

**PROPUESTA DE NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
AÉREAS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA Y BAJA  
TENSIÓN**

**RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ**

**CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA  
Y TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2006**

**PROPUESTA DE NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
AÉREAS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA Y BAJA  
TENSIÓN**

**RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO**

Este proyecto es presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Electricista

DIRECTOR  
**CIRO JURADO JEREZ**  
Ingeniero Electricista

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA  
Y TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2006**

## RESUMEN

**TÍTULO:** PROPUESTA DE NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES AÉREAS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN. \*

**Autores:** Carlos Andrés Suárez Caballero  
Raúl Antonio Palacios Pérez. \*\*

**Palabras claves:**

*Norma*

*Tensión*

*Codificación*

*Estructuras*

### DESCRIPCIÓN

Este proyecto de grado es un documento previo a una norma de construcción, que se espera sea utilizado en el futuro como elemento de trabajo en la elaboración final de una norma para la Empresa Electrificadora de Santander.

La elaboración surge ante la necesidad de complementar las normas de cálculo y diseño de sistemas de distribución; pormenorizando en forma clara y precisa las especificaciones técnicas dadas en dicha norma. La tesis está compuesta por una base teórica en los cuatro primeros capítulos: el primer capítulo menciona las disposiciones técnicas generales; el capítulo dos define las distancias mínimas de seguridad; los capítulos 3 y 4 relacionan los cálculos mecánicos a tener en cuenta; el capítulo cinco describe la propuesta de normalización en la nomenclatura en sistemas de distribución de energía eléctrica; el capítulo seis expone un ejemplo de cálculo de esfuerzos en un apoyo. La norma de construcción contiene la clasificación y normalización de las diferentes estructuras que sirven de apoyo a las líneas y redes eléctricas de distribución, registra cada una de las disposiciones junto con el inventario de materiales que las componen y las curvas de utilización calculadas particularmente para cada uno de los apoyos. Se elaboró un algoritmo en MATLAB 6.5 que permitió realizar las curvas de utilización de los apoyos en forma sencilla. Para este proyecto se elaboró en el programa Macromedia Flash un módulo educativo que permite conocer de manera didáctica y sencilla todo contenido.

Se resalta que el presente proyecto de norma de construcción es una herramienta para técnicos, tecnólogos, ingenieros y estudiantes que se desempeñan en el área eléctrica, ya que en él se establecen las condiciones y requerimientos que se deben aplicar al construir líneas y redes eléctricas de distribución de energía.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de ingenierías físico mecánicas. Escuela de ingeniería eléctrica. Ciro Jurado.

## SUMMARY

**TITLE:** NORMS PROPOSAL TO CONSTRUCT AIR NETS IN MEDIUM AND LOW TENSION DISTRIBUTION SYSTEMS\*

**Authors:** Carlos Andrés Suárez Caballero  
Raúl Antonio Palacios Pérez\*\*

### Key words:

Norm  
Tension  
Codification  
Structures

### DESCRIPTION

This graduation project is a previous document to a construction norm which is expected to be used in the future as work element in the final elaboration of a norm to the Electrificadora de Santander Company.

The elaboration arises because of the need of complementing the calculation norms and design of distribution system; giving details in a clear and concise way of the technical specifications given in this norm. The thesis is consisted of a theoretical basis in the four starting chapter: The first one mentions the general technical dispositions; the second one defines the minimum distances of security; the chapters 3 and 4 relate the mechanical calculation to take in account; the chapter 5 describes the normalization proposal in the nomenclature for distribution systems of electric energy; the chapter six presents an example of effort calculation in a support. The construction norm contains the classification and normalization of the different structures that are useful as support to the lines and electric nets of distribution; it records every disposition with the inventory of materials that consist of them and the curves of utilization particularly calculated for every support.

It is highlighted that the present project of construction norm is a tool for technicians, technologists, engineers and students who are holding in the electric area because in it is established the conditions and requirements that must be applied when constructing lines and electric nets of energy distribution.

---

\* Graduation Project

\*\* Physical-Mechanical Engineering Faculty. Electric Engineering School. Ciro Jurado.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado consiste en la elaboración de un documento previo a una norma como tal, cuya finalidad es ser utilizado en el futuro como elemento de trabajo en la elaboración final de una norma de construcción para la Empresa Electrificadora de Santander.

Este proyecto de norma tiene en cuenta las disposiciones técnicas y de seguridad establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y tiene como propósito complementar la Norma de Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P S.A., específicamente el capítulo 5: Líneas y Redes, dando detalles propios en la construcción de redes de distribución y líneas eléctricas urbanas y rurales.

El proyecto está compuesto por una base teórica en los cuatro primeros capítulos: el primer capítulo menciona las disposiciones técnicas generales que se deben tener en cuenta en la construcción de cualquier línea eléctrica bajo la cobertura de la ESSA E.S.P S.A.; el capítulo dos define las distancias mínimas de seguridad que se deben mantener entre partes energizadas y no energizadas de las redes eléctricas; los capítulos 3 y 4 relacionan los cálculos mecánicos a tener en cuenta en los elementos sometidos a esfuerzos en las líneas y redes de distribución; el capítulo cinco describe la propuesta de normalización en la nomenclatura de los apoyos y elementos de los sistemas de distribución de energía eléctrica; el capítulo seis expone un ejemplo de cálculo de esfuerzos en un apoyo de línea eléctrica con el fin de mostrar una metodología de cómo se realizan dichos cálculos. La norma de construcción contiene la clasificación y normalización de las diferentes estructuras que sirven de apoyo a las líneas y redes eléctricas de distribución, registra los gráficos cada una de las disposiciones junto con el inventario de materiales que las componen y las curvas de utilización calculadas particularmente para cada uno de los apoyos.

Como material de apoyo adjunto se elaboró un algoritmo en MATLAB que permite realizar las curvas de utilización de los apoyos en forma sencilla y sistematizada, el cual puede usarse para hacer los cálculos mecánicos de otro tipo de estructuras que no se contemplen en este proyecto de norma.

Para la presentación del proyecto se elaboró en el programa Macromedia Flash el módulo educativo que permite conocer de manera didáctica y sencilla el contenido de todo el proyecto.

## **JUSTIFICACIÓN**

La elaboración de normas para construcción hacen parte de un proceso normativo interno adelantado por la ESSA S.A. E.S.P. sobre sistemas de distribución con el fin de superar los retos empresariales que conlleva una globalización de la economía, donde el manejo de información y conocimiento de la empresa, ocupa un lugar importante y se convierte en eje esencial del buen funcionamiento de una empresa distribuidora de energía eléctrica ya sea de índole pública o privada. La presente tesis es un documento base, para la elaboración de una norma de construcción acorde a los lineamientos que rigen a la ESSA S.A. E.S.P.

La elaboración de este proyecto de normas para construcción de sistemas de distribución de redes aéreas en media y baja tensión surge además ante la necesidad de complementar las normas de cálculo y diseño de sistemas de distribución; pormenorizando de forma clara y precisa las especificaciones técnicas dadas en dicha norma.

Se espera armonizar con otras normas existentes relacionadas a sistemas de distribución, dando detalles claros en la construcción de sistemas de distribución, para que sean acatados por profesionales, técnicos y empleados del área eléctrica con el fin lograr uniformidad, seguridad y estandarización en el proceso de la construcción de líneas y redes eléctricas en media y baja tensión.

## TABLA DE CONTENIDO

JUSTIFICACIÓN .....	8
<b>1. GENERALIDADES .....</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	10
1.2 ALCANCE .....	10
1.3 CONSIDERACIONES GENERALES .....	10
1.3.1 Nivel de tensión y potencia de los circuitos .....	11
1.3.2 Calibres de los conductores .....	12
1.3.3 Parámetros físicos de diseño .....	12
1.3.4 Parámetros eléctricos .....	13
1.4 CONDICIONES PARA EL TRAZADO DE LÍNEAS .....	13
1.5 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA .....	14
1.6 RUTA PRELIMINAR .....	15
1.7 TRAZADO DEFINITIVO .....	15
1.7.1 Levantamiento topográfico .....	15
1.7.2 Materialización de la línea .....	16
1.7.3 Nivelación y perfil de la línea .....	16
1.8 SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS .....	17
1.9 ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS .....	19
1.10 CONEXIONES Y EMPALMES .....	19
1.10.1 Conectores tipo cuña .....	19
1.10.2 Empalmes .....	21
1.11 CIMENTACIÓN DE POSTES .....	21
1.12 PUESTAS A TIERRA .....	23
Medidas de seguridad para trabajos sin tensión .....	27
Trabajos en tensión .....	27
1.13 CONSIDERACIONES AMBIENTALES .....	27
1.13.1 Permisos ambientales .....	27
1.13.2 Poda de árboles .....	28
1.13.3 Distancias de seguridad .....	29
<b>2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>32</b>
2.1 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES .....	32
2.2 DISTANCIA MÍNIMA DE CONDUCTORES AL TERRENO .....	33
2.3 DISTANCIA ENTRE LOS CONDUCTORES Y LOS SOPORTES .....	33
2.4 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL CABLE DE GUARDA .....	34
2.5 DISTANCIA ENTRE CIRCUITOS DE UNA MISMA ESTRUCTURA .....	34
2.6 EN CASO DE CRUCES DE LÍNEAS .....	34
2.7 DISTANCIAS MÍNIMAS A EDIFICACIONES Y ESTRUCTURAS SIMILARES .....	35
2.8 PARALELISMO EN LÍNEAS DE COMUNICACIÓN .....	36
<b>3. CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS .....</b>	<b>38</b>
3.1 APOYOS .....	38
3.1.1 Generalidades .....	38
3.1.2 Clasificación .....	38
3.1.3 Configuraciones de apoyos .....	40

3.2	<b>VANOS</b> .....	41
3.2.1	<i>Vano individual</i> .....	41
3.2.2	<i>Vano básico</i> .....	41
3.2.3	<i>Vano promedio</i> .....	41
3.2.4	<i>Vano regulador</i> .....	41
3.2.5	<i>Vano de peso</i> .....	42
3.2.6	<i>Vano de viento</i> .....	44
3.2.7	<i>Vano crítico</i> .....	44
3.3	<b>ESFUERZOS EN LOS APOYOS</b> .....	44
3.3.1	<i>Esfuerzos verticales</i> .....	44
3.3.2	<i>Esfuerzos transversales</i> .....	44
3.3.2.1	<i>Esfuerzos debidos al viento</i> .....	44
3.3.2.2	<i>Esfuerzos debidos al ángulo de desviación</i> .....	45
3.3.3	<i>Esfuerzos longitudinales</i> .....	45
3.3.4	<i>Esfuerzos por levantamiento</i> .....	45
3.4	<b>HIPÓTESIS DE CARGA PARA APOYOS</b> .....	46
3.4.1	<i>Para apoyos en alineamientos rectos</i> .....	46
3.4.2	<i>Para estructuras en ángulo</i> .....	46
3.4.3	<i>Para retenciones y terminales</i> .....	46
3.4.4	<i>Para apoyos sometidos a levantamiento</i> .....	46
3.5	<b>CÁLCULO DE ESFUERZOS VERTICALES</b> .....	46
3.5.1	<i>Peso de los conductores</i> .....	47
3.5.2	<i>Peso del poste y otros elementos de la estructura</i> .....	47
3.5.3	<i>Esfuerzo vertical de templetes</i> .....	47
3.6	<b>CÁLCULO DE ESFUERZOS HORIZONTALES</b> .....	47
3.6.1	<i>Debidos al viento</i> .....	47
3.6.1.1	<i>En los apoyos</i> .....	47
3.6.1.2	<i>En los conductores</i> .....	48
3.6.1.3	<i>En otros elementos</i> .....	48
3.6.2	<i>Debidos a tensiones desequilibradas</i> .....	49
3.7	<b>CÁLCULO DE MOMENTOS</b> .....	50
3.7.1	<i>Momento resistente</i> .....	50
3.7.2	<i>Momentos de presión del viento</i> .....	50
3.7.2.1	<i>En el apoyo</i> .....	50
3.7.2.2	<i>En los conductores</i> .....	50
3.7.3	<i>Momentos por tensión de los conductores</i> .....	51
3.7.4	<i>Factores de seguridad</i> .....	51
3.7.5	<i>Curva de utilización</i> .....	52
3.8	<b>ESTRUCTURAS EN H</b> .....	52
3.8.1	<i>Generalidades</i> .....	52
3.8.2	<i>Arriostramientos</i> .....	53
3.8.2.1	<i>Generalidades</i> .....	53
3.8.2.2	<i>Planos de contra flexión</i> .....	54
3.8.2.3	<i>Momentos de flexión</i> .....	54
3.8.2.4	<i>Esfuerzos verticales</i> .....	55
3.8.2.5	<i>Esfuerzo en las riostras</i> .....	55
4.	<b>CÁLCULO DE ESFUERZOS MECÁNICOS EN OTROS ELEMENTOS</b> .....	56
4.1	<b>CÁLCULO DE TEMPLETES O RETENIDAS</b> .....	56
4.1.1	<i>Materiales</i> .....	56
4.1.2	<i>Tipos de retenidas</i> .....	56
4.1.2.1	<i>Directo a tierra</i> .....	57
4.1.2.2	<i>Poste a poste</i> .....	59
4.1.2.3	<i>Pie de amigo</i> .....	60
4.1.2.4	<i>Cuerda de guitarra</i> .....	60

4.2	ANCLAJES.....	61
4.3	CÁLCULO DE MOMENTOS EN EL PORTA AISLADOR .....	63
4.4	CÁLCULO MECÁNICO DE CRUCETAS.....	65
5.	<b>NORMA DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>69</b>
5.1	UNIDADES CONSTRUCTIVAS.....	69
5.1.1	<i>Unidades constructivas para los apoyos en redes de media tensión.....</i>	69
5.1.1.1	Codificación.....	69
5.1.3	<i>Unidades constructivas para redes de baja tensión (440/220/127 V; 208/120 V).....</i>	71
5.2	METODOLOGÍA DE CODIFICACIÓN DE APOYOS .....	72
6.	<b>CÁLCULO TIPO .....</b>	<b>75</b>
6.1	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	75
6.2	PESO APARENTE Y FACTOR DE SOBRECARGA.....	76
6.3	CÁLCULO DE TENSIONES .....	77
6.4	FLECHA MÁXIMA .....	79
6.5	CÁLCULO DE ESFUERZOS .....	80
6.5.1	<i>Esfuerzos debidos al viento.....</i>	80
6.5.1.1	En los apoyos.....	80
6.5.1.2	En los conductores .....	81
6.5.2	<i>Esfuerzos resultantes de ángulo .....</i>	81
6.6	CÁLCULO DE MOMENTOS .....	82
6.6.1	<i>Momentos debidos al viento .....</i>	82
6.6.1.1	En el Apoyo.....	82
6.6.1.2	En los conductores .....	82
6.6.2	<i>Momentos por cambio de dirección en la línea .....</i>	83
6.6.3	<i>Momento Resistente.....</i>	83
6.7	COMPROBACIÓN DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	84
	CONCLUSIONES .....	86
	RECOMENDACIONES .....	87
	BIBLIOGRAFÍA .....	88

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Curva de utilización de un apoyo	Pág. 18
<b>Figura 2.</b>	Conector tipo cuña	Pág. 20
<b>Figura 3.</b>	Empalme automático	Pág. 21
<b>Figura 4.</b>	Cimentación de postes	Pág. 22
<b>Figura 5.</b>	Profundidad de enterramiento	Pág. 23
<b>Figura 6.</b>	Montaje de puesta a tierra por medio de tubo PVC dentro del poste	Pág. 25
<b>Figura 7.</b>	Montaje de puesta a tierra por medio de tubo conduit metálico ext.	Pág. 26
<b>Figura 8.</b>	Método de corte de árboles	Pág. 29
<b>Figura 9.</b>	Método para evitar el crecimiento vertical.	Pág. 29
<b>Figura 10.</b>	Distancias para poda de árboles	Pág. 31
<b>Figura 11.</b>	Vano Peso	Pág. 42
<b>Figura 12.</b>	Vano Peso (apoyos a diferente nivel)	Pág. 43
<b>Figura 13.</b>	Cambio del alineamiento con tensiones iguales	Pág. 49
<b>Figura 14.</b>	Cambio del alineamiento con tensiones desiguales	Pág. 49
<b>Figura 15.</b>	Estructura en H	Pág. 53
<b>Figura 16.</b>	Templete directo a tierra	Pág. 57
<b>Figura 17.</b>	Esfuerzos en templete directo a tierra	Pág. 58
<b>Figura 18.</b>	Templete poste a poste	Pág. 59
<b>Figura 19.</b>	Pie de amigo	Pág. 60
<b>Figura 20.</b>	Templete cuerda de guitarra	Pág. 61
<b>Figura 21.</b>	Concretada de anclajes	Pág. 62
<b>Figura 22.</b>	Fuerza sobre un aislador y su espigo	Pág. 63
<b>Figura 23.</b>	Fuerza sobre una cruceta para suspensión	Pág. 65
<b>Figura 24.</b>	Detalle de esfuerzos sobre cruceta	Pág. 66
<b>Figura 25.</b>	Fuerzas sobre tornapuntas	Pág. 67
<b>Figura 26.</b>	Fuerzas sobre tirantes	Pág. 67
<b>Figura 27.</b>	Curva de Utilización - Configuración TP (Poste 12 m Cr=510 Kg)	Pág. 80

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Nivel de tensión y potencia de los circuitos	Pág.	12
<b>Tabla 2.</b>	Calibres de conductores por nivel de tensión	Pág.	12
<b>Tabla 3.</b>	Distancias de seguridad a follajes y árboles	Pág.	30
<b>Tabla 4.</b>	Anchos de servidumbre	Pág.	30
<b>Tabla 5.</b>	Valores de K	Pág.	33
<b>Tabla 6.</b>	Distancias mínimas entre circuitos	Pág.	35
<b>Tabla 7.</b>	Distancias mínimas a tierra, edificaciones y estructuras similares	Pág.	36
<b>Tabla 8.</b>	Factores de seguridad normales	Pág.	47
<b>Tabla 9.</b>	Codificación estructuras	Pág.	70
<b>Tabla 10.</b>	Codificación de conjuntos básicos	Pág.	71
<b>Tabla 11.</b>	Codificación de conjuntos en baja tensión	Pág.	72
<b>Tabla 12.</b>	Niveles de Tensión	Pág.	73
<b>Tabla 13.</b>	Codificación de configuraciones especiales	Pág.	74

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer en forma general con el fin de ser adoptadas por el área de operación de la empresa electrificadora de Santander ESSA S.A. E.S.P., las características constructivas correspondientes a las líneas aéreas de media y baja tensión según los tipos indicados y detallados en las partes convenientes. En el capítulo V de la norma para cálculo y diseño de sistemas de distribución de la ESSA S.A. E.S.P., se establecen los parámetros básicos para el diseño de líneas y redes eléctricas; esta norma se elabora con el fin de complementar dicho capítulo de la norma para cálculo y diseño dando detalles específicos en la construcción de líneas y redes eléctricas cumpliendo con los requisitos de seguridad expuestos en el RETIE sobre riesgos eléctricos y demás consideraciones.

### **1.2 ALCANCE**

Estas normas aplican para el sistema aéreo de distribución eléctrica urbana y rural bajo jurisdicción de la empresa electrificadora de Santander ESSA S.A. E.S.P.

Se define como líneas de electrificación urbanas, aquellas designadas para distribuir energía eléctrica dentro de los perímetros urbanos y líneas rurales aquellas destinadas a distribuir energía fuera de los perímetros urbanos de los municipios.

Las normas deben ser cumplidas por ingenieros electricistas, firmas de ingenieros electricistas, técnicos electricistas y por el personal de cuadrillas de construcción o mantenimientos de redes autorizadas por la empresa electrificadora.

Esta propuesta de norma establece la utilización mecánica, eléctrica, normalización de tipos y configuraciones de estructuras aéreas de los circuitos primarios y circuitos secundarios de las zonas urbana y rural del área de operación de la empresa electrificadora de Santander ESSA S.A. E.S.P.

### **1.3 CONSIDERACIONES GENERALES**

Dentro del perímetro urbano de las ciudades, las redes de distribución de energía eléctrica estarán localizadas dentro de las zonas de utilidad pública previstas para la ubicación de servicios domiciliarios y por ello no se discrimina una zona de afectación de líneas de media (34,5 kV; 13,2 kV), baja tensión ni de alumbrado público.

Con el fin de unificar criterios y establecer uniformidad en la ubicación de las líneas urbanas, estas se construirán por el costado sur de las calles y occidente de las carreras.

De acuerdo con el numeral 5.1.3 de la norma para cálculo y diseño de sistemas de distribución, las redes de distribución de energía para los estratos 4, 5 y 6, en zonas históricas, en cruces de vías, en paseos comerciales y en general en aquellos sitios donde la conformación de redes aéreas no estén en concordancia con las normas de ordenamiento municipal establecidas o en los sectores clasificados por la empresa, no se permite el montaje en postes de transformadores de ninguna capacidad, ni de redes aéreas; para tal fin se utilizarán redes subterráneas.

Todas las líneas y redes entregadas para operar por la empresa electrificadora de Santander ESSA S.A E.S.P. deberán tener legalizada la servidumbre. Los permisos requeridos para la ejecución de un proyecto serán tramitados por el interesado. Terminada la obra de ejecución de un proyecto se deberá entregar a la empresa los planos finales de construcción “as built”.

Los ramales deben conectarse al circuito principal mediante cortacircuitos con fusible tipo abierto, seleccionados de acuerdo a la corriente inicial de la carga que va a alimentar o la siguiente normalizada. [1] Las derivaciones de las líneas deben realizarse a través de conectores separables (tipo cuña) o de ranuras paralelas. En todas las líneas de 34,5 kV y 13,2 kV, donde se tengan estructuras en suspensión con cadena de aisladores, se deben utilizar preformados para blindaje de cable. [2]

En las líneas de M.T. tetrafilares con cable de guarda, este se localizará en la parte superior de la estructura. En las líneas de 34,5 kV con cable de guarda, éste se debe aterrizar en todas las estructuras. En circuitos trifásicos tetrafilares de 13,2 kV, donde utilizan el cable de guarda como conductor del neutro y que sean alimentadores principales, se debe aterrizar el cable de guarda cada 500 metros. [2]

### **1.3.1 Nivel de tensión y potencia de los circuitos**

La topología general del sistema eléctrico de distribución atendido por la electrificadora de Santander ESSA S.A. E.S.P. en zonas urbanas y rurales, está conformada por centros de transformación MT-MT y MT-BT con las siguientes relaciones de transformación 34,5/13,2 kV+/-5%; 34,5 kV/220-127 V+/-5%; 34,5 kV/208-120 V+/-5%; 13,2 kV/220-127 V+/-5%; 13,2 kV/208-120 V+/-5%.

Los circuitos primarios de 34,5 kV son trifásicos trifilares radiando desde un centro de transformación o uniendo dos centros de transformación desde los cuales se derivan hacia los diferentes circuitos. Los circuitos primarios a 13,2 kV urbanos son trifásicos trifilares y rurales podrán ser trifásicos trifilares, trifásicos tetrafilares, monofásico bifilar o monofásico trifilar. En baja tensión la distribución se hace en configuración radial vertebrada, que consiste de un alimentador principal trifásico de donde se derivan en forma radial ramales trifásicos o monofásicos dependiendo de la carga y la distancia.

La potencia para cada nivel de tensión estará de acuerdo con la norma para cálculo y diseño de sistemas de distribución de la ESSA S.A E.S.P, en su numeral 2.1.1 “Demandas máximas por niveles de tensión”, tabla 2.1:

<b>Tensión</b>	<b>kVA</b>
Baja	<30
13,2 kV	<500
34,5 kV	< 5000

**Tabla 1.** Nivel de tensión y potencia de los circuitos. [1]

### 1.3.2 Calibres de los conductores

Todas las líneas aéreas urbanas y rurales en media tensión, incluyendo además las rurales en baja tensión deben ser en conductor tipo ACSR, para líneas aéreas urbanas de baja tensión se utilizará conductor ASC o ACSR. Los calibres de conductores normalizados para las fases son:

<b>Líneas a 34,5 kV</b>	<b>Líneas a 13,2 kV</b>
266,8 kcmil	266,8 kcmil
4/0 AWG	4/0 AWG
3/0 AWG	3/0 AWG
2/0 AWG	2/0 AWG
1/0 AWG	1/0 AWG
2 AWG	2 AWG

**Tabla 2.** Calibres de conductores por nivel de tensión. [2]

Se permitirá la utilización de calibres superiores a 266,8 kcmil en líneas aéreas rurales de media tensión a 34,5 kV siempre y cuando se justifique su uso con los cálculos eléctricos y mecánicos correspondientes.

En redes urbanas los calibres de los circuitos principales de 34,5 y 13,2 kV deben construirse en calibre 125 mm<sup>2</sup> (266 kcmil) y 100 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), los ramales pueden construirse en calibres desde el 2 AWG hasta el 3/0 AWG de acuerdo con el diseño eléctrico y mecánico de la red. [2]

### 1.3.3 Parámetros físicos de diseño

Los parámetros físicos de diseño están de acuerdo con la norma para cálculo y diseño de sistemas de distribución, numeral 2.1.9 y obedecen a las siguientes condiciones, las cuales son un promedio de los datos obtenidos sobre el departamento de Santander [13]; además de especificaciones dadas por los fabricantes de cables utilizados en redes aéreas de baja y media tensión.

- Hipótesis de condición diaria  
Velocidad del viento: 0 Km/h  
Temperatura: ambiente = 30°C  
Tensión máxima: 20% de la carga de rotura

- Hipótesis de condición extrema  
Velocidad del viento: 80 Km/h  
Temperatura: ambiente mínima = 15°C  
Tensión máxima: 50% de la carga de rotura

- Hipótesis de condición de flecha extrema  
Velocidad del viento: 0 Km/h  
Temperatura: conductor máxima = 75°C

#### **1.3.4 Parámetros eléctricos**

Los parámetros eléctricos de regulación, pérdidas de energía y pérdidas de potencia, deben cumplir con los establecidos en los capítulos II y V de la norma para cálculo y diseño de sistemas de distribución de la electrificadora de Santander.

### **1.4 CONDICIONES PARA EL TRAZADO DE LÍNEAS**

La ruta de una línea de distribución eléctrica debe ser en general, recta y de fácil acceso para su construcción, inspección y reparación.

Las desviaciones en la ruta, son necesarias únicamente para evitar el cruce por terrenos inaccesibles como: montañas muy empinadas, gargantas profundas, pantanos, derrumbes, socavones, lagos, áreas densamente pobladas o cultivadas, aeropuertos, bosques muy densos, fallas geológicas, problemas por servidumbre, y otras consideraciones expuestas en la Norma para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución especificados en el numeral 5.2.1.1. [1]

Las líneas deberán ser localizadas a una distancia tal, que no represente peligro para las construcciones aledañas, ni queden sometidas a los riesgos de posibles incendios, tráfico aéreo o de vehículos, etc [4]

Cuando las líneas se proyectan paralelas a las carreteras u otras obras de servicio público, deben trazarse a una distancia apropiada de éstas, por lo menos 5 metros, a fin de prevenir conflictos ocasionados por futuras ampliaciones o interferencia con dichos servicios. [4]

Cualquier cambio que modifique la ruta directa de la línea, deberá ser justificado desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, puesto que los cambios de dirección

encarecen los costos de la línea, debido a la mayor utilización de apoyos de ángulo y por el aumento de su longitud.

El trazado de la línea, debe cumplir con las siguientes condiciones: [2]

- Accesibilidad para facilidades en la construcción, mantenimiento y operación. Siempre que sea posible, debe tratarse que la ruta de la línea este localizada próxima a carreteras o caminos.
- Se debe cumplir con las distancias mínimas de acercamiento, en concordancia con el Art. 13 del RETIE y el numeral 2.10 de la norma de cálculo y diseño de sistemas de distribución, en lo referente con las cercanías a las diferentes estructuras, obstáculos, viviendas, cruces, que se pueden encontrar en el recorrido de la línea.
- Los alineamientos en el trazado de la línea, deben ser lo más rectos posible evitándose los ángulos, particularmente los ángulos acentuados que necesitan de estructuras especiales. Los vértices del trazado por ser puntos obligados de localización de estructuras, deben ser estudiados cuidadosamente y siempre que sea posible se deben ubicar en puntos elevados del perfil, nunca en depresiones acentuadas.
- Evitar en lo posible ángulos de desviación en la construcción de la línea si los apoyos contiguos se encuentran a diferente nivel del suelo.
- Los paralelismos con líneas de transmisión, telegráficas, oleoductos y de comunicaciones existentes deben evitarse; las cruces con líneas de transmisión y del ferrocarril deben limitarse al menor número posible, observando los ángulos permitidos de cruzamiento y altura mínima.
- En la selección de la ruta, se debe evitar pasar por reservas forestales o áreas arborizadas y monumentos históricos; para que estas áreas en lo posible no sean afectadas y deterioradas con la construcción y existencia de la línea.
- Se debe evitar la localización de estructuras en terrenos o lugares con problemas de erosión o inundación. Se deben tener en cuenta las características geológicas de la zona.
- Cuando sea necesario pasar por zonas urbanizadas se debe cumplir con las normas de construcción de redes urbanas.
- Los cruces de la línea sobre carreteras o vías de tráfico se deben reducir al mínimo posible.
- Se deben referenciar claramente los accidentes principales del terreno, tales como ríos, deslizamientos, terrenos inestables, así como vías carreteables y caminos que puedan utilizarse durante la construcción de la línea y para su mantenimiento.

## **1.5 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA**

Antes de decidir sobre la ruta de una línea de distribución, se debe reconocer perfectamente la zona o región por la cual se hará el trazado.

Para este reconocimiento, prestan gran ayuda al proyectista, los planos topográficos del Sistema de Información Geográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

- Mapas Topográficos – Mapas viales.

Antes de tomar cualquier determinación sobre la posible ruta de la línea, se debe recopilar toda la información cartográfica existente sobre la zona donde se construirá ésta. [4]

Los planos restituidos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en caso de existir, son de gran ayuda y sobre ellos se puede trazar un anteproyecto de la ruta, localizar los puntos obligados, definir las coordenadas geográficas y en general, toda la información topográfica requerida para definir la ruta más conveniente. [4]

Los mapas viales, aunque menos precisos y detallados que los restituidos, sirven de gran ayuda, como complemento al reconocimiento de la ruta. [4]

- Aerofotografías.

Las aerofotografías de la región constituyen también una gran ayuda y sobre ellas se pueden estudiar los vanos posibles, y la ruta tentativa de la línea utilizando un estereoscopio para tal fin. [4]

## **1.6 RUTA PRELIMINAR**

Partiendo de la información obtenida de los planos topográficos, aerofotografías, mapas viales y todos los datos tomados sobre el terreno, se fijarán una o varias rutas preliminares, tomando en cuenta los puntos y tramos obligados que han sido previamente fijados. [4]

Estas rutas deberán ser estudiadas sobre el terreno, con el fin de seleccionar la que mejor condición técnica, económica y ambiental presente con el objetivo hacer los ajustes y correcciones necesarias.

## **1.7 TRAZADO DEFINITIVO**

Una vez que la ruta definitiva de la línea ha sido aprobada, se iniciará el trazado de ésta.

### **1.7.1 Levantamiento topográfico**

El levantamiento se podrá hacer mediante taquímetro o la utilización de un distanciómetro, con una precisión en planimetría de 1:10000, y en nivelación, de 1 segundo para ángulo, por estación de armado. [4]

Cuando el levantamiento se haga por taquimetría se hará tomando visuales no mayores de 300 metros, cuando se use la mira vertical, si se usa la mira Invar, las visuales pueden ser hasta de 500 metros. Para evitar el error de paralaje, no deben tomarse lecturas taquimétricas cuando el ángulo vertical sea superior a 30°. [1]

Deben identificarse todos los detalles que afecten de alguna manera la construcción y funcionamiento de la línea, localizados sobre el ancho de la misma, tales como: [1]

- Cultivos que atraviesa.
- Censo de propietarios.
- Cruces con:
  - Otras líneas eléctricas.
  - Líneas de comunicaciones.
  - Vías peatonales.
  - Vías vehiculares.
  - Ferrocarriles.
  - Arroyos, quebradas, ríos.
  - Lagos.
  - Depresiones.
  - Construcciones.
  - Cercados, etc.

La orientación de estos detalles se definirá mediante el azimut magnético.

En aquellas zonas donde la poligonal corre lateralmente a la pendiente del terreno y ésta sea mayor del 10 %, se debe tomar nivelación de los puntos localizados perpendicularmente a la poligonal, en los sitios donde se tomen las visuales y a una distancia de 8 metros del eje de la línea. [1]

### **1.7.2 Materialización de la línea**

La línea se dejará materializada sobre el terreno de la siguiente manera:

**Mojones de concreto:**

Puntos de iniciación y terminación de la línea.

Localización de estructuras.

En alineamientos mayores de 1000 metros.

**Estacas de madera:**

Como testigos de ángulo y de alineamiento en las desviaciones. [1]

Se efectuarán el abscisado y la nivelación de la poligonal con base en el punto de iniciación.

Los puntos de iniciación y terminación del trazado, así como los intermedios que se consideren necesarios serán fijados, una vez establecida la ruta definitiva. [1]

### **1.7.3 Nivelación y perfil de la línea**

Se debe nivelar la línea cada 50 metros en las partes bajas y de ladera y cada 5 metros en las altas, comenzando 50 metros antes de llegar al punto más alto del perfil. [4]

La nivelación de los puntos intermedios, podrá hacerse a partir de los puntos de tránsito o estaciones, hacia delante o hacia atrás, hasta un punto situado aproximadamente en la mitad de las visuales, punto que debe quedar nivelado desde las dos estaciones de tránsito adyacentes y debidamente estacado. [4]

La nivelación se podrá realizar taquimétricamente. En los puntos intermedios cuando no haya visual, se puede utilizar el nivel de mano. Se deben nivelar todas las estaciones de tránsito y estacas intermedias localizadas durante el trazado. [4]

## **1.8 SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS**

La selección del tipo de estructuras depende directamente de los cálculos mecánicos en cada una de ellas, y los parámetros individuales como el vano peso, vano viento y el ángulo de deflexión de la línea de acuerdo con el perfil del terreno y las curvas de utilización que tiene cada estructura.

El costo total de los apoyos puede alcanzar un porcentaje elevado del costo total de la línea, por lo que la selección de estos es de gran trascendencia dentro del conjunto de determinaciones que conducen a obtener la configuración definitiva.

La selección debe realizarse de tal forma que se establezca un equilibrio en calidad y eficiencia tanto en el aspecto económico como en el técnico. Se pueden encontrar situaciones en que es viable mecánica y eléctricamente el uso de más de una estructura, en estos casos se debe optar por el tipo de construcción más económico.

Básicamente los criterios a tener en cuenta para la selección de estructuras son los siguientes:

### **1.8.1 Determinar el número de apoyos que se requieren.**

El empleo de apoyos sencillos, dobles o triples se define con base en las curvas de utilización correspondientes, de acuerdo al vano viento y el ángulo de desviación de la línea en dicha estructura.

Generalmente las estructuras dobles, ofrecen la mejor disposición de conductores y de resistencia mecánica para vanos largos en terrenos quebrados y ondulados. Para vanos superiores a 600 metros, en terrenos quebrados y ondulados se sugiere la utilización de estructuras dobles, triples y/o torrecillas de celosía abriendo la línea con el fin de mejorar las condiciones mecánicas de la línea, evitar posibles contactos entre los conductores a mitad del vano debido a oscilaciones, y el disparo de las protecciones de la línea.

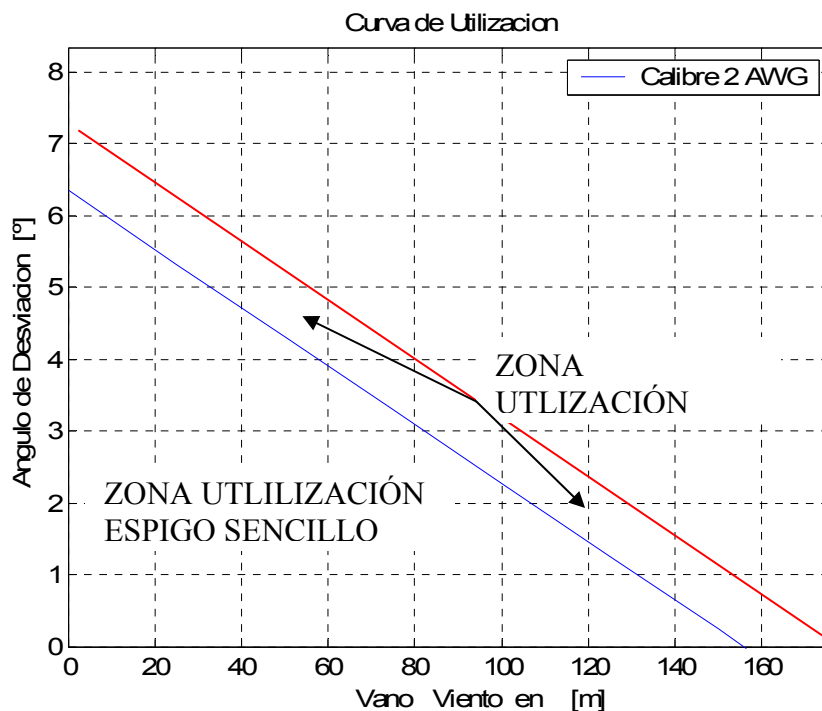
### 1.8.2 Obtención del vano limitante por el poste o la cruceta.

Definir si el vano limitante para el tendido de conductores es el que permite el poste o la cruceta, de acuerdo al plantillado y la topografía del terreno.

Generalmente en terrenos planos el vano máximo que permite el poste es menor al que admite la cruceta, luego el vano limitante para tender los conductores, es el que permite el poste. En terrenos ondulados, no se presentan problemas con la distancia mínima al suelo, en estos casos el vano limitante para tender los conductores es el que permite la cruceta.

### 1.8.3 Calcular el número de espigos por fase o el número de aisladores por cadena de retención que se requieren.

A cada estructura de apoyo de líneas y redes de distribución se le define, de acuerdo a los cálculos mecánicos detallados en el capítulo 6, una curva de utilización como la que se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Curva de utilización de estructuras.

En cada estructura su punto de trabajo P (vano viento, ángulo de desviación) se ubica en la curva de utilización del espigo, se presentan entonces las siguientes situaciones:

- Si el punto P se ubica dentro de la zona del espigo simple se selecciona un espigo por fase.

- Si el punto P está por fuera de la zona del espigo simple pero se sitúa dentro de la zona del espigo doble se seleccionan dos espigos por fase, esto implica necesariamente la utilización de doble cruceta.
- Si el punto P se sitúa por fuera de la zona del espigo doble en la curva de utilización del espigo, debido a que tres o más aisladores por fase necesita aditamentos propios de una cadena de aisladores, la estructura que se analiza se convierte en retención.

## **1.9 ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS**

Los materiales y equipos suministrados por particulares y/o firmas contratistas para ser instalados en el sistema eléctrico atendido por la empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. deben ser nuevos, acreditados según el RETIE y cumplir con las normas ICONTEC o internacionales respectivas, además de las especificaciones técnicas exigidas por la CREG y la ESSA S.A. E.S.P.

Todos los materiales deben tener el nombre del fabricante o la marca de fábrica y las instrucciones mínimas que permitan su correcta utilización; siempre se deberá acreditar la procedencia de los materiales a instalar.

Además de lo enunciado anteriormente, únicamente se admiten los materiales o equipos que estén acreditados por el ente autorizado por la Superintendencia de Industria y Comercio, por ello, se recomienda a los ingenieros o a las firmas constructoras que soliciten información y verifiquen al fabricante o a la empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., sobre los equipos antes de adquirir o iniciar los trabajos de construcción.

## **1.10 CONEXIONES Y EMPALMES**

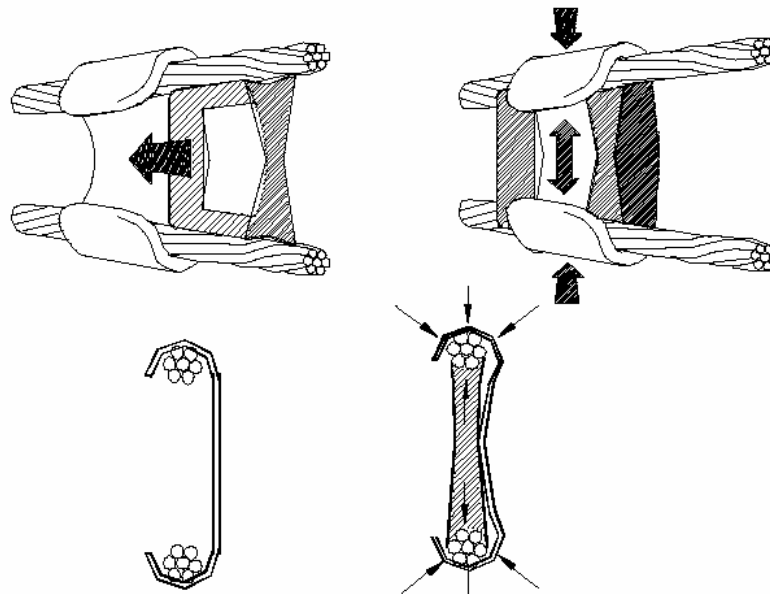
Para realizar los empalmes de cables y las conexiones necesarias en el sistema de red aérea se debe cumplir con las siguientes consideraciones. [9]

- El empalme debe garantizar que la unión de los conductores asegure su continuidad eléctrica y mecánica.
- Las conexiones deben garantizar la continuidad eléctrica de los conductores.
- Tanto el empalme como la conexión en ningún caso deben aumentar la resistencia eléctrica de los conductores., además deben soportar sin deslizamiento del cable, el 100% de la carga de rotura de dicho cable.
- Esta prohibido la realización de empalmes en conductores por medio de soldaduras.
- No se deberá realizar más de un empalme por vano y conductor.

### **1.10.1 Conectores tipo cuña**

Los conectores tipo cuña están formados por dos piezas, una con perfil en C y otra con forma de cuña que encaja en la anterior; son conectores que trabajan con tecnología de presión de cuña garantizando una conexión confiable y fácil de hacer. Son aptos para conexión aluminio- aluminio y conexión bimetálica. [4]

Para la instalación de los conectores de calibres de derivación pequeños se requiere de una pinza extensible (pico de loro); para calibres superiores se necesita una herramienta especial en la que el conector es encajado con los cables ya ubicados en su posición y mediante la detonación de una pequeña carga de pólvora se hace deslizar la cuña hasta su posición de trabajo, haciendo un contacto firme entre los cables. [4]



**Figura 2.** Conector Tipo Cuña. [3]

- **Red aérea primaria**

En la red aérea primaria se definen tres (3) puntos de conexión, así:

- Cruce aéreo de dos líneas de igual o diferente calibre.
- Bajante de línea primaria a transformador de distribución.
- Transición de línea primaria aérea a subterránea, la cual a su vez tiene dos opciones:
  - \* Cuando la transición es para alimentar un solo transformador.
  - \* Cuando la transición es para construir un circuito primario subterráneo.

- **Red aérea secundaria**

En la red aérea secundaria se definen cinco (5) puntos de conexión, así:

- Cruce aéreo de dos líneas de igual o diferente calibre.
- Bajante de transformador de distribución.
- Conexión ha alumbrado público.
- Transición de línea aérea a subterránea, la cual a su vez tiene dos opciones:
  - \* Cuando la transición es para alimentar un solo cliente.
  - \* Cuando la transición es para construir un circuito secundario subterráneo

### 1.10.2 Empalmes

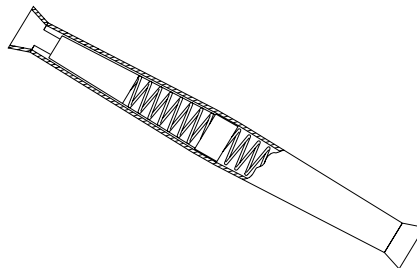
Los empalmes entre líneas aéreas deben soportar esfuerzos mecánicos, ya que se usan para unir cables del mismo calibre en sitios donde están sometidos a tensiones mecánicas; existen dos tipos de empalmes que sirven para este requerimiento. El tamaño del empalme se debe seleccionar de acuerdo con el calibre del cable.

- **Empalme tubular de compresión**

Este tipo de empalme permite una conexión confiable tanto eléctrica como mecánicamente. Para su aplicación requiere de una herramienta especial de accionamiento mecánico manual (ponchadora) con dados que se deben seleccionar de acuerdo con el calibre del empalme.

- **Empalme automático**

Es un empalme de instalación rápida que no requiere de herramienta ya que internamente consta de unos resortes y unos casquillos que impiden que el cable se salga una vez se ha introducido. Para mayor detalle ver la figura 3.



**Figura 3.** Empalme automático. [4]

Su principal ventaja es que no requiere ni herramienta ni habilidad especial del instalador a la vez que se logra una conexión rápida y confiable.

### 1.11 CIMENTACIÓN DE POSTES

La profundidad a la cual se deben enterrar los postes se regirá por la siguiente fórmula: [4]

$$\text{Profundidad de enterramiento: } D = \frac{H}{10} + 0.6 \text{ [m]} \quad (1)$$

Donde H es la longitud del poste en metros.

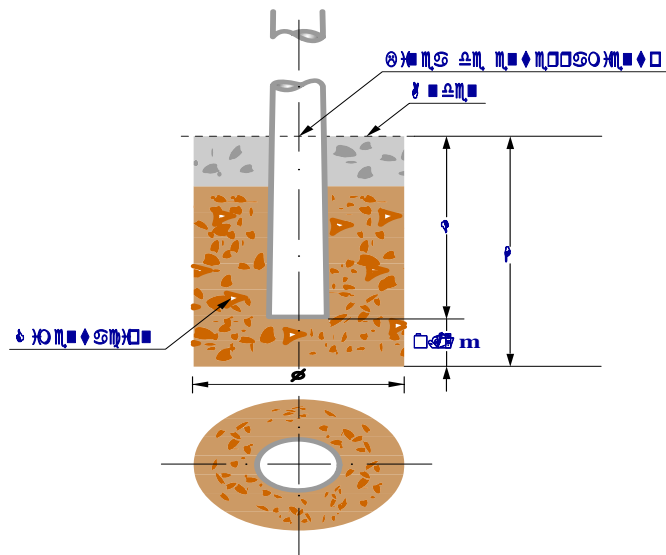
La profundidad mínima de enterramiento es de 1,5 metros.

En terrenos pendientes, la profundidad de enterramiento se debe medir desde el lado inferior de la excavación. Preferiblemente se recomienda dejar una capa de 0,15 m de material de relleno compactada por debajo de la base del poste. [2]

Cuando el terreno es blando, especialmente arenoso o pantanoso, el material de relleno no puede ser de esta misma clase.

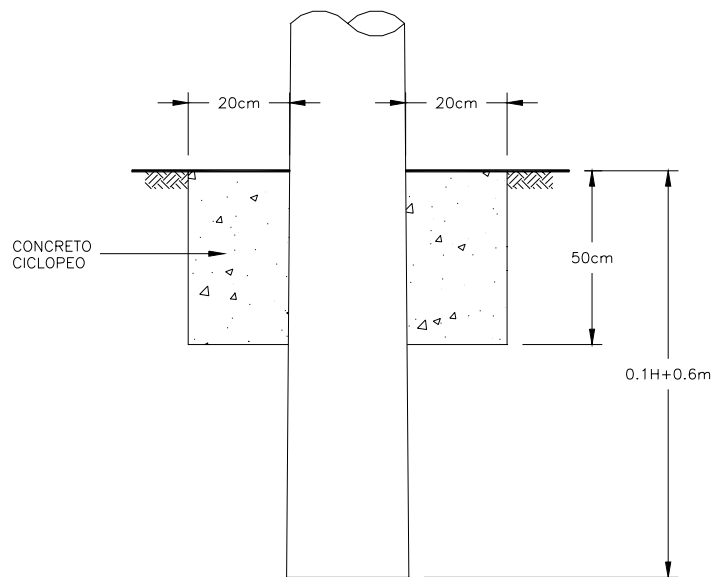
No se recomienda utilizar relleno que contenga materia orgánica, basuras, tierra vegetal o terrones de arcilla.

Para la cimentación de la postería, en suelos de baja capacidad portante se recomienda la utilización de una mezcla homogénea compacta de recebo-cemento en proporción 10:1. Para suelos normales, el relleno tanto en la base como en los laterales se hará en recebo compactado, y en suelos muy buenos, la utilización de material de la misma excavación. [2]



**Figura 4.** Cimentación de postes. [4]

En terrenos inestables como es el caso de zonas inundables, áreas de cultivo y terrenos arenosos, los postes se deben estabilizar mediante un anillo de concreto ciclópeo que se extienda 20 cm alrededor del poste, medidos desde la cara de éste y a 50 cm de profundidad a partir de la línea tierra-aire. [4]



**Figura 5.** Profundidad de enterramiento. [4]

Cuando se trabaja en casco urbano, se debe garantizar el mismo acabado que tienen las calles y andenes antes de la excavación. [4]

El diámetro de la perforación debe ser 20 cm mayor que el de la base del poste. [4]

Una vez hechas las perforaciones para la adecuación de postes, éstas se deben señalar con una bandera de advertencia para evitar posibles accidentes.

Si por motivos de diseño, es necesario ubicar un poste en esquinas o sitios de cruce vehicular, éstos deben ser pintados con una franja de seguridad amarilla y negra, un metro a partir del suelo. [4]

## 1.12 PUESTAS A TIERRA

A continuación se mencionan los parámetros generales que deben tenerse en cuenta en la construcción de un sistema de puesta a tierra; mas sin embargo todas las consideraciones de diseño, construcción y materiales de puesta a tierra del presente proyecto de norma deberán cumplir plenamente con el Art. 15 “Puestas a tierra”, del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

El sistema de puesta a tierra tiene por finalidad proteger la vida de las personas, evitar daños en los equipos por sobretensiones y mejorar la efectividad de las protecciones eléctricas, al proporcionar una adecuada conducción de la corriente de falla a tierra. [2]

De acuerdo a lo anterior, en la instalación de una puesta a tierra es importante mantener los valores establecidos de las tensiones de paso, de contacto y transferidas, mas no el de la resistencia que se tenga con respecto a tierra tomado aisladamente; sin embargo se debe procurar por una baja resistencia de puesta a tierra, independiente del número de electrodos y elementos que haya necesidad de utilizar para lograr éste propósito. Por ello, siempre que se instala un sistema de puesta a tierra, se debe medir el valor de la resistencia a tierra y confrontarlo con los límites establecidos, para garantizar una buena puesta a tierra del sistema eléctrico. [2]

En las redes de distribución, el sistema de tierra se compone de las puestas a tierra instaladas en los pararrayos, transformadores, condensadores, reguladores, equipos de maniobra, neutros y elementos metálicos, cuyos electrodos de puesta a tierra están generalmente constituidos por varillas enterradas. [2]

Con la interconexión de las puestas a tierra (a través del neutro) se logra disminuir el valor de la resistencia entre neutro y tierra, que asegura la operación correcta de las protecciones y limita la tensión a tierra que puede aparecer entre las fases no falladas cuando ocurre una falla a tierra. [2]

Se utiliza como electrodo para puesta a tierra una varilla cobrizada (copperweld) de 5/8" de diámetro × 2,44 m de largo, con su respectivo conector. En baja tensión como medio de conexión a tierra se utiliza alambre de cobre seleccionado de acuerdo con la tabla 250-94 de la NTC 2050 y para media tensión el calibre del conductor se calcula de acuerdo con la norma ANSI/IEEE 80. Adicionalmente se debe cumplir con los requisitos mínimos establecidos en la "Tabla 18. Requisitos para electrodos de puesta a tierra" del RETIE y la NTC 2206.

La ventaja de utilizar las varillas como electrodos de tierra es su facilidad de instalación, no necesita excavación y su economía con respecto a otras soluciones.

