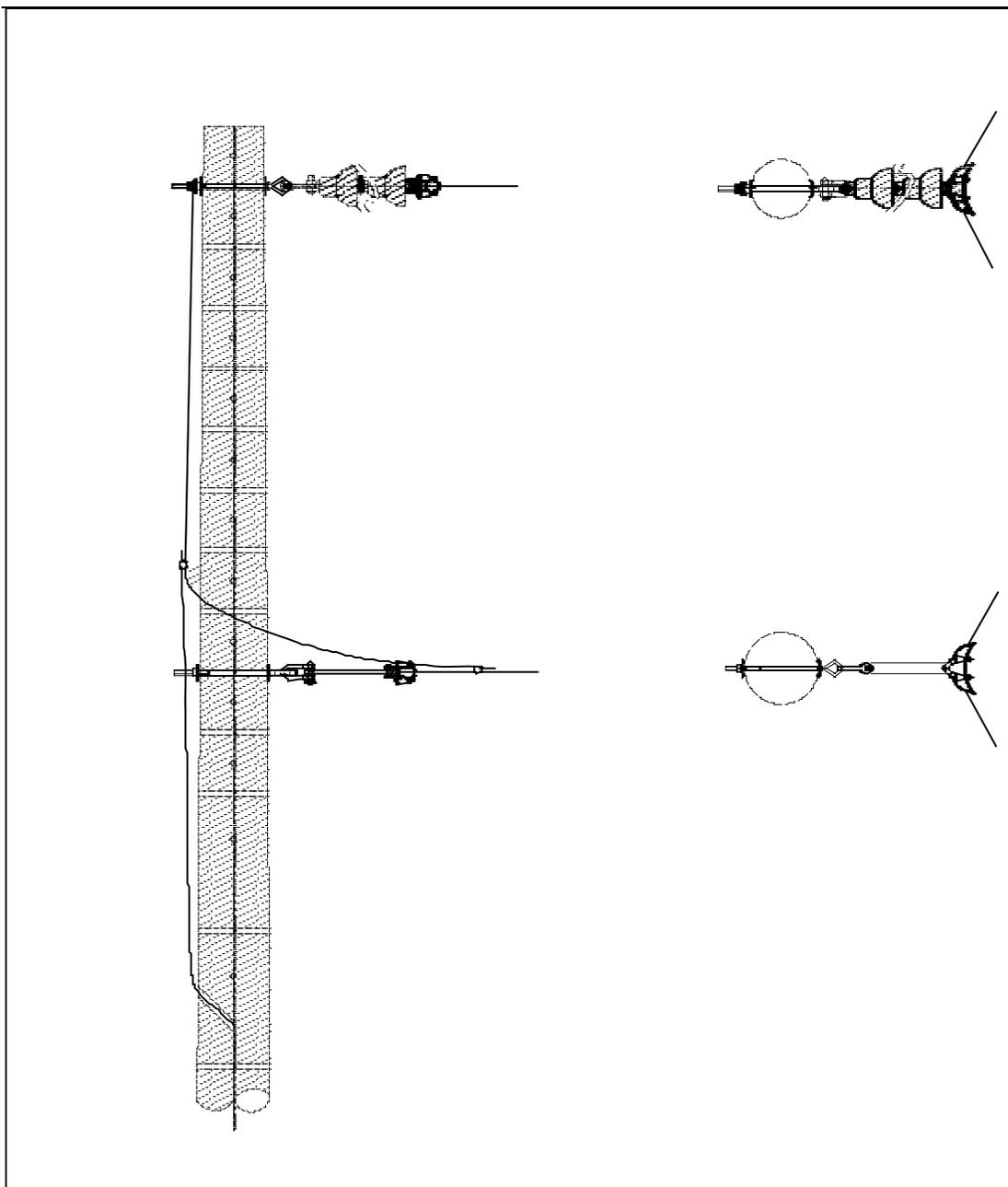
Armado simple circuito monofásico ángulo 5 – 30 °

Figura 15. Alineación tipo II monofásica



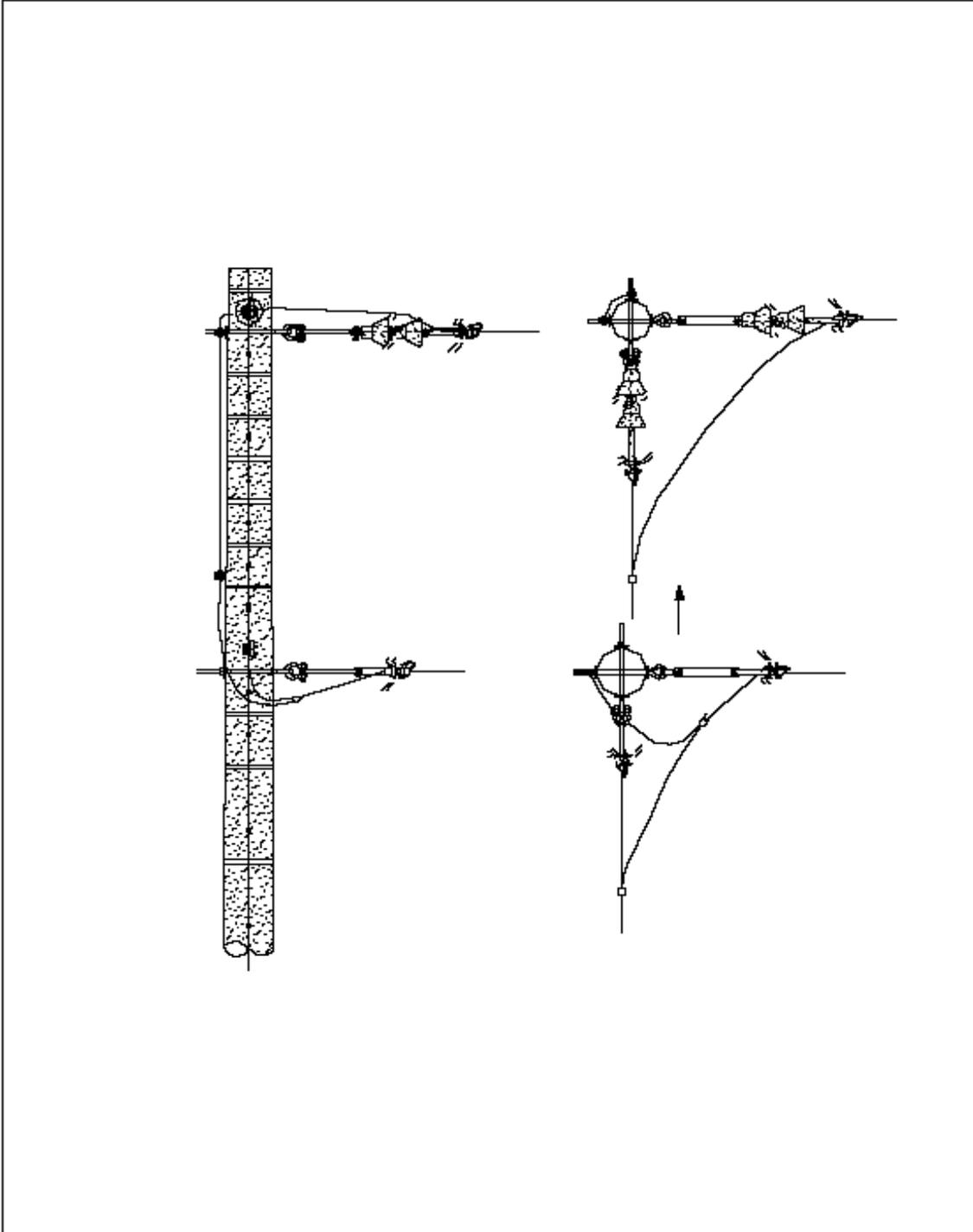
Anclaje y ángulo 30 – 60 °

Figura 16. Alineación tipo III monofásica



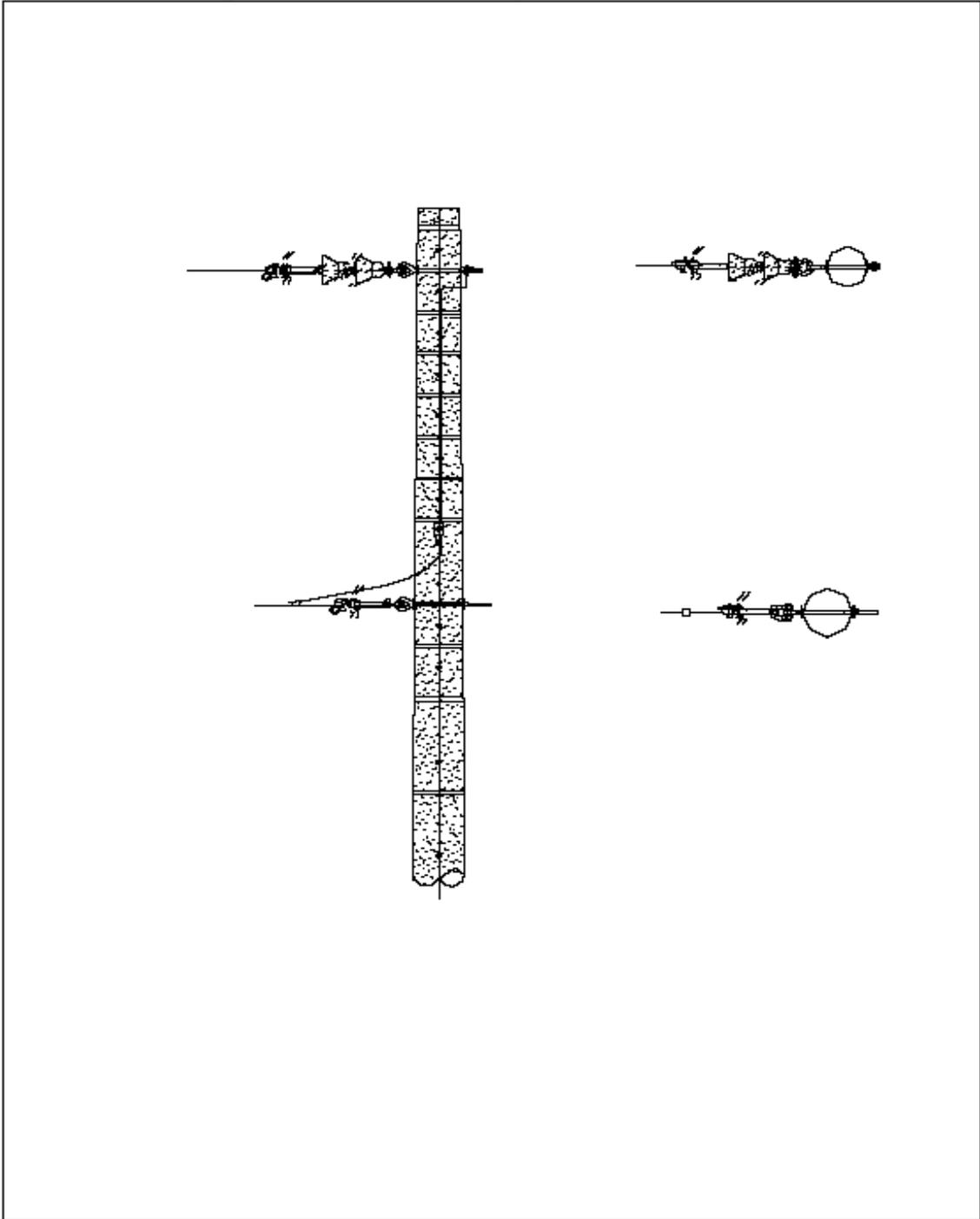
Ángulo de 60 – 90 °

Figura 17. Alineación tipo IV monofásica



Fin de línea

Figura 18. Alineación tipo IV monofásica



2.3.5. Retenidas

Se instalarán retenidas en aquellos postes que estén sometidos a cargas mayores a las que pueden soportar manteniendo el coeficiente de seguridad permitido. Sin embargo se recomienda reducir su número al mínimo posible.

Cuando otras empresas instalen otros conductores para diversos usos (telefonía, baja tensión, etc) en los postes de UNION FENOSA, añadirán, en el caso de ser necesario, las correspondientes retenidas para compensar las cargas extras producidas, tanto transversal como longitudinalmente con el fin de soportar los nuevos esfuerzos a los que se verán sometidos los postes.

Se utilizarán retenidas anclados en los postes del tipo fin de línea, anclaje, ángulo, estrella, o en aquellos otros postes en los cuales se requieran, intentando reducir su uso al mínimo posible.

Figura 19. Retenida

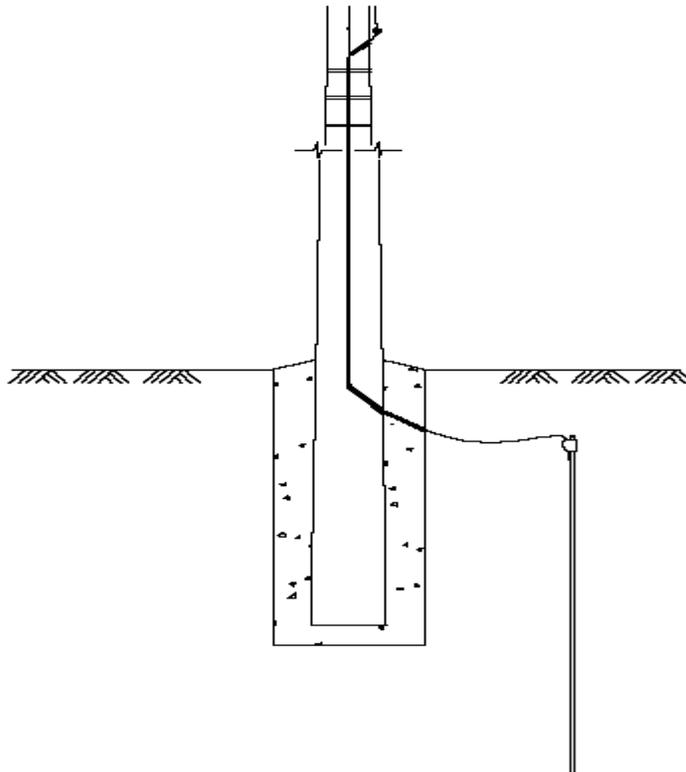


2.3.6. Puesta a tierra

La puesta a tierra de los postes se realizará con electrodos de difusión vertical o con anillo cerrado alrededor del poste. Se conectarán a tierra el conductor neutro, todos los herrajes y los posibles equipos que se instalen tanto en los postes de hormigón como en los metálicos.

Cuando, se utilicen postes de madera, se podrá prescindir de la puesta a tierra de los herrajes del poste, si no hay más de cuatro consecutivos entre los de hormigón conectados a tierra. En todo caso se garantizará la existencia de un mínimo de tres conexiones del neutro a tierra cada kilómetro de línea sin tener en cuenta las conexiones a tierra de los usuarios.

Figura 20. Puesta a tierra simple

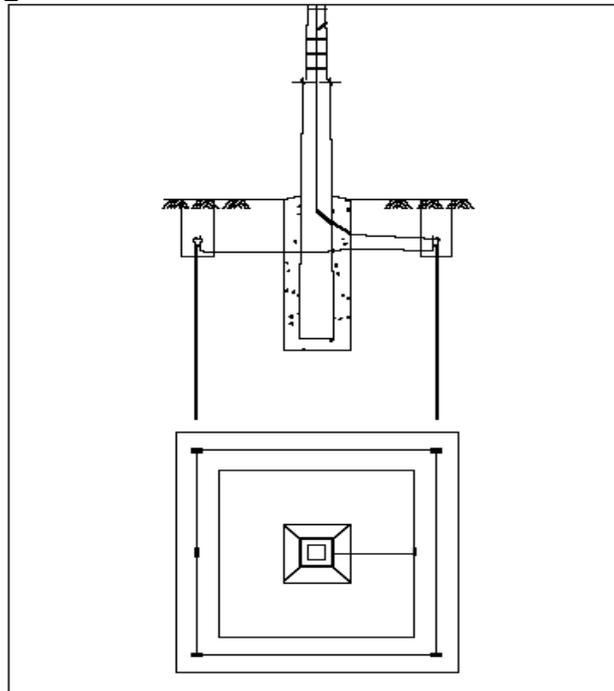


Anillo cerrado

Consiste en un conjunto de cuatro picas de puesta a tierra unidas mediante conductor de cobre de No. 2, que formará un cuadrado dispuesto alrededor del poste.

Todo el conjunto del anillo estará enterrado a 0,5 m de profundidad y se conectará a la línea de tierra en un punto del conductor mediante conector cuña a presión.

Figura 23. Puesta a tierra en anillo cerrado

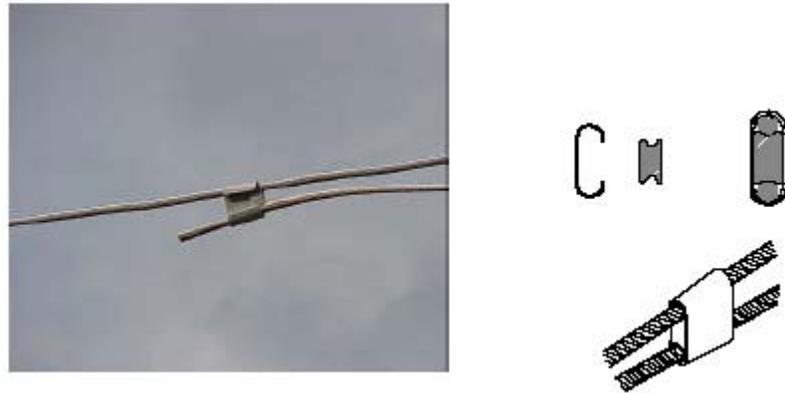


2.3.7. Conexiones y empalmes

Las conexiones normalizadas son:

CONECTOR CUÑA PRESIÓN

Figura 22. Empalme con conector de cuña



EMPALME PLENA TRACCIÓN

Figura 23. Empalme a plena tracción



2.4. Líneas eléctricas aéreas de 120/208, 120 – 240 voltios

Se incluirán y realizarán de acuerdo con el proyecto tipo, todas las líneas con tensiones nominales de 120/208 y 120-240 V.

2.4.1 Conductores

Los conductores que se emplearán para la red de B.T. serán concéntricos de cobre y trenzados de aluminio.

Conductores trenzados

Los conductores trenzados se construirán con los conductores de fase de aluminio, mientras que el neutro será de aleación de aluminio (AAAC). La cubierta aislante será de polietileno reticulado, tanto en las fases como en el neutro.

Conductores concéntricos

El conductor concéntrico se compone de uno, dos o tres conductores aislados que a su vez están recubiertos en su conjunto por un conductor distribuido helicoidalmente (concéntrico) y aislado mediante un recubrimiento de PVC.

Según estas configuraciones tendremos, una fase y el neutro concéntrico exterior (bipolar), dos fases y el neutro exterior a éstos (tripolar) o tres fases y el neutro exterior a éstos (tetrapolar).

La sección tanto de las fases como del neutro concéntrico será la misma. Cada conductor de fase llevará una capa aislante de XLPE. Recubriendo todo el conductor concéntrico se colocará una capa exterior protectora de PVC.

Los conductores empleados se muestran en la siguiente tabla:

Figura 24. Conductores para baja tensión



Conductor	Descripción
Conductores de uso exclusivo en acometidas	
Concéntrico 2 x #8	Concéntrico; Fase y Neutro: #8 Cu
Concéntrico 3 x #8	Concéntrico; Fases y Neutro: #8 Cu
Concéntrico 2 x #6	Concéntrico; Fase y Neutro: #6 Cu
Concéntrico 3 x #6	Concéntrico; Fases y Neutro: #6 Cu
Concéntrico 3 x #4	Concéntrico; Fases y Neutro: #4 Cu
Concéntrico 4 x #4	Concéntrico; Fases y Neutro: #4 Cu



Conductor Cuadrúplex



Conductor Triplex

Conductores de uso en líneas y acometidas	
Triplex #2	Trenzado; Fases: #2 AAC – Neutro: #2 AAAC
Triplex 1/0	Trenzado; Fases: 1/0 AAC – Neutro: 1/0 AAAC
Triplex 4/0	Trenzado; Fases: 4/0 AAC – Neutro: 4/0 AAAC
Cuadrúplex 4/0	Trenzado; Fases: 4/0 AAC – Neutro: 4/0 AAAC
Cuadrúplex 336,4	Trenzado; Fases: 336,4 AAC – Neutro: 4/0 AAAC

Las distancias máximas que se pueden alcanzar con las distintas combinaciones de transformadores y conductores, supuestas una carga uniformemente repartida y equilibrada, son las que figuran en las siguientes

tablas, para el caso de red a ambos lados del transformador y para red a un solo lado del transformador. La longitud obtenida no incluye el conductor de acometida ni su caída de tensión:

Tabla VI. Distancias máximas para B.T.

Longitud máxima de la red de baja tensión (*)						
Potencia trafo. (KVA)	Red	Sección cond. de línea	Red rural		Red urbana	
			simple	doble	simple	doble
10	Red a un solo lado del transformador	Triplex 1/0	190	380	77	154
	Red a ambos lados del transformador	Triplex #2	122	244	49,5	99
25	Red a un solo lado del transformador	Triplex 4/0	142	284	58	116
	Red a ambos lados del transformador	Triplex 1/0	76	152	31	62
50	Red a un solo lado del transformador	Triplex 336,4	106	212	43	86
	Red a ambos lados del transformador	Triplex 4/0	71	142	29	58
75	Red a un solo lado del transformador	Triplex 336,4	70	140	29	58
	Red a ambos lados del transformador	Triplex 4/0	47,5	95	19	38
2 x 25	Red a un solo lado del transformador	Cuád. 4/0	142	284	58	116
	Red a ambos lados del transformador		142,5	285	57,5	115
2 x 50	Red a un solo lado del transformador	Cuád. 336,4	106	212	43	86
	Red a ambos lados del transformador	Cuád. 4/0	71	142	29	58
2 x 75	Red a un solo lado del transformador	Cuád. 336,4	285	570	115	230
	Red a ambos lados del transformador	Cuád. 4/0	35	70	14,5	29
3 x 50	Red a ambos lados del transformador	Cuád. 336,4	141	282	57	114
3 x 75	Red a ambos lados del transformador		47	94	19	38

(*) La longitud indicada para los puentes dobles se refiere al máximo en cada lado del trafo. En el caso de abastecer a un solo lado, la distancia alcanzable sería el doble.

2.4.2. Postes

En el presente apartado se definen los diferentes tipos de postes a utilizar en el diseño de líneas eléctricas aéreas de baja tensión según el proyecto tipo.

Las líneas de B.T. se instalarán:

- Sobre postes existentes que soporten líneas de M.T. En este caso se calcularán los esfuerzos suplementarios a los que se verán sometidos los postes debido a la instalación de la línea de B.T.
- Sobre postes nuevos que sólo soporten líneas de B.T.

Los postes se clasifican según el material:

- ✓ Postes de hormigón:
 - Poste de hormigón pretensado centrifugado (HPC)
 - Poste de hormigón armado vibrado (HVA)
- ✓ Postes metálicos(MCH)
- ✓ Postes de madera

Los postes se clasificarán según su función:

- ✓ Postes de alineación
- ✓ Postes de ángulo
- ✓ Postes de fin de línea

2.4.3. Armados de baja tensión

La clasificación de los armados según su función será la siguiente:

- ✓ Postes de alineación
- ✓ Postes de ángulo
- ✓ Postes de estrellamiento

- ✓ Postes de fin de línea

2.4.3.1. Armados de redes

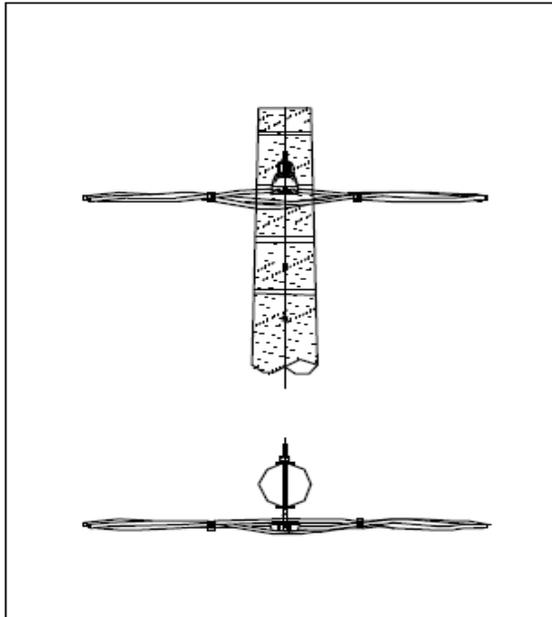
La configuración normalizados para los armados de línea son los siguientes:

Tabla VII. Armados de baja tensión

ARMADOS DE LÍNEA
ARMADO B.T. ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30° PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE B.T.
ARMADO B.T. ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30° PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE M.T.
ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° PARA NEUTRO FIADOR #2 EN POSTE B.T.
ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° PARA NEUTRO FIADOR #2 EN POSTE M.T.
ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° PARA NEUTRO FIADOR 1/0 EN POSTE B.T.
ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° PARA NEUTRO FIADOR 1/0 EN POSTE M.T.
ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° PARA NEUTRO FIADOR 4/0 EN POSTE B.T.
ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° PARA NEUTRO FIADOR 4/0 EN POSTE M.T.
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR #2 EN POSTE B.T.
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR #2 EN POSTE M.T.
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR 1/0 EN POSTE B.T.
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR 1/0 EN POSTE M.T.
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR 4/0 EN POSTE B.T.
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR 4/0 EN POSTE M.T.
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA CON TUERCA PARA NEUTRO FIADOR #2
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA CON TUERCA PARA NEUTRO FIADOR 1/0
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA CON TUERCA PARA NEUTRO FIADOR 4/0
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA C/TORNILLO EXISTENTE PARA NEUTRO FIADOR #2
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA C/TORNILLO EXISTENTE PARA NEUTRO FIADOR 1/0
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA C/TORNILLO EXISTENTE PARA NEUTRO FIADOR 4/0
ARMADO B.T. ANCLAJE PARA NEUTRO FIADOR #2 EN FACHADA
ARMADO B.T. ANCLAJE PARA NEUTRO FIADOR 1/0 EN FACHADA
ARMADO B.T. ANCLAJE PARA NEUTRO FIADOR 4/0 EN FACHADA

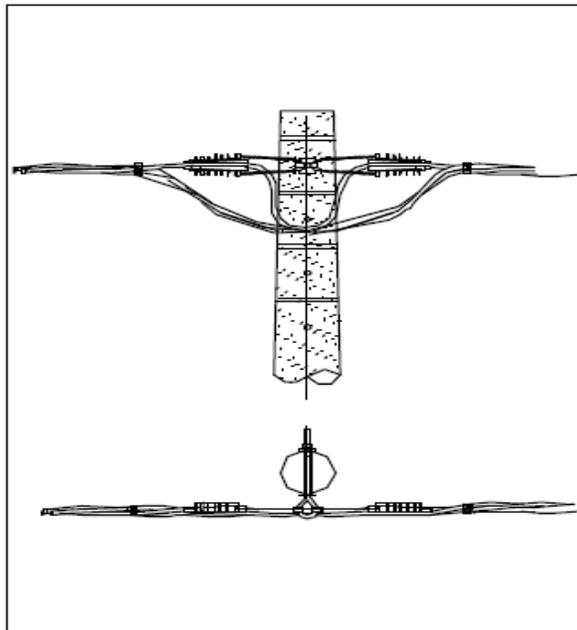
Armado alineación y ángulo hasta 30° para neutro fijador

Figura 25. Armado de paso para B.T.



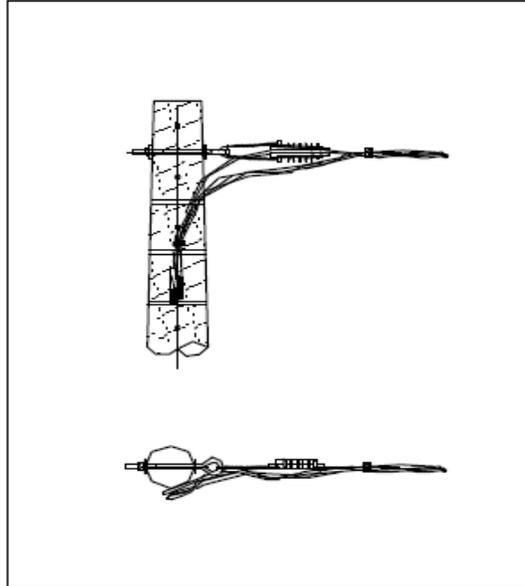
Armado anclaje y ángulo de 30 a 90° para neutro fijador

Figura 26. Armado de remate doble para B.T.



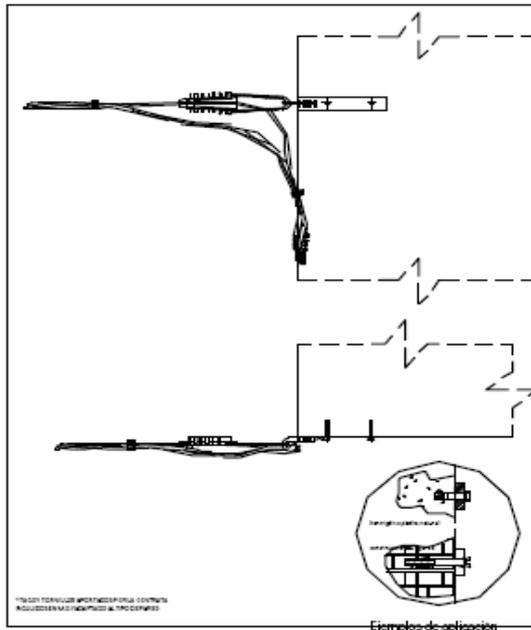
Armado fin de línea para neutro fijador

Figura 27. Armado de remate simple para B.T.



Armado anclaje para neutro fijador en fachada

Figura 28. Armado para B.T. para fachada



2.4.3.2. Armados de acometidas

Las configuraciones normalizadas para los armados acometidas son:

Tabla VIII. Armados para acometidas

ARMADOS DE ACOMETIDA
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA C/TORNILLO EXISTENTE PARA ACOMETIDAS
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA CON TUERCA PARA ACOMETIDAS
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA ACOMETIDAS EN POSTE B.T.
ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA ACOMETIDAS EN POSTE M.T.
ARMADO B.T. ANCLAJE PARA ACOMETIDAS EN FACHADA
POSTECILLO ELEVADOR PARA ACOMETIDAS EN FACHADA
POSTECILLO ELEVADOR PARA ACOMETIDAS SOBRE SOPORTE EN FACHADA
MONTAJE CAJA DERIVACIÓN MONOFASICA. FIJACION CON TORNILLOS
MONTAJE CAJA DERIVACIÓN TRIFASICA. FIJACION CON TORNILLOS
MONTAJE CAJA DERIVACIÓN MONOFASICA. FIJACION CON FLEJE
MONTAJE CAJA DERIVACIÓN TRIFASICA. FIJACION CON FLEJE

2.4.4. Cimentaciones

Las cimentaciones pueden ser:

- ✓ Directamente enterradas
- ✓ En hormigón

- 1) Cilíndricas
- 2) Monobloque

La elección de un tipo de cimentación u otro dependerá del tipo de terreno y de la maquinaria disponible.

2.4.5. Accesorios para montaje de red baja tensión

2.4.5.1. Material de conexión

Se emplearán dos tipos de material para la realización de los empalmes en las líneas de B.T. en las cuales no se prevea la posibilidad de una posterior desconexión.

Los empalmes serán preaislados, de modo que no será necesario el aislamiento posterior a su instalación. Su instalación se efectuará por compresión mediante prensas con matrickería hexagonal.

Empalmes plena tracción: Neutro AAAC

Manguitos de compresión: Fases y conductores AAC

✓ Empalme a plena tracción

Se utilizarán preferentemente para conexiones , bajo tensión mecánica del neutro fiador.

✓ Empalme manguito a compresión

Se utilizará para conexiones que no soporten tensiones mecánicas.

Conectores de derivación

Cabe distinguir dos tipos de conectores de derivación. El empleo de uno u otro dependerá de la sección del conductor y del motivo de la derivación. Las derivaciones para acometidas con conductores de sección inferior o igual a #2 AWG se conectarán a la red de distribución general mediante conectores de perforación, en el resto de los casos, la derivación se realizará mediante conectores de cuña a presión.

Conectores de derivación por perforación:

Se utilizarán para acometidas de clientes, permitiendo, con facilidad, el desmontaje independiente del conductor de línea y del conductor o conductores derivados.

La conexión se realizará mediante la perforación de los aislantes del conductor principal y derivado. El apriete será independiente para la línea y la acometida. En el caso de que las acometidas sean superiores en número a 4, se utilizará una caja de derivación referida más adelante.

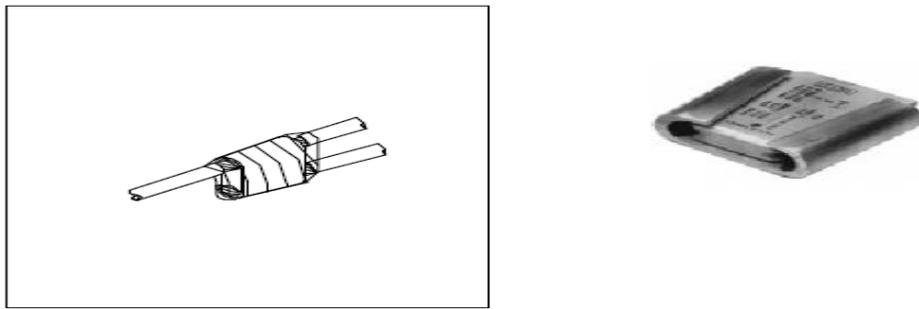
Figura 29. Conector de perforación



Conectores de cuña a presión

Se utilizarán para derivaciones de redes. Una vez instalados, se garantizará el aislamiento y la estanqueidad de los mismos mediante la colocación de cinta dieléctrica selladora.

Figura 30. Conector de cuña



2.4.5.2. Conjuntos de anclaje y suspensión

En todos los postes o puntos de amarre en fachadas, se instalarán los correspondientes conjuntos de anclaje o suspensión.