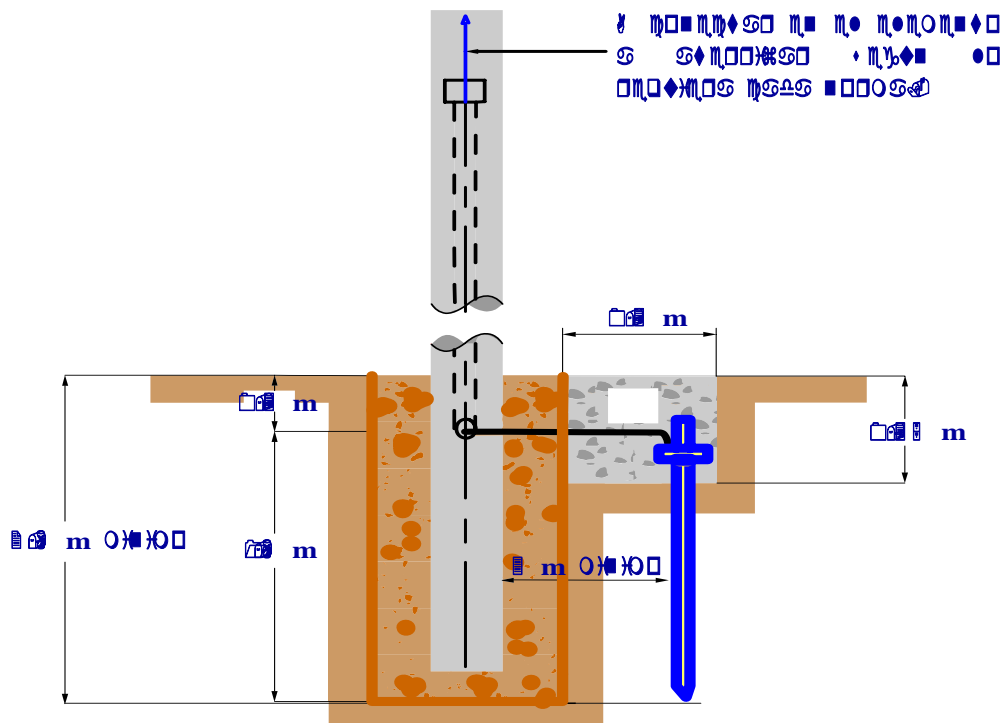
### **Instalación de puestas a tierra**

Para la instalación de las puestas a tierra de los circuitos de distribución en M.T., B.T. y equipos conectados del sistema, se deben tener en cuenta los siguientes casos: [2]

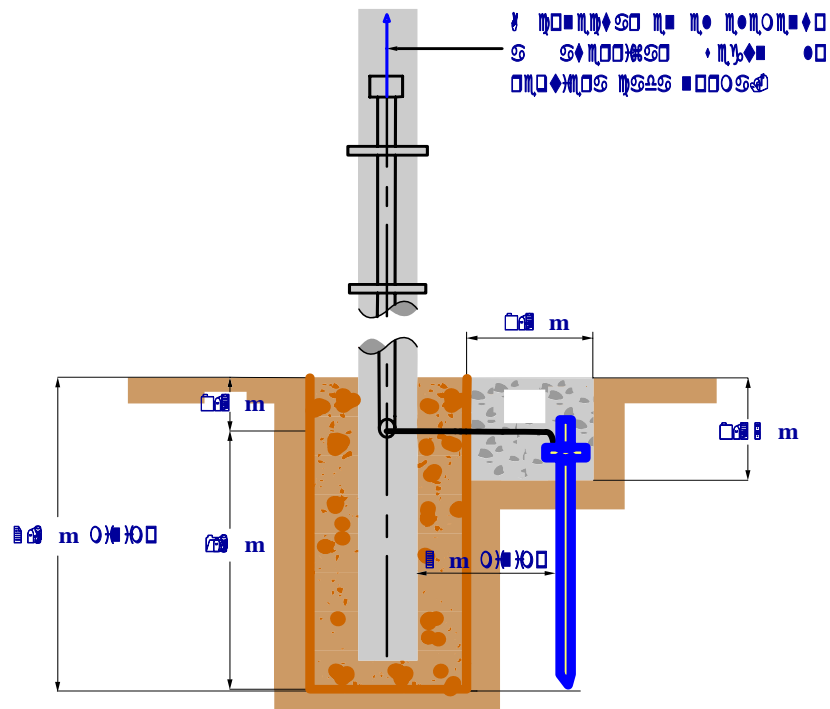
- En los pararrayos, los puntos de tierra de cada uno de ellos, se deben conectar entre sí mediante alambre de cobre correspondiente, y se lleva a tierra evitando dobleces, ángulos en el alambre, hasta la varilla previamente enterrada utilizando para la unión a la varilla un conector apropiado.
- En los transformadores de distribución se deben conectar entre sí el neutro y la carcasa, mediante alambre de cobre correspondiente y desde allí hasta la varilla de puesta a tierra. Se realiza una sola bajante para puesta a tierra de los pararrayos y del transformador.

- En los bancos de condensadores, la puesta a tierra se debe hacer mediante cable de cobre correspondiente, conectado a una o varias varillas de 5/8" x 2,44 m interconectadas previamente enterradas, hasta alcanzar el valor de impedancia requerido para este caso según la norma de cálculo y diseño de sistemas de distribución de la ESSA. En casos con resistividades altas del terreno se deben realizar tratamiento para bajar su resistividad.
- En los postes de concreto que tengan tubo PVC incorporado en su interior para la puesta a tierra se recomienda el uso del cable de cobre correspondiente. Cuando los postes no tengan tubo PVC en su interior el conductor deberá protegerse con un tubo metálico y galvanizado de 1/2" x 3 m
- El neutro de la red de B.T. se debe poner a tierra cada tres postes, igualmente los puntos finales de los neutros del circuito.

Los diferentes montajes que ilustran los sistemas bajantes de puesta a tierra se ilustran en las siguientes figuras:



**Figura 6.** Montaje de puesta a tierra por medio de tubo PVC dentro del poste. [2]



**Figura 7.** Montaje de puesta a tierra por medio de tubo conduit metálico exterior. [2]

### Mejoramiento de la resistencia de puesta a tierra

Cuando la resistividad del terreno sea menor de  $63 \Omega \cdot m$  solo se necesita enterrar una varilla como electrodo de tierra para cumplir con los requisitos de resistencia a tierra.

Para terrenos con resistividades hasta de  $110 \Omega \cdot m$  se debe colocar dos varillas como electrodos de tierra y hasta  $150 \Omega \cdot m$  se debe colocar tres varillas, para resistividades mayores de  $150 \Omega \cdot m$  se debe aplicar los métodos presentados a continuación hasta lograr valores adecuados de resistencia en el electrodo de tierra (menores de  $25 \Omega$ ). [2]

- **Colocar o reforzar con más electrodos**

En la generalidad de los casos se utiliza como electrodo de puesta a tierra una varilla, pero cuando el valor medido de resistencia es alto, se pueden colocar dos a tres varillas unidas entre sí y separadas a una distancia de al menos dos longitudes de la varilla. En casos especiales para lograr bajar la resistencia se pueden utilizar varillas más largas tratando de conseguir a mayor profundidad, menor resistividad o alcanzar el nivel freático del terreno. [2]

- **Realizar tratamiento del suelo**

El tratamiento del suelo se efectúa realizando una excavación para instalar la varilla y rellenando el hueco con tierra negra, carbón, sales y compuestos con menor resistividad como el concreto ( $40 \Omega \cdot m$ ), la bentonita ( $2.5 \Omega \cdot m$ ), y el gel ( $<1 \Omega \cdot m$ ).

La selección de una de las alternativas dependerá de la resistividad del terreno y del valor que se quiere alcanzar, ya que el tratamiento del terreno (a excepción del concreto, la bentonita y el gel) se deteriora con el transcurso del tiempo, si no se toman las precauciones para que permanezca dicho tratamiento. [2]

### **Medidas de seguridad para trabajos sin tensión**

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
2. Bloquear o enclavar, si es posible, los aparatos de corte en la posición de abiertos.
3. Comprobar la ausencia de tensión.
4. Colocar a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
5. Señalizar la zona de trabajo

### **Trabajos en tensión**

Con objeto de reparar averías sin desconectar la línea de alta tensión, se realizan trabajos en tensión.

Pueden utilizarse varios métodos según el tipo de trabajo:

- Trabajos en contacto. El operario va provisto de herramientas aislantes. Se utiliza en líneas de B.T.
- Trabajos a distancia. El operario se mantiene a una distancia de seguridad de los elementos en tensión maniobrando mediante pértigas y herramientas especiales. Se utiliza en M.T.

Las puestas a tierra y su correcta operación se inspeccionaran como máximo cada 5 años a partir de su instalación.

## **1.13 CONSIDERACIONES AMBIENTALES**

### **1.13.1 Permisos ambientales**

Siempre que la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., vaya a construir y/o recibir una red construida por un particular para su operación y mantenimiento, deberá verificar que la red cumpla, además de los requisitos técnicos que garanticen su eficiencia y seguridad las normas ambientales que al respecto rijan al momento de su construcción.

Para ello si es del caso, podrá solicitar al propietario de la red las licencias, permisos o autorizaciones con que la autoridad ambiental aprobó la construcción del proyecto entre estos los siguientes: [4]

- Licencia Ambiental.
- Permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales (explotación de canteras, extracción de materiales de arrastre, aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas, vertimiento de aguas residuales, poda, remoción o erradicación de vegetación, substracción de áreas de reserva forestal y las demás que requieran las normas ambientales vigentes.
- Autorización de propietarios de los predios afectados por la red.

### **1.13.2 Poda de árboles**

#### **Técnicas de podas**

En este capítulo se presentan las recomendaciones técnicas básicas para el manejo adecuado de la arborización con el fin de mitigar el impacto que se pueda causar a ésta al hacer mantenimiento preventivo de redes mediante el corte de ramas.

Al efectuar la poda de árboles se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Revisar la zona de trabajo con el fin de identificar los siguientes factores de riesgo. [4]

- Proximidad de líneas de energía ya sean de media o baja tensión, edificaciones que puedan ser afectadas con la caída de ramas cortadas y redes de comunicaciones o de otro tipo que también corran el mismo riesgo.
- En el caso de ramas ó brazos de gran tamaño que puedan caer sobre tendidos energizados el contratista deberá coordinar con la interventoría la correspondiente suspensión de servicio. Para efectuar éste tipo de corte se debe asegurar el brazo a cortar con una manila con el fin de evitar posibles accidentes o daños al tendido o al árbol.

Aplicar las siguientes medidas preventivas de sanidad vegetal: [4]

- Lavar las herramientas antes de iniciar el trabajo con una solución desinfectante. Se recomiendan mezclas de formaldehído más agua o de oxiclورو de cobre más agua.
- Aplicar cicatrizante cuando se corten ramas de diámetro mayor a cinco (5) centímetros. Se recomiendan mezclas de sulfato de cobre más hidróxido de calcio más adherente ó de oxiclورو de cobre más adherente.

Una vez efectuada la poda se deben retirar las ramas cortadas al lugar que determine la interventoría, no se deben dejar ramas colgando de los árboles ó al pié de ellos.

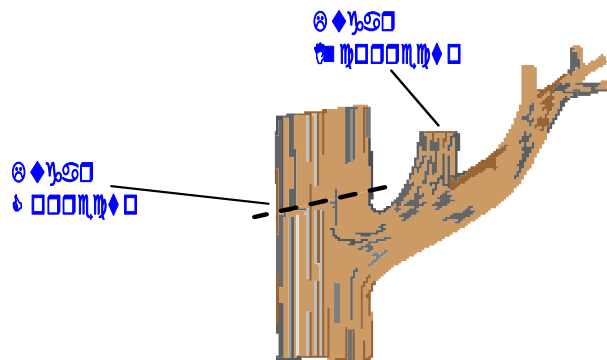
En ramas de un diámetro grande, para que no se produzca un desgarro de la corteza hay que cortarla en dos pasos. Se hace una muesca primero, se corta más arriba y por último, el tocón que queda se elimina sujetándolo.

Para mas detalle ver la figura 8.



**Figura 8.** Métodos de corte árboles. [4]

Los cortes hay que realizarlos en el sitio justo, ni muy pegados al tronco, ni muy alejados. Los muy alejados dejan un tocón difícil de cicatrizar y se pudren. Si el árbol ha crecido mucho, desbordando el espacio disponible, es preciso reducir su volumen con la técnica que se describe en la figura 9.



**Figura 9.** Método para evitar el crecimiento vertical. [4]

La poda se debe realizar cada 2 o 3 años, por lo que las ramas que se cortan son de pequeño diámetro y cicatrizan mejor que las gordas.

### 1.13.3 Distancias de seguridad

Las distancias libres deben tener en cuenta los siguientes criterios: [4]

- Margen de seguridad según la tensión de línea.
- Flecha del cable.
- Oscilación del cable.
- Movimiento de los árboles.
- Tipo de árboles. (densidad de follaje, velocidad de crecimiento, etc.).

La siguiente tabla presenta una relación de las distancias de seguridad requeridas para líneas aéreas primarias y secundarias.

Distancias de seguridad a follajes y árboles

	<b>A(m)</b>	<b>B(m)</b>
<b>Red MT</b>	2	2
<b>Red BT Conductor desnudo</b>	1.5	1.5
<b>Red BT Conductor aislado</b>	0.3	0.3

**Tabla 3.** Distancias de seguridad a follajes y árboles. [4]

A: Distancia al poste

B: Distancia al conductor externo, a lo largo de los 2/3 del vano.

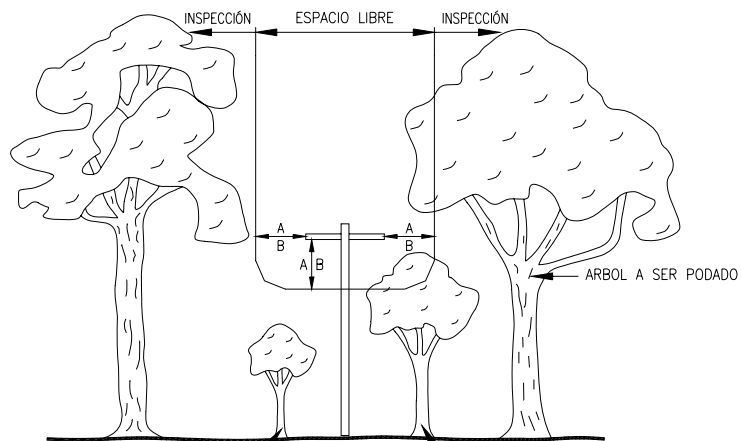
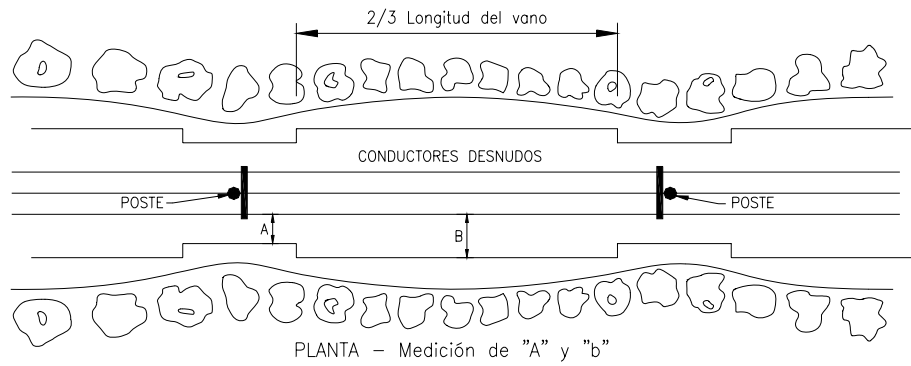
Ver Figura 10. Distancias para poda de árboles

Para líneas eléctricas de 13,2 kV en adelante las distancias de seguridad serán las establecidas en el numeral 5.2.1.3 de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución Eléctrica.

Línea (kV)	Ancho de Servidumbre (m)
34,5	10
13,2	5

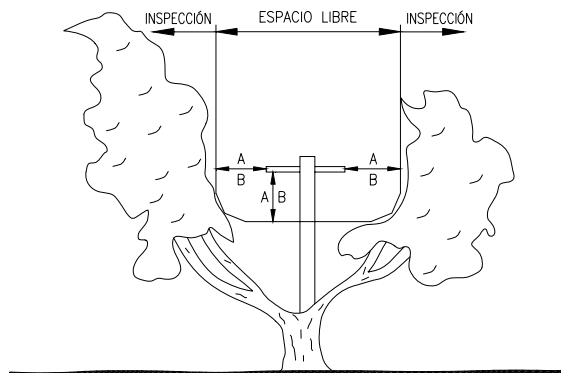
**Tabla 4.** Anchos de servidumbre. [1]

Dentro de la zona de servidumbre queda prohibida la siembra de árboles o arbustos que con el transcurrir del tiempo alcancen a las líneas y se constituyan en un peligro para ellas. Bajo ninguna circunstancia se permite la construcción de edificaciones o estructuras en la zona de servidumbre, puesto que se genera un alto riesgo para la edificación y para quienes la ocupan. [1]



Si el árbol no crece tanto como para invadir la zona libre antes de la próxima inspección, no debe ser podado

Árboles que puedan crecer por encima de 4m deben ser podados de manera que no sobrepasen esa altura antes de la próxima inspección



Distancias de seguridad "A" y "B", que deben ser medidas a lo largo del vano, como se indica en la vista en planta para líneas aéreas desnudas.

**Figura 10.** Distancias para poda de árboles. [4]

## 2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Se establecen los requisitos generales sobre distancias mínimas entre conductores desnudos, entre estos y otros elementos de la instalación, a estructuras adyacentes a los circuitos y entre los circuitos, con base en consideraciones sobre aislamiento eléctrico.

A continuación se muestran las ecuaciones básicas establecidas para el cálculo de distancias mínimas requeridas para salvaguardar la vida de las personas, además de la disminución del riesgo eléctrico.

Todas las distancias calculadas y no calculadas deberán ajustarse a las distancias mínimas contempladas en el artículo 13 “Distancias de Seguridad” del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) y al numeral 2.1.10 “Distancias mínimas de Seguridad” de la Norma para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P.

### 2.1 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES

La distancia mínima entre conductores tiene como objetivo evitar el contacto por acción del viento y el aislamiento eléctrico entre conductores. La distancia mínima puede calcularse de la siguiente fórmula: [3]

$$e_{\min} = k\sqrt{F_{\max} + L_{cad}} + A \quad (2)$$

En la que:

e = Separación entre conductores, en metros.

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomara de la tabla adjunta.

F = Flecha máxima en metros.

L = Longitud de la cadena de aisladores de suspensión, en metros. En el caso en el que los conductores estén soportados con aisladores de espigo y en estructuras terminales y de retención L=0.

$$A = \frac{kV}{150} \quad (3)$$

kV = tensión entre fases

Angulo de oscilación	Valores de K	
	Tensiones menores a 30 kV	Tensiones mayores a 30 kV
Superior a 65°	0.7	0.65
Comprendido entre 40° y 65°	0.65	0.6
Inferior a 40°	0.6	0.55

**Tabla 5.** Valores de K.

## 2.2 DISTANCIA MÍNIMA DE CONDUCTORES AL TERRENO

Las distancias mínimas del conductor inferior a tierra, bajo condiciones de máxima flecha serán iguales a: [3]

$$Altura\ minima = 5.3 + \frac{kV}{150} [m] \quad (4)$$

## 2.3 DISTANCIA ENTRE LOS CONDUCTORES Y LOS SOPORTES

- Conductores rígidamente soportados

Las distancias mínimas a superficies de madera o concreto se calcula por la fórmula: [3]

$$d = 0.1 + \frac{kV}{150} [m] \quad (5)$$

kV = Tensión entre fases

Las distancias mínimas a superficies metálicas deberán ser de 1 cm. por cada kiloVolt de tensión entre fases. Con una distancia mínima de 0,2 m.

- Conductores en aisladores de suspensión.

Las distancias mínimas se calcularán de acuerdo a la oscilación de la cadena, con la siguiente fórmula: [3]

$$A = L_k \frac{W_1 + 0.5W_2}{\sqrt{(W_1 + 0.5W_2)^2 + (G_1 + 0.5G_2)^2}} \quad (6)$$

En donde,

$L_k$  = Longitud de la cadena de aisladores  
 $W_1$  = empuje del viento sobre el conductor  
 $W_2$  = empuje del viento sobre el conductor  
 $G_1$  = peso del conductor

$G_2$  = peso de la cadena

## 2.4 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL CABLE DE GUARDA

El cable de guarda debe colocarse en tal posición que el ángulo de protección sea inferior a  $30^\circ$ . Normalmente el cable de guarda se instala con una tensión tal que su flecha sea 75% a 80% la de los conductores, con lo cual se conserva el ángulo de apantallamiento y las distancias a los conductores en toda la longitud del vano. [3]

## 2.5 DISTANCIA ENTRE CIRCUITOS DE UNA MISMA ESTRUCTURA

Las distancias verticales deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- El circuito de mayor tensión deberá ir en la parte superior.
- La distancia será de 1,2 más 0.01 m por kV sobre 7,6 kV

Las distancias verticales mínimas entre conductores de circuitos diferentes que se cruzan en el mismo soporte deberán ser las especificadas en el cuadro de Distancias Mínimas entre Circuitos (Figura distancias mínimas entre circuitos). [3]

## 2.6 EN CASO DE CRUCES DE LÍNEAS

Los cruces de líneas soportadas en estructuras diferentes deberán cumplir con los siguientes requisitos: [3]

- La línea de mayor tensión debe cruzar siempre por sobre las de tensiones inferiores.
- Se procurará que los cruces se efectúen cerca de un apoyo de la línea de mayor tensión.

La distancia mínima entre el conductor de la línea inferior y el apoyo de la línea superior debe ser la calculada por la siguiente fórmula: [3]

$$c = 1.5 + \frac{F}{\sqrt{2}} \quad [m] \quad (7)$$

En la que,

$F$  = flecha máxima en metros del conductor inferior de la línea de menor tensión.

La separación vertical mínima entre conductores más próximos de los dos circuitos en el punto de cruce, se determina en tabla 6, la cual se encuentra en concordancia con las distancias mínimas establecidas en el RETIE

66 kV	34.5-44 kV	7.62-13.2 kV	0-600 V	
1.20				66 kV
1.50	1.20			34.5 - 44 kV
1.50	1.20	0.90		7.62 - 13.2 kV
1.50	1.20	0.90	0.60	0 - 600 V.
2.10	1.80	1.50	1.20	Líneas de Comunicación

**Tabla 6.** Distancias mínimas entre circuitos. [4]

## 2.7 DISTANCIAS MÍNIMAS A EDIFICACIONES Y ESTRUCTURAS SIMILARES

Se prohíbe el paso de circuitos eléctricos sobre edificios y estructuras similares.

Las distancias mínimas horizontales de conductores aéreos a edificios y estructuras similares serán especificadas en la tabla 7.

66 kV	34,5-44 kV	7.62-13.2 kV	0-600 V		Distancias a edificaciones y estructuras similares				
					7.0	6.7	6.1	5.5	Recorrido a lo largo de calles
					6.4	6.1	5.5	4.6	Carreteras Secundarias (Caminos Vecinales)
					5.5	5.2	4.8	4.6	Pasajes y Parques (Espacios Accesibles únicamente a peatones)
					6.4	6.1	5.0	4.0	Caminos Privados
					7.0	6.7	6.1	5.5	Carreteras Troncales
					9.5	9.2	8.5	8.3	Vías Ferreas

**Tabla 7.** Distancias mínimas a tierra, edificaciones y estructuras similares. [4]

## 2.8 PARALELISMO EN LÍNEAS DE COMUNICACIÓN

Se evitará siempre que sea posible el paralelismo de las líneas de distribución eléctrica con las líneas de telecomunicación debido el efecto de interferencia electromagnética por

acoples inductivos. Sin embargo, si ello no es posible se dejarán las distancias mínimas siguientes:

- 1.20 metros, entre líneas de comunicaciones y redes de baja tensión
- 1.50 metros, entre líneas de comunicaciones y líneas (o redes) de media tensión

### **3. CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS**

#### **3.1 APOYOS**

##### **3.1.1 Generalidades**

Los apoyos en las líneas son las estructuras encargadas de soportar el peso de los conductores así como de tolerar los esfuerzos resultantes de diferentes condiciones de trabajo a los que son sometidos para poder hacer efectivo el trazado de la línea, asimismo los soportados durante su vida útil.

Estas normas cobijan el uso de postes de concreto, utilizados como apoyo de las líneas eléctricas, montaje de subestaciones aéreas y soporte de otro tipo de estructuras. La utilización de postes de concreto será prioritaria, permitiéndose la utilización de apoyos metálicos o de madera solo en los casos que se cumpla con las recomendaciones expuestas en la presente norma, en las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, y en condiciones donde la utilización de postes de concreto no sea viable técnicamente.

Se podrán utilizar los postes metálicos y de madera en sustitución de los de concreto de esfuerzo y altura equivalentes, cuando no sea posible instalar estos últimos por razones de ubicación en lugares de difícil acceso, donde las fuerzas resultantes superen a las proporcionadas por las diferentes configuraciones en apoyos de concreto, o en donde por condiciones de seguridad se necesiten de alturas apoyos muy superiores a las normalizadas, teniendo prioridad las estructuras metálicas ante las de madera.

##### **3.1.2 Clasificación**

Según la función de un apoyo en la línea se tienen los siguientes tipos:

Según en vano los apoyos serán:

- Livianos
- Pesados

Según la dirección de la línea serán:

- De alineamiento
- De ángulo

Según las fuerzas longitudinales:

- De suspensión
- De retención
- Terminales

Según el número de circuitos:

- Circuito sencillo
- Doble circuito

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones para la utilización de los apoyos:

### **Apoyos de alineamiento**

Estas estructuras se usan en tramos rectos con ángulos de deflexión muy pequeños. No se pueden usar con vanos pesos negativos. En este tipo de estructura se utiliza aislador de espigo o cadena de aisladores de suspensión.

Se procurará utilizar estructuras con aislador de tipo pin, siempre que la resistencia mecánica de los porta-aisladores lo permita. En el caso que la relación entre vanos sea mayor de 2,5 se utilizará la cadena de aisladores de suspensión. Cuando el ángulo de balanceo de la cadena de aisladores, sobrepase el ángulo permitido por separación eléctrica, se debe utilizar estructura de retención. [5]

### **Apoyos para ángulo**

Las estructuras en ángulo se utilizan cuando se tienen ángulos de deflexión mayores a los permitidos para las estructuras de alineamiento. Estas estructuras están configuradas con dos aisladores de espigo por fase con el objeto de permitir ángulos más grandes debido al aumento de la resistencia a la rotura y/o flexión presentada por la configuración con dos espigos por fase; pero cuando la relación entre vanos adyacentes sea mayor de 2,5 se debe usar cadena de aisladores de suspensión. Cuando el ángulo de balanceo de la cadena de aisladores, sobrepase el ángulo permitido por separación eléctrica, se debe utilizar estructura de retención. [5]

### **Apoyos de retención**

Estas estructuras se utilizan en alineamientos y ángulos, cuando las cargas transversales sobrepasen los valores establecidos en la utilización de los apoyos de alineamiento o apoyos en ángulo (relación de vanos adyacentes), cuando el apoyo queda en tiro vertical (vano peso negativo), y cuando necesita dar un aislamiento mecánico para el tendido del conductor o para seguridad de la línea.

Desde el punto de vista mecánico, se recomienda tener estructuras de retención en tramos rectos no mayores de 1500 m, de manera que la tensión mecánica de los conductores no se transmita de un tramo a otro; también se debe tener estructuras de retención para el seccionamiento eléctrico y en los casos que el proyectista o la parte operativa lo juzguen conveniente. [9]

### **Apoyo terminal**

Estas estructuras se utilizan al comienzo y al final de los circuitos o en las derivaciones.

Los vanos entre el pórtico de la subestación o la estructura de derivación en el circuito principal y el apoyo terminal, deben ser cortos y destensionados, en forma tal que sobre la estructura del circuito principal o el pórtico de la subestación, sean mínimos los esfuerzos aplicados y que no se excedan los límites de las respectivas utilidades mecánicas.

### **3.1.3 Configuraciones de apoyos**

#### **Apoyos de un poste**

Se recomienda su uso en terrenos planos o ligeramente ondulados. En las zonas urbanas se recomienda utilizar estructuras en un solo poste con configuración tangencial, bandera o semibandera. [9]

En las zonas rurales se tienen estructuras de un solo poste con configuración tangencial, aunque su uso es restringido por razones mecánicas y por acercamiento entre los conductores.

Las estructuras de un solo poste con configuración triangular en poste de concreto, presentan problemas de aumento de salidas por descargas atmosféricas, debido a la colocación del porta-aislador central directamente sobre el poste. [9]

En un solo poste también se utiliza la estructura vertical para ángulos de deflexión fuertes ó estructura terminal. Esta estructura con poste de concreto también presenta un alto número de salidas por descargas atmosféricas, pero como es de poco uso, el efecto sobre el comportamiento general de la línea es poco significativo. [9]

#### **Apoyos en H**

Este tipo de estructura es el más apropiado para terrenos quebrados, por su rigidez mecánica y por ofrecer mayor separación entre conductores al montar los conductores en crucetas mas largas sobre dos postes. Las estructuras en H pueden ser de disposición horizontal ó disposición triangular. La disposición horizontal aunque tiene una utilización menor que la estructura en H con disposición triangular ofrece la ventaja de

ser un poco más económica y la de poder llevar circuito sencillo o doble, además de tener una mayor resistencia a las fuerzas de compresión aplicadas.

### **Apoyos en tres postes**

Son estructuras de retención especial para terrenos muy quebrados con grandes vanos. Se recomienda su uso en situaciones donde se le de apertura mecánica a la línea con el fin de conservar las distancias de seguridad entre conductores a lo largo del vano.

## **3.2 VANOS**

Teóricamente el vano es la distancia horizontal entre los elementos en los cuales el conductor está libremente suspendido o apoyado. En la práctica y para los propósitos del diseño, el vano se toma como la distancia horizontal entre dos apoyos verticales adyacentes, medida entre los ejes verticales o centros de tales apoyos.

Para el diseño se definen diferentes vanos, como se explica a continuación.

### **3.2.1 Vano individual**

Es la distancia horizontal entre dos apoyos adyacentes cualesquiera de la línea.

### **3.2.2 Vano básico**

Es la distancia horizontal entre apoyos adyacentes, con la cual se obtiene la mayor economía en la construcción de la línea en terreno plano.

Este vano se determina a partir del aislamiento eléctrico mínimo permisible a tierra para el nivel de tensión considerado y la altura del apoyo utilizado. El conjunto de varios vanos consecutivos comprendidos entre dos apoyos de anclaje o terminales determina el “tramo” o templa. [3]

### **3.2.3 Vano promedio**

Es la distancia horizontal equivalente al promedio aritmético de las longitudes de los vanos que constituyen el tramo (templa) respectivo de la línea. [3]

### **3.2.4 Vano regulador**

Es un vano equivalente, teórico, que permite obtener la tensión promedio en los vanos de un tramo de la línea, comprendidos entre dos apoyos de retención o terminales.

En el diseño de línea sirve para determinar la longitud de vano representativa para escoger las tensiones a diferentes temperaturas y preparar las tablas o ábacos de tendido.

Para determinar el vano o vanos reguladores, se toma como referencia, el perfil topográfico de la red, en el cual se localizan las estructuras de retención y los apoyos fijos obligatorios; a continuación se colocan en forma tentativa los demás a poyos. [3]

El vano regulador es más largo que el vano promedio y menor que el vano máximo.

El vano regulador se asume a partir de consideraciones sobre tensión y distancias a tierra de los conductores. Puede calcularse aproximadamente en función de los vanos determinados en forma preliminar, a partir de la siguiente expresión: [3]

El vano regulador =  $1/3$  vano promedio +  $2/3$  vano máximo

También se puede determinar, con más precisión, por la fórmula: [3]

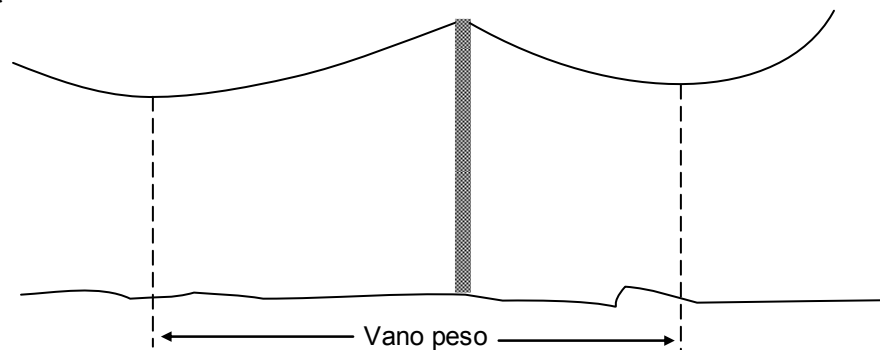
$$\text{Vano Regulador} = \sqrt{\frac{l_1^3 + l_2^3 + \dots + l_n^3}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}} \quad (8)$$

En que  $l_1, l_2, \dots, l_n$ , son las longitudes de los vano individuales comprendidos en el tramo.

Puede observarse, que entre mayor sea el número de vanos en el tramo, la longitud del vano regulador tiende a acercarse a la del vano promedio. El vano regulador que se obtiene en la práctica al localizar los apoyos con la plantilla, no tiene que coincidir necesariamente con el usado para la determinación de la plantilla. Lo importante es que este valor produzca las diferencias adecuadas a tierra y las tensiones permisibles.

### 3.2.5 Vano de peso

Es la distancia horizontal entre los puntos más bajos de un conductor a lado y lado del apoyo como se muestra en la figura 11 y se usa para el cálculo de las cargas verticales en los apoyos.



**Figura 11.** Vano peso.



$$c + b = S \quad (12)$$

$$\therefore \operatorname{Senh} \frac{c-b}{2a} = \frac{E}{2a \operatorname{senh} \frac{c+b}{2a}} \quad (13)$$

$$\Delta = a \left( \operatorname{Cosh} \frac{b}{a} - 1 \right) \quad (14)$$

De las ecuaciones (12) y (13) se pueden encontrar los valores para las longitudes “c” y “b”, y por lo tanto a continuación es posible calcular el vano peso para vanos en apoyos a diferente altura.

### 3.2.6 Vano de viento

Es aquel en el cual se supone que actúa la fuerza del viento sobre los conductores y se toma igual a la suma de las mitades de los vanos a lado y lado de la estructura. [3]

### 3.2.7 Vano crítico

Vano teórico en el cual los esfuerzos por mínima temperatura son iguales a los de máxima velocidad del viento. Es el vano máximo en que domina la hipótesis de mínima temperatura. Para vanos mayores domina la hipótesis de máxima velocidad del viento. [1]

## 3.3 ESFUERZOS EN LOS APOYOS

Los apoyos de líneas aéreas están sujetos a la combinación de diferentes esfuerzos que se resumen en los siguientes: [3]

### 3.3.1 Esfuerzos verticales

Estos son debidos al peso propio de los elementos que forman la línea: apoyos, conductores y cables de guarda, crucetas, aisladores, herrajes, carga viva y otros elementos, equipos y empuje vertical de templetes.

### 3.3.2 Esfuerzos transversales

Pueden ser de dos tipos: las causadas por el viento actuando sobre el apoyo, conductor, cable de guarda, herrajes, aisladores y accesorios y las debidas al ángulo de desviación de la línea.

#### 3.3.2.1 Esfuerzos debidos al viento

Se originan por la presión del viento en la dirección normal a los conductores y se calcularán para el vano de viento que se supone igual a la suma de las mitades de los vanos contiguos al apoyo.

### **3.3.2.2 Esfuerzos debidos al ángulo de desviación**

Son resultantes en apoyos para ángulos, en los cambios de dirección de los alineamientos. Existen dos tipos:

- Los producidos por tensiones iguales
- Los producidos por tensiones desequilibradas

### **3.3.3 Esfuerzos longitudinales**

Son los correspondientes a las cargas de tracción ejercidas por conductores y cables de guarda o aquellas introducidas durante el montaje.

Las siguientes son algunas de las condiciones bajo las cuales un apoyo puede estar sujeto a cargas longitudinales:

- Tendido de conductores o cables de guarda.
- Rotura de un conductor o cable de guarda.
- Colapso de un apoyo adyacente.
- Viento paralelo al eje de la línea.
- Diferencias entre los vanos a lado y lado de la estructura de apoyo.
- Falla en la estructura del aislador.

Para efectos de cálculo generalmente se asumen los siguientes esfuerzos longitudinales:

**a.** Esfuerzo debido a la máxima tensión transmitida por el conductor superior, aplicado a la altura del conductor medio. Este esfuerzo se produce por rotura del conductor en el vano contiguo al conductor considerado. El caso más desfavorable es aquel en que se presentan esfuerzos de torsión, de acuerdo con la posición relativa del conductor con relación al eje del apoyo.

**b.** Esfuerzos en estructuras terminales o en el caso extremo de rotura de todos los conductores en un lado del apoyo. Estos esfuerzos se suponen iguales al 20% del esfuerzo máximo de rotura de los conductores. Los esfuerzos se suponen aplicados en el eje del apoyo, a la altura del conductor medio. En estructuras terminales, el conjunto, incluyendo el templete, debe soportar la tensión debida a todos los conductores.

### **3.3.4 Esfuerzos por levantamiento**

Se presentan en apoyos localizados en puntos topográficos bajos, en que los conductores ejercen esfuerzos de levantamiento en sus puntos de amarre.

Debe evitarse, al plantillar, que se presenten apoyos localizados, en puntos bajos, los cuales dan origen a estos esfuerzos.

### **3.4 HIPÓTESIS DE CARGA PARA APOYOS**

El cálculo mecánico de los apoyos formados por postes se limita a la verificación de su resistencia a los esfuerzos horizontales y a combinaciones de estos esfuerzos.

Las hipótesis de carga para el cálculo mecánico de los apoyos serán las que se establecen a continuación. A este respecto se hace referencia a la clasificación anterior. [3]

#### **3.4.1 Para apoyos en alineamientos rectos**

Los postes se verificarán mecánicamente para las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1ª:	Esfuerzos debidos al viento.
Hipótesis 2ª:	Esfuerzos longitudinales (a)

#### **3.4.2 Para estructuras en ángulo**

Los postes se verificarán para las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1ª:	Simultaneidad de esfuerzos transversales (debidos al viento y a cambio de dirección).
Hipótesis 2ª	Esfuerzos longitudinales (a)

En los casos en que la continuidad del servicio así lo exija, se tendrá en cuenta una tercera hipótesis: combinación de esfuerzos debidos al viento y a esfuerzos longitudinales (a). Los esfuerzos del viento se aplicarán al conductor más tensionado, suponiendo roto el conductor con el cual forma el ángulo. Se asumirá la dirección de los esfuerzos causados por el viento como la misma de los esfuerzos resultantes debido al ángulo de desviación.

#### **3.4.3 Para retenciones y terminales**

Los postes se verificarán para la siguiente hipótesis:

Hipótesis 1ª:	Esfuerzos debidos al viento.
Hipótesis 2ª:	Esfuerzos longitudinales (b).

#### **3.4.4 Para apoyos sometidos a levantamiento**

En este caso solo se considerarán estos esfuerzos sin combinarlos con esfuerzos transversales ni longitudinales.

### **3.5 CÁLCULO DE ESFUERZOS VERTICALES**

### 3.5.1 Peso de los conductores

Este se obtiene de los catálogos de fabricantes, en kilogramos por kilómetro. El peso total se calcula para el vano peso.

### 3.5.2 Peso del poste y otros elementos de la estructura

Estos se obtienen de los catálogos de proveedores y fabricantes.

### 3.5.3 Esfuerzo vertical de templetes

Estos se calculan de acuerdo con las fórmulas mencionadas en el numeral 4.1 “Cálculo de Templetes o Retenidas”

## 3.6 CÁLCULO DE ESFUERZOS HORIZONTALES

Para los cálculos respectivos se tendrán en cuenta los factores de seguridad establecidos a continuación en concordancia con el numeral 2.1.8 de la Norma para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución.

Descripción	Factor*
Postería de concreto	2.5
Estructura metálica	1.5
Cargas horizontales	1.1
Cargas verticales	1.7
Cargas de ángulo	1.5
Cables para templetes	2
Anclajes para templetes	2.5
Herrajes	3**
A la flexión para espigos	1.5

**Tabla 8.** Factores de seguridad normales. [1]

\* Los anteriores factores se aplican para condición normal. En caso de condición anormal, el factor de sobrecarga para los diferentes tipos de carga es de 1,25, excepto para cargas verticales.

\*\* Cuando la carga mínima de rotura se compruebe mediante ensayos, el factor de seguridad será 2,5.

### 3.6.1 Debidos al viento

#### 3.6.1.1 En los apoyos

La presión del viento se supone en la dirección transversal a la línea y se calcula por las siguientes fórmulas: [3]

$$P_{v_1} = 0.007xV^2 \quad (15) \quad \text{Para superficies planas.}$$

$$P_{v_1} = 0.0042xV^2 \quad (16) \quad \text{Para superficies de revolución en las que:}$$

$P_{v_1}$  = Presión del viento en Kg/m<sup>2</sup>  
 $V$  = Velocidad del viento en Km/hora.

$$\text{Carga del viento: } f_p = P_{v_1} * \text{Área.} \quad (17)$$

En postes de forma troncocónica el área es aproximadamente:

$$\text{area} = \frac{d_1 + d_2}{200} H \quad (18)$$

$d_1$  = Diámetro a nivel del terreno, en centímetros.  
 $d_2$  = Diámetro del extremo superior, en centímetros.  
 $H$  = Altura libre del poste, en metros.

$$H_1 = \frac{H}{3} * \frac{d_1 + 2d_2}{d_1 + d_2} [m] \quad (19)$$

La Altura  $H_1$ , del punto de aplicación de la carga del viento, sobre la superficie del terreno, se determina por la siguiente fórmula aproximada:

Para hallar H, tener en cuenta la profundidad de enterramiento del poste.

### 3.6.1.2 En los conductores

La carga total del viento sobre los conductores se calcula por la siguiente fórmula: [3]

$$f_v = 0.0042V^2 * A * n. \quad (20)$$

$V$  = velocidad del viento en km/hora.  
 $A$  = área del conductor =  $(dc/100) * \ell$  (m<sup>2</sup>).  
 $dc$  = diámetro del conductor, en centímetros.  
 $\ell$  = longitud del vano de viento, en metros.  
 $n$  = número de conductores iguales.

El punto de aplicación de este esfuerzo estará localizado en el amarre de los conductores.

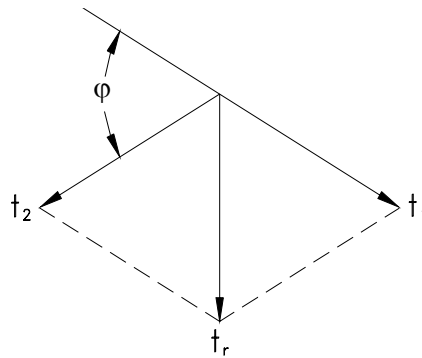
### 3.6.1.3 En otros elementos

Para la verificación de los esfuerzos en los apoyos (postes de concreto) incluidos en estas Normas, pueden despreciarse los provenientes de esfuerzos del viento en crucetas, aisladores y otros elementos secundarios de la instalación.

### 3.6.2 Debidos a tensiones desequilibradas

Previo cálculo de las tensiones en los conductores. Estas se emplearán para el cálculo de esfuerzos en los apoyos, bajo las hipótesis de esfuerzos longitudinales (a) y (b).

En apoyos para ángulos, el esfuerzo será la resultante de las tensiones en los dos conductores como se ilustra en las siguientes figuras.



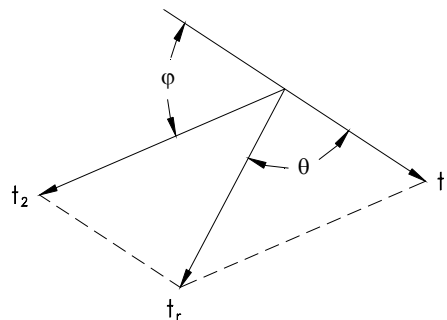
**Figura 13.** Cambio del alineamiento con tensiones iguales. [4]

En el caso de la figura anterior, en que las tensiones son iguales, la resultante tendrá la dirección de la bisectriz del ángulo inferior y un valor igual a:

$$tr = 2t \text{Sen} \frac{\varphi}{2}; \text{ para } t_1 = t_2 = t \quad [4] \quad (21)$$

Si los esfuerzos no son iguales, como en el caso de la figura 14, la resultante tiene el valor:

$$t_r = \sqrt{(t_1^2 + t_2^2 - 2t_1t_2 \text{Cos} \varphi)} \quad (22)$$



**Figura 14.** Cambio del alineamiento con tensiones desiguales. [4]

Y su dirección es la del ángulo  $\theta$ , que se determina por la siguiente expresión: [4]

$$\cos\theta = \frac{t_r^2 + t_1^2 - t_2^2}{2t_r t_1} \quad (23)$$

### 3.7 CÁLCULO DE MOMENTOS

#### 3.7.1 Momento resistente

El momento resistente de un poste es igual a: [3]

$$M_r = \frac{f_t d_1^3}{10} \quad [Kg - m] \quad (24)$$

$M_r$  = Momento resistente en kg-m

$f_t$  = Esfuerzo de trabajo permisible en kg/mm<sup>2</sup>

$d_1$  = Diámetro del poste en la sección de empotramiento

#### 3.7.2 Momentos de presión del viento

##### 3.7.2.1 En el apoyo

El momento en kg-m es: [3]

$$M_1 = P_{v1} S_1 H_1 [Kg - m] \quad (25)$$

$P_{v1}$  = Presión del viento en, kg/m<sup>2</sup>

$S_1$  = Área del apoyo sometido a la presión del viento, en m<sup>2</sup>

$H_1$  = Altura de aplicación de la carga resultante, en m

$$M_1 = P_{v1} \frac{H^2(2d_2 + d_1)}{600} [Kg - m] \quad (26)$$

Para postes troncónicos:

$P_{v1}$  = Presión del viento en, kg/m<sup>2</sup>

$H$  = Altura del poste sobre el terreno, en m

$d_2$  = Diámetro superior del poste, en cm.

$d_1$  = Diámetro del poste a nivel del suelo, en cm.

##### 3.7.2.2 En los conductores

El momento en kg-m es: [3]

$$M_2 = P_{v_1} \frac{h_1 n d_c (l_2 + l_1)}{200} [Kg - m] \quad (27)$$

$P_{v_1}$  = Presión del viento en,  $kg/m^2$

$h_1$  = Altura de aplicación de la carga de viento, en m

$n$  = Número de conductores

$d_c$  = Diámetro de los conductores, en cm.

$l_1$  y  $l_2$  = longitud de los vanos adyacentes, en m

Para conductores de diferentes diámetros y apoyos a diferente nivel, la fórmula se aplicará separadamente.

### 3.7.3 Momentos por tensión de los conductores

El momento en kg-m, es: [3]

$$M_3 = t_r h_1 [Kg - m] \quad (28)$$

$t_r$  = Tensión resultante, en kg

$h_1$  = Altura de aplicación de la tensión, en m

### 3.7.4 Factores de seguridad

Para cualquier combinación de esfuerzos, el momento total que esta produce debe ser inferior al momento resistente:  $\sum M < M_r$ .

El esfuerzo de trabajo permisible será igual a:

$$f_t = \frac{10M}{d_1^3} \quad , \quad M_r = \frac{C_r h_1}{f_s} \quad (29)$$

Atención:

$f_s = 1$ , si se toma una carga de rotura dada por el fabricante, en la que ya se ha incluido el factor de seguridad.

$f_t$  = esfuerzo permisible de trabajo en  $kg/mm^2$

$C_r$  = Carga de rotura en kg.

$f_s$  = factor de seguridad, para postes de madera será 3 a 5 y de concreto de 1,25 a 2,5.

$h_1$  = altura desde el nivel del suelo hasta el punto de aplicación de la carga, en metros.

Para postes troncocónicos:

$$f_t = \frac{10C_r h_1}{2.5d_1^3} = 4 \frac{C_r h_1}{d_1^3} \text{ kg/mm}^2 \quad (30)$$

Y el momento resistente será:

$$M_r = 4 \cdot 10^{-1} C_r \cdot h_1$$

$C_r$  = Carga de rotura en kilogramos.

$d_1$  = diámetro en centímetros, al nivel del suelo.

$h_1$  = altura desde el nivel del suelo hasta el punto de aplicación de la carga, en metros.

### 3.7.5 Curva de utilización

La curva de utilización del poste permite determinar la magnitud del ángulo de alineamiento y la longitud de los vanos que puede soportar, sin necesidad de templates.

La curva de utilización está determinada por la expresión: [3]

$$M_r = M_1 + M_2 + M_3 \quad (31)$$

$M_r$  = momento máximo permisible en el poste.

$M_1$  = momento por carga del viento en el poste.

$M_2$  = momento por carga del viento en los conductores.

$M_3$  = momento por carga debido al ángulo de deflexión de los alineamientos.

Reemplazando en la expresión anterior las fórmulas respectivas:

$$M_r = P_1 S_1 H_1 + P_{v_1} \frac{h_1 n_1 d_c (l_1 + l_2)}{200} + t_r h_1 \quad (32)$$

## 3.8 ESTRUCTURAS EN H

### 3.8.1 Generalidades

En la figura 15 se presenta el esquema de una estructura en H. Estas podrán ir o no provistas de arriostamientos y en ambos casos se comportan como estructuras estáticamente indeterminadas.

El análisis de las estructuras en H, sin riostras, se efectúa tratando cada uno de los apoyos componentes como si se tratara de apoyos sencillos. Para ello se supone que cada apoyo toma la mitad de los esfuerzos totales. El cálculo de las estructuras en H con arriostamientos requiere análisis más detallados, que se incluyen a continuación.

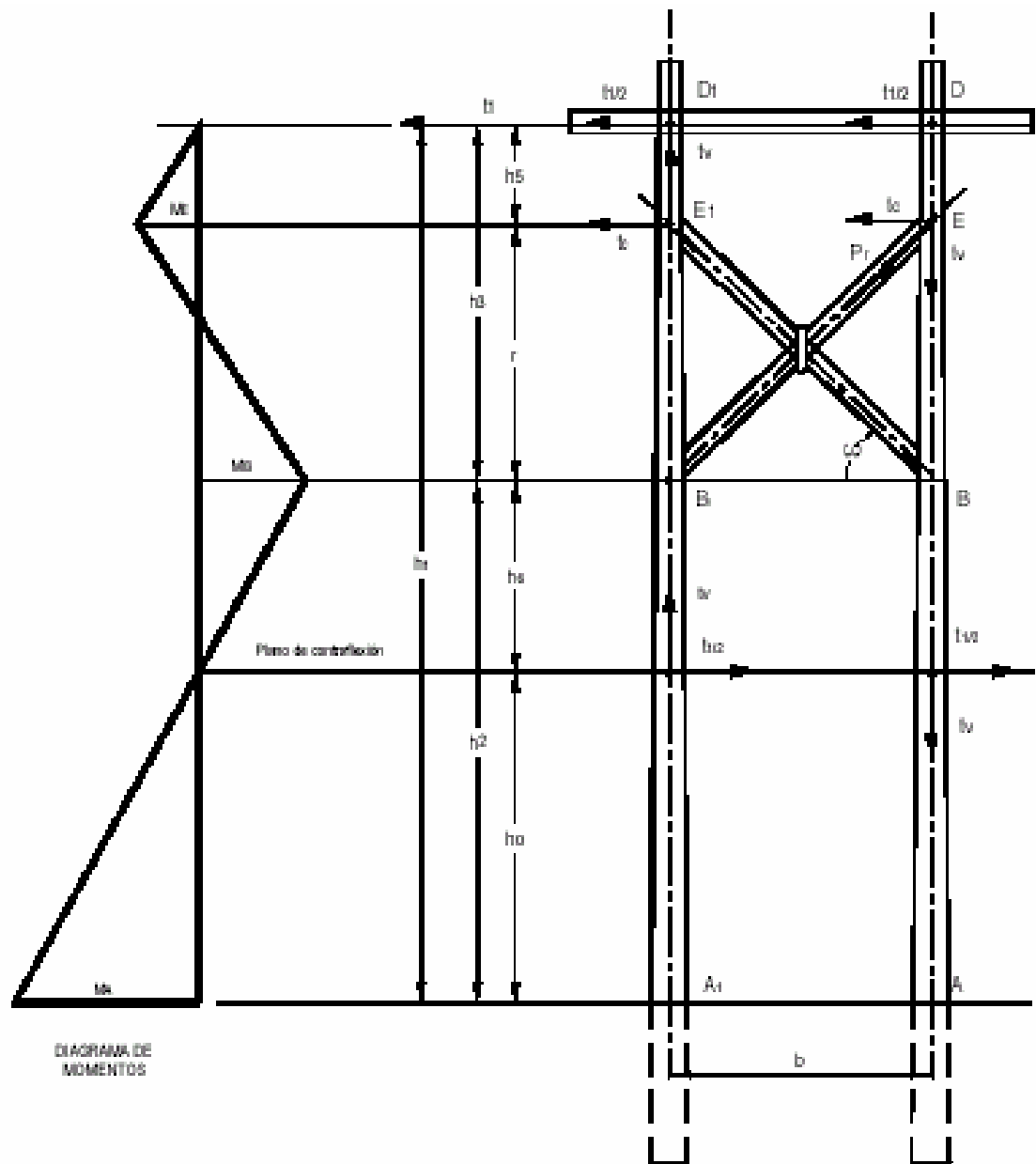


Figura 15. Estructura en H. [3]

### 3.8.2 Arriostramientos

#### 3.8.2.1 Generalidades

Los arriostramientos en X reducen las deflexiones transversales y, por lo tanto, permiten el uso de postes menos pesados o vanos más largos; aumentan la resistencia y estabilidad de la estructura y en esa forma disminuyen la necesidad de algunos templetes; reducen en las presiones laterales del suelo sobre el apoyo. [3]

Para su diseño y aplicación deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos: [3]

- La carga vertical en la punta de los apoyos debe ser inferior a la carga crítica permisible del poste sencillo, actuando como columna.
- Las fundaciones deben ser apropiadas para resistir los esfuerzos de levantamiento y de aplastamiento.
- Los postes de la estructura deben tener dimensiones y características idénticas.
- Los esfuerzos horizontales, debidos a tensiones desequilibradas en los conductores, deben mantenerse tan bajos como sea posible o, de otra manera, instalar templetes.
- El número de arriostramientos debe ser mínimo. En apoyos de longitud grande, un segundo conjunto de riostras en X puede dar lugar a esfuerzos inconvenientes de levantamiento.

### 3.8.2.2 Planos de contra flexión

Son aquellos en que no existen esfuerzos de flexión en una estructura en H y se determinan mediante el análisis gráfico de los momentos de flexión en la estructura. En estos planos se presentan esfuerzos de cizallamiento, esfuerzos de torsión y esfuerzos verticales ascendentes o descendentes. [3]

La posición del plano de contraflexión es función de la rigidez de la estructura y de su empotramiento y puede determinarse aproximadamente por la siguiente relación, según la figura 15.

$$h_0 = h_2 \frac{(3d_1 - d_2)}{(3d_1 + d_2)} \quad (33)$$

$h_0$  = Altura del plano de contraflexión, en metros.

$h_2$  = Altura en metros del punto más bajo de amarre de las riostras, en metros.

$d_2$  = Diámetro del poste, en centímetros, a la altura  $h_2$

$d_1$  = Diámetro del poste, en centímetros, a ras del suelo.

### 3.8.2.3 Momentos de flexión

Los momentos de flexión en los distintos planos de cada apoyo de la estructura son los siguientes: [3]

En A:  $= (t_1/2)h_0 +$  Momento debido al viento en el poste

En B:  $3 = (t_1/2)(h_3) +$  Momento debido al viento en el poste

$= (t_1/2)(h_2 - h_0) +$  Momento debido al viento en el poste

En E:  $= (t_1/2)(h_5) + \text{Momento debido al viento en el poste}$

En las expresiones anteriores  $t_1/2$  la resultante de la tensión aplicada en cada apoyo en el punto D.

#### 3.8.2.4 Esfuerzos verticales

El esfuerzo de levantamiento que es necesario contrarrestar es  $t_v - 1/2$  (peso de la estructura y conductores). [3]

$$t_v = \frac{t_1 h_4 + \text{Momento debido al viento}}{b} \quad (34)$$

El esfuerzo de aplastamiento es:

$$t_v + 1/2 \text{ Peso de la estructura y conductores} \quad (35)$$

#### 3.8.2.5 Esfuerzo en las riostras

$$p_r = \frac{t_v}{2 \text{Sen} W} \quad (36) \text{ En el que } W \text{ es el ángulo de la riostra con el plano horizontal. [3]}$$

Este ángulo es generalmente de  $45^\circ$ , para el cual: [3]

$$p_r = 0,707 t_v \quad (37)$$

Los miembros de las riostras pueden actuar en tensión o compresión según sea la dirección del viento.

## **4. CÁLCULO DE ESFUERZOS MECÁNICOS EN OTROS ELEMENTOS**

### **4.1 CÁLCULO DE TEMPLETES O RETENIDAS**

Los templetes se utilizan para contrarrestar las fuerzas longitudinales originadas por rotura de conductor, por tensiones desequilibradas entre vanos adyacentes, por operaciones de tendido en estructuras de retención, y las fuerzas transversales debidas al viento y al ángulo de deflexión de la línea. [3]

Los templetes deben quedar alineados con el eje de la red ó en la bisectriz del ángulo formado por la línea.

Para el cálculo de los templetes se tiene en cuenta el ángulo que forma con la vertical, o sea la distancia desde la base del poste al sitio de anclaje, la cual determina cambios en los esfuerzos del cable. Para los cálculos se parte del caso más crítico, el cual ocurre cuando la distancia entre la base del poste y el anclaje es un tercio de la altura del punto de sujeción de la retenida, equivalente a un ángulo de  $71.56^\circ$ . [3]

Su utilización queda limitada a lo dispuesto en la Norma para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución.

#### **4.1.1 Materiales**

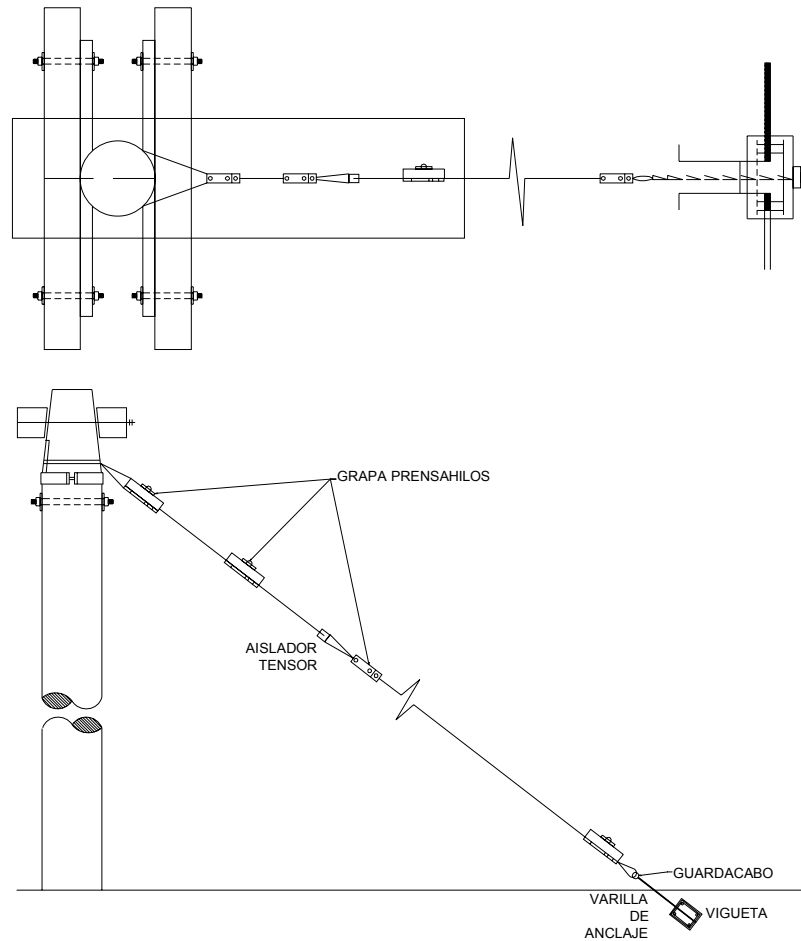
Convencionalmente los templetes o retenidas se construyen en cable de acero galvanizado grado extra alta resistencia de un diámetros de  $3/16''$ ,  $1/4''$ ,  $3/8''$  y  $7/16''$  de diámetro, y 1810 kg, 3020, 6980 y 9430 kg de carga de rotura respectivamente siendo el mas usado el de 9,5 mm ( $3/8''$ ), amarrado con grapas prensadoras de tres tornillos, rematando el cable sobrante con hilos en espiral del mismo cable (entizado), tanto en la parte superior como en la inferior, dejando sus hilos totalmente rematados. Para la unión con el ojo de la varilla de anclaje se utiliza un guardacabo, que facilita el paso y corta la curvatura pronunciada o el daño de los hilos del cable. [3]

Para los templetes que requieran varilla de anclaje, ésta se colocará en posición inclinada en la misma dirección del cable, y fijada a una vigueta de anclaje para templete (concreto de 600 mm de largo x 150 mm de lado), para la instalación de la vigueta se hará una excavación de 1 450 x 800 x 400 mm. [3]

#### **4.1.2 Tipos de retenidas**

#### 4.1.2.1 Directo a tierra

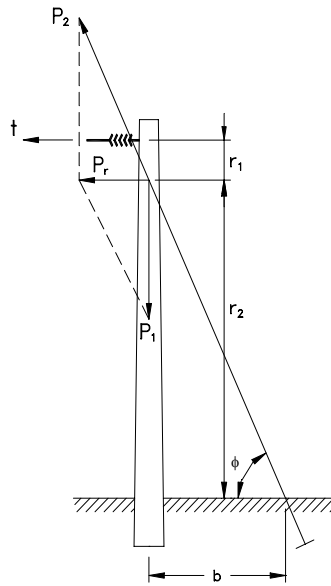
Es el templete de mayor uso en la construcción de redes, es económico y contrarresta los esfuerzos a que es sometido el poste, su uso es muy frecuente en la construcción de redes.



**Figura 16.** Templete directo a tierra. [2]

La distancia H varía según la altura del poste y el tipo de estructura (triangular, bandera, semibandera, etc.)

Para que el templete cumpla su función, la cabeza de la varilla de anclaje debe sobresalir entre 10 y 15 cm y la distancia horizontal a nivel del piso no debe ser menor de 1/3 de la altura de fijación del templete.



**Figura 17.** Esfuerzos en templete directo a tierra. [4]

Con base en el esquema de la figura anterior, las relaciones para el cálculo son las siguientes: [4]

$$p_r = t \frac{r_1 + r_2}{r_2}$$

$$p_1 = p_r \frac{r_2}{b} = t \frac{r_1 + r_2}{b} \quad (38); (39); (40)$$

$$p_2 = \sqrt{p_r^2 + p_1^2}$$

En función del ángulo  $\phi$  el esfuerzo  $p_2$  es igual a:

$$p_2 = p_r \sec \theta = p_r \sqrt{1 + \frac{r_2^2}{b^2}} \quad (41)$$

Donde :

t: tensión en los conductores

$P_2$ : tensión en el templete

$P_1$ : fuerza vertical del templete sobre el apoyo

$P_1$ : fuerza horizontal del templete sobre el apoyo en el punto de amarre

b: distancia horizontal del punto de enterramiento del poste al punto de enterramiento del templete

$r_1$ : distancia vertical de la punta del poste al punto de amarre del templete

$r_2$ : distancia vertical del pie de apoyo al punto de amarre del templete

El momento flector en la sección de amarre de la retenida es igual a:

$$M = r_1 \times t, \quad (42)$$

Lo cual indica que las retenidas deben apoyarse en el poste tan cerca del punto de aplicación de la fuerza, cuanto sea posible.

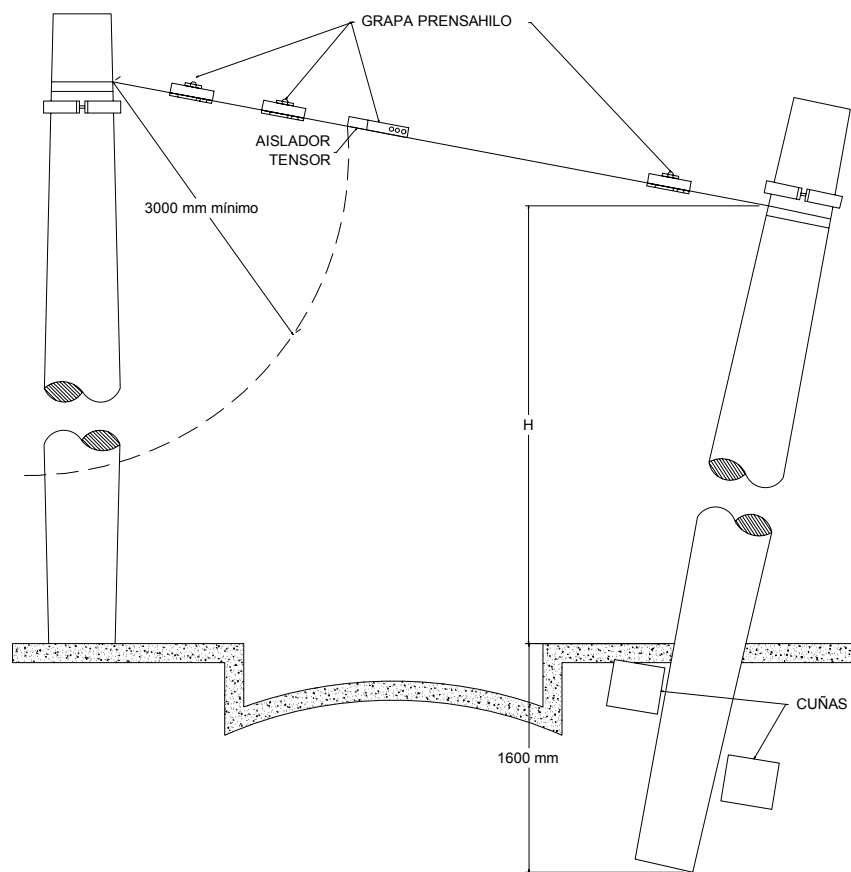
Puede observarse también que entre mayor sea  $b$ , menores serán los esfuerzos  $p_1$  y  $p_2$ .

Al diseñar la línea, se debe usar solamente un calibre de cable para retenidas; allí donde se requiera un calibre mayor se deberá utilizar un número equivalente de retenidas de calibre seleccionado.

#### 4.1.2.2 Poste a poste

Esta retención utiliza un poste auxiliar para sujetar el cable de acero y éste no puede quedar a una altura del piso menor de 5,4 m, por encima de vías carretables.

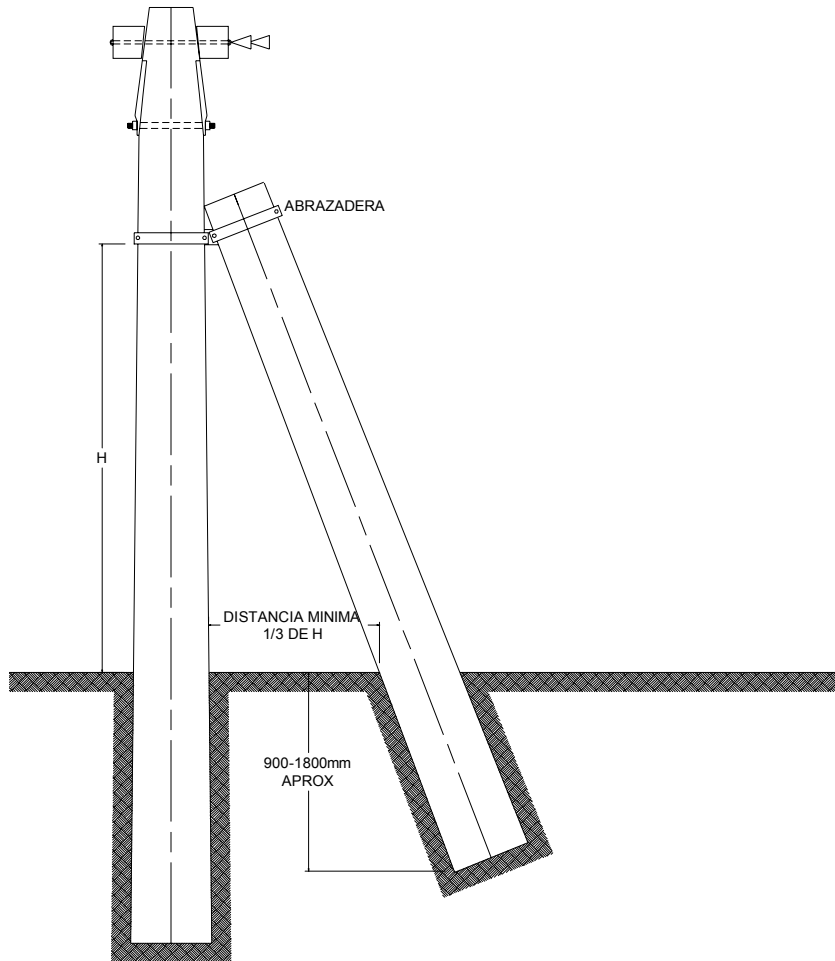
Se utiliza en cruce de vías y en finales de circuitos.



**Figura 18.** Templete poste a poste. [2]

### 4.1.2.3 Pie de amigo

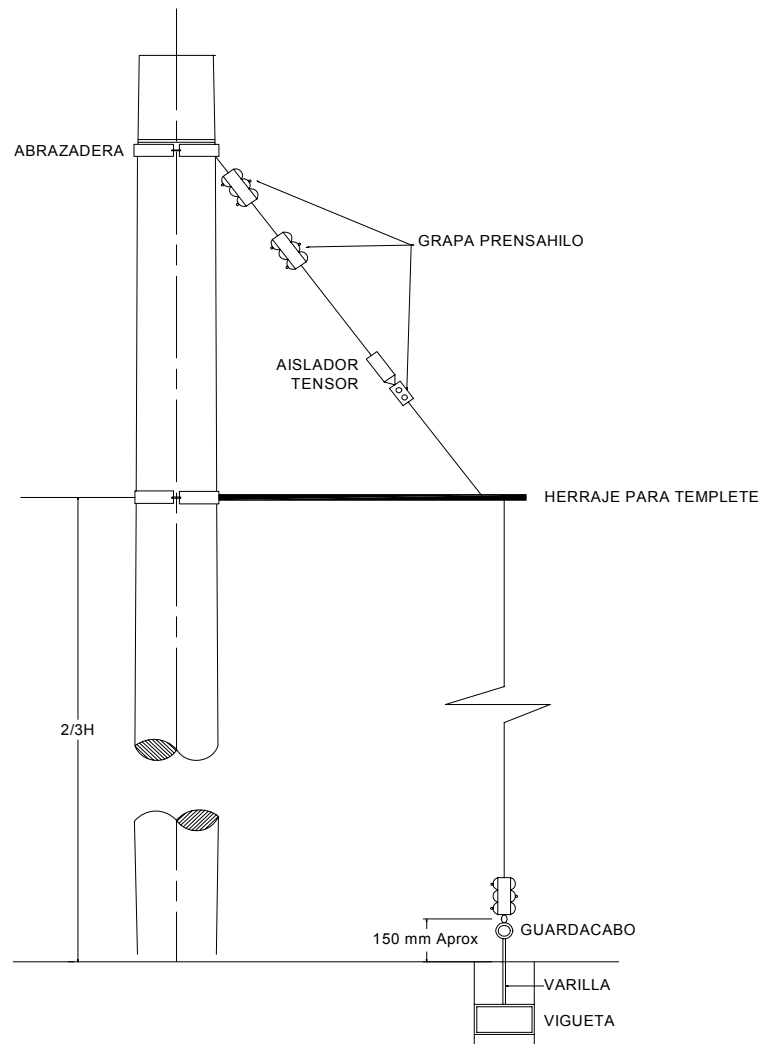
Esta retención se usa cuando el sitio no permite la instalación del templete directo a tierra, por la distancia que se avanza con el templete.



**Figura 19.** Pie de amigo. [2]

### 4.1.2.4 Cuerda de guitarra

Esta retenida es usada generalmente en redes urbanas, para lograr una distancia corta de la base del poste al punto de anclaje.



**Figura 20.** Templete cuerda de guitarra. [2]

$H =$  altura del poste – 0,2 m

#### 4.2 ANCLAJES

Los anclajes consisten generalmente en una varilla de acero de refuerzo anclada a un bloque de concreto. La varilla y el cable de acero la retenida se unen por medio de un tensor. [4]

El esfuerzo de tracción en la retenida debe ser contrarrestado por el anclaje. La tracción en la retenida se considera contrarrestada por el peso del bloque de anclaje y el del relleno sobre éste.

El volumen del relleno se considera igual al de un tronco de pirámide, cuya fórmula es la siguiente: [4]

$$V = \frac{1}{3}h(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2}) \quad (43)$$

V = volumen en metros cúbicos [m<sup>3</sup>].

h = altura del tronco de pirámide en metros [m].

A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> = áreas de las bases superior e inferior en metros cuadrados [m<sup>2</sup>].

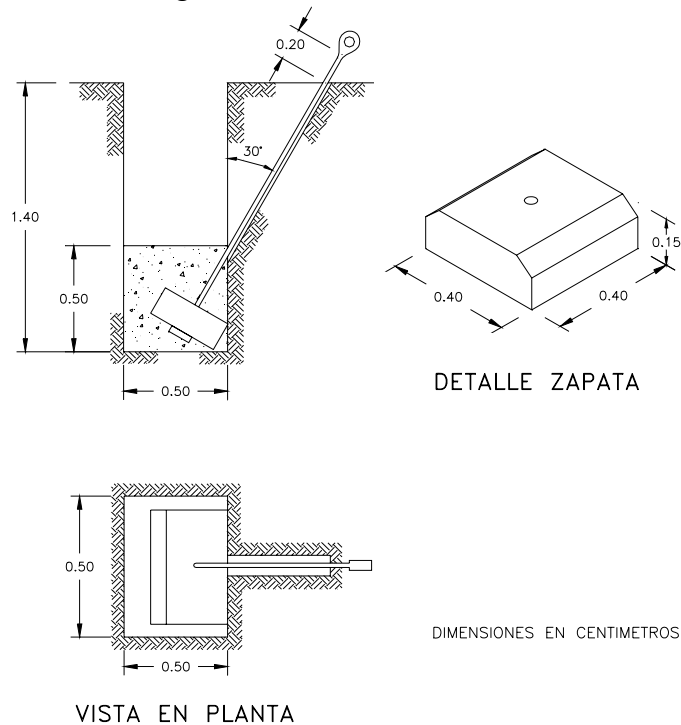
El peso del tronco de pirámide será igual al volumen por la densidad del terreno en kg/m<sup>3</sup>.

Por lo tanto:

p<sub>2</sub> = peso anclaje + V x densidad del terreno, relación con la cual puede determinarse el valor de h.

### Concretada de anclas

En terrenos inestables como es el caso de zonas inundables, áreas de cultivo y terrenos arenosos, las anclas se deben estabilizar concretándolas (concreto ciclópeo) en su base (zapata) con una franja de 50 cm desde el fondo del hueco para aumentar su área de contacto con el terreno. Ver la figura 21.



**Figura 21.** Concretada de anclajes. [4]

El concreto para el anclaje deberá tener una resistencia a los 28 días de  $210 \text{ kg/cm}^2$  (3000psi)

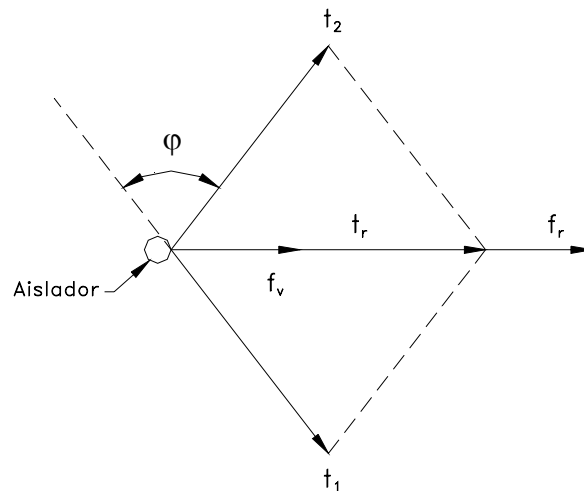
### 4.3 CÁLCULO DE MOMENTOS EN EL PORTA AISLADOR

Los espigos de aisladores se verifican para la tensión máxima del conductor, suponiendo roto el conductor del vano contiguo, en un tramo en suspensión.

En apoyos para ángulo, el espigo debe ser adecuado para soportar las resultantes de los esfuerzos horizontales en los conductores, más el esfuerzo del viento sobre éstos, en la dirección de la resultante mencionada. [4]

La función del espigo es fijar el aislador a la cruceta de la estructura. El tipo de soporte depende del aislador. Se utilizan generalmente espigos con rosca de plomo para aisladores rígidos; para aisladores tipo carrete se usan perchas y para aisladores de disco, herrajes de suspensión. [4]

Para el cálculo se supone que los esfuerzos se aplican en el extremo libre y que el espigo actúa como ménsula rígidamente empotrada. Con base en la figura 22:



**Figura 22.** Fuerza sobre un aislador y su espigo. [4]

Momento en el empotramiento  $M_5 = f_r * h$ , en que: [4]

$f_r$  = resultante de los esfuerzos horizontales.  
 $h$  = altura libre del herraje.

El esfuerzo de trabajo en el espigo está dado por la expresión: [4]

$$g = \frac{32M_5}{\pi d^3} \quad (44)$$

$g$  = esfuerzo de trabajo en  $\text{kg}/\text{mm}^2$ .

$M_5$  = momento en  $\text{kg}\cdot\text{mm}$ .

$d$  = diámetro del espigo en  $\text{mm}$ .

El esfuerzo  $g$  deberá ser inferior al permisible, dado por los fabricantes de acero.

De la ecuación anterior despejamos  $M_5$ .

La resultante de los esfuerzos horizontales corresponde a la suma de la fuerza por acción del viento en el conductor la cual depende directamente del vano viento; y la fuerza por desviación angular de la línea la cual depende del ángulo de desviación por lo que al reemplazar en la ecuación del momento en el empotramiento tenemos una ecuación cuyas variables son el vano viento y el ángulo de desviación de la línea.

Con esta ecuación una vez despejado  $M_5$  y dichas variables construimos la curva de utilización del porta aislador.

- **Aisladores de suspensión**

Una vez calculadas las distancias en los aisladores de suspensión, la oscilación de los aisladores de suspensión depende de las condiciones de tensión del conductor, la presión del viento y las cargas verticales. [4]

En el caso de apoyos para ángulos de deflexión de alineamientos, el valor máximo del ángulo de deflexión está gobernado por las distancias mínimas normalizadas entre el conductor y la estructura. [4]

El ángulo de oscilación ( $\beta$ ) de los conductores se expresa por la fórmula: [4]

$$\beta = \tan^{-1} \frac{\text{carga transversal}}{\text{carga vertical}} \quad (45)$$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{tr + fv}{Pc + Pa/2}$$

$\beta$  = ángulo de la cadena de aisladores con la vertical.

$Tr$  = esfuerzo resultante debido al cambio de alineamientos.

$fv$  = esfuerzo del viento en el conductor.

$Pc$  = peso del conductor en el vano gravitante

$Pa$  = peso de la cadena de aisladores

El ángulo de balanceo de los aisladores y por lo tanto las distancias mínimas a la estructura se puede controlar por los siguientes medios. [4]

- Instalación de pesos adicionales en la cadena de suspensión
- Extensión de la cadena de aisladores, por medio de brazos o ménsulas, para aumentar su distancia a la estructura.
- Aumento en las distancias de colocación de los aisladores, utilizando crucetas de mayor longitud.
- Diseño con tensiones menores.
- Uso de estructuras de mayor altura para tratar de contrarrestar el vano viento con el vano gravitante.
- Uso de estructuras de retención.

La selección de los medios anteriores debe basarse en un análisis técnico- económico de las alternativas, de acuerdo con las condiciones de cada proyecto.

#### 4.4 CÁLCULO MECÁNICO DE CRUCETAS

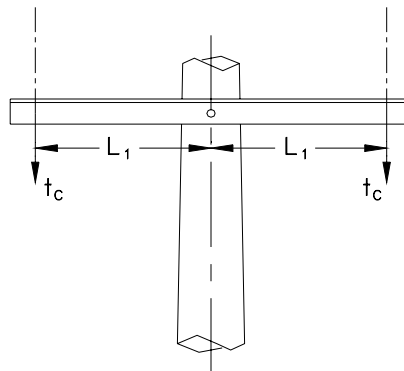
Las crucetas podrán ser metálicas o de madera y para su cálculo se consideran empotradas en el punto o puntos de amarre del apoyo. Sobre las crucetas actúa el peso de los aisladores, herrajes y conductores en los apoyos de suspensión. En estructuras de retención y terminales actúa además la tensión en los conductores.

A continuación se describe el cálculo mecánico en crucetas metálicas. [4]

Las vigas al someterse a la acción de fuerzas externas, sufren deformaciones por acción de los momentos flectores, estas deformaciones pueden ser a tracción o a compresión de las fibras que conforman la viga.

En la figura, el momento flector es:

$$M_V = t_C \times L_1 \text{ Kg} - m \quad (46)$$



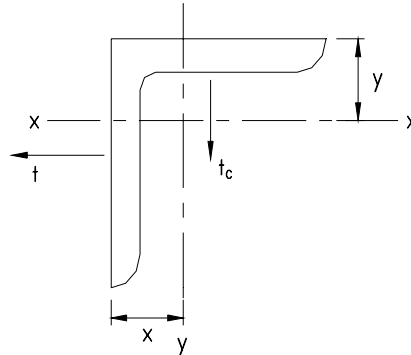
**Figura 23.** Fuerza sobre una cruceta para suspensión. [4]

Sin embargo en el cálculo debe incluirse tanto el momento debido a fuerzas horizontales como verticales por lo que en la siguiente figura, se ilustra una cruceta sujeta a esfuerzos verticales y horizontales, cuyas relaciones son las siguientes: [4]

$$M_v = t_c \times L_1 \text{ Kg} - m$$

$$M_h = t \times L_1 \text{ Kg} - m \quad (47); (48); (49)$$

$$M_4 = M_v \times M_h \text{ Kg} - m$$



**Figura 24.** Detalle de esfuerzos sobre cruceta. [4]

$L_1$  es la distancia del punto de aplicación de la fuerza al punto de amarre de la cruceta.

Existe un límite máximo de esfuerzo admisible, de tal manera que al deformarse las fibras de la viga, por acción de las fuerzas externas, estas fibras vuelven a su condición inicial, comúnmente llamada zona elástica; al superar el límite de esfuerzo máximo, la viga sufre deformación permanente y si el momento flector es muy alto causar la ruptura de la viga. El esfuerzo máximo se calcula con la siguiente ecuación: [4]

$$gt = \frac{M_4 Y}{I} \quad (50)$$

Donde:

gt: Esfuerzo máximo de trabajo a la tracción o compresión en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ , este debe compararse con el valor admisible que suministre el fabricante para el acero estructural

$M_4$ : Momento flector máximo

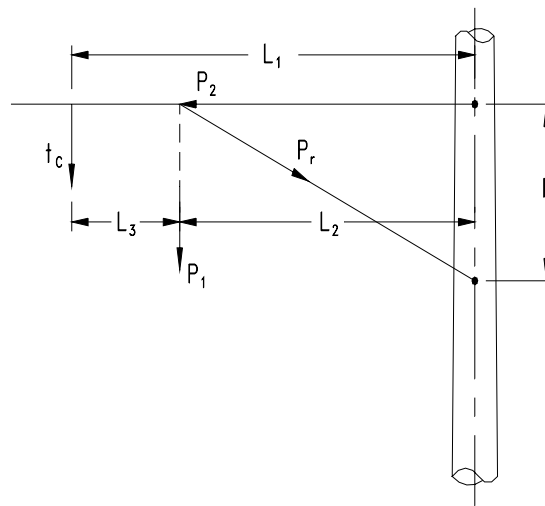
Y: Distancia desde el eje neutro que pasa por el centro de gravedad de la sección o perfil de la viga a la fibra más alejada, cm.

I: Momento de inercia de la sección o perfil, respecto a un eje que pasa por su centro de gravedad, en  $\text{cm}^4$

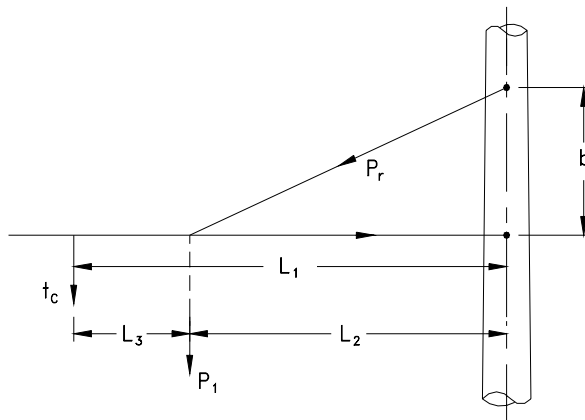
Bajo ninguna condición el esfuerzo máximo de trabajo debe ser mayor al máximo admisible. Al no cumplirse esta condición se seleccionan elementos que refuerzan la cruceta, si no es suficiente se debe utilizar doble cruceta en cuyo caso los esfuerzos deberán considerarse iguales a la mitad de los esfuerzos totales, en cada cruceta. [4]

Para el análisis mecánico de la cruceta, previamente se soluciona estáticamente (hallar todas las fuerzas de reacción) a continuación se dibujan los diagramas de esfuerzo cortante y momento flector, con este ultimo se determina el momento flector máximo de la cruceta.

Generalmente las crucetas se refuerzan con tornapuntas o tirantes, como se ilustra en las figuras 25 y 26.



**Figura 25.** Fuerzas sobre tornapuntas. [4]



**Figura 26.** Fuerzas sobre tirantes. [4]

El cálculo de estos elementos se basa en las siguientes fórmulas:

$$t_{c_1} = t_c \frac{L_1}{L_2} \quad (51)$$

$$pr_1 = t_{c_1} \frac{L_2}{b} = t_c \frac{L_1}{b} \quad (52)$$

$$pr = \sqrt{t_{c_1}^2 + pr_1^2} = t_c \frac{L_1}{L_2 b} \sqrt{L_2^2 + b^2} \quad (53)$$

## **5. NORMA DE CONSTRUCCIÓN**

### **5.1 UNIDADES CONSTRUCTIVAS**

Una característica en las redes de distribución es que pueden conformarse por unidades de montaje repetitivas. La implementación de estas unidades hace que la elaboración de un proyecto sea más ágil, lo que traduce en ahorro de tiempo y dinero cuando se multiplica cada unidad por el número a utilizar dentro del respectivo proyecto. Además al tratar cada unidad de manera independiente puede optimizarse cambiando o reduciendo el tipo de material y mano de obra, haciendo un estudio previo de todas las condiciones de diseño que rijan para cada unidad.

Las unidades constructivas son conjuntos de materiales normalizados que constituyen estructuras básicas que armadas de manera coherente posibilitan la construcción, en este caso, de redes de distribución.

Cada unidad constructiva incluye la disposición preestablecida y la cantidad de materiales que la constituyen.

#### **5.1.1 Unidades constructivas para los apoyos en redes de media tensión**

Para el desarrollo de esta norma se elaboraron unidades constructivas básicas que constituyen las posibles configuraciones de conductores en redes de media tensión a 34,5 kV y 13,2 kV; estas pueden disponerse a conveniencia del proyectista según su criterio en los diferentes arreglos de estructuras, en cada caso particular.

Para obtener las unidades constructivas partimos de la clasificación que tienen los apoyos según la disposición de los conductores (horizontal, triangular, bandera, semibandera, vertical) y el tipo de estructura (alineación, ángulo, retención, suspensión, terminal).

##### **5.1.1.1 Codificación**

La nomenclatura utilizada para identificar estas unidades esta de acuerdo con la relación usada para la normalización de apoyos y forman una metodología lógica para la fácil identificación e interpretación de estos.

La nomenclatura que se utiliza para la identificación de las unidades constructivas es de fácil comprensión ya que usa la primer letra del tipo de disposición y la primer letra del

tipo de estructura, tomando como excepciones la disposición semibandera, que por su primer letra “S” que la identificaría pudiera confundirse con la estructura en suspensión y la estructura terminal, cuya letra “T” se puede confundir con la disposición triangular. De esta manera la tabla 9 muestra el código (letra) que corresponde a cada disposición y tipo de apoyo.

<b>DISPOSICIÓN</b>	<b>CÓDIGO</b>
Horizontal	<b>H</b>
Bandera	<b>B</b>
Semibandera	<b>M</b>
Triangular	<b>T</b>
Vertical	<b>V</b>
<b>TIPO DE APOYO</b>	
Paso o alineación	<b>P</b>
Angulo	<b>A</b>
Retención	<b>R</b>
Suspensión	<b>S</b>
Terminal	<b>F</b>

**Tabla 9.** Codificación estructuras

Partiendo de la combinación práctica que pueda surgir entre disposiciones y tipos de apoyos encontramos las siguientes unidades constructivas con su respectivo código.

La tabla 10 muestra todas las unidades constructivas usadas en lo que a redes aéreas en media tensión corresponde y el respectivo código que la identifica.

<b>UNIDAD CONSTRUCTIVA</b>	<b>CÓDIGO</b>
Horizontal-Paso	<b>HP</b>
Horizontal-Angulo	<b>HA</b>
Horizontal-Retención	<b>HR</b>
Horizontal-Terminal	<b>HF</b>
Bandera-Paso	<b>BP</b>
Bandera-Angulo	<b>BA</b>
Bandera-Retención	<b>BR</b>
Bandera-Terminal	<b>BT</b>
Semibandera-Paso	<b>MP</b>
Semibandera-Angulo	<b>MA</b>
Semibandera-Retención	<b>MR</b>
Semibandera-Terminal	<b>MF</b>
Triangular-Paso	<b>TP</b>
Triangular-Angulo	<b>TA</b>
Triangular-Retención	<b>TR</b>
Triangular-Terminal	<b>TF</b>
Vertical-Suspensión	<b>VS</b>
Vertical-Retención	<b>VR</b>

**Tabla 10.** Codificación de conjuntos básicos

Cada unidad constructiva tiene su correspondiente plano en donde se muestra de manera detallada la disposición de los materiales y la cantidad de estos. Estas unidades constructivas pueden ser usadas en los niveles de tensión de 13,2 kV y 34,5 kV teniendo como prevención las distancias verticales y el nivel de aislamiento que se debe tener a cada nivel de tensión.

### **5.1.3 Unidades constructivas para redes de baja tensión (440/220/127 V; 208/120 V)**

Para el caso de redes de baja tensión la codificación es mas sencilla ya que siempre tendremos una disposición vertical del circuito, lo que varia es la cantidad de conductores de la red y por ende la cantidad de puestos de la percha.

Como siempre tendremos configuración vertical de conductores hay necesidad de discriminar dentro del código esta disposición, además por el numero que identifica el nivel de tensión ya sabremos que se trata de red en baja tensión, por lo que solo queda por codificar el numero de puestos de la percha según sea el caso.

Entonces para este caso en el lugar donde se coloca la letra que determina la disposición se colocará uno de los siguientes códigos que indican la cantidad de puestos de la percha.

CÓDIGO	PUESTOS POR PERCHA
1P	1
2P	2
3P	3
4P	4
5P	5

**Tabla 11.** Codificación de conjuntos en baja tensión

Por ejemplo una estructura que tiene un circuito trifásico de media tensión 13,2 kV en la parte superior de un poste de 12 m, 1050 Kg. de rotura disposición semibandera de conductores para alineación y en la parte inferior un circuito de baja tensión trifásico tetrafilar tendrá el siguiente código: “**2MP-12/1050-14P**”

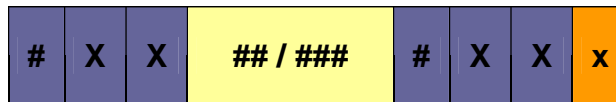
## 5.2 METODOLOGÍA DE CODIFICACIÓN DE APOYOS

La codificación de apoyos que se propone tiene como base la simbolización utilizada por las empresas ElectroCosta y ElectriCaribe, aunque con sufijos y significados muy diferentes, conserva la estructura del código.

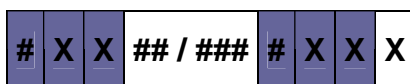
La estructura propuesta junto con los significados de cada parte del código se resume a continuación:

### ESTRUCTURA DEL CÓDIGO

La estructura del código se compone de cuatro partes básicas:



**Primera y Tercera Parte:**



La primera y tercera parte son iguales, describen e identifican los circuitos montados en el apoyo de acuerdo al nivel de tensión, la configuración de conductores y el tipo de estructura.

Estas partes se componen de un número en la primera casilla seguido de dos letras del alfabeto. La primera parte describe al circuito de mayor nivel de tensión mientras la tercera parte describe el circuito de menor nivel de tensión, en caso de ser una estructura doble circuito. Para las estructuras de circuito sencillo la tercera parte se elimina.

El número indica el nivel de tensión del circuito; se utilizará los siguientes números para los diferentes niveles de tensión, de acuerdo con la clasificación del ministerio de minas y energía y en concordancia con la resolución 070-98 de la CREG:

Numero	Nivel de Tensión
1	208/120 V
2	13,2 kV
3	34,5 kV

**Tabla 12.** Niveles de Tensión

Las dos letras que suceden al número describen la disposición de los conductores y el tipo de estructura y se codifican de acuerdo con la nomenclatura dada en las unidades constructivas correspondientes a la disposición y tipo de apoyo dada en el numeral 5.2.2.1. Es así como por ejemplo una estructura de 34,5 kV circuito sencillo en disposición triangular para ángulo, tendrá como código en la primera parte la sigla: “**3TA**”

### Segunda Parte

X	X	## / ###	#	X	X	x
---	---	----------	---	---	---	---

La segunda parte del código se compone de de dos números divididos por una barra y básicamente describe las características del poste usado en la apoyo. El primer número puede ser de uno o dos dígitos y corresponde a la altura del apoyo (8, 9, 10, 12, 14) m. el segundo número indica la carga de rotura del mismo (510, 750, 1050, etc.) Kg.

Para el ejemplo anterior si montamos el circuito sencillo en disposición triangular para ángulo en un poste de 12 m. y 750 Kg. de cara de rotura, la primera y segunda parte del código que identifica esta estructura será: “**3TA-12/750**”

### Cuarta parte

X	X	## / ###	#	X	X	x
---	---	----------	---	---	---	---

La cuarta parte del código esta compuesta por una letra o un conjunto de letras en mayúscula que indican configuraciones especiales de materiales de la estructura de apoyo tales como si lleva cable de guarda, si es en poste doble, si lleva riostras, etc.

Las posibles configuraciones especiales de materiales que puede llevar una estructura y la respectiva letra que la identifica en el código se relacionan en la siguiente tabla.

<b>Configuración especial</b>	<b>Letra del Código</b>
Cable de Guarda	G
Poste Doble	H
Riostras	R
Templete	T

**Tabla 13.** Codificación de configuraciones especiales

Una misma estructura de apoyo puede tener más de una configuración especial montada, por ejemplo una estructura a 34,5 kV disposición triangular para ángulo en poste de 12 m 750 Kg. de rotura puede llevar templete y cable de guarda por lo que se identificara con el código “**3TA-12/750-GT**”

## 6. CÁLCULO TIPO

Para la selección de las estructuras adecuadas en cada tramo de la línea se realizan los cálculos respectivos sujetos al tipo de estructura adecuado y a las condiciones físicas presentes en el trazado de la línea. A continuación se presenta un ejemplo que puede servir de guía para el cálculo de apoyos de alineación, ángulo, retención y terminal ya que incluye hipótesis presentes en cada uno de los cálculos necesarios para la evaluación de las diferentes estructuras según su función.

### 6.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Para el desarrollo del ejemplo planteamos las siguientes condiciones de manera arbitraria, con el fin de dejar a criterio del diseñador de la línea las condiciones particulares para cada caso.

- Hipótesis de condición diaria  
Velocidad del viento: 0 Km/h  
Temperatura: ambiente = 30°C  
Tensión máxima: 20% de la carga de rotura
- Hipótesis de condición extrema  
Velocidad del viento: 80 Km/h  
Temperatura: ambiente mínima = 15°C  
Tensión máxima: 50% de la carga de rotura
- Hipótesis de condición de flecha extrema  
Velocidad del viento: 0 Km/h  
Temperatura: máxima conductor = 75°C

#### ***Datos Conductor ACSR***

Calibre 2 AWG		
Diámetro .....	8.026	[mm]
Sección Transversal .....	39.226	[mm <sup>2</sup> ]
Peso Unitario .....	0.1359	[Kg/m]
Tensión de Rotura .....	1265.5	[Kg]
Nº de hilos de Acero .....	1	
Nº de hilos de Aluminio .....	6	

### ***Factores de Seguridad***

Factor de Seguridad mínimo	.....	2
Factor de Seguridad a Condición Diaria	.....	5
Factor de Seguridad Apoyos (concreto)	.....	2.5
Factor de Seguridad Cargas Horizontales	.....	1.7
Factor de Seguridad Cargas de Angulo	.....	1.5

### ***Datos del Apoyo – Configuración TP***

Longitud del Poste	.....	12 m
Longitud de Empotramiento	.....	1.8 m
Carga de Rotura	.....	510 Kg.
Altura de Conductores Superiores	.....	9.9 m
Altura de Conductores Inferiores	.....	9.1 m

### ***Otros Parámetros de Diseño***

Tensión Eléctrica de la Línea	44 kV
Vano Regulador	30 m

## **6.2 PESO APARENTE Y FACTOR DE SOBRECARGA**

Obtenemos el peso aparente y el factor de sobrecarga para las diferentes condiciones de acuerdo a las siguientes formulas:

$$P_v = 0.0042 * V_v * D_c \quad [1]$$

$$P' = \sqrt{P^2 + P_v^2} \quad [2]$$

$$m = \frac{P'}{P} \quad [3], \text{ en donde}$$

P<sub>v</sub>: Presión del Viento

V<sub>v</sub>: Velocidad del Viento

P': Peso Aparente

D<sub>c</sub>: Diámetro del Conductor (en metros)

m: Factor de Sobrecarga

Para la *condición 1* (Velocidad del viento máxima)

$$P_{v1} = 0.0042 * 80^2 * 8.026 * .001$$

$$P_{v1} = 0.2157 \text{ Kg/m}$$

$$P'1 = \sqrt{0.1359^2 + 0.2157^2}$$

$$P'1 = 0.2550 \text{ Kg / m}$$

$$m1 = \frac{0.2550}{0.1359}$$

$$m1 = 1.8762$$

Para la *condición 2* (Condición Diaria)

$$Pv2 = 0 \text{ Kg/m}$$

$$P'2 = 0.1359 \text{ Kg/m}$$

$$m2 = 1$$

Para la *condición 3* (máxima temperatura conductor)

$$Pv3 = 0 \text{ Kg/m}$$

$$P'3 = 0.1359 \text{ Kg/m}$$

$$m3 = 1$$

### 6.3 CÁLCULO DE TENSIONES

Para el cálculo de los momentos resultantes sobre el apoyo es imprescindible el cálculo de las tensiones presentes en el amarre de los conductores.

Tomando arbitrariamente la hipótesis de Velocidad del Viento Máxima como dominante y aplicando la ecuación de Cambio de Estado, tenemos:

$$t_2^3 + t_2^2 \left[ \alpha(\theta_2 - \theta_1)E + \frac{a^2 w^2 m_1^2 E}{24 t_1^2} - t_1 \right] = \frac{a^2 w^2 m_2^2 E}{24}, \text{ en donde}$$

a: Vano regulador

w: Peso físico, por unidad de longitud y área [Kg/m/mm<sup>2</sup>]

$\alpha$  : Coeficiente de dilatación Lineal [1/°C]

E: Modulo de Young [Kg/mm<sup>2</sup>]

t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>: Tensión inicial, y final. [Kg/mm<sup>2</sup>]

Suponemos esfuerzo máximo presente en la condición de velocidad del viento máxima.

$$t_r = \frac{T_r}{S_c} = \frac{1265.5}{39.226} = 32.2618 \text{ Kg/mm}^2$$

$$t_{\max} = \frac{t_r}{f_{s \min}} = \frac{32.2618}{2} = 16.1309 \text{ Kg/mm}^2$$

Reemplazamos en la Ecuación de Cambio de Estado los siguientes valores y obtenemos:

$$\begin{aligned} t_1 = t_{\max} &= 16.1309 \text{ Kg/mm}^2 & t_2 &= ? \\ m_1 &= 1.8762 & m_2 &= 1 \\ \theta_1 &= 15^0 C & \theta_2 &= 30^0 C \end{aligned}$$

$$w = \frac{P_{es}}{S_c} = \frac{0.1359 \text{ Kg/m}}{39.226 \text{ mm}^2} = 0.0035 \text{ Kg/m/mm}^2$$

$$t_2^3 + t_2^2 \left[ (1.78 * 10^{-5})(30 - 15)(8400) + \frac{(30)^2(0.0035)^2(1.8762)^2(8400)}{24(16.1309)^2} - (16.1309) \right] = \frac{(30)^2(0.0035)^2(1)^2(8400)}{24}$$

Despejando el valor de  $t_2$ ,

$t_2 = 13.8566 \text{ Kg/mm}^2$ , comprobamos con la nueva tensión para condición diaria el factor de seguridad para esta condición.

Si cumple con el factor de seguridad proseguimos con los cálculos de manera iterativa con las demás condiciones; sino replanteamos la situación y asumimos la condición diaria como la dominante.

$$f_{s \text{ condicion diaria}} = \frac{32.2618}{13.8566} = 2.3283 < f_{s \text{ diaria}} = 5$$

De acuerdo al enunciado anterior replanteamos,

$$t_{\max} = \frac{t_r}{f_{s \text{ diaria}}} = \frac{32.2618}{5} = 6.4524 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\begin{aligned} t_1 = t_{\max} &= 6.4524 \text{ Kg/mm}^2 & t_2 &= ? \\ m_1 &= 1 & m_2 &= 1.8762 \\ \theta_1 &= 30^0 C & \theta_2 &= 15^0 C \end{aligned}$$

$$t_2^3 + t_2^2 \left[ (1.78 * 10^{-5})(15 - 30)(8400) + \frac{(30)^2(0.0035)^2(1)^2(8400)}{24(6.4524)^2} - (6.4524) \right] = \frac{(30)^2(0.0035)^2(1.8762)^2(8400)}{24}$$

Despejando el valor de  $t_2$ ,

$t_2 = 8.7771 \text{ Kg/mm}^2$ , comprobamos con la nueva tensión para velocidad del viento máxima el factor de seguridad para esta condición.

$$f_s = \frac{32.2618}{8.7771} = 3.6757 > f_{s \text{ min}} = 2$$

Los valores obtenidos anteriormente cumplen con los factores de seguridad establecidos por lo tanto proseguimos a evaluar la tercera hipótesis (temperatura del conductor máxima).

Para ello establecemos las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} t_1 = t_{\text{max}} &= 6.4524 \text{ Kg/mm}^2 & t_2 = t_3 &= ? \\ m_1 &= 1 & m_2 = m_3 &= 1 \\ \theta_1 &= 30^\circ \text{ C} & \theta_2 = \theta_3 &= 75^\circ \text{ C} \end{aligned}$$

$$t_2^3 + t_2^2 \left[ (1.78 \cdot 10^{-5})(75 - 30)(8400) + \frac{(30)^2(0.0035)^2(1)^2(8400)}{24(6.4524)^2} - (6.4524) \right] = \frac{(30)^2(0.0035)^2(1)^2(8400)}{24}$$

Despejando el valor de  $t_2$ ,

$t_2 = 1.4447 \text{ Kg/mm}^2$ , comprobamos con la nueva tensión para temperatura del conductor máxima el factor de seguridad para esta condición.

$$f_s = \frac{32.2618}{1.4447} = 22.3313 > f_{s \text{ min}} = 2$$

Los valores obtenidos anteriormente cumplen con los factores de seguridad establecidos por lo tanto podemos decir que las tensiones resultantes de aplicar la ecuación de cambio de estado son las siguientes:

Para condición diaria	6.4524 [Kg/mm <sup>2</sup> ]
Para Velocidad del Viento máxima	8.7771 [Kg/mm <sup>2</sup> ]
Para Temperatura del conductor máxima	1.4447 [Kg/mm <sup>2</sup> ]

## 6.4 FLECHA MÁXIMA

Una vez obtenidas las diferentes tensiones procedemos a calcular la flecha máxima la cual se presenta a temperatura del conductor máxima.

El cálculo de la flecha máxima nos determinara la distancia a la cual están alejados los conductores más bajos de las diferentes configuraciones al terreno, con el fin de verificar las distancias mínimas de seguridad.

$$H = \frac{t_3}{m_3 * w} = \frac{1.447}{1 * 0.0035} = 416.9938$$

$$h = hCosh(a/2h)$$

$h = hCosh(30/2h)$ , despejamos la ecuación implícita de la cual obtenemos el valor de

$$h = 416.7238$$

El valor de la flecha para la condición de máxima temperatura del conductor es,

$$f = H - h$$

$$f = 416.9938 - 416.7238$$

$$f = 0.2699 \quad m$$

Una vez establecidas las tensiones presentes en las diferentes condiciones de trabajo mecánico y la flecha máxima, procedemos a calcular la curva de utilización y corroborar la distancia mínima entre conductores de la configuración analizada **TP**.