- ✓ En conductores con neutro fiador se dispondrán conjuntos de alineación en los ángulos de desviaciones inferiores a 30°.
- ✓ En el resto de los casos (ángulos mayores, conductores sin neutro fiador, amarres en fachada, etc.) se instalarán conjuntos de amarre.

Los soportes de anclajes y suspensión estarán diseñados de modo que permitan la instalación de pinzas de anclaje y grapas de suspensión. En las

fachadas se utilizarán pletinas de acero galvanizado, que se sujetarán directamente a la pared mediante tornillos con sus correspondientes tacos. Dichos tacos serán los adecuados al tipo de fachada en que se vayan a instalar.

En el caso de anclaje de acometidas en fachada, se podrán emplear tornillos con ojo u otro medio de fijación similar, que posean un sistema de sujeción adecuado para las pinzas de anclaje. En los postes se utilizarán tornillos pasantes de acero galvanizado con cabeza de ojo o algún material similar.

También las grapas de suspensión sujetarán al haz de conductores por el neutro. Es necesario el empleo de abrazaderas para asegurar la unión del conjunto de conductores antes y después de la grapa de suspensión. La grapa incluirá un sistema de instalación compatible con el tornillo con cabeza de ojo.

Figura 31. Grapa de suspensión para B.T.



En los conjuntos de anclaje los conductores se fijarán a los soportes mediante pinzas de anclaje resistentes a la intemperie.

Distinguimos dos tipos de pinzas de anclaje

- ✓ Pinzas para el neutro fiador

Se utilizarán para sujetar el haz de conductores por el neutro fiador de AAAC.

Figura 32. Grapa de remate para líneas de B.T.



- ✓ Pinzas para conductores concéntricos

Se utilizarán en el caso de los conductores de acometida concéntricos de cobre.

Figura 33. Grapa para acometidas

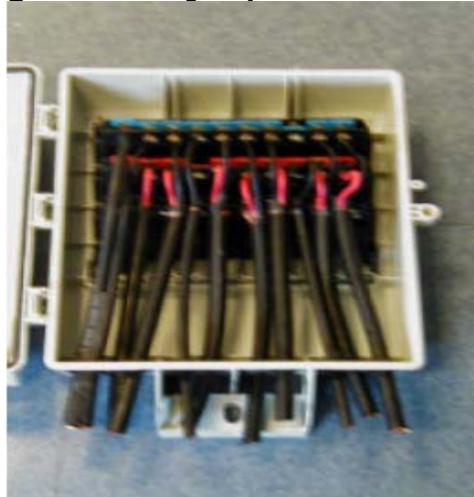


2.4.5.3. Cajas de derivación

Se emplearán cuando sea necesaria la conexión de más de cuatro acometidas en una zona concreta de la línea principal. Estas cajas serán de material plástico, y en su interior poseerán los mecanismos de conexión adecuados.

La conexión de la red principal a estas cajas se realizará con conductor concéntrico 3x#4 para monofásicas y 4x#4 para las trifásicas.

Figura 34. Cajas para acometidas



2.4.6. Acometidas

La acometida es la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución general y la instalación receptora. Por lo tanto forman parte de ella, siendo sus extremos, los siguientes elementos:

- ✓ Elementos de conexión y anclaje a la red de distribución.
- ✓ Línea de acometida.

- ✓ Los terminales de los conductores de entrada a la instalación receptora.

2.4.6.1. Tipos

En la red trenzada aérea se distinguen los siguientes tipo de acometidas:

- ✓ Acometida aérea posada sobre fachadas o muros.
- ✓ Acometida aérea tensada entre postes o de poste a fachada.

2.4.6.2. Conductores

Los conductores de uso exclusivo para acometidas se recogen en la siguiente tabla:

Tabla IX. Conductores para acometidas

Conductor	Descripción
Concéntrico 2 x #8	Acometidas monofásicas monotensión 120 ó 240 V
Concéntrico 2 x #6	
Concéntrico 3 x #8	Acometidas monofásicas bitensión 120/240 V
Concéntrico 3 x #6	
Concéntrico 3 x #4	
Concéntrico 4 x #4	Acometidas trifásicas 120/240 ó 120/208 V

En las acometidas serán de uso preferente los conductores concéntricos de cobre. Para potencias superiores a las admitidas por estos conductores se empleará el cable trenzado normalizado de sección adecuada a las mismas.

2.4.6.3. Instalación

Conexión a la línea: La conexión a la línea de los conductores se realizará mediante los conectores de derivación de perforación y cuña a presión ya definidos. En líneas tensadas la conexión se efectuará, siempre y cuando sea posible, en el poste. Excepcionalmente se permitirán las conexiones en el medio del vano.

El número de conexiones de acometida a la red en el mismo poste se limitará a un máximo de 4. Cuando el número sea mayor se instalarán las correspondientes cajas de derivación de acometidas, conectando éstas abiertamente a la red y derivando las acometidas desde dichas cajas.

Montaje de la acometida aérea posada sobre fachada: El conductor de la acometida, en su llegada a la fachada, se fijará mediante una pletina y una pinza adecuada a sus características.

Cuando las viviendas no tengan una altura suficiente para asegurar las distancias verticales de seguridad, se dispondrá un postecillo metálico que garantice dichas distancias. Se usarán abrazaderas con tornillo para la fijación de la acometida a lo largo de la fachada. Los taladros necesarios para la instalación de dichas abrazaderas se espaciarán 0,4 metros. Cuando por las características de la fachada algún tramo de la acometida se instale a una altura inferior a 3 metros del suelo, se colocarán tubos de protección o canaletas adecuadas.

Montaje de la acometida aérea tensada sobre postes: Los conductores concéntricos de cobre no se tensorán pero se asegurarán en todo momento

las distancias verticales de seguridad descritas en el Proyecto Tipo de Líneas aéreas de Baja Tensión.

2.4.6.4. Protección de la acometida

La protección de la acometida delimita el final de la red general de distribución y el principio de la instalación receptora. Dicha protección pertenece a la instalación receptora.

La protección de la acometida se hará como sigue:

- a) Suministros individuales: Interruptor automático bipolar o tripolar de la intensidad adecuada a la potencia contratada por el cliente.

- b) Suministro a edificios de varios usuarios: Interruptor automático tripolar, de la intensidad adecuada a la potencia total del conjunto de los suministros.

Tanto los grupos de medida individuales como las centralizaciones se harán de acuerdo con la normativa comercial. En tal caso el equipo incorporará la protección de la acometida.

En la siguiente tabla se indican las intensidades máximas de los interruptores automáticos a instalar como protección de la acometida en función de la sección del conductor a emplear en la misma.

Tabla X. Protecciones para acometidas

Interruptores automáticos para la protección de la acometida		
Cable acometida	I máx interruptor (A)	Icc interruptor (kA)
Concéntrico 2 x #8	≤ 40	6
Concéntrico 3 x #8		6
Concéntrico 2 x #6	≤ 63	6
Concéntrico 3 x #6		6
Concéntrico 3 x #4	≤ 80	10
Concéntrico 4 x #4		10
Triplex #2	≤ 125	10
Triplex 1/0	≤ 200	30
Triplex 4/0	≤ 250	30
Cuádruplex 4/0		30
Cuádruplex 336,4	≤ 400	50

Cuando la intensidad demandada por el cliente o conjunto de clientes sea inferior a la máxima señalada en la tabla se podrán instalar interruptores de intensidad nominal inferiores a la indicada.

2.4.7. Puesta a tierra

Se colocarán puestas a tierra del conductor neutro con objeto de limitar las tensiones que puedan aparecer respecto a tierra.

2.4.7.1. Puesta a tierra del neutro

El conductor neutro de la red de Baja Tensión estará puesto a tierra en varios puntos, a saber:

- ✓ En todos los postes que soporten un centro de transformación.
- ✓ En todos los postes fin de línea.

- ✓ En los postes desde los que arranque una derivación importante.
- ✓ Se garantizará un mínimo de una puesta a tierra del conductor neutro cada 500 metros de longitud de la línea.

2.4.7.2. Elementos constitutivos de la puesta a tierra

Los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra serán:

- ✓ Línea de tierra

Como línea de tierra se empleará un conductor de cobre de sección #2 AWG en postes y un #4 aislado en acometidas.

- ✓ Electrodo de puesta a tierra

En líneas de distribución los electrodos serán picas con alma de acero y recubrimiento de cobre, de una longitud de 8 pies. Las conexiones de la línea de tierra con los electrodos se efectuarán por medio de conectores de cuña a presión.

En puntos de medida de acometida los electrodos serán picas de 5 pies. La profundidad mínima de enterramiento tanto de las picas como de las líneas de tierra será de 0,5 m.

3. VALORACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA 13.2 KV

3.1. Líneas monofásicas

El presente capítulo tiene por objeto establecer los criterios básicos para la elaboración de proyectos de líneas monofásicas con tensiones nominales de 7.6 kV.

3.1.1. Usos y aplicaciones

Esta guía de referencia se aplica a proyectos de línea de distribución nuevas, ampliaciones y/o modificaciones para mejora, ubicadas en áreas con características suburbanas y/o rurales, densamente arboladas, con problemas de servicio y/o de impacto ambiental, en sistemas de 7,600 V.

Al referirse a este tipo de proyectos son aquellos correspondientes a la implantación de todo sistema de distribución necesario para atender una determinada área donde no existe una línea de distribución y/o redes de distribución construidos a partir de un punto de conexión con un sistema existente, donde tiene comienzo la ampliación, determinando la posibilidad de efectivizar uno o mas vínculos simultáneos.

Tomando en cuenta todas las normas de construcción de líneas eléctricas estas definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño de

líneas primarias aéreas en 7.6 kV, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado. Estas normas se aplicarán en la elaboración de los Estudios de Ingeniería Definitiva.

Para el desarrollo de proyectos de líneas de distribución se aplicarán los criterios, procedimientos, normativas, etc. establecidos para redes convencionales, tal como se estuvo estableciendo en los capítulos anteriores.

A continuación se establecen los costos de las estructuras monofásicas para líneas de 7.6 kV; detallándose los costos, cantidad y ubicación de sus materiales como también otros renglones que afectan su costo total, siendo estos mano de obra, maquinaria y equipo, fletes, edi (estudio de ingeniería) y supervisión de Deorsa/Deocsa, supervisión de la empresa constructora, diseño e Ingeniería y administración e impuestos.

Se detallarán las estructuras mas importantes y las más utilizadas, si por algún diseño estas varían según normas se utilizará el mismo método para encontrar su costo total.

En la Tabla XI siguiente se muestran un listado de los materiales eléctricos que se utilizan para la construcción de una línea y/o red de construcción con sus respectivos precios de lista tomando como base la empresa Importadora de Materiales Eléctricos, S. A. (IMPELSA) ubicada en la 4ª. Calle 1-15 Zona 10, Guatemala, C. A., teléfonos PBX (502) 2360-5135 y FAX (502) 2362-6250 website: www.impelsa.com; el descuento que se puede obtener de ellos es dependiendo de la forma de pago siendo este de 65% precio de lista si es de contado o 70% precio de lista si es al crédito por

3 meses máximo. Para un plazo de 3 meses hasta convenir con la empresa distribuidora se toma un precio de 75% precio de lista.

Estos precios los estaremos utilizando para poder definir los costos de todas las estructuras de las líneas y redes de distribución de media tensión tanto para 13.2 kV como para 34.5 kV. En nuestro caso utilizaremos el precio de 75% precio de lista ya que para una obra de una magnitud relativamente grande en el trámite de construcción y recepción para poder liquidarla usualmente este período es mayor a 3 meses.

Tabla XI. Materiales eléctricos

Código	Descripción Impelsa	Precio Impelsa
AB1V57	ABRAZADERA 1 VIA 5" A 7"	Q 50.90
AB1V68	ABRAZADERA 1 VIA 6" A 8"	Q 65.16
AB2V57	ABRAZADERA 2 VIA 5" A 7"	Q 51.35
AB2V68	ABRAZADERA 2 VIA 6" A 8"	Q 80.32
AB2V810	ABRAZADERA 2 VIA 8" A 10"	Q 86.28
AB2V79	ABRAZADERA 2 VIAS 7" A 9"	Q 88.10
AICG532	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6.15
AICC532	AISLADOR CARRETE 53-2 CAFE	Q 6.15
AIS524	AISLADOR DE SUSPENSION 52-4 PARA 34 KV	Q 140.89
AIS529	AISLADOR DE SUSPENSION 52-9 PARA 13 CHA	Q 74.10
AIE554	AISLADOR ESPIGA 55-4 13 KV	Q 39.59
AIE563	AISLADOR ESPIGA 56-3 34KV	Q 147.49
AIP13GS	AISLADOR POLIMERICO 13KV	Q 151.88
AIP34GS	AISLADOR POLIMERICO 34KV	Q 205.99
ALSA6	ALAMBRE SUAVE ALUMINIO #6	Q 2.30
AM230	AMORTIGUADOR CABLE ACSR #2 AL 3/0	Q 322.75
ANE135	ANCLA EXPANSIVA 135"	Q 79.37
ANP115	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 86.92
ARC258	ARANDELA CUADRADA 2" * 5/8 "	Q 2.11
ARC2158	ARANDELA CUADRADA 2-1/4" * 5/8"	Q 3.55
ARC212	ARANDELA CUADRADA DE 2" 1/2"	Q 2.11
ARR38	ARANDELA REDONDA DE 3/8"	Q 1.38
ARR58	ARANDELA REDONDA DE 5/8"	Q 1.91
BAC810	BAIL CLAMP #8 - 1/0	Q 160.38

Continúa		
BAC440	BAIL CLAMP #4 AL 4/0 ACSR	Q 226.99
BAC10397	BAIL CLAMP 1/0 AL 397.5 ACSR	Q 288.92
BAT66	BAYONETA DE ANGULO 66"	Q 338.05
BAR48	BAYONETA RECTA 48"	Q 196.84
BAR66	BAYONETA TANGENTE 66"	Q 207.82
BAT48	BAYONETA TANGENTE DE 48"	Q 243.72
BRB6	BREIZA BANDERA 6"	Q 215.50
BRPP60	BREIZA PECHO PALOMA 60"	Q 215.19
BRR28	BREIZA RECTA 28"	Q 25.98
CAAG38	CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" HS	Q 7.40
CAACS2	CABLE ACSR # 2	Q 6.36
CAACS10	CABLE ACSR 1/0	Q 10.64
CAACS30	CABLE ACSR 3/0 PIGEON 6/1	Q 19.31
CAACS40	CABLE ACSR 4/0 PENGUIN 6/1	Q 18.65
CACU10	CABLE CUADRUPLIX 1/0	Q 53.64
CACOD2	CABLE DE COBRE DESNUDO #2	Q 45.45
CADU6	CABLE DUPLEX # 6 SPARROW	Q 6.05
CAF10	CABLE FORRADO ALUMINIO 1/0	Q 11.13
CATR2	CABLE TRIPLEX #2	Q 23.91
CATR4	CABLE TRIPLEX #4	Q 14.87
CAS115E	CARGA SOLDADURA 115	Q 65.72
CAS45E	CARGA SOLDADURA 45	Q 30.47
CAS65E	CARGA SOLDADURA 65	Q 37.64
CAS90F	CARGA SOLDADURA 90	Q 53.17
CHM	CHISPERO PARA MOLDE	Q 78.21
CIB38	CINTA BAND-IT 3/8" PIE	Q 2.52
CIB58	CINTA BAND-IT DE 5/8"	Q 1.82
CIPA	CINTA PROTECTORA ALUMINIO	Q 6.50
CIT60	CINTA TEMFLEX 1600 60'	Q 5.53
CLDP3	CLAMP DOBLE PLANCHA 3 TORNILLOS	Q 55.58
COCCC7	COBERTOR CONECTOR COMPRESION TIPO C7	Q 11.45
COA3030	CONECTOR AEREO 3/0 AL 3/0	Q 101.80
COC1010	CONECTOR COMPRESION #4 - 1/0 AL #4 - 1/0	Q 7.43
COC210	CONECTOR COMPRESION #6 - #2 AL #3 - 1/0	Q 5.31
COC22	CONECTOR COMPRESION #6- #2 AL #6 - #2	Q 5.15
COC2040	CONECTOR COMPRESION 1/0-2/0 AL 1/0-4/0	Q 9.31
COC2020	CONECTOR COMPRESION 2/0 - 2/0	Q 16.20
COC266336	CONECTOR COMPRESION 266.4 AL 336.4	Q 33.94
COC440	CONECTOR COMPRESION 3/0-3/0	Q 9.31
COC4040	CONECTOR COMPRESION 3/0-4/0 AL 3/0-4/0	Q 9.31
COC336336	CONECTOR COMPRESION 4/0 - 336 AL 4/0 - 336	Q 33.94
COCL1014	CONECTOR COMPRESION LUMINARIA 1/0 AL 14	Q 4.77
COF810	CONECTOR FARGO #8 AL 1/0	Q 83.81

Continúa		
COF6336	CONECTOR FARGO #6 AL 336.4 ACSR	Q 140.50
COF8477	CONECTOR FARGO #8 AL 477 ACSR	Q 149.48
COFC820	CONECTOR FARGO COBRE #8 AL 2/0 MCM	Q 116.04
COF6477	CONECTOR FARGO DEL #6 AL 477	Q 50.90
COPP104	CONECTOR PERNO PARTIDO #10 AL #4	Q 9.84
COPP240	CONECTOR PERNO PARTIDO # 2 AL 4/0	Q 67.87
COPP210I	CONECTOR PERNO PARTIDO #2 AL 1/0	Q 10.37
COPP630	CONECTOR PERNO PARTIDO #6 AL 3/0	Q 61.12
COPP821	CONECTOR PERNO PARTIDO #8 AL #2	Q 6.98
COPPC104	CONECTOR PERNO PARTIDO COBRE #10 AL #4	Q 9.84
COPPC82	CONECTOR PERNO PARTIDO COBRE #8 - #2	Q 11.36
CORP1010	CONECTOR RANURA PARALELA # 6-1/0 AL # 6-1/0	Q 45.17
CORP1010	CONECTOR RANURA PARALELA # 6-1/0 AL # 6-1/0	Q 45.17
CORP1040	CONECTOR RANURA PARALELA 1/0 AL 4/0	Q 38.18
COTC1020	CONECTOR TIPO CUNA 1/0 - 2/0	Q 66.64
COTC2040	CONECTOR TIPO CUNA 3/0 - 2/0,4/0	Q 66.64
COTT820	CONECTORES TIERRA TRANSFORMADOR #8 - 2/0	Q 64.26
COMS123	CONTAD. MONOF. SOBREP. CL.100 240V 3 HILOS	Q 441.20
COMS21162	CONTAD. MONOF. SOBREP. CL 2 100A 120V 60HZ 2HILOS	Q 432.39
CO12	CONTRATUERCA 1/2"	Q 0.76
CO38	CONTRATUERCA 3/8"	Q 1.01
CO58	CONTRATUERCA 5/8"	Q 1.77
CO1510	CORTACIRCUITO 15 KV 100 AMP	Q 574.59
CO1520	CORTACIRCUITO 15 KV 200 AMP SIN HERRAJE	Q 903.50
CO2710	CORTACIRCUITO 27 KV 100 AMP	Q 821.36
CO1530	CORTACIRCUITO DE 15KV 300 AMP	Q 1,052.12
COH8E	CRUCERO DE HIERRO 8' TIPO	Q 364.43
CRM12I	CRUCERO MADERA 12' TIPO INDE	Q 380.40
CRM212	CRUCERO MADERA 2-1/2' TIPO INDE	Q 50.42
CRM6I	CRUCERO MADERA 6' TIPO INDE	Q 128.87
CRM8I	CRUCERO MADERA 8' TIPO INDE	Q 205.97
EMAACS3040	EMPALME AUTOMATICO ACSR 3/0 - 4/0	Q 199.34
EMAACS2	EMPALME AUTOMATICO PARA ACSR #2	Q 107.53
EMAACS10	EMPALME AUTOMATICO PARA ACSR 1/0	Q 156.97
EMPACS2	EMPALME PREFORMADO ACSR #2	Q 38.67
EMPACS10	EMPALME PREFORMADO ACSR 1/0	Q 37.84
EMPACS30	EMPALME PREFORMADO ACSR 3/0	Q 45.95
EMPACS40	EMPALME PREFORMADO PARA ACSR 4/0	Q 148.11
ESCM1	ESPIGA CRUCERO MADERA 1"	Q 43.92
ESCM138	ESPIGA CRUCERO MADERA 1-3/8"	Q 71.94
ESCME138	ESPIGA CRUCERO METAL 1-3/8"	Q 62.31
ESPP118	ESPIGA PUNTA POSTE 1" * 18"	Q 31.37
ESPP124	ESPIGA PUNTA POSTE 1" * 24"	Q 64.55

Continúa		
ESPP13824	ESPIGA PUNTA POSTE 1-3/8" * 24"	Q 64.55
ESCF	ESTRIBO CONECTOR FARGO	Q 33.02
EXCO14L	EXTENSION CLEVIS - OJO DE 14" LIVIANA	Q 76.44
FIA58	FIJADOR ANGULO 5/8"	Q 11.60
FUK15	FUSIBLE TIPO K 15 AMP	Q 16.50
FUK2	FUSIBLE TIPO K 2 AMP	Q 16.50
FUK20	FUSIBLE TIPO K 20 AMP	Q 20.71
FUK3	FUSIBLE TIPO K 3 AMP	Q 16.50
FUK30	FUSIBLE TIPO K 30 AMP	Q 20.47
FUK5	FUSIBLE TIPO K 5 AMP	Q 16.50
FUK6	FUSIBLE TIPO K 6 AMP	Q 16.50
FUK8	FUSIBLE TIPO K 8 AMP	Q 16.38
FUK8	FUSIBLE TIPO K 8 AMP	Q 16.50
FUSFO.6	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 0.6 AMP	Q 43.29
FUSF1.3	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 1.3 AMP	Q 43.29
FUSF1.6	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 1.6 AMP	Q 43.29
FUSF2.1	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 2.1 AMP	Q 43.29
FUSF3.1	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 3.1 AMP	Q 43.29
FUSF3.5	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 3.5 AMP	Q 43.29
FUSF5.2	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 5.2 AMP	Q 43.29
FUSF6.3	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 6.3 AMP	Q 43.29
FUSF7.0	FUSIBLE TIPO SLOW-FAST 7.0 AMP	Q 43.29
GAA	GANCHO ACOMETIDA	Q 5.18
GRR6206	GRAPA REMATE #6 AL 2/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85.05
GRR10408	GRAPA REMATE 1/0 AL 4/0 1000 LBS	Q 85.04
GRRP44010	GRAPA REMATE PISTOLA #4 AL 4/0 10000 LBS	Q 132.76
GRRP6308	GRAPA REMATE PISTOLA #6 AL 3/0 8000 LBS	Q 91.43
GRS233614	GRAPA SUSPENSION # 2 AL 336.4 14,000 LBS	Q 124.32
GRS8217	GRAPA SUSPENSION #8 AL #2 17,000 LBS	Q 127.47
GR58	GRILLETE DE 5/8"	Q 33.06
GU51638	GUARDACABO CABLE ACERO 5/16" A 3/8"	Q 7.77
GU12	GUARDACABO DE 1/2	Q 9.11
HECB38	HEBILLA CINTA BAND-IT 3/8"	Q 1.73
HECB58	HEBILLAS CINTA BAND - IT 5/8"	Q 2.06
MAMC	MARCHAMO METALICO P/CONTADOR	Q 1.12
MESE	MENSULA SEPARADORA ESPIGA	Q 48.05
MESE	MENSULA SEPARADORA ESPIGA	Q 48.05
MORV58C2	MOLDE TIPO R VARILLA 5/8" A CABLE #2	Q 803.58
MOTV58C2	MOLDE TIPO T VARILLA 5/8" A CABLE #2	Q 803.58
MO1T	MONTURA 1 TRANSFORMADOR	Q 544.37
MO3T	MONTURA 3 TRANSFORMADORES	Q 1,076.94
MOVG	MORDAZA PARA VARILLA GALVANIZADA DE 5/8"	Q 10.18
MOVC	MORDAZA VARILLA DE COBRE	Q 6.93

Continúa		
OJFA58	OJO FIJADOR ANGULO 5/8"	Q 39.50
PA105	PARARRAYO 10 KV PORCELANA	Q 356.26
PA275	PARARRAYO 27KV PORCELANA	Q 829.23
PAA400	PASTA ANTI-OXIDO 400 GR	Q 79.58
PEC123	PERNO CARRUAJE 1/2" * 3"	Q 3.20
PEC12412	PERNO CARRUAJE 1/2" * 4-1/2"	Q 4.80
PEC126	PERNO CARRUAJE 1/2" * 6"	Q 8.88
PEC385	PERNO CARRUAJE 3/8" * 5"	Q 5.34
PEC386	PERNO CARRUAJE 3/8" * 6"	Q 5.78
PEC582	PERNO CARRUAJE 5/8" * 2"	Q 7.48
PEC58212	PERNO CARRUAJE 5/8" * 2-1/2"	Q 6.60
PEC583	PERNO CARRUAJE 5/8" * 3"	Q 6.90
PEC584	PERNO CARRUAJE 5/8" * 4"	Q 8.17
PEM1210	PERNO MAQUINA 1/2" * 10"	Q 10.31
PEM12112	PERNO MAQUINA 1/2" * 1-1/2"	Q 3.10
PEM1212	PERNO MAQUINA 1/2" * 12"	Q 11.37
PEM122	PERNO MAQUINA 1/2" * 2"	Q 4.10
PEM1221	PERNO MAQUINA 1/2" * 2-1/2"	Q 5.09
PEM123	PERNO MAQUINA 1/2" * 3"	Q 6.12
PEM124	PERNO MAQUINA 1/2" * 4"	Q 8.10
PEM126	PERNO MAQUINA 1/2" * 6"	Q 8.12
PEM5810	PERNO MAQUINA 5/8" * 10"	Q 12.46
PEM5812	PERNO MAQUINA 5/8" * 12"	Q 12.84
PEM5814	PERNO MAQUINA 5/8" * 14"	Q 14.98
PEM5816	PERNO MAQUINA 5/8" * 16"	Q 20.57
PEM5818	PERNO MAQUINA 5/8" * 18"	Q 24.59
PEM582	PERNO MAQUINA 5/8" * 2"	Q 6.90
PEM588	PERNO MAQUINA 5/8" * 8"	Q 12.18
PEO5810	PERNO OJO 5/8" * 10"	Q 31.84
PEO5812	PERNO OJO 5/8" * 12"	Q 33.80
PEO5814	PERNO OJO 5/8" * 14"	Q 36.86
PEO5816	PERNO OJO 5/8" * 16"	Q 31.07
PEOA5810	PERNO OJO ANGULO 5/8" * 10"	Q 31.07
PEOR5810	PERNO OJO RECTO 5/8" * 10"	Q 25.29
PERC1212	PERNO ROSCA CORRIDA 1/2" * 12"	Q 19.00
PERC5816	PERNO ROSCA CORRIDA 5/8" * 16"	Q 25.98
PERC5812	PERNO ROSCA CORRIDA 5/8" * 12"	Q 20.50
PERC5814	PERNO ROSCA CORRIDA 5/8" * 14"	Q 28.87
PERC5818	PERNO ROSCA CORRIDA 5/8" * 18"	Q 34.72
PERC5820	PERNO ROSCA CORRIDA 5/8" * 20"	Q 38.25
PERC5822	PERNO ROSCA CORRIDA 5/8" * 22"	Q 41.08
PLPC	PLANCHA POSTE CONCRETO	Q 27.15
PLSE	PLANCHA SEPARADORA ESPIGA	Q 66.27

Continúa		
PRM8	PROTECTOR MADERA 8'	Q 36.92
PRP2C	PROTECTOR PREFORMADO #2 CORTO	Q 27.15
PRP2L	PROTECTOR PREFORMADO #2 LARGO	Q 43.27
PRP4C	PROTECTOR PREFORMADO #4 CORTO	Q 24.00
PRP4L	PROTECTOR PREFORMADO #4 LARGO	Q -
PRP10C	PROTECTOR PREFORMADO 1/0 CORTO	Q 26.72
PRP10L	PROTECTOR PREFORMADO 1/0 LARGO	Q 43.24
PRP30C	PROTECTOR PREFORMADO 3/0 CORTO	Q 66.16
PRP30L	PROTECTOR PREFORMADO 3/0 LARGO	Q 87.78
PRP40C	PROTECTOR PREFORMADO 4/0 CORTO	Q 87.22
RA1CP	RACK 1 CAMPO TIPO PESADO	Q 36.87
RA3C	RACK 3 CAMPOS PESADO	Q 104.00
REP2	REMATE PREFORMADO #2 ACSR	Q 7.62
REP2C	REMATE PREFORMADO #2 CORTO	Q 7.63
REP2WP	REMATE PREFORMADO #2 WP	Q 14.21
REP4C	REMATE PREFORMADO #4 CORTO	Q 4.76
REP4WP	REMATE PREFORMADO #4 WP	Q 8.19
REP6	REMATE PREFORMADO #6	Q 3.81
REP6L	REMATE PREFORMADO #6 LARGO	Q 7.31
REP10	REMATE PREFORMADO 1/0 ACSR	Q 11.54
REP10WP	REMATE PREFORMADO 1/0 WP	Q 41.43
REP20	REMATE PREFORMADO 2/0 ACSR	Q -
REP30	REMATE PREFORMADO 3/0	Q 25.45
REP38	REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	Q 19.05
REP40	REMATE PREFORMADO 4/0 ACSR	Q 25.40
REP40WR	REMATE PREFORMADO 4/0 WP CON REVESTIMIENTO	Q 108.60
REP516	REMATE PREFORMADO 5/16 ACERO	Q 15.87
SAB	SACO DE BENTONITA	Q 31.91
SOCPCM	SOPORTE CORTACIRCUITO O PARARRAYO CRUCETA MADERA	Q 51.65
SON	SOPORTE NEUTRO	Q 81.81
SOMMP	SOPORTE PARA MONTAJE DE MUFAS EN POSTE	Q 59.35
SOTAP01	SOPORTE PARA TIRANTE ACERO 1 MTS.	Q 223.09
SOTA15	SOPORTE TIRANTE ACERA 1.5M	Q 301.17
TEML160	TENAZA PARA MOLDE TIPO L-160	Q 578.73
TR10A11	TRANSF. 10 KVA AUTO. 13 KV 120/240V	Q 7,663.06
TR10A31	TRANSF. 10 KVA AUTO. 34 KV 120/240V	Q 9,097.43
TR10C11	TRANSF. 10 KVA CONV. 13 KV 120/240V	Q 5,673.18
TR10C31	TRANSF. 10 KVA CONV. 34 KV 120/240V	Q 7,329.03
TR15A11	TRANSF. 15 KVA AUTO. 13 KV 120/240V	Q 7,912.02
TR15A31	TRANSF. 15 KVA AUTO. 34 KV 120/240V	Q 9,411.82
TR15C11	TRANSF. 15 KVA CONV. 13 KV 120/240V	Q 6,607.84
TR15C31	TRANSF. 15 KVA CONV. 34 KV 120/240V	Q 7,520.76
TR25A11	TRANSF. 25 KVA AUTO. 13KV 120/240V	Q 9,863.73

Continúa		
TR25A31	TRANSF. 25 KVA AUTO. 34KV 120/240V	Q 11,474.94
TR25C11	TRANSF. 25 KVA CONV. 13 KV 120/240V	Q 7,230.78
TR25C31	TRANSF. 25 KVA CONV. 34 KV 120/240V	Q 8,846.68
TR37A11	TRANSF. 37 KVA AUTO. 13 KV 120/240V	Q 12,041.92
TR37A31	TRANSF. 37 KVA AUTO. 34 KV 120/240V	Q 14,371.60
TR37C11	TRANSF. 37 KVA CONV. 13 KV 120/240V	Q 9,694.39
TR37C31	TRANSF. 37 KVA CONV. 34 KV 120/240V	Q 10,955.10
TR50A11	TRANSF. 50 KVA AUTO. 13 KV 120/240V	Q 15,620.85
TR50A31	TRANSF. 50 KVA AUTO. 34 KV 120/240V	Q 15,917.86
TR50C11	TRANSF. 50 KVA CONV. 13 KV 120/240V	Q 13,145.09
TR50C31	TRANSF. 50 KVA CONV. 34 KV 120/240V	Q 12,686.94
TUO58	TUERCA OJO 5/8"	Q 18.39
TUOL58	TUERCA OJO LOCA 5/8"	Q 29.20
VAAD586	VARILLA ANCLAJE DOBLE 5/8" * 6'	Q 55.66
VAAD587	VARILLA ANCLAJE DOBLE 5/8" * 7'	Q 98.53
VAAS587	VARILLA ANCLAJE SENCILLA 5/8" * 7'	Q 97.71
VAC588	VARILLA COBRE 5/8" * 8'	Q 64.83
VAG588	VARILLA DE TIERRA GALVANIZADA 5/8" * 8"	Q 61.14
MATERIAL NORMA CARIBE NUEVO		
AIP57113	AISLADOR TIPO POSTE 57-1 PARA 13KV	Q 265.14
AIP57334	AISLADOR TIPO POSTE 57-3 PARA 34KV	Q 449.07
ADPA04	ADAPTADOR TIPO PALETA PARA 04 HOYOS	Q 488.33
SOVAP	SOPORTE VERTICAL PARA AISLADOR TIPO POSTE	Q 181.24
SOLAP	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE	Q 215.88
PEPCMA	PERNO PARA AISLADOR TIPO POSTE CRUCERO MADERA	Q 36.43
PEPCME	PERNO PARA AISLADOR TIPO POSTE CRUCERO METAL	Q 20.87
MO1TNC	MONTURA 1 TRANSFORMADOR N.C.	Q 194.09
RA1CP	RACK 1 CAMPO TIPO PESADO	Q 36.87
ARCC2158	ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4" * 5/8"	Q 4.10
COCU1010	CONECTOR TIPO CUÑA 1/0 #2 AL 1/0 AZUL C/C	Q 55.64
COCU4010	CONECTOR TIPO CUÑA 4/0 AL 1/0 AZUL C/C	Q 55.64
COCUE10	CONECTOR TIPO CUÑA CON ESTRIBO 1/0 AZUL C/C	Q 203.88
COCUE40	CONECTOR TIPO CUÑA CON ESTRIBO 4/0 AZUL C/C	Q 203.88
CAAZPA	CARGA COLOR AZUL PARA PISTOLA AMPACT	Q 29.72
CARPA	CARGA COLOR ROJO PARA PISTOLA AMPACT	Q 29.72
COCCC22	CONECTOR COMPRESION COBRE TIPO C #2 AL #2	Q 11.59
COCCV58C2	CONECTOR COMPRESION COBRE VARILLA 5/8" A CABLE #2	Q 52.38
COPCF402	CONECTOR PERFORACION C. F. #6-4/0 AL #12-#2	Q 21.08
COPCF2402	CONECTOR PERFORACION C. F. 2S 4/0 - #6 AL #2 -#10	Q 107.03
TEPC2FT	TERMINAL PLANA CONEXION CABLE #2 FASE A TRANSF.	Q 19.97
TEPC10FT	TERMINAL PLANA PARA CONEXION CABLE 1/0 FASE TRANSF.	Q 20.92
GRCTST	GRAPA CONEXION A TIERRA SIN TORNILLO	Q 4.77

Continúa		
GRR6206	GRAPA DE REMATE #6 AL 2/0 ACSR 10,000 LBS	Q 85.05
GRRCF210	GRAPA REMATE C. F. #2 AL 1/0	Q 57.40
GRRCFA	GRAPA REMATE C. F ACOMETIDA.	Q 15.49
GRSCF210	GRAPA SUSPENSION C. F. #2 AL 1/0	Q 13.97
SOSFP	SOPORTE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	Q 97.64
REO10AH	RETENCION OMEGA 1/0 PARA AISLADOR HORIZONTAL	Q 38.73
REO40AH	RETENCION OMEGA 4/0 PARA AISLADOR HORIZONTAL	Q 50.41
REOD40AH	RETENCION OMEGA DOBLE 4/0 PARA AISLADOR VERTICAL	Q 80.31
REO10AH	RETENCION OMEGA 1/0 PARA AISLADOR HORIZONTAL	Q 38.73
REOC10	RETENCION OMEGA PARA CARRETE 1/0	Q 29.62
REZ10AV	RETENCION Z 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	Q 38.73
REZ40AV	RETENCION Z 4/0 PARA AISLADOR VERTICAL	Q 43.86
CAT2NC	CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N. C.	Q 29.51
CAT10NC	CABLE TRIPLEX 1/0 NEUTRO FORRADO N.C.	Q 45.49
CAD6NC	CABLE DUPLEX #6 NEUTRO FORRADO N. C.	Q 8.37
GRL58NC	GRILLETE LARGO 5/8" N.C.	Q 45.05
PEEA5812	PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8" * 12"	Q 43.23
AIP13GS	AISLADOR POLIMERICO 13KV DE GOMA SILICON	Q 158.51
AIP34GS	AISLADOR POLIMERICO 34KV DE GOMA SILICON	Q 235.75

A continuación se establecen los costos de las estructuras para redes eléctricas, aunque en este capítulo solo se colocarán las que influyen directamente por su voltaje en 7.6/13.2 kV las otras estructuras se detallarán el capítulo siguiente como es baja tensión, puestas a tierra y otros ya que no influyen en base a su voltaje; entonces se detallará los costos, cantidad y ubicación de sus materiales como también otros renglones que afectan su costo total, siendo estos mano de obra, maquinaria y equipo, fletes, edi (estudio de ingeniería) y supervisión de Deorsa/Deocsa, supervisión de la empresa constructora, diseño e Ingeniería y administración e impuestos.