## 6.5 CÁLCULO DE ESFUERZOS

Debido a que la configuración escogida es de ángulo y paso, debemos realizar los cálculos para la hipótesis 1ª según el numeral 3.4.2 de la presente norma.

### 6.5.1 Esfuerzos debidos al viento

#### 6.5.1.1 En los apoyos

Para un poste de forma tronconica y teniendo en cuenta que es una superficie en revolución, realizamos los siguientes cálculos de acuerdo al numeral 3.6.1.1.

$$P_{v1} = 0.0042 * (80)^2$$

$$Area = \frac{d_1 + d_2}{200} H = \frac{14 + 29.3}{200} (10.2) \quad \text{área del poste en forma tronconica}$$

$$Area = 2.2083 \quad m^2$$

$$H1 = \frac{H}{3} * \frac{d1 + 2d2}{d1 + d2}$$

$$H1 = \frac{10.2}{3} * \frac{29.3 + 2 * 14}{29.3 + 14} = 4.49 \quad [m] \quad \text{altura de aplicación de la fuerza del viento}$$

$$fv = P_{v1} * 2.2083 * fs_{horizontal}$$

$$fv = 0.0042 * (80)^2 * 2.2083 * 1.7 = 100.969 Kg$$

### 6.5.1.2 En los conductores

La carga total del viento en los conductores se calcula de acuerdo al numeral 3.6.1.2 de la presente norma.

$$f_{vc} = 0.0042 * (80)^2 * A * n * fs_{horizontal} * vano$$

Para los conductores superiores

$$f_{vc\ superiores} = 0.0042 * 80^2 * 8.026 * .001 * 1 * 1.7 * vano$$

$$f_{vc\ superiores} = 0.3668 * vano$$

Para los conductores inferiores

$$f_{vc\ inferiores} = 0.0042 * 80^2 * 8.026 * .001 * 2 * 1.7 * vano$$

$$f_{vc\ inferiores} = 0.7335 * vano$$

### 6.5.2 Esfuerzos resultantes de ángulo

Suponiendo tensiones equilibradas, realizamos los cálculos de acuerdo al numeral 3.6.2 de la presente norma.

De los cálculos anteriores se obtuvo una tensión de 8.7771 Kg/mm<sup>2</sup>, la cual suponemos igual en los vanos adyacentes al apoyo.

$$T = 8.7771 * Sc$$

$$T = 8.7771 * 39.226$$

$$T = 344.29 Kg$$

El valor de T es el correspondiente a la tensión en kilogramos existente en el punto de amarre de los conductores.

$$T_{resul\ tante} = 2 * T * Sen(\alpha / 2) * fs_{angulo}$$

$$T_{resul\ tante} = 1032 * Sen(\alpha / 2)$$

Donde  $\alpha$  es el ángulo de desviación de la línea.

## 6.6 CÁLCULO DE MOMENTOS

En el cálculo de momentos resultantes es necesario conocer la fuerza existente y su altura de aplicación respecto al eje.

### 6.6.1 Momentos debidos al viento

Estos son los producidos debido a la acción del viento en los diferentes elementos que conforman la configuración TP.

#### 6.6.1.1 En el Apoyo

La altura de aplicación  $h_1$  de la fuerza del viento se cálculo anteriormente de acuerdo al numeral 3.6.1.1.

$$M_{va} = f_v * h_1$$

$$M_{va} = 100.969 * 4.49$$

$$M_{va} = 453.35 \text{ Kg} * m$$

#### 6.6.1.2 En los conductores

Es el momento resultante por las diferentes fuerzas ejercidas por los conductores sobre el apoyo.

En los conductores superiores

Según la configuración utilizada la altura del conductor superior sobre el terreno es de 9.9 metros.

$$M_{vc\ superiores} = f_{vc\ superiores} * h_{c\ superiores} = 0.3668 * vano * h_{c\ superiores}$$

$$M_{vc\ superiores} = 0.3668 * 9.9 * vano$$

$$M_{vc\ superiores} = 3.63 * vano$$

En los conductores inferiores

Según la configuración utilizada la altura del conductor superior sobre el terreno es de 9.1 metros.

$$M_{vc\ inferiores} = f_{vc\ inferiores} * h_{c\ inferiores} = 0.7335 * vano * h_{c\ inferiores}$$

$$M_{vc\ inferiores} = 0.7335 * vano * 9.1$$

$$M_{vc\ inferiores} = 6.675 \text{ Kg} * m$$

$$M_{vc} = M_{vc\text{superiores}} + M_{vc\text{inferiores}}$$

### 6.6.2 Momentos por cambio de dirección en la línea

En los conductores superiores

Según la configuración utilizada la altura del conductor superior sobre el terreno es de 9.9 metros.

$$M_{asuperiores} = T_{\text{resultante}} * h_{c\text{superiores}} * n = 1032 * \text{Sen}(\alpha / 2) * h_{c\text{superiores}} * n$$

$$M_{asuperiores} = 1032 * \text{Sen}(\alpha / 2) * 9.9 * 1$$

$$M_{asuperiores} = 10216.8 * \text{Sen}(\alpha / 2)$$

En los conductores inferiores

Según la configuración utilizada la altura del conductor superior sobre el terreno es de 9.1 metros.

$$M_{ainferiores} = T_{\text{resultante}} * h_{c\text{superiores}} * n = 1032 * \text{Sen}(\alpha / 2) * h_{c\text{superiores}} * n$$

$$M_{ainferiores} = 1032 * \text{Sen}(\alpha / 2) * 9.9 * 2$$

$$M_{ainferiores} = 20433.6 * \text{Sen}(\alpha / 2)$$

### 6.6.3 Momento Resistente

La suma total de los momentos existentes en el apoyo debe ser menor que el momento resistente del apoyo, de lo contrario habría que utilizar un apoyo con un mayor momento resistente o utilizar templetas para equilibrar las cargas en el apoyo.

Para postes tronconicos el momento resistente se calcula de acuerdo al numeral 3.7.1 y 3.7.4, para el apoyo seleccionado el momento resistente es igual a:

$$M_r = \frac{Cr * H}{fs_{\text{poste}}} = \frac{510 * 10.2}{2.5}$$

$$M_r = 2080.8 \text{ Kg} * m ,$$

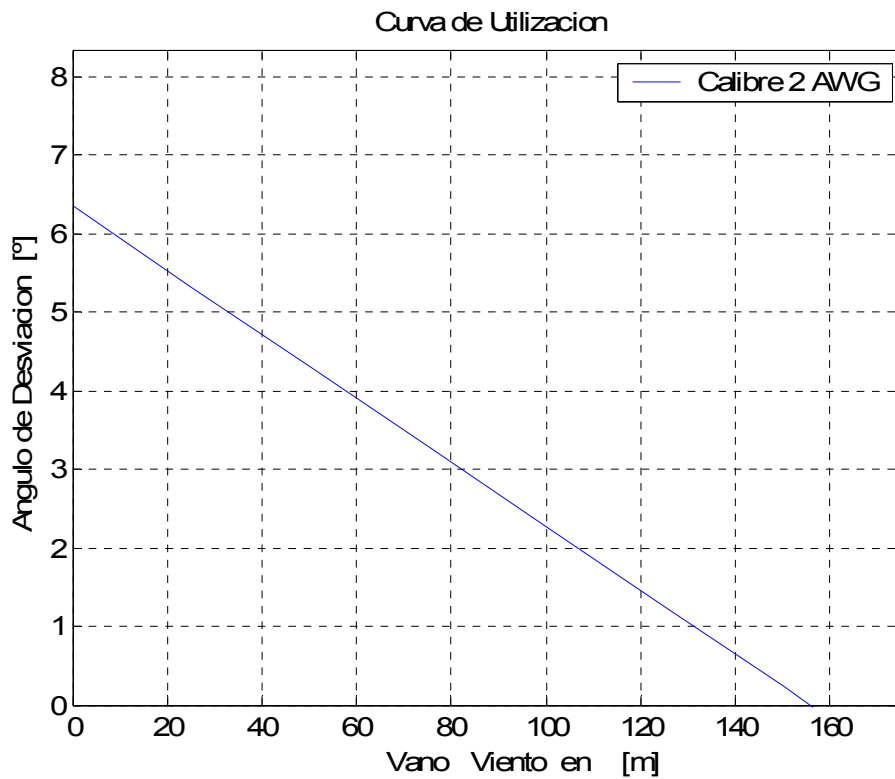
luego de calcular el momento resistente del apoyo se resuelve la siguiente inecuación con el fin de hallar el vano máximo y el ángulo máximo permisibles por la configuración **TP**.

$$M_r \geq M_{vp} + M_{vc} + M_a$$

El ángulo máximo es 6.3455°

El vano máximo es 155.87 metros

Como resultado se obtiene la siguiente curva.



**Figura 27.** Curva de Utilización - Configuración TP (Poste 12 m Cr=510 Kg)

## 6.7 COMPROBACIÓN DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Después de realizar la curva de utilización con la tensión eléctrica de la línea y la flecha máxima se verifica las distancias de seguridad entre conductores, entre el terreno y el conductor mas bajo.

De acuerdo al numeral 3.1 la distancia mínima entre conductores esta dada por la formula.

$$e_{\min} = k\sqrt{F_{\max} + L_{cad}} + A$$

En donde para nuestro caso en particular,

$$e_{\min} = 0.7 * \sqrt{0.2699 + 0} + 44 / 150$$

$$e_{\min} = 0.6571 \text{ metros}$$

La cual es una distancia menor a la establecida en la configuración de 0.9 metros.

La distancia mínima al terreno establecida por la norma es de 6 metros, la dada por la configuración **TP** bajo los parámetros establecidos es igual a:

$$H_{\text{terreno}} = h_{\text{inferior}} - f_{\text{maxima}}$$

$$H_{\text{terreno}} = 9.1 - 0.2699$$

$$H_{\text{terreno}} = 8.83 \text{ metros}$$

Por lo tanto la configuración **TP** cumple con las mínimas condiciones de seguridad establecidas por la norma.

***\* Todos los datos calculados fueron obtenidos de manera exacta al utilizar un algoritmo en Matlab.***

## CONCLUSIONES

- Se cumplió con los objetivos propuestos descritos en el plan de proyecto al iniciar este trabajo, dando como resultado la elaboración de la presente propuesta de norma de construcción que complementa la actual norma de cálculo y diseño.
- El presente proyecto de norma de construcción es una herramienta para técnicos, tecnólogos, ingenieros y estudiantes que se desempeñan en el área eléctrica, ya que en él se establecen las condiciones y requerimientos que se deben aplicar al construir líneas y redes eléctricas de distribución de energía.
- La herramienta multimedia desarrollada como complemento a la presente propuesta de norma es un instrumento útil en la propagación y entendimiento de los conceptos establecidos en la construcción de redes eléctricas en sistemas de distribución en media y baja tensión.
- A partir del método de cálculo planteado en esta propuesta de norma y conociendo las diferentes condiciones en la zona de construcción del proyecto eléctrico se puede realizar la escogencia de las estructuras adecuadas para el buen funcionamiento del sistema desde el punto de vista técnico, teniendo presentes el factor ambiental y económico.
- A partir de los cálculos realizados y el estudio de las diferentes estructuras de apoyo de líneas se logró establecer una clasificación entre estructuras usadas en zonas rurales y urbanas, también diferenciar el uso de cada una de ellas e identificar la aplicación específica de cada apoyo.

## RECOMENDACIONES

- Este proyecto de normalización de estructuras usadas en construcción de redes eléctricas hace parte de un proceso normativo que viene adelantando la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.; es un documento de trabajo para que en conjunto con la empresa se empiece a trabajar en el futuro inmediato en la realización de un documento final que concilie las pretensiones de la electrificadora en concordancia con las normas nacionales y con el apoyo de la comunidad interesada.
- Se propone una metodología de codificación de apoyos usados en sistemas de distribución de energía eléctrica lo que finalmente compone la normalización de los códigos que identifican las estructuras que se estudiaron. En el futuro esta codificación de estructuras debe ser estudiada por la electrificadora ya que finalmente son los ingenieros de la empresa quienes estarán o no de acuerdo con adoptar este código, partir de éste para uno nuevo o crear uno nuevo acorde a las necesidades de la empresa.
- Realizar un análisis con un mayor grado de profundización sobre los modos de puestas a tierra en redes de distribución en media y baja tensión, debido a las bondades y deficiencias de los métodos actualmente aplicados.
- Actualizar la herramienta multimedia complemento de la presente norma según se vayan realizando actualizaciones de la misma o la Empresa Electrificadora de Santander S. A. E.S.P. crea conveniente incluir algún cambio.
- A partir de este proyecto de norma de construcción de líneas y redes de distribución se puede elaborar otros proyectos de grado como normas de construcción de redes subterráneas, norma de construcción de instalaciones domiciliarias e industriales y una norma general de materiales utilizados en construcciones eléctricas, para de esta manera finalizar el proceso de normalización con la realización de una norma de cálculo, diseño y construcción de redes de distribución e instalaciones eléctricas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] EMPRESA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER, Norma para cálculo y diseño de sistemas de distribución. Bucaramanga 2005.
- [2] CODENSA S.A. E.S.P. Normas de construcción redes aéreas de distribución. Bogota, 2001
- [3] INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN Y PROMOCIÓN DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS. Criterios de diseño y normas para construcción de sistemas de distribución niveles I y II en las zonas no interconectadas – ZNI – del país. Bogota, 2002.
- [4] EMPRESA DE ENERGÍA DEL PACIFICO S.A. E.S.P. Criterios de diseño para redes de distribución aérea. Cali, 1999.
- [5] INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Normas para el diseño y construcción de sistemas de subtransmisión y distribución. Bogota, 1971.
- [6] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. Código Nacional de Electricidad, Tomo IV. Lima, 1978.
- [7] CHECA, Luis María. Líneas de transporte de energía. 3 ed. Bogota: Marcombo, 2000.
- [8] ZOPETTI JÚDEZ, Gaudencio. Redes eléctricas de alta y baja tensión; para conducir y distribuir le energía eléctrica; su disposición, construcción y cálculo, tramitación de proyectos. 3 ed. Barcelona, Es.: Gustavo Gili, 1972.
- [9] PARRA MANTILLA, Jorge. Diseños de las redes de alta y baja tensión para la vereda San Miguel, municipio de Piedecuesta. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Biblioteca, 1993.
- [10] CABALLERO VARGAS, Leonardo y CORREA URIBE, Carlos. Diseño de las redes de media y baja tensión para los municipios de Surata y Betulia. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Biblioteca, 1995.
- [11] <http://endrino.cnice.mecd.es/>. Pagina dedicada a la educación por Internet del ministerio de educación y ciencia de España.

[12] [www.ing.unlp.edu.ar/sispot/](http://www.ing.unlp.edu.ar/sispot/). Pagina de la universidad nacional de la plata, facultad de ingeniería.

[13] [www.gobernaciondesantander.gov.co](http://www.gobernaciondesantander.gov.co)

## **ESTRUCUTRAS NORMALIZADAS**

Con la normalización de apoyos de líneas se busca disminuir costos de diseño y construcción mediante la unificación de criterios, la planeación, la estandarización de procedimientos técnicos y la sistematización de costos.

La elaboración de esta norma de construcción tiene como finalidad brindar una herramienta de apoyo útil a los ingenieros proyectistas en sus diseños, al encontrar en ella una descripción detallada de todas y cada una de las configuraciones posibles de los apoyos de líneas aéreas urbanas y rurales para los niveles de tensión 208/120 V, 13,2 kV y 34,5 kV; de esta manera se podrá disminuir costos de diseño y construcción con la unificación de criterios, la estandarización de procedimientos, la sistematización de costos.

Las estructuras normalizadas en este proyecto son tomadas de las normas ICEL [3] para zonas no interconectadas, publicadas en el 2002 y de las normas de construcción de redes aéreas de distribución de CODENSA [2] publicadas en 2001.

El mapa de posibles estructuras usadas en redes de distribución se adjunta en el organigrama del anexo 1 el cual contiene la clasificación propuesta de la cual se partió para iniciar el proceso de normalización de apoyos y estandarización de códigos de identificación. No todas las estructuras que están dentro del mapa de normas se incluyen en la normalización ya que todas no son de uso frecuente o en el caso de los circuitos dobles que se pueden formar a partir de las normalizadas.

Se clasifican en urbanas y rurales; las primeras utilizan poste sencillo lo cual disminuye el área de servidumbre, además son usadas para vanos cortos que no exigen poste doble. Las estructuras usadas en zonas rurales se montan sobre poste doble para dar mayor rigidez mecánica y obtener vanos más largos, asimismo que no hay limitaciones económicas por el área de servidumbre.

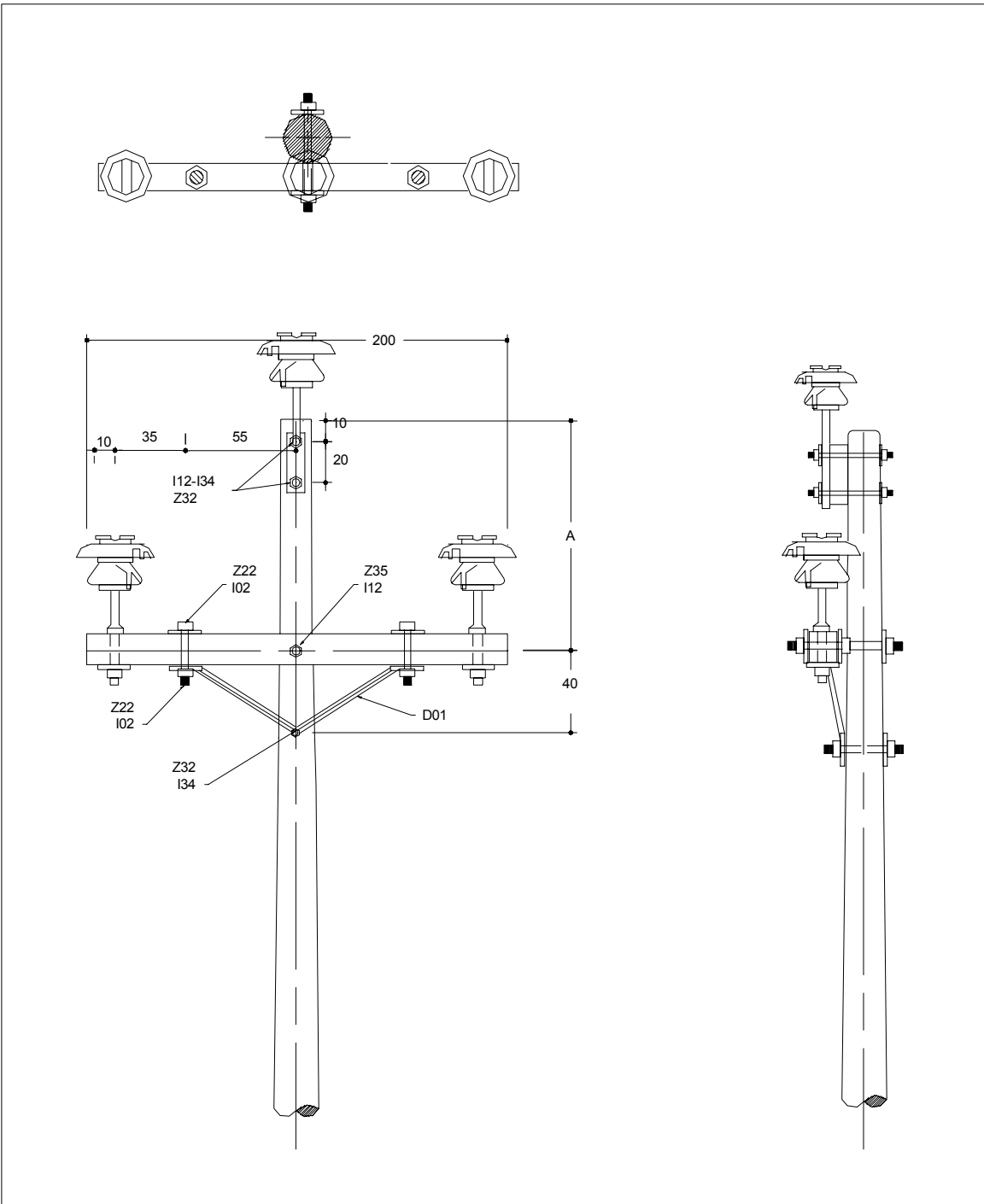
Las estructuras usadas en zonas urbanas se subdividen en verticales, triangulares, horizontales, bandera y semibandera, estas dos últimas usadas preferiblemente para evitar acercamientos a edificaciones, las verticales se usan cuando el ángulo de desviación de la línea sobrepasa los 30°.

Las estructuras usadas en zonas rurales se subdividen en horizontales y triangulares, el uso de cada una de estas se hace de acuerdo a los requerimientos de vano, distancia mínima al terreno, distancia entre conductores y ángulo de desviación propios de cada caso.

A continuación se muestran las estructuras normalizadas junto con las curvas de utilización y el inventario de materiales que las constituyen.

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**ESTRUCTURAS EN DISPOSICIÓN TRIANGULAR DE CONDUCTORES**



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: TP

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR DE PASO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-17	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm.
D-01	1	Diagonal en "V" para cruceta de madera. (38*38*5)mm Largo (1100*340)mm
S-01	1	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	2	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
E-21	1	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1".
E-22		Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1 3/8"
A-11	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	3	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-35	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
I-02	2	Arandela redonda. 35mm
I-12	5	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	5	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-21	1	Diagonal en "V" en ángulo galvanizado para cruceta metálica de (38*38*5)mm longitud 1100mm
E-11	2	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
E-21	1	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1".
E-22		Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1 3/8"
A-11	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-14	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 51mm.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-33	2	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

TP

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

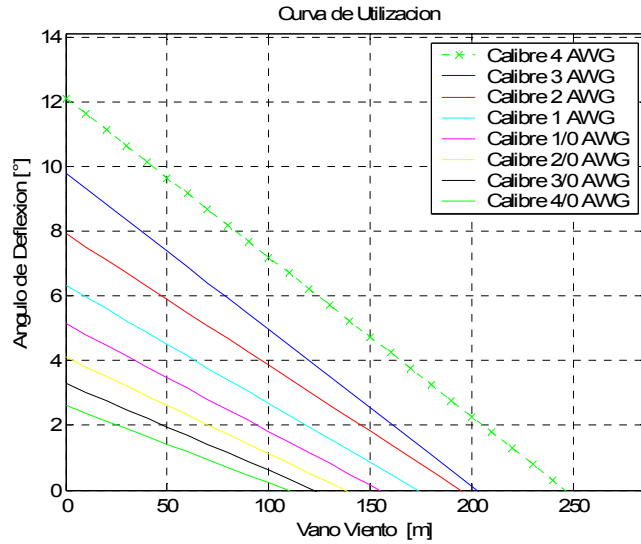
CONJUNTO:

Configuración Triangular de paso o alineación

**TP (A=110 cm)**

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

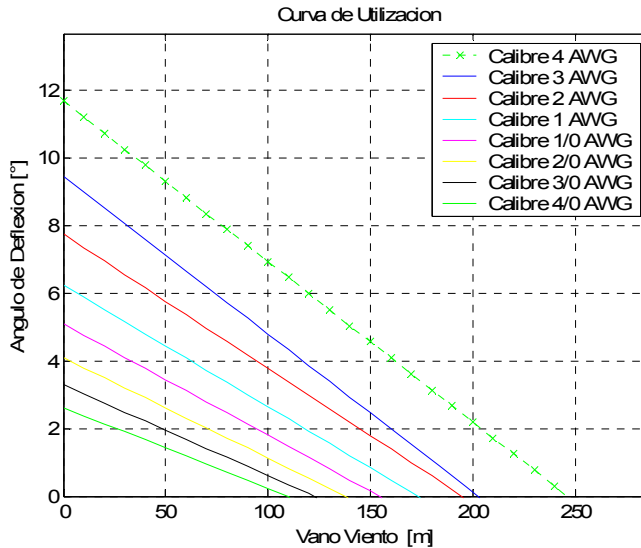
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.6427 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



**TP (A=110 cm)**

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

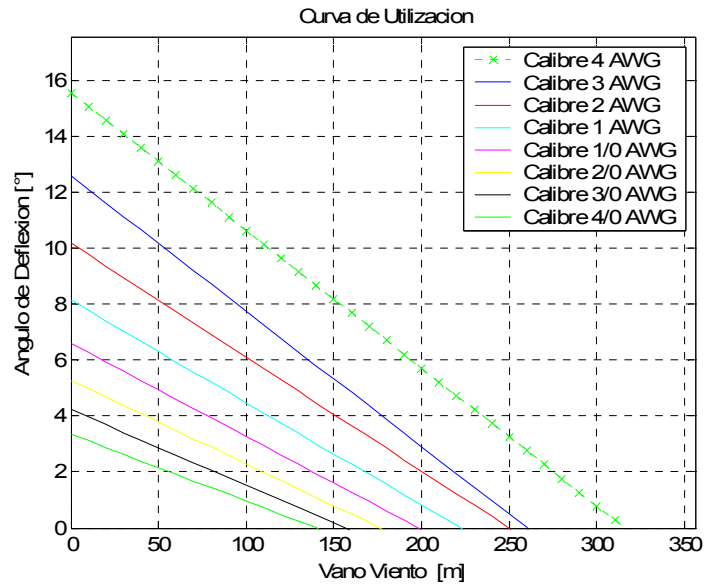
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.8442 metros



**TP (A=110 cm)**

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.6427 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros

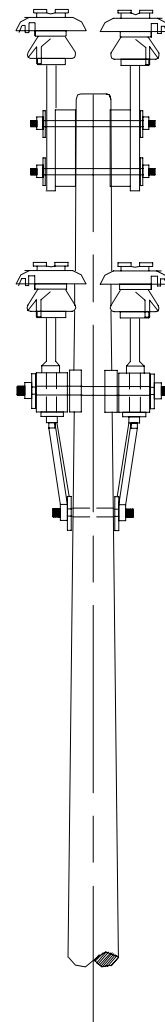
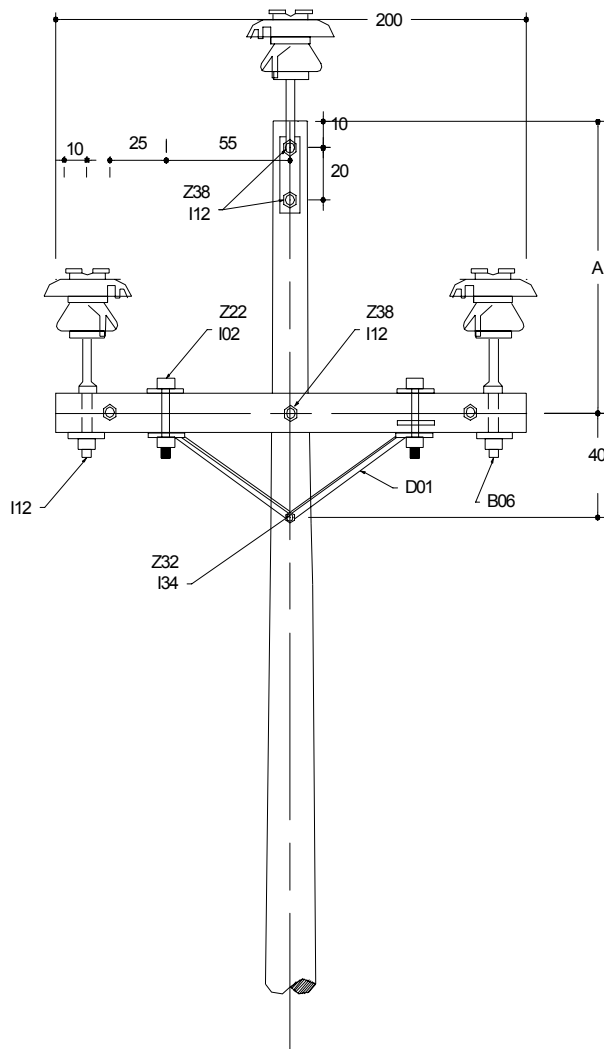
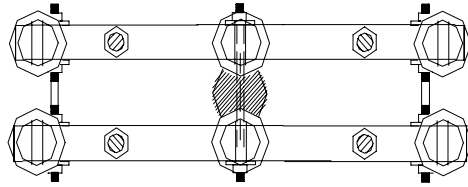


**TP (A=110 cm)**

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.8442 metros





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **TA**

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR EN ÁNGULO

## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-17	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm.
D-01	2	Diagonal en "V" para cruceta de madera. (38*38*5)mm Largo (1100*340)mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	4	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
E-21	2	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1".
E-22		Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1 3/8"
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-22	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-38	3	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 458mm.
B-06	2	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 508mm
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	10	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	3	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-21	2	Diagonal en "V" en ángulo galvanizado para cruceta metálica de (38*38*5)mm longitud 1100mm
E-11	4	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
E-21	2	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1".
E-22		Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1 3/8"
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-14	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 51mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-34	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 254mm.
Z-38	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 458mm.
B-02	2	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm Largo 305 mm
I-33	4	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	12	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

TA

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

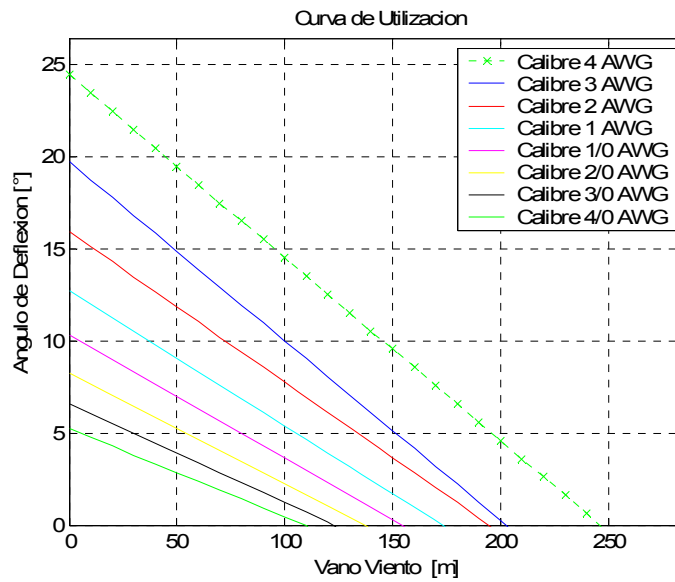
CONJUNTO:

Configuración Triangular para ángulos

**TA (A=110 cm)**

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

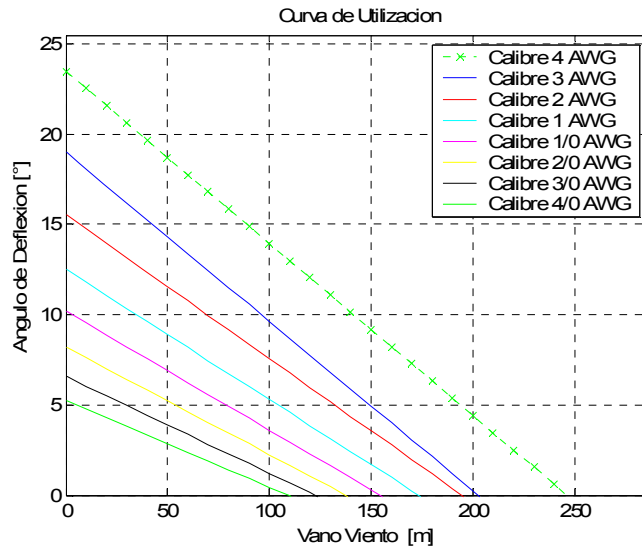
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.6427 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



**TA (A=110 cm)**

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

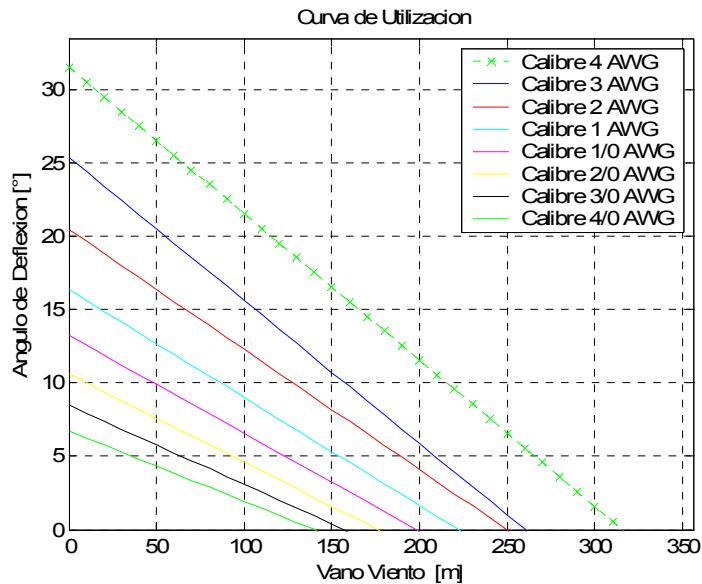
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.8442 metros



TA (A=110 cm)

Tensión Eléctrica 44 kV  
 Vano Regulador 30 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.6427 metros  
 La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



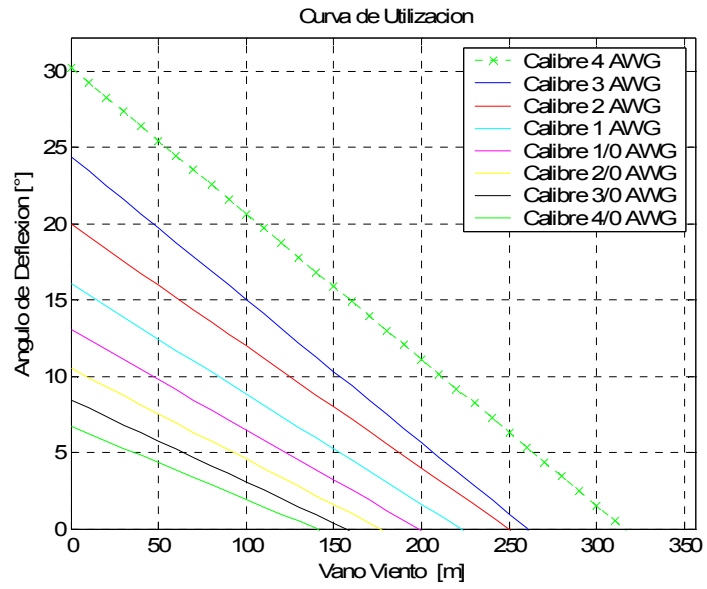
TA (A=110 cm)

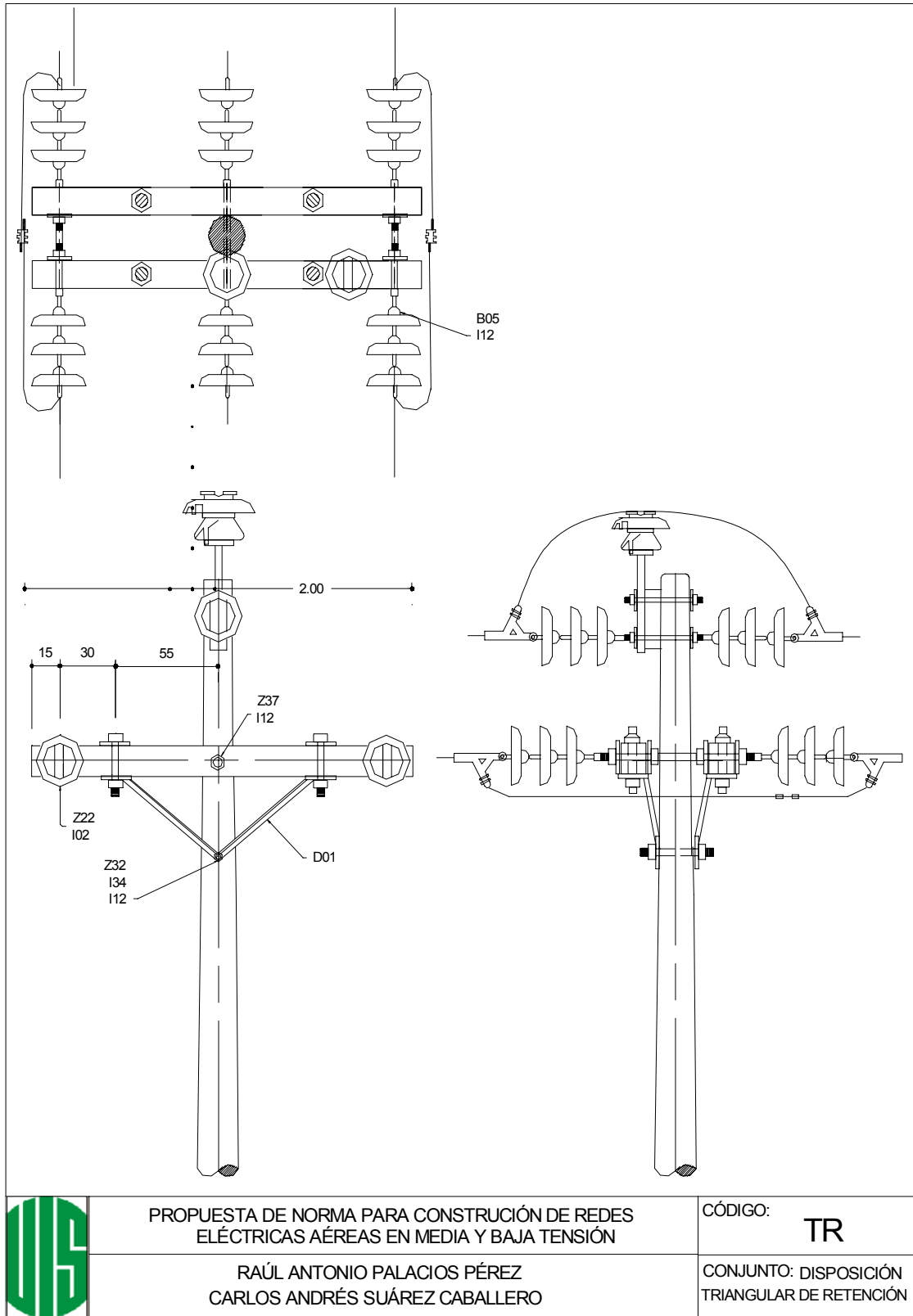
Tensión Eléctrica 44 kV  
 Vano Regulador 60 metros  
 Longitud del Poste 12 metros

Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros

La distancia mínima entre conductores dada por la configuration es 0.8442 metros







## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-16	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm.
D-01	2	Diagonal en "V" para cruceta de madera. (38*38*5)mm Largo (1100*340)mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-21	1	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1".
E-22	1	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1 3/8"
A-11	1	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13	1	Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
A-01	12	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 4 - 2/0. 3000Kgf.
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos perno. Dimensiones 70*45*45mm
Z-22	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-05	2	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 458mm
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	13	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	3	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
F-04	1	Perno de ojo. Dos tuercas. Diametro 16mm. Largo 254mm
J-12	5	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm
D-21	2	Diagonal en "V" en ángulo galvanizado para cruceta metálica de (38*38*5)mm longitud 1100mm
E-21	1	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1".
E-22	1	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1 3/8"
A-11	1	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13	1	Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
A-01	12	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 4 - 2/0. 3000Kgf.
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-14	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 51mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	2	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm. Largo 254 mm
I-02	4	Arandela redonda 35mm
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De( 51*17)mm para perno de 16mm
I-33	4	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	9	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	5	Tuerca de ojo alargado de 5/8"
F-02	4	Perno de ojo. Dos tuercas. Diametro 16mm. Largo 152mm
F-04	1	Perno de ojo. Dos tuercas. Diametro 16mm. Largo 254mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

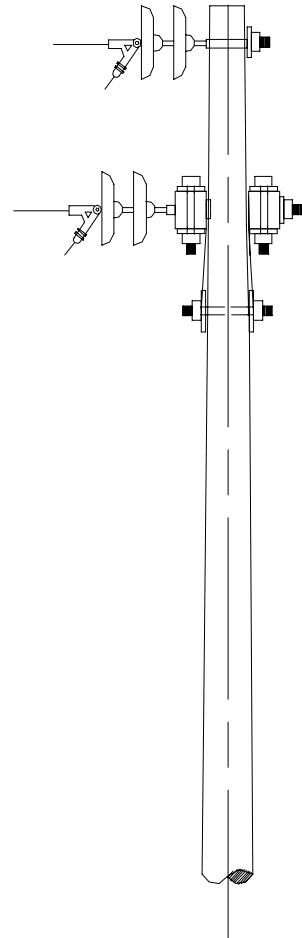
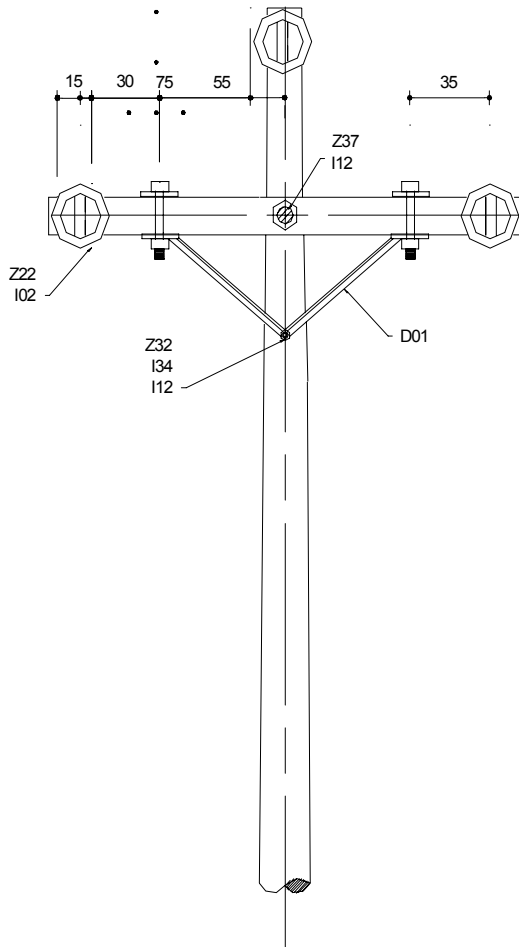
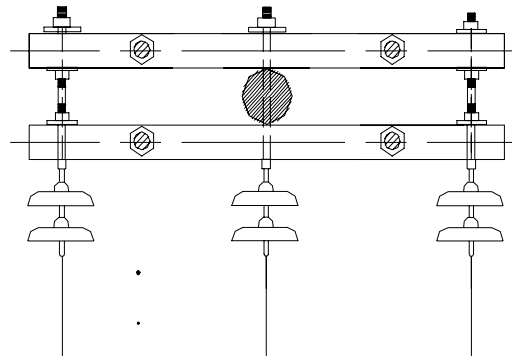
TR

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Triangular para  
retención





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: TF

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR TERMINAL



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-16	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm.
D-01	2	Diagonal en "V" para cruceta de madera. (38*38*5)mm Largo (1100*340)mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	6	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	3	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 4 - 2/0. 3000Kgf.
Z-22	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-39	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 508mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 458mm
I-02	2	Arandela redonda. 35mm
I-12	1	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	3	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm
D-21	2	Diagonal en "V" en ángulo galvanizado para cruceta metálica de (38*38*5)mm longitud 1100mm
A-01	6	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-11	3	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-13	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm. Largo 254 mm
I-33	2	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	14	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	3	Tuerca de ojo alargado de 5/8"



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

TF

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

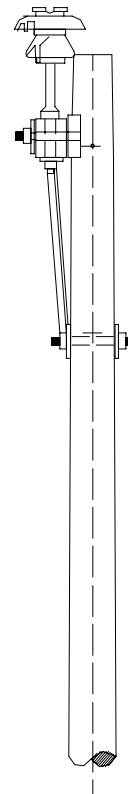
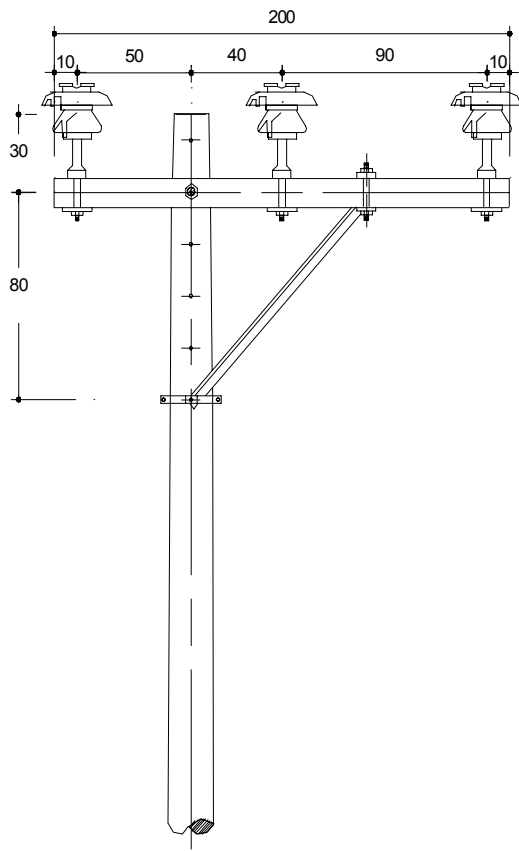
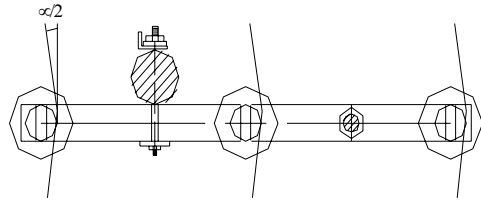
CONJUNTO:

Configuración Triangular para final de línea

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES EN SEMIBANDERA**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **MP**

CONJUNTO: DISPOSICIÓN SEMIBANDERA DE PASO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-18	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm.
D-13	1	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera d (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	1	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	3	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-11	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-22	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-35	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
I-02	1	Arandela redonda. 35mm
I-12	3	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-68	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-33	1	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 680mm
E-11	3	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-11	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-13	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-33	1	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

MP

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

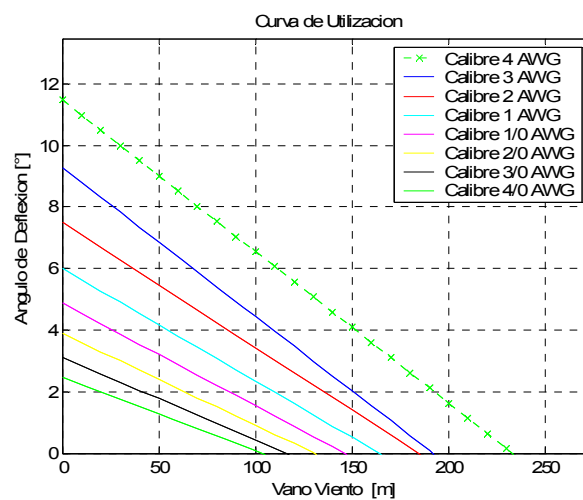
Configuración Semibandera de paso o alineación

### MP

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.6427 metros

La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros

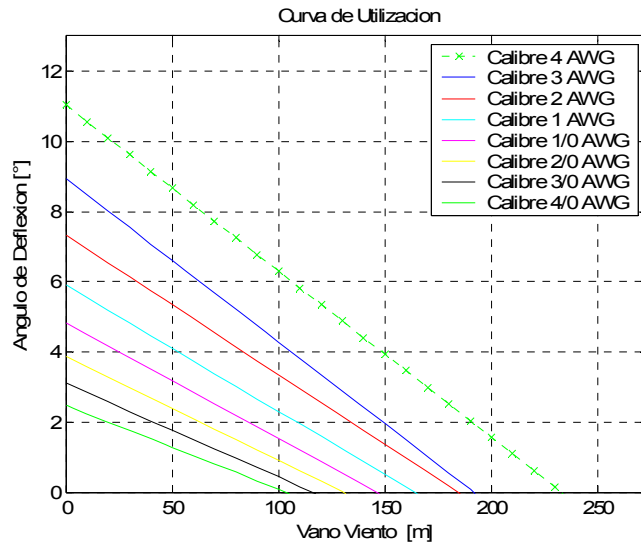


### MP

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros

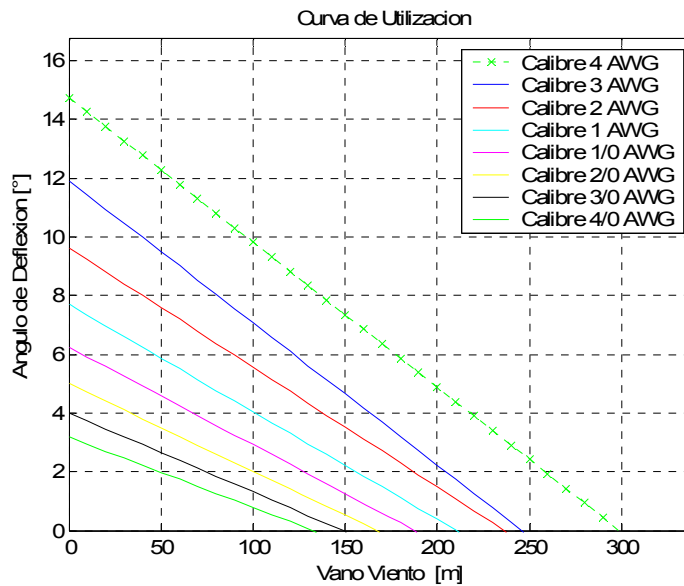
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.8442 metros



**MP**

Tensión Eléctrica 44 kV  
 Vano Regulador 30 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.6427 metros  
 La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



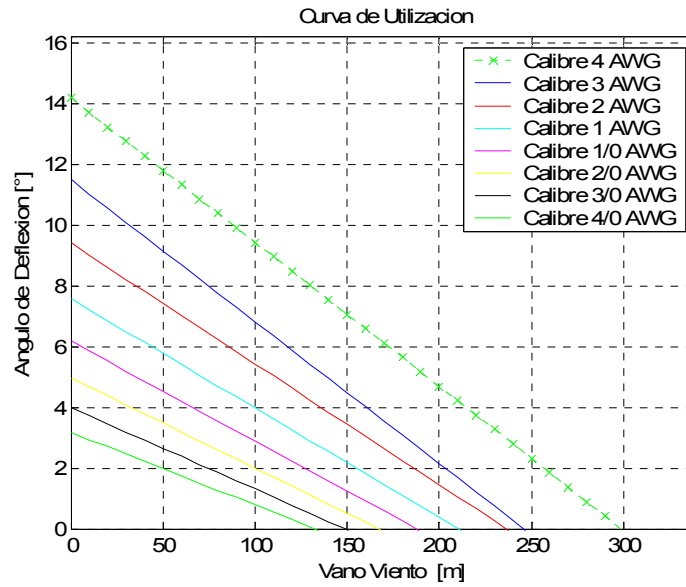
**MP**

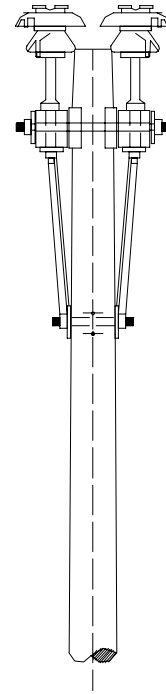
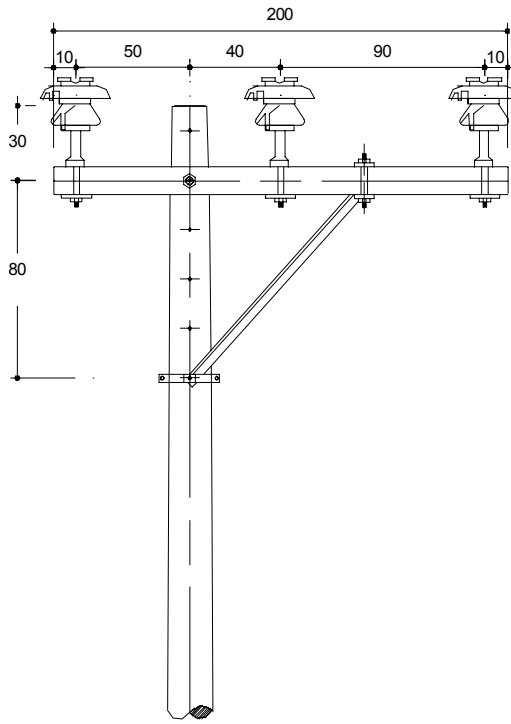
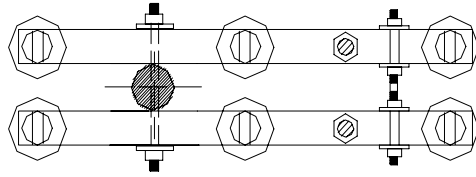
Tensión Eléctrica 44 kV  
 Vano Regulador 60 metros  
 Longitud del Poste 12 metros

Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros

La distancia mínima entre conductores dada por la configuration es 0.8442 metros





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **MA**

CONJUNTO: DISPOSICIÓN SEMIBANDERA EN ÁNGULO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-18	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm.
D-13	2	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	6	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-04	2	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 407 mm
I-02	2	Arandela redonda. 35mm
I-12	10	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-68	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-33	2	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 680mm
E-11	6	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-02	2	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 305 mm
I-33	2	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	8	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

MA

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

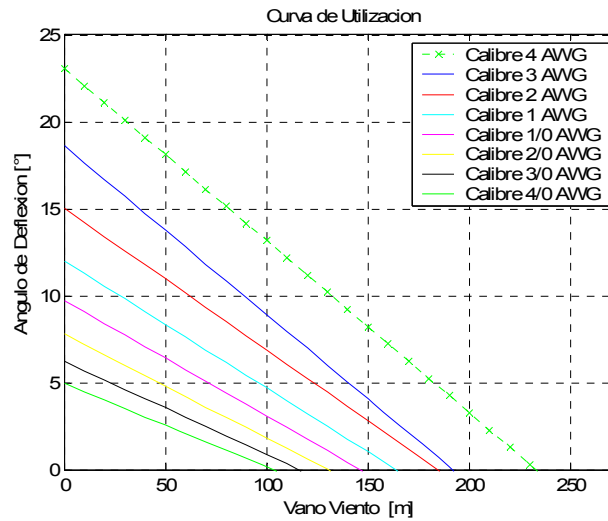
CONJUNTO:

Configuración Semibadera  
para ángulos

## MA

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

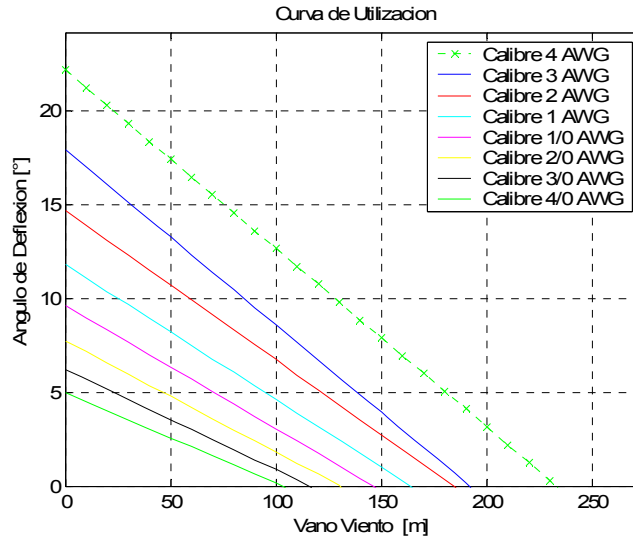
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.6427 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



## MA

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

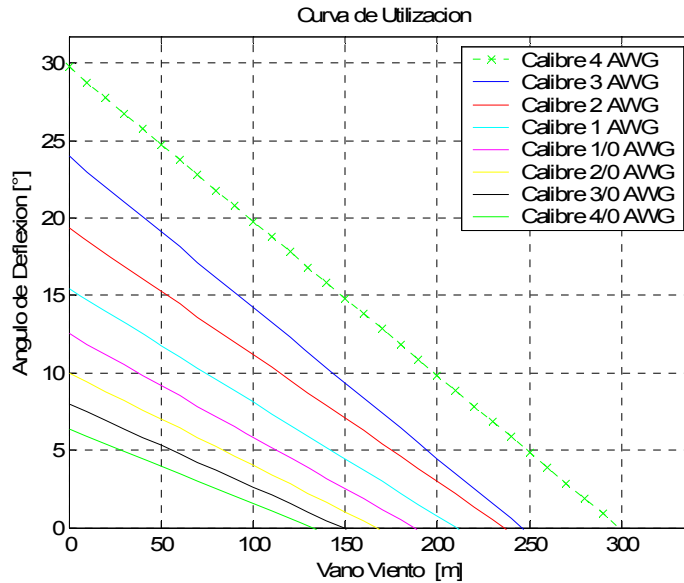
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.8442 metros



**MA**

Tensión Eléctrica 44 kV  
 Vano Regulador 30 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.6427 metros  
 La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



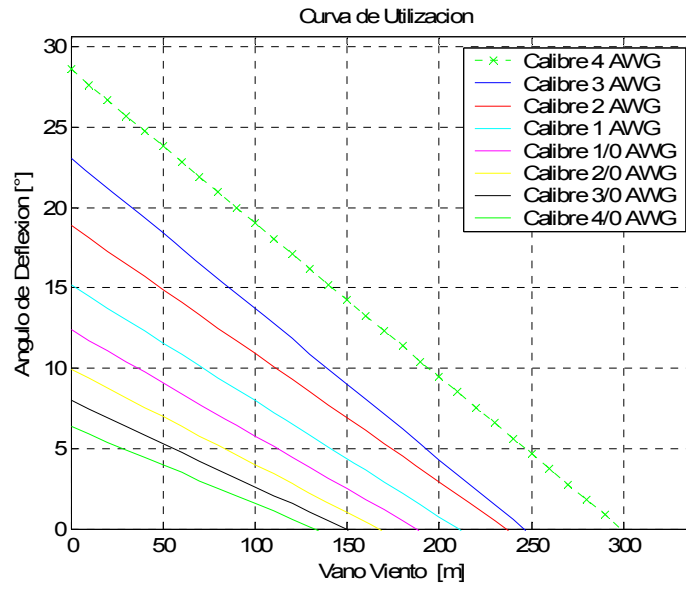
**MA**

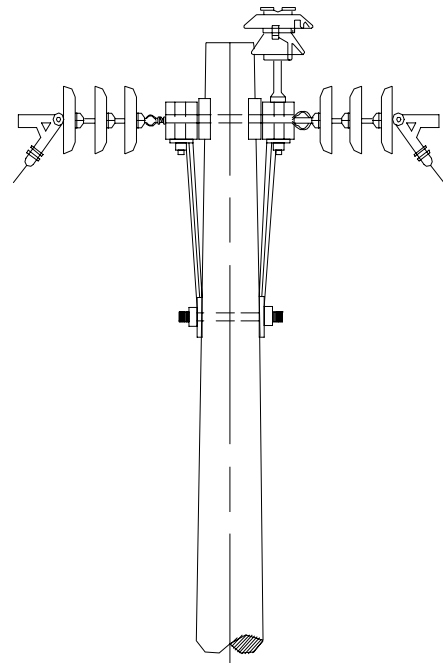
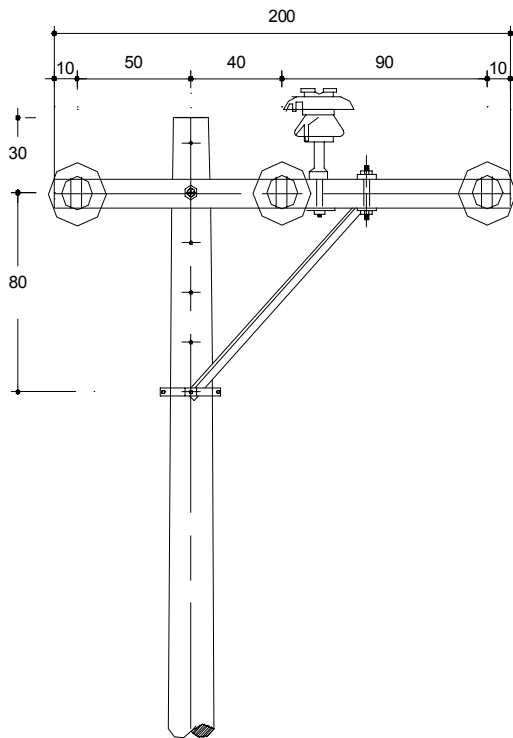
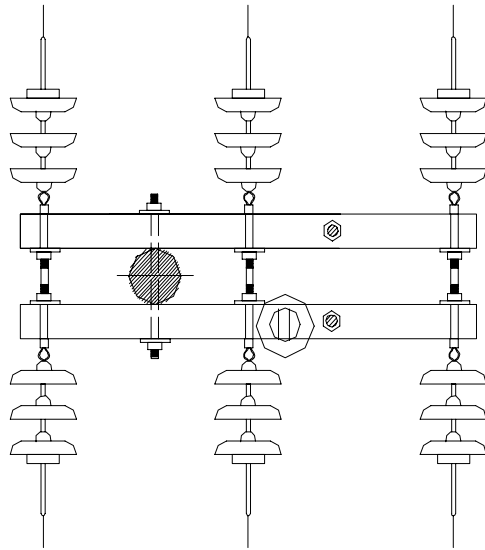
Tensión Eléctrica 44 kV  
 Vano Regulador 60 metros  
 Longitud del Poste 12 metros

Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros

La distancia mínima entre conductores dada por la configuration es 0.8442 metros





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO:

**MR**

CONJUNTO: DISPOSICIÓN SEMIBANDERA DE RETENCIÓN



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-18	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm.
D-13	2	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	1	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diámetro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diámetro 1 1/8"
A-11	1	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
A-01	12	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diámetro 152mm.
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diámetro 254mm.
G-11	6	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
N-21	6	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 407mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diámetro 16mm Largo 458 mm
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	14	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diámetro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-68	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm
D-33	2	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 680mm
E-11	1	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diámetro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diámetro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-01	12	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diámetro 152mm.
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diámetro 254mm.
A-11	1	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
G-11	6	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diámetro 16mm. Largo 254 mm
I-33	4	Arandela de presión. Diámetro 22mm- para perno 13mm
I-34	12	Arandela de presión. Diámetro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"
N-21	6	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

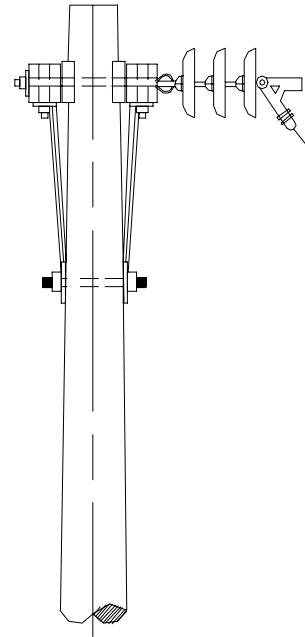
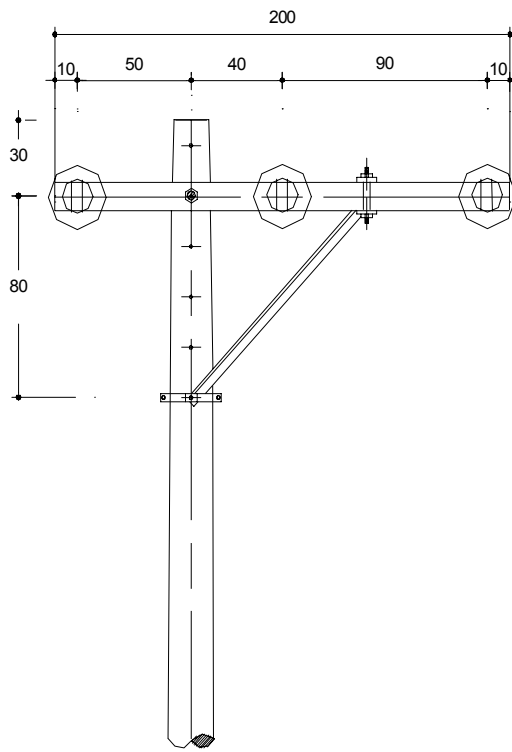
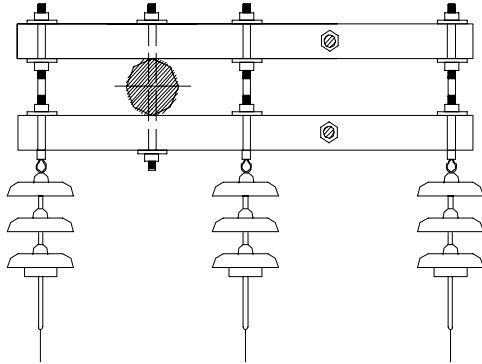
MR

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Semibandera  
para retención





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO:

**MF**

CONJUNTO: DISPOSICÓN SEMIBANDERA TERMINAL



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-18	2	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-13	2	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	6	9 Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03		Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-11	3	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 458 mm
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	12	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	3	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-68	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm
D-33	2	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 680mm
A-01	6	9 Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03		Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-11	3	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm longitud 254 mm
I-33	4	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	12	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	3	Tuerca de ojo alargado de 5/8"



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

MF

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

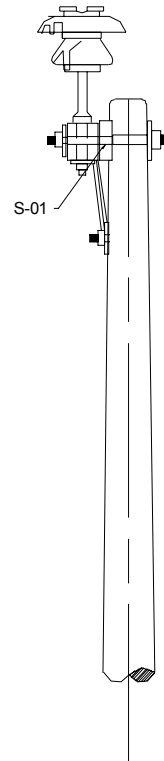
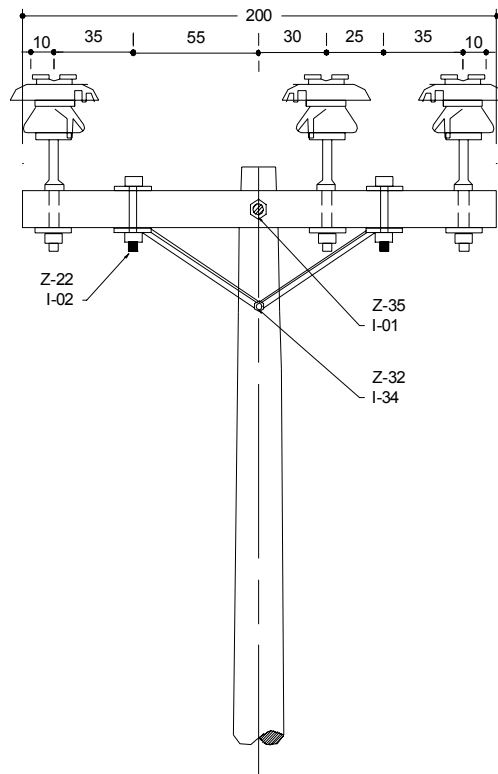
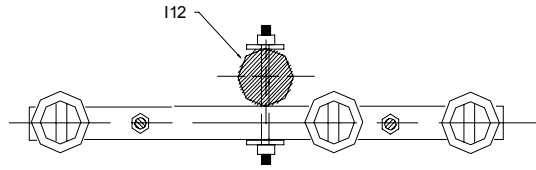
CONJUNTO:

Configuración Semibandera  
para final de línea

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**DISPOSICIÓN HORIZONTAL DE CONDUCTORES**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSION

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: HP

CONJUNTO: DISPOSICIÓN  
HORIZONTAL DE PASO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-02	1	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal. .
D-13	2	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	1	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	3	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-11	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-35	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
I-02	2	Arandela redonda. 35mm
I-12	3	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-33	2	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 680mm
E-11	3	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-11	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-33	2	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

HP

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

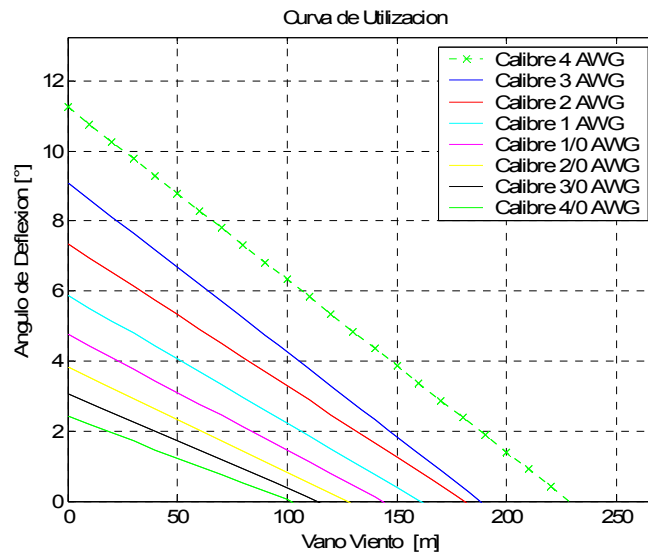
CONJUNTO:

Configuración Horizontal de paso o alineación

### HP

Tensión Eléctrica 34.5 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

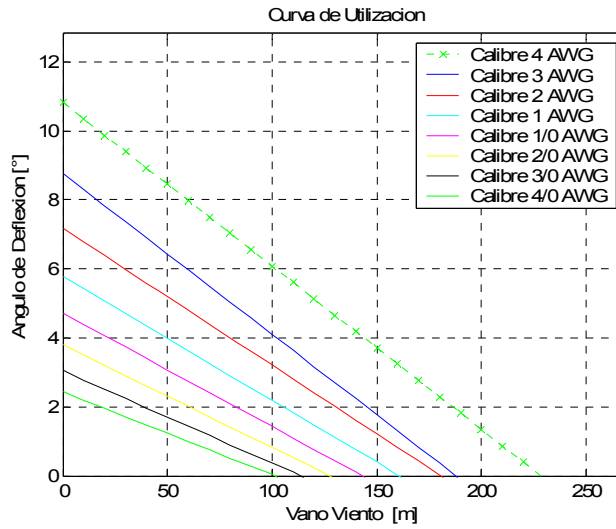
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.5794 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



### HP

Tensión Eléctrica 13.2 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

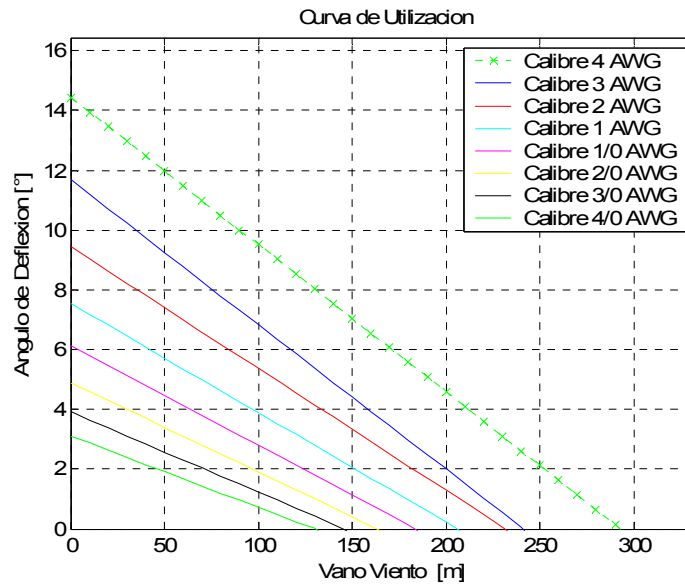
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.5965 metros



**HP**

Tensión Eléctrica 34.5 kV  
 Vano Regulador 30 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.5794 metros  
 La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



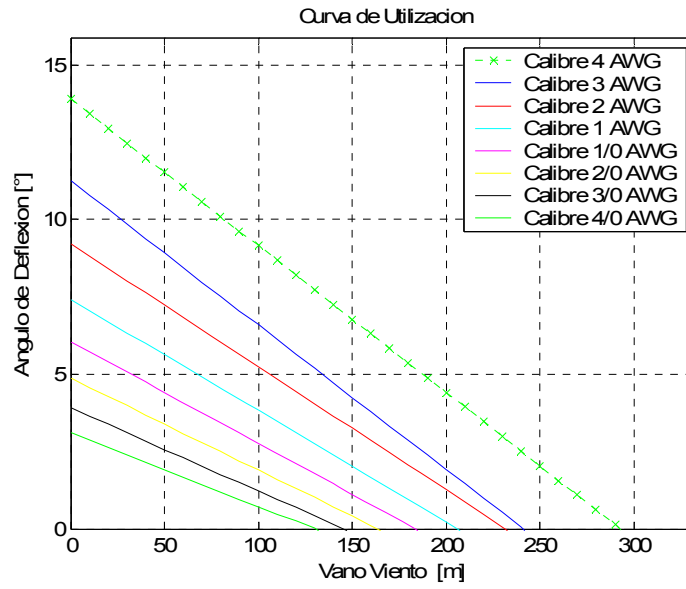
**HP**

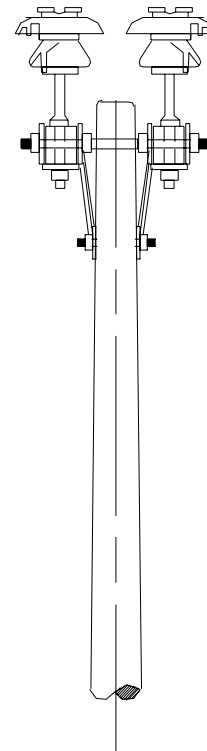
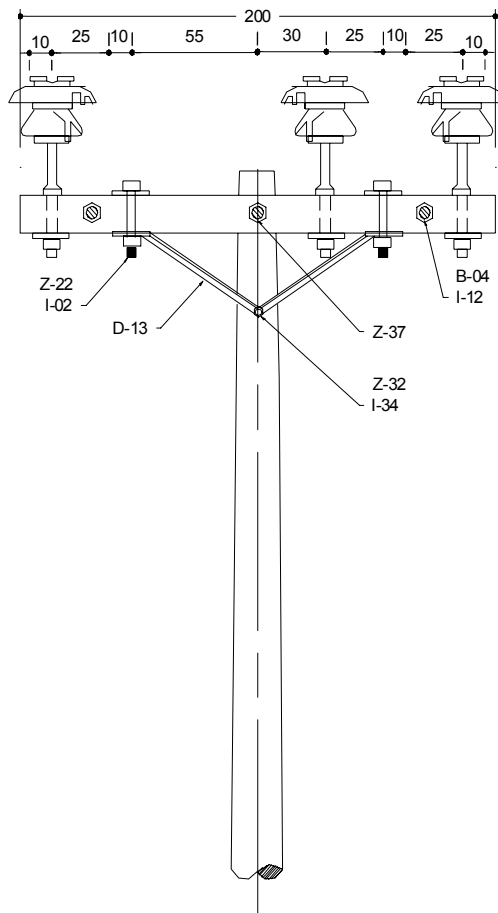
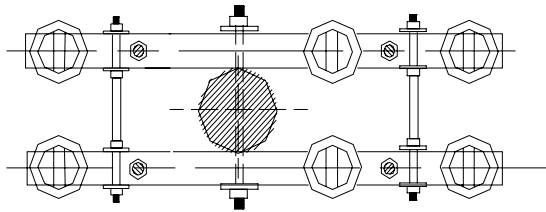
Tensión Eléctrica 13.2 kV  
 Vano Regulador 60 metros  
 Longitud del Poste 12 metros

Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros

La distancia mínima entre conductores dada por la configuration es 0.5965 metros





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: HA

CONJUNTO: DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN ÁNGULO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-02	2	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-13	4	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	6	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-04	2	Esparrago galvanizado roscado en toda su longitud 4 tuercas. Diametro16mm. Largo 407mm.
I-02	2	Arandela redonda. 35mm
I-12	10	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-33	4	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 680mm
E-11	6	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	2	Esparrago galvanizado roscado en toda su longitud 4 tuercas. Diametro16mm. Largo 254mm.
I-33	2	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	10	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

HA

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

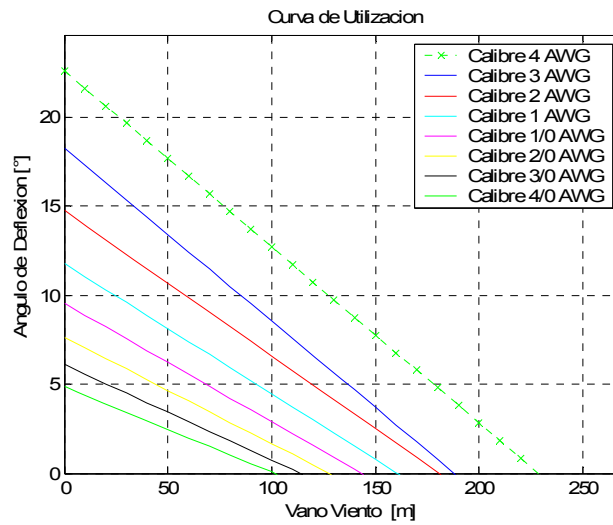
CONJUNTO:

Configuración Horizontal para  
ángulos

## HA

Tensión Eléctrica 34.5 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

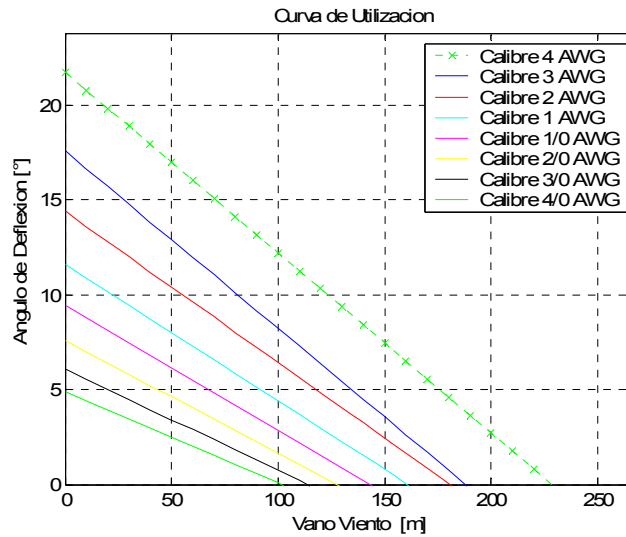
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.5794 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



## HA

Tensión Eléctrica 13.2 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

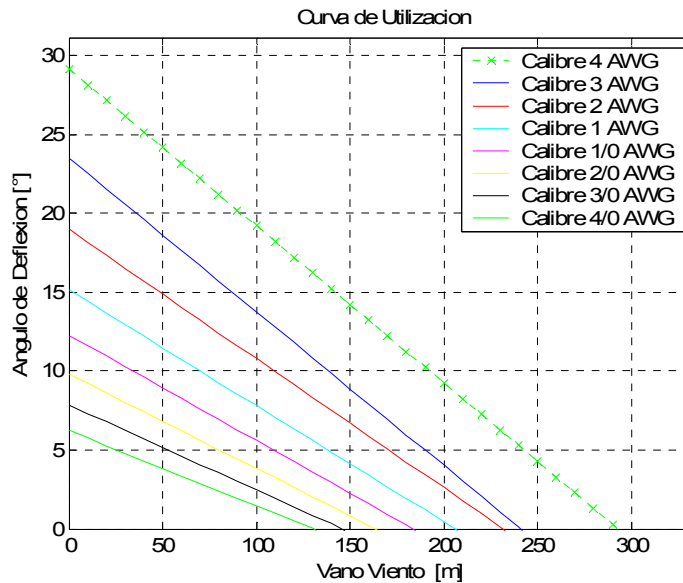
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.5965 metros



**HA**

Tensión Eléctrica 34.5 kV  
 Vano Regulador 30 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.

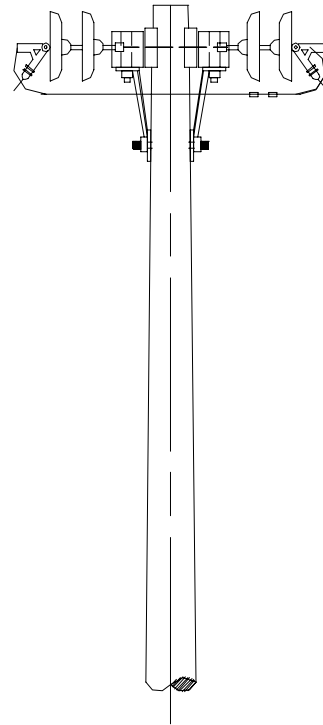
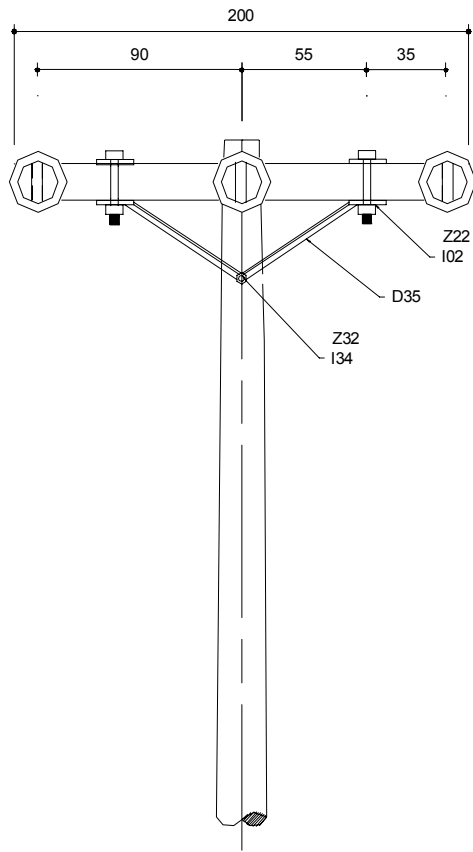
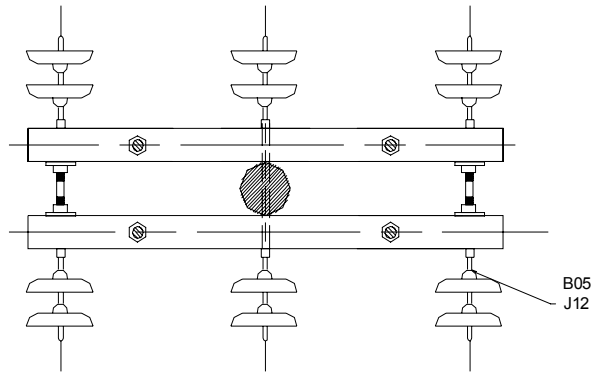
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.5794 metros  
 La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



**HA**

Tensión Eléctrica 13.2 kV  
 Vano Regulador 60 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **HR**

CONJUNTO: DISPOSICIÓN HORIZONTAL DE RETENCIÓN



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-01	2	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-13	4	Diagonal recta en ángulo galvanizado de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	1	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-01	12	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	18	disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
A-11	1	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
G-11	6	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-22	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 458 mm
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	14	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"
N-21	6	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-61	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm
D-33	4	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 680mm
E-11	1	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-01	12	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
A-11	1	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
711	6	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-13	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm. Largo 254 mm
I-33	4	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	6	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"
N-21	6	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

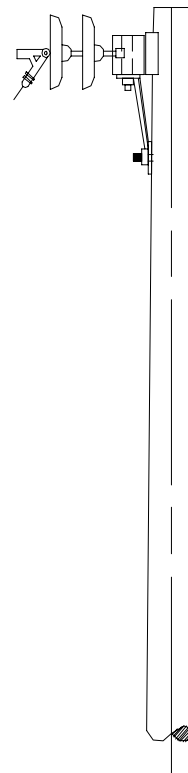
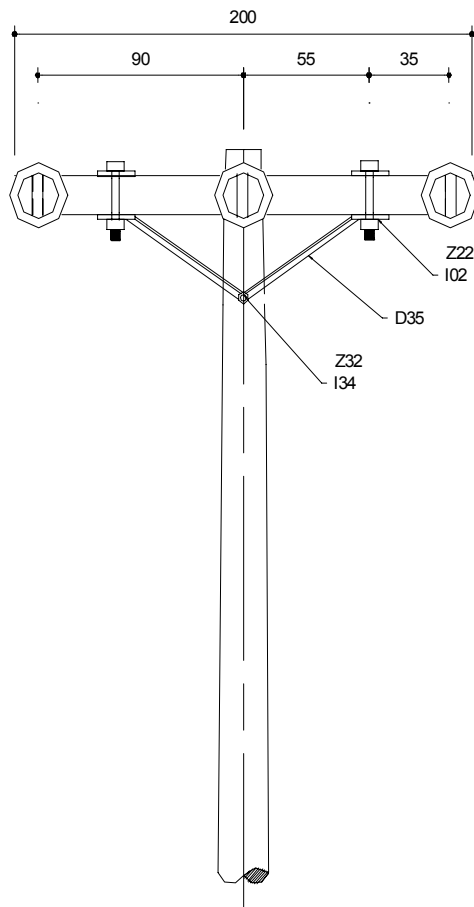
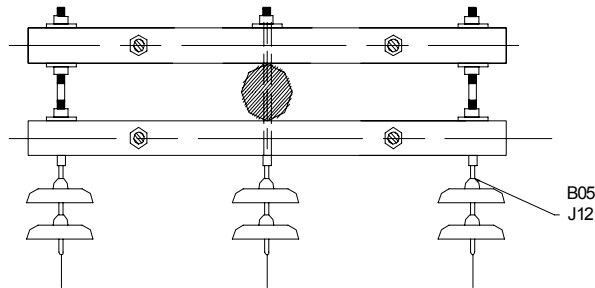
CODIGO:

HR

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:  
Configuración Horizontal en retención





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO:

**HF**

CONJUNTO: DISPOSICIÓN  
HORIZONTAL TERMINAL



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-01	2	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-13	4	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	6	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-11	3	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-22	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 458 mm
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	11	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	3	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-61	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm
D-33	4	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 680mm
A-01	6	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-11	3	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-13	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm longitud 254 mm
I-33	4	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	11	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	3	Tuerca de ojo alargado de 5/8"



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

HF

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

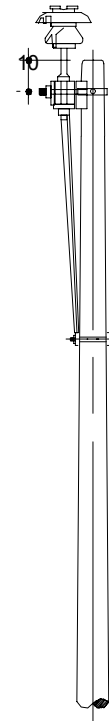
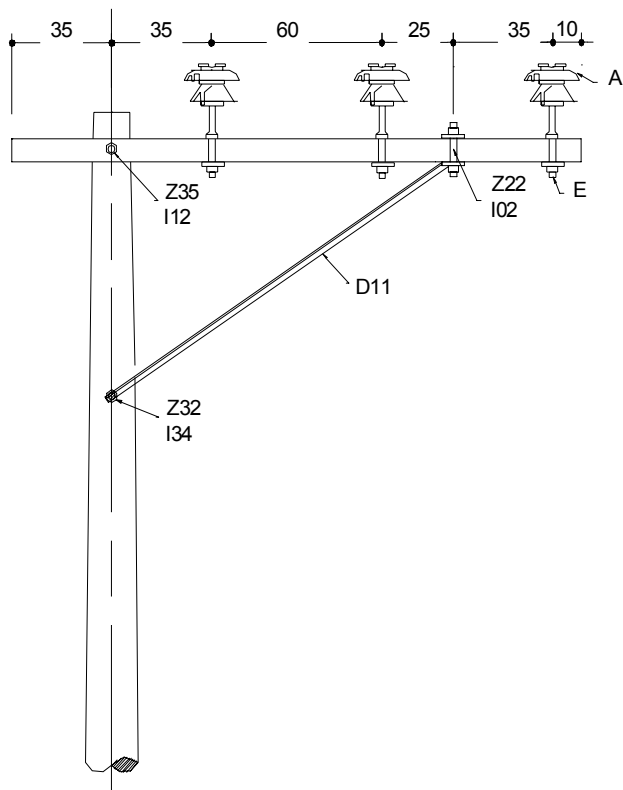
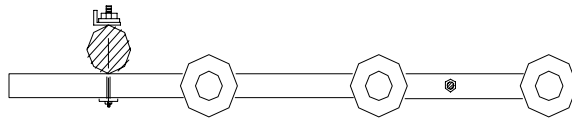
CONJUNTO:

Configuración Horizontal para final de línea

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES EN BANDERA**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **BP**

CONJUNTO: MONTAJE EN BANDERA DE PASO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-02	1	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-11	1	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 1400mm
S-01	1	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	3	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-11	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-22	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-35	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
I-02	1	Arandela redonda. 35mm
I-12	3	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-31	1	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 1440mm
E-11	3	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-11	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-13	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-33	1	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

BP

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

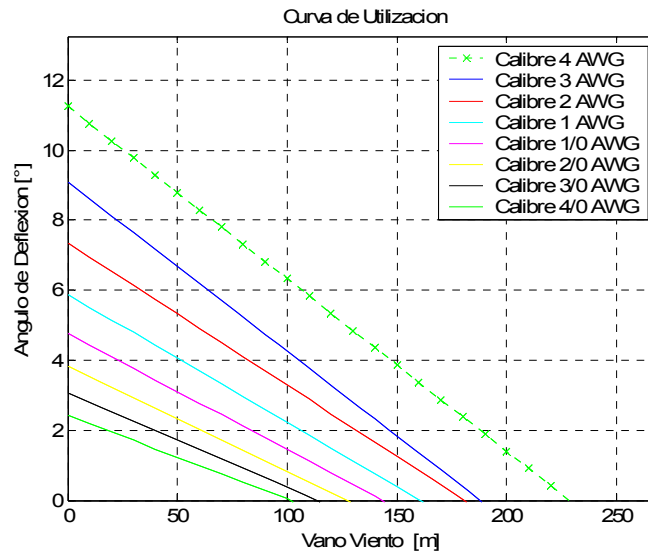
Configuración en Bandera de  
paso o alineación

### BP

Tensión Eléctrica 34.5 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.5794 metros

La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros

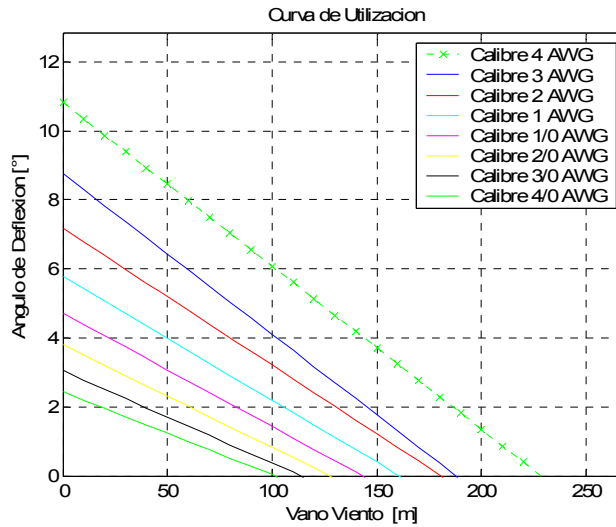


### BP

Tensión Eléctrica 13.2 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros

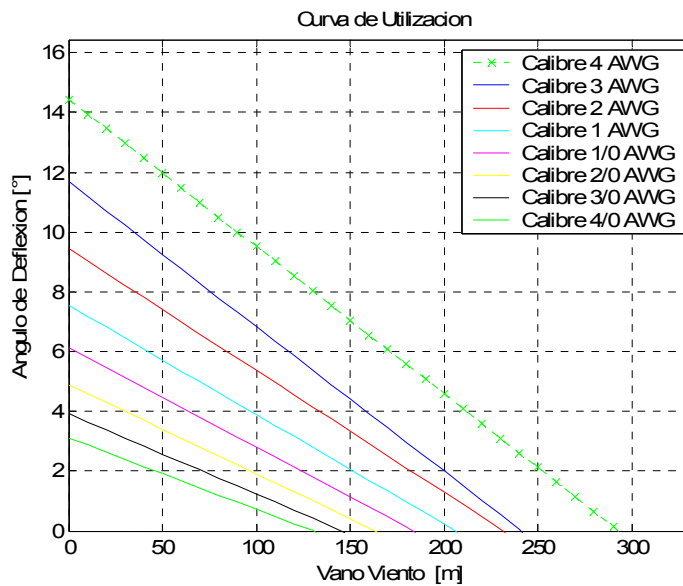
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.5965 metros



**BP**

Tensión Eléctrica 34.5 kV  
 Vano Regulador 30 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.5794 metros  
 La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



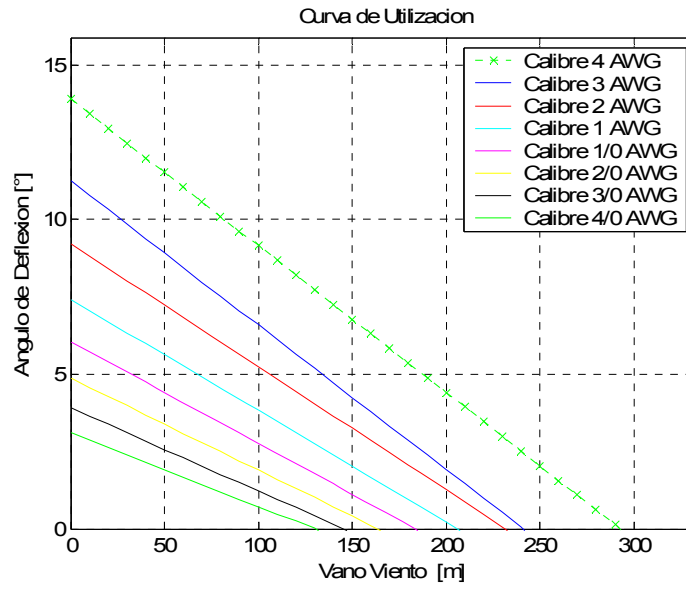
**BP**

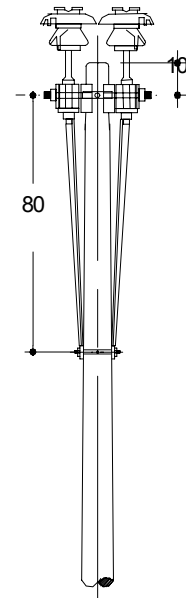
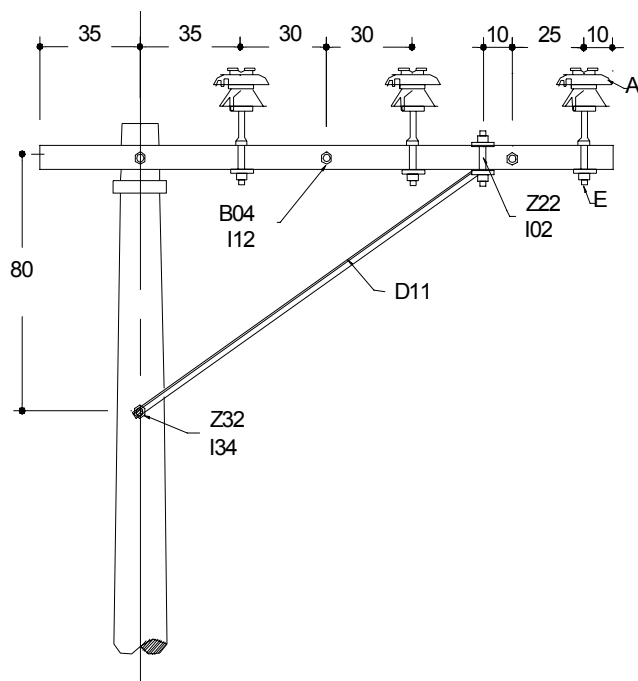
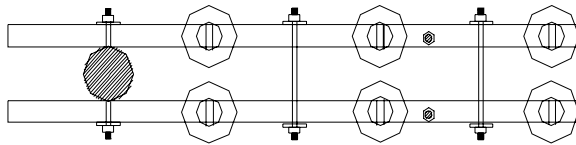
Tensión Eléctrica 13.2 kV  
 Vano Regulador 60 metros  
 Longitud del Poste 12 metros

Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros

La distancia mínima entre conductores dada por la configuration es 0.5965 metros





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: BA

CONJUNTO: MONTAJE EN BANDERA PARA ÁNGULOS



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-02	2	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-11	2	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 1400mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	6	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diámetro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diámetro 1 1/8"
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 407mm.
B-04	2	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diámetro 16mm Largo 407 mm
I-02	2	Arandela redonda. 35mm
I-12	10	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diámetro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-31	2	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 1440mm
E-11	6	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diámetro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diámetro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV. Aislador
A-13		tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 203mm.
B-01	2	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diámetro 16mm longitud 254 mm
I-33	4	Arandela de presión. Diámetro 22mm- para perno 13mm
I-34	10	Arandela de presión. Diámetro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

BA

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

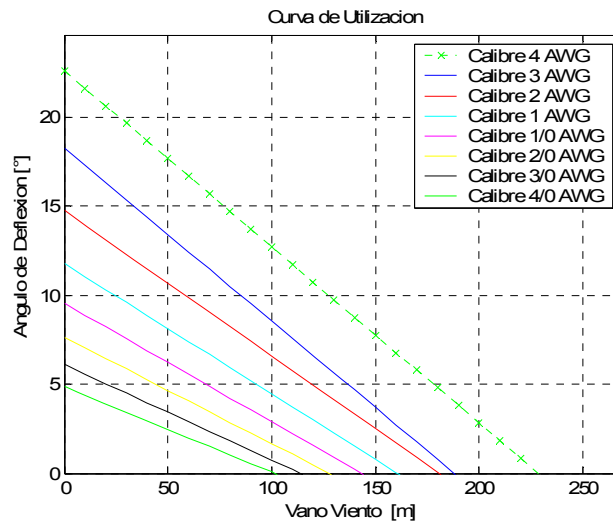
CONJUNTO:

Configuración en Badera para ángulos

## BA

Tensión Eléctrica 34.5 kV  
Vano Regulador 30 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

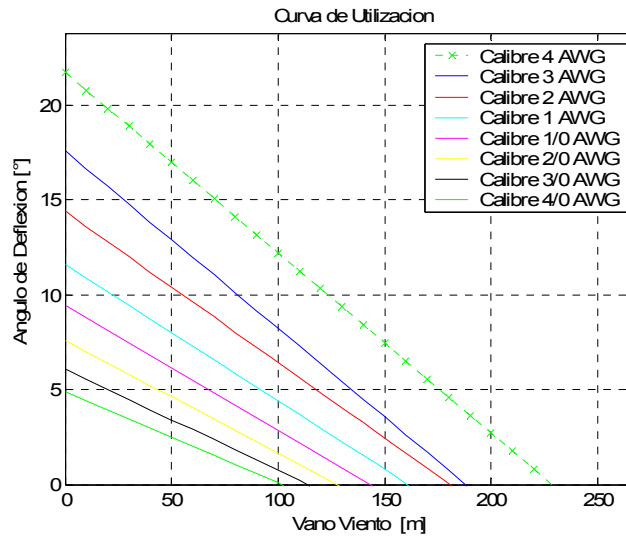
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.5794 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros



## BA

Tensión Eléctrica 13.2 kV  
Vano Regulador 60 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

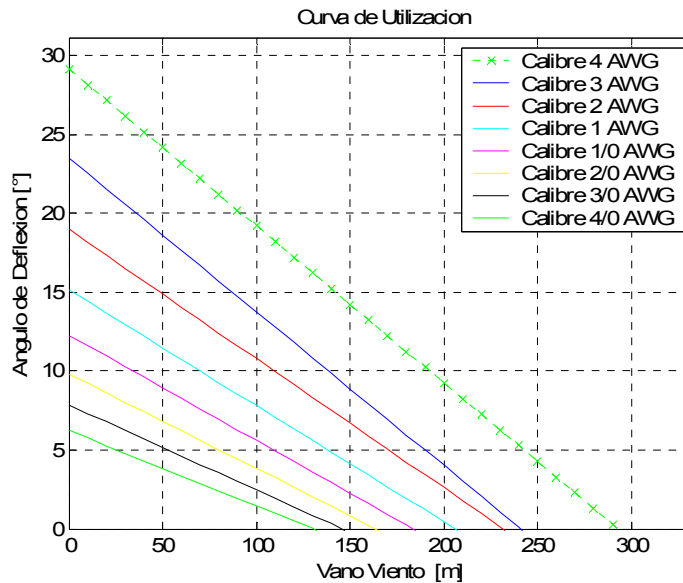
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 0.5965 metros



**BA**

Tensión Eléctrica 34.5 kV  
 Vano Regulador 30 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.

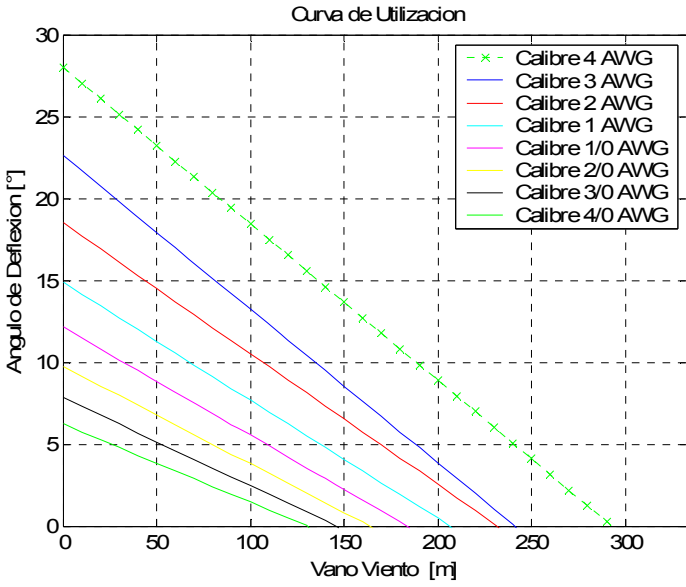
La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 0.5794 metros  
 La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 6.2889 metros

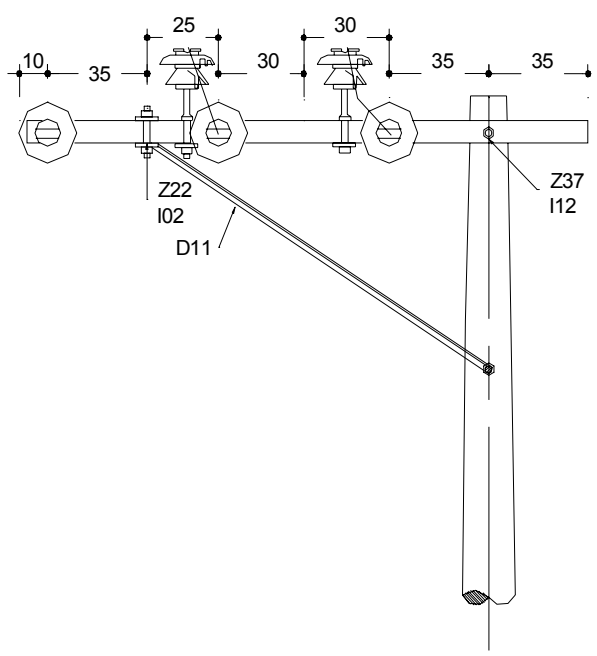
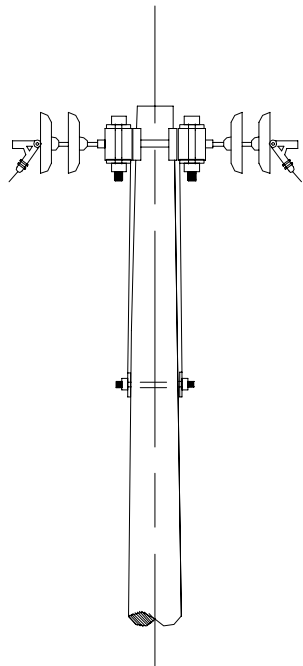
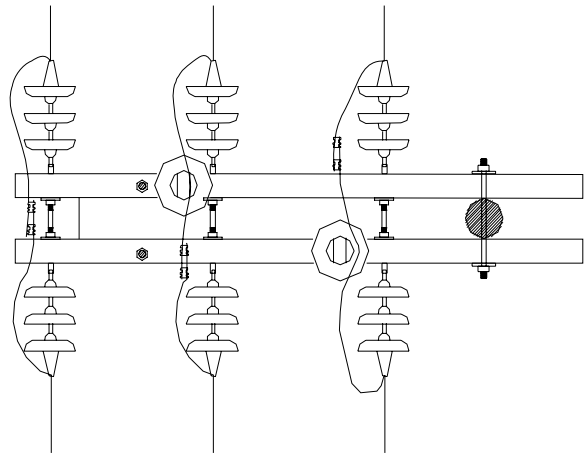


**BA**

Tensión Eléctrica 13.2 kV  
 Vano Regulador 60 metros  
 Longitud del Poste 12 metros  
 Carga Rotura 750 Kg.