Se detallarán las estructuras mas importantes y las más utilizadas, si por algún diseño estas varían según normas se utilizará el mismo método para encontrar su costo total.

Para poder realizar los porcentaje a trabajar para los renglones o unidades constructivas a detallar se debe de tomar en cuenta todos los gastos y costos directos que sufrirá el proyecto (materiales, fletes y mano de obra); así como los gastos indirectos (maquinaria y equipo, administración, pagos a Deorsa/Deocsa, estudios, supervisión, ingeniería).

Estos varían dependiendo del tamaño del proyecto, lugar a trabajar, entidad con la que se ofertará, infraestructura de la empresa, personal a requerir si se contratará a otra entidad, gastos no deducibles, etc.

Según la experiencia se determina que un proyecto se le debe cargar el 10 % por gastos de administración.

Para la mano de obra se tiene un estimado a utilizar para proyectos de líneas monofásicos Q.650.00, para bifásicos Q.750.00 y para trifásicos Q850.00; cuando los proyectos son de uno o dos postes se tiene un promedio de pago de Q2,500.00.

Para el transporte este tiene un estimado en el mercado dependiendo de la distancia a llevar los postes y herrajes, teniendo un promedio de Q.2,500.00 fuera de la ciudad de Guatemala hasta aproximadamente Q.5,000.00 hasta el área de peten; también puede variar si el transporte es en camión doble eje o en rastra plataforma, se debe de tomar en cuenta el acceso a donde se llevará dicho material.

También todo proyecto requiere compras de fianzas dependiendo las exigidas por la entidad contratante pudiendo ser estas de fianza de cumplimiento, de deudores, sostenimiento de oferta, seguro de

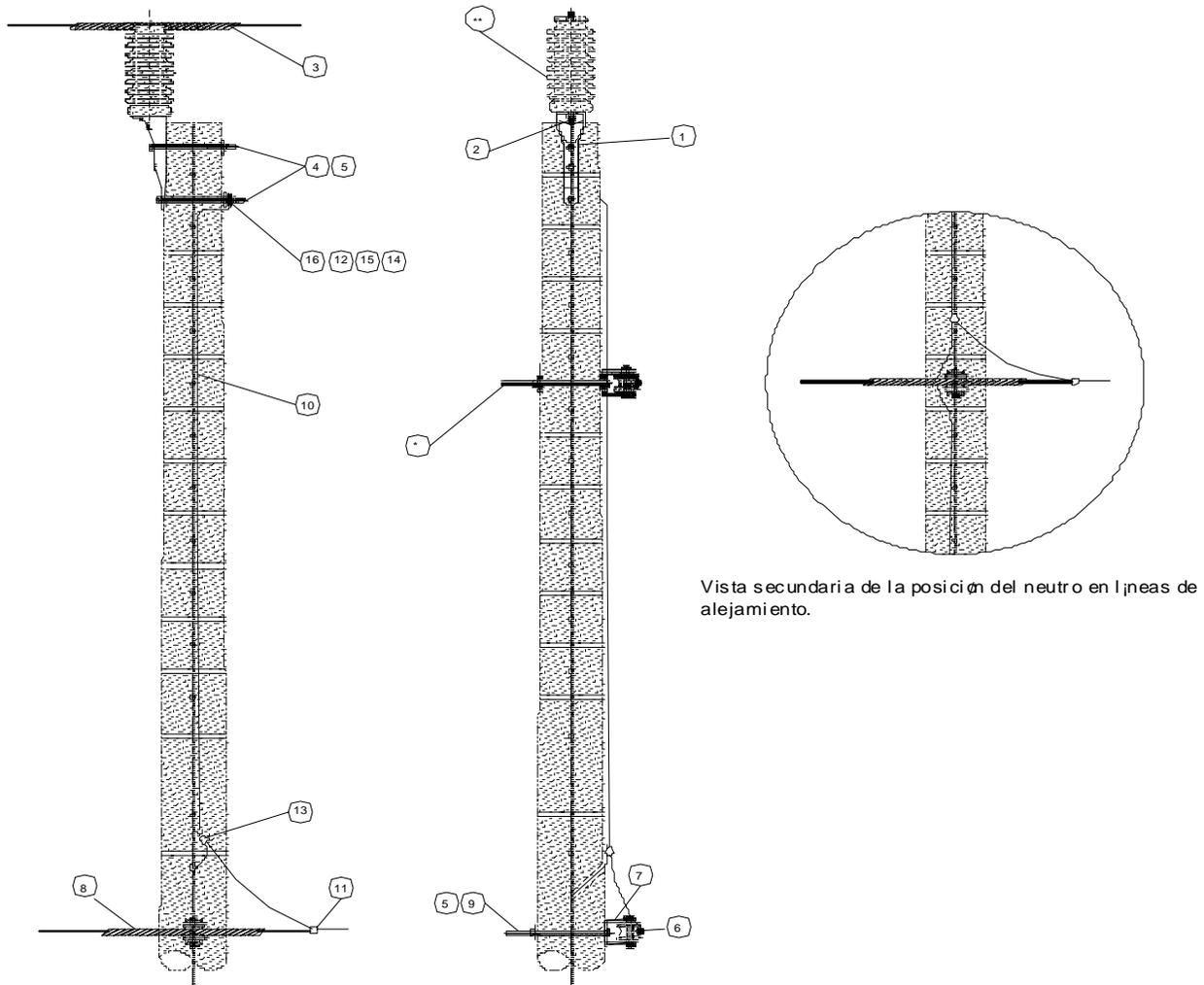
responsabilidad y otros; este dato tiene aproximadamente un costo de 1.6 % del costo total del proyecto.

Todo proyecto en el área de Unión Fenosa se debe de pagar por concepto de Estudio de Ingeniería (EDI) y Supervisión, este costo tiene aproximadamente un costo de 4.6 % del costo total del proyecto.

Tomando en cuenta estos factores de administración, mano de obra, fianzas, fletes o transporte, edi y supervisión U.F., impuestos e IVA, supervisión y utilidad de el contratista según la experiencia obtenida esta nos un valor del factor a utilizar de un **1.9** sobre el valor total de los materiales.

Por lo tanto las siguientes tablas son una base para futuras costos y decisiones a tomar en la realización de una cotización, ya sea este un estudio preliminar u oferta directa a realizar.

Figura 35. Armado simple circuito monofásico alineación ángulo <math><5^\circ</math> TIPO I



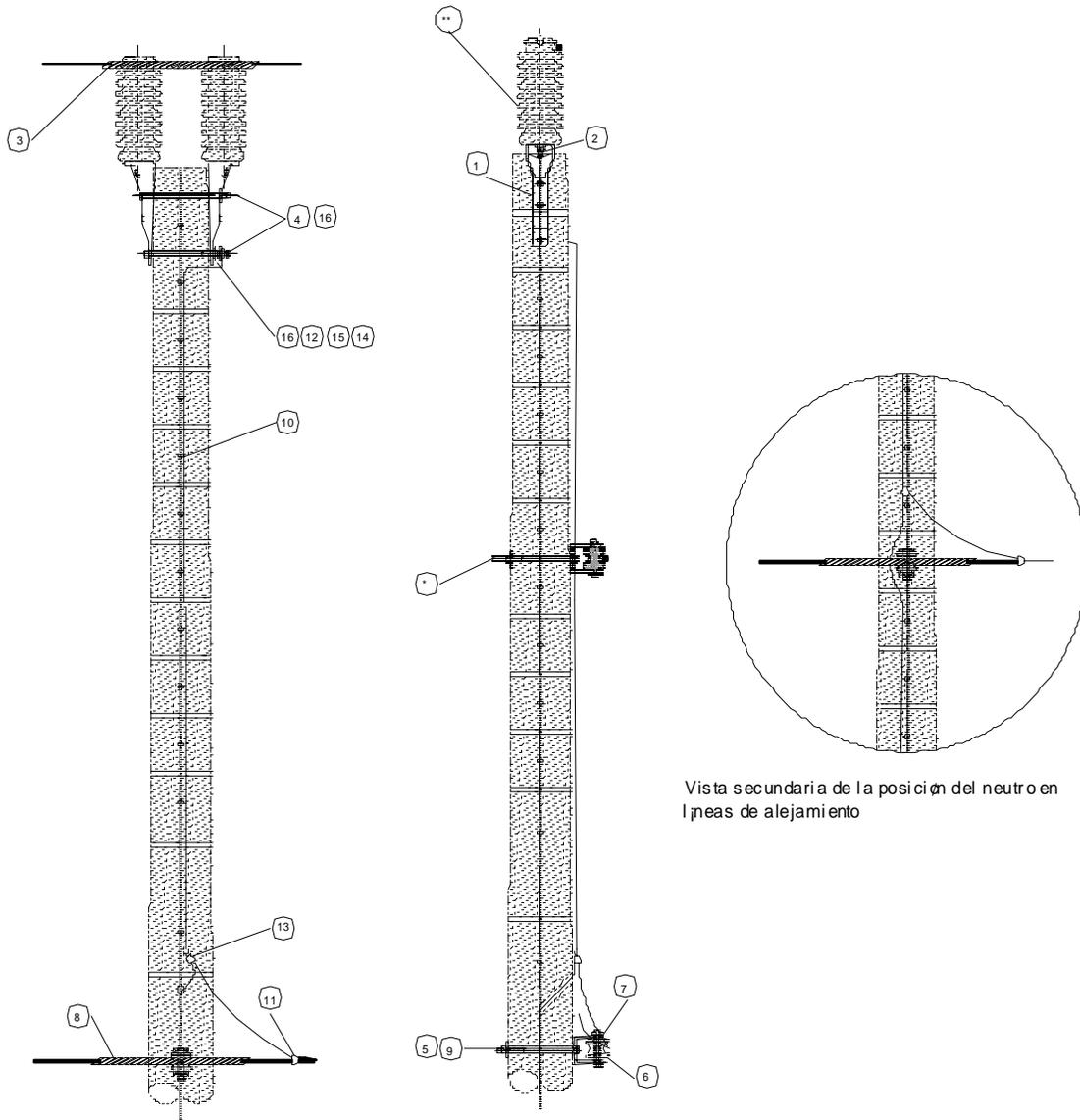
*Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento (no prevista instalación de transformadores).

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XII. Costo unitario monofásico tipo I para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
1	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, < 5° Tipo I para 13.2 KV	1	Q 578,13	Q 578,13
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	1	Q 135,93	Q 135,93
2	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	1	Q 15,65	Q 15,65
3	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 9,63	Q 19,26
5	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	3	Q 3,08	Q 9,24
6	Aislador de porcelana tipo carrete (Ansi C29.3)	1	Q 5,21	Q 5,21
7	Soporte Horquilla para aislador tipo carrete	1	Q 27,65	Q 27,65
8	Retención Preformada "Omega" aisl.53/2 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
9	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
10	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,06
11	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
12	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
13	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
14	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
15	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
16	Arandela plana redonda 5/8"	1	Q 1,04	Q 1,04
**	Aislador tipo Poste 13.2KV	1	Q 198,86	Q 198,86
Total del Renglón				Q 578,13

Figura 36. Armado simple circuito monofásico ángulo 5 a 30° TIPO II



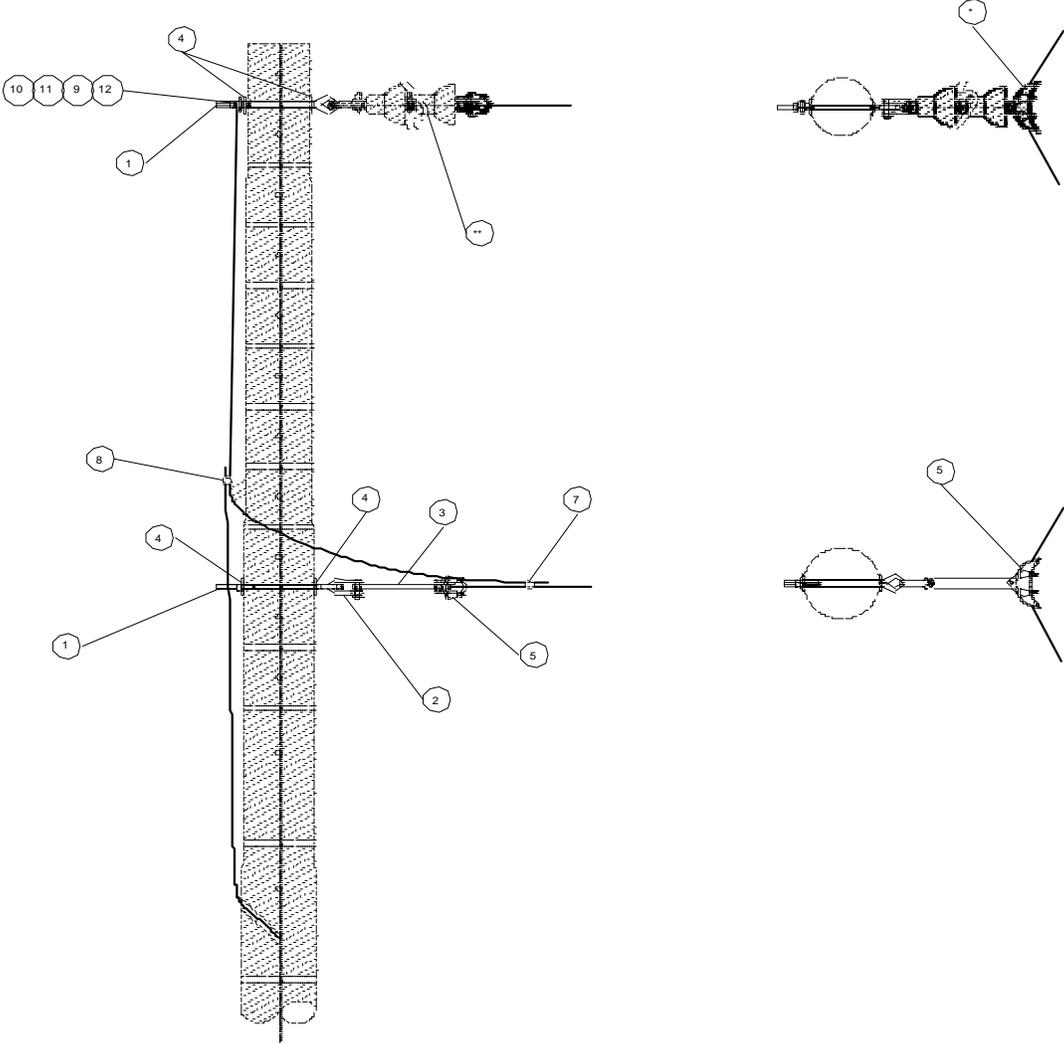
*Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento
(no prevista instalación de transformadores).

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XIII. Costo unitario monofásico tipo II para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
2	Armado simple cir. Monofásica. Alin. ang, 5 a 30° Tipo II para 13.2 KV	1	Q 942,00	Q 942,00
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	2	Q 135,93	Q 271,86
2	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	2	Q 15,65	Q 31,30
3	Retención Preformada "Omega Doble" ACSR 1/0	1	Q 46,56	Q 46,56
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 9,63	Q 19,26
5	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	1	Q 3,08	Q 3,08
6	Aislador de porcelana tipo carrete (Ansi C29.3)	1	Q 5,21	Q 5,21
7	Soporte Horquilla para aislador tipo carrete	1	Q 27,65	Q 27,65
8	Retención Preformada "Omega" aisl.53/2 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
9	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
10	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,06
11	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
12	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
13	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
14	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
15	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
16	Arandela plana redonda 5/8"	3	Q 1,04	Q 3,12
**	Aislador tipo Poste 13.2KV	2	Q 198,86	Q 397,72
Total del Renglón				Q 942,00

Figura 37. Armado simple circuito monofásico ángulo 30 a 60° TIPO III



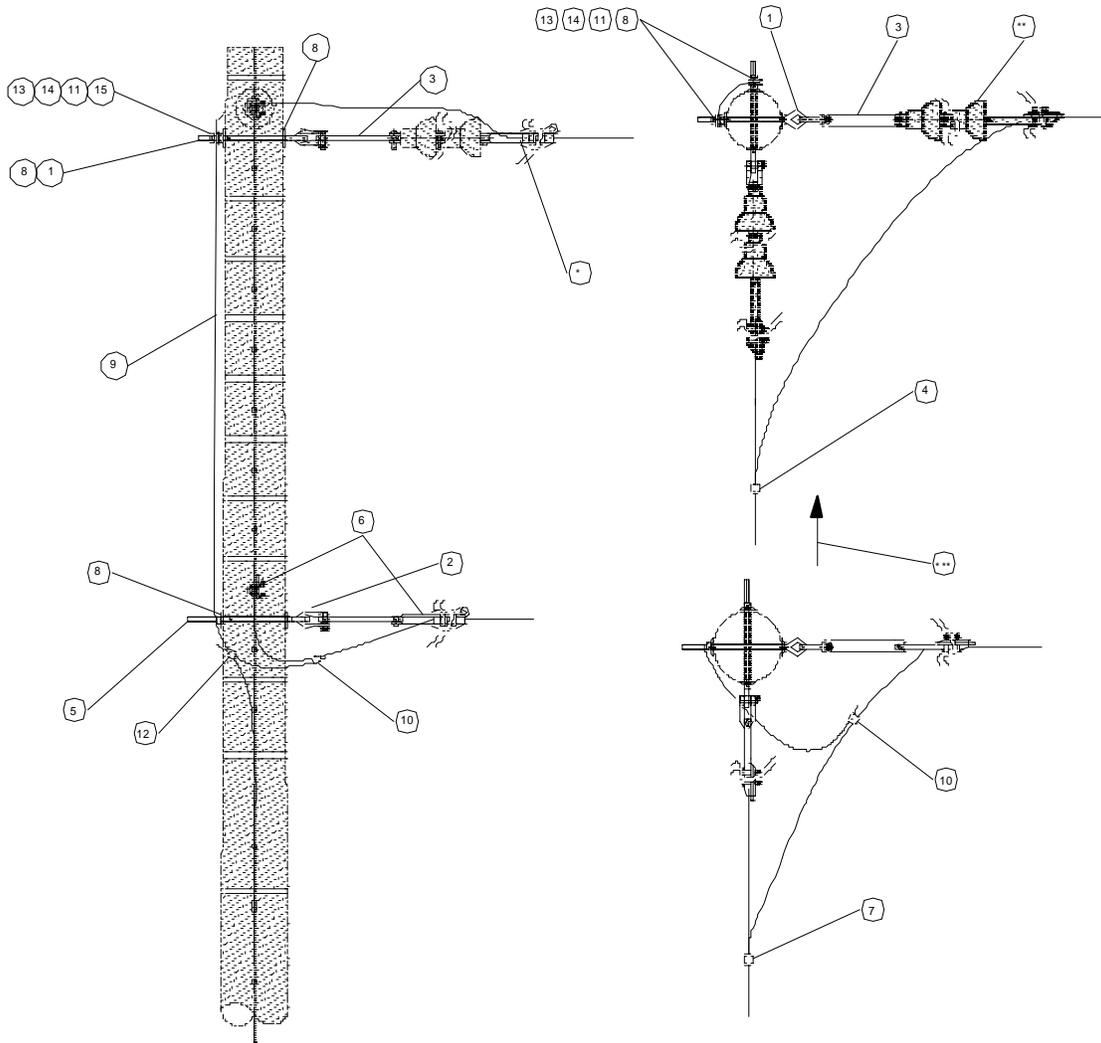
* Grapa amarre seg£n conductor.

**Aislamiento seg£n tensión y condiciones ambientales.

Tabla XIV. Costo unitario monofásico tipo III para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
3	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, 30 a 60° Tipo III para 13.2 KV	1	Q 538,01	Q 538,01
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 9,63	Q 19,26
2	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	1	Q 33,78	Q 33,78
3	Alargadera 10" para cadena de aisladores	1	Q 57,33	Q 57,33
4	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
5 (*)	Grapa de suspensión aluminio cond. AWG 1/0 (Raven)	2	Q 89,71	Q 179,42
6	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,09
7	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
8	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
9	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
10	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
11	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
12	Arandela plana redonda 5/8"	1	Q 1,04	Q 1,04
**	Aislador Polimero 13.2KV	1	Q 118,88	Q 118,88
Total del Renglón				Q 538,01

Figura 38. Armado simple circuito monofásico ángulo 60 a 90° TIPO IV



* Grapa amarre según conductor

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

***Dirección de la energía.

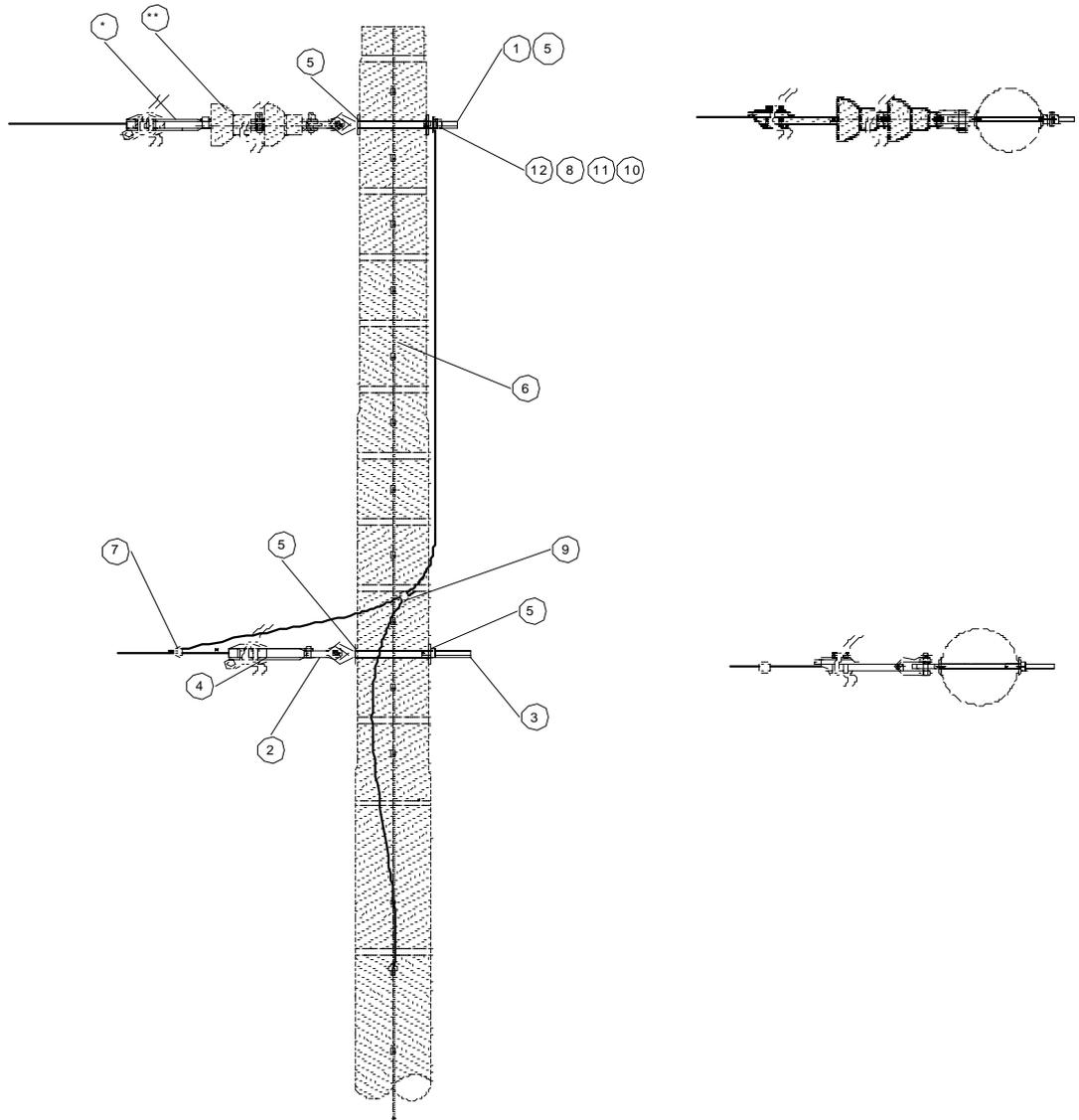
Tabla XV. Costo unitario monofásico tipo IV para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
4	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang. 60 a 90° Tipo IV para 13.2 KV	1	Q 979,72	Q 979,72
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	2	Q 25,88	Q 51,76
2	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
3	Alargadera 10" para cadena de aisladores	2	Q 57,33	Q 114,66
4	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
5	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	2	Q 28,23	Q 56,46
6 (*)	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 Rectas	4	Q 55,85	Q 223,40
7	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
8	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	8	Q 3,08	Q 24,64
9	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,06
10	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
11	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 11,25	Q 22,50
12	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
13	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
14	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
15	Arandela plana redonda 5/8"	2	Q 1,04	Q 2,08
**	Aislador Polimero 13.2KV	2	Q 118,88	Q 237,76
Total del Renglón				Q 979,72

Tabla XVI. Costo unitario monofásico tipo V para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
5	Armado simple cir. Monofasica. Prolongación de Línea Tipo V para 13.2 KV	1	Q 1.193,36	Q 1.193,36
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	1	Q 135,93	Q 135,93
2	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
3	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	1	Q 15,65	Q 15,65
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	1	Q 9,63	Q 9,63
5	Tuerca de ojo acero galvanizado 5/8"	2	Q 13,80	Q 27,60
6	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
7	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
8	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
9	Arandela plana redonda 5/8"	2	Q 1,04	Q 2,08
10	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
11	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
12 (*)	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 (Raven) Rectas	4	Q 55,85	Q 223,40
13	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
14	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,06
15	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
16	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
17	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
19	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
20	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
**	Aislador Polimero 13.2KV	2	Q 118,88	Q 237,76
**	Aislador tipo Poste 13.2KV	1	Q 198,86	Q 198,86
Total del Renglón				Q 1.193,36

Figura 40. Armado simple circuito monofásico fin de línea TIPO VI



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XVII. Costo unitario monofásico tipo VI para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
6	Armado simple cir. Monofasica. Fin de Linea Tipo VI para 13.2 KV	1	Q 461,56	Q 461,56
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
2	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
3	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
4 (*)	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 (Raven) Rectas	2	Q 55,85	Q 111,71
5	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
6	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,05
7	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
8	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
9	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
10	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
11	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
12	Arandela plana redonda 5/8"	1	Q 1,04	Q 1,04
**	Aislador Polimero 13.2KV	1	Q 118,88	Q 118,88
Total del Renglón				Q 461,56

3.2. Líneas trifásicas

El presente capítulo tiene por objeto establecer los criterios básicos para la elaboración de proyectos de líneas trifásicas con tensiones nominales de 13.2 kV.

3.2.1. Usos y aplicaciones

Esta guía de referencia se aplica a proyectos de línea de distribución nuevas, ampliaciones y/o modificaciones para mejora, ubicadas en áreas con características suburbanas y/o rurales, densamente arboladas, con problemas de servicio y/o de impacto ambiental, en sistemas de 13,200 V.

Al referirse a este tipo de proyectos son aquellos destinados a mejorar o reestablecer las características eléctricas y/o mecánicas de un determinado sector de la red, con el objetivo básico de brindar el servicio de energía eléctrica en un nivel adecuado de calidad y seguridad, y aquellos destinados a modificar las características eléctricas de un determinado sector de la red existente para posibilitar un aumento de carga o nuevas conexiones..

Tomando en cuenta todas las normas de construcción de líneas eléctricas estas definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño de líneas primarias aéreas en 13.2 kV, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado. Estas normas se aplicarán en la elaboración de los Estudios de Ingeniería Definitiva.

Para el desarrollo de proyectos de líneas de distribución se aplicarán los criterios, procedimientos, normativas, etc. establecidos para líneas convencionales, tal como se estuvo estableciendo en los capítulos anteriores.

A continuación se establecen los costos de las estructuras trifásicas para líneas de 13.2 kV; detallándose los costos, cantidad y ubicación de sus materiales como también otros renglones que afectan su costo total, siendo estos mano de obra, maquinaria y equipo, fletes, edi (estudio de ingeniería) y supervisión de Deorsa/Deocsa, supervisión de la empresa constructora, diseño e Ingeniería y administración e impuestos.

Se detallarán las estructuras mas importantes y las más utilizadas, si por algún diseño estas varían según normas se utilizará el mismo método para encontrar su costo total.

Figura 41. Armado simple circuito trifásico alineación ángulo $<5^\circ$ TIPO I

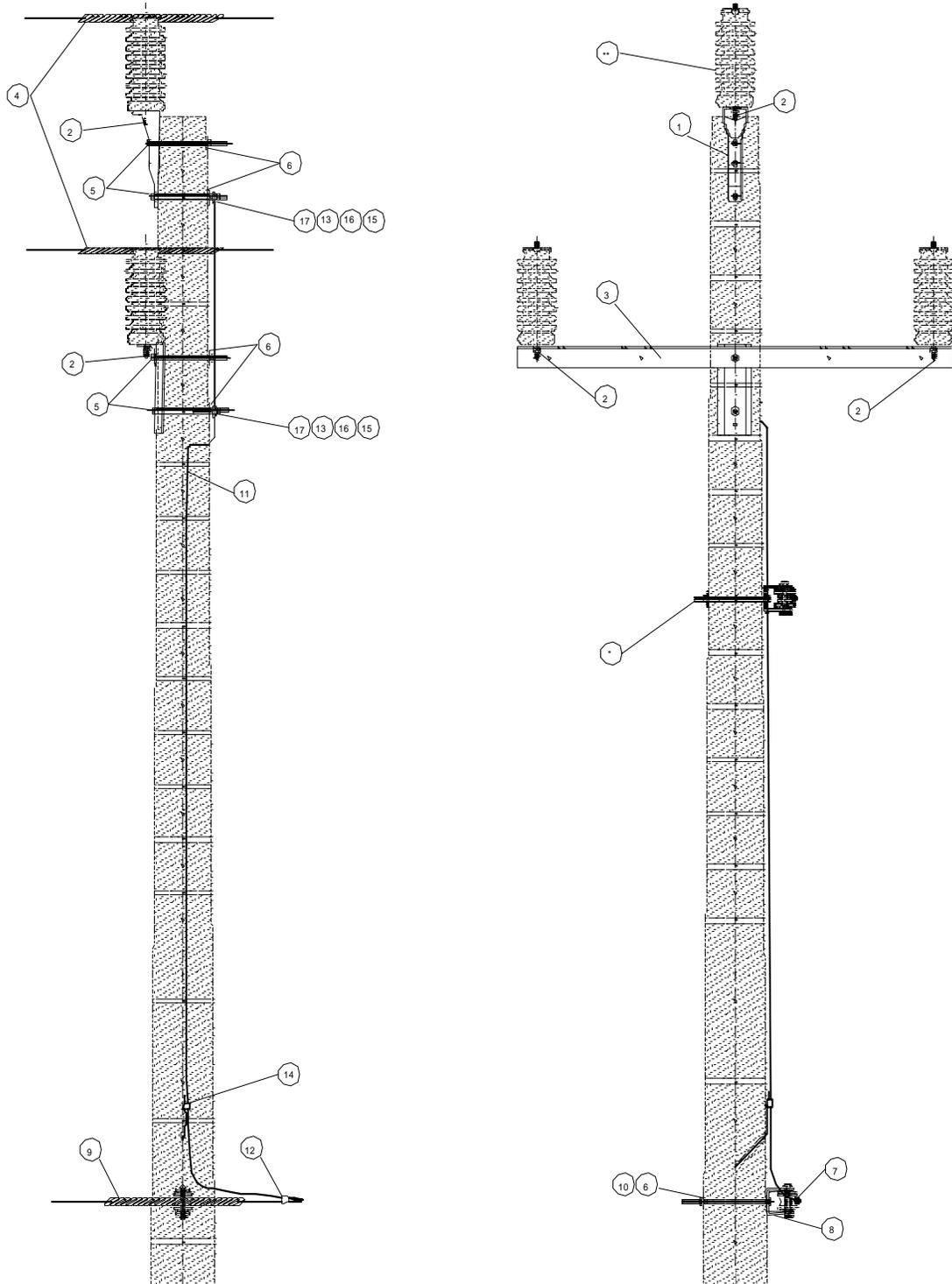
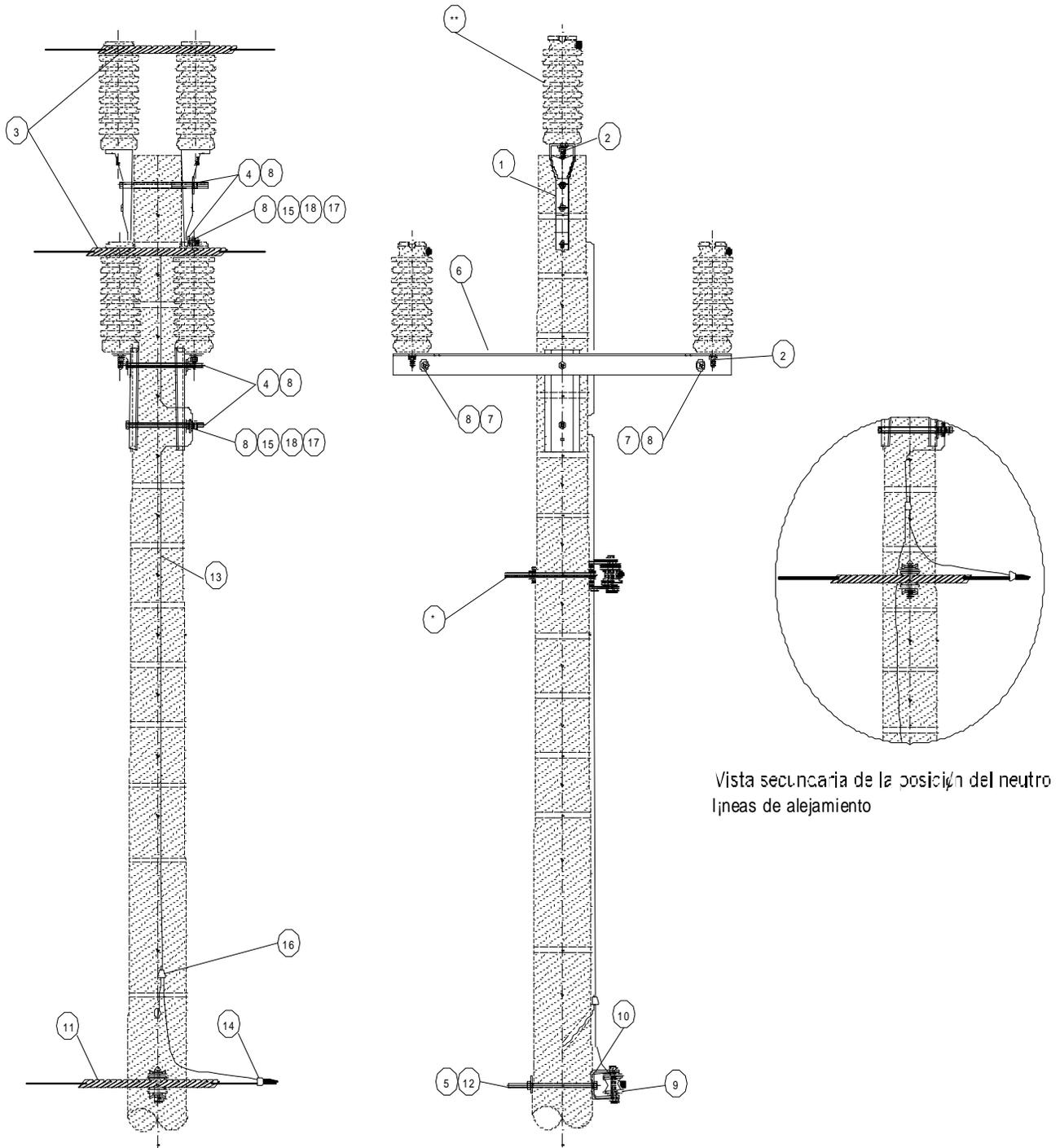


Tabla XVIII. Costo unitario trifásico tipo I para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
7	Armado simple cir. Trifásico Alin. ang, < 5° Tipo I para 13.2 KV	1	Q 1.738,55	Q 1.738,55
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	1	Q 135,93	Q 135,93
2	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	3	Q 7,50	Q 22,50
3	Cruceta angular Metalica 1800 mm (6')	1	Q 633,88	Q 633,88
4	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 4/0	3	Q 32,90	Q 98,70
5	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	4	Q 9,63	Q 38,52
6	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	5	Q 3,08	Q 15,40
7	Aislador de porcelana tipo carrete (Ansi C29.3)	1	Q 5,21	Q 5,21
8	Soporte Horquilla para aislador tipo carrete	1	Q 27,65	Q 27,65
9	Retención Preformada "Omega" aisl.53/2 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
10	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
11	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,09
12	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
13	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 3,17	Q 6,34
14	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
15	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
16	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
17	Arandela plana redonda 5/8"	2	Q 1,04	Q 2,08
**	Aislador tipo Poste 13.2KV	3	Q 198,86	Q 596,58
Total del Renglón				Q 1.738,55

Figura 43. Armado simple circuito trifásico ángulo 5 a 30° TIPO II

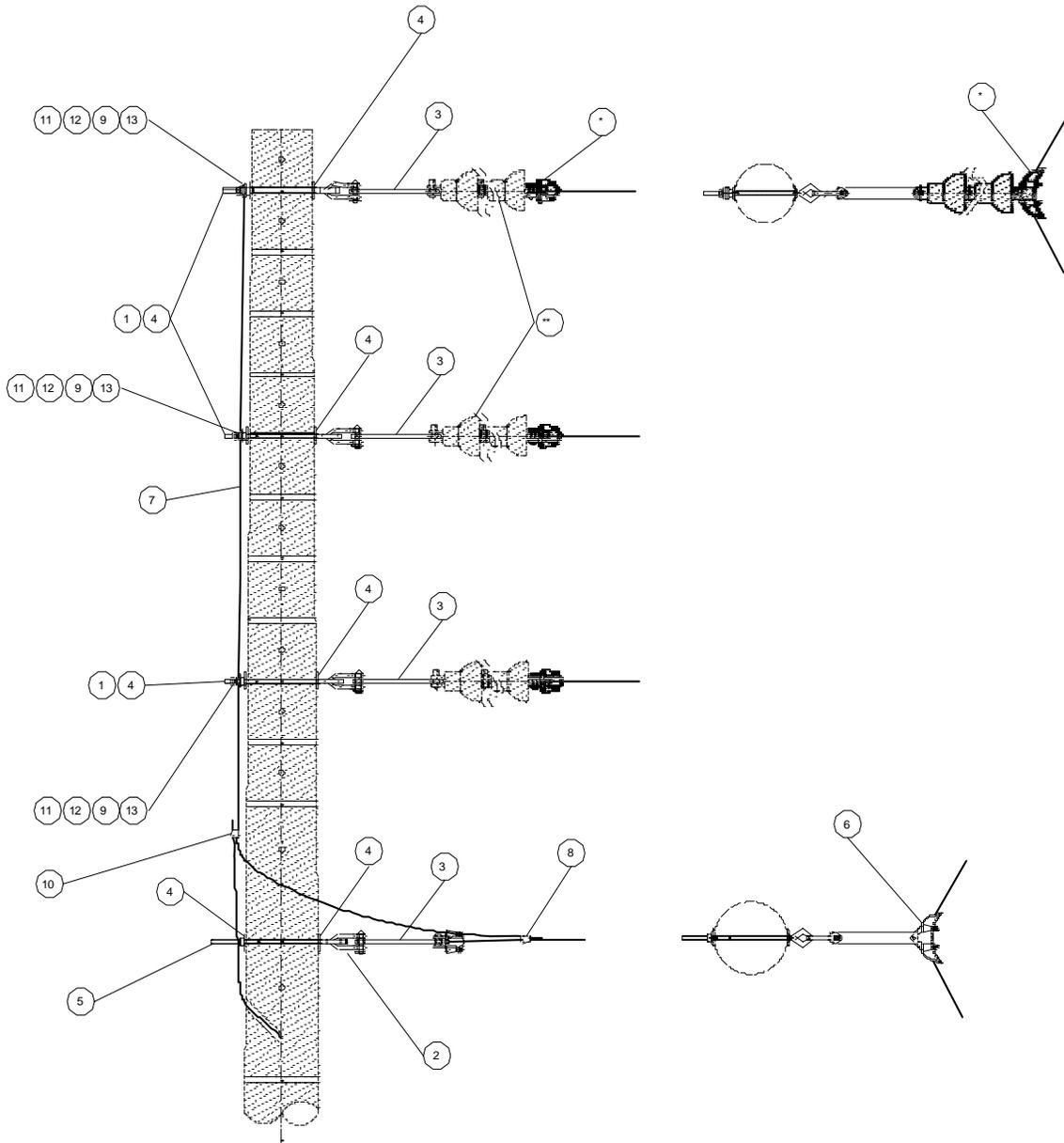


Vista secundaria de la posición del neutro
líneas de alejamiento

Tabla XIX. Costo unitario trifásico tipo II para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
8	Armado simple cir. Trifásico Alin. ang, 5 a 30° Tipo II para 13.2 KV	1	Q 3.241,54	Q 3.241,54
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	2	Q 135,93	Q 271,86
2	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	4	Q 9,63	Q 38,52
3	Cruceta angular Metalica 1800 mm (6')	2	Q 633,88	Q 1.267,76
4	Perno de rosca corrida ac.galv. 5/8" x 12"	2	Q 15,38	Q 30,75
5	Arandela plana redonda 5/8"	14	Q 1,04	Q 14,49
6	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	6	Q 7,50	Q 45,00
7	Retención Preformada "Omega" Doble ACSR 4/0	3	Q 60,23	Q 180,70
8	Aislador de porcelana tipo carrete (Ansi C29.3)	1	Q 5,21	Q 5,21
9	Soporte Horquilla para aislador tipo carrete	1	Q 27,65	Q 27,65
10	Retención Preformada "Omega" aisl.53/2 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
11	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
12	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	1	Q 2,69	Q 2,69
13	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
14	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 46,56	Q 46,56
15	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
16	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
17	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
18	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
19	Aislador tipo Poste 13.2KV	6	Q 198,86	Q 1.193,16
Total del Renglón				Q 3.241,54

Figura 43. Armado simple circuito trifásico ángulo 30 a 60° TIPO III



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XX. Costo unitario trifásico tipo III para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
9	Armado simple cir. Trifásico Alin. ang. 30 a 60° Tipo III para 13.2 KV	1	Q 1.239,81	Q 1.239,81
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	3	Q 25,88	Q 77,65
2	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	1	Q 33,78	Q 33,78
3	Alargadera 10" para cadena de aisladores	4	Q 57,33	Q 229,32
4	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	8	Q 3,08	Q 24,64
5	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
6 (*)	Grapa suspensión aluminio cond. AWG 1/0 (Raven)	1	Q 89,71	Q 89,71
7	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
8	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
9	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	3	Q 3,17	Q 9,51
10	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
11	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	3	Q 1,33	Q 3,98
12	Arandela de presión de 5/8"	3	Q 1,33	Q 3,98
13	Arandela plana redonda 5/8"	3	Q 1,04	Q 3,11
*	Grapa suspensión aluminio cond. AWG 4/0 (Raven)	3	Q 89,71	Q 269,12
**	Aislador Polimero 13.2KV	3	Q 118,88	Q 356,64
Total del Renglón				Q 1.239,81

Figura 44. Armado simple circuito trifásico ángulo 60 a 90° TIPO IV

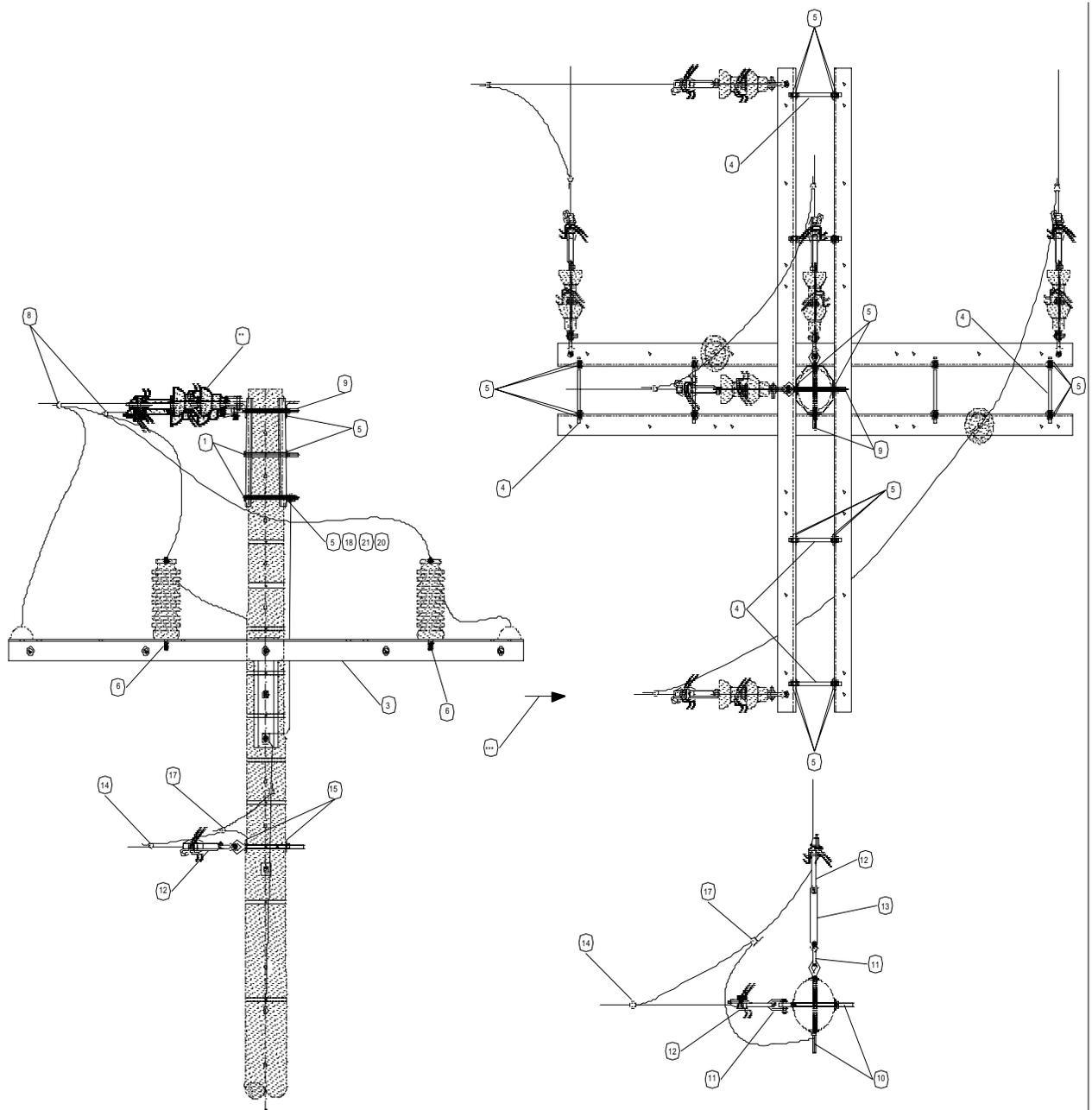


Tabla XXI. Costo unitario trifásico tipo IV para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
10	Armado simple cir. Trifásico. Alin. ang, 60 a 90° Tipo IV para 13.2 KV	1	Q 6.199,28	Q 6.199,28
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	3	Q 25,88	Q 77,64
2	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
3	Cruceta angular Metalica 2400 mm (8')	4	Q 859,38	Q 3.437,52
4	Perno rosca corrida Ac. Galva. 5/8 x 12"	8	Q 15,39	Q 123,12
5	Arandela plana redonda 5/8"	42	Q 1,04	Q 43,47
6	Perno corto acero galvanizado 3/4" - 3/4" x 3"	2	Q 15,65	Q 31,30
7	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 4/0	2	Q 60,23	Q 120,46
8	Conector cuña a presión 4/0 - 4/0 AWG	6	Q 49,98	Q 299,88
9	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	2	Q 25,88	Q 51,77
10	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	2	Q 28,23	Q 56,46
11	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
12	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 Rectas	2	Q 55,85	Q 111,71
13	Alargadera 10" para cadena de aisladores	1	Q 57,33	Q 57,33
14	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
15	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
16	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
17	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
18	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	6	Q 3,17	Q 19,02
19	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
20	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	6	Q 1,33	Q 7,97
21	Arandela de presión de 5/8"	6	Q 1,33	Q 7,97
*	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 4/0 Rectas	6	Q 63,78	Q 382,68
**	Aislador Polimero 13.2KV	6	Q 118,88	Q 713,28
**	Aislador tipo Poste 13.2KV	2	Q 198,86	Q 397,72
Total del Renglón				Q 6.199,28

Figura 45. Armado simple circuito trifásico prolongación de línea TIPO V

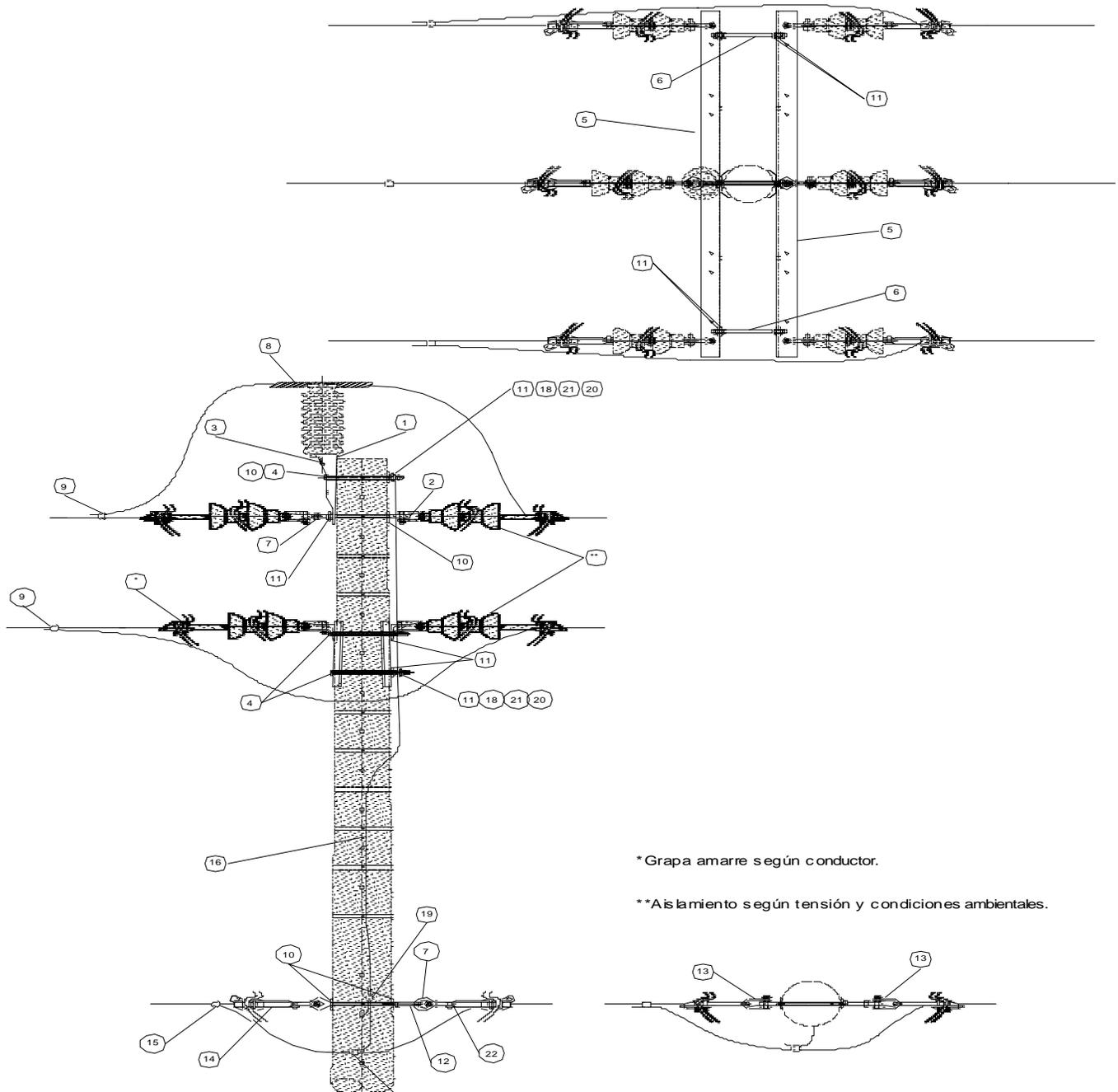
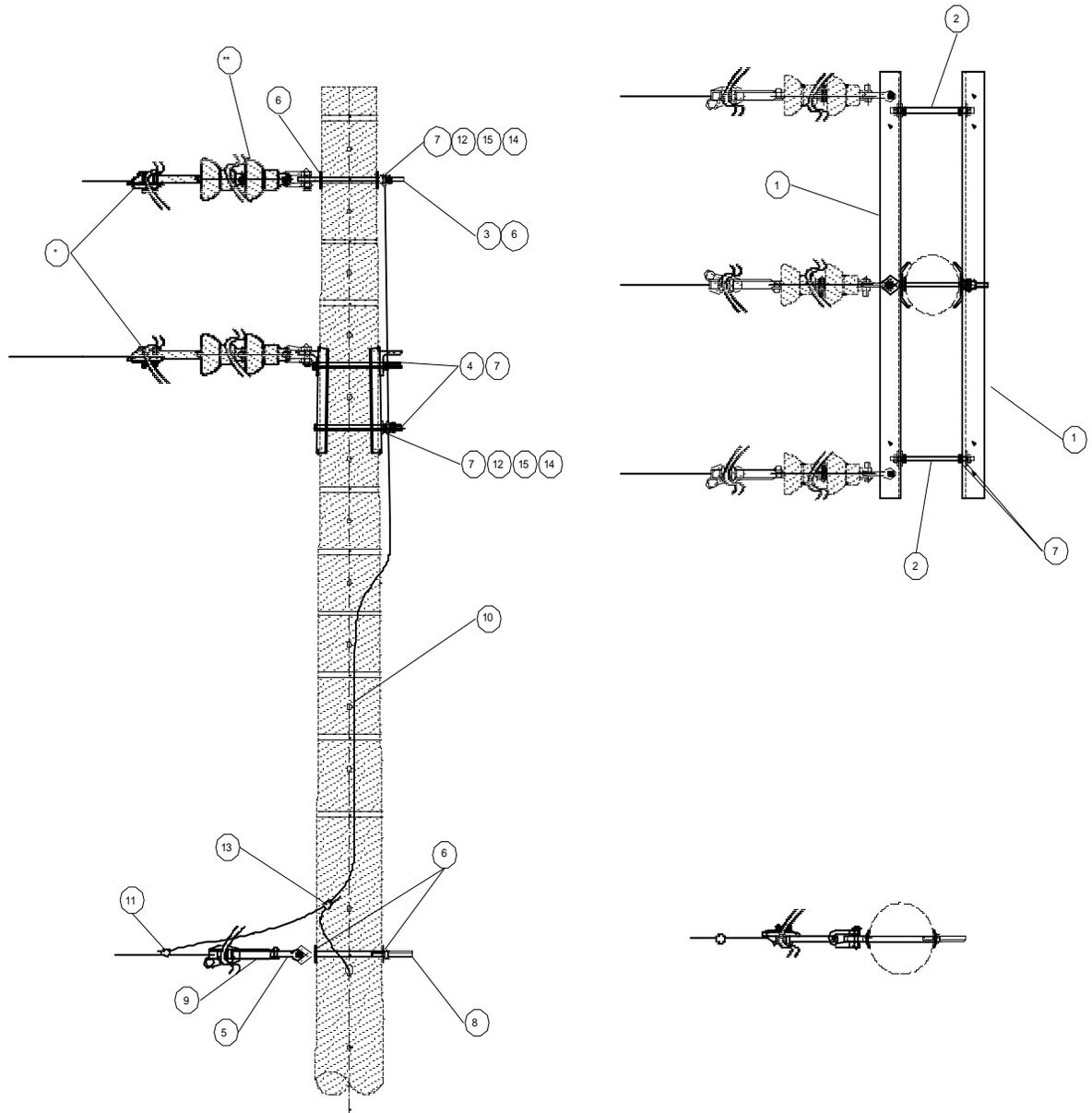


Tabla XXII. Costo unitario trifásico tipo V para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
11	Armado simple cir. Trifásico Prolongación de Línea Tipo V para 13.2 KV	1	Q 3.384,86	Q 3.384,86
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	1	Q 135,93	Q 135,93
2	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
3	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	1	Q 7,50	Q 7,50
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	1	Q 9,63	Q 9,63
5	Cruceta angular Metalica 1800 mm (6')	2	Q 633,88	Q 1.267,76
6	Perno de rosca corrida ac.galv. 5/8" x 12"	2	Q 15,38	Q 30,75
7	Tuerca de ojo acero galvanizado 5/8"	2	Q 12,86	Q 25,72
8	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 4/0	1	Q 32,90	Q 32,90
9	Conector cuña a presión 4/0 - 4/0 AWG	3	Q 49,98	Q 149,94
10	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
11	Arandela plana redonda 5/8"	13	Q 1,04	Q 13,46
12	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
13	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
14	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 Rectas	2	Q 63,79	Q 127,58
15	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
16	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
17	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
18	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 3,17	Q 6,34
19	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	2	Q 8,33	Q 16,67
20	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
21	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
22 (*)	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 4/0 Rectas	6	Q 63,78	Q 382,68
**	Aislador Polimero 13.2KV	6	Q 118,88	Q 713,28
**	Aislador tipo Poste 13.2KV	1	Q 198,86	Q 198,86
Total del Renglón				Q 3.384,86

Figura 46. Armado simple circuito trifásico fin de línea TIPO VI



*Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XXIII. Costo unitario trifásico tipo VI para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Reglón	Descripción del Reglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Reglón
12	Armado simple cir. Trifásico Fin de Línea Tipo VI para 13.2 KV	1	Q 2.163,97	Q 2.163,97
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Cruceta angular Metalica 1800 mm (6')	2	Q 633,88	Q 1.267,76
2	Perno de rosca corrida ac.galv. 5/8" x 12"	2	Q 15,38	Q 30,75
3	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 9,63	Q 19,26
5	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	1	Q 33,78	Q 33,78
6	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
7	Arandela plana redonda 5/8"	12	Q 1,04	Q 12,42
8	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
9	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 Rectas	1	Q 63,79	Q 63,79
10	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
11	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
12	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 3,17	Q 6,34
13	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
14	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
15	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
*	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 4/0 Rectas	3	Q 63,78	Q 191,34
**	Aislador Polimero 13.2KV	3	Q 118,88	Q 356,64
Total del Reglón				Q 2.163,97

3.3. Centros de transformación y protecciones

El presente capítulo tiene por objeto establecer los criterios básicos para la elaboración de proyectos de redes monofásicas y trifásicas con tensiones nominales de 7.6/13.2 kV.

3.3.1. Usos y aplicaciones

Esta guía de referencia se aplica a proyectos de redes de distribución nuevas, ampliaciones y/o modificaciones para mejora, ubicadas en áreas con características suburbanas y/o rurales, densamente arboladas, con problemas de servicio y/o de impacto ambiental, en sistemas de 7,600 ó 13,200 V.

Al referirse a este tipo de proyectos son aquellos correspondientes a la implantación de todo sistema de distribución necesario para atender una determinada área donde no existe una línea de distribución y/o redes de distribución construidos a partir de un punto de conexión con un sistema existente, donde tiene comienzo la ampliación, determinando la posibilidad de efectivizar uno o mas vínculos simultáneos. También son aquellos destinados a mejorar o reestablecer las características eléctricas y/o mecánicas de un determinado sector de la red, con el objetivo básico de brindar el servicio de energía eléctrica en un nivel adecuado de calidad y seguridad, y aquellos destinados a modificar las características eléctricas de un determinado sector de la red existente para posibilitar un aumento de carga o nuevas conexiones. Para el desarrollo de proyectos de redes de distribución se aplicarán los criterios, procedimientos, normativas, etc. establecidos para redes convencionales, tal como se estuvo estableciendo en los capítulos anteriores.