La distancia mínima al terreno dada por la configuración es 6.7182 metros  
La distancia mínima entre conductores dada por la configuration es 0.5965 metros





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **BR**

CONJUNTO: MONTAJE EN BANDERA DE RETENCIÓN



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-01	2	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-11	2	Diagonal recta en ángulo galvanizado de (38*38*5)mm longitud 1400mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	2	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diametro 3/4".
E-03		Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-01	12 18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03		Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
A-11	2	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
G-11	6	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 458 mm
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	10	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"
N-21	6	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-61	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm
D-31	2	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 1440mm
E-11	2	Espigo de acero galvanizado. Altura 150mm. Diametro 3/4". Para cruceta metálica
E-13		Espigo de acero galvanizado. Altura 330mm. Diametro 1 3/8". Para cruceta metálica
A-01	12 18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03		Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
A-11	2	Aislador tipo espiga. Rosca 1". ANSI 55-5. 13,2 kV.
A-13		Aislador tipo espigo. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3. 34,5 kV
711	6	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm. Largo 254 mm
I-33	4	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	6	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"
N-21	6	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

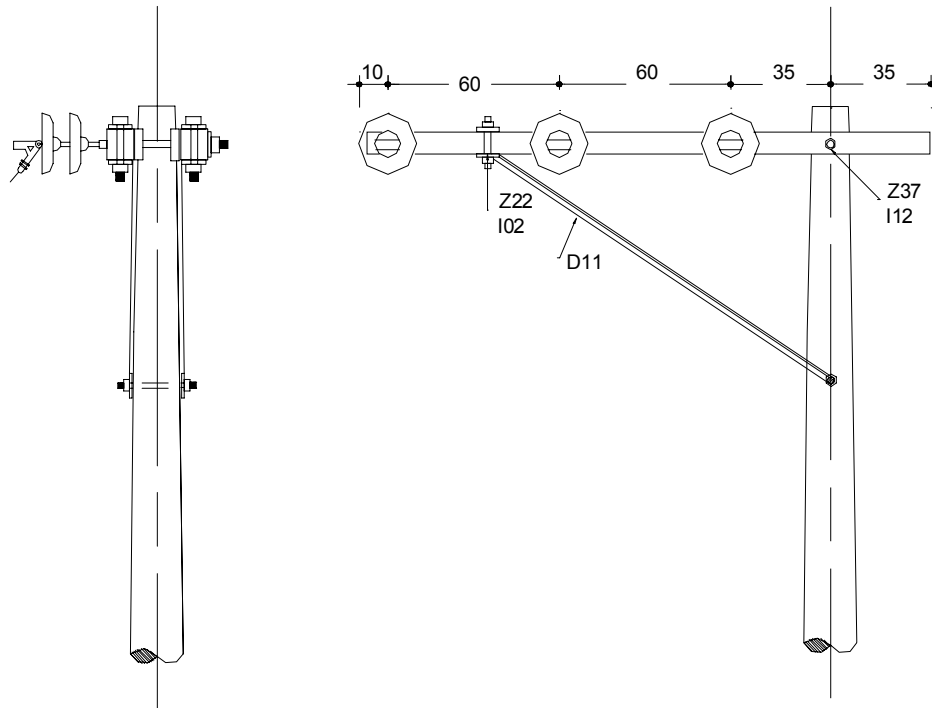
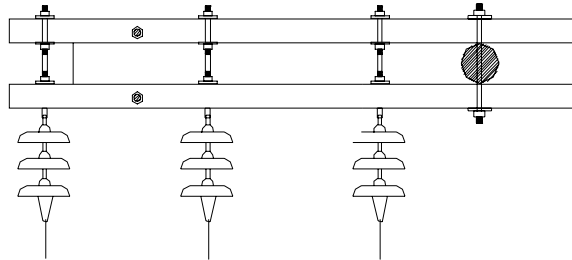
BR

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración en Bandera para retención





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **BF**

CONJUNTO: MONTAJE EN



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-01	2	Cruceta de madera inmunizada de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-11	2	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 1400mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	6	9 Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03		Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-11	3	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 458 mm
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	12	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	3	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-61	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm
D-31	2	Diagonal recta en ángulo. Para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 1440mm
A-01	6	9 Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03		Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-11	3	Grapa terminal o de retención en acero galvanizado. Conductores 6 - 2/0. 6000Kgf.
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm longitud 254 mm
I-33	4	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	12	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	3	Tuerca de ojo alargado de 5/8"



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

BF

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

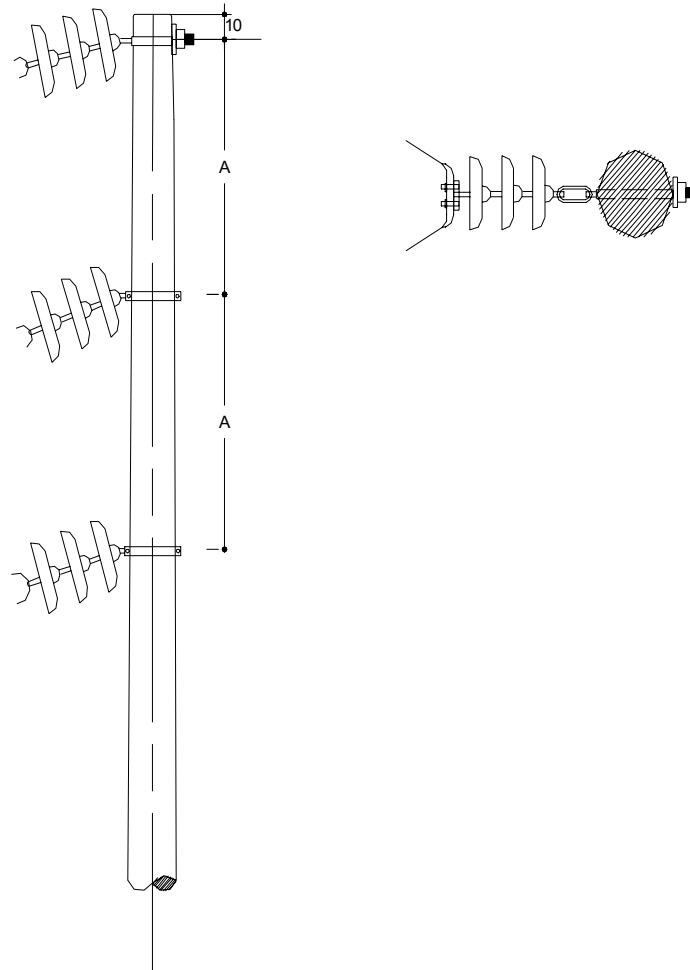
CONJUNTO:

Configuración en Bandera para final de línea

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**DISPOSICIÓN VERTICAL DE CONDUCTORES**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: VS

CONJUNTO: DISPOSICÓN  
VERTICAL SENCILLA



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-01	6	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-32	3	Grapa para suspensión en aleación de aluminio. Conductores 2/0 - 500. 8000Kg-f.
L-03	2	Collarín sin salida en platina galvanizada. Diametro poste 17-22 cm
O-01	1	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm 18000Kg-f
O-21	2	Eslabón pasador y ojal tipo pasador y lengüeta(pasadores paralelos). 15.000 lbs
F-03	2	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 203mm
I-12	1	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

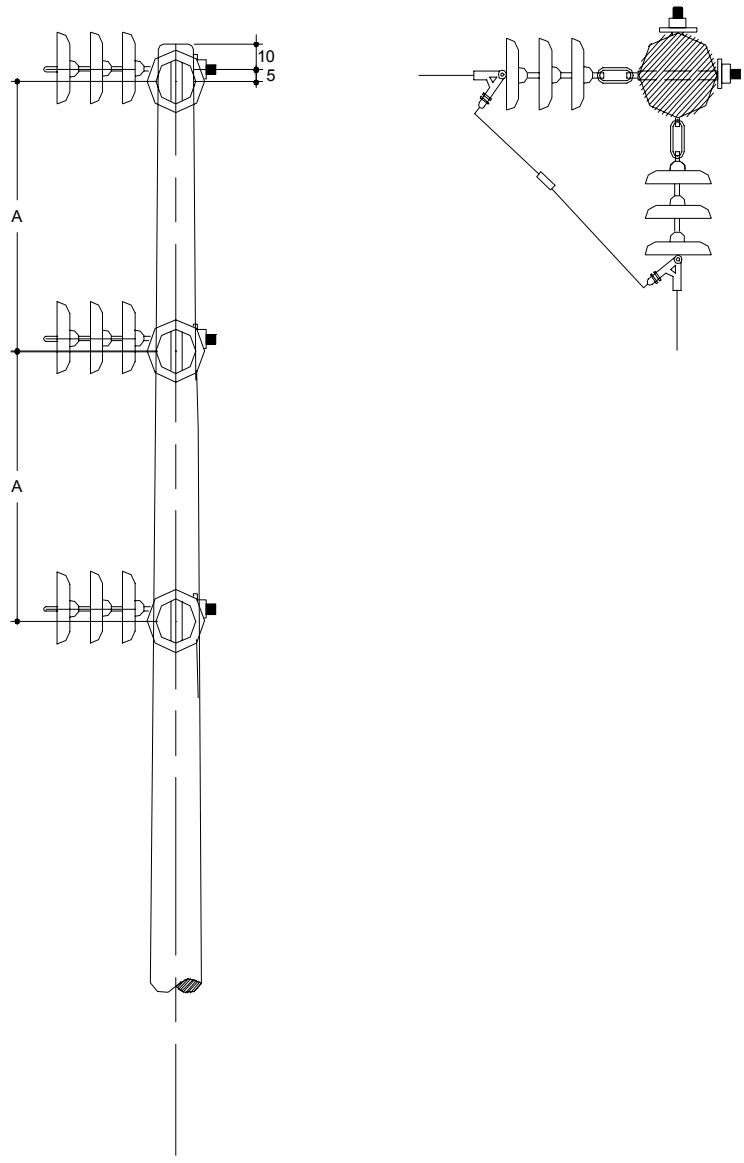
VS

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Vertical  
sencilla. Angulos < 60





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: VD

CONJUNTO: DISPOSICIÓN VERTICAL DOBLE



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-01	12	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 4 - 2/0. 3000kgf
N-31	3	Conector de ranuras paralelas de dos perno. Dimensiones 70*45*45mm
L-02	1	Collarín sin salida en platina galvanizada. Diametro poste 15-20 cm
L-03	4	Collarín sin salida en platina galvanizada. Diametro poste 17-22 cm
O-01	1	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm 18000Kg-f
O-21	5	Eslabón pasador y ojal tipo pasador y lengüeta(pasadores paralelos). 15.000 lbs
F-03	1	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 203mm
I-12	1	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

VD

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

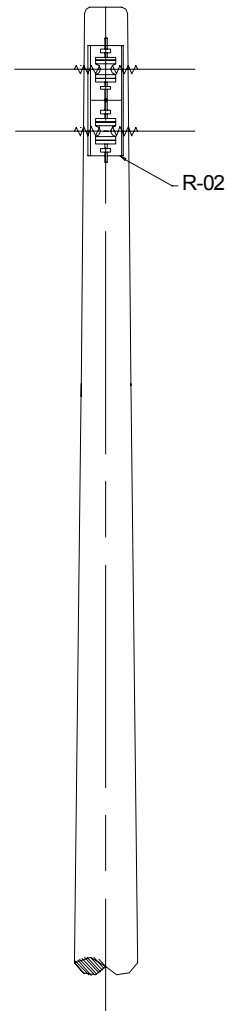
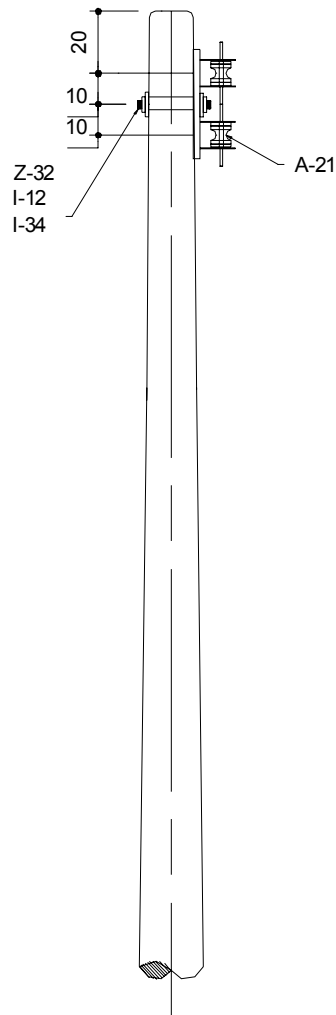
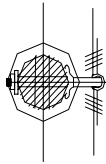
CONJUNTO:

Configuración Vertical doble para ángulos <60 y >90

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**DISPOSICIÓN VERTICAL DE CONDUCTORES PARA BAJA TENSIÓN**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **2P**

CONJUNTO: BAJA TENSIÓN  
PERCHA DE 2 PUESTOS



## LISTA DE MATERIALES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-21	2	Aislador tipo carrete. Altura 76.2mm
R-02	1	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cinco puestos.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

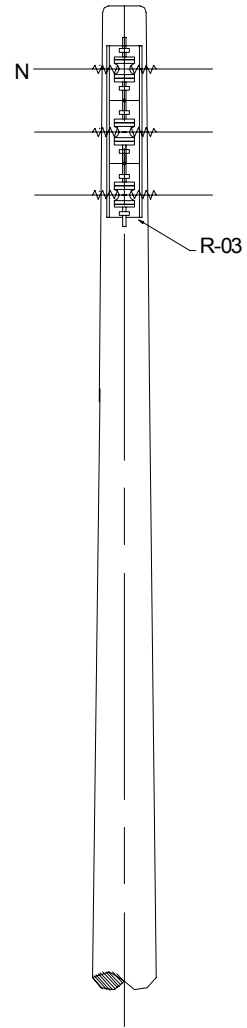
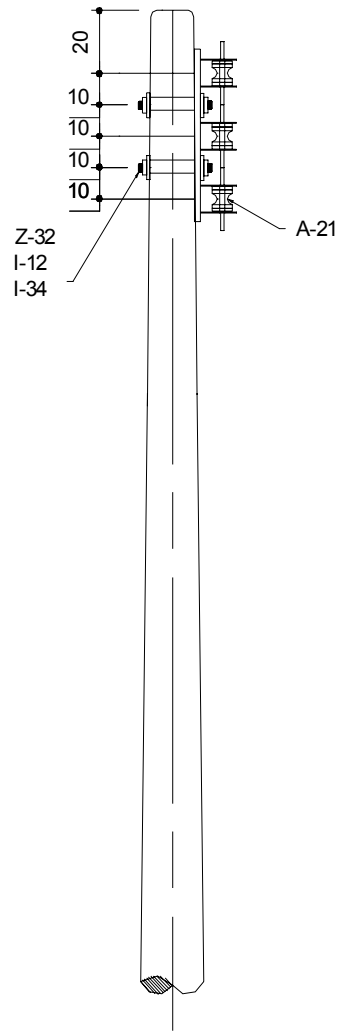
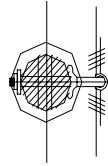
2P

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración para baja tensión.  
Percha de 2 puestos





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: 3P

CONJUNTO: BAJA TENSIÓN  
PERCHA DE 3 PUESTOS



## LISTA DE MATERIALES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-21	3	Aislador tipo carrete. Altura 76.2mm
R-03	1	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cinco puestos.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

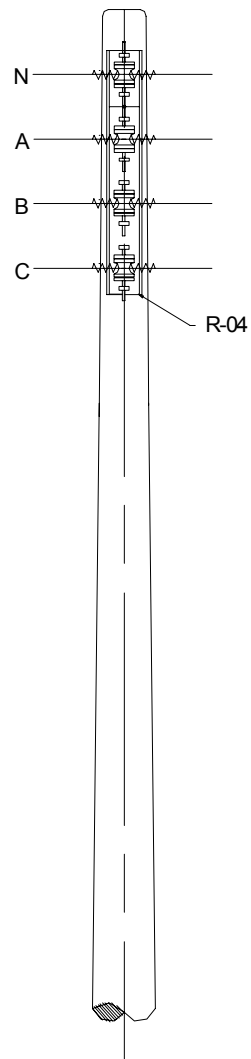
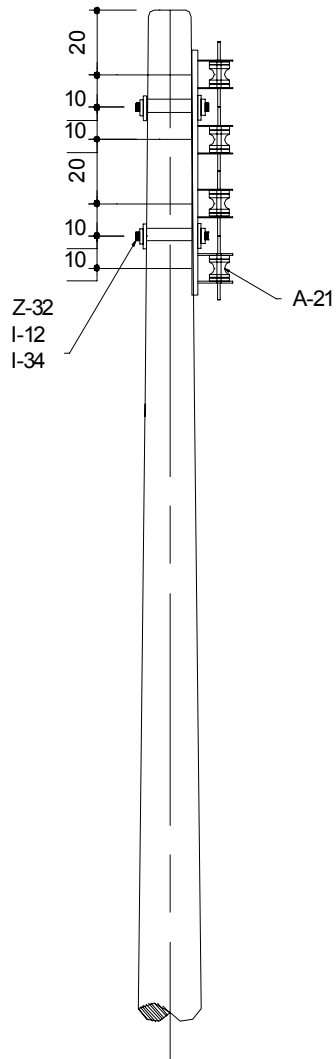
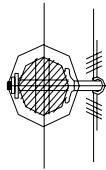
3P

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración para baja tensión.  
Percha de 3 puestos





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: 4P

CONJUNTO: BAJA TENSÓN  
PERCHA DE 4 PUESTOS



## LISTA DE MATERIALES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-21	4	Aislador tipo carrete. Altura 76.2mm
R-04	1	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cinco puestos.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

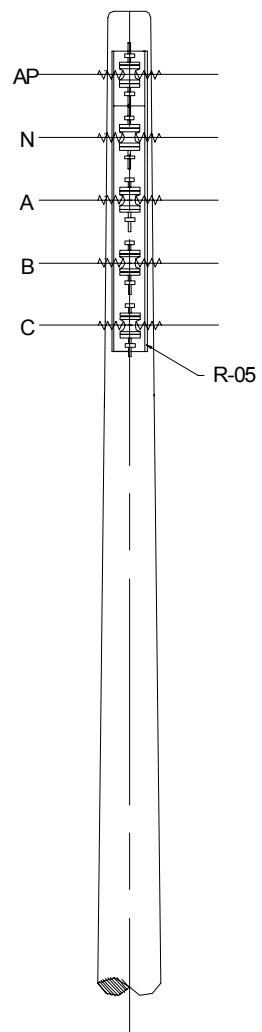
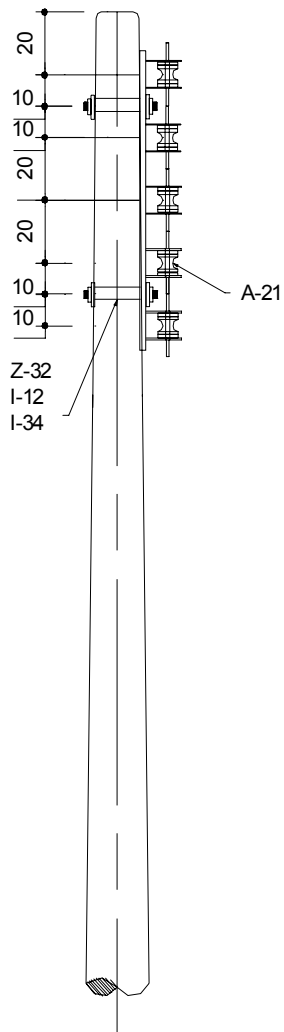
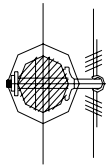
4P

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración para baja tensión.  
Percha de 4 puestos





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **5P**

CONJUNTO: BAJA TENSIÓN  
PERCHA DE 5 PUESTOS



## LISTA DE MATERIALES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-21	5	Aislador tipo carrete. Altura 76.2mm
R-05	1	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cinco puestos.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

5P

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

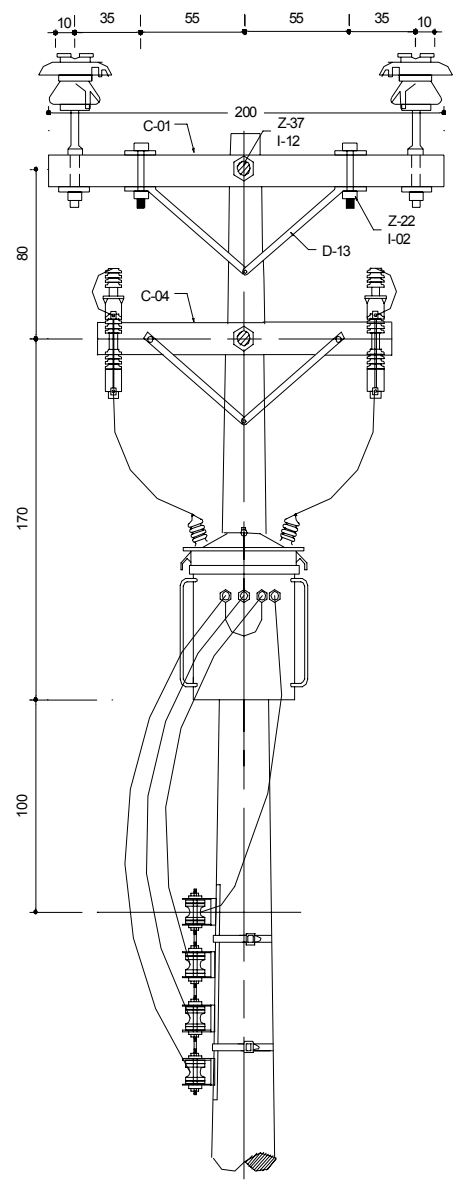
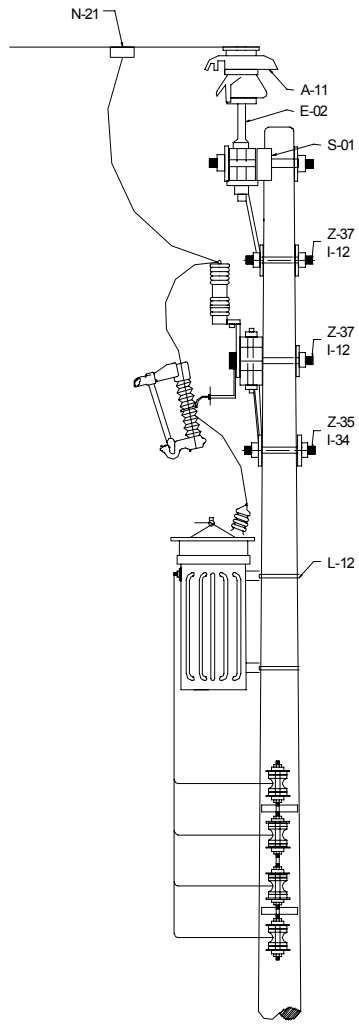
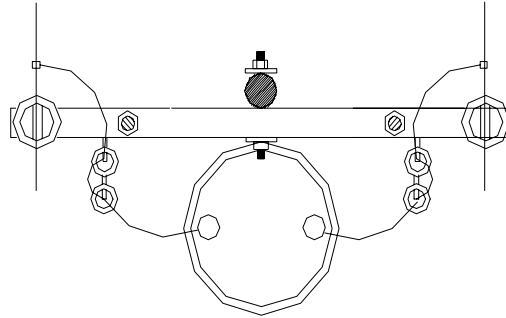
CONJUNTO:

Configuración para baja tensión.  
Percha de 5 puestos

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**MONTAJE DE TRANSFORMADORES**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: T1

CONJUNTO: MONTAJE DE TRANSFORMADOR MONOFASICO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-04	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 1.5m de longitud 89x114mm de sección.
D-34	2	Diagonal recta en ángulo , para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 600mm
S-01	1	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
N-21	4	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
L-82	2	Cinta de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
L-92	2	Hebilla de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
R-04	1	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cuatro puestos.
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
Z-35	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
Z-37	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
Z-02	2	Arandela redonda. 35mm
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-72	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizada de 1.5m de longitud. Calibre (63*63*5)mm.
D-34	2	Diagonal recta en ángulo , para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 600mm
N-21	4	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
L-82	2	Cinta de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
L-92	2	Hebilla de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
R-04	1	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cuatro puestos.
Z-13	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 38mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-35	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

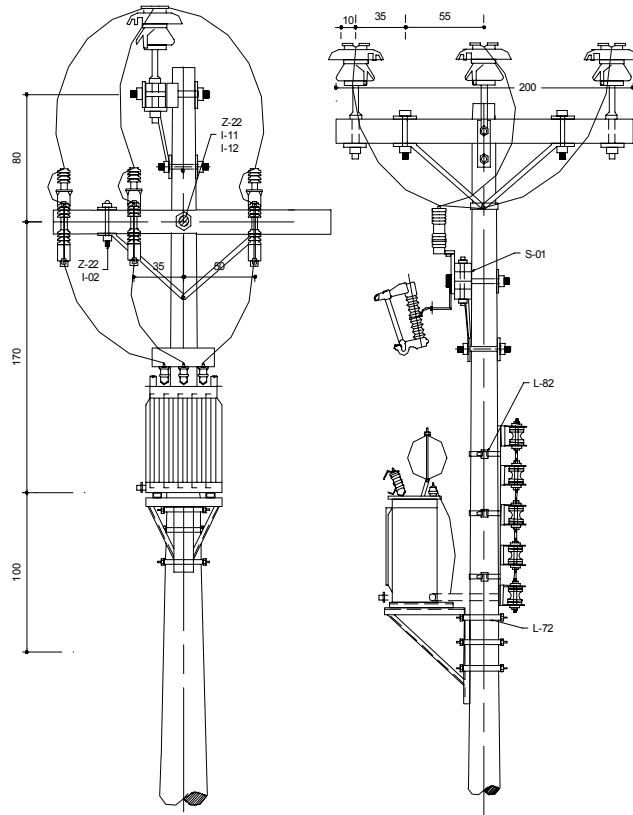
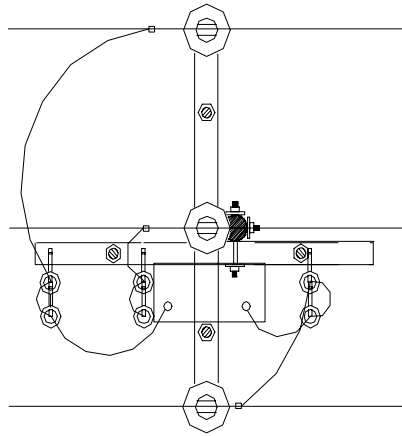
T-1

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Montaje de Transformador  
monofásico





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: T2

CONJUNTO: MONTAJE DE TRANSFORMADOR TRIFASICO HASTA 75 KVA



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-02	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal. E
D-13	2	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	1	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
N-21	6	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
L-72	3	Collarín para transformador. Diametro del poste 17 - 22cm
L-82	3	Cinta de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
L-92	3	Hebilla de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
R-05	1	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cinco puestos.
Z-22	3	Perno de máquina de hierro galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 1
I-02	2	Arandela redonda. 35mm
I-11	1	Arandela cuadrada plana. De 51*14mm. para perno de 13mm
I-12	1	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta de Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-65	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
D-34	2	Diagonal recta en ángulo , para cruceta metálica, de (38*38*5)mm longitud 600mm
N-21	6	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
L-72	3	Collarín para transformador. Diametro del poste 17 - 22cm
L-82	3	Cinta de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
L-92	3	Hebilla de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
R-05	1	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cinco puestos.
Z-22	3	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 152mm.
I-11	1	Arandela cuadrada plana. De 51*14mm. para perno de 13mm
I-33	1	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm
I-34	1	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

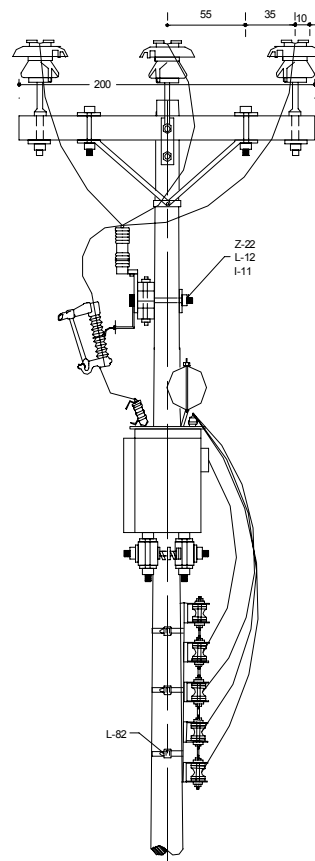
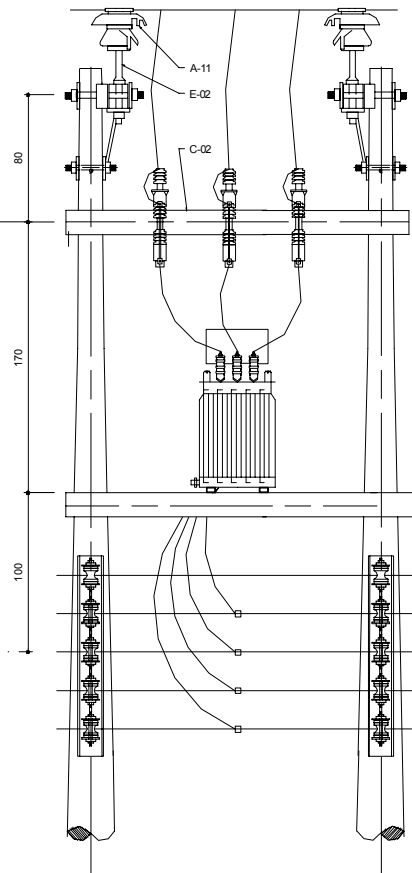
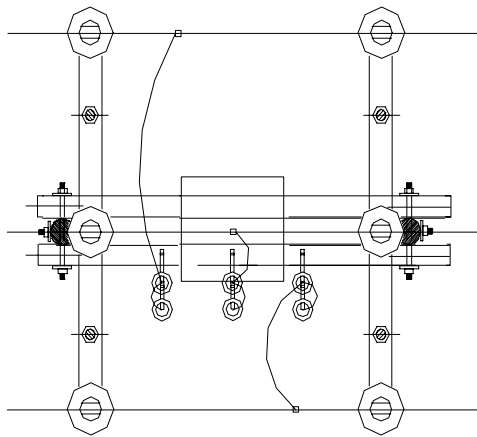
T-2

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Montaje de Transformador  
trifásico hasta de 75 KVA





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: T3

CONJUNTO: MONTAJE DE TRANSFORMADOR TRIFASICO HASTA 160 KVA



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-02	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 89x114mm de sección transversal.
D-13	4	Diagonal recta en ángulo galvanizado para cruceta de madera de (38*38*5)mm longitud 640mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-02	6	Espigo para cruceta de madera. Altura 135mm. Diámetro 19mm. Para cruceta de madera
A-11	6	Aislador tipo espiga. Rosca 254mm.
Z-22	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 13mm. Largo 152mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 203mm.
Z-35	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 305mm.
I-02	4	Arandela redonda. 35mm
I-12	6	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diámetro 26mm- para perno 18mm

### Cruceta de Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-16	4	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
N-21	14	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diámetro del poste 15 - 20cm
L-82	6	Cinta de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
L-92	6	Hebilla de acero inoxidable. Dimensiones 15.87mm
R-05	2	Percha de hierro forjadas y galvanizadas en caliente. Cinco puestos.
Z-22	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 13mm. Largo 152mm.
Z-37	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 407mm.
I-11	2	Arandela cuadrada plana. De 51*14mm. para perno de 13mm
I-12	12	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

T-3

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

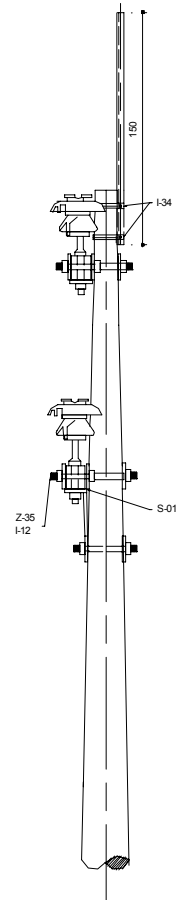
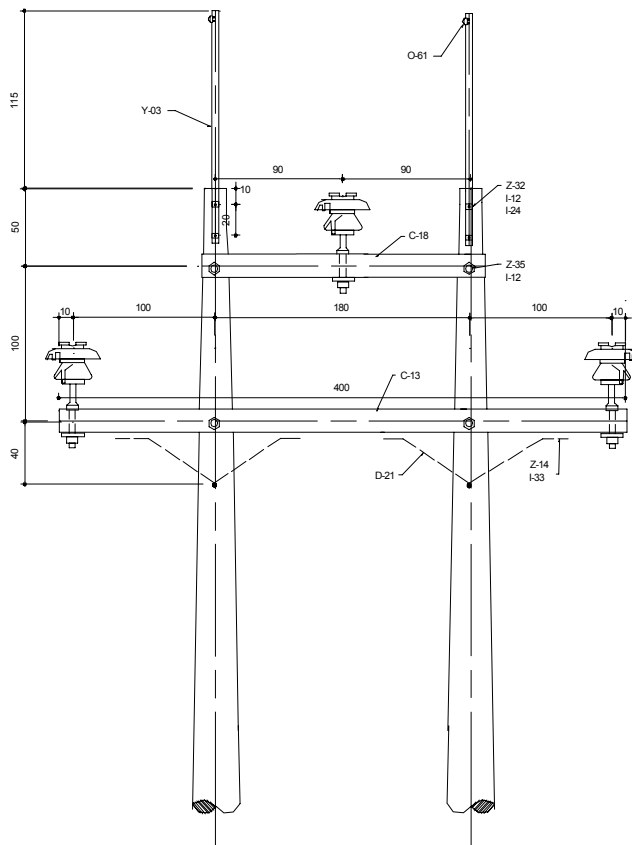
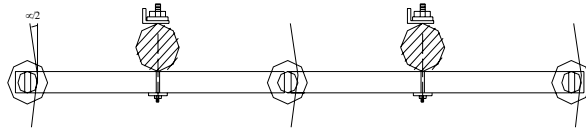
CONJUNTO:

Montaje de Transformador trifásico hasta de 160 KVA

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**DISPOSICIÓN TRIANGULAR DE CONDUCTORES EN APOYO DOBLE**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: TP-H

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR DE PASO EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-13	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 4m de longitud. 95*120mm.
C-18	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud. 95*120mm.
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-03	3	Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-13	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-35	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm
I-12	8	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-43	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 4m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
C-68	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
E-13	3	Espigo de acero galvanizado para cruceta metálica. Altura 330mm. Diametro 1 1/8"
A-13	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-04	2	Bayoneta sencilla, estructura de alineamiento, 2 perforaciones 11/16" . de 2m.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-21	2	Diagonal en "V" ángulo galvanizado para cruceta metálica de (38*38*5)mm longitud 1100mm
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
Z-14	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 51mm.
I-33	4	Arandela de presión. Diametro 22mm- para perno 13mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CÓDIGO:

TP-H

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Triangular en H de paso. Crucetas de 2 y 4 m.

### TP-H

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 600 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

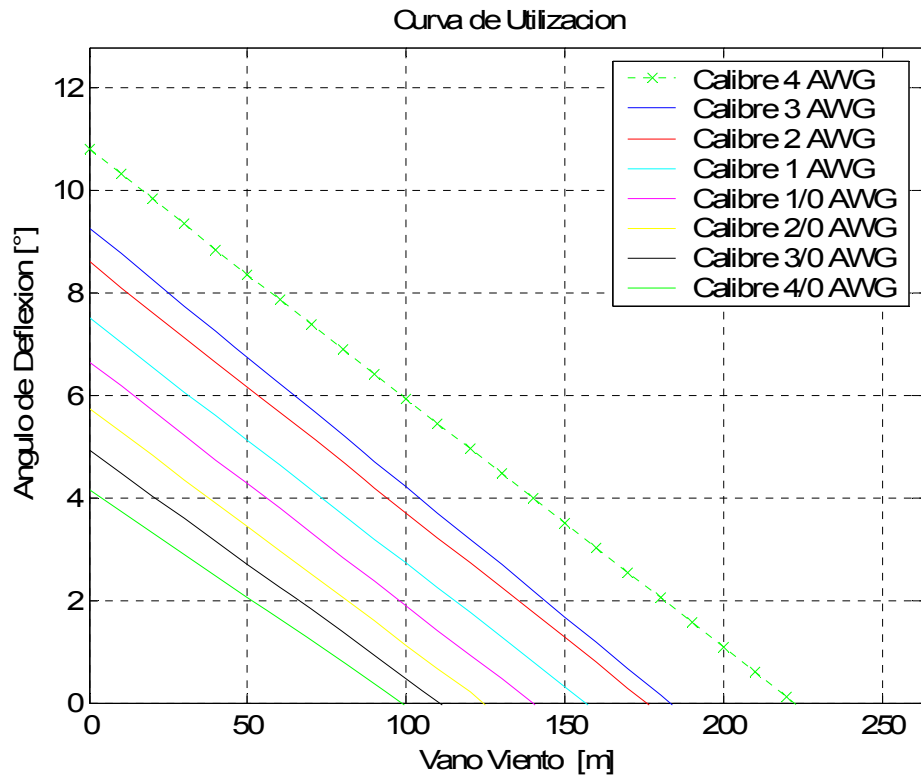
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 3.7322 metros

Máxima carga transv. (viento y ángulo) por cada pin. .... 300 Kg.

Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de madera ..... 220 Kg.

Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de metálica ..... 140 Kg.

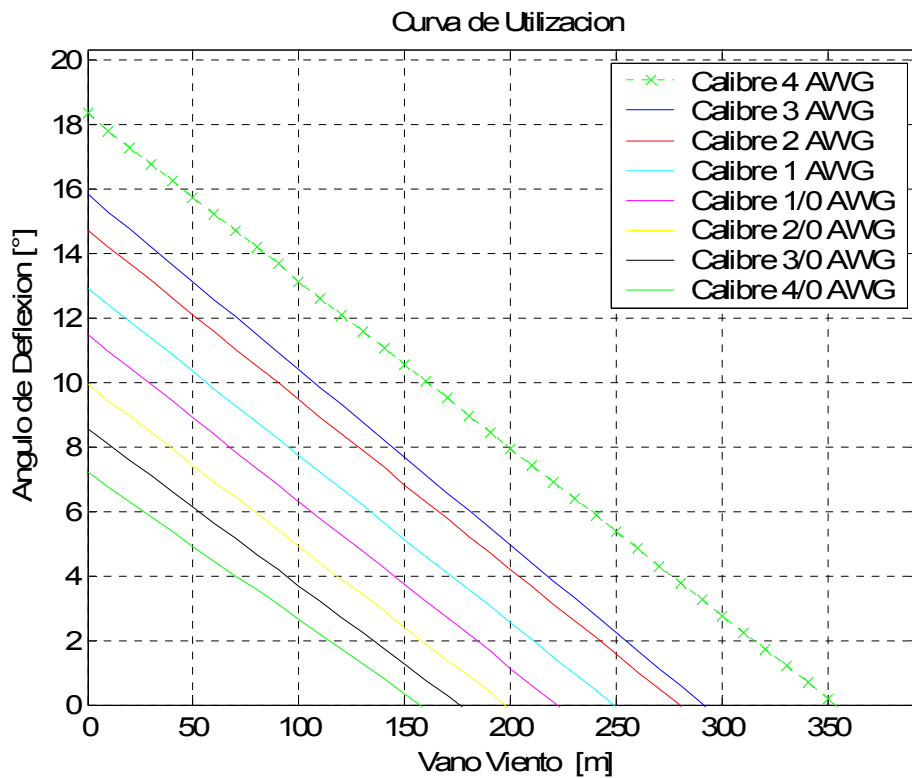
Las cargas admisibles verticales pueden ser aumentadas utilizando diagonales.



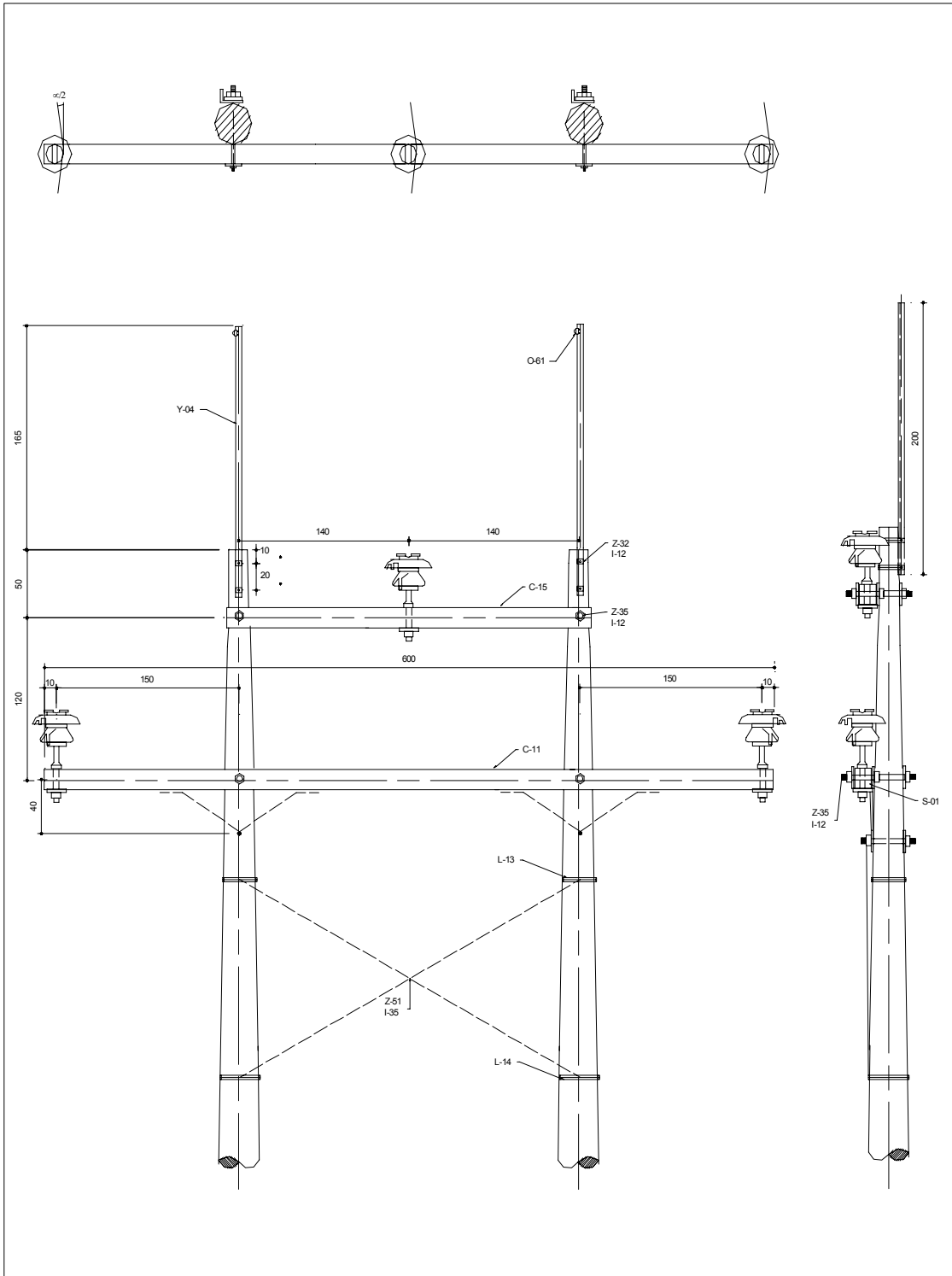
## TP-H

Tensión Eléctrica	44 kV
Vano Regulador	600 metros
Longitud del Poste	12 metros
Carga Rotura	750 Kg.

La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 3.7322 metros  
Máxima carga transv. (viento y ángulo) por cada pin. .... 300 Kg.  
Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de madera ..... 220 Kg.  
Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de metálica ..... 140 Kg.  
Las cargas admisibles verticales pueden ser aumentadas utilizando diagonales.







PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: TP-H-L

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR DE PASO EN H PARA VANO LARGO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-11	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 6m de longitud 95*120mm de sección.
C-15	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 3m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-03	3	Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-13	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-35	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
I-12	8	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-32	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 6m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
C-53	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 3m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
E-13	3	Espigo de acero galvanizado para cruceta metálica. Altura 330mm. Diametro 1 1/8"
A-13	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
Z-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-04	2	Bayoneta sencilla, estructura de alineamiento, 2 perforaciones 11/16" . de 2m.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Riostas (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-55	2	Diagonal de arriostamiento en X de 4m de longitud. Calibre (64x64x5)mm.
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 20 - 25cm
Z-11	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 51mm.
I-01	4	Arandela redonda. 25mm
I-35	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

TP-H-L

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Triangular en H  
de paso. Crucetas de 3 y 6 m

### TP-H-L

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 950 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

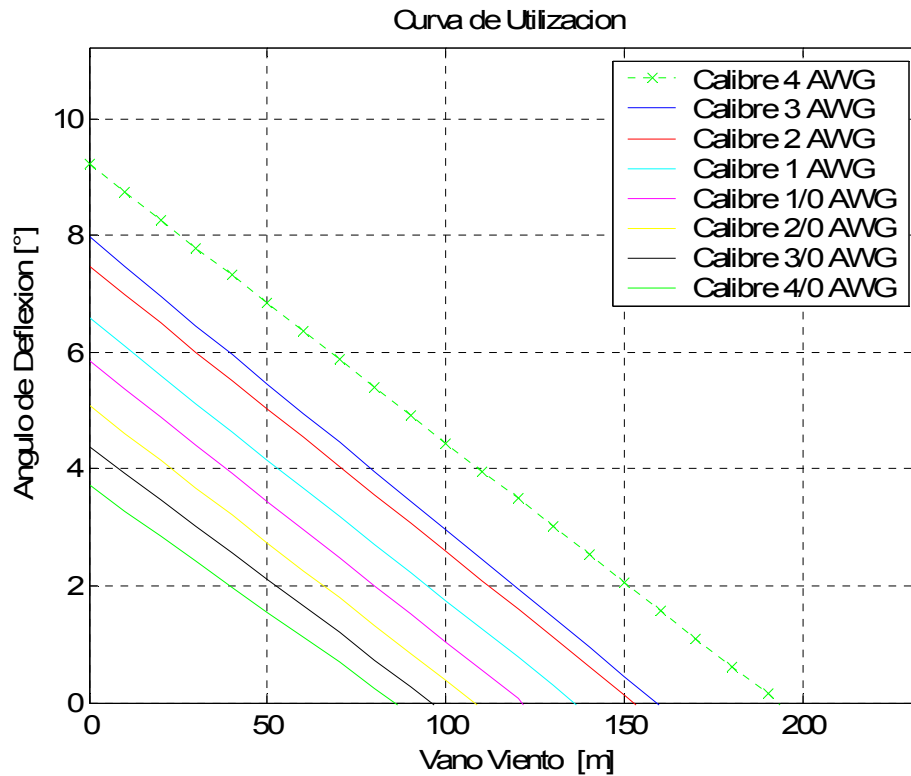
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 5.7035 metros

Máxima carga transv. (viento y ángulo) por cada pin. .... 300 Kg.

Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de madera ..... 140 Kg.

Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de metálica ..... 90 Kg.

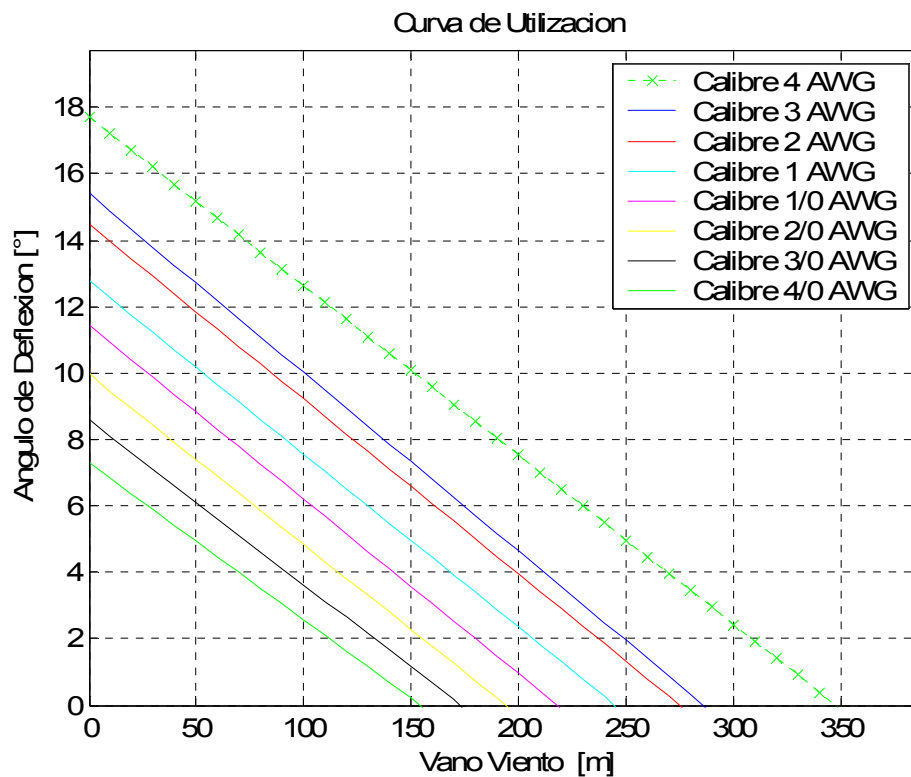
Las cargas admisibles verticales pueden ser aumentadas utilizando diagonales.



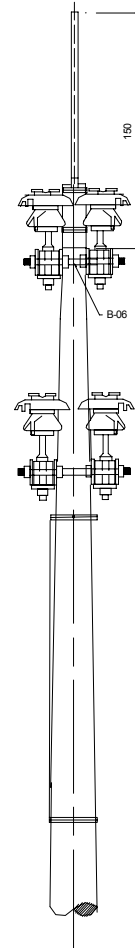
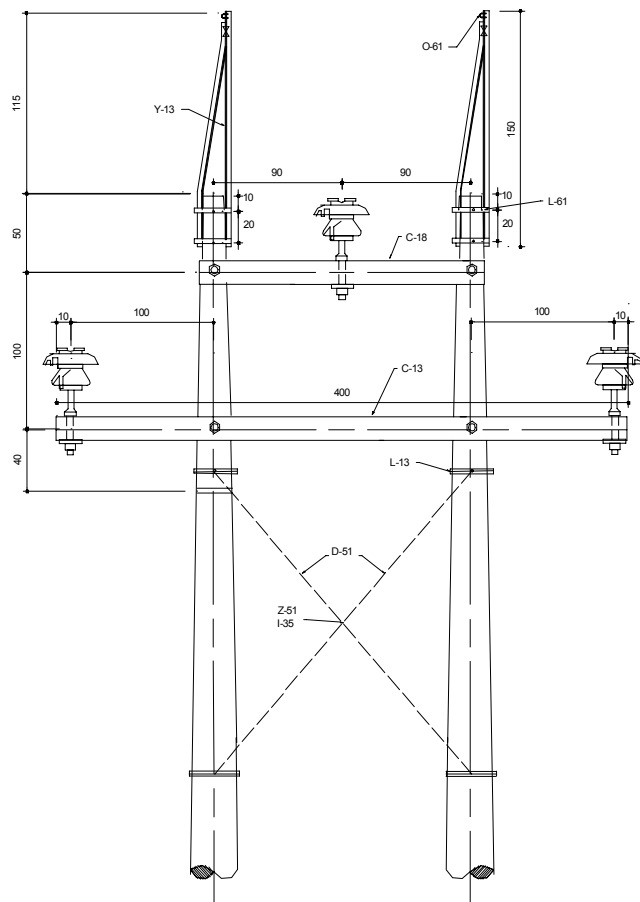
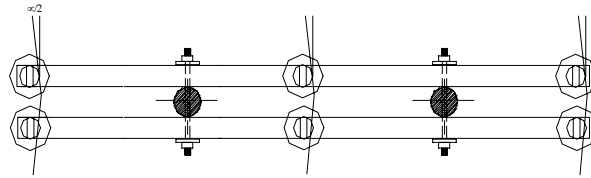
## TP-H-L

Tensión Eléctrica	44 kV
Vano Regulador	950 metros
Longitud del Poste	12 metros
Carga Rotura	750 Kg.

La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 5.7035 metros  
Máxima carga transv. (viento y ángulo) por cada pin. .... 300 Kg.  
Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de madera ..... 140 Kg.  
Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de metálica ..... 90 Kg.  
Las cargas admisibles verticales pueden ser aumentadas utilizando diagonales.







PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO:  
TA-H

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR EN ÁNGULO EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-13	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 4m de longitud 95*120mm de sección.
C-18	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm. Con cable de guarda
S-01	8	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-03	6	Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-13	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-39	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 508mm.
B-06	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm. Largo 508 mm
I-12	20	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-43	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 4m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
C-68	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
E-13	6	Espigo de acero galvanizado para cruceta metálica. Altura 330mm. Diametro 1 1/8"
A-13	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-34	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 254mm.
B-02	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diametro 16mm Largo 305 mm
I-34	16	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
L-61	4	Collarín para dos perchas. Diametro del poste 12 - 17cm
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-13	2	Bayoneta doble, para estructura de ángulo, Tipo ángulo (2"x2"x1/4"). de 1.5m

### Montaje de Riostas (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
351	2	Diagonal de arriostramiento en X de 3m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
1213	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
1214	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 20 - 25cm
2051	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 51mm.
2435	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

TA-H

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

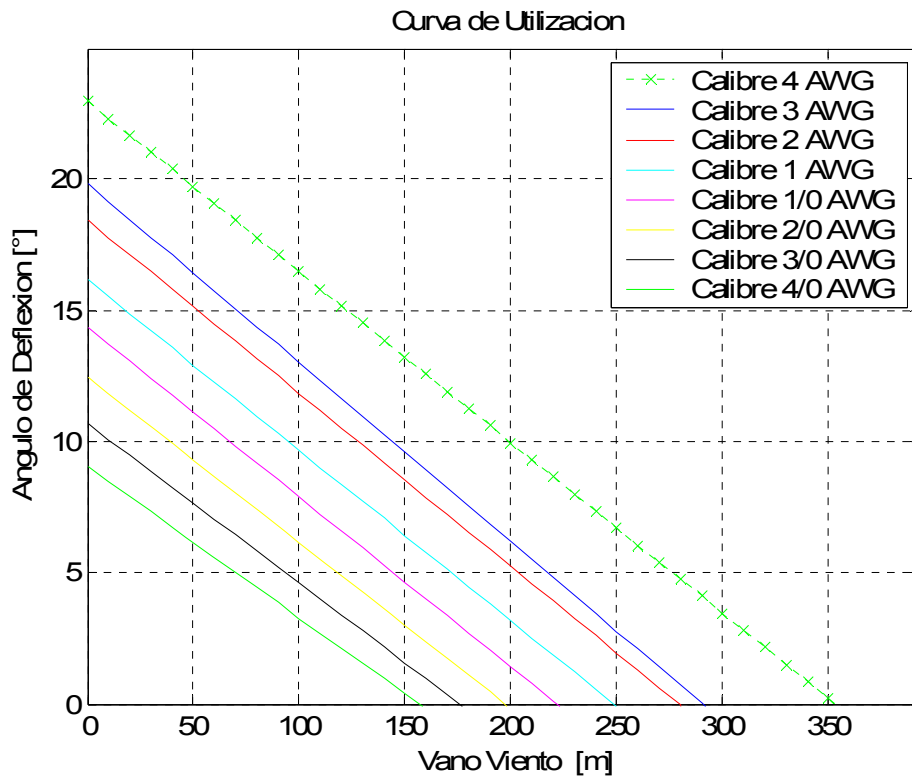
Configuración Triangular en H para  
ángulos. Crucetas de 2 y 4 m.



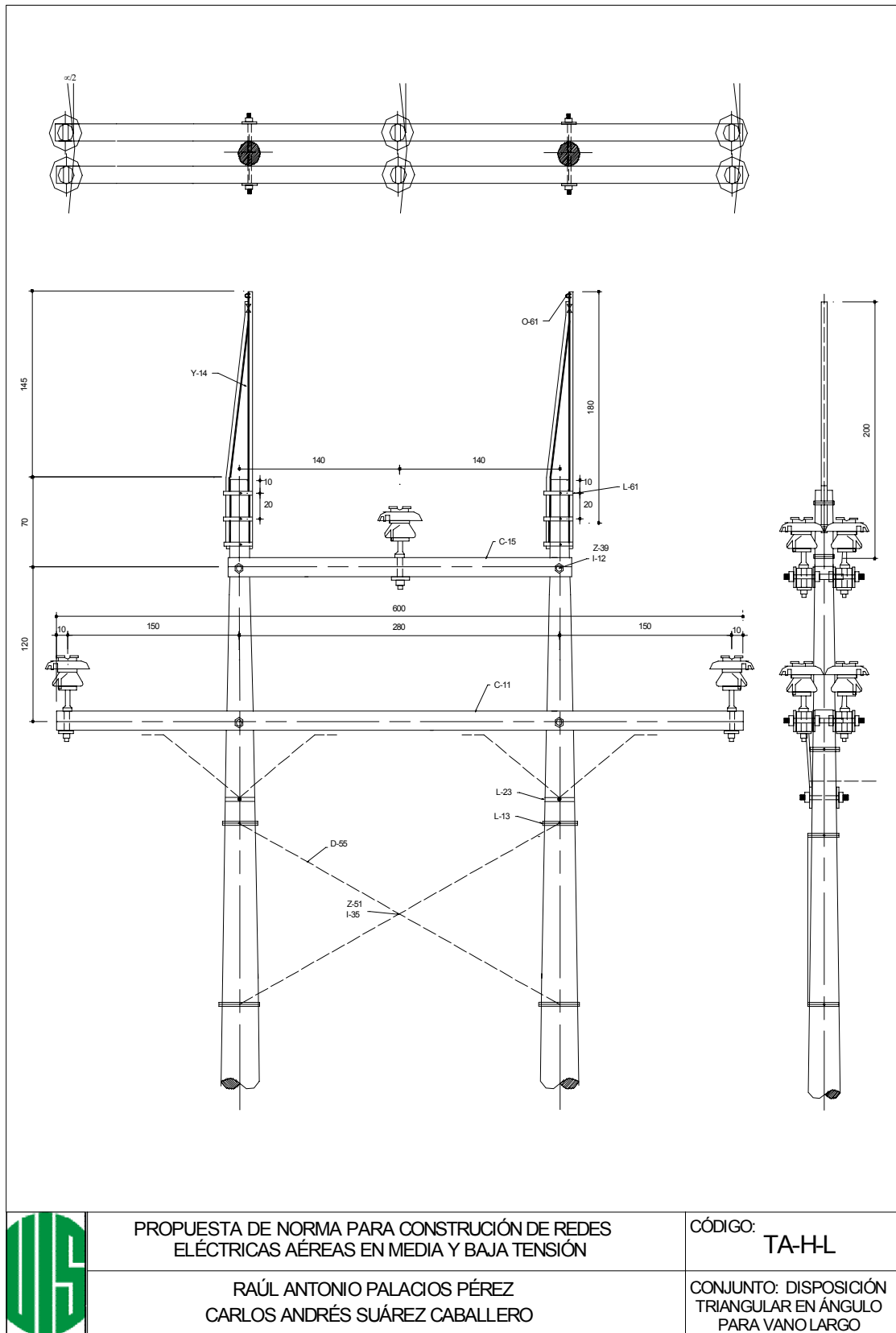
## TA-H

Tensión Eléctrica	44 kV
Vano Regulador	600 metros
Longitud del Poste	12 metros
Carga Rotura	750 Kg.

La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 3.7322 metros  
Máxima carga transv. (viento y ángulo) por cada doble pin. .... 600 Kg.  
Máxima carga vertical (peso) por c/ doble pin. con cruceta de madera ..... 440 Kg.  
Máxima carga vertical (peso) por c/ doble pin. con cruceta de metálica ..... 280 Kg.  
Máxima carga transv. En la estructura (en la punta), sin riostras en X ..... 1000 Kg.  
Las cargas admisibles transversales pueden ser aumentadas utilizando riostras en X y en templete lateral.







PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO:  
TA-HL

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR EN ÁNGULO PARA VANO LARGO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-11	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 6m de longitud 95*120mm de sección.
C-15	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 3m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	8	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-03	6	Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diámetro 1 1/8"
A-13	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-39	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 508mm.
B-06	8	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. Diámetro 16mm. Largo 508 mm
I-12	36	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-32	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 6m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
C-53	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 3m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
E-13	6	Espigo de acero galvanizado para cruceta metálica. Altura 330mm. Diámetro 1 1/8"
A-13	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-35	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 305mm.
B-02	8	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diámetro 16mm. Largo 305 mm
I-34	34	Arandela de presión. Diámetro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
L-61	6	Collarín para dos perchas. Diámetro del poste 12 - 17cm
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-14	2	Bayoneta doble, para estructura de ángulo, Tipo ángulo (2 1/2"x2 1/2"x1/4"). de 2m

### Montaje de Riostas (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-03	4	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
D-55	2	Diagonal de arriostamiento en X de 4m de longitud. Calibre (64x64x5)mm.
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diámetro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diámetro del poste 20 - 25cm
L-23	2	Collarín de dos salidas en platina de hierro galvanizado. Diámetro del poste 17 - 22cm
Z-11	8	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 13mm. Largo 25mm.
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 19mm. Largo 51mm.
I-01	8	Arandela redonda. 25mm
I-35	1	Arandela de presión. Diámetro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

TA-H-L

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

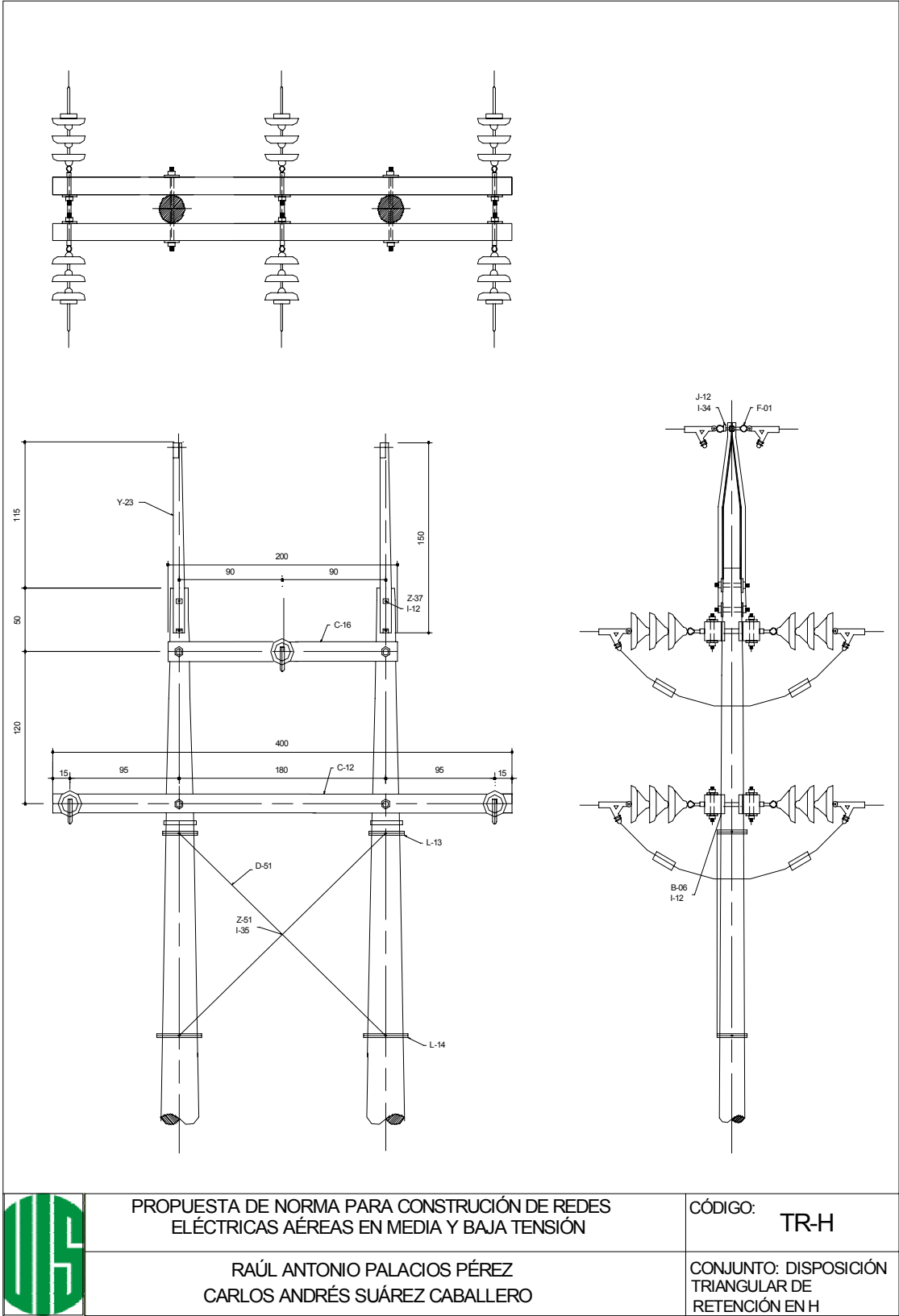
CONJUNTO:

Configuración Triangular en H para  
ángulo. Crucetas de 3 y 6 m









PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CÓDIGO: TR-H

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR DE RETENCIÓN EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-12	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 4m de longitud 95*120mm de sección.
C-16	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-37	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm. Largo 458 mm
I-12	20	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-43	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 4m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
C-68	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio de 2 pernos. Conductores AWG-MCM 5 - 2
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm. Largo 254 mm
I-34	20	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
G-01	4	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-01	4	Conector universal tipo perno abierto con separador. Linea 6 -10. Derivación 6 - 12. Cu-Cu.
Y-23	2	Bayoneta doble, para estructura de retención, Tipo ángulo(2"x2"x1/4"). de 1.5m
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
F-01	2	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 102mm
I-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	2	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Montaje de Riostas (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-51	2	Diagonal de arriostamiento en X de 3m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 20 - 25cm
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 51mm.
I-35	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

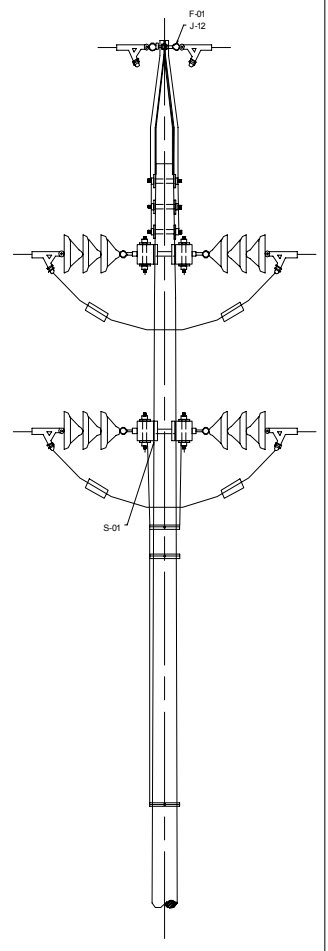
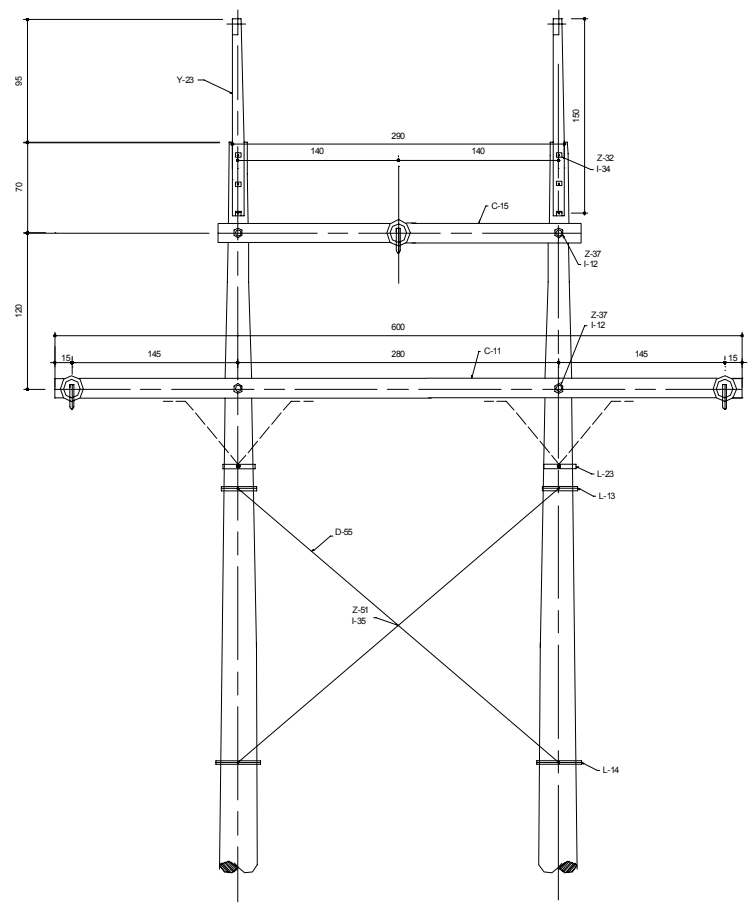
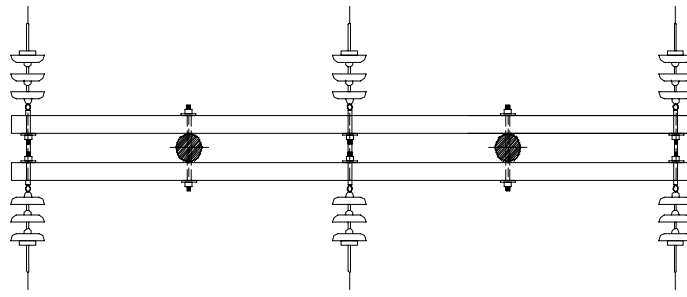
TR-H


RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Triangular en H de Retención. Crucetas de 2 y 4 m





	<p>PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN</p>	<p>CÓDIGO: TR-H-L</p>
	<p>RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO</p>	<p>CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULA DE RETENCIÓN EN H PARA VANO LARGO</p>



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-11	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 6m de longitud 95*120mm de sección.
C-15	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 3m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diámetro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-37	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 407mm.
B-05	7	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diámetro 16mm. Largo 458 mm
I-12	32	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-32	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 6m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
C-53	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 3m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diámetro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-34	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 254mm.
B-01	7	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diámetro 16mm. Largo 254 mm
I-34	32	Arandela de presión. Diámetro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
G-01	4	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-21	4	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm
Y-23	2	Bayoneta doble, para estructura de retención, Tipo ángulo(2"x2"x1/4"). de 1.5m
Z-32	3	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 16mm. Largo 203mm.
F-01	2	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diámetro 16mm. Longitud 102mm
I-34	6	Arandela de presión. Diámetro 26mm- para perno 18mm
J-12	2	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Montaje de Riostas y Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-03	4	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
D-55	2	Diagonal de arriostamiento en X de 4m de longitud. Calibre (64x64x5)mm.
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diámetro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diámetro del poste 20 - 25cm
L-23	2	Collarín de dos salidas en platina de hierro galvanizado. Diámetro del poste 17 - 22cm
Z-11	8	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 13mm. Largo 25mm.
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diámetro 19mm. Largo 51mm.
I-01	8	Arandela redonda. 25mm
I-35	1	Arandela de presión. Diámetro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

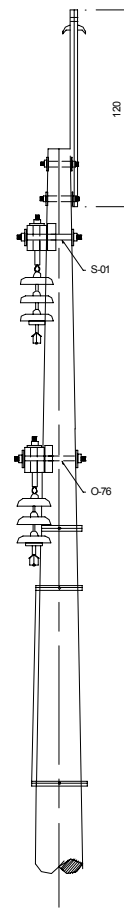
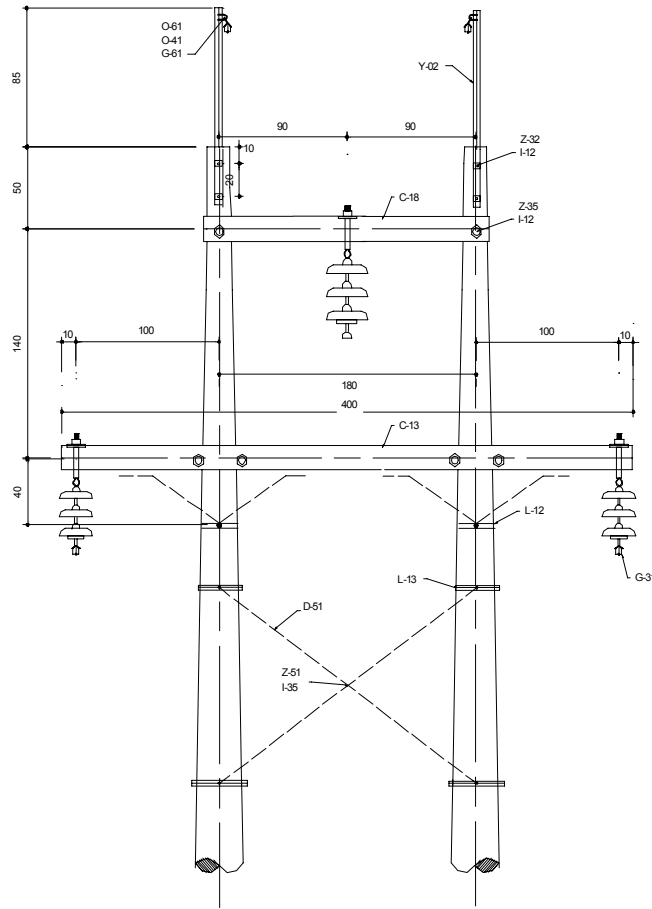
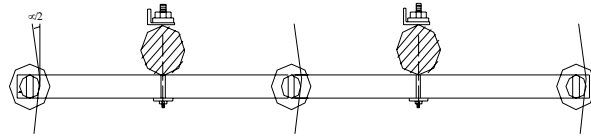
TR-H-L

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Triangular en H de Retención. Crucetas de 3 y 6 m





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: TSH

CONJUNTO: DISPOSICIÓN TRIANGULAR EN SUSPENSIÓN EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-13	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 4m de longitud 95*120mm de sección.
C-18	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 2m de longitud 95*120mm. Con cable de guarda
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-31	3	Grapa suspensión aleación de AL. Conductores AWG-MCM 6 - 2/0. 6000Kgf
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
O-76	2	Abrazadera "U" hierro galvanizado para sujeción cruceta al poste, 2 tuercas(13x346x190x76)mm
Z-35	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
F-03	3	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 203mm
I-12	14	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-43	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 4m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
C-68	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 2m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
A-01	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-31	3	Grapa suspensión aleación de AL. Conductores AWG-MCM 6 - 2/0. 6000Kgf
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
O-72	2	Abrazadera "U" hierro galvanizado para sujeción cruceta al poste, 2 tuercas(13x254x190x76)mm
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
F-01	3	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 102mm
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	12	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
G-61	1	Grapa de suspensión para cable de guarda. Perno en "U" 9.5mm.
O-41	1	Eslabón sencillo. 30.000 lbs.
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-02	2	Bayoneta sencilla, estructura de alineamiento, 2 perforaciones 11/16" . de 1.2m.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Riostas y Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-01	2	Diagonal en "V" para cruceta de madera. (38*38*5)mm logitud 1100*340mm
D-51	2	Diagonal de arriostamiento en X de 3m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 20 - 25cm
Z-11	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 51mm.
I-01	4	Arandela redonda. 25mm
I-35	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

TS-H

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Triangular en H de Suspensión. Crucetas de 2 y 4 m







## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-11	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 6m de longitud 95*120mm de sección.
C-15	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 3m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-31	3	Grapa suspensión aleación de AL. Conductores AWG-MCM 6 - 2/0. 6000Kgf
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
Z-35	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
F-03	3	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 203mm
I-12	14	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-32	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 6m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
C-53	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 3m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
A-01	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-31	3	Grapa suspensión aleación de AL. Conductores AWG-MCM 6 - 2/0. 6000Kgf
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
F-03	3	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 203mm
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	10	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
G-61	2	Grapa de suspensión para cable de guarda. Perno en "U" 9.5mm.
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-02	2	Bayoneta sencilla, estructura de alineamiento, 2 perforaciones 11/16" . de 1.2m.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Riostas y Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-03	3	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
D-55	2	Diagonal de arriostamiento en X de 4m de longitud. Calibre (64x64x5)mm.
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 20 - 25cm
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
Z-11	8	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 51mm.
I-01	8	Arandela redonda. 25mm
I-35	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

TS-H-L

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

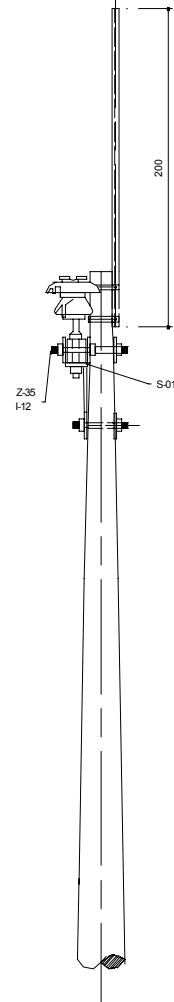
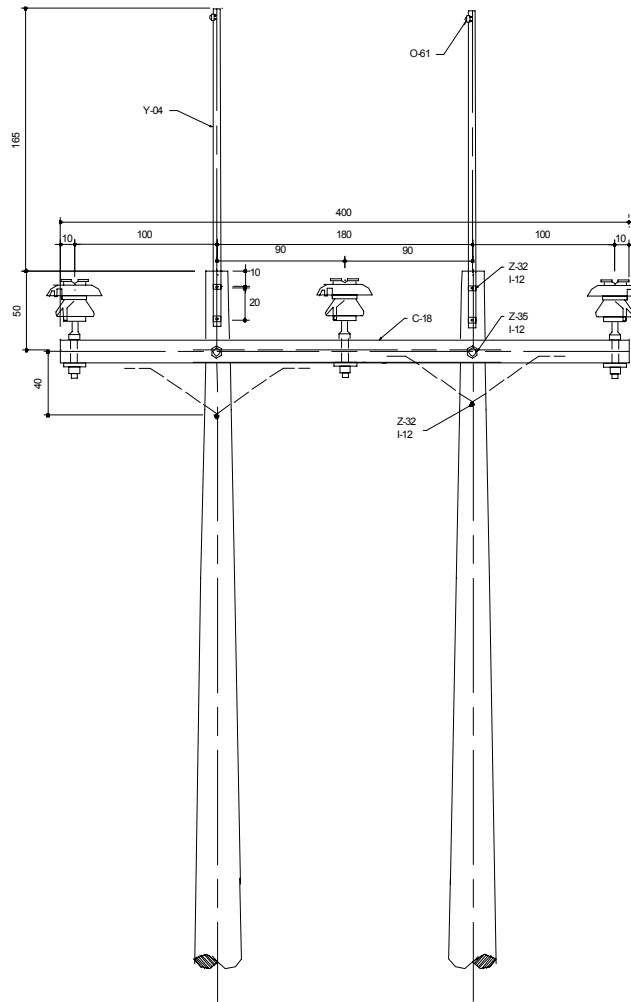
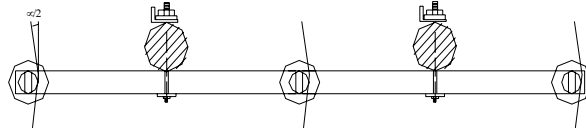
CONJUNTO:

Configuración Triangular en H de Suspensión. Crucetas de 3 y 6 m

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**DISPOSICIÓN HORIZONTAL DE CONDUCTORES EN APOYO DOBLE**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **HP-H**

CONJUNTO: DISPOSICIÓN HORIZONTAL DE PASO EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-13	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 4m de longitud. 95*120 mm
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-03	3	Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-13	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-35	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-43	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 4m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
E-13	3	Espigo de acero galvanizado para cruceta metálica. Altura 330mm. Diametro 1 1/8"
A-13	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-32	2	Perno de máquina de hierro galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-04	2	Bayoneta sencilla, estructura de alineamiento, 2 perforaciones 11/16" . de 2m.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
303	3	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
2011	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
2032	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
2412	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
2413	2	Arandela cuadrada plana. De 57*21mm. para perno de 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

HP-H

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Horizontal en H de paso con cruceta de 4 m.

### HP-H

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 600 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

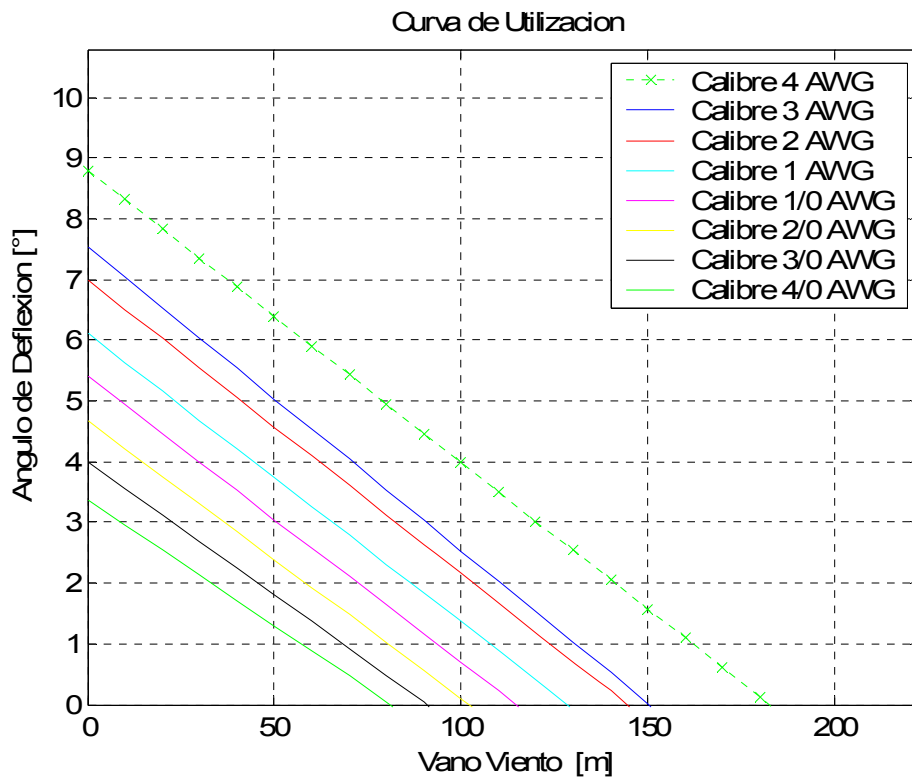
La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 3.7322 metros

Máxima carga transv. (viento y ángulo) por cada pin. .... 300 Kg.

Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de madera ..... 220 Kg.

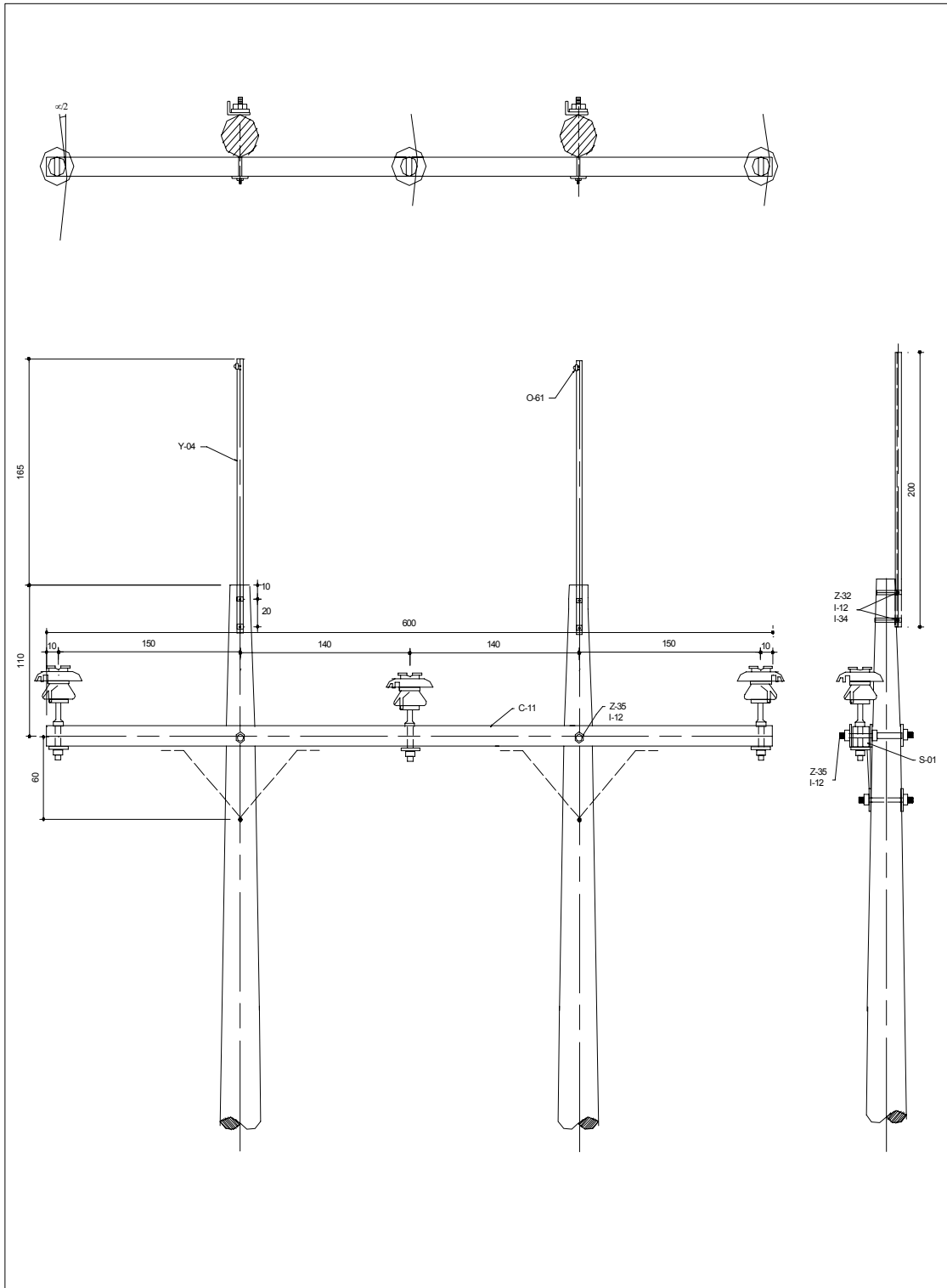
Máxima carga vertical (peso) por c/pin. con cruceta de metálica ..... 140 Kg.

Las cargas admisibles verticales pueden ser aumentadas utilizando diagonales.









PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: **HP-H-L**

CONJUNTO: DISPOSICIÓN HORIZONTAL DE PASO EN H PARA VANO LARGO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-11	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 6m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-03	3	Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-13	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-35	2	Perno de máquina de hierro galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 3
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-32	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 6m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
E-13	3	Espigo de acero galvanizado para cruceta metálica. Altura 330mm. Diametro 1 1/8"
A-13	3	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-32	2	Perno de máquina de hierro galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 2
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-04	2	Bayoneta sencilla, estructura de alineamiento, 2 perforaciones 11/16" . de 2m.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-03	2	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
Z-11	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-01	2	Arandela redonda. 25mm
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

HP-H-L

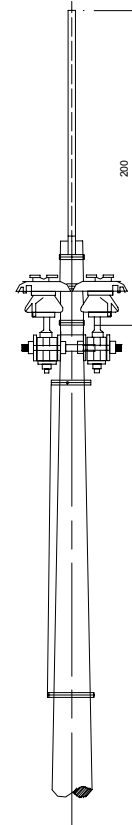
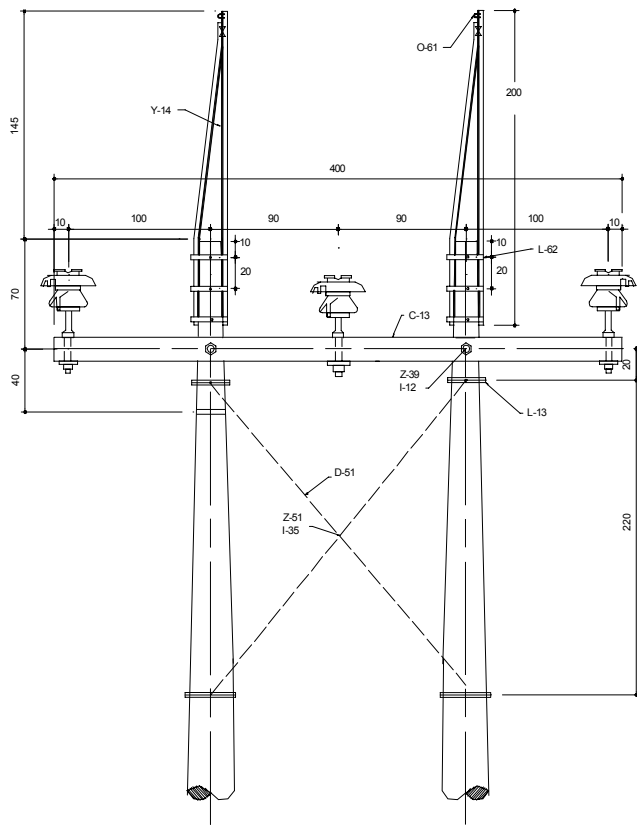
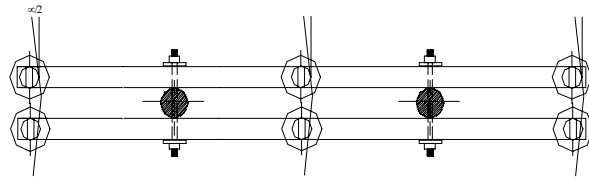
RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Horizontal en H de paso con cruceta de 6 m.







PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO:  
**HA-H**

CONJUNTO: DISPOSICÓN  
HORIZONTAL EN ÁNGULO  
EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-13	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 4m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-03	6	Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-13	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-39	2	Perno de máquina de hierro galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 5
B-06	3	Espárrago de hierro galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm longitud
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-43	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 4m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
E-13	6	Espigo de acero galvanizado para cruceta metálica. Altura 330mm. Diametro 1 1/8"
A-13	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-34	2	Perno de máquina de hierro galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 2
B-01	3	Espárrago de hierro galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm longitud
I-34	14	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
L-62	6	Collarín para dos perchas. Diametro del poste 15 - 20cm
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-14	2	Bayoneta doble, para estructura de ángulo, Tipo ángulo (2 1/2"x2 1/2"x1/4"). de 2m

### Montaje de Riostas (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-51	2	Diagonal de arriostamiento en X de 3m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 20 - 25cm
Z-51	1	Perno de máquina de hierro galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 5
I-35	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

HA-H

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Horizontal en H para  
ángulos con cruceta de 4 m..

## HA-H

Tensión Eléctrica 44 kV  
Vano Regulador 240 metros  
Longitud del Poste 12 metros  
Carga Rotura 510 Kg.

La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 3.1895 metros

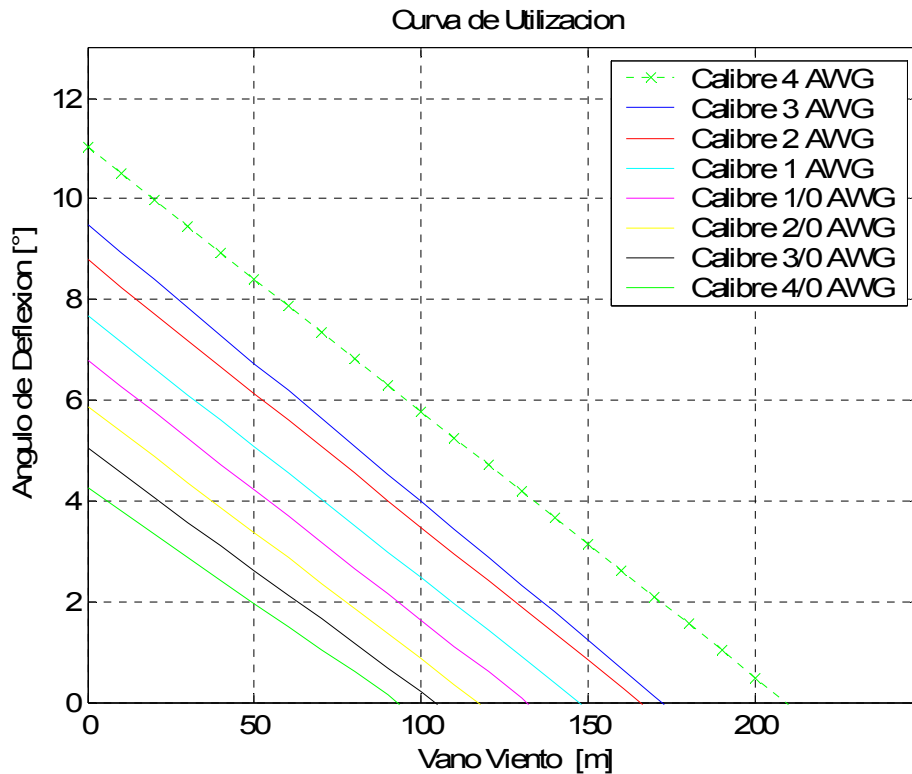
Máxima carga transv. (viento y ángulo) por cada doble pin. .... 600 Kg.

Máxima carga vertical (peso) por c/ doble pin. con cruceta de madera ..... 440 Kg.

Máxima carga vertical (peso) por c/ doble pin. con cruceta de metálica ..... 280 Kg.

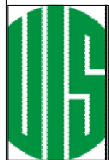
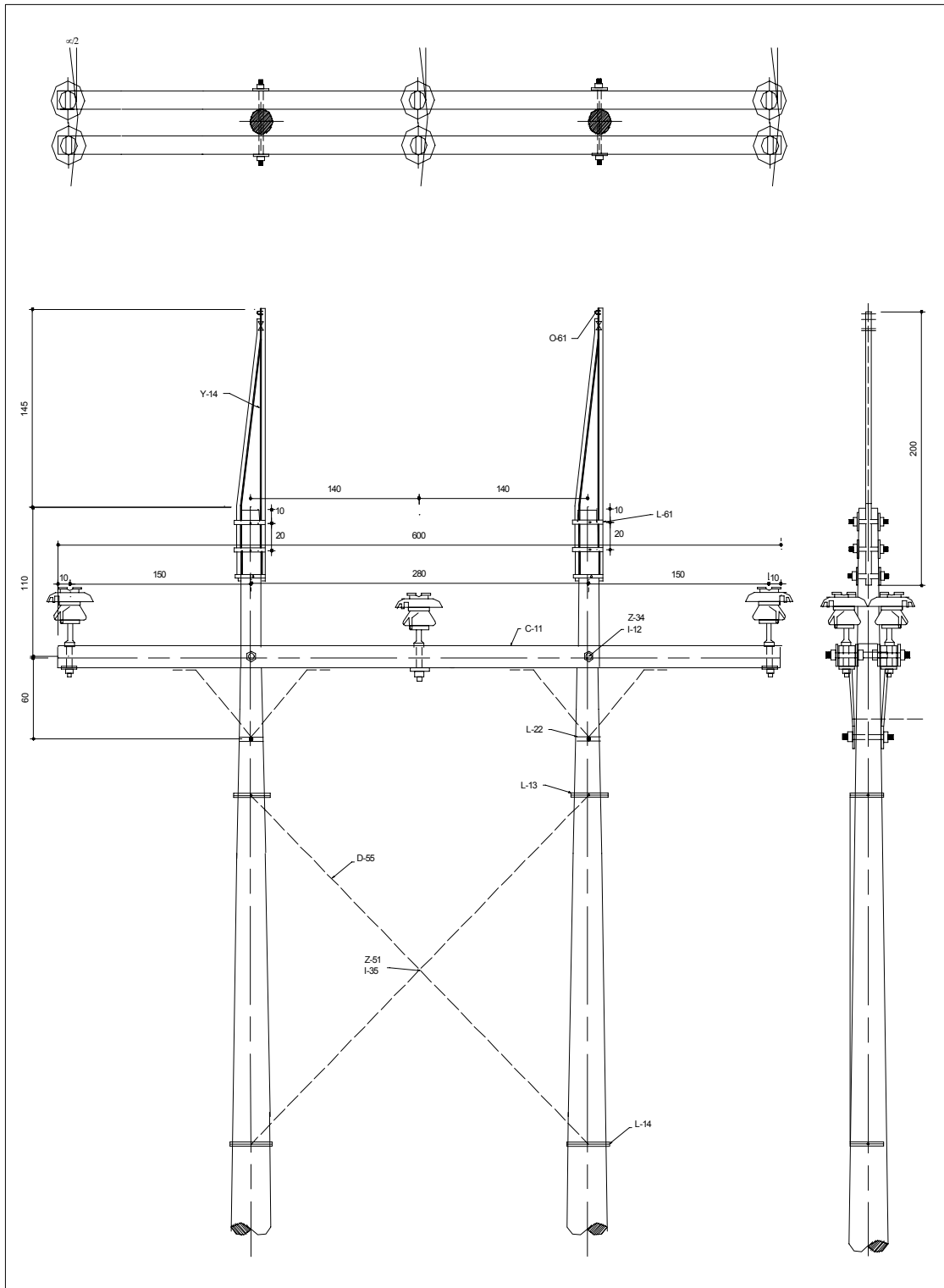
Máxima carga transv. En la estructura (en la punta), sin riostras en X ..... 1000 Kg.

Las cargas admisibles transversales pueden ser aumentadas utilizando riostras en X y en templete lateral.









PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: HA-H-L

CONJUNTO: DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN ÁNGULO PARA VANO LARGO EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-11	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 6m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
E-03	6	Espigo para cruceta de madera. Altura 180mm. Diametro 1 1/8"
A-13	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-39	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 508mm.
B-06	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm. Largo 508 mm
I-12	16	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-32	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 6m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
E-13	6	Espigo de acero galvanizado para cruceta metálica. Altura 330mm. Diametro 1 1/8"
A-13	6	Aislador tipo espiga. Rosca 1 3/8". ANSI 56-3 34,5 kV
Z-35	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
B-02	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm. Largo 305 mm
I-34	14	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
L-61	6	Collarín para dos perchas. Diametro del poste 12 - 17cm
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-14	2	Bayoneta doble, para estructura de ángulo, Tipo ángulo (2 1/2"x2 1/2"x1/4"). de 2m

### Montaje de Riostas y Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-03	4	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
D-55	2	Diagonal de arriostramiento en X de 4m de longitud. Calibre (64x64x5)mm.
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 20 - 25cm
L-22	2	Collarín de dos salidas en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
Z-11	8	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 51mm.
I-01	8	Arandela redonda. 25mm
I-35	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

HA-H-L

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Horizontal en H para angulo con cruceta de 6 m.

## HA-H-L

Tensión Eléctrica	44 kV
Vano Regulador	240 metros
Longitud del Poste	12 metros
Carga Rotura	750 Kg.

La distancia mínima entre conductores dada por la configuración es 3.1895 metros

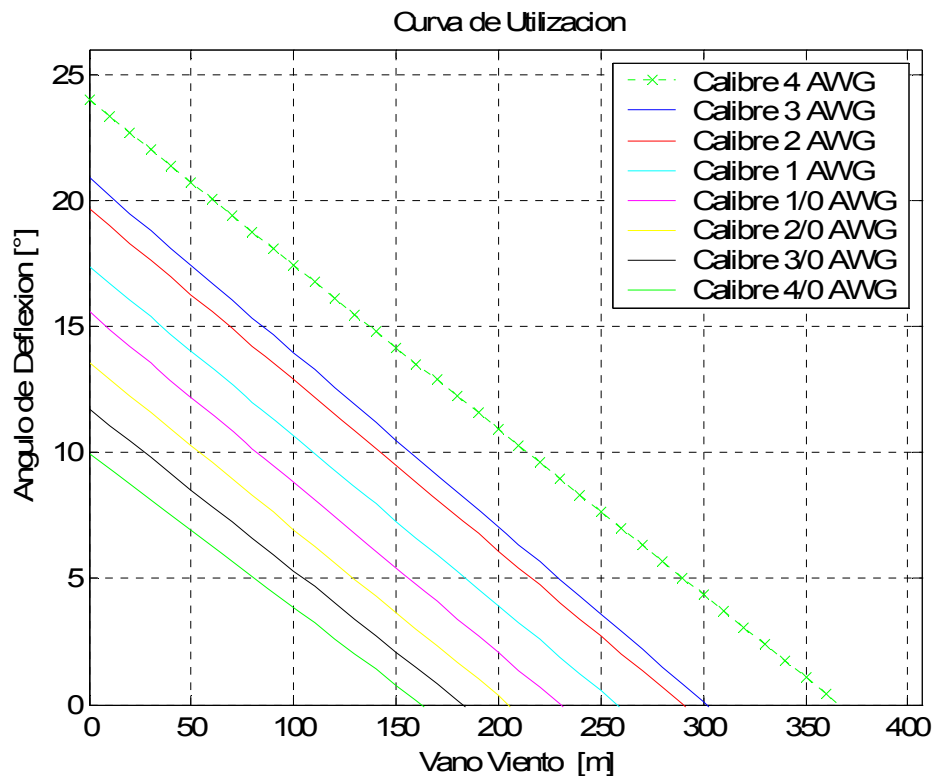
Máxima carga transv. (viento y ángulo) por cada doble pin. .... 600 Kg.

Máxima carga vertical (peso) por c/ doble pin. con cruceta de madera ..... 440 Kg.

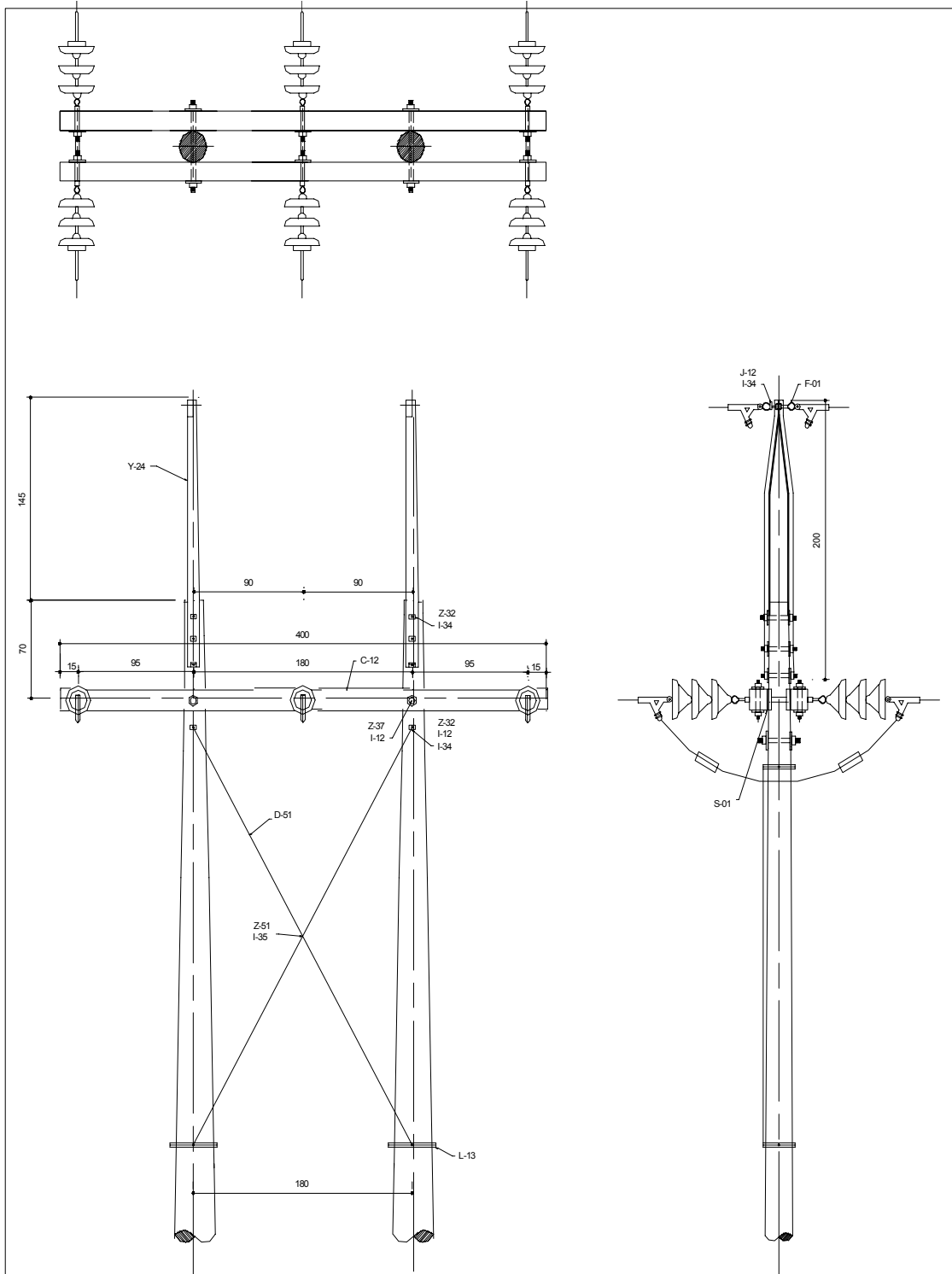
Máxima carga vertical (peso) por c/ doble pin. con cruceta de metálica ..... 280 Kg.

Máxima carga transv. En la estructura (en la punta), sin riostras en X ..... 1000 Kg.

Las cargas admisibles transversales pueden ser aumentadas utilizando riostras en X y en templete lateral.







PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: HR-H

CONJUNTO: DISPOSICÓN  
HORIZONTAL DE  
RETENCIÓN EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-12	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 4m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	1	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio de 2 pernos. Conductores AWG-MCM 5 - 2
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-37	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm. Largo 458 mm
I-12	16	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-43	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 4m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-34	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 254mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm. Largo 254 mm
I-34	14	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
G-01	6	Grapa terminal de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-01	4	Conector universal tipo perno abierto con separador. Linea 6 -10. Derivación 6 - 12. Cu-Cu.
Y-24	2	Bayoneta doble, para estructura de retención, Tipo ángulo(2"x2"x1/4"). de 2m
Z-32	6	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
F-01	2	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 102mm
I-34	6	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	2	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Montaje de Riostas (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-51	2	Diagonal de arriostamiento en X de 3m de longitud. Calibre (64*64*5)mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-01	6	Conector universal tipo perno abierto con separador. Linea 6 -10. Derivación 6 - 12. Cu-Cu.
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 51mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	2	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
I-35	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

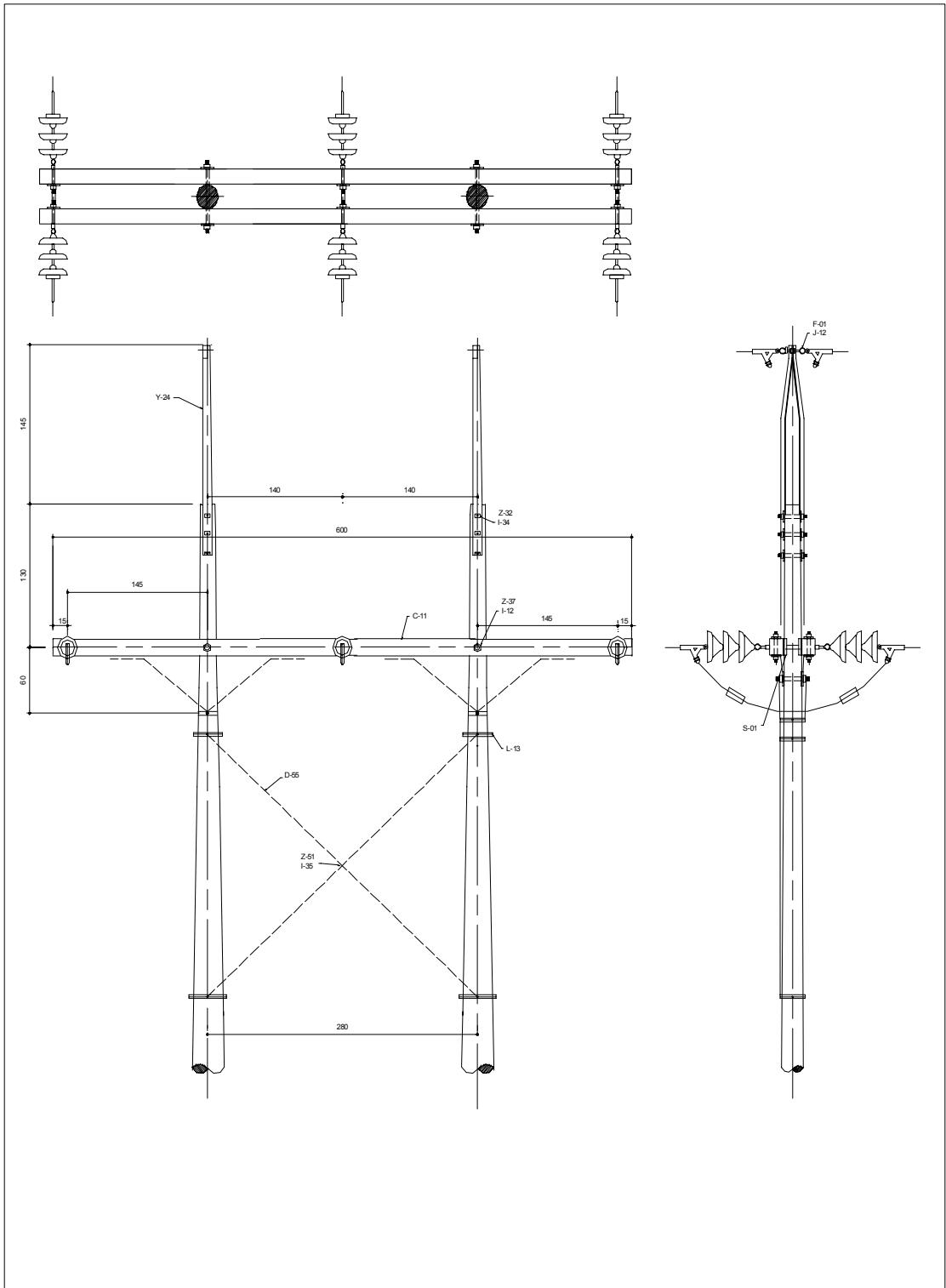
HR-H

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Horizontal en H para retención con cruceta de 4 m.





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: HR-H-L

CONJUNTO: DISPOSICIÓN HORIZONTAL DE RETENCIÓN EN H PARA VANO LARGO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-11	2	Cruceta de madera inmunizada a presión de 6m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	4	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-37	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 407mm.
B-05	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm. Largo 458 mm
I-12	16	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-32	2	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 6m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
A-03	18	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-31	6	Conector de ranuras paralelas de dos pernos. Dimensiones 70*45*45mm
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
B-01	3	Espárrago galvanizado roscado en toda su longitud, 4 tuercas. diametro 16mm. Largo 254 mm
I-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm
J-12	6	Tuerca de ojo alargado de 5/8"

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
G-01	6	Grapa terminal o de retención en aleación de aluminio 2 pernos. Conductores 5 - 2/0. 3000kgf
N-21	4	Conector de ranuras paralelas de un perno. Dimensiones 35*45*45mm
Y-24	2	Bayoneta doble, para estructura de retención, Tipo ángulo(2"x2"x1/4"). de 2m
Z-32	6	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
F-01	2	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 102mm
I-34	8	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Riostas y Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-03	4	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
D-55	2	Diagonal de arriostamiento en X de 4m de longitud. Calibre (64x64x5)mm.
L-12	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 15 - 20cm
L-13	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 17 - 22cm
L-14	2	Collarín de una salida en platina de hierro galvanizado. Diametro del poste 20 - 25cm
Z-11	8	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
Z-51	1	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 19mm. Largo 51mm.
I-01	8	Arandela redonda. 25mm
I-35	1	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

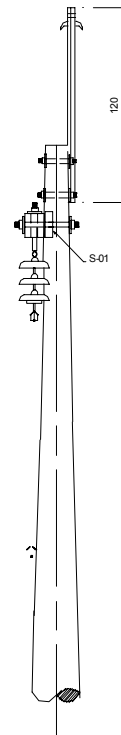
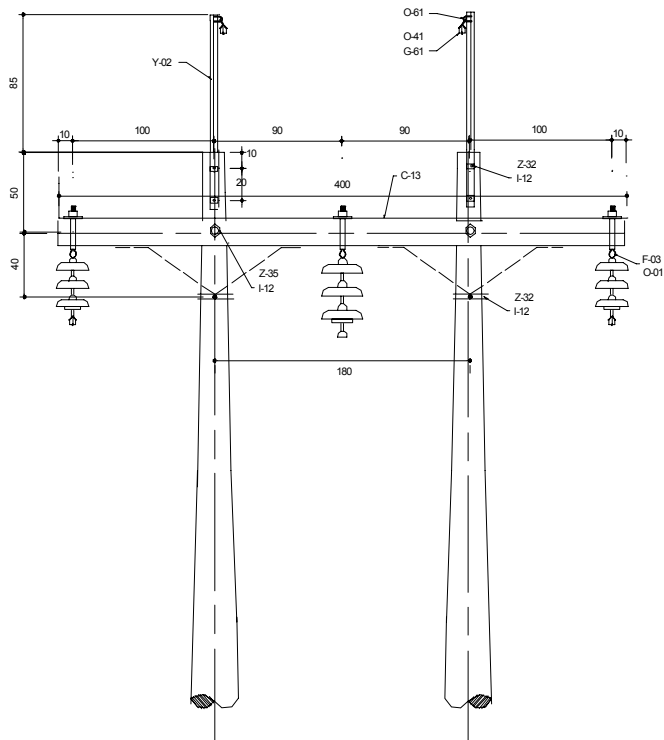
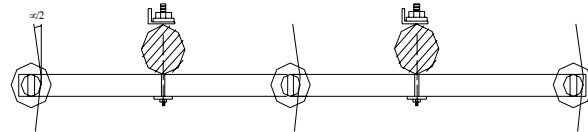
HR-H-L

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Horizontal en H de retención con cruceta de 6 m.





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: HS-H

CONJUNTO: DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN SUSPENSIÓN EN H



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-13	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 4m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-31	3	Grapa suspensión aleación de AL. Conductores AWG-MCM 6 - 2/0. 6000Kgf
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
Z-35	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
F-03	3	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 203mm
I-12	10	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-43	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 4m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
A-01	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-31	3	Grapa suspensión aleación de AL. Conductores AWG-MCM 6 - 2/0. 6000Kgf
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
F-01	3	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 102mm
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	5	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
G-61	2	Grapa de suspensión para cable de guarda. Perno en "U" 9.5mm.
O-41	2	Eslabón sencillo. 30.000 lbs.
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-02	2	Bayoneta sencilla, estructura de alineamiento, 2 perforaciones 11/16" . de 1.2m.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-03	2	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
Z-11	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-35	4	Arandela de presión. Diametro 32mm- para perno 19mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

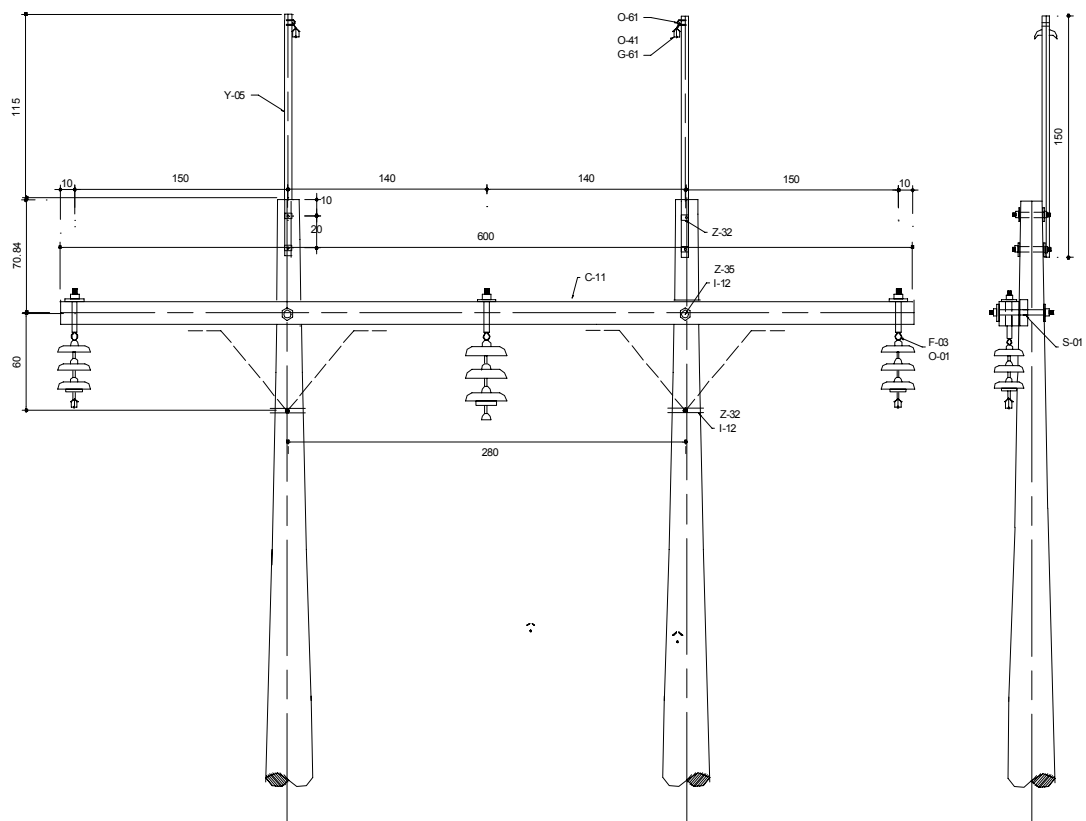
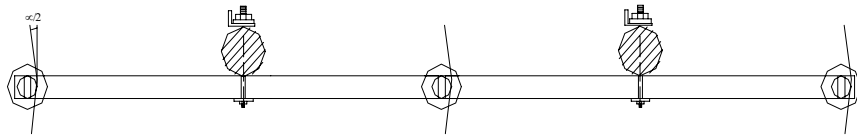
HS-H

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración Horizontal en H en  
Suspensión con cruceta de 4 m.





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: HS-HL

CONJUNTO: DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN SUSPENCIÓN EN H PARA VANO LARGO



## LISTA DE MATERIALES

### Cruceta de Madera

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-11	1	Cruceta de madera inmunizada a presión de 6m de longitud 95*120mm de sección.
S-01	2	Silla para cruceta de madera (120*100*17*86*40)mm
A-01	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-31	3	Grapa suspensión aleación de AL. Conductores AWG-MCM 6 - 2/0. 6000Kgf
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
Z-35	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 305mm.
F-03	3	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 203mm
I-12	10	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm

### Cruceta Metálica

REF.	CANT.	DESCRIPCION
C-32	1	Cruceta metálica de ángulo galvanizado de 6m de longitud. Calibre (76*76*6)mm
A-01	9	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-31	3	Grapa suspensión aleación de AL. Conductores AWG-MCM 6 - 2/0. 6000Kgf
O-01	3	Eslabón en "U" con pasador. Dimensiones 51mm. 18.000Kgf
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
F-01	3	Perno de ojo. Dos Tuercas. Diametro 16mm. Longitud 102mm
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	5	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje Cable de Guarda

REF.	CANT.	DESCRIPCION
G-61	2	Grapa de suspensión para cable de guarda. Perno en "U" 9.5mm.
O-41	2	Eslabón sencillo. 30.000 lbs.
O-61	2	Perno en "U" para estructura en suspensión. 12.000lbs. 51*32*38mm
Y-03	2	Bayoneta sencilla, estructura en alineamiento, 2 perforaciones 11/16" . de 1.5 m.
Z-32	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-12	4	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm
I-34	4	Arandela de presión. Diametro 26mm- para perno 18mm

### Montaje de Diagonales (opcional)

REF.	CANT.	DESCRIPCION
D-03	2	Diagonal en "V" para cruceta de madera (38*38*5)mm logitud 1500*540mm
Z-11	4	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 13mm. Largo 25mm.
Z-32	2	Perno de máquina galvanizado con cabeza y tuerca cuadrada. Diametro 16mm. Largo 203mm.
I-01	2	Arandela redonda. 25mm
I-12	2	Arandela cuadrada plana. De 51*17mm. para perno de 16mm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

HS-H-L

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

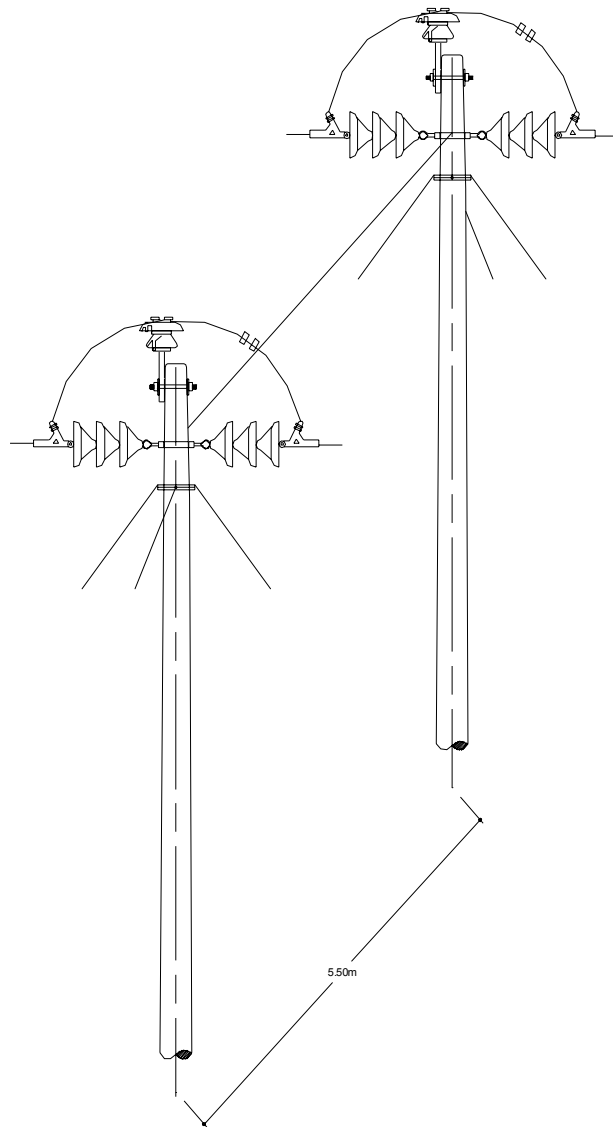
CONJUNTO:

Configuración Horizontal en H en  
Suspensión con cruceta de 6 m.

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**DISPOSICIÓN ESPECIAL EN APOYO DOBLE**





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: E1

CONJUNTO: DISPOSICIÓN ESPECIAL MONOFASICA DE RETENCIÓN



## LISTA DE MATERIALES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-01	6	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03		Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
A-01	2	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	2	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
E-21	2	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1".
E-22		Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1 3/8"
G-32	4	Grapa para suspensión en aleación de aluminio. Conductores 2/0 - 500. 8000Kgf.
L-03	2	Collarín sin salida en platina galvanizada. Diametro poste 17-22 cm
L-11	2	Collarín de una salida en platina galvanizada. Diametro poste 12-17 cm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

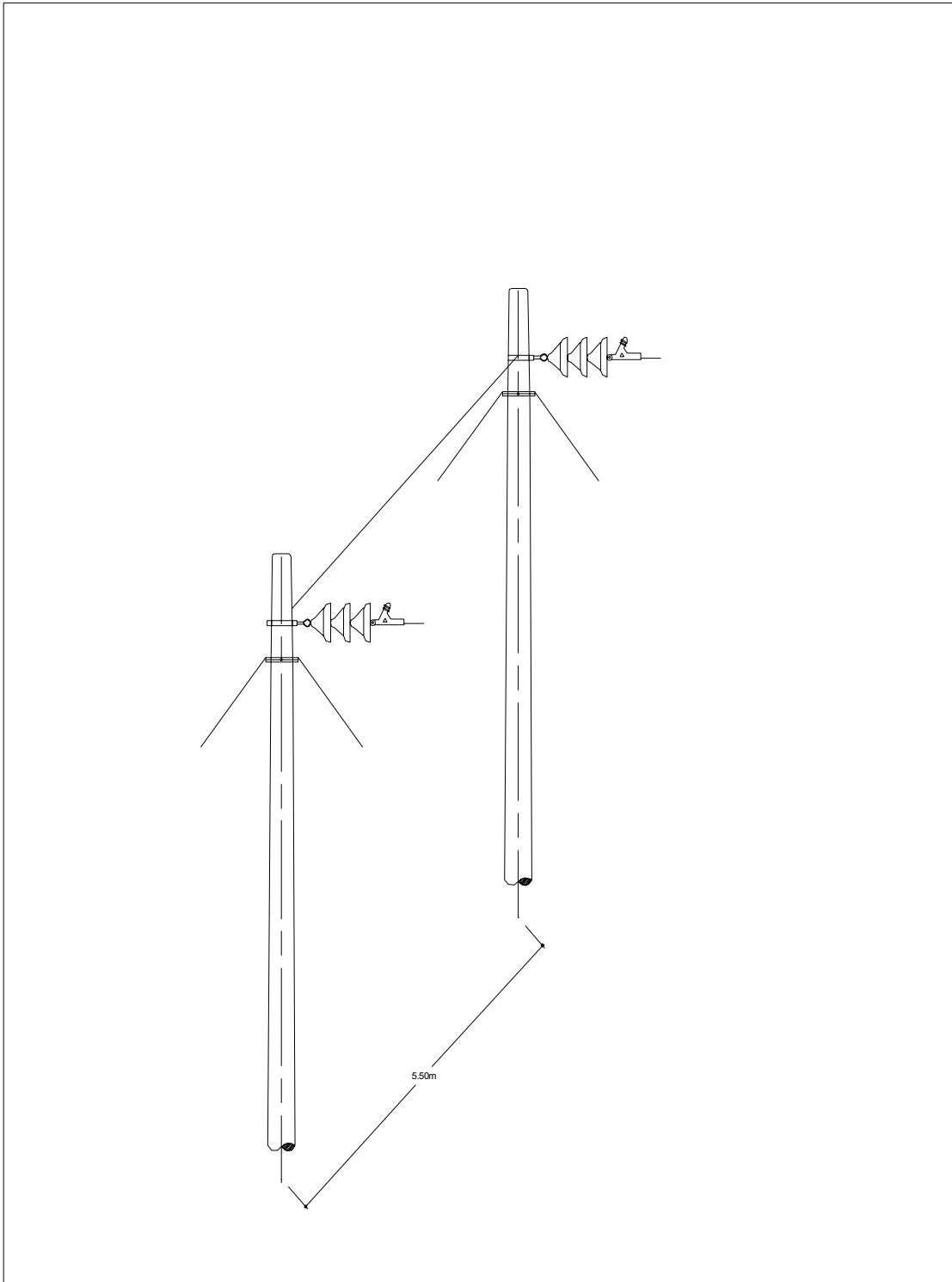
E-1

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración bifilar para  
retención





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CÓDIGO: E-2

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO: DISPOSICIÓN ESPECIAL MONOFASICA TERMINAL



## LISTA DE MATERIALES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-01	6	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03		Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
G-32	2	Grapa para suspensión en aleación de aluminio. Conductores 2/0 - 500. 8000Kgf.
L-03	2	Collarín sin salida en platina galvanizada. Diametro poste 17-22 cm
L-11	2	Collarín de una salida en platina galvanizada. Diametro poste 12-17 cm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

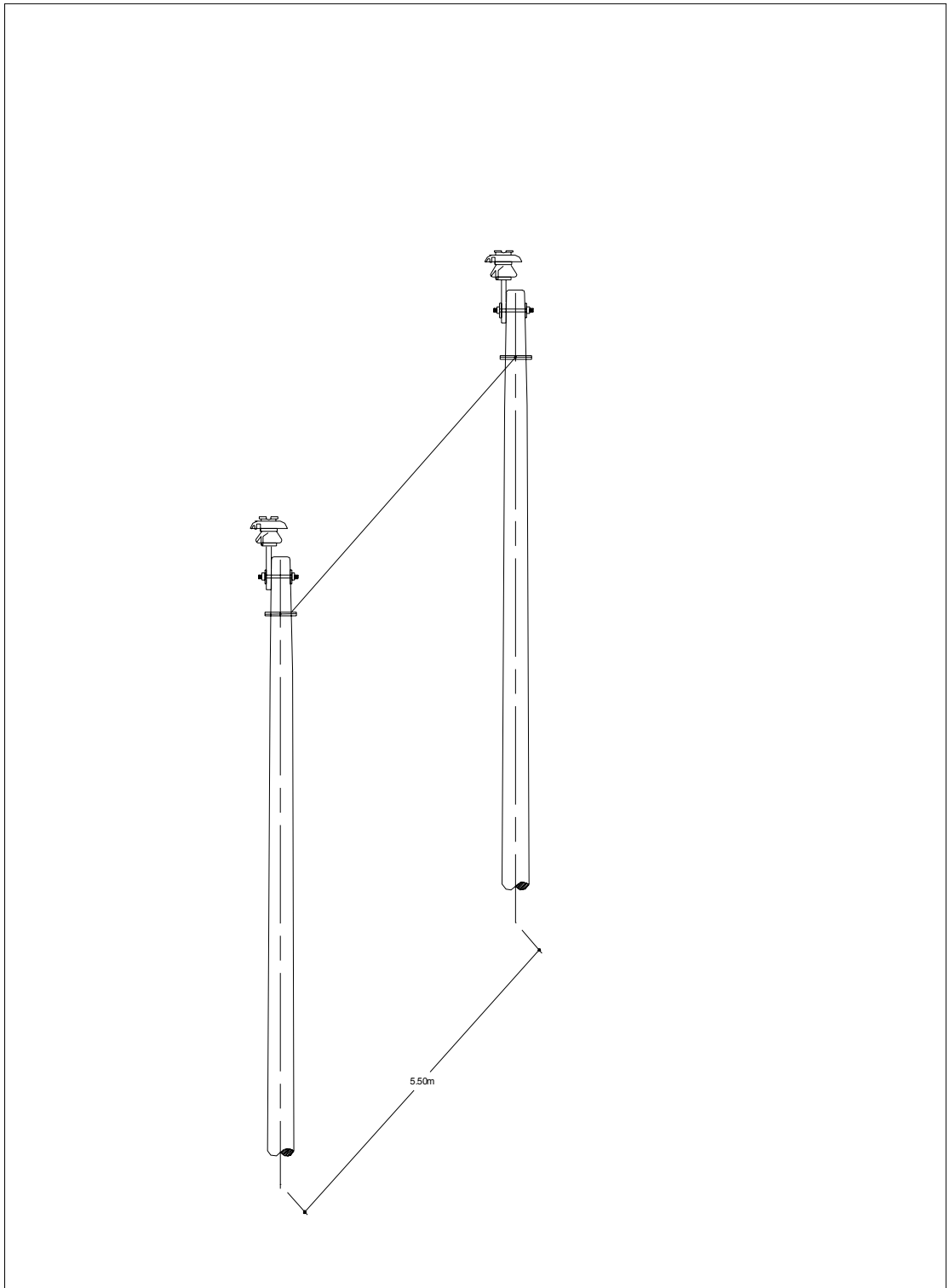
E-2

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración bifilar para  
final de línea





PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSÓN

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CÓDIGO: E-3

CONJUNTO: DISPOSICÓN ESPECIAL MONOFASICA DE PASO



## LISTA DE MATERIALES

REF.	CANT.	DESCRIPCION
A-01	2	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-1. 7,5 Kv. Diametro 152mm.
A-03	2	Aislador tipo disco de horquilla. ANSI 52-4. 10 kV. Diametro 254mm.
E-21	2	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1".
E-22	2	Espigo de acero galvanizado extremo poste. Diametro 1 3/8"
L-11	2	Collarín de una salida en platina galvanizada. Diametro poste 12-17 cm



PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES  
ELÉCTRICAS AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CODIGO:

E-3

RAÚL ANTONIO PALACIOS PÉREZ  
CARLOS ANDRÉS SUÁREZ CABALLERO

CONJUNTO:

Configuración bifilar para  
alineación

**PROPUESTA DE NORMA PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS  
AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**LISTADO GENERAL DE MATERIALES**

## LISTADO DE MATERIALES USADOS EN CONSTRUCCIÓN DE REDES ELÉCTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

### POSTES

#### P- POSTE DE CONCRETO

<i>NM</i>	<i>ALTURA (m)</i>	<i>CARGA-ROTURA (Kg)</i>
8/510	8	510
8/750	8	750
10/510	10	510
10/750	10	750
12/510	12	510
12/750	12	750
12/1050	12	1050
12/1350	12	1350
12/1500	12	1500
14/750	14	750
14/1050	14	1050

### CRUCETAS

#### CRUCETAS DE MADERA DE 2.0 m Y SECCIÓN 89 x 114 mm

<i>NM</i>	<i>USO</i>
C-01	ALINEACIÓN
C-02	RETENCIÓN

#### CRUCETAS DE MADERA DE 1.5 m DE LONGITUD.

<i>NM</i>	<i>USO</i>
C-03	RETENCIÓN TRIANGULAR
C-04	ALINEAMIENTO TRIANGULAR
C-05	RETENCIÓN SEMIBANDERA
C-06	ALINEAMIENTO SEMIBANDERA

CRUCETA. DE MADERA DE 4 Y 6 m DE LONGITUD

<i>NM</i>	<i>LONGITUD (m)</i>	<i>USO</i>
C-11	6	RETENCIÓN H
C-12	4	RETENCIÓN H
C-13	4	RETENCIÓN H SOPOTE RÍGIDO

CRUCETA. DE MADERA DE 3.0 m DE LONGITUD

<i>NM</i>	<i>USO</i>
C-14	RETENCIÓN
C-15	SOPORTE RÍGIDO O SUSPENSIÓN

CRUCETAS DE MADERA DE 2.0 m Y SECCIÓN 95 x 120 mm

<i>NM</i>	<i>USO</i>
C-16	RETENCIÓN
C-17	SOPORTE RÍGIDO O SUSPENSIÓN
C-18	SEMIBANDERA

CRUCETAS METÁLICAS

CRUCETA METÁLICA EN ÁNGULO DE 4 Y 6 M

<i>NM</i>	<i>LONGITUD (m)</i>	<i>CALIBRE</i>
C-31	6	2 ½" × 2 ½" × 1/4"
C-32	6	3" × 3" × 1/4"
C-41	4	2 ½" × 2 ½" × 3/16"
C-42	4	2 ½" × 2 ½" × 1/4"
C-43	4	3" × 3" × 1/4"

CRUCETA EN ÁNGULO DE 3.0 m. METÁLICA

<i>NM</i>	<i>CALIBRE</i>
C-51	2 ½" × 2 ½" × 3/16"
C-52	2 ½" × 2 ½" × 1/4"
C-53	3" × 3" × 1/4"

CRUCETA EN ÁNGULO DE 2.0 m. METÁLICA

<i>NM</i>	<i>CALIBRE</i>
C-61	2 ½" × 2 ½" × 3/16"
C-62	2 ½" × 2 ½" × 1/4"
C-63	3" × 3" × 1/4"
C-65	2 ½" × 2 ½" × 3/16"
C-66	2 ½" × 2 ½" × 1/4"
C-67	3" × 3" × 1/4"
C-68	2 ½" × 2 ½" × 3/16"
C-69	2 ½" × 2 ½" × 1/4"

CRUCETA EN ÁNGULO DE 1.5 m. METÁLICA

<i>NM</i>	<i>USO</i>
C-71	TRIANGULAR
C-72	SEMIBANDERA

**DIAGONALES**

DIAGONAL RECTA EN "V" EN ÁNGULO, PARA CRUCETA DE MADERA, EXTREMOS DOBLADOS

<i>NM</i>	<i>ANCHO (mm)</i>
D-01	1100
D-02	1200
D-03	1500

DIAGONAL EN ÁNGULO, PARA CRUCETA DE MADERA, EXTREMO SUPERIOR DOBLADO

<i>NM</i>	<i>LARGO (mm)</i>
D-11	140
D-12	103
D-13	64

### DIAGONAL EN "V" EN ÁNGULO, PARA CRUCETA METÁLICA

<i>NM</i>	<i>ANCHO (mm)</i>
D-21	1100
D-22	1200
D-23	1500

### DIAGONAL RECTA EN ÁNGULO, PARA CRUCETA METÁLICA

<i>NM</i>	<i>LARGO (mm)</i>
D-31	1440
D-32	1100
D-33	680
D-34	600

### DIAGONAL RECTA EN VARILLA, PARA CRUCETA METÁLICA

<i>NM</i>	<i>LARGO (mm)</i>
D-41	680
D-42	600

### DIAGONAL PARA ARRIOSTRAMIENTO EN X.

<i>NM</i>	<i>LARGO (m)</i>	<i>CALIBRE</i>
D-51	3	2 ½" × 2 ½" × 3/16"
D-52	3	3" × 3" × 1/4"
D-55	4	2 ½" × 2 ½" × 3/16"
D-56	4	3" × 3" × 1/4"

### SUPLEMENTOS

#### SILLA PARA CRUCETA DE MADERA.

<i>NM</i>	<i>DISTANCIA "D" (mm)</i>
S-01	86
S-02	90

## **ESPIGOS**

ESPIGO DE ACERO GALVANIZADO.

<i>NM</i>	<i>CRUCETA</i>	<i>LARGO (mm)</i>
E-01	MADERA	280
E-02	MADERA	300
E-03	MADERA	510
E-11	METÁLICA	295
E-12	METÁLICA	375

CADA ESPIGO SE ASEGURA MEDIANTE:

CONTRATUERCA HEXAGONAL	J-30
TUERCA HEXAGONAL	J-30
ARANDELA CUADRADA	I-11

ESPIGO DE ACERO GALVANIZADO, EXTREMO DE POSTE

<i>NM</i>	<i>LARGO (mm)</i>
E-21	500
E-22	600

## **AISLADORES**

AISLADOR DE SUSPENSIÓN TIPO DISCO DE HORQUILLA

<i>NM</i>	<i>DIÁMETRO</i>
A-01	6"
A-03	10"

A-02 AISLADOR DE SUSPENSIÓN TIPO DISCO DE CUENCA Y BOLA. 10"

A-11 AISLADOR TIPO ESPIGO, ANSI 55-5. 5½"

A-13 AISLADOR TIPO ESPIGO, ANSI 56-3. 10½"

## A-21 AISLADOR TIPO CARRETE

### AISLADOR TIPO TENSOR

<i>NM</i>	<i>PARA CABLE Ø</i>
A-31	3/8"
A-30	1/2"

### GRAPAS

GRAPA TERMINAL O DE RETENCIÓN EN ALEACIÓN DE ALUMINIO DE DOS PERNOS

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
G-01	5-2/0
G-02	2/0-350

GRAPA TERMINAL O DE RETENCIÓN EN ALEACIÓN DE ALUMINIO DE CUATRO PERNOS

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
G-03	6-2/0
G-04	2/0-300
G-05	300-500
G-06	500-900

GRAPA TERMINAL O DE RETENCIÓN EN BRONCE Y EN ACERO GALVANIZADO

Para conductores de cobre y con blindaje

### ACERO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
G-11	6-2/0
G-12	2/0-300
G-13	300-500
G-14	500-1000

### BRONCE

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
G-15	6-2/0
G-16	2/0-250
G-17	250-500
G-18	500-750

GRAPA TERMINAL TIPO UNIVERSAL  
Para conductores en cobre y con blindaje

ACERO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG)</i>
G-21	6-2
G-22	2-4/0

BRONCE

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG)</i>
G-25	6-2
G-26	2-4/0

GRAPA TERMINAL TIPO RECTO

<i>NM</i>	<i>LARGO (mm)</i>
G-27	200
G-28	230

GRAPA DE SUSPENSIÓN EN ALEACIÓN DE ALUMINIO

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
G-31	6-2/0
G-32	2/0-500
G-33	500-750
G-34	750-1000

GRAPA DE SUSPENSIÓN  
Para conductores en cobre o con blindaje

ACERO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
G-41	6-2/0
G-42	2/0-300
G-43	300-500
G-44	500-1000

BRONCE

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
G-45	6-2/0
G-46	2/0-500

GRAPA EN ACERO FORJADO GALVANIZADO, PARA ÁNGULOS HASTA 120°.

ACERO

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>	<i>PERNO PASADOR</i>
G-51	6-4/0	PERPENDICULAR
G-52	6-4/0	PARALELO
G-53	4/0-500	PERPENDICULAR
G-54	4/0-500	PARALELO

BRONCE

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>	<i>PERNO PASADOR</i>
G-55	6-4/0	PERPENDICULAR
G-56	6-4/0	PARALELO
G-57	4/0-350	PERPENDICULAR
G-58	4/0-350	PARALELO

GRAPA PARA CABLE DE GUARDA

<i>NM</i>	<i>USO</i>
G-61	DE SUSPENSIÓN PARA CABLE DE GUARDA
G-62	PARA ESTRUCTURA DE MADERA
G-63	PARA ESTRUCTURA METÁLICA VERTICAL
G-64	PARA ESTRUCTURA METÁLICA HORIZONTAL

G-65 GRAPA DE ÁNGULO PARA CABLE DE GUARDA

## GRAPA PRENSADORA EN ACERO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>Ø CABLE</i>
G-71	1/4" a 3/8"
G-72	3/8" a 5/8"

## GRAPA TIPO GRILLETE EN ACERO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>Ø CABLE</i>
G-81	1/4"
G-82	3/8"
G-83	1/2"
G-84	1"

## 079- GRAPA PARA AMARRE DEL NEUTRO

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
G-91	6-4
G-92	5-2
G-93	2-2/0
G-94	3/0-336

## G-95 GRAPA PRENSADORA PARA OPERAR EN CALIENTE

## CONECTORES

### CONECTOR UNIVERSAL TIPO PERNO ABIERTO, CON SEPARADOR

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>	<i>TIPO</i>
N-01	6-10	Cu-Cu
N-02	2-6	Cu-Cu
N-03	2/0-2	Cu-Cu
N-04	4/0-2	Cu-Cu
N-11	6-8	Cu-Al
N-12	2/0-2	Al-Al
N-13	4/0-2	Al-Al Y Al-Cu

### CONECTOR DE RANURAS PARALELAS DE UN PERNO

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
N-21	2/0-6
N-22	4/0-2
N-23	4/0-4
N-24	397-1/0
N-25	556-4/0

#### CONECTOR DE RANURAS PARALELAS DE DOS PERNOS

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
N-31	2/0-6
N-32	4/0-2
N-33	4/0-4
N-34	397-1/0
N-35	397-2/0

#### CONECTOR DE RANURAS PARALELAS DE TRES PERNOS

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM)</i>
N-41	397-2/0
N-42	2/0-6

CONECTOR DE COMPRESIÓN

<i>NM</i>	<i>CALIBRE (AWG-MCM), ACSR SALIDA "A"</i>
N-53	3-1/0
N-54	6-2
N-55	1-1/0
N-56	4/0-3/0
N-57	4/0-3/0
N-58	4/0-3/0
N-59	266,8-400
N-60	336-556

#### GUARDACABOS

##### GUARDACABO DE ACERO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>USO</i>
K-01	CABLE 3/8" VARILLA CON OJO 1/2" A 5/8"
K-02	CABLE 1/2" VARILLA CON OJO 1/2" A 5/8"

K-03 CABLE 5/8" VARILLA CON OJO 1"

### **COLLARINES**

TODOS LOS COLLARINES SE ASEGURAN POR MEDIO DE TORNILLO DE CARRUAJE (T-50) Y TUERCA HEXAGONAL (J-30)

COLLARÍN SIN SALIDAS EN PLATINA DE HIERRO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>Ø POSTE (cm)</i>
L-01	12-17
L-02	15-20
L-03	17-22
L-04	20-25
L-05	25-30

COLLARÍN DE UNA SALIDA. EN PLATINA DE HIERRO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>Ø POSTE (cm)</i>
L-11	12-17
L-12	15-20
L-13	17-22
L-14	20-25
L-15	25-30

COLLARÍN DE DOS SALIDAS EN PLATINA DE HIERRO GALVANIZADO.

<i>NM</i>	<i>Ø POSTE (cm)</i>
L-21	12-17
L-22	15-20
L-23	17-22
L-24	20-25
L-25	25-30

COLLARÍN DE CUATRO SALIDAS EN PLATINA DE HIERRO GALVANIZADO

<i>NM</i>	<i>Ø POSTE (cm)</i>
L-31	12-17
L-32	15-20
L-33	17-22
L-34	20-25
L-35	25-30

MEDIO COLLARÍN EN PLATINA DE HIERRO GALVANIZADO.

<i>NM</i>	<i>Ø POSTE (cm)</i>
L-41	12-17
L-42	15-20
L-43	17-22
L-44	25-30

COLLARÍN PARA UNA PERCHA

<i>NM</i>	<i>Ø POSTE (cm)</i>
L-51	12-17
L-52	15-20
L-53	17-22
L-54	20-25
L-55	25-30

COLLARÍN PARA DOS PERCHAS

<i>NM</i>	<i>Ø POSTE (cm)</i>
L-61	12-17
L-62	15-20
L-63	17-22
L-64	20-25
L-65	25-30

COLLARÍN PARA TRANSFORMADORES

<i>NM</i>	<i>Ø POSTE (cm)</i>
L-71	12-17
L-72	17-22
L-73	20-25

CINTA DE ACERO INOXIDABLE

CINTA DE ACERO INOXIDABLE

<i>NM</i>	<i>CALIBRE</i>
L-81	1/2"
L-82	5/8"

L-83            3/4"

## HEBILLA

### HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE

*NM*            *PARA CINTA CALIBRE*

L-91            1/2"

L-92            5/8"

L-93            3/4"

## GANCHOS PARA AISLADORES

### GANCHO GALVANIZADO CON OJAL

*NM*            *GROSOR*

H-01            5/8"

H-02            3/4"

### GANCHO GALVANIZADO CON OJO TRANSVERSAL

*NM*            *GROSOR*

H-03            5/8"

H-04            3/4"

### GANCHO GALVANIZADO CON BOLA

*NM*

H-11 (pequeño)

H-12 (grande)

### TUERCA DE GANCHO.

*NM*            *Ø PERNO*

H-21            1/2"

H-22            5/8"

H-23            3/4"

## **ESLABONES**

### **ESLABÓN EN "U" CON PASADOR**

<i>NM</i>	<i>CARGA ROTURA (lb.)</i>
O-01	18000
O-02	20000
O-03	25000
O-04	35000
O-05	40000

### **ESLABÓN DE PASADOR Y OJAL. PASADORES PERPENDICULARES**

<i>NM</i>	<i>CAGA ROTURA (lb.)</i>
O-11	15000
O-12	20000
O-13	25000
O-14	40000
O-15	50000

### **ESLABÓN DE PASADOR Y OJAL, TIPO PASADOR Y LENGÜETA. PASADORES PARALELOS**

<i>NM</i>	<i>CARGA ROTURA (lb.)</i>
O-21	15000
O-22	25000
O-23	45000

### **O-31 ESLABÓN DE DOBLE PASADOR. ESLABÓN DE OJALES PARALELOS**

<i>NM</i>	<i>CALIBRE</i>
O-35	3/16"
O-36	1/4"
O-37	3/8"

### **ESLABÓN SENCILLO**

<i>NM</i>	<i>CALIBRE</i>
O-41	1/2"

O-42	5/8"
O-43	3/4"

PERNO EN "U"

VA ACOMPAÑADO DE:	TUERCA HEXAGONAL	(J-30)
	ARANDELA DE PRESIÓN	(I-31)
	ARANDELA CUADRADA	(I-11)

<i>NM</i>	<i>ANCHO "U" (mm)</i>
O-61	38
O-62	83
O-63	60
O-64	64
O-65	76

ABRAZADERA EN "U" DE HIERRO GALVANIZADO, CON DOS TUERCAS

VA ACOMPAÑADA DE:	TUERCA HEXAGONAL	(J-30)
	ARANDELA DE PRESIÓN	(I-31)
	ARANDELA CUADRADA	(I-11)

<i>NM</i>	<i>ANCHO "U"</i>	<i>LARGO</i>
O-71	1/2"	8"
O-72	1/2"	10"
O-73	5/8"	8"
O-74	5/8"	10"
O-75	1/2"	12"
O-76	1/2"	14"
O-77	5/8"	12"
O-78	5/8"	14"

ABRAZADERA PARA CRUCETA.

VA ACOMPAÑADA DE:	TUERCA HEXAGONAL	(J-30)
	ARANDELA DE PRESIÓN	(I-31)
	ARANDELA CUADRADA	(I-11)
	ARANDELA REDONDA	(I-01)
	PERNO DE ACERO	(Z-11)

<i>NM</i>	<i>ANCHO</i>
O-81	3 1/2"
O-82	3 3/4"

## **ADAPTADORES**

### ADAPTADOR DE BOLA Y OJAL

<i>NM</i>	<i>CARGA DE ROTURA (lb.)</i>
W-01	15000
W-02	25000
W-03	30000

### ADAPTADOR DE PASADOR Y BOLA

<i>NM</i>	<i>CARGA DE ROTURA (lb.)</i>
W-10	15000
W-11	25000
W-12	27000

### ADAPTADOR DE CUENCA Y LENGUETA

<i>NM</i>	<i>CARGA DE ROTURA (lb.)</i>
W-20	15000
W-21	18000
W-22	20000
W-23	20000
W-24	25000
W-25	25000
W-26	27000

### ADAPTADOR DE CUENCA Y PASADOR

<i>NM</i>	<i>CARGA DE ROTURA (lb.)</i>
W-31	15000
W-32	20000
W-33	25000

### ADAPTADOR DE CUENCA Y PASADOR LARGO

<i>NM</i>	<i>CARGA DE ROTURA (lb.)</i>
W-33	15000
W-34	20000
W-35	25000

## **PERCHAS**

PERCHAS DE HIERRO FORJADO Y GALVANIZADAS EN CALIENTE.

<i>NM</i>	<i>PUESTOS</i>
R-01	1
R-02	2
R-03	3
R-04	4
R-05	5

PERCHAS SOLDADAS

<i>NM</i>	<i>PUESTOS</i>
R-10	2
R-11	3
R-12	4
R-13	5

PERCHAS REMACHADAS

<i>NM</i>	<i>PUESTOS</i>
1820	2
1821	3
1822	4
1823	5

PERCHAS REMACHADAS Y VARILLA SECCIONADA

<i>NM</i>	<i>PUESTOS</i>
R-30	2
R-31	3
R-32	4
R-33	5

## **BAYONETAS**

BAYONETA SENCILLA PARA CABLE DE GUARDA.

<i>NM</i>	<i>LARGO (m)</i>
Y-01	1,0
Y-02	1,2

Y-03	1,5
Y-04	2,0

BAYONETA DOBLE PARA CABLE DE GUARDA.

<i>NM</i>	<i>LARGO (m)</i>
Y-11	1,0
Y-12	1,2
Y-13	1,5
Y-14	2,0

BAYONETA DOBLE PARA RETENIDA

<i>NM</i>	<i>LARGO (m)</i>
Y-21	1,0
Y-22	1,2
Y-23	1,5
Y-24	2,0

Y-25 BAYONETA DOBLE

Y-26 BAYONETA DOBLE

Y-27 BAYONETA DOBLE

Y-28 BAYONETA DOBLE

**PERNOS**

PERNO DE MÁQUINA CON CABEZA Y TUERCA CUADRADA.

<i>NM</i>	<i>LARGO</i>
DIÁMETRO: $\frac{1}{2}$ "	
Z-11	1"
Z-12	$1\frac{1}{4}$ "
Z-13	$1\frac{1}{2}$ "
Z-14	2"
Z-15	$2\frac{1}{2}$ "
Z-16	3"
Z-17	$3\frac{1}{2}$ "

Z-18	4"
Z-19	4 ½"
Z-20	5"
Z-21	5 ½"
Z-22	6"

DIÁMETRO 5/8"

Z-31	2"
Z-32	8"
Z-33	9"
Z-34	10"
Z-35	12"
Z-36	14"
Z-37	16"
Z-38	18"
Z-39	20"

DIÁMETRO 3/4"

Z-51	2"
Z-52	8"
Z-53	9"
Z-54	10"
Z-55	12"
Z-56	14"
Z-57	16"
Z-58	18"
Z-59	20"

PERNO DE MÁQUINA DE HIERRO GALVANIZADO CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL

VA ACOMPAÑADA DE:	TUERCA HEXAGONAL	(J-30)
	ARANDELA DE PRESIÓN	(I-31)
	ARANDELA CUADRADA	(I-11)
	ARANDELA REDONDA	(I-01)

*NM*            *LARGO*

DIÁMETRO: 5/8"

Z-61	2"
Z-62	5"
Z-63	8"
Z-64	10"

Z-65	18"
Z-66	12"

DIÁMETRO 1/2"

Z-67	6"
Z-68	8"
Z-70	3"

DIÁMETRO 3/8"

Z-69	1"
------	----

### **ESPÁRRAGOS**

ESPÁRRAGO ROSCADO EN TODA SU LONGITUD, CON CUATRO TUERCAS  
VA ACOMPAÑADO DE:

TUERCA HEXAGONAL	(J-30)
ARANDELA DE PRESIÓN	(I-31)
ARANDELA REDONDA	(I-01)

*NM*            *LARGO*

DIÁMETRO: 5/8"

B-01	10"
B-02	12"
B-03	14"
B-04	16"
B-05	18"
B-06	20"
B-07	22"
B-08	24"

DIÁMETRO: 3/4"

B-11	10"
B-12	12"
B-13	14"
B-14	16"
B-15	18"
B-16	20"
B-17	22"
B-18	24"

### **PERNOS DE OJO**

PERNOS DE OJO. DIÁMETRO: 5/8" Y 3/4" CON DOS TUERCAS	
VA ACOMPAÑADO DE:	TUERCA HEXAGONAL (J-30)
	CONTRATUERCA HEXAGONAL (J-30)
	ARANDELA DE PRESIÓN (I-31)
	ARANDELA REDONDA (I-01)

*NM*            *LARGO*

DIÁMETRO: 5/8"

F-01	4"
F-02	6"
F-03	8"
F-04	10"
F-05	12"
F-06	14"

DIÁMETRO: 3/4"

F-11	4"
F-12	6"
F-13	8"
F-14	10"
F-15	12"
F-16	14"

PERNOS DE OJO. DIÁMETRO: 5/8" Y 3/4" CON CUATRO TUERCAS

*NM*            *LARGO*

DIÁMETRO: 5/8"

F-21	14"
F-22	16"
F-23	18"
F-24	20"
F-25	22"
F-26	24"
F-27	26"

DIÁMETRO: 3/4"

F-31	14"
F-32	16"

F-33	18"
F-34	20"
F-35	22"
F-36	24"
F-37	26"

## **TORNILLOS**

### TORNILLOS DE CABEZA CUADRADA Y ROSCA GOLOSA

*NM*            *LARGO*

DIÁMETRO: 1/4"

T-01            1 1/2"

T-02            1 1/4"

DIÁMETRO: 5/16"

T-11            1 1/2"

T-12            1 3/4"

T-13            2 1/4"

T-14            2 1/4"

DIÁMETRO: 3/8"

T-21            1 3/4"

T-22            2"

T-23            2 1/4"

T-24            2 1/2"

T-25            2 3/4"

T-26            3"

T-27            3 1/2"

DIÁMETRO: 1/2"

T-31            1 3/4"

T-32            2"

T-33            2 1/4"

T-34            2 1/2"

T-35            2 3/4"

T-36            3"

T-37	3½"
T-38	3"
T-39	4½"
DIÁMETRO:	5/8"
T-41	2½"
T-42	2¾"
T-43	3"

#### TORNILLO DE CARRUAJE

*NM*            *LARGO*

DIÁMETRO:	5/8"
T-50	3"
T-51	1½"

DIÁMETRO:	1/2"
T-52	2"
T-53	1"
T-54	2½"
T-55	1¾"

#### ARANDELAS

##### ARANDELA REDONDA

<i>NM</i>	<i>Ø EXTERNO</i>
I-01	1"
I-02	1⅜"
I-03	1¾"
I-04	2"
I-05	2½"

##### ARANDELA CUADRADA PLANA

<i>NM</i>	<i>ANCHO</i>
I-11	2"
I-12	2"
I-13	2¼"
I-14	3"

I-15                    4"

#### ARANDELA CUADRADA CURVADA

<i>NM</i>	<i>ANCHO</i>
I-21	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "
I-22	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "
I-23	3"
I-24	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "
I-25	3"
I-26	4"

#### ARANDELAS DE PRESIÓN

<i>NM</i>	<i>Ø EXTERNO (mm)</i>
I-31	16
I-32	20
I-33	22
I-34	26
I-35	32
I-36	42
TIPO UÑA	
I-37	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> "
I-38	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "
I-39	1"

#### TUERCAS

##### TUERCA DE OJO REDONDO.

<i>NM</i>	<i>Ø PERNO</i>
J-01	1/2"
J-02	5/8"
J-03	3/4"

##### TUERCA DE OJO ALARGADO.

<i>NM</i>	<i>Ø PERNO</i>
-----------	----------------

J-11	1/2"
J-12	5/8"
J-13	3/4"

#### TUERCA CUADRADA PARA PERNO

<i>NM</i>	<i>Ø PERNO</i>
J-21	3/8"
J-22	1/2"
J-23	5/8"
J-24	3/4"
J-25	1"

#### TUERCA HEXAGONAL

<i>NM</i>	<i>Ø PERNO</i>
J-30	1/4"
J-31	5/16"
J-32	3/8"
J-33	1/2"
J-34	5/8"
J-35	3/4"
<b>CONTRATUERCA*</b>	
J-30*	1/4"
J-31*	5/16"
J-32*	3/8"
J-33*	1/2"
J-34*	5/8"
J-35*	3/4"

# ANEXO 1

## MAPA DE NORMAS



D:\Carlos Andres\  
Proyecto Normas\MAI