Figura 47. Centro de transformación para 10/25/50 y 75 KVA, 13.2 KV

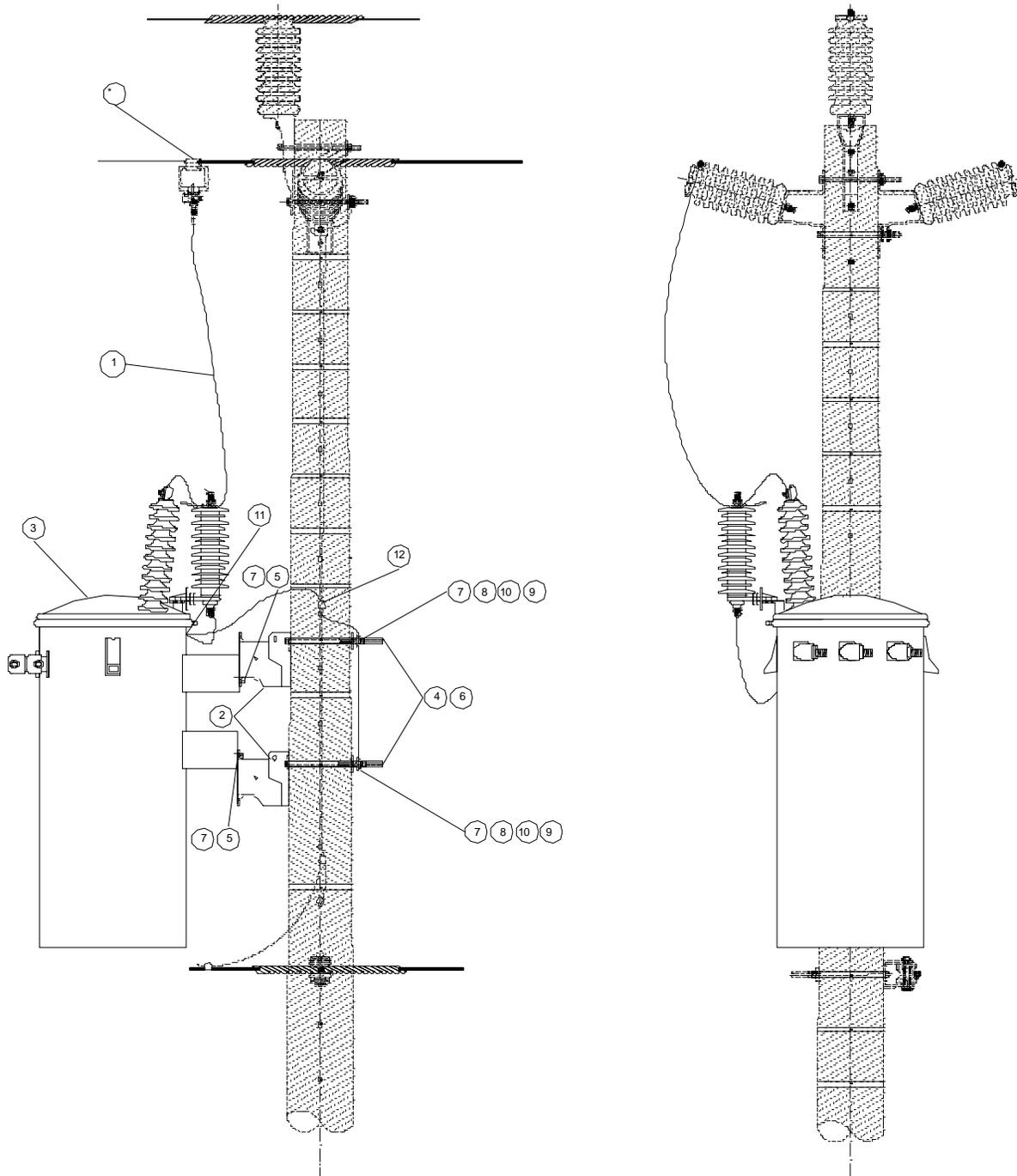


Tabla XXIV. Costo unitario transformador 10 KVA para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
13	Transformador 7.6/13.2 KV, 10 Kva. 120/240 voltios	1	Q 7.570,21	Q 7.570,21
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	4	Q 20,03	Q 80,12
2	Soporte para transformador monofásico tipo poste	2	Q 145,57	Q 291,14
3 (***)	Transf. 10 KVA CSP 13.2KV	1	Q 5.747,30	Q 5.747,30
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	2	Q 28,33	Q 56,66
5	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 1-3/4"	2	Q 5,38	Q 10,76
6	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 3,08	Q 6,16
7	Arandela plana redonda 5/8"	4	Q 1,04	Q 4,16
8	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 3,17	Q 6,34
9	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
10	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
11	Terminal conexión pletina conductor CU # 2	1	Q 11,25	Q 11,25
12	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
*	Conector de cuña a presión 1/0 con estribo	1	Q 146,52	Q 146,52
*	Conector fargo 1/0	1	Q 62,86	Q 62,86
**	Adaptador tipo Paleta para bushing transformador	3	Q 341,83	Q 1.025,49
**	Terminal plana para fase 1/0 - #2	4	Q 17,81	Q 71,24
**	Terminal plana para Neutro 1/0 - #2	2	Q 18,28	Q 36,56
Total del Renglón				Q 7.570,21

(accesorios para conectar alta tensión)

(accesorios para conectar baja tensión)

*** (Para las demás potencias es necesario cambiar el valor del trafo por el indicado)

Figura 48. Estructura pararrayos circuitos monofásico para 13.2 KV

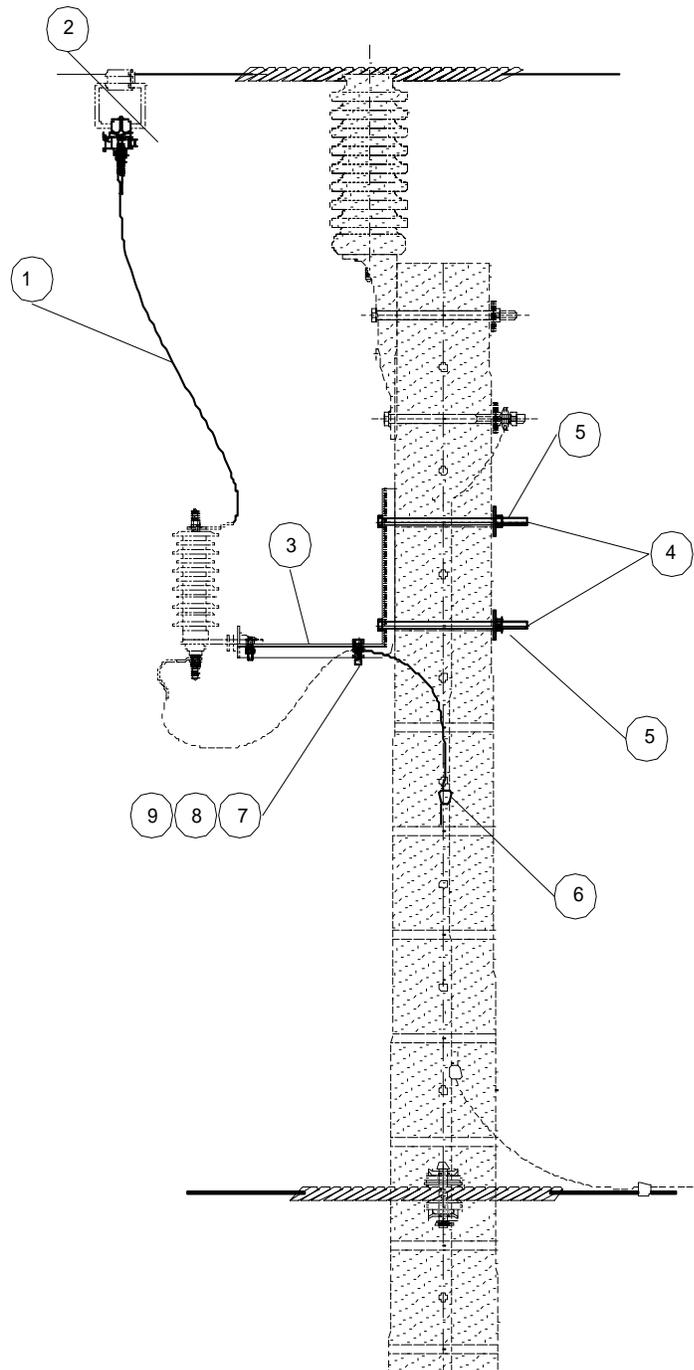
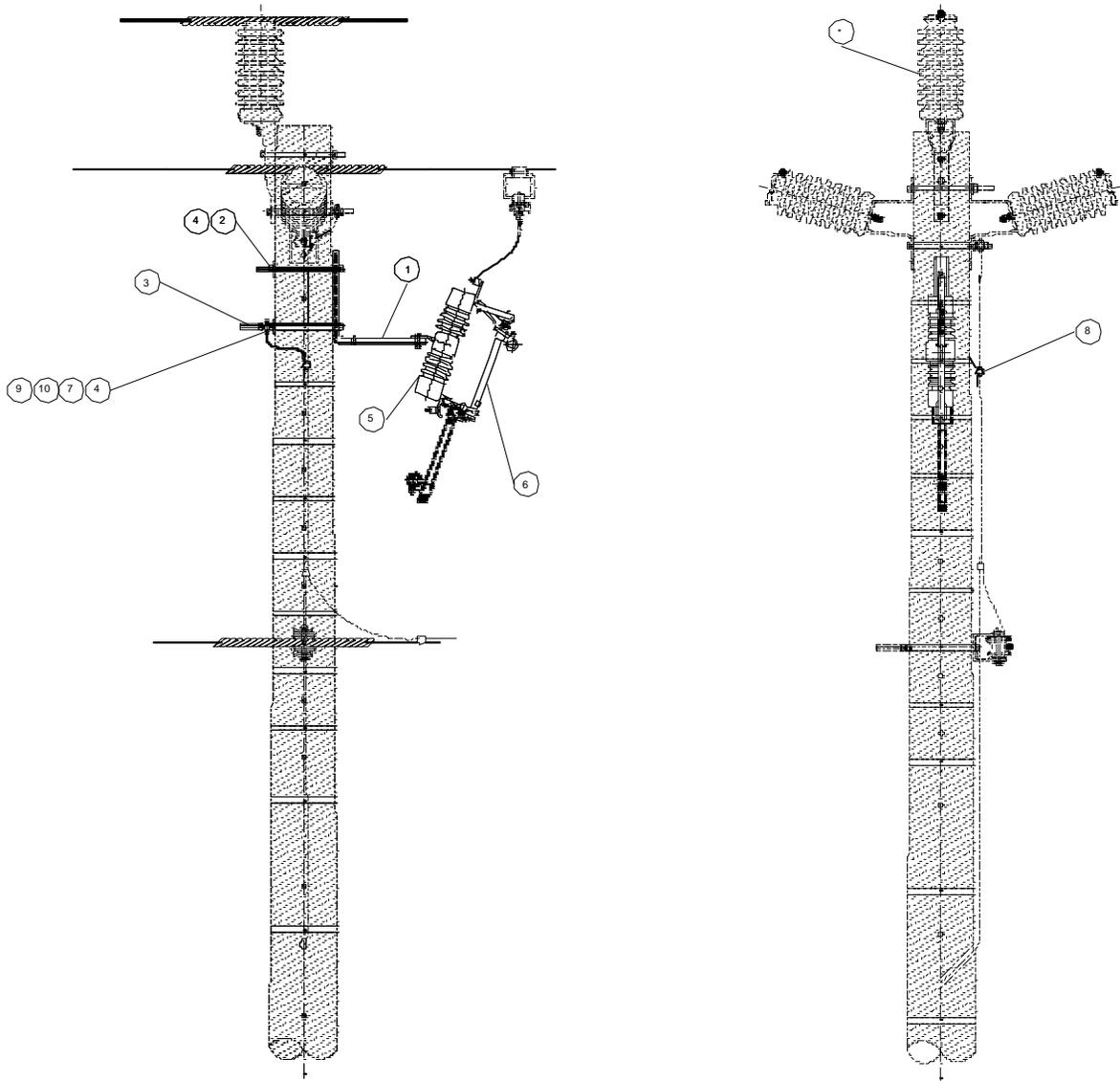


Tabla XXV. Costo unitario pararrayos para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
14	Estructura pararrayos para 13.2 kV	1	Q 706,63	Q 706,63
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
2	Conector de cuña a presión 1/0 con estribo	1	Q 152,91	Q 152,91
3	Soporte tipo "L" para seccionador fusible en Poste	1	Q 73,23	Q 73,23
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 25,88	Q 51,76
5	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 3,08	Q 6,16
6	Arandela plana redonda 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
7	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
8	Tornillo de acero galvanizado C.T. 1/2" X 2"	1	Q 7,50	Q 7,50
9	Arandela de presión 1/2"	1	Q 2,69	Q 2,69
10	Terminal conexión pletina conductor CU # 2	1	Q 11,25	Q 11,25
11	Pararrayos 13.2 KV	1	Q 267,20	Q 267,20
*	Conector fargo 1/0	1	Q 62,86	Q 62,86
Total del Renglón				Q 706,63

Figura 49. Estructura cortacircuitos circuito monofásico para 13.2 KV



*Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XXVI. Costo unitario cortacircuitos para 13.2 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
15	Estructura cortacircuitos para 13.2 kV	1	Q 816,53	Q 816,53
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte tipo "L" para seccionador fusible en Poste	1	Q 73,23	Q 73,23
2	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
3	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
4	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 3,08	Q 6,16
5 y 6	Cortacircuitos 13.2 KV	1	Q 439,17	Q 439,17
7	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
8	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
9	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
10	Arandela de presión 5/8"	1	Q 3,08	Q 3,08
**	Fusible tipo K	1	Q 12,38	Q 12,38
*	Conector de cuña a presión 1/0 con estribo	1	Q 152,91	Q 152,91
*	Conector fargo 1/0	1	Q 62,66	Q 62,66
Total del Renglón				Q 816,53

4. VALORACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA 34.5 KV

4.1. Líneas monofásicas

El presente capítulo tiene por objeto establecer los criterios básicos para la elaboración de proyectos de líneas monofásicas con tensiones nominales de 19.9 kV.

4.1.1. Usos y aplicaciones

Esta guía de referencia se aplica a proyectos de línea de distribución nuevas, ampliaciones y/o modificaciones para mejora, ubicadas en áreas con características suburbanas y/o rurales, densamente arboladas, con problemas de servicio y/o de impacto ambiental, en sistemas de 19,900 V.

Al referirse a este tipo de proyectos son aquellos correspondientes a la implantación de todo sistema de distribución necesario para atender una determinada área donde no existe una línea de distribución y/o redes de distribución construidos a partir de un punto de conexión con un sistema existente, donde tiene comienzo la ampliación, determinando la posibilidad de efectivizar uno o mas vínculos simultáneos.

Tomando en cuenta todas las normas de construcción de líneas eléctricas estas definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño de líneas primarias aéreas en 19.9 kV, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento

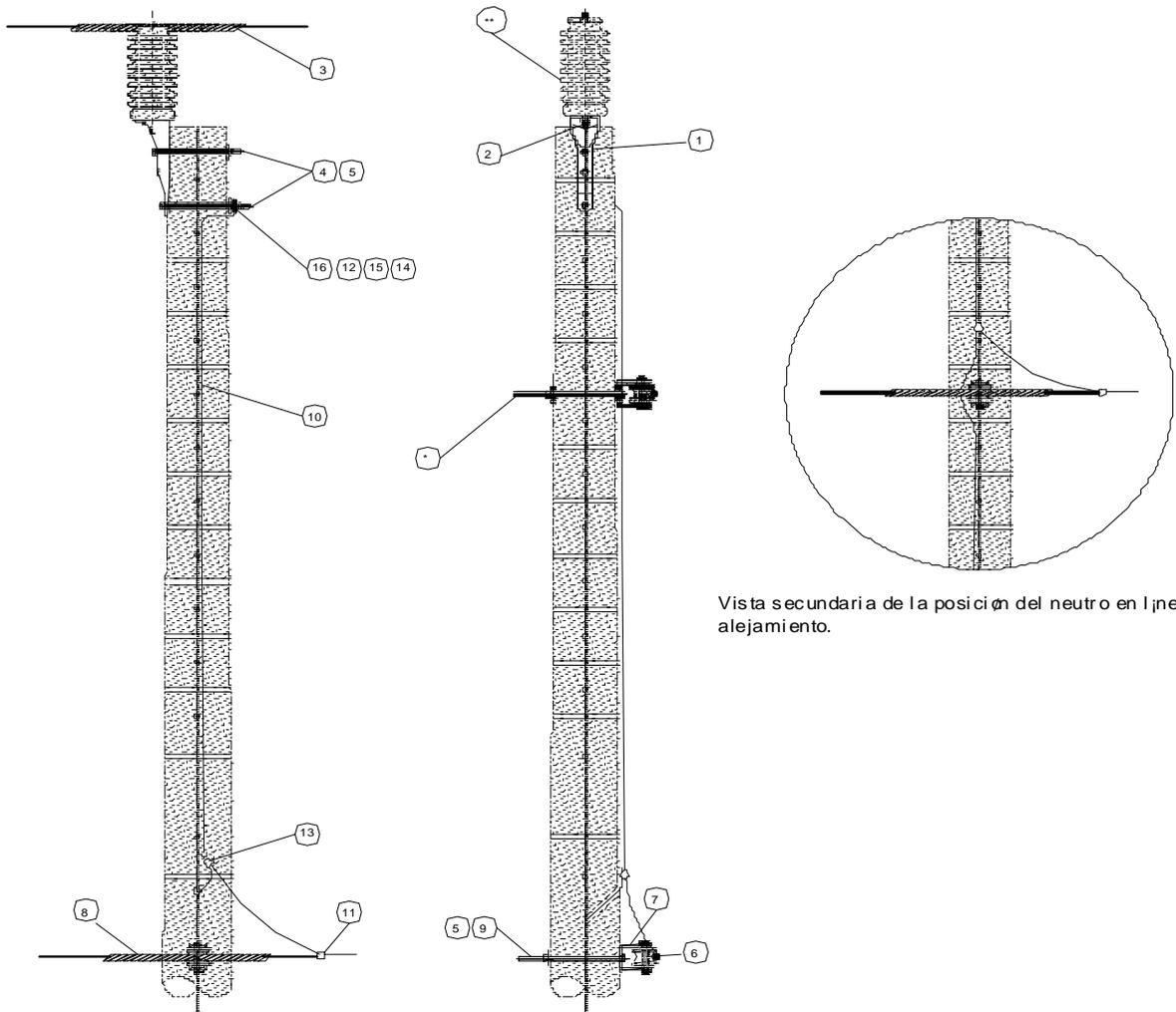
de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado. Estas normas se aplicarán en la elaboración de los Estudios de Ingeniería Definitiva.

Para el desarrollo de proyectos de líneas de distribución se aplicarán los criterios, procedimientos, normativas, etc. establecidos para redes convencionales, tal como se estuvo estableciendo en los capítulos anteriores.

A continuación se establecen los costos de las estructuras monofásicas para líneas de 19.9 kV; detallándose los costos, cantidad y ubicación de sus materiales como también otros renglones que afectan su costo total, siendo estos mano de obra, maquinaria y equipo, fletes, edi (estudio de ingeniería) y supervisión de Deorsa/Deocsa, supervisión de la empresa constructora, diseño e Ingeniería y administración e impuestos.

Se detallarán las estructuras mas importantes y las más utilizadas, si por algún diseño estas varían según normas se utilizará el mismo método para encontrar su costo total.

Figura 50. Armado circuito monofásico alineación ángulo $< 5^\circ$ TIPO I, 34.5 KV



Vista secundaria de la posición del neutro en líneas de alejamiento.

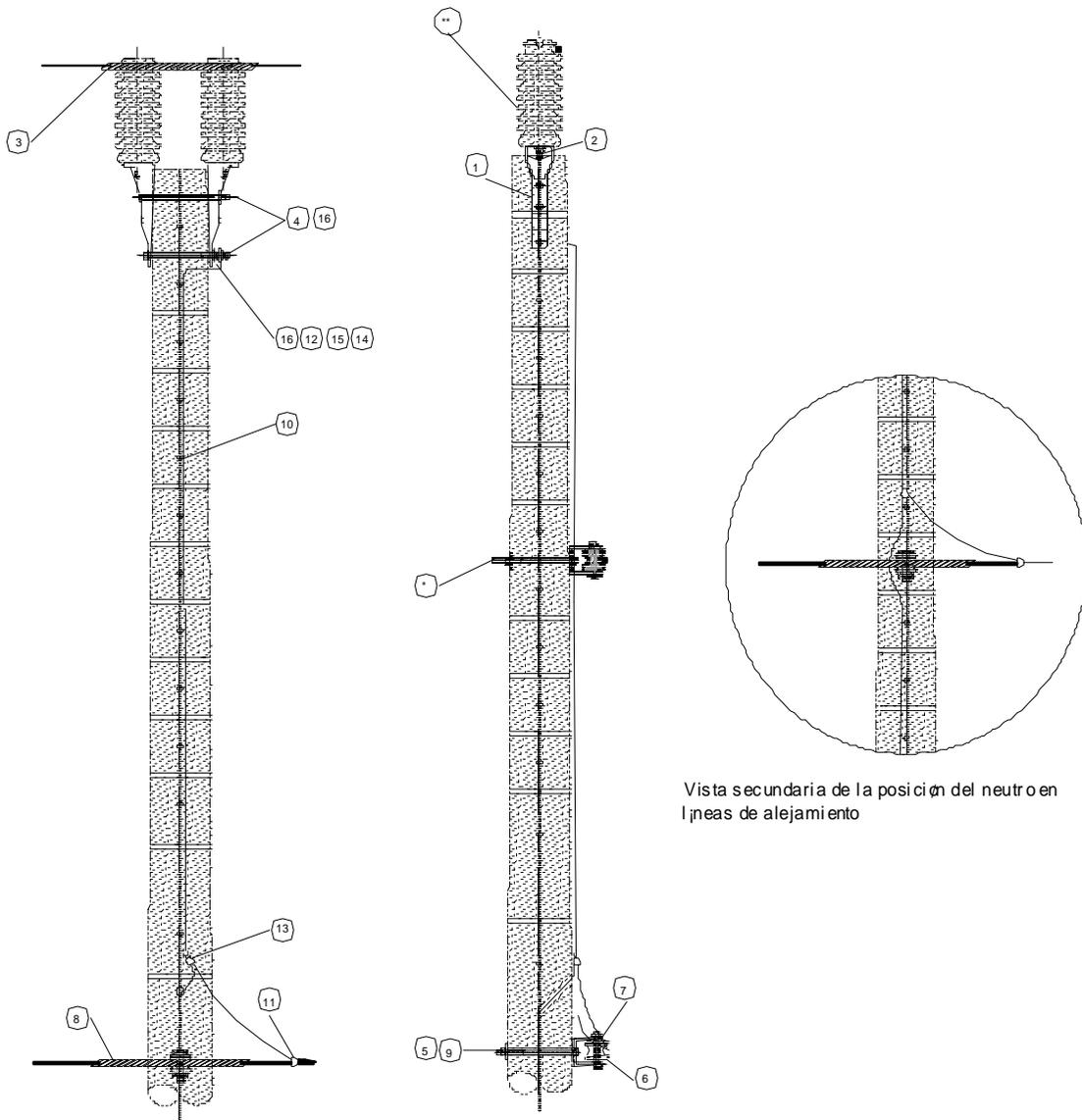
*Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento
(no prevista instalación de transformadores).

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XXVII. Costo unitario monofásico tipo I para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
1	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, < 5° Tipo I para 34.5 KV	1	Q 707,92	Q 707,92
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	1	Q 135,93	Q 135,93
2	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	1	Q 7,50	Q 7,50
3	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 9,63	Q 19,26
5	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	3	Q 3,08	Q 9,24
6	Aislador de porcelana tipo carrete (Ansi C29.3)	1	Q 5,21	Q 5,21
7	Soporte Horquilla para aislador tipo carrete	1	Q 27,65	Q 27,65
8	Retención Preformada "Omega" aisl.53/2 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
9	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
10	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,06
11	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
12	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
13	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
14	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
15	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
16	Arandela plana redonda 5/8"	1	Q 1,04	Q 1,04
**	Aislador tipo Poste 34.5KV	1	Q 336,80	Q 336,80
Total del Renglón				Q 707,92

Figura 51. Armado simple circuito monofásico ángulo 5 a 30° TIPO II, 34.5 KV



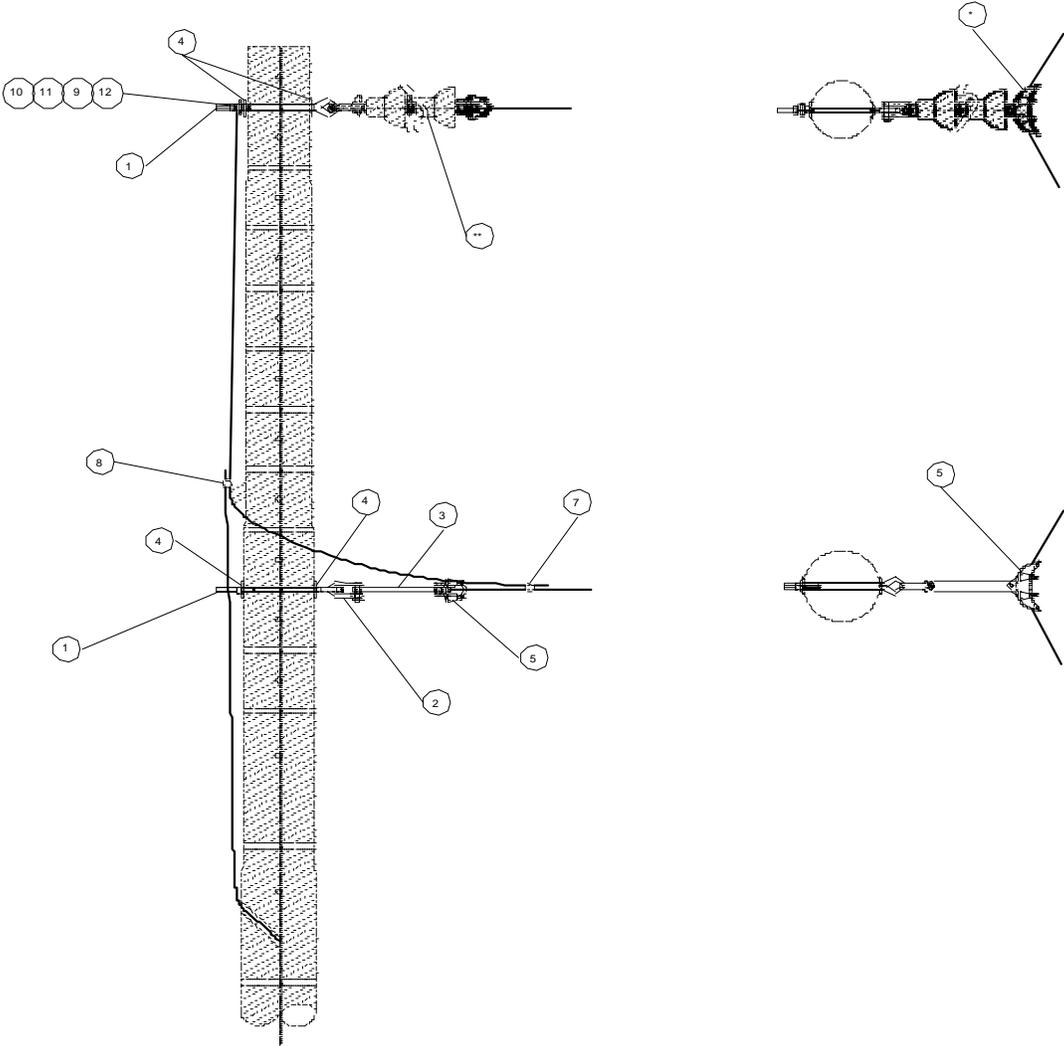
*Nota: Posición del neutro en líneas de alejamiento
(no prevista instalación de transformadores).

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XXVIII. Costo unitario monofásico tipo II para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
2	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, 5 a 30° Tipo II para 34.5 KV	1	Q 1.213,05	Q 1.213,05
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	2	Q 135,93	Q 271,86
2	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	2	Q 15,65	Q 31,30
3	Retención Preformada "Omega Doble" ACSR 1/0	1	Q 41,73	Q 41,73
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 9,63	Q 19,26
5	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	1	Q 3,08	Q 3,08
6	Aislador de porcelana tipo carrete (Ansi C29.3)	1	Q 5,21	Q 5,21
7	Soporte Horquilla para aislador tipo carrete	1	Q 27,65	Q 27,65
8	Retención Preformada "Omega" aisl.53/2 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
9	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
10	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,06
11	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
12	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
13	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
14	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
15	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
16	Arandela plana redonda 5/8"	3	Q 1,04	Q 3,12
**	Aislador tipo Poste 34.5KV	2	Q 336,80	Q 673,60
Total del Renglón				Q 1.213,05

Figura 52. Armado simple circuito monofásico ángulo 30 a 60° TIPO III, 34.5 KV



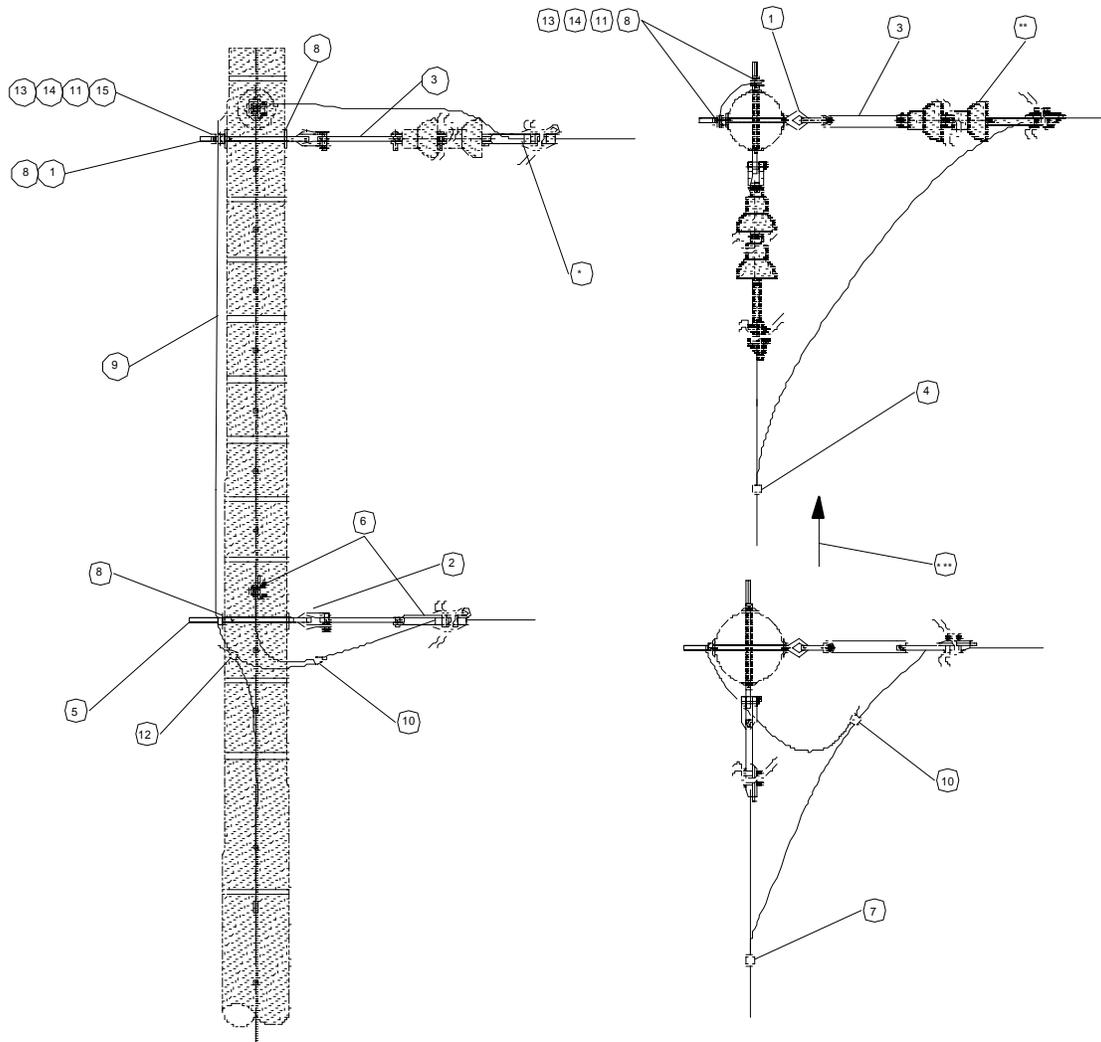
* Grapa amarre segun conductor.

** Aislamiento segun tension y condiciones ambientales.

Tabla XXIX. Costo unitario monofásico tipo III para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
3	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, 30 a 60° Tipo III para 34.5 KV	1	Q 595,94	Q 595,94
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 9,63	Q 19,26
2	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	1	Q 33,78	Q 33,78
3	Alargadera 10" para cadena de aisladores	1	Q 57,33	Q 57,33
4	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
5 (*)	Grapa de suspensión aluminio cond. AWG 1/0 (Raven)	2	Q 89,71	Q 179,42
6	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,09
7	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
8	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
9	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
10	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
11	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
12	Arandela plana redonda 5/8"	1	Q 1,04	Q 1,04
**	Aislador Polimero 34.5KV	1	Q 176,81	Q 176,81
Total del Renglón				Q 595,94

Figura 53. Armado simple circuito monofásico ángulo 60 a 90° TIPO IV, 34.5 KV



* Grapa amarre según conductor

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

***Dirección de la energía.

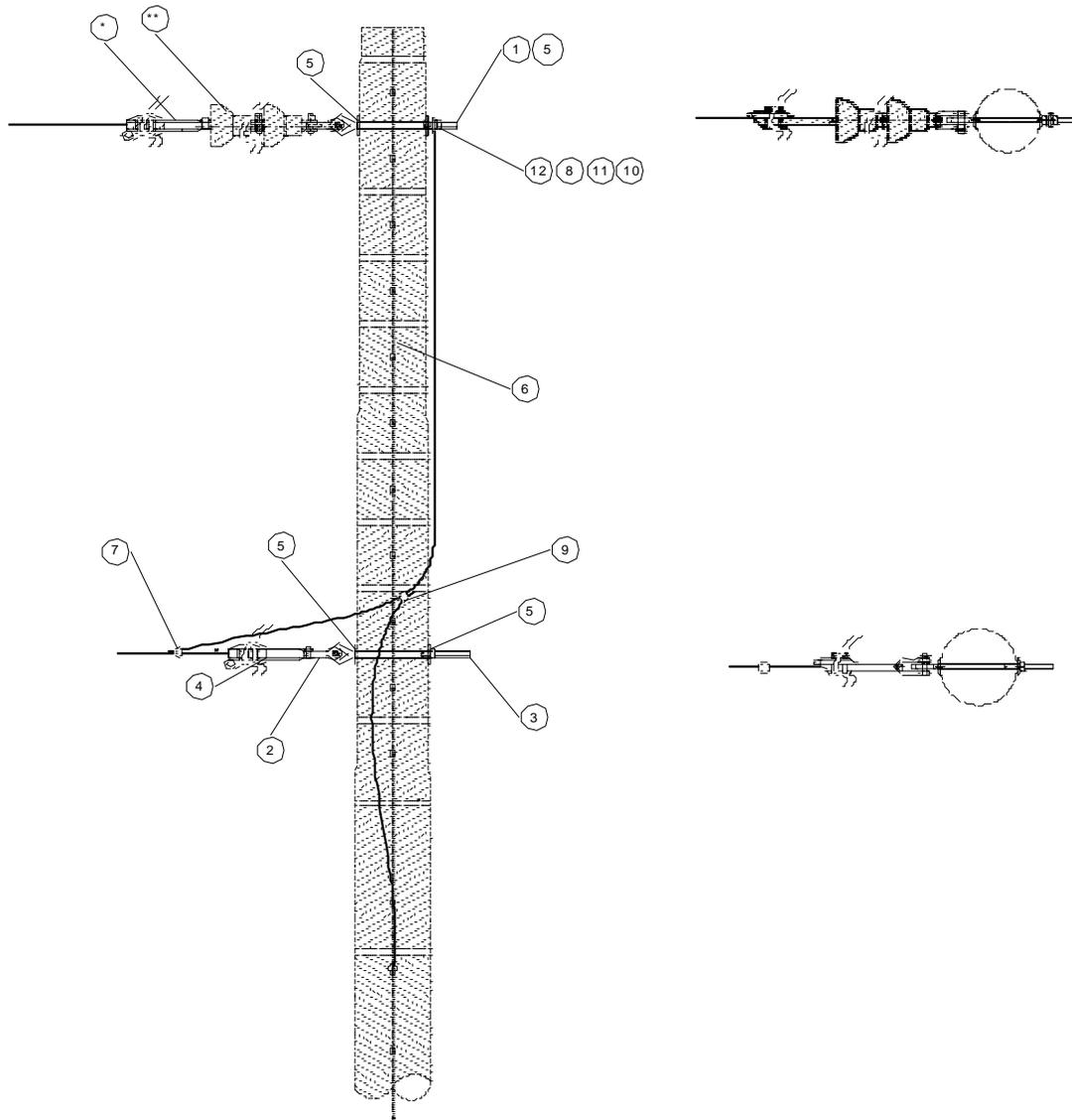
Tabla XXX. Costo unitario monofásico tipo IV para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Reglón	Descripción del Reglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Reglón
4	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, 60 a 90° Tipo IV para 34.5 KV	1	Q 1.111,14	Q 1.111,14
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	2	Q 25,88	Q 51,76
2	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
3	Alargadera 10" para cadena de aisladores	2	Q 57,33	Q 114,66
4	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
5	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	2	Q 28,23	Q 56,46
6 (*)	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 Rectas	4	Q 63,78	Q 255,12
7	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
8	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	8	Q 3,08	Q 24,64
9	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,06
10	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
11	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 3,17	Q 6,34
12	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
13	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
14	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
15	Arandela plana redonda 5/8"	2	Q 1,04	Q 2,08
**	Aislador Polimero 34.5KV	2	Q 176,81	Q 353,62
Total del Reglón				Q 1.111,14

Tabla XXXI. Costo unitario monofásico tipo V para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
5	Armado simple cir. Monofasica. Prolongación de Línea Tipo V para 34.5 KV	1	Q 1.470,73	Q 1.470,73
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	1	Q 135,93	Q 135,93
2	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
3	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	1	Q 7,50	Q 7,50
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	1	Q 9,63	Q 9,63
5	Tuerca de ojo acero galvanizado 5/8"	2	Q 13,80	Q 27,60
6	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
7	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
8	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
9	Arandela plana redonda 5/8"	2	Q 1,04	Q 2,08
10	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
11	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
12 (*)	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 (Raven) Rectas	4	Q 63,78	Q 255,12
13	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
14	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,06
15	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
16	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
17	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
19	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
20	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
**	Aislador Polimero 34.5KV	2	Q 176,81	Q 353,62
**	Aislador tipo Poste 34.5KV	1	Q 336,80	Q 336,80
Total del Renglón				Q 1.470,73

Figura 55. Armado simple circuito monofásico fin de línea TIPO VI, 34.5 KV



* Grapa amarre segun conductor.

** Aislamiento segun tension y condiciones ambientales.

Tabla XXXII. Costo unitario monofásico tipo VI para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
6	Armado simple cir. Monofasica. Fin de Línea Tipo VI para 34.5 KV	1	Q 534,65	Q 534,65
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
2	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
3	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
4 (*)	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 (Raven) Rectas	2	Q 63,79	Q 127,58
5	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
6	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	2	Q 20,03	Q 40,05
7	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
8	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
9	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
10	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
11	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
12	Arandela plana redonda 5/8"	1	Q 1,04	Q 1,04
**	Aislador Polimero 34.5KV	1	Q 176,10	Q 176,10
Total del Renglón				Q 534,65

4.2. Líneas trifásicas

El presente capítulo tiene por objeto establecer los criterios básicos para la elaboración de proyectos de líneas trifásicas con tensiones nominales de 34.5 kV.

4.2.1. Usos y aplicaciones

Esta guía de referencia se aplica a proyectos de línea de distribución nuevas, ampliaciones y/o modificaciones para mejora, ubicadas en áreas con características suburbanas y/o rurales, densamente arboladas, con problemas de servicio y/o de impacto ambiental, en sistemas de 34,500 V.

Al referirse a este tipo de proyectos son aquellos destinados a mejorar o reestablecer las características eléctricas y/o mecánicas de un determinado sector de la red, con el objetivo básico de brindar el servicio de energía eléctrica en un nivel adecuado de calidad y seguridad, y aquellos destinados a modificar las características eléctricas de un determinado sector de la red existente para posibilitar un aumento de carga o nuevas conexiones..

Tomando en cuenta todas las normas de construcción de líneas eléctricas estas definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño de líneas primarias aéreas en 34.5 kV, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado. Estas normas se aplicarán en la elaboración de los Estudios de Ingeniería Definitiva.

Para el desarrollo de proyectos de líneas de distribución se aplicarán los criterios, procedimientos, normativas, etc. establecidos para líneas convencionales, tal como se estuvo estableciendo en los capítulos anteriores.

A continuación se establecen los costos de las estructuras trifásicas para líneas de 34.5 kV; detallándose los costos, cantidad y ubicación de sus materiales como también otros renglones que afectan su costo total, siendo estos mano de obra, maquinaria y equipo, fletes, edi (estudio de ingeniería) y supervisión de Deorsa/Deocsa, supervisión de la empresa constructora, diseño e Ingeniería y administración e impuestos.

Se detallarán las estructuras mas importantes y las más utilizadas, si por algún diseño estas varían según normas se utilizará el mismo método para encontrar su costo total.

Figura 56. Armado simple circuito trifásico alineación ángulo $< 5^\circ$ TIPO I, 34.5 KV

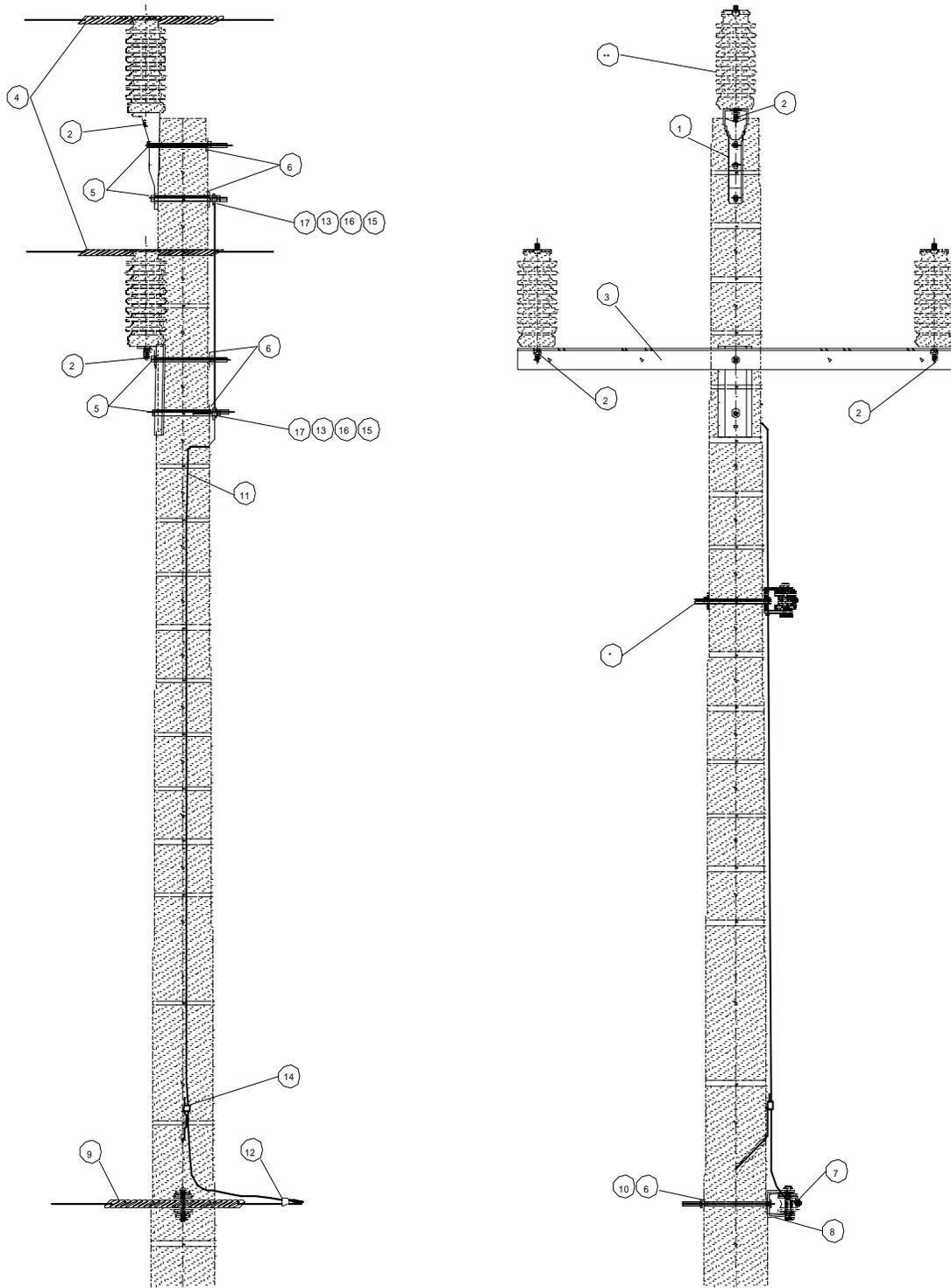


Tabla XXXIII. Costo unitario trifásico tipo I para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
7	Armado simple cir. Trifásico Alin. ang, < 5° Tipo I para 34.5 kV	1	Q 2.183,18	Q 2.183,18
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	1	Q 135,93	Q 135,93
2	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	3	Q 15,65	Q 46,95
3	Cruceta angular Metalica 1800 mm (6')	1	Q 633,88	Q 633,88
4	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 4/0	3	Q 32,90	Q 98,70
5	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	4	Q 9,63	Q 38,52
6	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	5	Q 3,08	Q 15,40
7	Aislador de porcelana tipo carrete (Ansi C29.3)	1	Q 5,21	Q 5,21
8	Soporte Horquilla para aislador tipo carrete	1	Q 27,65	Q 27,65
9	Retención Preformada "Omega" aisl.53/2 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
10	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
11	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,09
12	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
13	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 6,35	Q 12,70
14	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
15	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
16	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
17	Arandela plana redonda 5/8"	2	Q 1,04	Q 2,08
**	Aislador tipo Poste 34.5KV	3	Q 336,80	Q 1.010,40
Total del Renglón				Q 2.183,18

Figura 57. Armado simple circuito trifásico ángulo 5 a 30° TIPO II, 34.5 KV

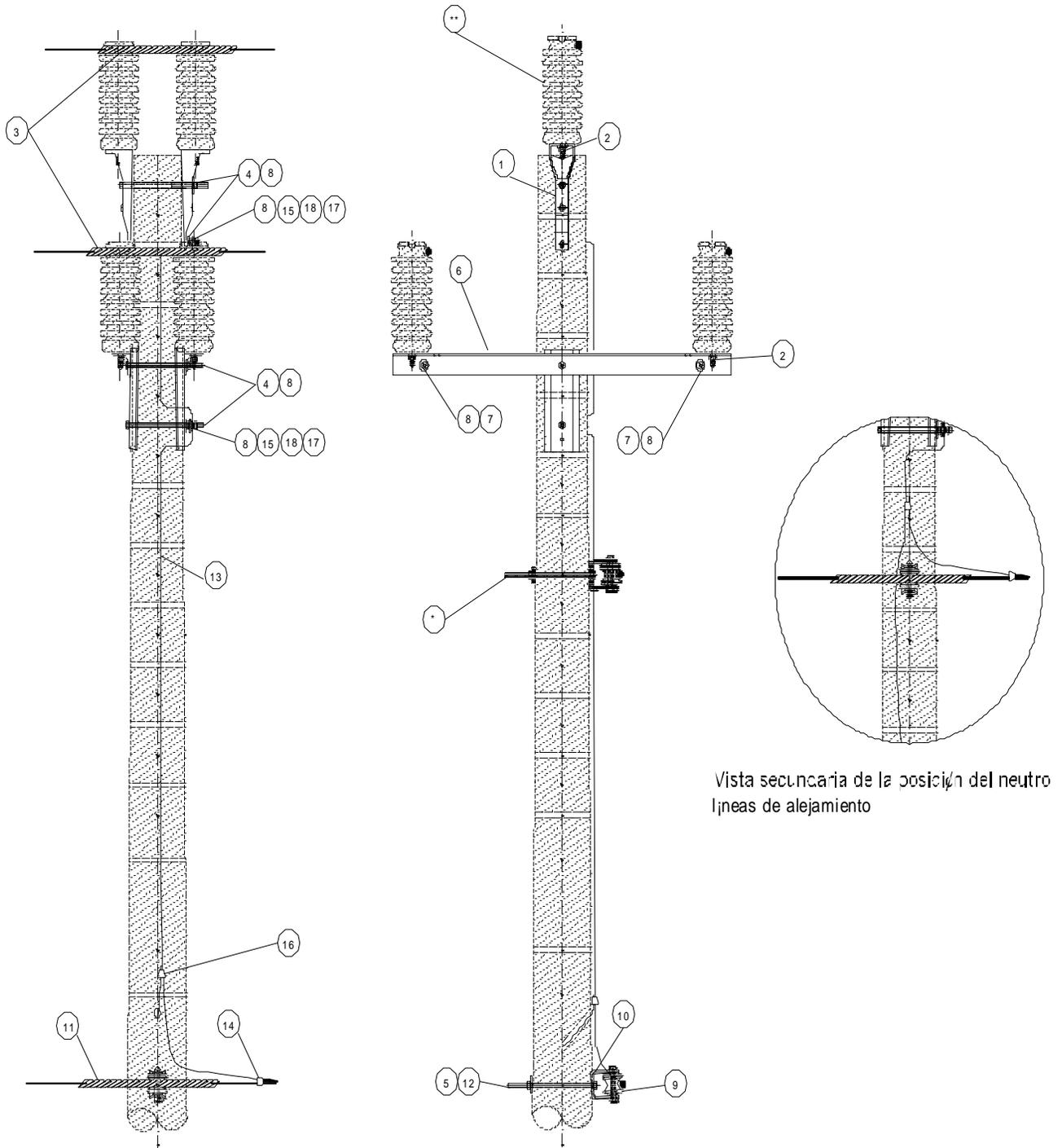
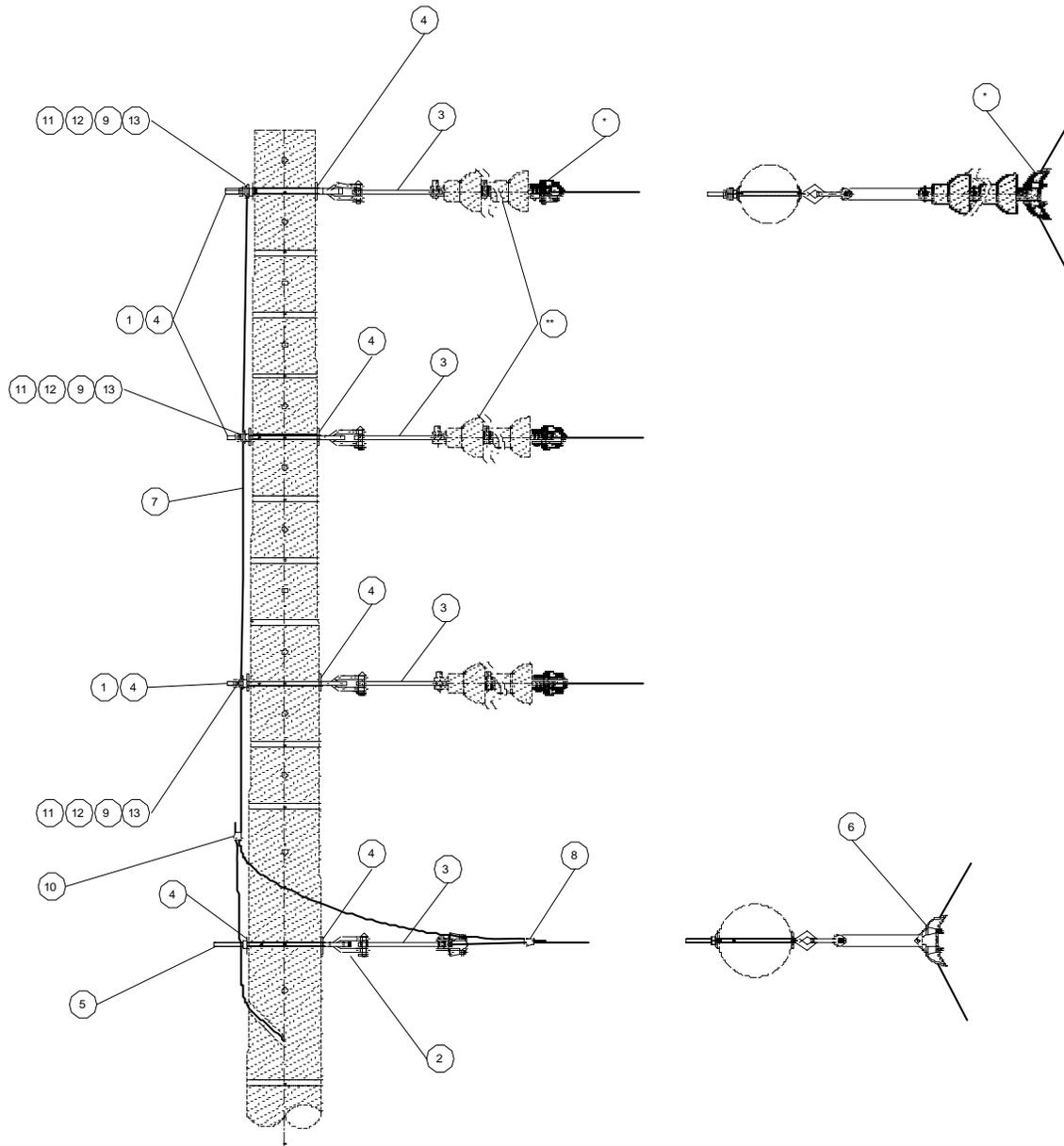


Tabla XXXIV. Costo unitario trifásico tipo II para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
8	Armado simple cir. Trifásico Alin. ang. 5 a 30° Tipo II para 34.5 kV	1	Q 4.113,64	Q 4.113,64
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	2	Q 135,93	Q 271,86
2	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	4	Q 9,63	Q 38,52
3	Cruceta angular Metalica 1800 mm (6')	2	Q 633,88	Q 1.267,76
4	Perno de rosca corrida ac.galv. 5/8" x 12"	2	Q 15,38	Q 30,75
5	Arandela plana redonda 5/8"	14	Q 1,04	Q 14,49
6	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	6	Q 15,65	Q 93,90
7	Retención Preformada "Omega" Doble ACSR 4/0	3	Q 60,23	Q 180,70
8	Aislador de porcelana tipo carrete (Ansi C29.3)	1	Q 5,21	Q 5,21
9	Soporte Horquilla para aislador tipo carrete	1	Q 27,65	Q 27,65
10	Retención Preformada "Omega" aisl.53/2 ACSR 1/0	1	Q 29,05	Q 29,05
11	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
12	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	1	Q 3,08	Q 3,08
13	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
14	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
15	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
16	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
17	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
18	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
19	Aislador tipo Poste 34.5KV	6	Q 336,80	Q 2.020,80
Total del Renglón				Q 4.113,64

Figura 58. Armado simple circuito trifásico ángulo 30 a 60° TIPO III, 34.5 KV



* Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XXXV. Costo unitario trifásico tipo III para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Reglón	Descripción del Reglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Reglón
9	Armado simple cir. Trifásico Alin. ang, 30 a 60° Tipo III para 34.5 kV	1	Q 1.413,60	Q 1.413,60
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	3	Q 25,88	Q 77,65
2	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	1	Q 33,78	Q 33,78
3	Alargadera 10" para cadena de aisladores	4	Q 57,33	Q 229,32
4	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	8	Q 3,08	Q 24,64
5	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
6 (*)	Grapa suspensión aluminio cond. AWG 1/0 (Raven)	1	Q 89,71	Q 89,71
7	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
8	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
9	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	3	Q 3,17	Q 9,51
10	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
11	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	3	Q 1,33	Q 3,98
12	Arandela de presión de 5/8"	3	Q 1,33	Q 3,98
13	Arandela plana redonda 5/8"	3	Q 1,04	Q 3,11
*	Grapa suspensión aluminio cond. AWG 4/0 (Raven)	3	Q 89,71	Q 269,12
**	Aislador Polimero 34.5KV	3	Q 176,81	Q 530,43
Total del Reglón				Q 1.413,60

Figura 59. Armado simple circuito trifásico ángulo 60 a 90° TIPO IV, 34.5 KV

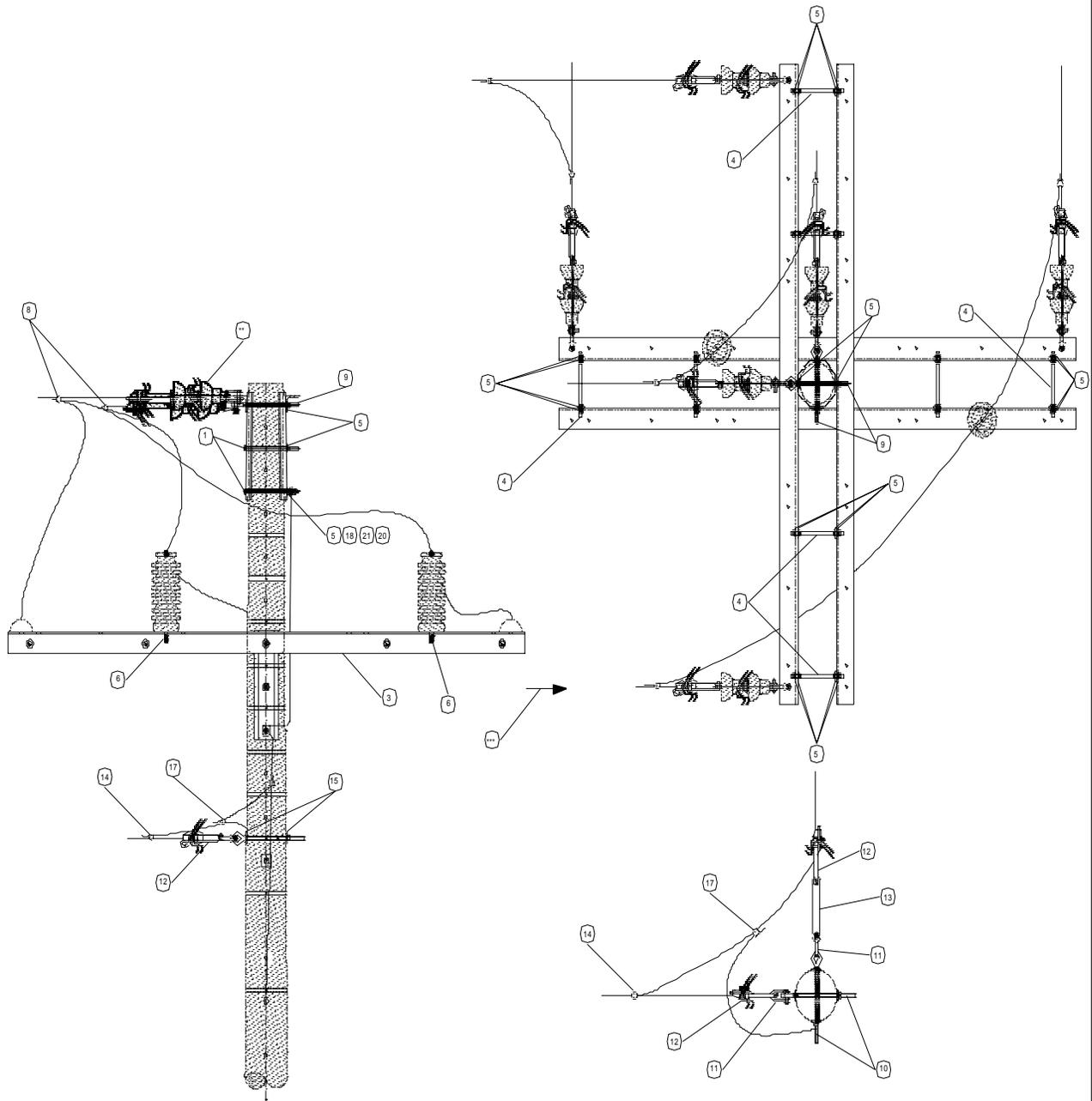


Tabla XXXVI. Costo unitario trifásico tipo IV para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
10	Armado simple cir. Trifásico. Alin. ang, 60 a 90° para 34.5 kV Tipo IV	1	Q 6.768,08	Q 6.768,08
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	3	Q 25,88	Q 77,64
2	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
3	Cruceta angular Metalica 2400 mm (8')	4	Q 859,38	Q 3.437,52
4	Perno rosca corrida Ac. Galva. 5/8 x 12"	8	Q 15,39	Q 123,12
5	Arandela plana redonda 5/8"	42	Q 1,04	Q 43,47
6	Perno corto acero galvanizado 3/4" - 3/4" x 3"	2	Q 15,65	Q 31,30
7	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 4/0	2	Q 32,90	Q 65,80
8	Conector cuña a presión 4/0 - 4/0 AWG	6	Q 49,98	Q 299,88
9	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	2	Q 25,88	Q 51,77
10	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	2	Q 28,23	Q 56,46
11	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
12	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 (Raven) Rectas	2	Q 55,85	Q 111,71
13	Alargadera 10" para cadena de aisladores	1	Q 57,33	Q 57,33
14	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
15	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
16	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
17	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
18	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	6	Q 3,17	Q 19,02
19	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
20	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	6	Q 1,33	Q 7,97
21	Arandela de presión de 5/8"	6	Q 1,33	Q 7,97
*	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 4/0 (Raven) Rectas	6	Q 63,78	Q 382,68
**	Aislador Polimero 34.5KV	6	Q 176,81	Q 1.060,86
**	Aislador tipo Poste 34.5KV	2	Q 336,80	Q 673,60
Total del Renglón				Q 6.768,08

Figura 60. Armado simple circuito trifásico prolongación de línea TIPO V, 34.5 KV

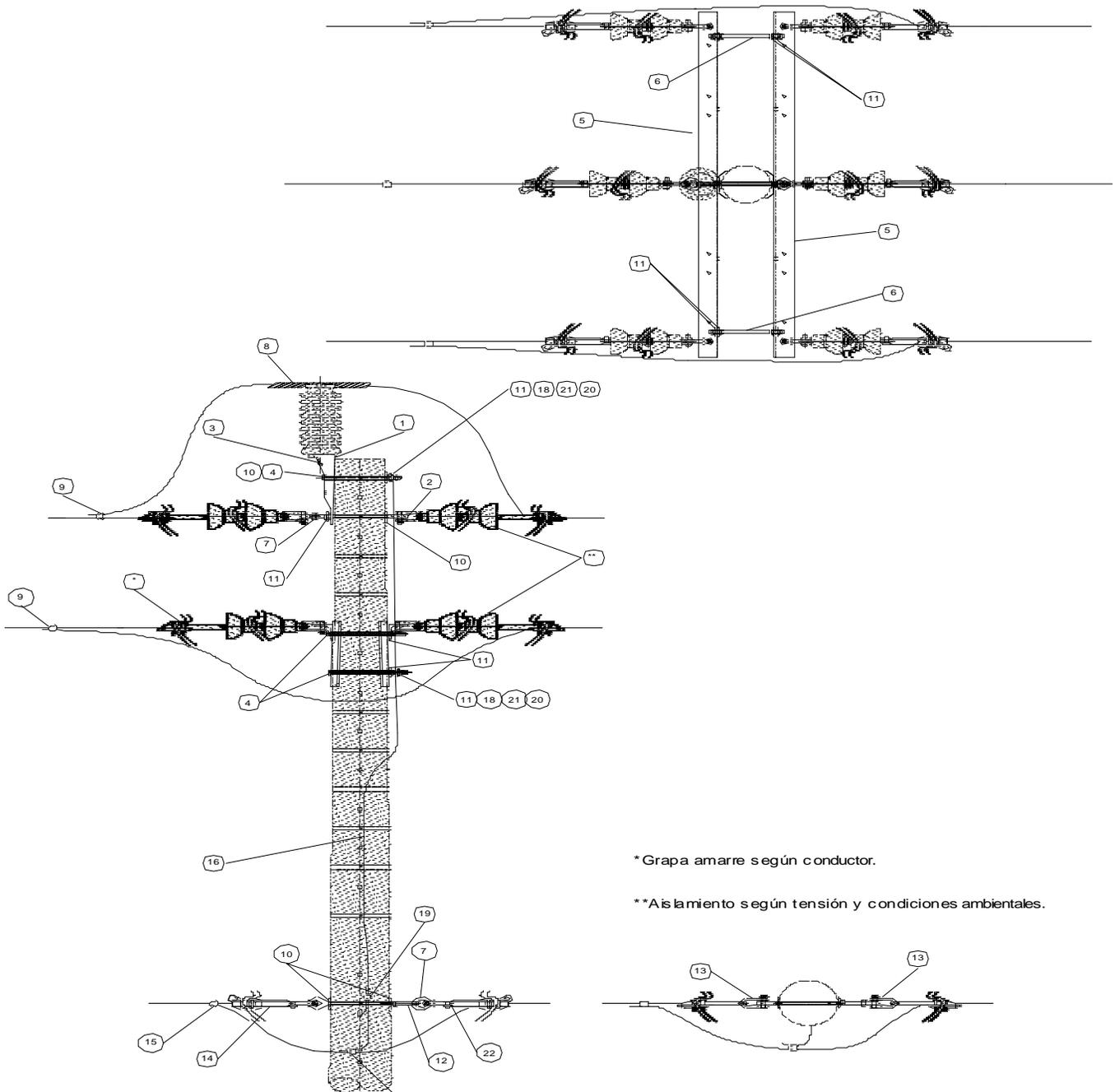
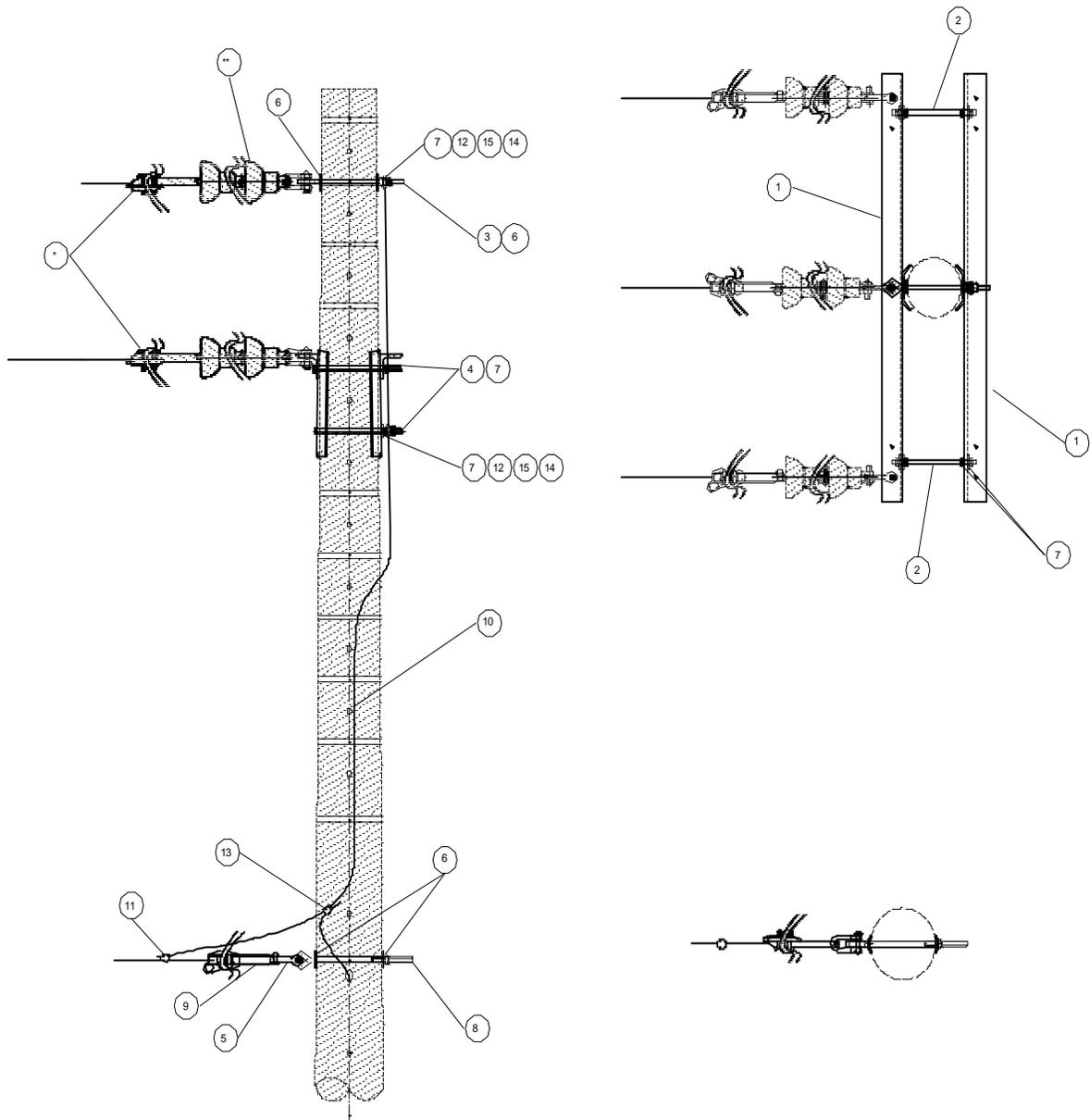


Tabla XXXVII. Costo unitario trifásico tipo V para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
11	Armado simple cir. Trifásico Prolongación de Línea Tipo V para 34.5 kV	1	Q 3.870,38	Q 3.870,38
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte vertical de chapa para aislador tipo poste	1	Q 135,93	Q 135,93
2	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
3	Perno corto de acero galvanizado 3/4" x 3/4" x 3"	1	Q 7,50	Q 7,50
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	1	Q 9,63	Q 9,63
5	Cruceta angular Metalica 1800 mm (6')	2	Q 633,88	Q 1.267,76
6	Perno de rosca corrida ac.galv. 5/8" x 12"	2	Q 15,38	Q 30,75
7	Tuerca de ojo acero galvanizado 5/8"	2	Q 12,86	Q 25,72
8	Retención Preformada "Z" Aisl.57/1-3 ACSR 4/0	1	Q 32,90	Q 32,90
9	Conector cuña a presión 4/0 - 4/0 AWG	3	Q 49,98	Q 149,94
10	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
11	Arandela plana redonda 5/8"	13	Q 1,04	Q 13,46
12	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 11,24	Q 11,24
13	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	2	Q 33,78	Q 67,56
14	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 (Raven) Rectas	2	Q 63,79	Q 127,58
15	Conector cuña a presión 1/0 - 1/0 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
16	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
17	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
18	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 3,17	Q 6,34
19	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	2	Q 8,33	Q 16,67
20	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
21	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
22 (*)	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 4/0 (Raven) Rectas	6	Q 63,78	Q 382,68
**	Aislador Polimero 34.5KV	6	Q 176,81	Q 1.060,86
**	Aislador tipo Poste 34.5KV	1	Q 336,80	Q 336,80
Total del Renglón				Q 3.870,38

Figura 61. Armado simple circuito trifásico fin de línea TIPO VI, 34.5 KV



*Grapa amarre según conductor.

**Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XXXVIII. Costo unitario trifásico tipo VI para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
12	Armado simple cir. Trifásico Fin de Línea Tipo VI para 34.5 kV	1	Q 2.337,76	Q 2.337,76
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Cruceta angular Metalica 1800 mm (6')	2	Q 633,88	Q 1.267,76
2	Perno de rosca corrida ac.galv. 5/8" x 12"	2	Q 15,38	Q 30,75
3	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 9,63	Q 19,26
5	Grillete largo recto 5/8" 11.300 kg	1	Q 33,78	Q 33,78
6	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	4	Q 3,08	Q 12,32
7	Arandela plana redonda 5/8"	12	Q 1,04	Q 12,42
8	Tornillo de acero galvanizado con ojo C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
9	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 1/0 (Raven) Rectas	1	Q 63,79	Q 63,79
10	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
11	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
12	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 3,17	Q 6,34
13	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
14	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
15	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
*	Grapa de amarre aluminio cond. AWG 4/0 (Raven) Rectas	3	Q 63,78	Q 191,34
**	Aislador Polimero 34.5KV	3	Q 176,81	Q 530,43
Total del Renglón				Q 2.337,76

4.3. Centros de transformación, baja tensión y otros

El presente capítulo tiene por objeto establecer los criterios básicos para la elaboración de proyectos de redes monofásicas y trifásicas con tensiones nominales de 19.9/34.5 kV.

4.3.1. Usos y aplicaciones

Esta guía de referencia se aplica a proyectos de redes de distribución nuevas, ampliaciones y/o modificaciones para mejora, ubicadas en áreas con características suburbanas y/o rurales, densamente arboladas, con problemas de servicio y/o de impacto ambiental, en sistemas de 19,900 ó 34,500 V.

Al referirse a este tipo de proyectos son aquellos correspondientes a la implantación de todo sistema de distribución necesario para atender una determinada área donde no existe una línea de distribución y/o redes de distribución construidos a partir de un punto de conexión con un sistema existente, donde tiene comienzo la ampliación, determinando la posibilidad de efectivizar uno o mas vínculos simultáneos. También son aquellos destinados a mejorar o reestablecer las características eléctricas y/o mecánicas de un determinado sector de la red, con el objetivo básico de brindar el servicio de energía eléctrica en un nivel adecuado de calidad y seguridad, y aquellos destinados a modificar las características eléctricas de un determinado sector de la red existente para posibilitar un aumento de carga o nuevas conexiones..

Para el desarrollo de proyectos de redes de distribución se aplicarán los criterios, procedimientos, normativas, etc. establecidos para redes convencionales, tal como se estuvo estableciendo en los capítulos anteriores.

A continuación se establecen los costos de las estructuras para redes eléctricas; detallándose los costos, cantidad y ubicación de sus materiales como también otros renglones que afectan su costo total, siendo estos mano de obra, maquinaria y equipo, fletes, edi (estudio de ingeniería) y supervisión de Deorsa/Deocsa, supervisión de la empresa constructora, diseño e Ingeniería y administración e impuestos.

Se detallarán las estructuras mas importantes y las más utilizadas, si por algún diseño estas varían según normas se utilizará el mismo método para encontrar su costo total.

Figura 62. Centro de transformación para 10/25/50 y 75 KVA, 34.5KV

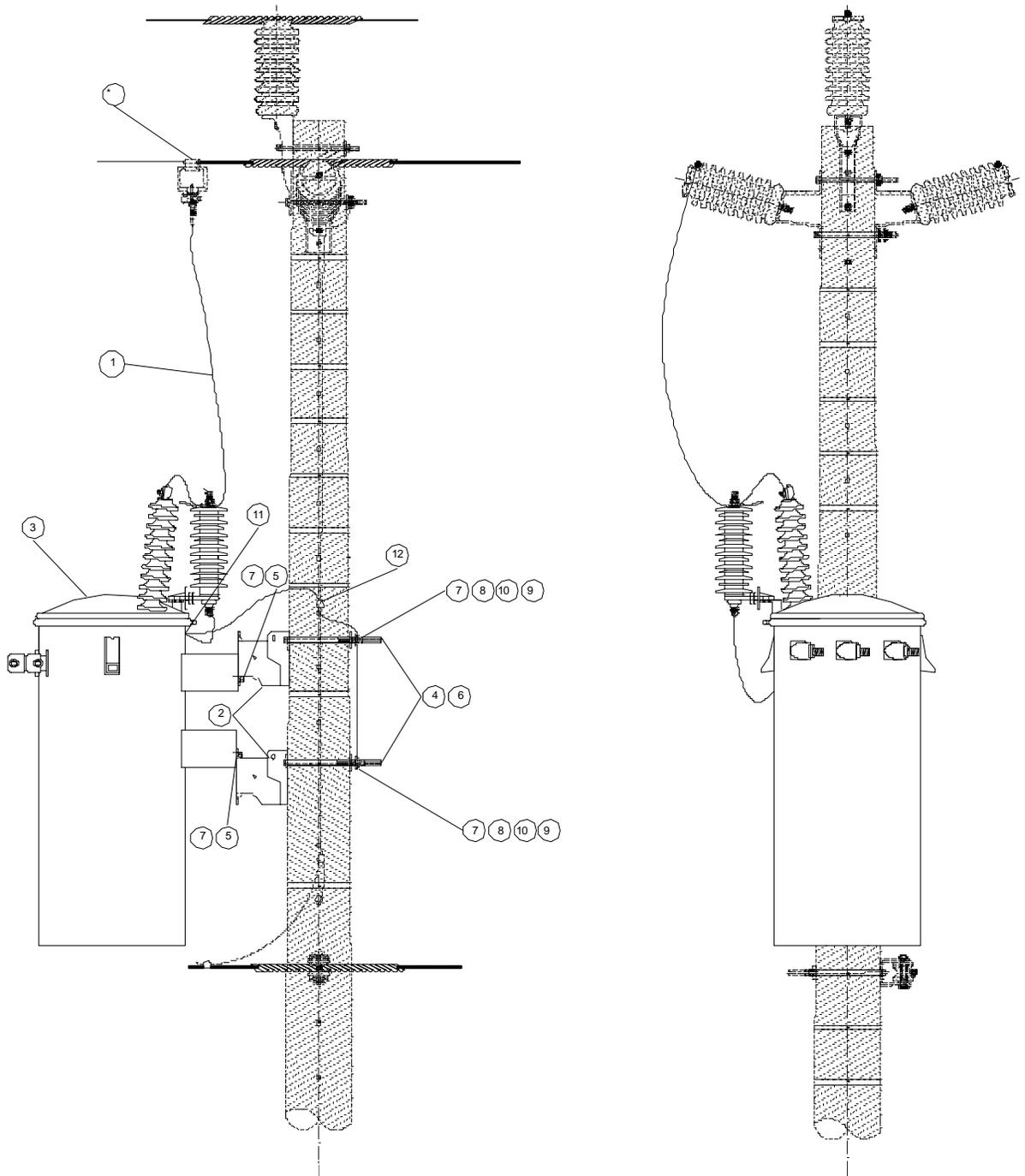


Tabla XXXIX. Costo unitario transformador 10 KVA para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
13	Transformador 19.9/34.5 KV, 10 Kva. 120/240 voltios	1	Q 8.645,98	Q 8.645,98
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	4	Q 20,03	Q 80,12
2	Soporte para transformador monofásico tipo poste	2	Q 145,57	Q 291,14
3 (***)	Transf. 10 KVA CSP 34.5KV	1	Q 6.823,07	Q 6.823,07
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	2	Q 28,33	Q 56,66
5	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 1-3/4"	2	Q 5,38	Q 10,76
6	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 3,08	Q 6,16
7	Arandela plana redonda 5/8"	4	Q 1,04	Q 4,16
8	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	2	Q 3,17	Q 6,34
9	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
10	Arandela de presión de 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
11	Terminal conexión pletina conductor CU # 2	1	Q 11,25	Q 11,25
12	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
*	Conector de cuña a presión 1/0 con estribo	1	Q 146,52	Q 146,52
*	Conector fargo 1/0	1	Q 62,86	Q 62,86
**	Adaptador tipo Paleta para bushing transformador	3	Q 341,83	Q 1.025,49
**	Terminal plana para fase 1/0 - #2	4	Q 17,81	Q 71,24
**	Terminal plana para Neutro 1/0 - #2	2	Q 18,28	Q 36,56
Total del Renglón				Q 8.645,98

(accesorios para conectar alta tensión)

(accesorios para conectar baja tensión)

*** (Para las demás potencias es necesario cambiar el valor del trafo por el indicado)

Figura 63. Estructura pararrayos circuitos monofásico para 34.5 KV

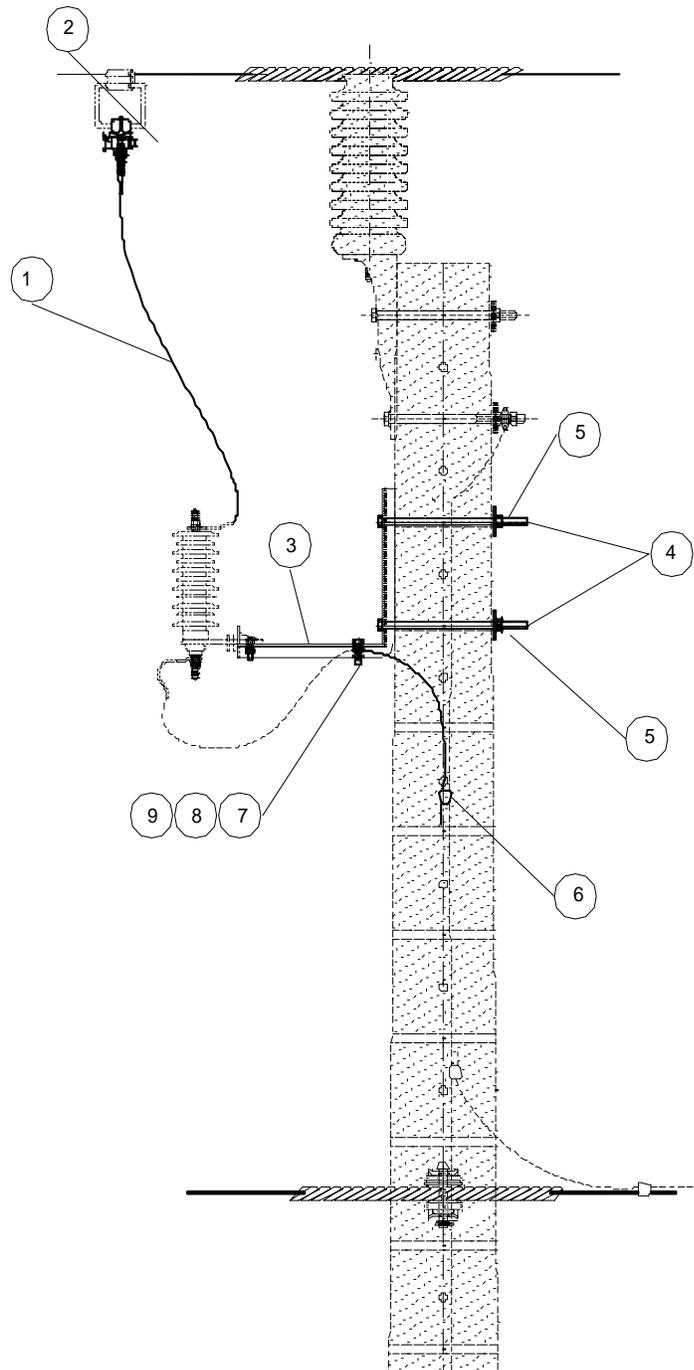
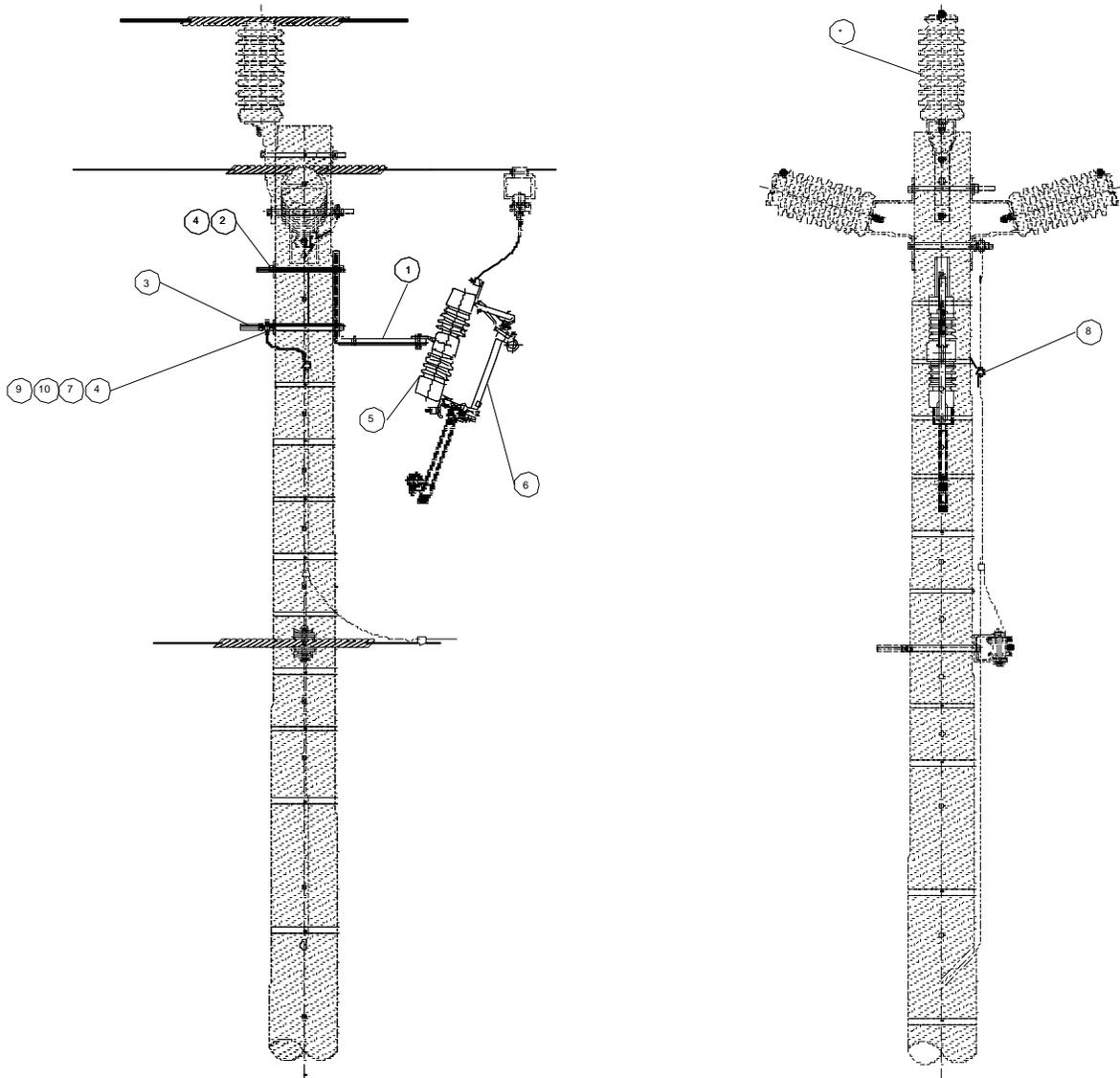


Tabla XL. Costo unitario pararrayos para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
14	Estructura pararrayos para 34.5 KV	1	Q 1.061,35	Q 1.061,35
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	3	Q 20,03	Q 60,08
2	Conector de cuña a presión 1/0 con estribo	1	Q 152,91	Q 152,91
3	Soporte tipo "L" para seccionador fusible en Poste	1	Q 73,23	Q 73,23
4	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	2	Q 25,88	Q 51,76
5	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 3,08	Q 6,16
6	Arandela plana redonda 5/8"	2	Q 1,33	Q 2,66
7	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
8	Tornillo de acero galvanizado C.T. 1/2" X 2"	1	Q 7,50	Q 7,50
9	Arandela de presión 1/2"	1	Q 2,69	Q 2,69
10	Terminal conexión pletina conductor CU # 2	1	Q 11,25	Q 11,25
11	Pararrayos 34.5KV	1	Q 621,92	Q 621,92
*	Conector fargo 1/0	1	Q 62,86	Q 62,86
Total del Renglón				Q 1.061,35

Figura 64. Estructura cortacircuitos circuito monofásico para 34.5 KV



*Aislamiento según tensión y condiciones ambientales.

Tabla XLI. Costo unitario cortacircuitos para 34.5 kV

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
15	Estructura cortacircuitos para 34.5 KV	1	Q 991,75	Q 991,75
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Soporte tipo "L" para seccionador fusible en Poste	1	Q 73,23	Q 73,23
2	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 12"	1	Q 25,88	Q 25,88
3	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 14"	1	Q 28,23	Q 28,23
4	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 3,08	Q 6,16
5 y 6	Cortacircuitos 34.5KV	1	Q 614,78	Q 614,78
7	Grapa conexión cable tierra sin tornillo	1	Q 3,17	Q 3,17
8	Conector de compresión No. 2 - No. 2 CU	1	Q 8,33	Q 8,33
9	Tuerca exagonal acero galvanizado 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
10	Arandela de presión 5/8"	1	Q 2,69	Q 2,69
**	Fusible tipo K	1	Q 12,38	Q 12,38
*	Conector de cuña a presión 1/0 con estribo	1	Q 152,91	Q 152,91
*	Conector fargo 1/0	1	Q 62,66	Q 62,66
Total del Renglón				Q 991,75

Figura 65. Estructura retenida de ancla sencilla

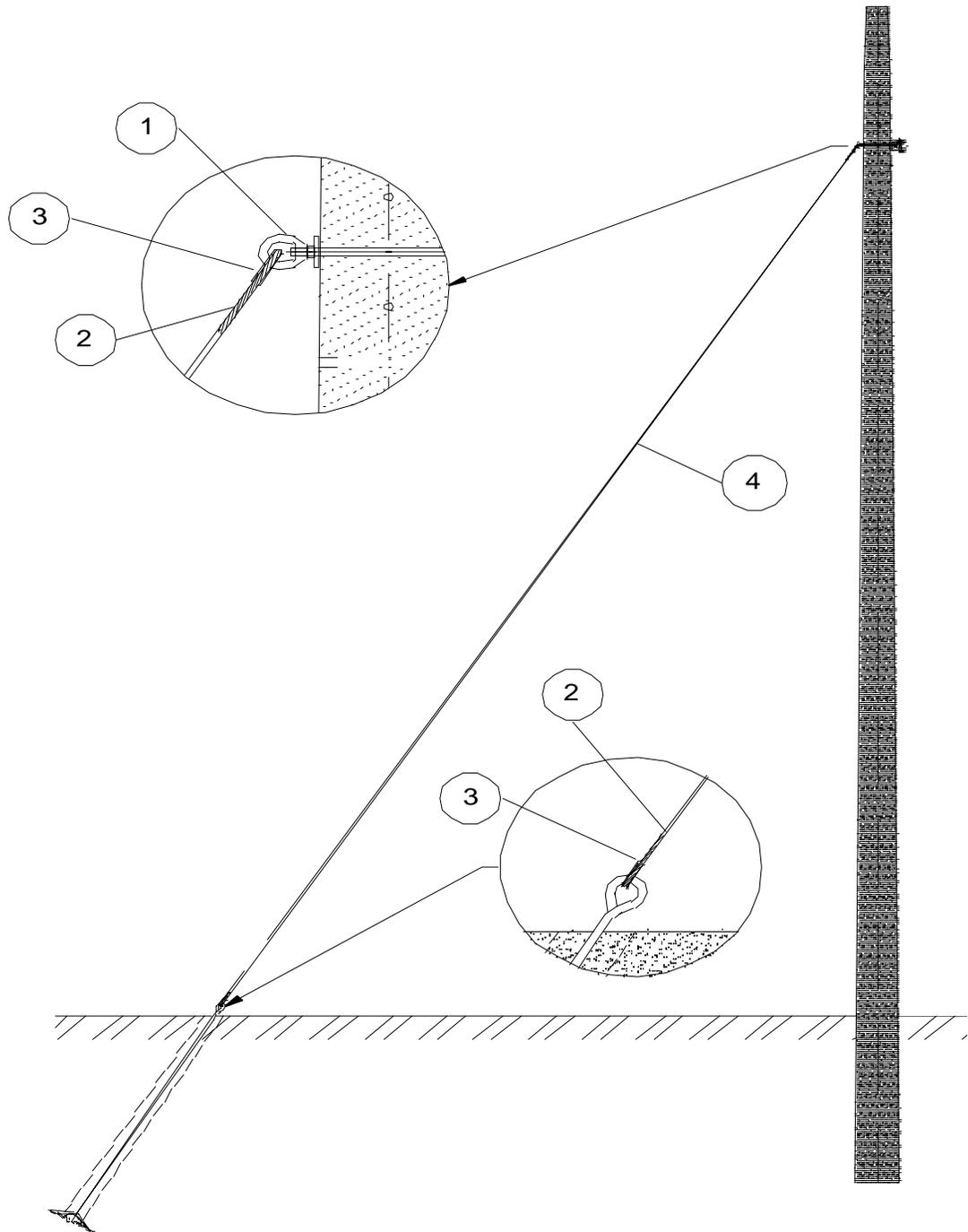


Tabla XLII. Costo unitario retenida de ancla sencilla

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
16	Retenida de Ancla Sencilla	1	Q 263,17	Q 263,17
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tuerca de ojo 5/8"	1	Q 12,87	Q 12,87
2	Remate preformado de 3/8" (35")	2	Q 14,29	Q 28,58
3	Varilla de Anclaje sencilla de 5/8" x 7'	1	Q 73,28	Q 73,28
4	Mts. Cable de acero Galvanizado de 3/8"	15	Q 5,55	Q 83,25
	Ancla de Polipropileno de 115"	1	Q 65,19	Q 65,19
Total del Renglón				Q 263,17

Tabla XLIII Costo unitario retenida de ancla doble

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
17	Retenida de Ancla Doble	1	Q 376,78	Q 376,78
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Tuerca de ojo 5/8"	2	Q 12,87	Q 25,74
2	Remate preformado de 3/8" (35")	4	Q 14,29	Q 57,15
3	Varilla de Anclaje Doble de 5/8" x 7'	1	Q 73,90	Q 73,90
4	Mts. Cable de acero Galvanizado de 3/8"	25	Q 5,55	Q 138,75
	Ancla de Polipropileno de 115"	1	Q 65,19	Q 65,19
	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 2,69	Q 5,37
	Arandela de presión de 5/8"	1	Q 1,33	Q 1,33
	Tornillo de acero galvanizado C.T. 5/8" X 10"	1	Q 9,35	Q 9,35
Total del Renglón				Q 376,78

Figura 66. Estructura puesta a tierra

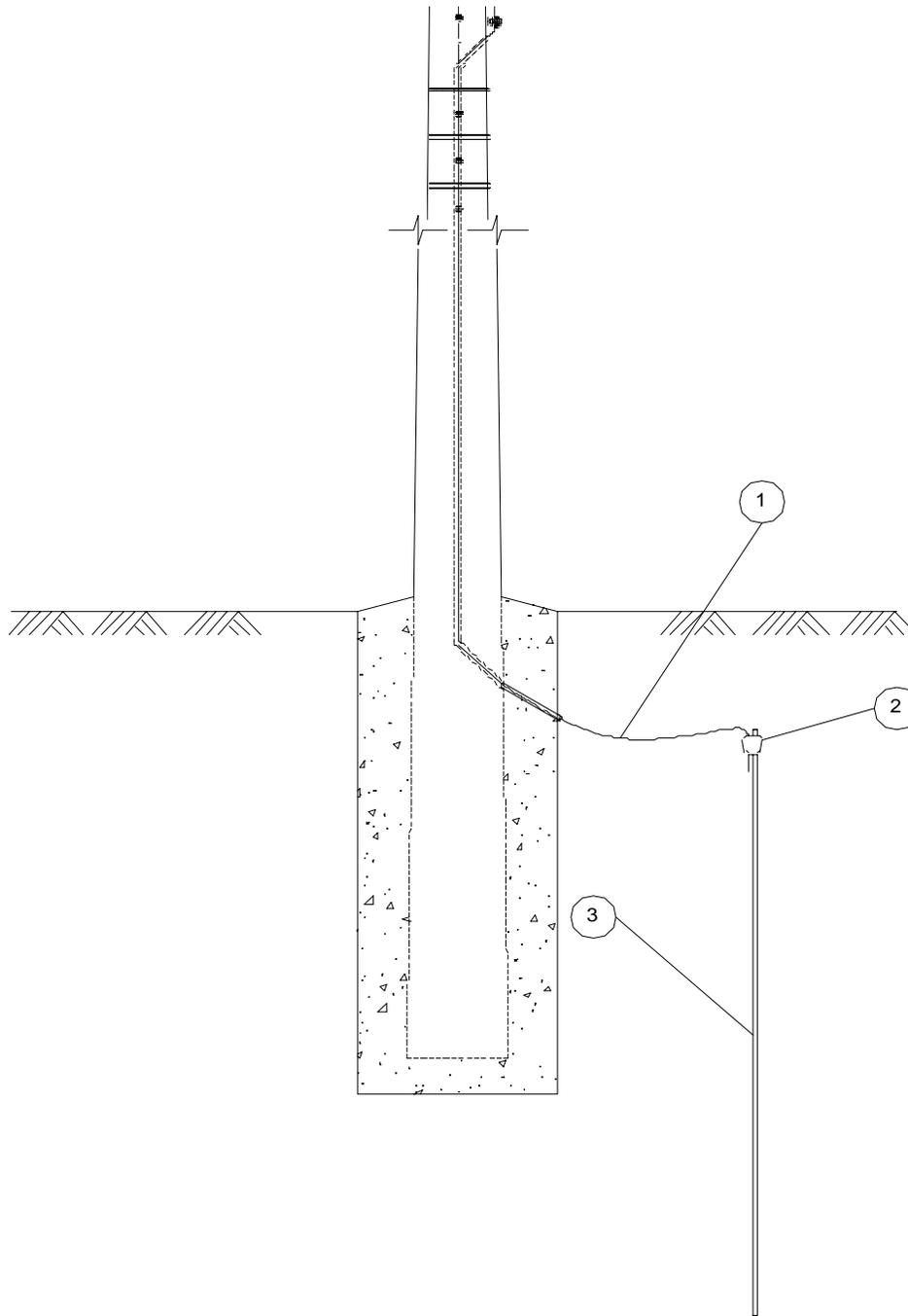


Tabla XLIV. Costo unitario puesta a tierra sencilla

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
18	Puesta a Tierra sencilla	1	Q 605,59	Q 605,59
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	15	Q 31,82	Q 477,23
2	Conector para varilla 5/8" - Cable #2 CU	1	Q 38,01	Q 38,01
3	Varilla de Tierra de 5/8" x 8' alma de acero	1	Q 48,62	Q 48,62
4	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
Total del Renglón				Q 605,59

Figura 67. Estructura puesta a tierra p/transformadores y protecciones

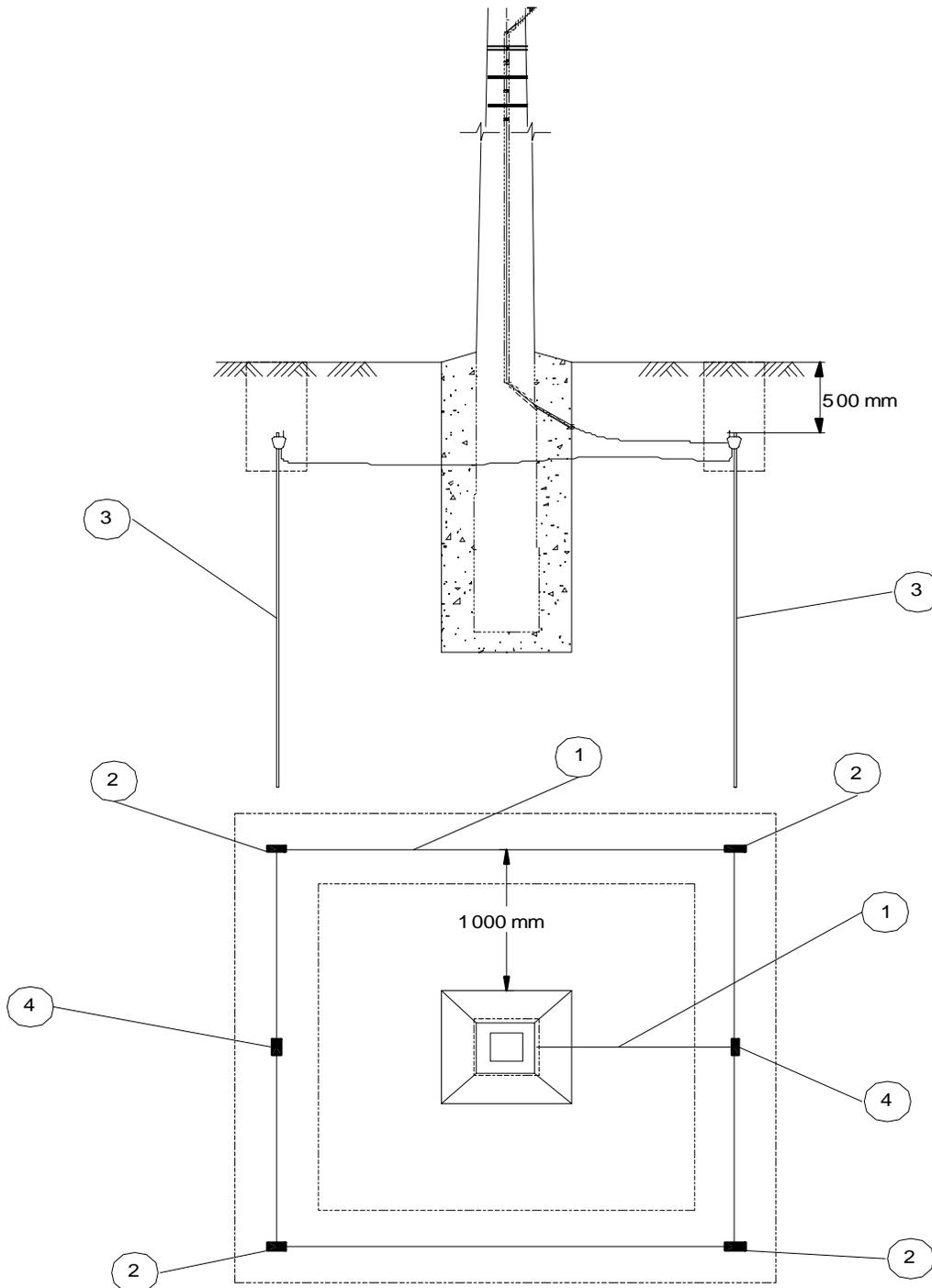


Tabla XLV. Costo unitario puesta a tierra para transformador y protecciones

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
19	Puesta a Tierra para transformadores y protecciones	1	Q 1.029,60	Q 1.029,60
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Mts. Cable de cobre desnudo No. 2 AWG	25	Q 31,82	Q 795,38
2	Conector para varilla 5/8" - Cable #2 CU	2	Q 39,29	Q 78,58
3	Varilla de Tierra de 5/8" x 8' alma de acero	2	Q 48,62	Q 97,25
4	Conector para Cable #2 - Cable #2 CU	2	Q 8,33	Q 16,66
5	Conector cuña a presión 1/0 - No. 2 AWG	1	Q 41,73	Q 41,73
Total del Renglón				Q 1.029,60

Figura 68. Estructura armado baja tensión hasta 30 grados neutro fijador

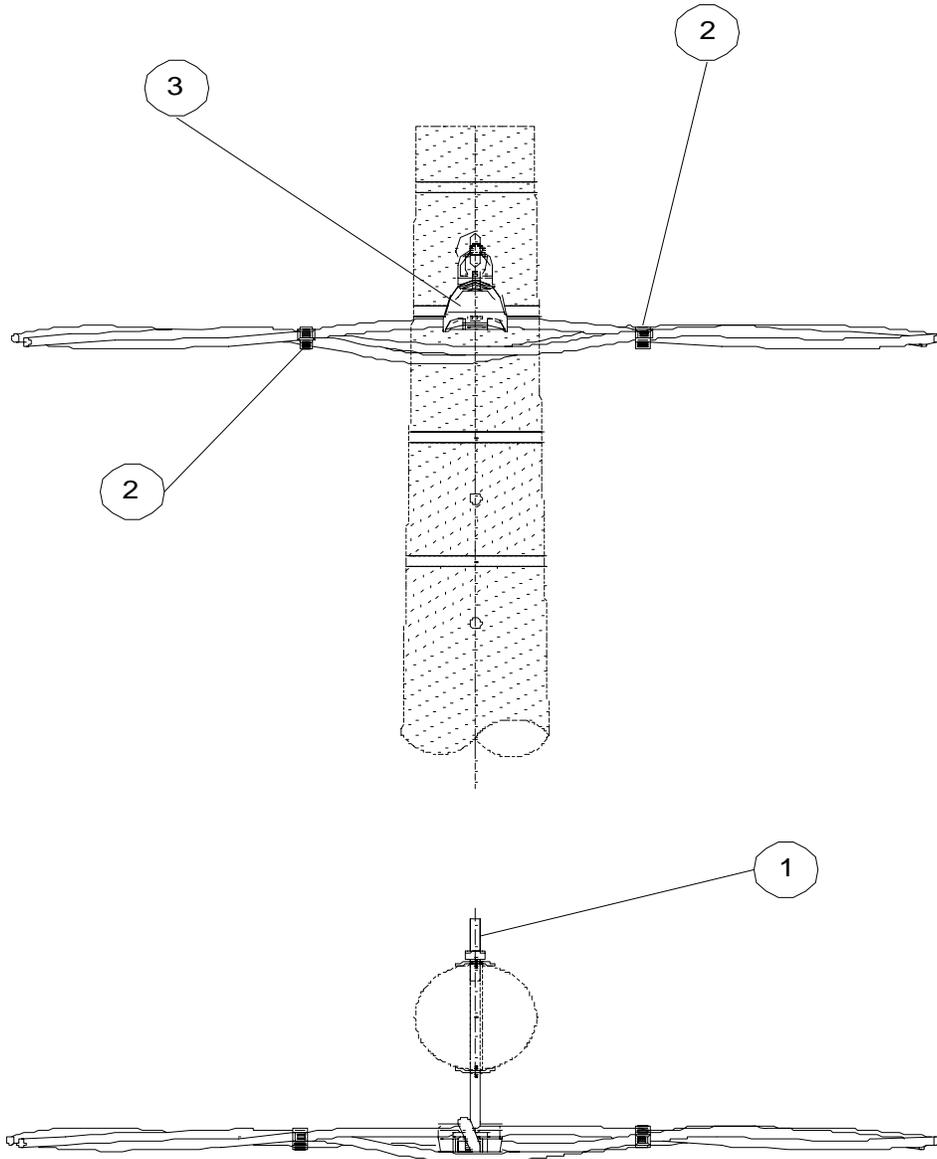
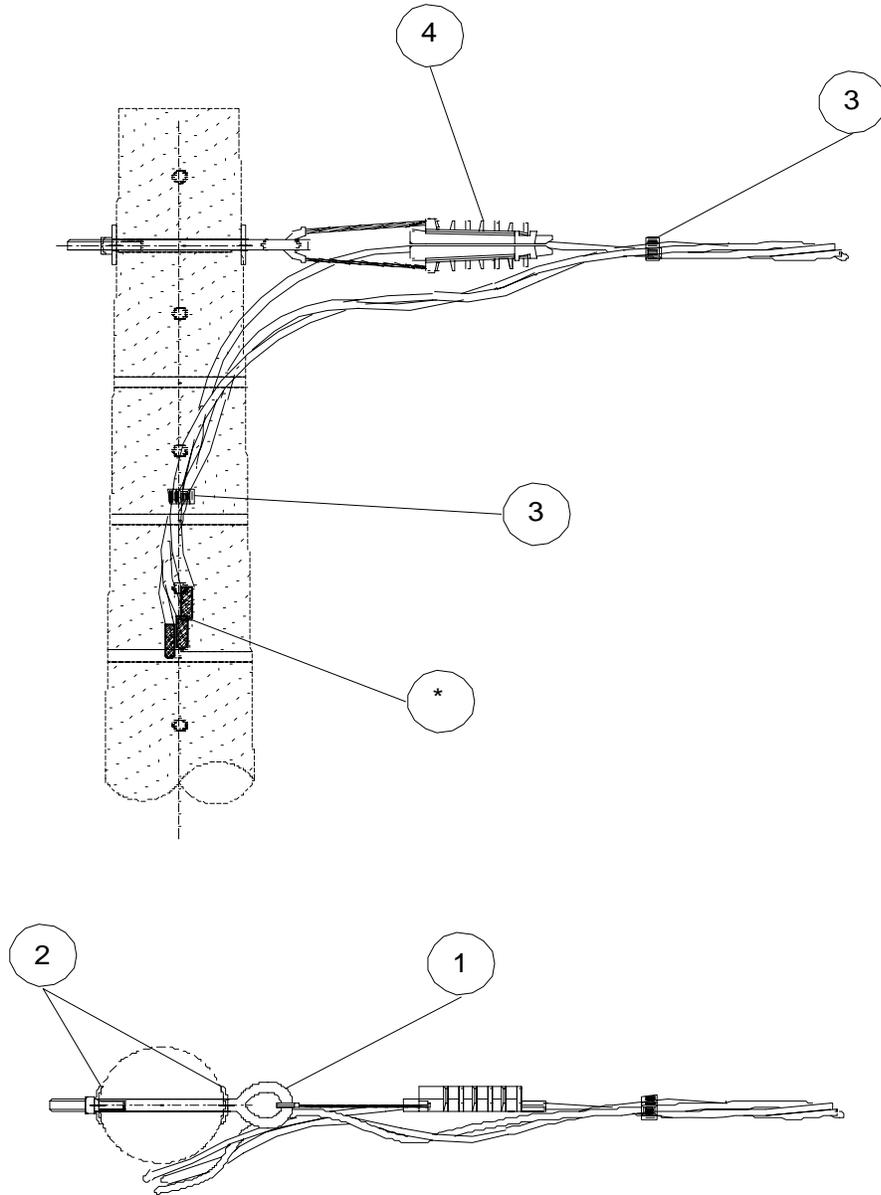


Tabla XLVI. Costo unitario armado baja tensión alineación y ángulo hasta 30 grados

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
20	Armado baja tensión alineación y ángulo hasta 30 grados para neutro fijador	1	Q 51,35	Q 51,35
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Perno de espiral abierto 5/8" x 12"	1	Q 33,71	Q 33,71
2	Brida de sujeción hasta 50 mm	2	Q 0,38	Q 0,77
3	Grapa de suspensión GS-1200	1	Q 14,18	Q 14,18
4	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	1	Q 2,69	Q 2,69
Total del Renglón				Q 51,35

Figura 69. Estructura armado baja tensión fin de línea neutro fijador



* Aislar puntas

Tabla XLVII. Costo unitario armado baja tensión fin de línea

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
21	Armado baja tensión fin de línea para neutro fijador	1	Q 92,41	Q 92,41
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Perno de ojo de 5/8" x 10"	1	Q 23,88	Q 23,88
2	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 2,69	Q 5,37
3	Brida de sujeción hasta 50 mm	2	Q 0,38	Q 0,77
4	Grapa de remate para cable forrado 1/0	1	Q 59,14	Q 59,14
*	Mts, cinta de aislar vulcanizada	0,5	Q 6,50	Q 3,25
Total del Renglón				Q 92,41

Figura 70. Estructura armado baja tensión doble remate fin de línea

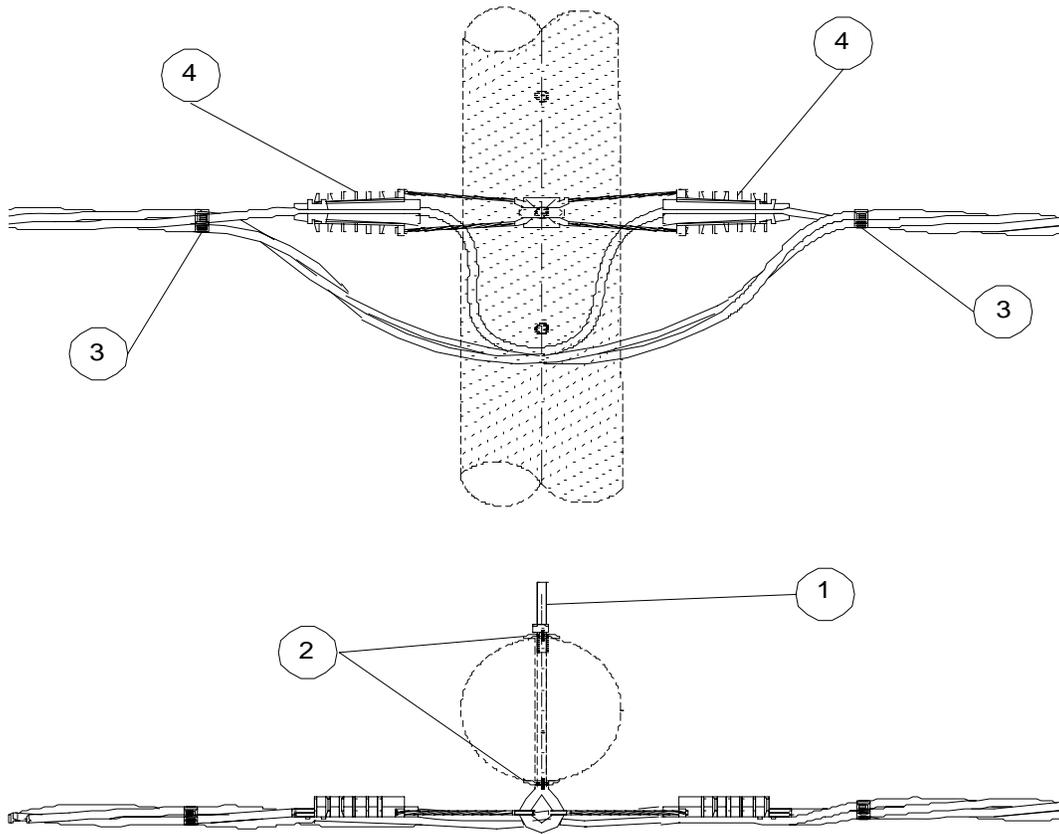


Tabla XLVIII. Costo unitario secundario doble remate

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
22	Estructura secundario doble remate	1	Q 149,77	Q 149,77
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Perno de ojo de 5/8" x 12"	1	Q 25,35	Q 25,35
2	Arandela curva cuadrada 2-1/4x2 - 1/4x3/16"	2	Q 2,69	Q 5,37
3	Brida de sujeción hasta 50 mm	2	Q 0,38	Q 0,77
4	Grapa de remate para cable forrado 1/0	2	Q 59,14	Q 118,28
Total del Renglón				Q 149,77

Tabla XLIX. Costo unitario acometida 120 voltios

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
23	Estructura Acometida 120 voltios	1	Q 326,77	Q 326,77
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Conector Dentado de dos salidas No. 1/0 - No. 6	1	Q 65,36	Q 65,36
2	Conector dentado del No. 1/0 a 1/0	1	Q 18,84	Q 18,84
3	Gancho de Acometida	1	Q 3,89	Q 3,89
4	Grapa de Acometida	2	Q 13,14	Q 26,28
5	Mts, de cable Duplex todo forrado No. 6	40	Q 5,31	Q 212,40
Total del Renglón				Q 326,77

Tabla L. Costo unitario poste de concreto de 12 metros

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
24	Postes de Concreto de 12 mts, clase 300	1	Q 4.800,00	Q 4.800,00
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Postes de Concreto de 12 mts, clase 300	1	Q 2.400,00	Q 2.400,00
Total del Renglón				Q 4.800,00

Tabla LI. Costo unitario poste de concreto de 10.6 metros

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
25	Postes de Concreto de 10.60 mts, clase 300	1	Q 1.850,00	Q 1.850,00
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Postes de Concreto de 10.60 mts, clase 300	1	Q 1.850,00	Q 1.850,00
Total del Renglón				Q 1.850,00

Tabla LII. Costo unitario poste de concreto de 9 metros

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
26	Postes de Concreto de 9.00 mts, clase 300	1	Q 1.375,00	Q 1.375,00
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Postes de Concreto de 9.00 mts, clase 300	1	Q 1.375,00	Q 1.375,00
Total del Renglón				Q 1.375,00

Tabla LIII. Costo unitario kilometro de conductor ACSR 1/0

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripción del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
27	Kilometro de conductor ACSR 1/0	1	Q 7.448,00	Q 7.448,00
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Cable ACSR 1/0 (circuito monofásico)	1.000	Q 7,45	Q 7.448,00
Total del Renglón				Q 7.448,00

Tabla LIV. Costo unitario kilometro conductor ACSR 4/0

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
28	Kilometro de conductor ACSR 4/0	1	Q 13.590,00	Q 13.590,00
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Cable ACSR 4/0 (circuito trifásico)	1.000	Q 13,59	Q 13.590,00
Total del Renglón				Q 13.590,00

Tabla LV. Costo unitario kilometro de conductor triplex # 2

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
29	Kilometro de conductor triplex # 2	1	Q 20.657,00	Q 20.657,00
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Cable triplex todo forrado # 2	1.000	Q 20,66	Q 20.657,00
Total del Renglón				Q 20.657,00

Tabla LVI. Costo unitario kilometro de conductor triplex 1/0

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON DE TRABAJO				
Renglón	Descripcion del Renglón de Trabajo	Cantidad Total	Precio Unitario	Total del Renglón
30	Kilometro de conductor triplex 1/0	1	Q 31.843,00	Q 31.843,00
Ítem Dibujo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	<u>Materiales:</u>			
1	Cable triplex todo forrado 1/0	1.000	Q 31,84	Q 31.843,00
Total del Renglón				Q 31.843,00

5. APLICACIÓN AL PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN EN EL ÁREA DE UNIÓN FENOSA

A continuación se utilizará la información de los anteriores capítulos para realizar un ejemplo de la implementación para un proyecto en particular para poder determinar el costo a utilizar, teniendo en cuenta que el objetivo de este informe son los costos y materiales a utilizar obtenidos en los dos capítulos anteriores.

5.1 Contenido del expediente para que sea autorizado un proyecto para el desarrollo

Antes de iniciar un proyecto de línea y/o red de distribución deberán ser obtenidos los datos e informaciones necesarias para su elaboración, que básicamente son los siguientes:

- Características del proyecto
- Planificación básica
- Planos de proyectos existentes
- Planos catastrales
- Demanda estimada

Características del proyecto

Consiste en la determinación del tipo de proyecto a ser desarrollado a partir de las causas de origen y/o la finalidad de su aplicación, del área a ser abastecida por el proyecto y el estado de la red actual, en caso de existir.

Planificación básica

Todos los proyectos deberán tener una planificación básica, que permita un desarrollo progresivo, dentro de la expectativa de crecimiento de cada localidad.

En un área donde exista la necesidad de implantación de redes nuevas, deberá ser efectuada una planificación básica, por medio del análisis de las condiciones locales, observando el grado de urbanización y de arborización de las calles, dimensiones de los lotes, tendencias regionales y áreas con características semejantes que tienen datos de carga y de tasas de crecimiento comparables.

En las áreas que ya tienen servicio de energía eléctrica, deberá realizarse un análisis del sistema eléctrico disponible, elaborando un proyecto en consonancia con la planificación existente.

Proyectos existentes

Deberán ser verificados los proyectos elaborados con anterioridad y todavía no ejecutados, realizados para el área en estudio, que servirá de base para el proyecto actual.

Conforme al tipo y magnitud del proyecto, deberán tenerse en consideración los planos directores municipales / comunales / departamentales para el área, en caso de existir.

Planos catastrales

Deberán obtenerse copias, actualizadas y confiables, de los planos catastrales de la localidad y/o área en estudio o realizarse un nuevo levantamiento topográfico.

Estimación de la carga y demanda

Deberá realizarse una estimación de la demanda (perfil) de las cargas existentes, mediante el desarrollo de encuesta en el área en estudio y su comparación con datos de áreas de características similares.

Los datos siguientes son los requisitos para solicitar una licencia de construcción en Unión Fenosa Deorsa/Deocsa, debiendo tener en cuenta que para llegar a solicitarla se deben de seguir los pasos o requisitos en el los incisos 5.2 y 5.3 que se detallaran más adelante, por lo tanto los requisitos son:

- Listado de Interesados con Firma, Nombre y Número de Cédula.
- Dictamen de Capacidad Autorizada por Gestión de Red. (Aprobado o Condicionado)
- Recibo de Pago de Edi, de Supervisión y por Conexión en Tensión en M.T. - B.T. por brigadas (Q.1,700.00).
- Contrato entre Empresa y Cliente, Autenticada por Abogado.
- Para todos los tipos de Servicio, (Exclusivos, Individuales, Colectivos y Extensión y Mejoras de Líneas en M.T / B.T), deben de presentar Copia de las Facturas de los Materiales.
- Planos de la planta general del Proyecto.

- Listado de Materiales y Presupuesto de la Obra.
- Protocolo de Postes en Original o Autenticado por Abogado.
- Informe Técnico de los Materiales a utilizar.
- Memoria de Calculo Firmado por un Ing. Electricista o Mecánico Electricista.
- Constancia en Original de Colegiado Activo, Vigente.
- Cronograma de Actividades.
- Derechos de Vía, Autenticados por Abogado o Alcalde Municipal.
- Patente de Comercio de la Empresa Constructora.
- Solicitud de Licencia de Construcción, Firmada y Sellada por el Representante de la Contrata, indicando los datos principales de la Obra a Construir.
- Pegar Q.5.00 de Timbres de Ingeniería en cada Plano, Original y Copias.
- Libreta Topográfica Firmada y Sellada por Ingeniero.
- Diagrama Unifilar.
- Desglose de Carga Real a Instalar.
- Presentar Copias de Facturas, Envío de Postes y de Transformadores, (Estos los pueden presentar al final de la obra).

Nota: Toda las factura de los materiales, deben de estar detallados los materiales y sus costos.

5.2 Desarrollo técnico

El desarrollo técnico es el que se realiza para obtener toda la información y documentación necesaria para poder implementar el proyecto de introducción o ampliación de energía eléctrica en el lugar a beneficiar, los

cuales se pueden desglosar con los siguientes puntos. El ejemplo a desarrollar en esta evaluación de practica supervisada es el de el proyecto denominado *introducción energía eléctrica aldea las cruces*, municipio de retalhuleu, departamento de retalhuleu; el cual detallamos a continuación.

5.2.1. Diseño y levantamiento de campo

Consiste en realizar una visita al lugar donde se efectuará la construcción para poder determinar el diseño de la línea y/o red de distribución, con ello lo que se pretende es establecer las unidades constructivas a utilizar dependiendo de los parámetros que requiera la construcción de la misma. Después del recorrido podemos describir el proyecto con las siguientes características, construcción de 1.7 kms de línea de media tensión, 1.0 kms de línea de baja tensión 120/240 voltios, montaje de 3 transformadores autoprotegidos de 10 kva, instalación de 25 acometidas 120 voltios, con todos sus herrajes y accesorios.

5.2.2. Diseño de líneas y redes de campo

El paso siguiente al levantamiento de campo es con la información obtenida realizar un diseño o un plano de la línea y red a construir para con ello poder empezar a realizar una memoria de calculo correcta. Ya con este plano realizamos el conteo de todos los renglones de trabajo a cuantificar, se debe cumplir con los procedimientos de construcción para que sea autorizada la licencia de construcción y al mismo tiempo evitar algún contratiempo en el contrato obtenido.

5.2.3. Memoria de calculo

Esta dato nos servirá para determinar el consumo de carga y corriente a utilizar o conectar a la línea de distribución tanto individual como colectivo si lo amerita, en este caso en particular a la redes de Deocsa o Deorsa de Unión Fenosa. Con la potencia a instalar y con el voltaje primario a utilizar se obtiene la corriente, así calcular el fusible a colocar.

5.2.4. Diagrama unifilar

Con la información anterior terminada se podrá realizar el diseño de desglose de carga por centro de transformación o de protección, colocándole a cada uno de ellos el numero de usuarios a beneficiar o carga a instalar para determinar si los cálculos realizados son los correctos en lo que respecta a carga a instalar y a proteger.

5.2.5. Calculo y cuantificación de materiales

Este paso consiste en que al tener el diseño poder obtener una conteo de todos los materiales con los que se va a construir, esto nos servirá a determinar el costo real de la obra, el costo y materiales totales a utilizar la obtendremos utilizando toda la información realizada en los capítulos 3 y 4 dependiendo de la configuración del proyecto así estableceremos los renglones de trabajo a utilizar; se debe tener en cuenta que lo único que afecta estos renglones de materiales son los costos se hay en el mercado de distribución de materiales eléctricos para un futuro cercano o la empresa que los distribuye, como ya lo mencionamos anteriormente la empresa utilizada en este estudio es IMPELSA.

5.2.6. Cuantificación de los renglones de trabajo

Al poder establecer el diseño, el diagrama unifilar y los materiales con los que se trabajarán se podrá obtener el detalle de las estructuras o unidades constructivas a trabajar, utilizándose todos los renglones de las integraciones de precios unitarios; o los que ameriten tanto en costo o en porcentaje; y así determinar el costo total del proyecto de electrificación.

5.2.7. Solicitud del dictamen de capacidad.

El dictamen de capacidad es el documento primordial en el cual podremos saber si en el lugar a realizar la construcción eléctrica la línea a que se conectará tiene la capacidad para soportar dicha carga a instalar, ya que de lo contrario Unión Fenosa no extenderá desde un inicio su permiso de construcción. En dicho dictamen se solicita la información de la constructora responsable, el ingeniero responsable, capacidad a instalar, GPS de los centros de transformación, detalle a construir, persona solicitando la construcción y otros detalles; en la pagina siguiente se mostrará un formato de solicitud en donde se podrá observar los datos a colocar. Esta solicitud se enviará por correo electrónico a **dictamenes_capacidad@uef.com.gt** el cual las personas encargadas determinarán aprobado o denegado dicho dictamen, por lo cual se podrá seguir con la solicitud de la licencia de construcción con los requisitos colocados anteriormente. Cuando niegan el dictamen y no hay capacidad lo que procede es reconvertir la línea monofásica a bifásica o en casos extremos cuando la carga es demasiado grande a trifásica, la mayoría de ocasiones ellos establecen la distancia a reconvertir; esto lo hacen observando en su sistema de líneas y redes eléctricas la carga conectada en la línea existente.

5.3 Análisis de los factores que intervienen en el proyecto

Establecido el proyecto a utilizar y pudiéndolo observar en el anexo, grafica 1; se determinará el costo final para su implementación.

5.3.1. Materiales y mano de obra

Realizando un conteo de todas las estructuras a instalar obtendremos el cuadro de los renglones de trabajo que aparece a continuación, Tabla LVII; estas estructuras reflejan el costo de materiales a instalar.

Tabla LVII. Renglones de trabajo de materiales

RENGLONES DE TRABAJO DE MATERIALES				
Nombre del Proyecto: Introducción Energía Eléctrica				
Ubicación del Proyecto: Aldea Las Cruces, Retalhuleu, Retalhuleu				
Item	Descripción de Estructuras	Cant.	Costo Unit. Mat.	Total / Mat Q.
1	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, < 5° Tipo I para 13.2 KV	16	Q 578,13	Q 9.250,08
2	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, 5 a 30° Tipo II para 13.2 KV	3	Q 942,00	Q 2.826,00
3	Armado simple cir. Monofasica. Alin. ang, 60 a 90° Tipo IV para 13.2 KV	2	Q 979,72	Q 1.959,44
4	Armado simple cir. Monofasica. Fin de Línea Tipo VI para 13.2 KV	4	Q 461,56	Q 1.846,24
5	Retenida de Ancla Doble	9	Q 376,78	Q 3.391,02
6	Retenida de Ancla Sencilla	17	Q 263,17	Q 4.473,89
7	Estructura Acometidas 120 voltios	25	Q 326,77	Q 8.169,25
8	Puesta a tierra sencilla	20	Q 605,59	Q 12.111,80
9	Puesta a tierra para transformadores	4	Q 1.029,60	Q 4.118,40
10	Transformador 7.6/13.2 KV, 10 Kva. 120/240 voltios	4	Q 7.570,21	Q 30.280,84
11	Estructura Pararrayos 15 Kv (uso 13.2 kv/7.6 kv)	1	Q 706,63	Q 706,63
12	Estructura Cortacircuito 15 kv (uso 13.2 kv/7.6kv)	1	Q 816,53	Q 816,53
13	Kilometro de conductor ACSR 1/0	1,7	Q 7.448,00	Q 12.661,60
14	Kilometro de conductor Triplex 1/0	1,3	Q 31.843,00	Q 41.395,90
15	Postes de Concreto de 9 metros (Clase 300)	9	Q 1.300,00	Q 11.700,00
16	Postes de Concreto de 10.60 metros (Clase 300)	22	Q 1.875,00	Q 41.250,00
17	Armada Baja Tensión alineación y ángulo hasta 30 grados	7	Q 51,35	Q 359,45
18	Armada Baja Tensión Fin de Línea para neutro fijador	18	Q 92,41	Q 1.663,38
19	Estructura Postes de Concreto de 12 metros (Clase 300)	1	Q 2.625,00	Q 2.625,00
TOTAL GENERAL DEL PROYECTO				Q 191.605,45

Por lo tanto el costo final de los materiales a instalar tomando en cuenta el desglose de la tabla anterior nos corresponde un total de Q.191,605.45.

Tomando en cuenta los costos para construir líneas y redes de construcción para líneas monofásicas se podrá pagar Q.650.00 por estructura, armado o poste; para líneas bifásicas se pagará Q.750.00 por poste; y para líneas trifásicas se pagará Q.850.00 por poste; siempre es un precio a convenir con el constructor a trabajar.

Por lo que teniendo en cuenta el proyecto a construir y siendo una línea monofásica en 13.2 kv se pagará una cantidad de Q.650.00 por poste, por lo que teniendo una cantidad de 9 postes de 9 metros y 22 postes de 10.6 metros nos resulta una cantidad total de 31 postes. Por lo que la cantidad a contratar para el contratista es de 31 postes x Q.650.00 para un total de Q.20,150.00.

5.3.2. Transportes y supervisión

Para el transporte y evitar sobre costos se alquila transporte pesado para el envío de postes y herrajes; por la cantidad de postes a enviar y teniendo un promedio de 16 postes por viaje de lo que puede transportar en un viaje, nos resulta 2 viajes para postes y 1 para todos los demás materiales, en consulta con personas encargadas en este ramo nos informan que para un viaje a retalhuleu el costo por viaje es de Q.3,000.00 por lo que la cantidad a contratar para el transporte es de 3 viajes x Q.3,000.00 para un total de Q.9,000.00.

Para la supervisión esta es en función del número de viajes programados; siendo estos desde ir a recoger las bases del evento más la visita del proyecto, presentar las ofertas, firma del contrato, recoger anticipo, entrega y pago de licencia de construcción, replanteo inicial con supervisor de Deocsa, 3 visitas para avance de construcción del proyecto así como estimaciones de pago, entrega del proyecto con supervisor de Deocsa, recoger acta de recepción del contratista, acta de recepción de Unión Fenosa, recepción final, entre otros; siendo cada uno de ellos de aproximadamente Q.800.00 por combustible, alimentación y hospedaje; por lo que por la experiencia nos resulta un gasto total de Q.15,000.00 para supervisión.

5.3.3 Edi, administración, fianzas y seguros

Desde este numeral el costo de cada uno de los diferentes renglones a pagar depende exclusivamente del costo total del proyecto, para poder definir este costo se debe tener en cuenta que para el pago de estudio de ingeniería (Edi) y supervisión a Deocsa/Deorsa de Unión Fenosa este es aproximadamente un 5% del costo total del proyecto.

Para los gastos de administración se toma en cuenta un 10% del costo total del proyecto; aquí se toma en cuenta los sueldos o pagos establecidos a las personas involucradas para la ejecución y trámites para el inicio y finalización de todos los documentos que se requieran, este gasto se establece por la experiencia tomada para dicho proyecto.

Para los costos a tomar en cuenta en las fianzas y seguros se establecen los montos según la fianza de sostenimiento de oferta, las fianzas de cumplimiento, la fianza de conservación de obra y el seguro de

responsabilidad; este costo es directamente proporcional al costo total del proyecto el cual varia entre el 1.4% al 1.6% de su valor total, por lo que para fines de este proyecto se tomara en cuenta el 1.6%.

5.3.4. Impuestos y utilidad

Tomando en cuenta este rubro globalmente podemos definir que este gasto haciende a un 20% del costo total del proyecto, desglosando este gasto en 7% de impuestos y un 13% como utilidad neta.

5.3.5. Factor e integración del presupuesto por renglones

Tomando en cuenta todos los valores y porcentajes encontrados en los anteriores incisos y detallados a continuación se podrá encontrar el factor a utilizar.

Materiales	Q. 191,605.45
Mano de obra	Q. 20,150.00
Fletes	Q. 9,000.00
Supervisión	<u>Q. 15,000.00</u>
Valor parcial	Q. 235,755.45
Edi	5 % del valor del proyecto
Administración	10 % del valor del proyecto
Fianzas y seguros	1.6% del valor del proyecto
Impuestos, utilidad	<u>20 %</u> del valor del proyecto
% total	36.6

Por lo que la ecuación será:

$$\text{Valor del proyecto} = \text{Valor parcial} + \% \text{ total}(\text{valor del proyecto})$$

Siendo **valor del proyecto** = **x** la ecuación quedaría

$$x = \text{valor parcial} + \% \text{ total}(x)$$

Sustituyendo valores tenemos

$$x = 235,755.45 + 36.6\%(x)$$

Eliminando el porcentaje y despejando **x** resulta

$$\begin{aligned}x - 0.366x &= 235,755.45 \\x(1 - 0.366) &= 235,755.45 \\x &= \frac{235,755.45}{1 - 0.366} \\x &= 371,854.02\end{aligned}$$

El factor a utilizar se encontrará dividiendo el valor del proyecto (x) entre el valor de los materiales, por lo que resulta

$$\begin{aligned}\text{Factor} &= \frac{371,854.02}{191,605.45} \\ \text{Factor} &= 1.94\end{aligned}$$

Por lo tanto este factor de 1.94 nos servirá en el costo del proyecto.

5.3.6. Costo del proyecto

Tabla LVIII. Costo del proyecto

RENGLONES DE TRABAJO					
Nombre del Proyecto: Introducción Energía Eléctrica					
Ubicación del Proyecto: Aldea Las Cruces, Retalhuleu, Retalhuleu					
Renglón	Descripción de Estructuras	Cantidad	Costo Unitario Materiales	Factor	Total / Renglon
1	Armado Monofásica. ang, < 5° Tipo I para 13.2 KV	16	Q 578,13	1,94	Q 17.945,16
2	Armado Monofásica. ang, 5 a 30° Tipo II, 13.2 KV	3	Q 942,00	1,94	Q 5.482,44
3	Armado Monofásica. ang, 60 a 90° Tipo IV, 13.2 KV	2	Q 979,72	1,94	Q 3.801,31
4	Armado Monofásica. Fin de Línea Tipo VI, 13.2 KV	4	Q 461,56	1,94	Q 3.581,71
5	Retenida de Ancla Doble	9	Q 376,78	1,94	Q 6.578,58
6	Retenida de Ancla Sencilla	17	Q 263,17	1,94	Q 8.679,35
7	Estructura Acometidas 120 voltios	25	Q 326,77	1,94	Q 15.848,35
8	Puesta a tierra sencilla	20	Q 605,59	1,94	Q 23.496,89
9	Puesta a tierra para transformadores	4	Q 1.029,60	1,94	Q 7.989,70
10	Transformador 7.6/13.2 KV, 10 Kva. 120/240 voltios	4	Q 7.570,21	1,94	Q 58.744,83
11	Estructura Pararrayos 15 Kv (uso 13.2 kv/7.6 kv)	1	Q 706,63	1,94	Q 1.370,86
12	Estructura Cortacircuito 15 kv (uso 13.2 kv/7.6kv)	1	Q 816,53	1,94	Q 1.584,07
13	Kilometro de conductor ACSR 1/0	1,7	Q 7.448,00	1,94	Q 24.563,50
14	Kilometro de conductor Triplex 1/0	1,3	Q 31.843,00	1,94	Q 80.308,05
15	Postes de Concreto de 9 metros (Clase 300)	9	Q 1.300,00	1,94	Q 22.698,00
16	Postes de Concreto de 10.60 metros (Clase 300)	22	Q 1.875,00	1,94	Q 80.025,00
17	Armada Baja Tensión alineación y ángulo hasta 30°	7	Q 51,35	1,94	Q 697,33
18	Armada Baja Tensión Fin de Línea neutro fijador	18	Q 92,41	1,94	Q 3.226,96
19	Estructura Postes de Concreto de 12 metros	1	Q 2.625,00	1,94	Q 5.092,50
TOTAL GENERAL DEL PROYECTO					Q 371.714,59

Por lo que podemos concluir que el costo total de dicho proyecto asciende a la cantidad de Q.371,714.59; tomando como factor 1.94 y multiplicándolo por todos los renglones de trabajo.

CONCLUSIONES

1. Al cuantificar los costos de materiales, mano de obra, fletes y supervisión reales se determina el factor a utilizar en el proyecto y así poder encontrar rápidamente el costo total del proyecto.
2. Se debe tomar en cuenta que los materiales varían su costo en el mercado nacional, ya que esto depende de muchos factores que no son tomados en cuenta en este calculo, por lo que se debe actualizar en cada proyecto a realizar o en cierto intervalo de tiempo.
3. Se debe tener un financiamiento para la construcción de un proyecto, ya que éste puede tener algún retraso que puede estar fuera de nuestro control, o por lo menos algún crédito disponible para la compra de los materiales eléctricos.
4. Con un pequeño pero buen grupo de personal tanto técnico como administrativo se puede obtener mejores resultados en el costo/beneficio, ya que, así se puede evitar muchas pérdidas innecesarias que a la larga influyen en la pérdida de la utilidad neta establecida.
5. Con mayor experiencia en el campo de las instalaciones eléctricas se puede lograr que, el factor a utilizar sea menor, siempre y cuando las ganancias globales estén establecidas desde un inicio.

RECOMENDACIONES

1. Para obtener los costos de materiales reales se deben de obtener de la empresa distribuidora, ya que, estos varían, constantemente dependiendo de las existencias en el mercado nacional.
2. Cuando se realice un costo de algún proyecto verificar el tiempo en el cual podrá ser ejecutado, el mayor influyente es quién será el que financiará, ya que de lo contrario se debe de tener un margen del 5% mayor para los materiales que tienden a fluctuar cada tres meses.
3. Si se realiza algún financiamiento para la construcción del proyecto, el tiempo de pago debe ser igual o mayor al tiempo de construcción; porque si no es así incurre en pérdida de la poca ganancia que se obtiene. Esta ganancia no es mucha ya que si no es muy difícil que se pueda estar en competencia con otras empresas del mismo ramo más grandes. eléctricos.
4. Al construir el proyecto hacerle saber al contratista encargado de la construcción que se le estará cancelando la mano de obra conforme a los avances o estimaciones de trabajo, porque pueden incurrir en gastos extras que aunque ya no se le cancele al contratista se tiene que terminar la obra para que no procedan las fianzas correspondientes que son mayores.

5. Con mayor experiencia y buen trabajo en el ramo de las construcciones eléctricas, se pueden obtener contactos y/o buenas referencias para que estos mismos vuelvan a solicitar el servicio, nuevamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barrios Ortega, Julio Rene. Planificación y Programación en la Construcción de una Línea de Transmisión. Tesis, Guatemala: 1974.
2. **Guía Descriptiva (Unidades Constructivas) Sistema de Líneas y Redes de Distribución.** Unión Fenosa, IBERTEC Grupo Unión Fenosa: 1999.
3. **Reglamento para Empresas Constructivas de Obras Eléctricas.** Unión Fenosa, Guatemala: 1999.
4. **Resúmenes Proyectos Tipo Normalización Área Caribe.** Unión Fenosa, Guatemala: Junio 2002.
5. **Normas de Construcción para Líneas de Subtransmisión y Distribución de Energía Eléctrica.** INDE, Guatemala: Abril 1997.
6. **Manual Permanente de Distribución.** Unión Fenosa, Guatemala: 2002.
7. **Normas Técnica de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución (NTDOID).** CNEE, Guatemala: 1999.
8. **Constitución de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.** Guatemala: Mayo 1997.